Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert

Studien zur Genese, Zirkulation und Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens in Deutschland und Europa, 1900-1960

(Publikationen aus den Jahren 2007-2014)

Arne Schirrmacher

Habilitationsleistungen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 HabilO FAK 1 (kumulative Habilitation)
an der Fakultät I – G e i s t e s w i s s e n s c h a f t e n
der Technischen Universität Berlin

GutachterInnen:
Prof. Dr. Friedrich Steinle – Technische Universität Berlin
Prof. Dr. Rüdiger vom Bruch – Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Helmuth Trischler – Ludwig-Maximilians-Universität München

Berlin, November 2014

INHALT UND VERZEICHNIS DER PUBLIKATIONSORTE

Einleitung und Überblick

(unpubliziert)

Einstieg 4
Neue Formen populärwissenschaftlicher Praxis 7
Wissenschaftsvermittlung, Wissensgeschichte und historische Epistemologie 13
Forschungsperspektiven 19
Methodische Ausgangspunkte: Diskurse, Quellen und Zugänge 27
Zum Programm der publizierten Arbeiten 41

Teil I. Die historiographische Frage

1. Nach der Popularisierung: Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert 48

   Geschichte und Gesellschaft 34 (2008), S. 73-95.

Teil II. Fallstudie: Die Ko-Kreation von Atombildern mit der Öffentlichkeit, 1900-1930

2. Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik 74

   In: Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher (Hg.): Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/New York: Campus 2007, S. 39-73.

3. Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle. Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs (mit Ulrike Thoms) 113

   Ebd., S. 97-110

4. Einsicht in die Materie. Konjunkturen und Formen von Atombildern 126

   In: Alexander Gall (Hg.): Konstruieren, kommunizieren, präsentieren. Bilder von Wissenschaft und Technik, Göttingen: Wallstein 2007, S. 109-145.

   [Engl. Fassung in: Peter Morris, Klaus Staubermann (Hg.): Illuminating Instruments, Washington: Smithsonian 2009, S. 133-157.]

5. Bohrsche Bahnen in Europa. Bilder und Modelle zur Vermittlung des modernen Atoms 166

   Charlotte Bigg/Jochen Hennig (Hg.): Atombilder. Ikonografien des Atoms in Wissenschaft und Öffentlichkeit des 20. Jahrhunderts, Göttingen: Wallstein 2009, S. 73-82.

Teil III. Rolle und Funktion populärer Wissenschaftsvermittlung in der deutschen Gesellschaft, 1900-1960

6. Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu. Zur Bedeutung der populären Wissenschaftsvermittlung im späten Kaiserreic h und in der Weimarer Republik..... 177

   Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 31 (2008), S.353-371.

   [Engl. Fassung in: Cathryn Carson/Alexei Kojevnikov/Helmuth Trischler (Hg.): Quantum Mechanics and Weimar Culture, London: World Scientific 2011, S. 433-452.]

7. Zwischen akademischer Rede und öffentlichem Diskurs: Kommunikationsstrategien der Akademien in der Zwischenkriegszeit 197

Acta Historica Leopoldina 64 (2014), S. 125-140 (= Rüdiger vom Bruch et al. (Hg.): Wissenschaftsakademien im Zeitalter der Ideologien, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft)

8. Physik und Politik: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger 214

Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 30 (2007), S. 13-31.

9. Verantwortung made in Göttingen? Die Erklärung der Göttinger Achtzehn von 1957 … 234

Göttinger Jahrbuch 56 (2008), S. 57-71.

Teil IV. Geschichte der Wissenschaftskommunikation im 20. Jahrhundert in europäisch vergleichender Perspektive

– A Preliminary Landscape of Popular Science Periodicals / Notes on Literature for Some European Regions..... 251

In: Arne Schirrmacher (Hg.): Communicating Science in 20th Century Europe. A Survey on Research and Comparative Perspectives, MPI Preprint 385, Berlin 2009, S. 202-212.

– Science Between News and Education: A European Perspective 257

Science and Education 21 (2012), S. 289-291

10. State-Controlled Multimedia for All? Science Programs in Early German Radio 262

Ebd., S. 381-401

11. Popular Science as Cultural Dispositif. On the German Way of Science Communication in the 20th Century 283

Science in Context 26:3 (2013), S. 473-508

Ausblick

12. Communicating Science: National Approaches in 20th Century Europe 320

Science in Context 26:3 (2013), S. 393-404

Anhang

– Gesamtverzeichnis der Literatur und verwendeten Quellen 333

Einleitung und Überblick

> *Da spekulative Erkenntnistheorie nie wirkliche Erkenntnis untersuchte, sondern deren Phantasiebild, steht die erkenntnistheoretische Untersuchung populärer Wissenschaft – wenigstens meines Wissens – noch aus.*
>
> *Ludwik Fleck, 1935 (1980, S. 149)*

Erwin Schrödinger wandte sich in seinem ersten Beitrag für die Zeitschrift *Koralle* an die "verehrte Leserin", um ihr "Das Rätsel des Lichts" zu erklären. Ihr "schönes Auge" könne Licht der Wellenlängen zwischen 400 und 800 empfangen, so wie man sein Radio auf "Welle 435" oder "Welle 2000" einstellen würde, nur seien es beim Auge "milliontel Millimeter" und nicht Meter wie bei den Radiowellen. Die "schönen Wangen" der verehrten Leserin wiederum empfingen gerade Strahlung der "Welle 10 000" von dem Heft der Koralle, denn zwischen Haut und Papier bestünde ein Gleichgewicht der Wärmestrahlung, welches etwa man dadurch bemerken könnte, indem man die Zeitschrift durch einen Eisblock ersetzte. Für die Wärmestrahlung, das hätte sein Vorgänger auf dem Lehrstuhl für Theoretische Physik an der Berliner Universität Max Planck bewiesen, gälten die Gesetze der sogenannten Quantentheorie.[1]

Mit der Quantentheorie war Schrödinger in dem Ende August 1929 erschienen Text nun genau bei dem Thema angekommen, über das die Redaktion der *Koralle* unter dem Chefredakteur Maximilian Kern von ihm einen Beitrag erbeten hatte. Das vom Ullstein-Verlag 1925 begründete "Magazin für alle Freunde von Natur und Technik" sollte nach Eigenwerbung des Verlages die "schönste populärwissenschaftliche Monatsschrift" sein, die einen "kultivierten, kritischen und technisch-interessierten Leserkreis" erreichte (und damit für Anzeigenkunden interessant war).[2] Auf mehr als vier aufwändig bebilderten Seiten konnte Schrödinger diesen modernen Leserkreis über die neue Physik informieren und dazu machte er Anleihen an der modernen Welt, zu der er offensichtlich auch ein populärwissenschaftliches Interesse von Frauen an theoretischer Physik zählte. Die Informationen über das Innere der Atome, die die Physiker aus deren Spektrallinien entschlüsselt hatten, vermittelte Schrödinger seinen Lesern und Leserinnen als "die Begriffsschrift dieser 'Leuchtreklame', die jedes Atom für sich macht", die man "lesen" und in einen "*verstandenen*, nicht nur katalogmäßig registrierten, Zusammenhang mit dem ausgesandten Lichte" bringen müsse. Planck hätte gezeigt, dass die Strahlungsphänomene mit

1 Schrödinger, Das Rätsel des Lichts, Koralle 5 (1929/30), Heft 7, S. 294-298, S. 295.

2 Ullstein-Berichte, April 1927, S. 12.

Quanten beschrieben werden müssten, mit "Portionen" wie dem Kleingeld an der Warenhauskasse. Dabei würde "langwelligeres Licht in Mark, das in kürzerer Wellenlänge in Dollar, oder ganz kurzwelliges in Pfund ausgezahlt". Bei den langen Radiowellen hätte man noch nichts von der Sache gemerkt, da "die 'Quanten' ganz besonders klein [seien], sagen wir Inflationsmark".

Trotz der anschaulich vorgeführten Analogie zum Geldwesen musste Schrödinger zugeben, dass man sich in der Wissenschaft noch nicht auf völlig sicherem Grund bewegte, was die Quantentheorie anging. "Im übrigen", schrieb Schrödinger,

> bleibt die Sache höchst sonderbar und eigenartig, sie war nach dem Bild, daß die Physiker sich von den langen Radiowellen gemacht hatten, durchaus nicht vorauszusehen, und – um die Wahrheit zu sagen – ob wir mit dieser Quantenannahme schon den richtigen Ausdruck gefunden haben für das, was wirklich vorliegt, ist noch gar nicht sicher.

Gerade in der modernen Physik würden Beschreibung und Verständnis der Phänomene nicht mehr Hand in Hand gehen. Während man das "Mathematisch-Formelmäßige" weitgehend habe klären können, hätte sich "das Anschauliche und Begriffliche" in eine "unliebsame Mystik gehüllt", was aber wohl nur als Übergangsstadium in der Entwicklung der modernen Physik zu werten sei. Dennoch, die Öffentlichkeit hatte ein Anrecht informiert zu werden, nicht erst wenn die Wissenschaftler alle Zweifel und Unklarheiten getilgt hatten: "Sobald wir wirklich wissen, was wir meinen, werden wir es auch dem für Naturwissenschaften interessierten Laien erzählen können.", versprach der Physiker am Schluss der Ausführungen seiner Leserin.[3]

Erwin Schrödinger, der 1926 mit seiner Wellenmechanik zu den führenden theoretischen Physikern avanciert war und seit 1928 jährlich u. a. auch von Max Planck für den Nobelpreis nominiert wurde (und den er 1933 erhalten sollte), hatte sich gegenüber der Redaktion der Koralle noch deutlicher über die Bescheidenheit geäußert, die der moderne Wissenschaftler gegenüber der Öffentlichkeit üben müsse:

> Wir sogenannten Gelehrten *sollen* uns der Aufgabe nicht entziehen, in beliebig weite Kreise hinaus zu "popularisieren", d.h. in großen, an das Gesamtinteresse der Menschheit anknüpfenden Zügen zu sagen, "um was es uns geht", und was wir glauben, "herausgebracht" zu haben. Aber es ist heillos schwer. Vielleicht liegt es daran, daß wir in Wirklichkeit so schrecklich wenig herausgebracht haben. Das glaubt uns aber der Leser nicht, denn erstens sieht er die märchenhaften Fortschritte der Technik, zweitens liest er viele populäre Darstellungen zweifelhafter Qualität, die in dem Gedanken schwelgen, "wie wir's denn zuletzt so herrlich weit gebracht". – "Oh ja, bis an die Sterne weit!" – so weit, daß sich im gegenwärtigen Augenblick kein Teufel mehr auskennt! – Und da soll man nun sich an den Schreibtisch setzen und (um wieder auf den Faust zu kommen) "mit saurem Schweiß sagen, was man nicht weiß".

Dennoch sollte sich Schrödinger weiter mühen, einem breiteren Publikum zu vermitteln, um was es den Physikern ging und was sie bereits herausgebracht hatten. Im Dezember des gleichen Jahres diskutierte er in "Das Gesetz der Zufälle" über die Kausalitätsfrage in

3 Schrödinger, Das Rätsel des Lichts, Koralle 5 (1929/30), Heft 7, S. 294-298, S. 298.

der modernen Physik, ein Dreivierteljahr später nutzte er die Frage "Was ist eigentlich Elektrizität?", um die Unterschiede und Probleme der Verbindung von Einsteinscher Gravitationstheorie und Quantenmechanik offenzulegen und dabei einzugestehen, dass die Frage, ob eine einfache, den Physiker restlos befriedigende Beschreibung erreicht sei, nur mit einem deutlichen Nein zu beantworten war.[4] So wie er sich hier Fragen stellte, die von der Öffentlichkeit stammen konnten, so charakterisiert es Schrödingers Bemühungen, seine Wissenschaft an die Leser der Koralle aber auch einer Reihe weiterer Zeitschriften und Zeitungen zu vermitteln – etwa der *Vossischen Zeitung*, der *Neuen Züricher Zeitung* oder des *Uhu*, einer weiteren Monatsschrift des Ullstein-Verlags – dass er sich als ein moderner Wissenschaftler im Dialog mit der Öffentlichkeit verstand.[5] Er war ein Vermittler zwischen den häufig komplexen, noch in der Entwicklung begriffenen wissenschaftlichen Erkenntnissen und den legitimen Fragen nach dem Stand der Dinge aus der Öffentlichkeit. Hier galt es in einem Aushandlungsprozess Sprache, Bilder und Analogien zu finden, die beiden Seiten gerecht wurden.

4 Erwin Schrödinger, Das Rätsel des Lichts, Koralle 5 (1929/30), Heft 7, S. 294-298, S. 294; ders., Das Gesetz der Zufälle, Koralle 5 (1929/30), Heft 9, S. 417-418; ders., Was ist eigentlich Elektrizität?, Koralle 6 (1930/31), Heft 9, S. 110-112.

5 Schrödinger veröffentlichte in der Neuen Zürcher Zeitung: Ton und Farbe (3. 2. 1923); Vom Radium (15. 3. 1923); Kann man Atome photographieren? (7. 2. 1924); Einiges über die Sterne (28., 29., 30. 10 1924); Otto Lummer (23. 7. 1925); Michelsonscher Versuch und Relativitätstheorie (10. 9. 1925). In der Vossischen Zeitung, Naturwissenschaft und Ethik (25. 12. 1930). In Ullstein-Zeitschriften auch Schrödinger, Das gehetzte Licht, Uhu 6 (1930), S. 106-112.

1. Neue Formen populärwissenschaftlicher Praxis

Wissenschaftshistoriographisch, insbesondere vor dem Hintergrund der breiten Literatur über Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert, erscheinen zunächst die hier sichtbar werdenden Formen populärwissenschaftlicher Betätigung mehr als überraschend, verweigern sie sich doch bei näherer Betrachtung der typischen Begriffe der Popularisierung, die auch als Diffusion, Dissemination oder Vulgarisation bezeichnet wurden. Es ist kein Zufall, dass Schrödinger das Wort "popularisieren" in Anführungsstriche setzte, als er an die Redaktion der *Koralle* schrieb – seit Anfang des Jahrhunderts wurde es meist gemieden –[6] und es sogleich neu definierte. Er verstand darunter darzulegen, um was es den Wissenschaftlern ginge und was sie glaubten, herausgebracht zu haben. Dies weist zumindest über den Horizont eines bloßen Vereinfachens und Verbreitens hinaus und spricht die Fragestellungen und eine Herausbringungs-Praxis der Wissenschaft an. Ebenso tritt der Physiker hier nicht in einer der Rollen auf, die üblicherweise für Wissenschaftler identifiziert wurden. Schrödinger gibt sich weder als Autorität oder "Mandarin", eine Rolle, die er etwa als Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften durchaus hätte beanspruchen können, noch als rationaler Experte, der eine nüchterne Beurteilung abgibt. Auch als Verkünder neuer und verbindlicher Weltbilder tritt er nicht auf und auch lässt ihn wenig als Held (eine Zuschreibung, die eher bei Schöpfern von technischen Innovationen üblich ist), als verrücktes und unverständliches Genie oder als ein Zauberer erscheinen. Damit entzieht er sich der üblichen Kategorien, die die Wissenschaftsgeschichte für Forschertypen und Wissenschaftlerrollen angeführt hat.[7]

Es wird eine der zentralen Thesen dieser Arbeit sein, dass zur Zeit Schrödingers eine wichtige Verschiebung des Diskurses über Wissenschaft in der Öffentlichkeit stattgefunden hat, welche einerseits wegführte von der vorrangigen Darstellung wissenschaftlichen Wissens unter Verwendung von Prozeduren der Popularisierung, die sich im 19. Jahrhundert etabliert hatten, und sich andererseits stärker den Praktiken, Methoden aber auch Orten und Protagonisten der Wissenschaft zuwandte. Statt zu fragen, was die Wissenschaft weiß, dominierte nun das Interesse daran, wie es die Wissenschaft anstellt, verlässliches Wissen zu produzieren und welche Praktiken und Bedingungen die Tätigkeit Wissenschaftler charakterisieren.

Ein zweiter wichtiger Punkt, der sich an Schrödingers Beispiel zeigt, ist, dass weder in seinen Texten noch in der Entwicklung des populärwissenschaftlichen Publikationswesens noch in der Haltung der Redakteure eine Krisenstimmung sichtbar wird, die sich gegen die

6 Arne Schirrmacher, Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert, Geschichte und Gesellschaft 34 (2008), S. 73-95 (= Publikation 1).

7 Zu den Forschertypen und Zuschreibungen vgl. Jonathan Harwood, Forschertypen im Wandel 1880-1930, in: Rüdiger vom Bruch/Brigitte Kaderas: Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 162-168; ders., Styles of scientific thought. The German genetics community 1900-1933, London 1993; Marcel C. LaFollette, Making science our own. Public images of science 1910-1955, Chicago und London 1989; Fritz K. Ringer, The decline of the German mandarins: The German accademic community 1880-1933, Cambr. Mass. 1969.

Naturwissenschaften richtete oder die sogar nach einer Anpassung der Wissenschaftler an ein "feindliches Milieu" rief. Schrödinger verschwieg weder, dass die moderne Physik noch viel Arbeit zu erledigen hatte, noch stellte er ihre Erfolge unter den Scheffel. Der Ullstein-Verlag, der mit der Berliner Illustrirten Zeitung Millionenauflagen erzielte, sah trotz vorhandener Krisendiskurse in wissenschaftlichen Zeitschriften wie *Die Naturwissenschaften* (die keine populärwissenschaftliche Zeitschrift, sondern eine interdisziplinäre Wissenschaftszeitschrift war, die sich der "inter-specialist communication" verschrieben hatte)[8] oder im akademischen Selbstvergewisserungsdiskurs, den Paul Forman zur Grundlage seiner Anpassungsthese machte, große Chancen Leser und Leserinnen für populärwissenschaftliche Publizistik zu gewinnen.[9] Das neue illustrierte Wissenschaftsmagazin *Koralle*, das im Straßenverkauf mit Plakaten und Emailschildern beworben wurde und mehr als zehnmal so viele Leser erreichte wie etwa *Die Naturwissenschaften*, erzielte wohl auch finanzielle Erfolge. Die *Koralle* war ein starker Werbeträger, der eine neue Zielgruppe für Luxusartikel und Genussmittel wie Zigaretten, Schokolade und Spirituosen, für Reisen, Autos und Zweiräder, Fotoapparate, medizinische Produkte und Schönheitspflege oder auch Weiterbildung ansprach.[10] Zudem hatten sich allgemein die Auflagen populärwissenschaftlicher Zeitschriften Mitte der 1920er Jahre auf das doppelte bis dreifache Niveau der Vorkriegszeit gesteigert. Eine lebensphilosophisch motivierte Flucht vor der Naturwissenschaft, so es sie in dieser direkten Form überhaupt gab, fand offensichtlich am Zeitschriftenkiosk nicht statt, ganz im Gegenteil.

Damit ist ein dritter Punkt angesprochen: die Revolution durch die Massenmedien. Sie zeigte im vorliegenden Beispiel kein automatisches Übergehen der Definitionsmacht, was Populärwissenschaft bedeutet, von dem System der Wissenschaft auf das neue System der Medien, was sich etwa durch eine rasche Übernahme der Textproduktion durch einen neuen Stand professioneller Wissenschaftsjournalisten belegen ließe. Offensichtlich war der Prozess vielschichtiger und komplexer als dies vielfach mit dem Begriff Medialisierung verbunden wird.

Ich werde entsprechend die These vertreten, dass die am Anfang des 20. Jahrhunderts einsetzende Entwicklung zu den Massenmedien und ihren neuen Strukturen und Funktionen durchaus als ein Prozess einer Medialisierung verstanden werden kann, dass aber ihre Auswirkungen nicht zu einer Dominanz der Medienlogik (etwa entsprechend der Nachrichtenwerttheorie) führte, sondern dass die Wissenschaft auch bei der Wissenschaftsvermittlung weiter personell wie inhaltlich in weiten Bereichen bestimmend blieb.

---

8 Joske Bunders/Richard Whitley, Popularization within the sciences. The purposes and consequences of inter-specialist communication; Michael Stöltzner, Die Kausalitätsdebatte in den Naturwissenschaften. Zu einem Milieuproblem in Formans These in: H. Franz/W. Kogge/T: Wilholt, Wissensgesellschaft. Transformationen im Verhältnis von Wissenschaft und Alltag, Bielefeld 2001, S. 85-128.

9 Paul Forman, Weimar culture, causality and quantum theory, 1918-27: Adaption by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment, HSPS 3 (1971), S. 1-115. Zuletzt Carson/Kojevnikov/Trischler, Weimar Culture and Quantum Mechanics. Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis, 2011.

10 Der methodische Zugang über die Analyse der Werbung auf die Zielgruppe eines Druckerzeugnisses zu schließen, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht explizit verfolgt werden und lässt eine eigene Studie lohnenswert erscheinen.

Dies schließt zugleich nicht aus, dass es Sensationsberichterstattung gab, genauso wie Versuche, diese zu verhindern und als Auswüchse einer aus Amerika stammenden Fehlentwicklung zu verurteilen. Ebenso ist es richtig, dass sich der Wissenschaftsjournalismus zu professionalisieren begann. Beides aber, Sensationalisierung und Journalismus, stellten noch lange nicht die vorherrschende Form der Wissenschaftsvermittlung dar.

Welche Auswirkungen der Medienwandel und insbesondere die neuen Wechselwirkungen und Verbindungen, die die verschiedenen Medien miteinander eingingen (oder auch nicht eingingen), auf die Wissenschaftsvermittlung hatten, deutet ein weiteres Beispiel an, das an Schrödingers Publikationen im Ullstein Verlag anschließt. Das Presse- und Verlagshaus lancierte nach der Wirtschaftskrise nicht nur eine neue Wissenschaftszeitschrift, sondern auch die Buchreihe *Wege zum Wissen*, ein Titel, der einmal mehr die Verschiebung des Interesses vom Wissen auf seine Entstehungszusammenhänge andeutet. Einer der Autoren der Reihe, die in den Jahren von 1924 und 1928 etwa hundert Bände in Auflagen von 5 000 bis 20 000 Exemplaren auflegte, war Hans Reichenbach. Sein Band 85 "Von Kopernikus bis Einstein. Der Wandel unseres Weltbildes" erschien 1927 in einer Auflage von 8 000 Exemplaren.[11]

Reichenbach, der heute als Vertreter der wichtigen philosophischen Strömung des 20. Jahrhunderts, des logischen Empirismus, gilt, war in Bezug auf die Wissenschaftsvermittlung insbesondere als Kritiker irreführender populärer Darstellungen der Relativitätstheorie hervorgetreten und hatte mit Unterstützung Einsteins 1926 eine außerordentliche Professur für Philosophie der Physik an der Berliner Universität erhalten. So war auch sein "Von Kopernikus bis Einstein" im Wesentlichen eine Einführung in die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie.

Für die – neu zu füllende – Medialisierung im ersten Jahrhundertdrittel ist Reichenbachs Ullstein-Buch interessant, da es aus Vorträgen besteht, die dieser im Januar und Februar 1927 im Berliner Rundfunk gehalten hatte. Relativitätstheorie, aber auch der innere Aufbau des Atoms oder Radioaktivität später im gleichen Jahr wurden von Reichenbach Samstagabends um kurz vor acht bis halb neun bzw. Mittwochabends etwa um die gleiche Zeit über die Ätherwellen vermittelt und konkurrierten mit kulturellen Angeboten oder geselligen Runden zu einer Tageszeit, die wir heute als *prime-time* bezeichnen würden.[12]

Bei der Betrachtung des Radios als wissenschaftsvermittelndem Medium – einem Desiderat der sonst so umfangreichen historischen Rundfunkforschung – ist zu beachten, dass die Erscheinung des Mediums Rundfunk nicht nur einen neuen Vermittler für Wissenschaft und Technik etablierte, sondern dass vielmehr komplexe Verschränkungen von Medienwandel und Wandel der Wissenschaftsvermittlung eine Rolle spielen. Reichenbach etwa publizierte früh über das neue Medium, in seinem Buch *Was ist Radio?* aus dem Jahr 1924, das 1929 in zweiter Auflage erschien, oder auch in Radiozeitschriften,

11 Chronik Ullstein Buchverlag, Ullstein Archiv, Berlin.

12 Nach der Anfang der 1930er Jahre eingeführten Klassifikation nach Zeiten verschiedener Hörerzahl wurde die Zeit von 18 bis 22 als "A-Zeit" bezeichnet und von schwächeren "B-" und "C-Zeiten" unterschieden, Joachim-Felix Leonhard et. al., (Hg.) Medienwissenschaft. Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen, Berlin, New York 2001, Bd. 2, S. 1430.

wo er sich über "Radiotechnik und Kultur" äußerte.[13] Da Radio ein dezidiert technisches Medium war und es zumindest in seiner Anfangszeit nach einiger technischer Fertigkeit oder zumindest Interesse dafür verlangte, hatte dies Auswirkungen auf die Qualität und Quantität, in der Wissenschaft im Radio anzutreffen war.

Reichenbachs Beispiel weist auch auf eine enge Verflechtung von Wissenschaft, Wissenschaftsvermittlung und Medialisierung hin. Wissenschaftliche Werke wie seine 1928 publizierte *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* wechseln sich mit populärwissenschaftlichen Darstellungen ab, nach dem Ullstein-Buch von 1927 erschien ein weiteres 1930 über *Atom und Kosmos*, wiederum aus Radiovorträgen hervorgegangen aber diesmal der Viertelmillion Mitgliedern der Deutschen Buch-Gemeinschaft angeboten (dem Vorläufer des heutigen Bertelsmann Buchclubs).

Mit der Entstehung der Massenmedien spielte sich Wissenschaft mehr und mehr auf Ebenen verschiedener Größenordnungen ab, die sich in Auflagenhöhe bzw. Hörerzahl und Verkaufspreis zeigten. Neben dem neuen Medium des Rundfunks, das zu Reichenbachs Sendungen bereits Millionen von Hörern in Deutschland hatte, war natürlich die Zeitung das klassische Massenmedium. Hier war ein weiterer Berliner Professorenkollege von Schrödinger und Reichenbach besonders aktiv. Wilhelm Westphal, der 1928 von der Universität an die Technische Hochschule gewechselt war, hatte zur gleichen Zeit begonnen, regelmäßig für die Frankfurter Zeitung über moderne Physik zu schreiben, was er bis zum Verbot der Zeitung 1943 fortsetzte. Westphal, der nach dem Ersten Weltkrieg Referent im Kultusministerium gewesen war und an der Technischen Hochschule keinen Lehrstuhl, sondern den Aufbau des physikalischen Praktikums übernommen hatte, berichtete 1928 gleich zweimal über Schrödingers Wellenmechanik und durch ihn wurden die Leser der Frankfurter Zeitung über Atomphysik, Supraleitung oder auch die Kernspaltung informiert.[14]

Die drei bisher genannten Berliner Professoren belegen, wie stark, wie vielfältig und auf ein wie breites Publikum zielend die Wissenschaftler selbst den Vermittlungsdiskurs ihrer Fachgebiete dominierten. Mit einem Wandel von einer "wissenschaftsbegeisterten und wissenshungrigen Öffentlichkeit des 19. Jahrhunderts" zu einer "massendemokratische[n] Öffentlichkeit des 20. Jahrhunderts, der von Seiten der Wissenschaft sowohl das Interesse als auch die Fähigkeit abgesprochen wird, wissenschaftliche Erkenntnisse verstehen zu können" kann jedenfalls kaum die Rede sein. Auch scheint die These, dass ein solcher Prozess mehr oder weniger schlagartig in der Weimarer Zeit stattgefunden hätte, problematisch. Die Beispiele legen vielmehr nahe, dass sich die Wissenschaft einem "Sog der Operationslogik der Medien" trotz der technischen Revolution der Medienformen und Medienreichweite weitgehend entziehen konnte, ja dass – siehe Ullstein – eine Wissenschaftsvermittlung, die mit einem neuen praxis- und prozessorientierten Interesse an die

13 Hans Reichenbach, Was ist Radio?, Dessau 1924; ders., Radiotechnik und Kultur, Radio-Umschau, Frankfurt, 14 (18 Mai), 1924.

14 Wilhelm Westphal in der Frankfurter Zeitung, z.B.: Die neue Wellenmechanik,, 26. Juni 1928, Wellenmechanik und fermische Statistik, 24. Juli 1928; Supraleitfähigkeit, 4. Nov. 1931; Eine neue Art des Atomzerfalls, 4. März 1939.

moderne Naturwissenschaft heranging, offensichtlich für Verleger und Publikum ein Gewinn sein konnte.[15]

Ein wesentlicher Grund für die widersprüchlichen Befunde liegt bisher sicherlich in den fehlenden empirischen und theoretischen Untersuchungen zur Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert. In den vorliegenden Studien zur Inhaltsanalyse und Programmgeschichte von Print bzw. Rundfunk ist die Wissenschaftsvermittlung häufig in Rubriken wie Vortragswesen, Schulfunk oder Kulturprogramm untergegangen oder führte durch die Orientierung an den wenigen bekannten und besonders sinnfälligen Beispielen – insbesondere auf die Ausnahmekarriere Albert Einsteins – zu einer gewissen Verengung des Blickwinkels.[16] Hatte sich Schrödinger in seinen Beiträgen für *Koralle* minutiös auf seinen Leser oder seine Leserin eingestellt, war es bei dem einzigen Text, der aus Albert Einsteins Feder dieser Zeitschrift erschien, ganz das Gegenteil. Der Artikel "Das Raum-, Feld- und Ätherproblem in der Physik", der in der Februarausgabe des Jahres 1930 erschien, war als "Bericht über einen im Auftrag der K[aiser]-W[ilhelm] Gesellschaft gehaltenen Vortrag" entstanden, der für das Zeitschriftenpublikum unverändert blieb.[17] Im Sommer fand das Manuskript Wiederverwendung als Ansprache bei der zweiten Weltkraftkonferenz in Berlin, wurde im Rundfunk erwähnt und in der Neuen Züricher Zeitung referiert.[18]

Als sich Albert Einstein wenig später im August 1930 bei der Eröffnung der 7. Großen Deutschen Funkausstellung und Phonoschau im Rundfunk prominent zu Wort meldete, verzichtete er darauf, Wissenschaft zu vermitteln – sowohl seine Physik wie die Grundlagen, die den Rundfunk ermöglichten. Er rief stattdessen die "Verehrte[n] An- und Abwesenden" dazu auf, der Leistungen Oersteds, Reis', Maxwells oder Hertz' und auch vieler namenloser Techniker zu gedenken, die schließlich durch Massenfabrikation das Radio jedermann zugänglich gemacht hätten. "Sollten sich auch alle schämen", fuhr er fort, "die gedankenlos sich der Wunder der Wissenschaft und Technik bedienen und nicht mehr davon geistig erfasst haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frisst."[19] Anders als seine drei Berliner Kollegen spielte Einstein mit der Aura des genialen Forschers auf der einen Seite und einem Kokettieren mit der Unverständlichkeit der fortgeschrittenen Wissenschaft außerhalb eines esoterischen Zirkels auf der anderen

15 Peter Weingart, Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit, Weilerswist 2005, S. 18 f. "Diese positive Orientierung auf ein bestimmtes Publikum wird in den 1920er und 1930er Jahren von einer neuen, ganz anderen Vorstellung des Publikums abgelöst. Jetzt wird die Öffentlichkeit der Wissenschaft auf einmal als unwissend und wissenschaftlich ungebildet vorgestellt. An die Stelle der aufgeklärten Öffentlichkeit der Amateure des 18. und der wissenschaftsbegeisterten und wissenshungrigen Öffentlichkeit des 19. Jahrhunderts tritt die massendemokratische Öffentlichkeit des 20. Jahrhunderts, der von Seiten der Wissenschaft sowohl das Interesse als auch die Fähigkeit abgesprochen wird, wissenschaftliche Erkenntnisse verstehen zu können."

16 Vgl. etwa die Rubriken der Programmanalyse in Joachim-Felix Leonard (Hg.), Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik, München 1997, S. 352.

17 Koralle 5 (1929/30) Heft 11, 486-487. Manuskript in Einstein Archives, Hebrew University, 1-83, http://www.alberteinstein.info/db/ViewDetails.do?DocumentID=34087.

18 In: Franz zur Neden/Carl Theodor Kromer (Hg.), Gesamtbericht. Zweite Weltkraftkonferenz, Berlin 1930, S. 1-5; NZZ vom 19. 6. 1930; Deutsche Stunde in Bayern, Hörbericht Technik, 11. 7. 1930, 19:15.

19 Albert Einstein, Verehrte An- und Abwesende. Originaltonaufnahmen 1921-1951, Köln 2003.

und bezieht damit eine Position, die Schrödingers, Reichenbachs oder auch Westphals Bemühungen zu einem Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit konterkarierten, der auch über schwierige und unanschauliche Ergebnisse der modernen Wissenschaft möglich sein sollte.

Ich möchte daher in Erweiterung der zweiten These gegen die frühe Übernahme der Wissenschaftsvermittlung durch die Operationslogik der Medien betonen, dass neben der Sensationsberichterstattung einiger Medien und der Verklärung des Wissenschaftlers zum Genie bzw. der Bedienung dieser Klischees in den Medien es im 20. Jahrhundert einen wesentlich breiteren Diskurs der Wissenschaftsvermittlung gab, bei dem in verschienen Formen von Wissenschaft und Ebenen von Wissenschaftlichkeit mit wiederum verschieden interessierten Öffentlichkeiten verhandelt wurde.

In diesem Sinne ist Albert Einstein die vielleicht bisweilen irreführende Ausnahme von der im Wesentlichen gültigen Regel, nach der Wissenschaftler ihre Wissenschaft selbst vermittelten oder die Vermittlungsprozesse zumindest kontrollierten und sie andererseits die Öffentlichkeit in einem epistemologischen Verschränkungsverhältnis, das Ludwik Fleck bereits 1935 identifiziert hatte, als Ressource für ihre wissenschaftliche Praxis nutzten. Einstein stand schließlich für Sensation, Genie und Unverständlichkeit, auch wenn dies erst in einem Prozess entstanden ist,[20] aber gemessen an der Quantität der in der Gesellschaft rezipierten Wissenschaft war selbst Einstein schnell erstaunlich randständig. Um ein Beispiel zu geben, in den rund 500 Rundfunksendungen mit populärwissenschaftlichen Themen, die die Berliner Funkstunde AG allein in den Jahren von 1924 bis 1927 ausstrahlte, waren die vier Sendungen Reichenbachs von 1927 die einzigen, von denen nachgewiesen werden kann, dass sie sich explizit mit Einstein beschäftigten oder seine Relativitätstheorie thematisierten.[21]

20 Insbesondere wurde Einstein nicht durch das deutsche Mediensystem zur Sensation oder zum Genie, hier wurde etwa die Sonnenfinsternisexpedition im Jahre 1919 aufmerksam aber ohne Sensationalisierung begleitet und seine Relativitätstheorie ohne Unverständlichkeitsrhetorik eingehend zu erklären versucht, vgl. Lewis Elton: Einstein, General Relativity, and the German Press, 1919-1920, Isis 77 (1986), S. 95-103.

21 Auswertung der Programmzeitschrift Der deutsche Rundfunk. Rundschau und Programm für alle Funk-Teilnehmer, Berlin.

2. Wissenschaftsvermittlung, Wissensgeschichte und historische Epistemologie

Die hier vorgelegten Studien analysieren die Mechanismen und Strukturen der Vermittlungsdiskurse von wissenschaftlichem Wissen im 20. Jahrhundert. Im Ergebnis geht es um die Entdeckung einer wissensgeschichtlichen Epoche, die mit dem Begriff Wissenschaftsvermittlung bezeichnet wird, und die sowohl von der Epoche der Wissenschaftspopularisierung, wie auch von jüngeren Konzepten der Wissensgesellschaft (einer Zweiten Moderne oder postnormalen Wissensordnungen) abgegrenzt werden kann. Die Epoche der Wissenschaftsvermittlung wird sich nicht auf die Zeit der Weimarer Moderne beschränken, sie setzt vielmehr mit grundlegenden, kulturellen und mediengeschichtlichen Entwicklungen der Jahrhundertwende ein, sie endet auch nicht mit dem Ende der Demokratie oder dem Zweiten Weltkrieg, sondern erst mit den fundamentalen gesellschaftlichen Entwicklungen, die Ende der 1950er Jahre beginnen und mit Wandlungen in Politik, Medien und der öffentlichen Rolle des Wissenschaftlers zusammenhängen, die zu neuen Kopplungen zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft führten.[22]

In dieser Arbeit wird der Begriff Wissenschaftsvermittlung nicht nur aus dem Grund als zentrale Kategorie eingeführt, um einen Modus der Wechselwirkung von Wissenschaft und Öffentlichkeit – aber auch mit Medien, Wirtschaft und Politik – zu erfassen, der für weite Teile des 20. Jahrhunderts kennzeichnend war, sondern auch um einseitige Bilder von Bringe- oder Holmechanismen zu überwinden. Weder konnte sich die Wissenschaft im 20. Jahrhundert noch als autonome Instanz definieren, die ihre gefundenen Wahrheiten lediglich einem außenstehenden Publikum in geeigneter Zurichtung zu unterbreiten, sie zu "popularisieren" hatte, noch ist sie schlagartig zum bloßen Argumentereservoir geworden, aus dem sich Akteure öffentlicher Diskurse bedienen konnten, etwa in Form von Experten, Gutachten oder wissenschaftlich demonstrierter Evidenz, sei es mit einer besonderen Autorität im Zuge einer Verwissenschaftlichung der Gesellschaft oder sei es als lediglich eine unter vielen Rationalitäten in einem ideologisierten Diskurs mitunter sogar mit irrationalen Zügen.[23]

Der Begriff Wissenschaftsvermittlung bietet an, den Prozess der Vermittlung als Aushandlungprozess von Diskurspartnern zu verstehen, die sich vielleicht nicht immer auf Augenhöhe aber doch auf einem gewissen gemeinsamen Niveau treffen, das die Möglichkeit zu Rückfragen, Kritik und Kompromiss bietet, so dass in der Tat Wechselwirkungen entstehen können. Zwar ist es nicht die von Schrödinger angesprochene Leserin, die dem

22 Christina von Hodenberg, Konsens und Krise. Eine Geschichte der westdeutschen Medienöffentlichkeit 1945-1973, Göttingen 2006; Peter Weingart, Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft, Weilerswist 2001.

23 Zur Verwissenschaftlichung vgl. Margit Szöllösi-Janze: Wissensgesellschaft in Deutschland: Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse, Geschichte und Gesellschaft 30 (2004), S. 277-313. Zu irrationalen Entscheidungen zur Gleichbehandlung von Evolution und Kreationismus in der Wissenschaftsvermittlung vgl. Barbara Forrest/Paul R. Gross: Creationism‘s Trojan Horse. The Wedge of Intelligent Design, Oxford 2004.

Autor direkt antworten würde – auch wenn Briefe von Laien an berühmte Wissenschaftler in nicht unbeträchtlicher Zahl verfasst wurden – aber Verleger, Redakteure und Journalisten (oder in ganz anderer Form auch Kontrollräte des Weimarer Rundfunks oder Vertreter des Staatsapparats in der DDR) übernehmen die Rolle des Publikums, sei es auch nur um den Erfolg der von ihnen vertriebenen Schriften oder Sendungen zu gewährleisten. Die Vermittlung der Wissenschaft geschieht dabei durch ein Mittleres, ein Mittel bzw. ein Medium. Dieses mehrdimensionale Wortfeld gibt dem Begriff Wissenschaftsvermittlung die nötige Offenheit, Diskurse über wissenschaftliche Inhalte, Praktiken und Geltungsansprüche zu fassen, die zwischen Gruppen, Institutionen, Repräsentationen und Symbolsystemen der Öffentlichkeit und der Wissenschaft in Deutschland im Zeitraum zwischen dem späten Kaiserreich und den Anfangsjahren der beiden deutschen Nachkriegsstaaten stattgefunden haben.

Der Vermittlungsprozess lässt sich sowohl auf der Ebene von Akteuren beschreiben, die sich real wie etwa Schrödinger und der Chefredakteur der *Koralle* oder fiktiv wie der Wissenschaftler und seine Leserin begegnen, als auch auf der Ebene von Wissensbeständen und Wissensformen. Daher ist die Geschichte der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert auch eine Wissensgeschichte dieser Epoche, in der verschiedenen Formen und Bestände wissenschaftlichen Wissens und populären oder öffentlichen Wissens miteinander in Beziehung treten. Zwei Kategorien, die diese Beziehung beschreiben, sind etwa Relevanz und Resonanz.[24] Der öffentliche Diskurs bezieht auch wissenschaftliches Wissen ein, wenn es relevant erscheint, etwa wenn es als Argument für gesellschaftliche Fragen dienen kann. Andererseits drängen sich solche Wissensbestände der Öffentlichkeit auf, die eine Resonanz mit öffentlich verbreiteten Vorstellungen aufweisen. Etwa trafen Röntgenstrahlen, Vitamine oder Heisenbergs Weltformel den Nerv der jeweiligen Zeit, die sich für okkulte oder parapsychologische Fernwirkungen interessierte, vergeblich auf eine Art Lebenselixier hoffte oder sich nach einer wiederhergestellten einheitlichen Ordnung auch im Mikrokosmos sehnte.[25]

Dass populäre Wissenschaft ein für beide Seiten produktives Wechselverhältnis herstellen kann, hat bereits Ludwik Fleck beschrieben, dessen These war, dass etwa Gewissheit, Einfachheit und Anschaulichkeit erst im populären Wissen entstünden und sich der Fachmann den Glauben an sie als Ideal des Wissens von "dort" hole, also aus dem öffentlichen Diskurs. In diesem Umstand sei die allgemeine erkenntnistheoretische Bedeutung populärer Wissenschaft zu finden.[26] Dieses Verständnis einer epistemologischen

24 Arne Schirrmacher/Ulrike Thoms, Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle. Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs, in: Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher, Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/New York 2007, S. 97-110 (= Publikation 3).

25 Christoph Asendorf, Ströme und Strahlen. Das langsame Verschwinden der Materie um 1900, Gießen 1989; Ulrike Thoms, "Vitaminfragen - kein Vitaminrummel?" Die deutsche Vitaminforschung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zur Öffentlichkeit, in: Nikolow, Sybilla; Cathryn Carson, Heisenberg in the Atomic Age. Science and the Public Sphere Cambridge 2010.

26 Ludwik Fleck, Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache (mit einer Einleitung von Lothar Schäfer), Frankfurt 1980 (Erstausgabe 1935), S. 152.

Bedeutung populären Wissens und der Prozesse der Wissenschaftsvermittlung für die Wissenschaft selbst war dem 19. Jahrhundert fremd, für den in der Zwischenkriegszeit produktiven Wissenschaftler Fleck aber ein deutlich sichtbares Phänomen. Welcher Wandel hat sich hier ereignet?

Ich werde in dieser Arbeit der Deutung Hans-Jörg Rheinbergers folgen, dass an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert als Folge einer breiten gesellschaftlichen und kulturellen Dynamik ein neuer Blick auf die Wissenschaft entstand. Dieser "Umschlag" von der klassischen Erkenntnistheorie, die Kriterien für die Wissenschaftlichkeit von Wissensbeständen suchte, zu einer historischen Epistemologie, die sich den historischen Bedingungen und Mitteln der wissenschaftlichen Praxis zuwandte, spiegelt sich insbesondere in der Wissenschaftsvermittlung. Eine "Problemumkehr" im Verhältnis von Begriff und Objekt zueinander führte auch dazu, dass die Suche nach der einen, möglichst verbindlichen wissenschaftlichen Methode abgelöst wurde durch ein neues Interesse daran, wie der Forschungsprozess und seine Bedingungen aussehen. Vereinfacht gesagt war nach diesem frühen "practial turn"[27] nicht mehr so sehr die Frage, was die Wissenschaft herausgefunden hat, als vielmehr, wie es ihr möglich ist, Wissen zu produzieren.[28] Verkürzt könnte man diesen Wandel entsprechend als eine Verschiebung des Interesses vom *Was* zum *Wie* charakterisieren.

Nimmt man die Befunde von Fleck und Rheinberger ernst, so sollte eine Geschichte der Wissenschaftsvermittlung prädestiniert dazu sein, die Wende zu einer historischen Epistemologie und zu einer neuen Wissenschaftssicht der Gesellschaft des 20. Jahrhunderts zu beleuchten. Insbesondere sollte der Diskurs von Wissenschaft und Öffentlichkeit Spuren in der Wissenschaft und ihren Produkten selbst hinterlassen. Um dies zu untersuchen, werde ich die These untersuchen, inwieweit eine Abhängigkeit der Entwicklung der Naturwissenschaft sowohl von öffentlichen Diskursen als auch eine Aufnahme von populären Wissensbeständen und Rationalitäten festgestellt werden kann. Moderne Grundlageninnovationen aus Bereichen wie Physik und Biologie, die auf populäre Wissensbestände aufsatteln können oder Resonanz mit vorwissenschaftlichen, weltanschaulichen und religiösen Überzeugungen aufweisen, lassen sich etwa in den Wissensfeldern zu Vorstellungen und Konzepten von Materie einerseits und solchen über die (stofflichen) Grundlagen der Vererbung andererseits finden. In welchen Formen und Begriffen wir uns Atome und Kristalle vorstellen und in der Wissenschaft beschreiben bzw. über Rasse und Vererbung sprechen oder Versuche dazu im Labor durchführen, in keinem Fall wird die wissenschaftliche Praxis unabhängig von öffentlichen Bildern, mehr oder weniger lang gefestigten Wünschen oder Hoffnungen auf Wahrheiten oder praktisch motivierter Nachfrage nach möglichst passgenauen Wissensbeständen stattfinden können. Atomphysik und Molekularbiologie haben in diesem Sinne nicht nur eine wissenschaftliche Grundlage, sie haben auch – in einer zu klärenden Weise – öffentliche Wurzeln.

Während Atome und Gravitation oder Evolutionstheorie und Genetik zunächst alltagsferne Themen der Wissenschaft waren, die in der Öffentlichkeit hauptsächlich einen weltanschaulichen Diskurs bedienten, stellt sich bei anwendungsnahen und technischen

27 Die Wissenschaftsgeschichte betrachtete die Wissenschaftspraxis indes erst wesentlich später, vgl. Andrew Pickering (Hg.), Science as practice and culture.

28 Hans-Jörg Rheinberger, Historische Epistemologie, Hamburg 2007, S. 10-12.

Innovationen die Frage nach der wissenschaftlichen Durchdringung des Alltags in anderer Form. Was änderte sich am öffentlichen Diskurs über Wissenschaft, wenn die Öffentlichkeit selbst betroffen war, insbesondere wenn sich dadurch die Alltagswelt veränderte? Kunststoffe etwa ersetzten im 20. Jahrhundert immer mehr Naturstoffe, sei es aus Kostengründen oder wegen neuartiger Eigenschaften. Anschauliche Maßstäbe für die Stabilität und Sicherheit gingen in den kühnen Baukonstruktionen der Moderne verloren. Hier stellt sich etwa die Frage, inwieweit die Akzeptanz der materiellen und konstruktiven Moderne durch eine Wissenschaftsvermittlung der technischen und anwendungsnahen wissenschaftlichen Grundlagen befördert wurde.

Während für das 19. Jahrhundert Wissenschaftspopularisierung nicht nur in Deutschland weitverbreiteter Begriff und sogar Programm war, fehlt eine entsprechende Technikpopularisierung weitgehend.[29] Bezeichnenderweise fand sich lange bis ins 20. Jahrhundert hinein das Thema Naturwissenschaft in den Feuilletons der Tageszeitungen, Technik und angewandte Wissenschaft wie die Chemie jedoch im Wirtschaftsteil, ein offensichtlicher Hinweis auf deutliche Unterschiede in der Form der öffentlichen Diskurse über sogenannte reine Naturwissenschaft auf der einen Seite und Technik oder angewandter Wissenschaft auf der anderen Seite.

Es liegt daher die These nahe, dass sich bei den grundlegenden Innovationen der angewandten Wissenschaft und der Technik anders als im Falle der Naturwissenschaften im engeren Sinne Prozesse des Verbergens, der nachträglichen Aufklärung und der eher langsamen Heranführung finden lassen, die eine Asynchronität von Erscheinen und Verstehen zeigen, obwohl sie in der modernen Alltagswelt des 20. Jahrhunderts eine immer größer werdende Rolle spielten. In Bezug auf das Wissen und Nichtwissen der Öffentlichkeit stellt sich die historisch epistemologische Frage insofern neu, als sie auf die Bedingungen reflektiert, unter denen wissenschaftliche Erkenntnisse bzw. mit denen technische Verfahren zu Objekten des populären oder öffentlichen Wissens wurden. Neben strukturellen Differenzen in den Diskursen über reine und angewandte Wissenschaft scheinen daher auch epistemologische Unterschiede in den populären Wissensformen eine Rolle zu spielen. Schließlich bringt auch der Durchbruch der technischen Massenmedien im 20. Jahrhundert ein weiteres epistemologisches Gewicht ins Spiel, das für eine neue Balance zwischen den verschiedenen Wissensformen in der Gesellschaft führte.

Die Geschichte der Wissenschaftspopularisierung oder der Populärwissenschaft wurde bisher weitgehend auf der Quellengrundlage von Büchern und Zeitschriften behandelt, obwohl populärwissenschaftliche Zeitungsartikel bereits im 19. Jahrhundert teilweise vergleichbare Autoren, Qualitäten und Wirkungen entfalteten wie Beiträge für explizit populärwissenschaftliche Organe, wobei die Zeitungsauflage meist ein Vielfaches war. Eine Beschäftigung mit der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert kann indes die Massenmedien Zeitung, Rundfunk und Film weder ausblenden noch sie lediglich neben die Buch- und Zeitschriftenproduktion stellen, sie muss sie miteinander in (zum Teil multimediale) Beziehung setzen.

29 Allein Lars Bluma/Karl Pichol/Wolfhard Weber (Hg.), Technikvermittlung und Technikpopularisierung, verwenden den Begriff explizit, daneben vgl. auch Jens Krüger/Stephan Rußmohl, Popularisierung der Technik durch Massenmedien, in: Laetitia Boehm/Charlotte Schönbeck, Technik und Bildung, Düsseldorf 1989, S. 387-415.

Klar ist, dass diese neuen Medien auch neue Qualitäten mitbrachten, die eine Rolle für die Wissenschaftsvermittlung spielten. In einem gewissen Sinne sind alle Massenmedien in besonderem Maße wissenschafts- und technikaffine Medien. Dies zeigt sich deutlich etwa in den Diskussionen über das Zeitungs- und Rundfunkwesen in den entsprechenden Branchenblättern, in denen wiederholt die Frage aufgeworfen wurde, welche Aufgabe bzw. welche Arbeitsteilung zwischen Zeitschriften, Rundfunk und Tagespresse in Bezug auf Wissenschafts- und Technikberichterstattung anzustreben wäre.[30] Darüber hinaus zeigt sich, dass der Pressebetrieb durch den Zeigertelegraphen oder Fernschreiber, den Drahtfunk, der etwa für Wirtschaftsnachrichten und Börsenkurse genutzt wurde, oder auch die Bildtelegraphie eine Technisierung erfuhr, die sich in den Medien selbst und in den Branchenblättern spiegelt. Noch deutlicher ist der Rundfunk ein technikaffines Medium für Sender und Empfänger gleichermaßen. Redner am Mikrophon – und damit auch Wissenschaftler – hatten sich auf die neue Oralität einzustellen, Hörer wiederum brauchten zumindest in den Anfangsjahren des Mediums eine gewisse technische Fertigkeit, wenn nicht ein grundlegendes Verständnis der Radiotechnik, um einen störungsfreien Empfang zu verwirklichen oder durch Selbstbau sich einen Empfänger überhaupt leisten zu können.

Es ist daher naheliegend, die These aufzustellen, dass in diesem Kontext der Wissenschafts- und Technikaffinität von Sender wie Empfänger auch das Programm des Rundfunks sich der Wissenschafts- und Technikvermittlung in besonderem Maße annahm. So ist etwa auch für den frühen Film trotz seines Unterhaltungsprimats argumentiert worden, dass die Verwandtschaft von wissenschaftlichen und cinematographischen Praktiken eine besondere Rolle gespielt hat. Nahaufnahme, Zeitlupe oder Zeitraffer sind Aufzeichnungstechniken die in der Wissenschaft eine Bedeutung, wenn nicht ihren Ursprung haben.[31] Nur wurde der Film zum Massenmedium "von unten" während das Radio seine Hörer "von oben" her rekrutierte, das heißt während dem Kino zunächst ein Publikum zulief, das an den Printmedien nicht oder nur am Rande partizipierte – insbesondere "kleine Leute" und Familien mit Kindern – war der frühe Rundfunkteilnehmer entweder in der Lage teure Geräte und regelmäßige Gebühren zu finanzieren oder technisch so versiert, den Empfänger durch Selbstbau herzustellen und in nicht geringer Zahl auch als Schwarzhörer seine Antennen geschickt zu verstecken.[32] Entsprechend hatte eine Etablierung der Wissenschaftsvermittlung im Film einen weit schwereren Stand als im Radio, wo diese fast zum Gründungsimpuls gehörte. Trotz allem sollten beide Medien schließlich alle sozialen Milieus erreichen.[33]

30 Vgl. Der Zeitungs-Verlag. Fachblatt für das gesamte Zeitungswesen (1900-1940) und Deutsche Presse. Zeitschrift für die gesamten Interessen des Zeitungswesens (1913-1945) bzw. Der deutsche Rundfunk. Rundschau und Programm für alle Funk-Teilnehmer (1923-1941).

31 Ramón Reichert, Im Kino der Humanwissenschaften. Studien zur Medialisierung wissenschaftlichen Wissens, Bielefeld 2007.

32 Corinna Müller, Frühe deutsche Kinematographie. Formale, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklungen, 1907-1912, Stuttgart 1994, S. 191-226, gibt eine differenzierte Darstellung der Entwicklung von der bürgerlichen Abgrenzung bis zur Akzeptanz des Films; Carsten Lenk, Die Erscheinung des Rundfunks. Einführung und Nutzung eines neuen Medium, 1923-1932, S. 88ff Opladen 1997.

33 Jürgen Wilke, Grundzüge der Medien- und Kommunikationsgeschichte. Von den Anfängen bis ins 20. Jahrhundert, Köln u.a. 2000, S. 323 und 339.

3. Forschungsperspektiven

Die im thematischen Aufriss bis hier in fünf Thesen formulierten Forschungsinteressen – nach der Diskursverschiebung im 20. Jahrhundert, der Wirkung von Medialisierung, der Aufnahme populärer Wissensbestände in die Fachwissenschaft, der eigenen Epistemologie angewandter Wissenschaft und der Wissenschafts- und Technikaffinität der neuen Medien – sind vor dem Hintergrund der bereits vorliegenden Forschungsli teratur zu entwickeln. Zum Teil können sie hier direkt anschließen, vielfach jedoch gilt es, zwischen konkurrierenden historischen und soziologischen Ansätzen geeignete eigene Wege zu finden.

Popular Science, Wissenschaftspopularisierung, Vulgarisation

Generell betrachtet ist die Diskussion über Probleme der Populärwissenschaft fast genauso alt, wie die Etablierungsgeschichte der professionalisierten Wissenschaft selbst. Früh findet sich etwa in England die Klage über ein geradezu epidemisch verbreitetes naturkundliches Pseudowissen.[34] Der Kampf gegen Aberglauben mittels Verbreitung ("diffusion") wissenschaftlichen Wissens findet sich prominent in der angelsächsischen Literatur über die Jahrhunderte, wobei sich allerdings vom frühen 19. Jahrhundert bis ins spätere 20. Jahrhundert die Zuversicht, diesen besiegen zu können, nicht unbedingt vergrößert hat.[35] Die historische Forschung über Großbritannien hat sich besonders intensiv der Viktorianischen Epoche angenommen,[36] was zu gewissen Mythenbildungen über einen Niedergang der populärwissenschaftlichen Literatur um 1900 und einer angeblichen weitgehenden Nichtbeteiligung der Wissenschaftler am Vermittlungsdiskurs im 20. Jahrhundert führte.[37] Fruchtbar für die derzeitige Diskussion hat sich die Kritik am Begriff

34 Vgl. den "Bestseller" aus dem 17. Jahrhundert Thomas Browne, Pseudodoxia epidemica, or Enquieries in very many received tenets and commonly presumed truth, (1646, kommentierte Ausgabe Oxford 1986, 2 Bde.), der in 30 Jahren sechs Auflagen erlebte. Zur historischen Entwicklung vgl. Jack Meadows, The growth of science popularization. A historical sketch, Impact of Science on Society 36:4 (1986), S. 341-46.

35 Sah beispielsweise Thomas Dick, On the improvement of society by the diffusion of knowledge, Philadelphia (1833) große Chancen den Aberglauben zu überwinden und beschrieb vielfältige positive Auswirkungen wissenschaftlichen Verständnisses für Individuum und Gesellschaft, so schließt John C. Burnham, How Superstition Won and Science Lost: Popularizing Science and Health in the United States, Rutgers (1987) mit einem eher deprimierenden Befund.

36 Bernard Lightman (Hg.), Victorian Science in Context, Chicago (1997); Jonathan Topham, Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain: A Historiographical Survey and Guide to Sources, Studies in the History and Philosophy of Science 31A (2000), S. 559-612; Jim Secord, Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation, Chicago (2000); Jonathan Topham, Scientific Readers: A View from the Industrial Age, Isis 95 (2004), S. 431-442; Bernard Lightman, Victorian popularizers of science. Designing nature for new audiences, Chicago (2007).

37 Peter Bowler, Presidential address. Experts and publishers. Writing popular science in early twentieth-century Britain, writing popular history of science now, British Journal in the Historiy of Science 39 (2006), S. 169–187; Peter Bowler, Science for All: Scientists and Popular

"popular science" entwickelt. Der Vorschlag, ihn gegen ein Konzept von "knowledge in transit" auszutauschen wurde zugunsten einer konsequenteren Historisierung verworfen.[38]

Im französischen Sprachraum entstand ein theoretisches und historisches Interesse am Problem der "vulgarisation scientifique" seit den 1960er Jahren.[39] Seit etwa 1980 entwickelte sich eine umfangreiche Literatur über Wissenschaftspopularisierung aus Studien über spezifische Zeitschriften und Zeitungen,[40] in theoretischer Hinsicht[41] und zu zentralen Popularisierern.[42] Obwohl in der französischen Forschung Studien zum 20. Jahrhundert früher und zahlreicher als zu den meisten anderen Ländern erschienen[43] und erste Überblicksmonographien entstanden sind,[44] etablierte sich auch hier, wie für Großbritannien, die Vorstellungen eines Niedergangs der populärwissenschaftlichen Kultur nach einem "âge dorée".[45] In jüngerer Zeit konzentrierte sich das Interesse auf die politische Wirkung öffentlicher Wissenschaftsbilder.[46] Entsprechend der jeweiligen politischen Entwicklungen finden sich auch anderen Ländern ähnliche Forschungsaktivitäten, wenngleich in

Science Writing in Early Twentieth-Century Britain, Chicago (2009).

38 James Secord, Knowledge in Transit, Isis 95 (2004), S. 654-672; Jonathan Topham, Introduction [zu einem "Focus" Teil über "Historicizing 'popular science'"], Isis 100(2009), S. 310-318.

39 Georges Canguilhem, Nécessité de la 'diffusion scientifique', Revue de l'enseignement supérieur 3 (1961), S. 5-15; Baudouin Jurdant, Vulgarisation scientifique et idéologie, Communications 14 (1969), S. 150-161; Baudouin Jurdant, Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique, Strasbourg (1973).

40 Pierre-Noel Denieuil, Vulgarisation et socieété - Analyse de la revue La Science et la Vie de 1913 à 1938, Culture technique 7 (1982), S. 124-146; Dominique Pestre, Les revues de vulgarisation scientifique en France 1918-1940. Un panorama, Cahier d'histoire et de philosophie des sciences 24 (1988), S. 71-81; Louis Guéry, L'information scientifique, technique et médicale dans la presse-quotidienne régionale et départementale, Paris, Paris (1985).

41 Daniel Jacobi, Textes et images de la vulgarisation scientifique, Bern (1987); Daniel Jacobi/Bernhard Schiele, Vulgariser la science (1988); Pierre Fayard, La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation, Lyon (1988).

42 Etwa zu Flammarion Bernadette Bensaude-Vincent, Camille Flammarion: Prestige de la science populaire, Romantisme 65 (1989), S. 93-104; Patrick Fuentes/de la Cotardière, Philippe, Camille Flammarion 1842-1925, Paris (1994). Eine umfangreiche Bibliographie zur Wissenschaftspopularisierung erschien 1994 Mireille Lamouroux, La vulgarisation scientifique: Bibliographie, Créteil.

43 Bernadette Bensaude-Vincent/Christine Blondel, Deux strategies divergentes de vulgarisation: Georges Claude et Paul Langevin, Cahier d'histoire et de philosophie des scineces (1988), S. 33-52; Dominique Pestre, Les revues de vulgarisation scientifique en France 1918-1940. Un panorama, Cahier d'histoire et de philosophie des scineces 24 (1988), S. 71-81; Bernadette Bensaude-Vincent/Anne Rasmussen (Hg.), La science populaire dans la presse et l'édition. XIXe et XXe siècles, Paris (1997).

44 Daniel Raichvarg/Jean Jacques, Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences, Paris (1991); Daniel Raichvarg, Sciences pour tous?, Paris (2005).

45 Bruno Béguet, La Vulgarisation Scientifique au XIXe siècle, in: ders. (Hg.): La science pour tous, Paris (1994), S. 19. Vgl auch den Vortrag Fox, Robert, Practices and publics in the golden age of scientific popularization in France, 1850-1914, talk at BSHS/CSHS/HSS meeting, Oxford, July 4-6, (2008).

46 Bensaude-Vincent, La science contre l'opinion. Histoire d'un divorce, Paris (2003); Igor Babou, Histoire d'une confrontation. Le discours télévisuel à propos de science, Actes du XIIe Congrès national des Sciences de l'Information et de la Communication, Paris (2001).

geringerem Umfang.[47] Neue Gesichtspunkte sind insbesondere durch die Initiative "Science and Techniology in the European Periphery" (STEP) gewonnen worden, wobei für die europäischen Länder, die nicht zu den führenden Wissenschaftsnationen gehörten, die Verbindungen zwischen dem Aufbau von Wissenschaftsinstitutionen und dem Herstellen einer wissenschaftlichen (Lese)-Kultur viel enger waren und durch die spätere Entwicklung viel stärker auch das 20. Jahrhundert betrafen.[48]

Das historische Interesse an dem Phänomen Populärwissenschaft blickt im deutschsprachigen Raum auf eine vergleichsweise kurze Entwicklung zurück, deren Vorlauf innerhalb der Forschung über die Geschichte der Erwachsenenbildung in den 1970er und 1980 Jahren gefunden werden kann, welchem wiederum ein Diskurs über das Problem der Unverständlichkeit voranging.[49]

Hans-Georg Gadamer konstatierte etwa 1970 vor Bibliothekaren and öffentlichen Büchereien die Diskrepanz, dass die Wissenschaft fast zwangsläufig "unanschaulich bis zur Unverständlichkeit" sei, dennoch die Öffentlichkeit auf ein "Recht auf Verständlichkeit" pochen dürfe, und er griff so implizit die verbreitete Sicht der mehr oder weniger unüberbrückbaren Kluft zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit auf.[50] Nach einzelnen Studien zum Verhältnis von Wissenschaft und öffentlicher Meinung, zur Popularisierung in der Literatur, zu individuellen Akteuren oder zur Rolle von Wissenschaft und Technik in den Massenmedien der Gegenwart[51] legte Andreas Daum 1998 erstmalig eine umfassende historische Arbeit zur Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert vor, in der die Praxis der populärwissenschaftlichen Vermittlung naturkundlichen Wissens als integraler Bestandteil des kulturellen Selbstverständnisses des deutschen Bürgertums im 19. Jahrhundert beschrieben wurde. Diesem wegweisenden Werk fügten sich rasch Studien hinzu,

47 Vgl. Einleitung von Teil IV.

48 Kostas Gavroglu et. al., Science and technology in the European periphery. Some historiographical reflections, History of Science 46 (2008), S. 153-175; Faidra Papanelopoulou/Agustí Nieto-Galan/Enrique Perdriguero, Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000, Aldershot (2009).

49 Rudolf Tippelt, Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung, Opladen (1999); zur DDR vgl. Horst Siebert, Erwachsenenbildung in der Erziehungsgesellschaft der DDR, Düsseldorf (1970).

50 Die "Wurzel der Schwierigkeit", der sich der "Mittler" zu stellen habe, verortete Gadamer in einer falschen Erwartung der Öffentlichkeit von dem, was Wissenschaft bedeutete. Die Kluft würde durch "Zunftbewußtsein", (didaktisches) Unvermögen, das Vermeiden der Darstellung gesellschaftlicher Folgen und einen "Jargon" verfestigt, alles Ergebnis methodischer und sprachlicher Verfremdungen bzw. Selbst-Verfremdungen des Menschen. Hans-Georg Gadamer, Über die Unverständlichkeit der Wissenschaft, Bücherei und Bildung (Fachzeitschrift des Vereins der Bibliothekare an öffentlichen Büchereien e.V.) 22 (1970), S. 21-27, S. 22. Vgl. zuvor bereits Ernst Glaser, Kann die Wissenschaft verständlich sein? Von der Schwierigkeit ihrer Popularisierung, Wien und Düsseldorf (1965).

51 Rüdiger vom Bruch, Wissenschaft, Politik und öffentliche Meinung. Gelehrtenpolitik im Wilhelminischen Deutschland (1890-1914), Husum (1980); Antoon Berentsen, Vom Urnebel zum Zukunftsstaat: Zum Problem der Popularisierung der Naturwissenschaften in der deutschen Literatur (1890-1910), Berlin (1986); Heike Szukaj, Empfundenes und Erkanntes. Kurd Laßwitz als Wissenschaftspopularisator 1848-1910, Münster (1996); Werner Gruhn, Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR, Erlangen (1979).

die Österreich bzw. Großbritannien vergleichend mit in den Blick nahmen.[52] Gemein war diesen Arbeiten, dass sie eine Epoche der Wissenschaftspopularisierung mit einem Zeitraum zu verbinden suchten, der wesentliche von politischen Zäsuren bestimmt wurde, von ca. 1850 bis 1914, und so entweder einen Niedergang der populärwissenschaftlichen Kultur ähnlich wie für England, Frankreich oder Italien feststellten oder zumindest den Ersten Weltkrieg als entscheidende Zäsur interpretierten, während sich aus Wissenschafts- und Mediengeschichte durchaus andere Periodisierungen abzeichnen und in der jüngeren Forschung Kontinuitäten gerade in diesen Bereichen betont werden.[53]

Wissenschaft und Öffentlichkeit

Eine zweite Forschungsperspektive richtet sich allgemein auf die Untersuchung des Verhältnisses von Wissenschaft und Öffentlichkeit – häufig auch in Kombination mit Politik, Medien oder auch Wirtschaft. Aus dieser Perspektive, die sich als Teil einer Wissenschaftsforschung versteht,[54] kommen vermehrt auch historische Betrachtungen der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert in den Blick, insbesondere für die Zwischen- und Nachkriegszeit mit ihren vielfältigen Modernisierungstendenzen, die die Gesellschaft transformierten und Bildungsideale wie Organisationsformen des 19. Jahrhunderts aufbrachen.[55] Daneben motivierten soziologische Erkenntnisinteressen, nach Kopplungen

52 Andreas Daum, Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848-1914, München (1998); Angela Schwarz, Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870-1914), Stuttgart (1999); Werner Michler, Darwinismus und Literatur. Naturwissenschaftliche und literarische Intelligenz in Österreich 1859-1914, Wien (1999); Ulrike Felt, Die Stadt als verdichteter Raum der Begegnung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit (2000). Reflexionen zu einem Vergleich der Wissenschaftspopularisierung in Wien und Berlin um die Jahrhundertwende, in: Goschler, Constantin: Wissenschaft und Öffentlichkeit in Berlin, 1870-1930, Stuttgart 2000, S. 185-220; Mitchell G. Ash, Literaturbericht: Wissenschaftspopularisierung und bürgerliche Kultur im 19. Jahrhundert (2002), Geschichte und Gesellschaft 28 (2002), S. 322-334.

53 Rüdiger vom Bruch/Uta Gerhardt/Aleksandra Pawliczek (Hg.), Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts, Stuttgart (2006). Zur Medientransformation bereits vor dem Ersten Weltkrieg etwa in Zeitungswesen und Film vgl. Jürgen Wilke, Grundzüge der Medien- und Kommunikationsgeschichte (2000), Kap. 8.

54 Für einen Überblick vgl. Ulrike Felt/Helga Nowotny/Klaus Taschwer, Wissenschaftsforschung. Eine Einführung, Frankfurt (1995) Kap. 9, oder Stephen Shapin, Science and the public, in: R.C. Olby, et al., Hg.: Companion to the History of Modern Science, London/New York (1990)).

55 Nach Mitchell G. Ash/Christina Stifter, Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, Wien (2002) und Carsten Kretschmann, Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel, Berlin (2002) sind insbesondere die Publikationen des Schwerpunktprogramms 1143 der DFG "Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Deutschland im internationalen Zusammenhang im späten 19. und 20. Jahrhundert" zu nennen, etwa Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher, Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/ New York (2007); Sigrid Stöckel/Wiebke Lisner/Gerlind Rüve (Hg.), Das Medium Wissenschaftszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert. Verwissenschaftlichung der Gesellschaft – Vergesellschaftung von Wissenschaft, Stuttgart (2009); Martin Nissen, Populäre Geschichtsschreibung. Historiker, Verleger und die deutsche Öffentlichkeit (1848-1900), Köln (2009).

zwischen gesellschaftlichen Subsystemen zu fragen und diese dann häufig anhand von Beispielen aus der eher jüngeren Geschichte zu betrachten,[56] wobei zwischen wissenschaftshistorischen und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen gewisse Diskrepanzen sichtbar wurden, die mit der unterschiedlichen Beurteilung der Relevanz der Systemtheorie zusammenhängen, welche auf der grundsätzlichen Eigenständigkeit gesellschaftlicher Subsysteme und der ihnen eigenen "Programmierungen" beharrt.[57] Übereinstimmung herrscht, dass Populärwissenschaft und die Popularisierung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit eine zentrale "Relation" herstellen, die durch ein "lineares Modell", nach dem unidirektional lediglich vereinfachtes Wissen übertragen würde, nicht hinreichend beschrieben wird. Dieses Modell wurde vielmehr dazu instrumentalisiert, den Diskurs über Wissenschaft interessengesteuert zu lenken.[58] Die jüngere Diskussion zum Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit ist wesentlich von zwei Konzepten dominiert, die entweder die Kopplungsmechanismen zwischen anderweitig autonomen

56 Peter Weingart, Science and the media, Research Policy 27 (1998), S. 869-879; Peter Weingart, Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft, Weilerswist (2001); Peter Weingart, Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit, Weilerswist (2005); Peter Weingart/Martin Carrier/Wolfgang Krohn (Hg.), Nachrichten aus der Wissensgesellschaft. Analysen zur Veränderung der Wissenschaft, Weilerswist (2007).

57 Grundlegend und von Peter Weingart aufgegriffen Niklas Luhmann, Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt (1990). Ursprünglich als "kybernetische Systemtheorie" konzipiert, wird von einer "binäreren Codierung" (wahr/unwahr) und der "Programmierung" der Wissenschaft ausgegangen, womit gemeint ist, dass die Methode (das "Programm") für die Bestimmung der wahren Tatsachen rein von Instanzen innerhalb des Wissenschaftssystems vorgenommen werden. Die Systemtheorie reduziert so das Wissenschaftssystem darauf, kumulativ Erkenntnisse über die Wirklichkeit im Sinne einer wahr/unwahr-Scheidung zu generieren, wobei Wahrheit als "symbolisch generalisiertes Kommunikationsmedium" gilt (S. 331). Dieses Verständnis von Wissenschaft, nach dem bereits die mentalen Zustände der Wissenschaftler zur "Umwelt" gehören und Wissenschaft lediglich an Bewusstsein gekoppelt ist (S. 281), steht in eklatantem Widerspruch zum Wissenschaftsverständnis der neueren Wissenschaftsgeschichte, die bewusst darauf verzichtet zwischen historisch wahren und falschen Aussagen oder Theorien zu diskriminieren oder a priori festzulegen, was als wissenschaftlich gelten darf; sie akzeptiert grundsätzlich alles als ihren Gegenstand, was zeitgenössisch als Wissenschaft verstanden oder als solche betrieben wurde. Keine Rolle scheinen in der systemtheoretischen Beschreibung der Wissenschaft die Deutungen der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu spielen, die es erst erlauben, von inhaltlicher Entwicklung eines durch Menschen gedeuteten, begriffenen, verstandenen wissenschaftlichen Wissens zu sprechen. Gerade in den verschiedenen Möglichkeiten (formal wahre) Aussagen zu interpretieren, sieht die Wissenschaftsgeschichte den Ansatzpunkt für alternative, konkurrierende oder ergänzende Entwicklungen von Theorien und Experimentalkulturen. Luhmanns Systemtheorie sieht von diesen Überlegungen ab und konstruiert die Wissenschaft aus Reorganisation und Rekombination zu "einer Kombinatorik neuen Stils" (S. 328). Zur Entwicklung der Systemtheorie vgl. Rudolf Stichweh, Niklas Luhmann (1927-1998), in: Dirk Kaesler (Hg.): Klassiker der Soziologie. Bd. 2. Von Talcott Parsons bis Pierre Bourdieu, , München (1999), S. 206-229, zur Kritik insbesondere der fehlenden Berücksichtigung von Öffentlichkeit und Kultur vgl. Jürgen Habermas, Der philosophische Diskurs der Moderne, Frankfurt/M (1985), S. 432ff.

58 Richard Whitley, Knowledge producers and knowledge aquirers. Popularization as a relation between scientific fields and their publics, in: Terry Shinn/Richard Whitley (Hg.), Expository science. Forms and functions of popularization, Dordrecht (1985); Stephen Hilgartner, The dominant view of popularization. Conceptual problems, political uses, Social Studies of Science 20 (1990), S. 519–539.

und eigengesetzlichen Systemen (Wissenschaft, Medien, Politik etc.) in den Mittelpunkt stellen oder die Öffentlichkeit selbst als Ressource für die Wissenschaft begreifen und die medial vermittelten Diskurse analysieren.[59] Daneben befasst sich die historische und sozialwissenschaftliche Forschung mit der Entstehung der Wissensgesellschaft, wobei hier bisher die Verwissenschaftlichungsprozesse der Gesellschaft im Vordergrund standen, welche auch Förderung und gesellschaftliche Deutung von Wissenschaft und Technik umfassten, etwa in ihren strukturellen Ausformungen in Form der Großforschung, ohne dass die Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit genauer thematisiert wurde.[60]

Medienöffentlichkeit, Mediengeschichte und Wissenschaftsvermittlung

Der Zusammenhang zwischen Öffentlichkeit und den Medien bzw. der Prozess der Herausbildung einer Medienöffentlichkeit stößt seit etwa zehn Jahren in der deutschen Geschichtswissenschaft auf wachsendes Interesse, wobei festgestellt wird, dass Wissenschaft und Öffentlichkeit als geschlossene Begrifflichkeiten an Deutungsschärfe verloren hätten. Eine an Habermas anschließende Analyse von Öffentlichkeit nach dem Zerfall des bürgerlichen Modells fehle, zumal die Öffentlichkeit kein "homogener, eigenständiger Akteur" mehr sei. Neue Ansätze sollen Öffentlichkeit für die Geschichtswissenschaft aber zu einer zentralen gesellschaftlichen Kategorie zu machen und sie als "Raum oder Sphäre" erschließen – wie dies auch für die Kategorie Wissen vorgeschlagen wurde.[61] Allerdings ist erst in jüngster Zeit der Versuch unternommen worden, Habermas' Konzept der Öffentlichkeit oder der *public sphere*, das – unter vollständiger Aussparung der Wissenschaft – historisch konzipiert aber mit Blick auf die zeitgenössische Situation normativ gewendet wurde, auch als Modell eines diskursiven Raumes auf das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert anzuwenden und den Diskurs über diese öffentliche Sphäre auch als Diskurs über das Wesen von Wissenschaft zu deuten.[62]

Wesentlich unproblematischer gestaltet sich die Forschungslandschaft zur Mediengeschichte, die meist von einem technischen Medien- und Kommunikationsbegriff ausgeht und die Entwicklung von Druckmedien, Film und Rundfunk in ihrem Übergang zur

59 Vgl. die oben genannten Schriften von Weingart, Ash, Nikolow/Schirrmacher.

60 Gernot Böhme/Nico Stehr (Hg.), The Knowledge Society. The Growing Impact of Scientific Knowledge on Social Relations, Dordrecht (1986); Silvio O. Funtowicz/Jerome R. Ravetz, The Emergence of Post-Normal Science (1992); Margit Szöllösi-Janze, Wissensgesellschaft in Deutschland: Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse, Geschichte und Gesellschaft 30 (2004), S. 277-313.

61 Jürgen Habermas, Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchungen zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft, Frankfurt (1962); Jörg Requate, Öffentlichkeit und Medien als Gegenstände historischer Analyse, Geschichte und Gesellschaft 25 (1999), S. 5-32, Zitate S. 6f; Jürgen Schiewe, Öffentlichkeit. Entstehung und Wandel in Deutschland, Stuttgart (2003), Christina von Hodenberg, Konsens und Krise. Eine Geschichte der westdeutschen Medienöffentlichkeit 1945-1973, Göttingen (2006); Mitchel Ash, Räume des Wissens – was und wo sind sie? Einleitung in das Thema, Berichte zur Wissenschaftseschichte 23 (2000), S. 235-242.

62 Cathryn Carson, Heisenberg in the Atomic Age. Science and the Public Sphere, Cambridge (2010), S. 3ff.

Massenkommunikation als Instiutionalisierungs-, Expansions- und Differenzierungsgeschichte beschreibt und in einer "Plurimedialität" das Kennzeichen des 20. Jahrhunderts erblickt.[63] Buchwesen,[64] Zeitungskunde,[65] Film[66] und Rundfunk[67] sind intensiv erforscht worden, wobei sich die Berücksichtigung der Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte uneinheitlich darstellt. Während für Printmedien Buch und Zeitschrift in den letzen Jahren erste Studien erschienen sind, die die Medienformen und Genres der Wissenschaftsvermittlung untersuchen,[68] ist die entsprechende Analyse der Massenmedien Zeitung, Film und Rundfunk ein Forschungsdesiderat zumindest für den deutschsprachigen Fall.[69] Insbesondere hat die sehr umfangreiche Radiogeschichtsforschung

63 Vgl. etwa Jürgen Wilke, Grundzüge der Medien- und Kommunikationsgeschichte (2000).

64 Reinhard Wittmann, Geschichte des deutschen Buchhandels, München (1991); Michael Cahn (Hg.), Der Druck des Wissens. Geschichte und Medium der wissenschaftlichen Publikation, Wiesbaden (1991).

65 Otto Groth, Die Zeitung. Ein System der Zeitungskunde (Journalistik), Bd. 1, Mannheim (1928); Heinz-Dietrich Fischer, Deutsche Zeitungen des 17. bis 20. Jahrhunderts, Pullach (1972); Rüdiger vom Bruch/Otto Bernhard Roegele, Von der Zeitungskunde zur Publizistik. Biographisch- institutionelle Stationen der deutschen Zeitungswissenschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, Frankfurt am Main (1986).

66 Peter Zimmermann (Hg.), Geschichte des dokumentarischen Films in Deutschland, Konstanz (2005); Dorit Müller, Inszenierungen des Wissenschaftlers im Film der 1920er Jahre, in: Knut Hickethier und Katja Schumann (Hg.), Die schönen und die nützlichen Künste. Literatur, Technik und Medien seit der Aufklärung, Paderborn (2007), S. 221-233; Timothy Boon, Films of fact. A history of science in documentary films and television, London (2008).

67 Winfried B. Lerg, Die Entstehung des Rundfunks in Deutschland Herkunft und Entwicklung eines publizistischen Mittels, Frankfurt (1965); Carsten Lenk, Die Erscheinung des Rundfunks. Einführung und Nutzung eines neuen Medium, 1923-1932, Opladen (1997); Konrad Dussel, Vom Radio zum Fernsehzeitalter. Medienumbrüche in sozialgeschichtlicher Perspektive, in: Axel Schildt, Dynamische Zeiten. Die 60er Jahre in den beiden deutschen Gesellschaften, Hamburg (2000), S. 673-694; Konrad Dussel, Deutsche Rundfunkgeschichte, Konstanz (^{3}2010).

68 Beispiele sind Frank Holl, Produktion und Distribution wissenschaftlicher Literatur. Der Physiker Max Born und sein Verleger Ferdinand Springer 1913-1970, Archiv für Geschichte des Buchwesens 45 (1996); Anke te Heesen et. al. (Hg.), Cut & Paste um 1900. Der Zeitungsausschnitt in den Wissenschaften, Berlin (2002); Elke Flatau, Albert Einstein als wissenschaftlicher Autor, MPI-Preprint 293, Berlin (2005); Christina Lembrecht, Wissenschaftsverlage im Feld der Physik. Profile und Positionsverschiebungen 1900-1933, Archiv für Geschichte des Buchwesens. 61 (2007), S. 111-200.; Dorit Müller, Populärwissenschaftliche Zeitschriften im 'Dritten Reich', in: Carsten Würmann/Ansgar Warner, Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland, Bern (2008), S. 23-44; Sigrid Stöckel/Wiebke Lisner/ Gerlind Rüve (Hg.), Das Medium Wissenschaftszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert. Verwissenschaftlichung der Gesellschaft – Vergesellschaftung von Wissenschaft, Stuttgart (2009).

69 Gruhn, Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR, Erlangen (1979); Jens Krüger/Ruß-Mohl, Stephan, Popularisierung der Technik durch Massenmedien, in: Laetitia Boehm/Charlotte Schönbeck Technik und Bildung, Düsseldorf 1989; Franz Dröge et. al., Populärer Fortschritt. 150 Jahre Technikberichterstattung in deutschen illustrierten Zeitschriften, Münster (1991); Peter Zimmermann (Hg.), Geschichte des dokumentarischen Films in Deutschland, Konstanz (2005); Reichert, Im Kino der Humanwissenschaften. Studien zur Medialisierung wissenschaftlichen Wissens, Bielefeld (2007); Dorit Müller, Präsentationsformen von Wissen im Lehr- und Kulturfilm der Weimarer Republik, Non Fiktion. Arsenal der anderen Gattungen 2 (2007), S.

populärwissenschaftliche Sendungen bisher nur als Teil allgemeiner Kategorien (Vortrag, Schulfunk, Kulturprogramm) berücksichtigt, nicht aber als eigene Fragestellung;[70] ähnlich finden sich in der Feuilletonforschung nur punktuelle historische Analysen zu Wissenschaft in der Zeitung.[71] Der Forschungsstand zu Zeitungsrubriken über Wissenschaft und Technik, zu Wissenschaftsseiten und wissenschaftlichen und technischen Beilagen, die seit 1895 weitverbreitet waren, ist indes immer noch durch die Arbeiten der frühen Zeitungsforschung gegeben, die Anfang der 1930er Jahre erschienen,[72] nicht zuletzt wegen eines eher schwierigen Neubeginn der Zeitungswissenschaft in Deutschland nach 1945.[73]

34-46. Aus heutiger medienwissenschaftlicher Sicht vgl. auch Andre Stuber, Wissenschaft in den Massenmedien. Die Darstellung wissenschaftlicher Themen im Fernsehen, in Zeitungen und in Publikumszeitschriften, Aachen (2005).

70 Vgl. Joachim-Felix Leonhard (Hg.), Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik (1997); Peter Marchal, Kultur- und Programmgeschichte des öffentlich-rechtlichen Hörfunks in der Bundesrepublik Deutschland. Ein Handbuch. Bd.1: Grundlegung und Vorgeschichte, München (2004); aber zu den USA Marcel C. LaFollette, Science on the air. Popularizers and personalities on radio and early television, Chicago (2008).

71 In Anschluss an Almut Todorow, Das Feuilleton der "Frankfurter Zeitung" in der Weimarer Republik. Zur Grundlegung einer rhetorischen Medienforschung, Tübingen (1996), nimmt Bernd Schmid-Ruhe, Fakten und Fiktionen. Untersuchungen zur Wissenschaftsberichterstattung im deutschsprachigen Feuilleton der Tagespresse des 20. Jahrhunderts, Konstanz (2005) wesentlich die "'großen' Themen um 2000" in den Blick, die "durch Befunde aus der Weimarer Republik flankiert werden" (S. 13).

72 Kurt Schulz, Die technische Berichterstattung in Deutschland, Berlin (1931); Josef Stummvoll, Tagespresse und Technik. Die technische Berichterstattung der deutschen Tageszeitung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Beilagen, Leipzig (1935). Zu den Umständen der Zeitungsforschung vgl. Erik Koenen, Ein "einsamer" Wissenschaftler? Erich Everth und das Leipziger Institut für Zeitungskunde zwischen 1926 und 1933. Ein Beitrag zur Bedeutung des Biographischen für die Geschichte der Zeitungswissenschaft, Medien & Zeit 20:1 (2005), S. 38–50.

73 Vgl. die Beiträge zu Edgar Stern-Rubarth und Walther Hagemann in vom Bruch/Roegele, Otto Bernhard, Von der Zeitungskunde zur Publizistik. Biographisch-institutionelle Stationen der deutschen Zeitungswissenschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, Frankfurt am Main (1986).

4. Methodische Ausgangspunkte: Diskurse, Quellen und Zugänge

Die neuen Qualitäten und Quantitäten populärer Darstellungen von Wissenschaft und Technik wie auch die neuen Formen von Visualität, Auditivität und (sekundärer) Oralität stellen das Forschungsfeld Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert vor die Herausforderung, es mit der Vielfalt und Menge relevanten Materials aufzunehmen. Die folgenden methodischen Überlegungen skizzieren einen Rahmen, der bei aller notwendiger Reduzierung des zu betrachtenden Quellenmaterials geeignet ist, ein aussagekräftiges Bild von Bedingungen und Inhalten populären Wissens im 20. Jahrhundert zu fassen. Ich werde dazu zuerst das Verhältnis von Diskurs und Wissenschaft betrachten und insbesondere daran erinnern, wie das Problem der Wissenschaftsvermittlung bei der Etablierung der Diskursanalyse von Bedeutung war. Aufgrund der erweiterten Quellengrundlage, die eine Wissenschaftsgeschichte vorfindet, welche auch populäres Wissen miteinbezieht, ist es nötig, einen Zugang zur Beschreibung der Entwicklung im 20. Jahrhundert zu wählen, der durch geeignete Längs- und Querschnitte eine gewisse Kartierung des weiten Terrains ermöglicht.

Diskurse

In seiner Antrittsvorlesung am Collège de France über die "Ordnung des Diskurses" betrachtete Michel Foucault im Dezember 1970 verschiedene "Prozeduren", die Diskurse "bändigen". Das Sagbare hat einer Ordnung zu gehorchen, die zunächst durch äußere Prozeduren der Ausschließung bestimmt wird. Neben direkten Verboten oder Tabus, wirken Rationalitäts- und Wahrheitskriterien als Ausschlussgründe. Weiter definieren innere Prozeduren eine Eigenkontrolle, die sich in Klassifikations-, Anordnungs- und Verteilungsprinzipien erkennen lässt, und schließlich sind es im Wesentlichen soziale Prozeduren, die über die Teilnahme an "Diskursgesellschaften" bestimmen. Letztere Prozeduren haben sich nach Foucault historisch auch auf medizinische Diskurse und "das wissenschaftliche oder technische Geheimnis" bezogen und damit hat auch die Wissenschaft wie Religion, Politik oder Justiz eigene Diskursgesellschaften ausgebildet, die durch "Einschränkungssysteme" gekennzeichnet sind (etwa durch Zeichen, Gesten, Symbole, vgl. Mathematikgebrauch in den Naturwissenschaften). Von besonderem Interesse ist die zweite Kategorie von diskursbestimmenden Prozeduren. Foucaults Erklärung der inneren Prozeduren für die epistemische Dimension der Wissenschaftsvermittlung hat weitreichende Implikationen. Unter ihnen wirkt das "Prinzip der Disziplin", welche als Gegenstandsbereich, als Methodenbündel, Regelspiel und Instrumentenpraxis verstanden wird, für die Generierung neuen Wissens am stärksten diskursbändigend. Als zentrales Beispiel für das Vorliegen innerer Prozeduren dient Foucault ein Exempel aus der Biologie. Mit Bezug auf die Mendelsche Vererbungslehre stellt er die Frage, wie die Botaniker oder Biologen des 19. Jahrhunderts es fertiggebracht hätten, "nicht zu sehen, daß das, was Mendel sagte, wahr ist. Das liegt daran", fuhr er fort,

> daß Mendel von Gegenständen sprach, daß er Methoden verwendete und sich in einen theoretischen Horizont stellte, welche der Biologie seiner Epoche fremd waren. [...] Mendel sagte die Wahrheit, aber er war nicht 'im Wahren' des biologischen Diskurses seiner Epoche: [...][74]

Erst der Wechsel des Maßstabs und die Entfaltung einer neuen Gegenstandsebene in der Biologie sollten schließlich Mendels Äußerungen innerhalb des nun verschobenen Bereichs des biologischen Diskurses Sinn geben.

Sowohl die Begründung wissenschaftlichen Wissens wie die Wissenschaftsvermittlung geschieht in diskursiven Praktiken. Daher können wir den Umstand, dass Michel Foucault seine Diskursanalyse wesentlich auch an Beispielen der Aushandlungs- und Vermittlungsprozesse zwischen verschiedenen Wissensansprüchen in der Naturwissenschaft, also an einem Prozess der internen Wissenschaftsvermittlung entwickelt hat, als Hinweis darauf verstehen, dass die von ihm identifizierten Prozeduren, welche Diskurse kontrollieren, selektieren oder organisieren, auch für die Wissenschaftsgeschichte von Bedeutung sind, insbesondere wenn diese ein Interesse an einer historischen Epistemologie hat. Was Foucault für den disziplinär gebändigten Diskurs, bzw. die innerwissenschaftliche Vermittlung folgerte, lässt sich auch auf die Wissensdiskurse mit einem außerwissenschaftlichen Publikum anwenden. So ließe sich etwa formulieren, dass zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit nur das diskursfähig ist, was im Akzeptablen des entsprechenden öffentlichen Diskurses (und seinen diskursbestimmenden Prozeduren) liegt.

Wodurch aber wird das Akzeptable des Diskurses bestimmt? Hierauf hat der Literaturwissenschaftler Jürgen Link eine Antwort vorgeschlagen, die mit den Begriffen Interdiskurs und Kollektivsymbol operiert und insbesondere auf das Problem der Wissenschaftsvermittlung anwendbar erscheint. Er sucht die These zu begründen, "daß in der kollektiv verankerten Symbolik wichtige Bestandteile und Regeln eines so prägnant zu definierenden Inter-Diskurses faßbar werden." Das heißt, es gibt diskursive Elemente wie Begriffe, Symbole, Konfigurationen oder auch Formalisierungen bis hin zu Versuchsanordnungen, die nicht spezifisch nur für einen Diskurs sind, sondern die mehreren Diskursen gemeinsam sein können. Etwa gibt es solche Begriffe und Symbole, die nicht nur im wissenschaftlichen Labor anzutreffen sind, sondern auch im öffentlichen Diskurs, der häuslichen Praxis oder in der Literatur. Link verfolgte diese These etwa am Beispiel des Ballons in der Literatur des 19. Jahrhunderts. Wenn Goethe in "Dichtung und Wahrheit" die Ankündigung von wahrer Poesie in innerer Heiterkeit und äußerem Behagen beschreiben möchte, so verbindet er dies mit dem Ballon-Symbol. Er schreibt: "Wie ein Luftballon hebt sie [die Poesie, A. S.] uns mit dem Ballast, der uns anhängt, in höhere Regionen und läßt die verwirrten Irrgänge der Erde in Vogelperspektive vor uns entwickelt daliegen." Die diskursive Integration wird durch vielfältige semantische Abbildungsrelationen hergestellt, etwa 'leichter' Geisteszustand mit 'leichtem' Wasserstoffgas, der Aufstieg eines Ballons mit einem erhebenden Gefühl etc.[75] Struktur und Funktionsweisen

74 Michel Foucault, Die Ordnung des Diskurses, Frankfurt/M. 1991, S. 24.

75 Jürgen Link, Elementare Literatur und generative Diskursanalyse, München 1983, S. 48 und 49. Vgl. Reiner Kelleret. al. (Hg.), Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. Bd. 1. Theorien und Methoden, Opladen 2006, mit Beiträgen von Jürgen Link, Philipp Sarasin und

von Kollektivsymbolen wurden von Link in sprachwissenschaftlichen Analysen der Bild- und Sinnelemente (pictura und subscriptio), der semantischen Valenzen und ihren Analogie-Gittern als Begriffsmatrix analysiert und als Integrationsinstrument für verschiedene Praxis-, Wissens- und Diskursbereiche erkannt.[76] Letztlich erweisen sich Kollektivsymbole und durch sie ermöglichte Interdiskurse als Kompensation der arbeitsteiligen Spezialisierung und Professionalisierung gesellschaftlicher Praxis- und Diskursbereiche: "Wenn der Jurist den Biologen und der Alltagsbürger beide nicht mehr versteht, so verstehen alle noch ihre jeweiligen Kollektivsymbole ..."[77]

Die Beispiele von Foucault und Link zeigen, dass die Diskursanalyse, die vorrangig in den Geistes- und Sozialwissenschaften als epistemologisches Modell neue Forschungsansätze begründet hat und insbesondere in der Soziologie, der Literaturwissenschaft und der Geschichtswissenschaft Verwendung gefunden hat, enge Verbindungen auch mit naturwissenschaftlichem Wissen aufweist.

Eine diskursanalytische Betrachtung der Wissenschaftsvermittlung einer bestimmten Epoche hat entsprechend zunächst zu klären, was die wesentlichen Begriffe, Symbole und Bilder des Diskurses waren bzw. welche Begriffssysteme, symbolischen Verknüpfungen und Ikonographien eine interdiskursive Brücke zwischen allgemeinen und naturwissenschaftlichen Wissensbeständen hergestellt haben. Dabei kann es nicht um ein möglichst vollständiges Arsenal von Begriffen, Analogien und Metaphern gehen, die in den vielen einzelnen Meldungen zu wissenschaftlichen und technischen Neuerungen, zu technischen Produkten oder Verfahren und zu interessanten Naturbeobachtungen zu finden sind, vielmehr sind aus dieser begrifflichen Vielfalt die grundlegenden und weitreichenden Konzepte auszuwählen, die in besonderem Maße mit Grundlageninnovationen verbunden sind. Ihnen gilt das Hauptaugenmerk der Analyse.

Die lineare Vorstellung, dass die vielfältigen technischen Innovationen lediglich Anwendungen aus Erkenntnissen der Grundlagenforschung seien, kann zwar hinlänglich als widerlegt gelten, da technische Innovationsprozesse gerade im 20. Jahrhundert eine große Eigendynamik gewonnen haben, dennoch scheint im öffentlichen Vermittlungsdiskurs über Wissenschaft und Technik die Begrifflichkeit und damit die Kollektivsymbolik auf wenige basale Konzepte zu rekurrieren. In dem Maße etwa, wie das 20. Jahrhundert als eine Epoche der Entschlüsselung, des Reduktionismus und des kybernetischen Programms beschrieben wurde, in dem die Vielfalt der Stoffe und Elemente aus atomaren Bausteinen und deren neuen mathematischen Beschreibungen hergeleitet wurde oder die biologischen Subdisziplinen unter dem Dach der Genetik reformuliert wurden, in diesem Maße haben sich hier grundlegende Begriffe, Bilder und Modelle etabliert, die nicht nur einzelne Phänomene oder Objekte beschreiben, sondern einen weiten Deutungsbereich reklamieren.

Gerade die Deutungsfülle von zentralen Begriffen der wissenschaftlichen wie populärwissenschaftlichen Diskurse, die als Kollektivsymbole fungieren, erlauben ihren Gebrauch sowohl in fachwissenschaftlichen Argumentationen wie im Alltagsgespräch. Begriff und

---

Siegfried Jäger.

76 Für die Matrix zum Beispiel Ballon vgl. Link, S. 58f.

77 Link, S. 60.

Symbolik eines planetensystemartigen Atoms, die Codesteuerung von Lebensvorgängen oder die Realisierung künstlicher Stoffe auf makromolekularer Grundlage, welche entsprechend vorgegebener oder im Modell simulierter Baupläne hergestellt wurden, finden Eingang in vielfältige Diskurse.

Diese Vielschichtigkeit von Diskursen, die innerhalb der Wissenschaft stattfinden können oder aus ihr heraus in unterschiedliche Öffentlichkeiten dringen oder auch von mehr oder weniger mit dem System Wissenschaft verbundenen Vermittlern oder Journalisten weitgehend innerhalb der öffentlichen Sphäre inszeniert werden, verbindet sich im 20. Jahrhundert mit der Vervielfältigung der Medien und ihren Kommunikationsformen. Aber auch die Rückkopplung der öffentlichen Sprache auf die Begriffswahl in den Wissenschaften, den dort verwendeten Kategorisierungen oder sogar auf Hypothesenfindung und letztlich auf Formen wissenschaftlichen Denkens bleibt von Medien- und Kommunikationswandel nicht unbeeinflusst. Daher erfordert die systematische Betrachtung dieses komplexen Prozesses der Wissenschaftsvermittlung eine medientheoretische Reflexion.

Mit dem Wandel vom Textprimat zum Bild und zur Illustration, und damit vom Narrativen zum Strukturellen, von der Abbildung zur Infographik etc., bzw. im Falle des Radios auch wieder zurück zu einer neuen Oralität, die dann das Fernsehen erneut einer neuen Visualität unterordnet, gingen intensive Diskurse über Wissenschaftsvermittlung einher, die als Metadiskurse über Wissenschaft von besonderem Interesse sind. Für eine epistemologische Sicht auf populäres Wissen über Naturwissenschaft und Technik sind aus diesem Grund auch Quellen von Bedeutung, die weder aus der Wissenschaft noch der veröffentlichten Populärwissenschaft, sondern in der Selbstreflektion des Mediensystems zu finden sind. Verleger wie Walther Keller, der aus der Belletristik kam, oder Ferdinand Springer, der die Medizinsparte des väterlichen Verlags betreut hatte, stellten Anfang des 20. Jahrhunderts Überlegungen an, wie und in welcher Form Ergebnisse der Wissenschaft populär für ein breiteres Publikum erfolgreich etabliert werden könnten. Die Zeitschrift *Kosmos* und dazugehörige Buchbeigaben bzw. die Zeitschrift *Die Naturwissenschaften* und die Schriftenreihe "Verständliche Wissenschaft" etablierten verschiedene Modelle. Zeitungsverleger und Ingenieure wiederum diskutierten zur gleichen Zeit, ob überhaupt und falls ja in welcher Form – integriert oder separiert – Wissenschaft und Technik in die Tageszeitung gehörten. Der Etablierung des Rundfunks war in Deutschland ohne die Rhetorik des wissenschaftsvermittelnden Auftrags kaum denkbar.[78] Die Geschichte der Wissenschaftsvermittlung ist deshalb eine Geschichte der Vielfalt von Diskursen, die mehr und mehr medienbedingten Prozeduren der Steuerung unterliegen. Innerwissenschaftliche Diskurse, Interdiskurse der Wissenschaftsvermittlung und Metadiskurse über Formen, Ziele und Regeln der Generierung populären wissenschaftlichen Wissens greifen ineinander. Sie haben allerdings nicht alle gleichermaßen sichtbar Spuren hinterlassen.

Quellen

Stärker als in den meisten anderen historischen Disziplinen orientiert sich die Wissenschaftsgeschichte traditionell an Quellen, die durch das Wissenschaftssystem selbst

78 Vgl. Publikation 10.

systematisch erzeugt wurden. Neben Büchern und nachgelassenen Manuskripten sind vor allem Publikationen in Fachzeitschriften die zentrale Quelle für die Beschreibung der historischen Entwicklung wissenschaftlichen Wissens. Nur sie besitzen mit ihren Referenzen in den Fußnoten ein fest definiertes und kontrolliertes Verweisungssystem auf Wissenszusammenhänge und eine selbständig vorgenommene Einordnung in einen wissenschaftlichen oder disziplinären Rahmen, der durch die Wahl des Publikationsorgans festgelegt wird. Damit ist der primäre Quellenfundus der traditionellen Wissenschaftsgeschichte ein überschaubarer, abgrenzbarer, disziplinär geordneter Bestand, der überdies durch Register und Verzeichnisse erschlossen wird und von festgelegten Institutionen gesammelt wird und allgemein zur Verfügung steht.

Während der Biograph immer schon möglichst vielfältige Quellen über sein Objekt gesucht hat und in Tagebüchern, Notizen oder privaten Briefen Umstände wissenschaftlicher Praxis rekonstruierte und selektiv die Berichterstattung in den Medien betrachtete, hat die Geschichte der modernen Naturwissenschaften neben Labor- und Notizbüchern insbesondere die Quelle der Briefe erschlossen.[79] Briefe zwischen Wissenschaftlern entwickelten sich in dem Maße zum Ort wissenschaftlicher Produktivität in dem die Wissenschaft kollektiv wurde. So wurde für die Geschichte der modernen Physik ein Erschließungsprojekt wegweisend, das Hunderttausende von Wissenschaftlerbriefen verzeichnete. In dessen Folge wurde die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Briefwechseln führender Naturwissenschaftler zur wichtigsten Bereitstellung neuer Quellen.[80] Durch klare Bestimmung von Sender, Empfänger und Datierung fügen sie sich meist nahtlos ein in das datierte und geordnete Material der publizierten Wissenschaft und bereichern es durch Herstellen neuer kognitiver Verbindungen und Enthüllung von Entdeckungs- und Entwicklungsprozessen, die aus den gedruckten Zeugnissen häufig entfernt oder neu gedeutet wurden.

In der hier vorgelegten Studien wird die Frage aufgeworfen, wie eine Wissenschaftsgeschichte geschrieben werden kann, die auch populäre Wissensbestände einschließt. Im Gegensatz zu den Publikationen und ungedruckten wissenschaftlichen Darstellungen der Forscher sind diese zumeist kaum vollständig überschaubar und abgrenzbar. Sie liegen in der Regel nicht erschlossen oder systematisch organisiert vor und brauchen auch nicht einer disziplinären Einordnung zu entsprechen. Dass es sich bei der populären Wissenschaft im 20. Jahrhundert um ein Forschungsdesiderat handelt, machen allein der Umfang und die Verbreitung des Materials deutlich. Zentral bei der Beschäftigung mit der Wissenschaftsvermittlung ist es, die Vielfältigkeit und Vielschichtigkeit populärer Wissenschaft zu erfassen.

Betrachtet man die Zeitschriften, so lassen sich bereits drei Fälle populärer Darstellungen unterscheiden. Neben den populärwissenschaftlichen Zeitschriften, die sich ganz der Wissenschaftsvermittlung verschrieben haben wie etwa der von 1904 bis 1999 erschienene *Kosmos* enthielten auch allgemeine Zeitschriften und Illustrierte populärwissenschaftliche

79 Frederic Lawrence Holmes/Jürgen Renn/Hans-Jörg Rheinberger, Reworking the bench. Research notebooks in the history of science, Dordrecht 2003; Hermann, Die Funktion von Briefen in der Entwicklung der Physik, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 3 (1980), S. 55-64.

80 Bruce R. Wheaton, Inventory of sources for history of twentieth century physics. Report and microfiche index to 700,000 letters, Stuttgart 1993.

Artikel etwa die *Berliner Illustrirte Zeitung*.[81] Andererseits gab es zumindest bis Anfang des 20. Jahrhunderts die Bestrebung einiger Referatezeitschriften wie der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* zugleich ein Fach- wie Laienpublikum bedienen zu wollen und neben den Referaten entsprechend Originalbeiträge aufzunehmen, die als populärwissenschaftlich gelten können. Ferner sind auch Zeitschriften von Interesse, die zwar nicht direkt der Wissenschaftsvermittlung dienen aber einen historischen Metadiskurs offenlegen, der sich über die Frage der Form und Rollenverteilung bei der Wissenschaftsvermittlung in den verschiedenen (Print-)Medien entspann. Am heftigsten wurde die Debatte über die Frage geführt, ob und in welcher Form Nachrichten und Hintergründe über Wissenschaft und Technik in Zeitungen behandelt werden sollten, wobei in den Branchen-Zeitschriften *Zeitungs-Verlag* und *Deutsche Presse* von Verleger- bzw. von Journalistenseite argumentiert wurde.[82]

Wissenschaft und Technik erscheinen in der Zeitung auf wiederum andere Weise in verschiedenen Formen (um die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in den Branchen-Zeitschriften vehement gestritten wurde) als in Zeitschrift und Buch. Neben einzelnen Artikeln in den verschiedenen traditionellen Teilen der Zeitung, etwa "unterm Strich" als "wissenschaftliches Feuilleton" in des *Berliner Tageblatt,* als technische Meldung im Wirtschaftsteil der *Täglichen Rundschau* oder als ein Thema unter vielen in der Sonntagsbeilage der *Vossischen Zeitung*, kamen nach 1895 überall spezielle wissenschaftliche und technische Beilagen auf. Ob der "Naturwissenschaftliche Beobachter" im *Vorwärts* oder die "Wissenschaftliche Beilage" der *Leipziger Zeitung*, "Das Technische Blatt" der *Frankfurter Zeitung* oder "Kraft und Stoff" der *Deutschen Allgemeinen Zeitung*. So steht dem Wissenschaftshistoriker eine fast unübersehbare Vielfalt an populärwissenschaftlichen Quellen zur Verfügung. Dem Überfluss an Quellen steht indes der Mangel an deren Erschließung gegenüber. Ohne eine vollständige Durchsicht der Zeitungen lässt sich verlässlich kein genauer Überblick über Wissenschaft und Technik in der Zeigung geben.[83] Einzig die zwischen 1908 und 1944 erschienen Auswahlbibliographie von "Aufsätzen von möglichst dauerndem Werte" aus etwa hundert Zeitungen in deutscher Sprache im Rahmen der Bibliographie der deutschen Zeitschriften-Literatur ermöglicht für diesen Zeitraum einen praktikablen Zugang.[84]

Noch komplexer wird das Bild, wenn man die Rolle von Agenturen und Korrespondenzen miteinbezieht, die vor allem kleinere Zeitungen mit Material versorgten. Auch Industrie-

81 Astrid Deilmann, Bild und Bildung. Fotografische Wissenschafts- und Technikberichterstattung in populären Illustrierten der Weimarer Republik (1919-1932), Osnabrück 2004; Franz Dröge/ Andreas Wilkens, Populärer Fortschritt. 150 Jahre Technikberichterstattung in deutschen illustrierten Zeitschriften, Münster 1991.

82 Dietrich Stoffers, Organisation, Deutsche Presse 1 (1913), S. 3-4, S. 3.

83 So verzeichnet die von der Berliner Staatsbibliothek und der Deutschen Nationalbibliothek betriebene Zeitschriftendatenbank weder Beilagen von Tageszeitungen zuverlässig, noch haben Zeitungen Verzeichnisse und Register, die alle Beiträge zu einem Thema nachweisen könnten.

84 Internationale Bibliographie der Zeitschriftenliteratur (IBZ, "Dietrich"), Beilage: Halbmonatliches (später: Wöchentliches/Monatliches) Verzeichnis von Aufsätzen aus deutschen Zeitungen, Leipzig [u.a.]; Osnabrück: Dietrich, 1908-1944, 1 (1908) Nr. 1, S.1 . Zum Teil liegen von einzelnen Autoren gesammelte populärwissenschaftliche Zeitungsbeiträge vor, etwa zum Berliner Tageblatt Siegfried Hartmann, Naturwissenschaftlich-technische Plaudereien, Berlin 1908.

unternehmen oder wissenschaftliche Institutionen stellten solche Korrespondenzen teilweise unentgeltlich zur Verfügung, wodurch sie jedoch schnell unter einem (häufig berechtigten) Propagandaverdacht standen. Etwa verbreitete *Forschungen und Fortschritte* ab 1925 als "Korrespondenzblatt der deutschen Wissenschaft und Technik" regelmäßig die neuesten Errungenschaften der deutschen Spitzenforscher aus erster Hand, etwa von Max Planck, Otto Hahn, Werner Heisenberg oder Albert Einstein.[85] Bereits nach dem Ersten Weltkrieg existierten mehrere Dutzende populärwissenschaftliche Korrespondenzen, die Wissenschaftsvermittlung als Geschäftsmodell entdeckt hatten.[86] Die für die Öffentlichkeit weitgehend unsichtbaren Agenturen und ihre teilweise nur maschinenschriftlich verbreiteten Korrespondenzen haben kaum Spuren in Bibliotheken und Archiven hinterlassen, ihr Einfluss indes war wohl nicht gering, wie ein Vergleich mit dem Fall der literarischer Agenturen zeigt.[87]

Bei Büchern sind Nachweis und Erschließung weitgehend unproblematisch, dennoch können auch hier verschiedene Formen unterscheiden werden. Das einzelne populärwissenschaftliche Werk eines unabhängigen Autors wird mehr und mehr die Ausnahme, da diese Bücher zumeist in Reihen erschienen, die klare Vorgaben an Länge, Aufmachung, Illustration, Stil und Preis aufstellten. Die "Sammlung Göschen", Viewegs Reihen "Die Wissenschaft" und "Sammlung Vieweg", Teubners "Aus Natur und Geisteswelt", Ullsteins "Wege zum Wissen" oder Springers "Verständliche Wissenschaft" definierten jeweils eigene Genres der populärwissenschaftlichen Darstellung und eigene Formen der Wissenschaftsvermittlung. Buchvereinigungen wurde insbesondere seit Mitte der Zwanziger Jahre ein wichtiger Faktor im Verlagswesen und ein prädestinierter Ort für wissenschaftsvermittelnde Schriften. Zwischen Einzelbuch und Zeitschrift standen wiederum einerseits Jahrbücher wie "Das neue Universum", das von 1880 bis 2003 erscheinen sollte. Daneben gab es Buchbeilagen zu einigen populärwissenschaftlichen Zeitschriften: "Kosmos-Bändchen", "Natur-Beilagen", die "Technische Bibliothek" oder "Orion-Bücher" füllten die Regale Hunderttausender Abonnenten in den Jahren von 1900 bis etwa 1960 mit sehr preiswerter Literatur über Wissenschaft und Technik.

Was die Millionen Rundfunkhörer über Wissenschaft und Technik zu Ohren bekamen, kann indes nicht annähernd in der Form nachvollzogen werden wie die Inhalte der Printmedien. Ein Schallarchiv für die Zeit der ersten Jahrhunderthälfte existiert nicht, einzelne erhaltene Aufnahmen oder Sendemanuskripte wiederum sind gerade nicht charakteristisch für den Normalbetrieb des Rundfunks, sondern dokumentieren die Ausnahmen wie die eingangs erwähnte Ansprache des Nobelpreisträgers Albert Einstein auf der Funkausstellung 1930. Gleiches gilt für den Versuch über die Autoren und deren Archive die tatsächliche Rundfunkübertragungspraxis zu rekonstruieren, wobei noch hinzukommt, dass Programmvorschauen weder das gesendete Programm verlässlich wiedergeben (was sich etwa aus der wiederholten Ankündigung derselben Sendung oder aus Hörerreaktionen

85 Forschungen und Fortschritte. Korrespondenzblatt (ab 1928 auch "Nachrichtenblatt") der deutschen Wissenschaft und Technik wurde im Auftrag der Akademien der Wissenschaft zu Berlin, Göttingen, Heidelberg, Leipzig, München und Wien herausgegeben.

86 Aufstellung in Kürschner's Deutschem Literaturkalender, vgl. Josef Stummvoll, Tagespresse und Technik, Leipzig 1935., S. 80.

87 Ernst Fischer (Hg.), Literarische Agenturen. Die heimlichen Herrscher im Literaturbetrieb?

erschließen lässt), noch dass der Zuhörer in der Lage war – zumindest in den Anfangsjahren des Rundfunks –, die Sendungen in einer verständlichen Qualität vollständig zu empfangen. Während die Rundfunkzeitschriften wenigstens rudimentär die wirklichen Übertragungen nachvollziehbar machen, erzeugen sie andererseits durch die Aufbereitung des Programms mit begleitenden Artikeln und Illustrationen aber auch mit Informationen zur Rundfunktechnik und einer nur teilweise aufs Programm bezogenen kulturellen Berichterstattung eine eigene neue Form eines Zwischenmediums bzw. eines Elements eines Medienverbunds, der naturgemäß seinen wissenschaftlich-technischen Affinitäten folgen sollte.[88]

Im Gegensatz zu den vergleichsweise übersichtlichen Erscheinungsformen der Populärwissenschaft im 19. Jahrhundert spielt bei der Betrachtung der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert die Medienverflechtung eine neue und wesentliche Rolle. Illustrierte Rundfunkzeitschriften und Zeitungsbeilagen, Bücher, die aus Rundfunksendungen entstanden sind oder Rundfunkübertragungen von Vorträgen, die vom Verlag des *Kosmos* und der *Technischen Monatshefte* organisiert wurden, oder auch die populärwissenschaftliche Zeitschrift *Illustrierte Technik für Jedermann*, die aus der Rundfunkbeilage der *Münchner Illustrierten* hervorgegangen ist, dies alles sind Beispiele für die Mediendynamik, Medienverflechtung und "Multimedialität", die das 20. Jahrhundert prägt.

Zugänge

Konnte das Phänomen der Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert noch über die Entwicklung der sie weitgehend tragenden sozialen Institutionen beschrieben werden, würde für das 20. Jahrhundert ein solcher Zugriff Gefahr laufen, wesentliche Faktoren der modernen Populärwissenschaft zu übersehen.[89] In dem Maße, in dem der Zugang zu wissenschaftlichen und technischen Wissensbeständen für engere oder weitere Publikumsschichten nicht mehr an die Mitgliedschaft in spezifischen Vereinen, das Abonnement von Zeitschriften oder den Bezug von Jahrbüchern gebunden war, sondern attraktiv illustrierte populärwissenschaftliche Zeitschriften auch am Kiosk erworben wurden, der Zeitungsleser die wissenschaftliche oder technische Beilage seiner Tageszeitung, die ohnehin ins Haus kam, studierte oder gleich wegwarf und der Radiohörer die eine Sendung einschaltete und andere des gleichen Senders verstummen ließ, in diesem Maße muss sich eine Geschichte der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert auf neue Produzenten, Vermittlungssysteme, Konsumentengruppen und Mediennutzungsverhalten einstellen.

Neben generellen Individualisierungstendenzen, die sich auch in der Nutzung von Medien zeigten, fiel das Interesse an der Wissenschaft nicht mehr zusammen mit mehr oder weniger inszenierten bürgerlichen Kompensationspraktiken in Bezug auf ausgemachte Bildungsdesiderate. An ihre Stelle trat die Demonstration technisch-moderner Individuali-

88 Thomas Bauer, Deutsche Programmpresse 1923 bis 1941. Entstehung, Entwicklung und Kontinuität der Rundfunkzeitschriften, München 1993.

89 Wegweisend für eine Interpretation der populärwissenschaftlichen Kultur des 19. Jahrhunderts aus der bürgerlichen Vereinskultur sind Andreas Daums Studien zur Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert.

tät, wie sie von Organen bedient wurde, die wissenschaftliche Einsicht und technische Potenz in einer Form präsentierten und in einen Kontext stellten, den wir heute mit dem Begriff Lifestyle bezeichnen würden. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Werbung in populärwissenschaftlichen Zeitschriften großer Verlagshäuser der Weimarer Periode betrachtet, die Populärwissenschaft nicht zuletzt auch als Stoff erkannten, in dessen Umfeld Konsum- und Luxusgüter ihre Kunden fanden.

Zur Individualisierung trat die Beschleunigung. Sie wurde im Publikationswesen durch Zeitungsausgaben deutlich, die bis zu dreimal täglich erschienen, oder die durch Titel oder Bewerbung Schnelligkeit reklamierten wie die Mittagszeitungen *B. Z. am Mittag* seit der Freigabe des Straßenverkaufs 1904 bzw. die Abendzeitung *Tempo*, die besonders für eine junge Nachkriegs- und Nachinflationsgeneration konzipiert worden war, die als "'neuzeitlich sachlich' , vielleicht etwas zu nüchtern technisch-materialistisch, aber auch sehr klardenkend und schnellauffassend" charakterisiert wurde.[90] Sowohl der Umstand, dass Populärwissenschaft ein attraktives Werbeumfeld bieten konnte, wie die Beschleunigung der Kommunikation weisen auf eine neue Qualität der Kommerzialisierung hin, die auch die Wissenschaftsvermittlung nicht unberührt ließ. Dies galt zumindest im Bereich der Printmedien, im staatlich kontrollierten deutschen Rundfunk sollte Werbung keine Rolle spielen.

Die Medien- und Auflagenrevolution seit Anfang des 20. Jahrhunderts lässt die Welt der Populärwissenschaft im 19. Jahrhundert klein und langsam erscheinen. Zeitschriften erschienen hier in Auflagen von einigen Hundert oder wenigen Tausend Exemplaren.[91] Selbst, wenn man von dem kometenhaften Auflagenaufstieg des 1904 gegründeten *Kosmos* (und der 1910 nachgeschobenen Konzeptkopie *Natur*) absieht, der etwa 1907 die Grenze von 10.000 Exemplaren überschritt und bis zum Ersten Weltkrieg sogar 100.000 Hefte monatlich absetzte, erreichten neue Organe wie die *Umschau* oder *Technische Monatshefte* bereits vor Beginn des Ersten Weltkriegs einen Leserkreis, der jenen um ein Vielfaches übertraf, der ein oder zwei Jahrzehnte zuvor durch das bürgerliche Projekt der Wissenschaftspopularisierung erreicht werden konnte. Populäre Repräsentationen wissenschaftlichen Wissens etablieren sich nun auch auf neuen Niveaus hinsichtlich der Verbreitung und in neuen Genres. Diese Auffächerung des populärwissenschaftlichen Diskurses verbindet sich auch mit einer Pluralisierung der Autoren oder Vermittler, die eine idealtypische Charakterisierung erschweren.[92]

Das schlichte Postulat, dass einzig der sich etablierende Wissenschaftsjournalismus die Szene der Produzenten populärwissenschaftlicher Darstellungen erweitert oder gar revolutioniert hätte, greift sicherlich zu kurz.[93] Einerseits muss auch im deutschen Fall mit

90 Zur B.Z. vgl. Kauder, "Bezett! – Bezett am Mittag!" Tempo, Berliner Abend-Zeitung, erschien seit dem 12. Sept. 1928 zunächst sogar mehrmals täglich, dann an Wochentagen. Zitat aus N.N., Tempo, die Zeitung der Zeit, Ullstein Berichte, Okt. 1928, 3-4, auf S. 3.

91 Daum, Wissenschaftspopularisierung, S. 375f.

92 Daum, Wissenschaftspopularisierung, subsumiert in Kap. VII die Vermittler des 19. Jahrhunderts unter die Kategorien "Professionelle Popularisierer", "Okkasionelle Popularisierer", "Universitäre oder akademische Popularisier" und "akademische Meinungsführer und wissenschaftliche Standespolitiker", S. 383.

93 Das Desiderat Geschichte des Wissenschaftsjournalismus wird bislang kaum gelöst durch Andreas Daum, Geschichte des Wissenschaftsjournalismus, in: Holger Hettwer/Markus

Mythen aufgeräumt werden, die die Rolle der Wissenschaftler selbst bei der Wissenschaftsvermittlung betrifft. Wie kürzlich von Peter Bowler für den britischen Fall gezeigt wurde, hat das verbreitete Bild des isolierten Spezialisten unterstellt, dass der Wissenschaftler sich aufgrund der fortschreitenden Professionalisierung aus dem Geschäft der Vermittlung seiner Erkenntnisse zurückgezogen hätte. Betrachtet man jedoch den differenzierten Markt, der neben trivialpopulärwissenschaftlicher Literatur auch seriöse wissenschaftsvermittelnde Schriften und im britischen Fall insbesondere auch eine große Auswahl von populärer Weiterbildungsliteratur aus autoritativer Feder umfasste, entlarvt sich die These, dass die Wissenschaftler das Feld der Wissenschaftsvermittlung bereitwillig anderen überlassen hätten, als Mythos.[94]

Andererseits bringt die eher langsame Entstehung eines Wissenschafts- und Technikjournalismus eine weitere Auffächerung populärwissenschaftlicher Praktiken mit sich. Dieser musste seine Position erst zwischen traditionellem Journalismus, wissenschaftlichen Ansprüchen, industrieller Einflussnahme und professioneller Eigenständigkeit finden, wobei Wissenschaftler, Personen mit wissenschaftlicher Ausbildung sowie Literaten und Journalisten, die das Feld der Naturwissenschaften oder der Technik als Thema entdeckten, nebeneinanderstanden. Im *Berliner Tageblatt* kam so Hans Dominik als freier Journalist auf Zeilenhonorarbasis genauso zu Wort etwa der Nobelpreisträger Max von Laue, in *Koralle* erschienen Texte des renommierten Physikers Erwin Schrödinger neben solchen des für Physik zuständigen Redakteurs Werner Leszynski, der als Person weithin unbekannt und undokumentiert blieb. Dieser Umstand der Auffächerung des Autorenkreises erschwert einen prosopographischen Zugriff. Nicht nur, da die Zahl der Vermittler im 20. Jahrhundert stark wuchs und biographische oder professionelle Zeugnisse von Journalisten und nicht direkt ins Wissenschaftssystem integrierten Personen nicht hinreichend vorliegen, sondern auch da sich deren Interessen an dem Gut – oder der Ware – Populärwissenschaft stark unterschieden.

Ein vielversprechender Zugang zum System der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert könnte, wenn nicht über die einzelnen Autoren, so doch über die Verlage und Redaktionen führen. Diese letztlich wirtschaftlichen definierten Institutionen könnten für das Zeitalter der Massenmedien eine ähnliche Rolle spielen, wie sie im 19. Jahrhundert die Vereine als soziale Institutionen für die Wissenschaftspopularisierung eingenommen hatten. (Allein in der DDR wird die Wissenschaftsvermittlung als sozialistisches Projekt weitgehend wieder zum Spielball von Partei und Organisationen.) Von Ausnahmen etwa

Lehmkuhl/Holger Wormer/Franco Zotta (Hg.), WissensWelten. Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis, (2008), S. 155-175. Eine "brief history of science journalism" findet sich vorrangig am Beispiel Großbritanniens und Italiens in einigen Beiträgen in Martin Bauer/ Massimiano Bucchi, Journalism, Science and Society. Science Communication between News and Public Relations, London 2007. Zu Deutschland vgl. Hans Christian Förster, Am Anfang war die TELI. Journalismus für Wissenschaft und Technik Berlin 2007. Eine einschneidende Transformation durch den Wissenschaftsjournalismus postulierte Peter Weingart, Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit, Weilerswist 2005.

94 Peter Bowler, Science for All: Scientists and Popular Science Writing in Early Twentieth-Century Britain, Chicago 2009. 2009, S. 4-8; Peter Bowler, Presidential address. Experts and publishers. Writing popular science in early twentieth-century Britain, writing popular history of science now, British Journal in the Historiy of Science 39 (2006), S. 169–187 .

zum Springer Verlag oder Vieweg abgesehen,[95] ist der bescheidene Forschungsstand zum Innenleben von Verlagen und Zeitschriften- oder Zeitungsredaktionen einer schlechten Quellenlage zu schulden. Je höher die Periodizität eines Mediums war und damit der redaktionelle Durchsatz, desto geringer wird die Chance sein, dass Quellen aufgehoben wurden. Dort wo Verlagsarchive relevante Bestände gesammelt hatten, sind sie häufig wiederum durch Kriegsverluste verlorengegangen.[96]

Die hier sichtbar gewordene doppelte Problematik von Vielfalt und Lücke bzw. Quantität der Bestände und Einseitigkeit der Quellen verlangt daher nach einigen methodischen Überlegungen, wie sich über das Exemplarische hinausgehende Ergebnisse zur Geschichte der Wissenschaftsvermittlung für das 20. Jahrhundert überhaupt gewinnen lassen.

Klar ist, dass weniger noch, als dies für das 19. Jahrhundert der Fall war, sich die Analyse populärwissenschaftlicher Beiträge nicht nach dem System der Wissenschaft beschreiben lässt. Zwar sind viele populärwissenschaftliche Zeitschriften zum Teil sehr gut erschlossen, vielfach mit Registern, Verweisen und Referenzen versehen und auch die Frankfurter Zeitung druckte für ihr technische Beilage Jahresstichwortregister, doch diese Tendenz das wissenschaftliche Ordnungs- und Verweisungssystem in den Bereich des Populären zu verlängern, trägt umso weniger weit, je breiter die angesprochen Leserschichten wurden. So finden sich nicht wenige Beiträge zu wissenschaftlichen und technischen Fragen auch in Wochenblättern wie der Berliner Illustrirten Zeitung oder in Ullsteins Unterhaltungsmagazin Uhu, aber ohne vollständige Durchsicht dieser Schriften lässt sich die eher unsystematische Berichterstattung nicht erschließen. Für Zeitungen – mit der erwähnten Ausnahme für die Auswahlbibliographie zu "Aufsätzen von möglichst dauerndem Werte" für 1908 bis 1944 – und die Rundfunkprogramme gilt Ähnliches. Will man nicht in der Durchsicht der Gesamtheit der Medienprodukte untergehen, muss man Auswahlentscheidungen treffen.

Unter Bemühung der geographischen Metapher lassen sich die methodischen Probleme der Untersuchung populärwissenschaftlicher Wissensbestände im 20. Jahrhundert auf die Unerschlossenheit des Terrains zurückführen. Die Erschließungsstrategien können entsprechend bestimmten geographischen Besonderheiten folgen: die Küste entlangsegeln, einem Fluss zur Quelle folgen oder mit Hilfe eines Kompasses einem Längen- oder Breitengrad folgen. Was – in diesem Bild bleibend – allerdings nicht geht, ist, einen Aussichtspunkt zu erklimmen oder noch einfacher ein Luftbild oder eine Satellitenaufnahme zu machen. Text müssen gelesen, Artikel oder Sendungen herausgesucht und verortet werden, neben den Koordinaten Autor, Vermittlungsmedium und Adressat kommt die Zeitachse hinzu, an der etwa die Einführung neuer Medien abzutragen ist, woran aber auch die politischen und gesellschaftlichen Änderungen markiert werden müssen.

Einen gewissen Eindruck vom Terrain der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert kann man weiterhin dadurch gewinnen, dass man die Wege einzelner wichtiger Personen nachgeht. So verlängert sich etwa die Bahn, die der Lehrer und "okkasionelle

95 Heinz Sarkowski, Der Springer Verlag. Stationen seiner Geschichte 1: 1842-1945, Berlin u.a. 1992; Franck Holl, Produktion und Distribution wissenschaftlicher Literatur. Der Physiker Max Born und sein Verleger Ferdinand Springer 1913-1970, Archiv für Geschichte des Buchwesens 45 (1996), S. 1-343.

96 So insbesondere bei den Verlagen Franckh, Goeschen und Vieweg.

Popularisierer" Kurd Laßwitz bereit seit Ende des 19. Jahrhunderts beschritt und die ihn schließlich zum Begründer der deutschen Science-Fiction-Literatur werden ließ, durch seinen Sohn, den Ingenieur Erich Laßwitz, der von 1919 bis 1943 bei der Frankfurter Zeitung Redakteur der Beilage *Das Technische Blatt* war und der nach dem Zweiten Weltkrieg die erste Lizenz für eine neue populärwissenschaftliche Zeitschrift *Orion* erhielt (für die wiederum sein Sohn recherchierte). Eine ähnliche Trajektorie verfolgte Hans Dominik, der als Ingenieur zunächst in der PR-Abteilung der Industrie arbeitete, bevor er sich ganz der populärwissenschaftlichen Publizistik widmete und Artikel für Zeitungen schrieb. Nach kurzer Betätigung für die Wissenschaftsfilmabteilung der Deutschen Lichtspielgesellschaft widmete er sich ganz der Science-Fiction-Trivialliteratur. Ein Beispiel dafür, dass populärwissenschaftliche Betätigung indirekt auch wieder in die Wissenschaft zurückführen kann, liefert Heinrich Bechhold, der langfristig seine wissenschaftliche Karriere dadurch verwirklichte, dass die Einnahmen aus seiner erfolgreichen Zeitschrift Umschau, die ab 1897 erschien, im 1911 schließlich erlaubten, sich quasi sein eigenes Universitätsinstitut zu stiften.[97]

Trotz dieser vielfältigen Verknüpfungen, die einzelne Biographien zwischen Feldern von Wissenschaft und Populärkultur herstellen, handelt es sich in Bezug auf eine Erkundung des Terrains lediglich um ausgewählte Reiseberichte auf speziellen Routen. Zur Prüfung der eingangs aufgestellten Thesen muss aber zwangsläufig eine Art Kartographierung des Terrains nach systematischen Gesichtspunkten vorgenommen werden. Unter einem gewissen Verlust narrativer Qualitäten sichert allein ein analytisches Vorgehen, welches Querschnitte durch das Gelände anfertigt und Profile erstellt, dass sich bei richtiger Wahl geeigneter Schnittlinien wesentliche Formationen der Landschaft erkennen lassen.

Solche Kartographierungen, die wiederholt in den vorgelegten Arbeiten vorgenommen wurden, kombinieren verschiedene zeitliche Schnitte mit einer thematischen Auswahl, die Grundlageninnovationen der Naturwissenschaften, insbesondere Atomtheorien und -vorstellungen, in den Mittelpunkt stellen. Hierbei müssen auch verschiedenen Niveaus der Wissenschaftlichkeit bzw. der Popularität betrachtet werden, um im übertragenen Sinn die auf der Oberfläche gedeihende Vegetation mit dem darunter liegenden Boden zu verbinden und damit die generelle Landesnatur zu beschreiben. Ziel ist es, eine Geographie des populären Wissens und seiner Grenzverläufe zu skizzieren, die es erlaubt, die Übergangs- und Wechselwirkungsbereiche mit der Fachwissenschaft und der wissenschaftlichen Praxis auszumessen.

Das Raster einer solchen Kartographie der Wissenschaftsvermittlung im 20. Jahrhundert kann durch vier Dimensionen bestimmt werden: Die erste Dimension beschreibt das *System* der Organe und Medien der Wissenschaftsvermittlung. Der Begriff System kennzeichnet, dass es nicht um die Beschreibung der Entwicklung einzelner Organe wie etwa einer Zeitschrift oder einer Sendereihe im Radio geht, sondern um deren Verortung in

97 Zu Kurd Laßwitz und Hans Dominik vgl. William B. Fischer, The Empire strikes out: Kurd Laßwitz, Hans Dominik, and the development of German science fiction, Bowling Green, Ohio 1984. Zu Erich Laßwitz vgl. Walter Kaufmann/Eva Reinecke, Wer war der Herr mit der Zigarre? Der Ingenieur und Publizist Erich Laßwitz (1880–1959) Murnau (2004), und Eva Reineke, Erich Laßwitz und "Das Technische Blatt" (1919-1943). Zu Bechhold vgl. Rolf Jäger, Bechhold, Heinrich Jakob (NDB), in: Neue Deutsche Biographie 1 (1953), S. 691 f.

einem Ensemble von Organen, die sich in einer gewissen Konkurrenz oder Arbeitsteilung verorten lassen. Natürlich sind solche Vermittlungssysteme historisch Änderungen unterworfen, die eine bisweilen komplexe Dynamik entfalten mögen. Das Hauptinteresse liegt für die hier verfolgten Fragen indes auf der Ausbildung relativer stabiler Konstellationen, in denen sich spezifische Formen der Wissenschaftsvermittlung arbeitsteilig und das Publikum differenzierend ausbilden.[98]

Die zweite Dimension beschreibt den inhaltlichen *Diskurs*. Eine Analyse der Aushandlungsdiskurse in Wissenschaft und Öffentlichkeit am Schlüsselthema Atomvorstellungen soll es erlauben, die epistemologischen Wechselwirkungen zwischen wissenschaftlichen und populären Wissensbeständen bzw. Wissensnachfragen zu analysieren. Hier stehen populärwissenschaftliche Formen im Vordergrund, die ein wissenschafts- und technikinteressiertes Publikum erreichen sollen, das durch eigene Interessen und Wissensnachfragen epistemologische Rückkopplungen in die Wissenschaft hineintragen können.

Die *Medialisierung* bzw. neue Dynamik der Massenmedien, die nach der Jahrhundertwende auch die Wissenschaftsvermittlung erfassen, legt die dritte Dimension fest. Da hier die wissenschaftlichen Ordnungs- und Abgrenzungskategorien nicht mehr greifen, sondern insbesondere Resonanzen mit außerwissenschaftlichen Wissensbeständen und Interessen bestehen, lässt sich diese Ebene der Wissenschaftsvermittlung nur unter Einbeziehung quantitativer Auswertungen beschreiben, etwa mit Teil- und Vollerfassungen von Zeitungsartikeln oder Rundfunkprogrammen. Hierbei ist es sinnvoll sich auf Perioden zu beschränken, die in Bezug auf andere Dimensionen eine gewisse Stabilität gezeigt haben.

Die vierte Ebene betrachtet die *Metadiskurse* und *Infrastrukturen* der Wissenschaftsvermittlung. Dazu gehört die Selbstreflektion der daran beteiligten Akteure. So diskutieren die Branchenblätter der Zeitungswirtschaft wiederholt Formen und Arbeitsteilung der Berichterstattung über Wissenschaft und Technik in den verschiedenen Teilen und Beilagen der Zeitung bzw. der Rollenverteilung von Tagespresse und populärwissenschaftlichen Zeitschriften. Ebenso begleitet die Etablierung des Rundfunks in Deutschland eine langanhaltende Diskussion über Möglichkeiten, Formen und Themen wissenschaftsvermittelnder Rundfunkprogramme, genauso wie die Frage, welches Verhältnis Radio und Printmedien zueinander eingehen sollten. Hier spielte das Zusammentreffen von perfektionierter Visualität der Printmedien und sekundärer Oralität des neuen auditiven aber bildlosen Mediums eine wichtige Rolle. Neben diesen Metadiskursen etablieren sich aber auch handfeste Maschinerien der Wissenschaftsvermittlung, die sich in Strukturen der großen Verlage, der staatlichen Steuerung aber auch in Interessengemeinschaften etwa der Wissenschaftsjournalisten zeigen.

Wesentliches Merkmal dieses multidimensionalen kartographischen Vorgehens ist es, systemtheoretische Vorstellungen von zwar wechselwirkenden aber strukturell und epistemisch klar voneinander getrennten (autonomen) Subsystemen zu überwinden. Die sich auflösenden Grenzen und weniger starr werdenden Kopplungen und die neu entstehenden Rückkopplungen zwischen Wissenschaft, Politik, Wirtschaft, Kunst, Religion

98 In Foucaults Bild ist das Ziel der Systemsicht, die Parzellierung der Diskursgesellschaften zu beschreiben.

oder auch Recht mit der Öffentlichkeit[99] führen auch zu einer Vermischung der Systemlogiken und ermöglichen es die Wissensproduktion und Aushandlungsprozesse über Wissensbestände im interdiskursiven Überlappungsgebiet zu analysieren. Es gilt im Falle der populären Wissenschaft das für beide Seiten produktive Wechselverhältnis so zu verstehen, wie es bereits Ludwik Fleck angeregt hatte, dass nämlich wesentliche Elemente wissenschaftlicher Erkenntnis erst im Denkverkehr mit der Öffentlichkeit entstehen. Hierin liegt primär die epistemologische Bedeutung populären Wissens und der Prozesse der Wissenschaftsvermittlung auch für die Wissenschaft selbst.

99 Strenggenommen gehören nach Luhmann nur die Medien, nicht aber die Öffentlichkeit zu den Subsystemen der Gesellschaft, in der Diskussion wird sie aber verkürzt so behandelt. Die Öffentlichkeit tritt nicht zuletzt aus Quellengründen in der vorliegenden Untersuchung nicht direkt, sondern immer medienvermittelt in Erscheinung; insofern müsste eine streng der Systemtheorie verbundene Darstellung Öffentlichkeit auf Medien und Wirtschaft (im Falle der DDR vielleicht eher auf Medien und Politik) zurückzuführen versuchen.

5. Zum Programm der publizierten Arbeiten

Der erste, 2008 in der Zeitschrift *Geschichte und Gesellschaft* erschienene Text (1.) stellt die zentrale historiographische Fragestellung und den zur Bestimmung des Wechselwirkungsverhältnisses von Wissenschaft und Öffentlichkeit verfolgte Forschungsansatz einem allgemeinen historischen Publikum vor und bildet hier den ersten Teil der Schriften. Unter dem Titel "Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert" wird zwischen den Epochen der Wissenschaftspopularisierung einerseits und der Wissenschafts- und Informationsgesellschaft andererseits jene der Wissenschaftsvermittlung verortet und Abgrenzungskriterien zwischen diesen drei Modi des Verhältnisses von Wissenschaft und Öffentlichkeit formuliert. Als analytisches Werkzeug wird ein differenzierendes Modell der Vermittlungs- bzw. Aushandlungsdiskurse zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit eingeführt, um deren diskursive Konstellationen erfassen zu können. Begriffsgeschichtliche Betrachtungen und eine Analyse des Akteursgebrauchs des Begriffs Popularisierung legen es daher bereits nahe, eine von den Zäsuren der politischen Geschichte abweichende Periodisierung vorzunehmen, und die Epoche der Wissenschaftsvermittlung zwischen etwa 1900 und 1960 zu verorten. Sie ist mit einem diskursiven Modus verbunden, in dem Wissenschaft und Öffentlichkeit in wechselseitige Ressourcenbeziehungen treten, ohne dabei einander infrage zu stellen. Als Oberbegriff für diesen Begriffs- und "Denkverkehr" (Fleck) hat sich in den Jahren nach der Veröffentlichung der der Zirkulation etabliert.[100]

Methodologische Überlegungen dazu, wie eine historische Analyse dieser Relation oder Beziehung durchgeführt werden kann, führen zu einem gestuften Modell, das die monolithischen Bereiche Wissenschaft und Öffentlichkeit zugunsten mehrerer Ebenen zwischen Fachwissenschaft und breiten Öffentlichkeit auffächert (S. 63). Es verbindet Ergebnisse der *(science) policy studies* mit der Wissenschaftssoziologie und führt etwa die Begriffe *attentive public* (interessierte Öffentlichkeit) und Fachöffentlichkeit ein, um auf diese Weise Vermittlungs- und Aushandlungsdiskurse zu entflechten, die auf unterschiedlichen diskursiven Ebenen stattfinden und daher unterschiedliche Funktionen erfüllen können. Ohne diese Möglichkeit, die für die Epoche der Wissenschaftsvermittlung zentrale Pluralisierung der Diskurse zu erfassen, ließen sich wichtige neue Funktionen populären Wissens im 20. Jahrhundert wie der der Ressourcenbeziehungen bzw. Wissenszirkulation kaum beschreiben.

Das hier entwickelte Instrumentarium wird schließlich zur Kritik zweier in der Literatur verbreiteter Thesen erprobt: jener Peter Weingarts, dass die Wissenschaft in den 1920er Jahren einer rasanten Medialisierung unterworfen worden sein, die Wissenschaftsjournalismus und die Operationslogik der Medien quasi handstreichartig etabliert hätte,

100 Zur Verwendung des Begriffs der Zirkulation vgl. etwa Sybilla Nikolow und Lars Bluma: Die Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Ein historiographischer Essay, in: Bernd Hüppauf und Peter Weingart (Hg.): Frosch und Frankenstein: Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft, Bielefeld 2009, S. 45-78; Antoni Roca-Rosell (Hg.): The Circulation of Science and Technology (Proceedings of the 4th International Conference of the European Society for the History of Science, Barcelona 2012. Vgl. aber bereits Michel Callon (Hg.): La Science et ses Réseaux. Genèse et Circulation des Faits Scientifiques, Paris 1989.

und jener einer sich im 20. Jahrhundert immer weiter vergrößernden Kluft zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, die von Bernadette Bensaude-Vincent formuliert und hinterfragt wurde (S. 68ff.).

Der zweite Teil umfasst insgesamt vier Texte (2. bis 5.), die den gerade entwickelten begrifflichen Rahmen und das Instrumentarium auf eine komplexe Fallstudie über die Etablierung von Atomvorstellungen und Atombildern zusammen mit der Öffentlichkeit anwenden. In dem in einem von mir mitherausgegebenen Sammelband erschienenen Beitrag zu "Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik" (2.) werden zwei Forschungsstränge parallel entwickelt: Der öffentliche Diskurs über Vorstellungen, Bilder und Modelle von der Materie mit seiner Rückwirkung auf die Begriffs- und Theoriebildung in der Atomphysik einerseits und eine differenzierte Darstellung des Vermittlungssystems der Naturwissenschaften, das heißt des Ensembles der verschiedenen Organe der Wissenschaftsvermittlung, der Autoren und Verleger sowie der adressierten Publika andererseits. Es wird nachgezeichnet, wie sich ein neues Bild von der Materie herausgebildet hat, welche Hindernisse für neues Wissen ihm entgegenstanden und welche Rolle dabei die Vermittlung zentraler Ergebnisse der Forschung und die Auseinandersetzung mit öffentlichen Wissensbeständen hatten. Letztlich geht es darum, die "starke" These[101], dass die Öffentlichkeit einen Anteil an der Rekonfiguration atomistischer Ikonografien hatte, also intern codierte Forschungsprogramme beeinflusst hat, im Sinne der Differenzierung von Wissenschaft und Öffentlichkeit nach dem Schichtenmodell zu belegen.

Das hier am Beispiel der Materievorstellungen aufgezeigte Vermittlungssystem von einer Vielfalt von Zeitschriften, die zwischen je spezifischen Ebenen der Wissenschaft und der Öffentlichkeit kommunizieren, wird später noch für die Medien Zeitung, Buchreihe, Rundfunk und Museum erweitert und als Infrastruktur interpretiert. Es zeigt sich aber bereits bei der "Zeitschriftenwissenschaft", welche epistemischen und symbolischen Funktionen das Ensemble von Diskursen über Wissenschaft übernimmt.

Der folgende zusammen mit Ulrike Thoms verfasste Text vergleicht die Vermittlungsdiskurse zu den Materie- und Atomvorstellungen mit denen aus der Biologie am Beispiel der Vitamine,[102] um Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Fälle aus ganz verschiedenen Wissenschaftsbereichen zu ermitteln. In "Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle. Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs" (3.) werden unter den Stichworten Relevanz, Resonanz und Transaktionskosten wesentliche Faktoren für die Zirkulation von Wissen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit identifiziert und diskursanalytisch charakterisiert. Dabei können sowohl Verbindungen zwischen Beispielen aus der Wissenschaftsgeschichte und Michel Foucaults Entwicklung seiner Diskursanalyse in Anschlag gebracht werden, als auch Jürgen Links Begriff des Interdiskurses zur Illustration der Thesen herangezogen werden.

101 Im Sinne eines *strong program*, vgl. David Bloor: Knowledge and Social Imagery, London 1976.

102 Grundlage ist die Studie Ulrike Thoms, „Vitaminfragen - kein Vitaminrummel?“ Die deutsche Vitaminforschung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zur Öffentlichkeit, in: Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher, Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/New York 2007, S. 75-96.

Die beiden Texte "Einsicht in die Materie. Konjunkturen und Formen von Atombildern" (4.) und "Bohrsche Bahnen in Europa. Bilder und Modelle zur Vermittlung des modernen Atoms" (5.) erweitern die Analyse um die Dimension der Materialität des Wissens und gehen dabei stärker auf Diskurse in der Wissenschaft zurück. Ausgehend von dem heute fast selbstverständlichen Blick in die Nanowelt und einem aktuellen Beispiel, wie sich zuletzt in der Wissenschaft Medialisierung und naiver Bildrealismus etabliert haben, werden die Prozeduren der Bilderzeugung und die Rolle der dazu in den Naturwissenschaften verwendeten materiellen Objekte betrachtet.[103] Dabei stehen im ersten der beiden Texte (4.) drei Fragen im Mittelpunkt: Wie hat sich in der Wissenschaft, aber auch in der Öffentlichkeit, das "Sehen" im Zusammenspiel mit Instrumenten und bildgebenden Verfahren verändert? Welchen Nutzen hatten diese interdiskursiven Bilder für die Wissenschaft, welchen für die Wissensnachfrage durch die Öffentlichkeit? Und: Welche Konjunkturen von Bildernachfrage gab es historisch, sowohl von Seiten der Wissenschaft wie von Seiten der Öffentlichkeit? Die Beantwortung dieser Fragen stellt sich als alles andere als trivial heraus, da sich im 20. Jahrhundert zwei Bildtraditionen überlagerten, die vereinfacht als Abbildung vs. Visualisierung charakterisiert werden können. Ziel ist es, zu beschreiben, welche Bilder und welche Ausstellungsmodelle für die sich verändernden Sehgewohnheiten sowohl in der Wissenschaft als auch in der Öffentlichkeit als akzeptable Vermittlungsmedien sich durchsetzen. Zugespitzt lässt sich für die Bildlichkeit des Atoms der Slogan "außer Sicht, aber im Bilde" anführen (S. 157).

Der zweite der beiden Texte zur Materialität von Wissen am Beispiel der Atombilder und -modelle, fokussiert stärker auf die öffentlichkeitswirksamen Modelle, die in den Vermittlungsmedien Wissenschaftsmuseum bzw. Wissenschaftsausstellung anzutreffen sind, und analysiert diese im internationalen Vergleich insbesondere zwischen Deutschland und Großbritannien. Daneben bietet die Betrachtung eines populären dänischen Buchs, das aufgrund des großen Erfolgs des Atommodells von Niels Bohr nach dem Ersten Weltkrieg in viele Sprachen übersetzt wurde, einen Einblick in die unterschiedliche öffentliche Rezeption in Europa. Die Unterschiede der übersetzten und entsprechend der unterschiedlichen Veröffentlichungszeitpunkte angepassten Ausgaben und Auflagen geben einen Einblick in nationale Rezeptionskonjunkturen. Unterschiede sowohl in der Begrifflichkeit (z. B. "Das Atom als Planetensystem" vs. "The nuclear atom", also der Verzicht auf die astronomische Analogie im Englischen) als auch in der Bebilderung geben ein erstes Beispiel für nationale Prägungen von populären Wissens- und Wissenschaftskulturen. Sie zeigen aber zugleich, dass die verschiedenen etwa in Großbritannien und Deutschland präsentierten Atommodelle doch gleichermaßen breit rezipiert wurden, ob im Deutschen Museum in München ab 1918 oder auf der British Empire Exhibition in Wembley in den Jahren 1924 und 1925 bzw. im Science Museum in London danach (S. 171ff.).

Die Texte des dritten Teils untersuchen die Rolle und Funktion der Wissenschaftsvermittlung innerhalb der politischen und kulturellen Kontexte Deutschlands. Sie konzentrieren sich dabei auf jeweils relativ stabile Phasen, in denen das Vermittlungssystem etwa kommerzieller Printprodukte sich entsprechend der wirtschaftlichen und politischen

103 Das hier in seiner öffentlichkeitswirksamen Darstellung kritisch hinterfragte Verfahren für eine neuartige Lichtmikroskopie hat durch die Verleihung des Physiknobelpreises an Stefan Hell für das Jahr 2014 gerade neue Relevanz gewonnen.

Randbedingungen etabliert hat; später kommt der staatlich kontrollierte Rundfunk hinzu. Kaiserreich, Weimarer Republik und das geteilte Nachkriegsdeutschland entwickelten Vermittlungssysteme – Ensembles von Zeitschriften, Buchreihen, Zeitungsrubriken und -beilagen, Wissenschaftsrundfunk inklusive der sie tragenden privatwirtschaftlichen oder staatlichen Institutionen – von hoher struktureller Ähnlichkeit. (Dies gilt sogar nach 1949 in beiden deutschen Staaten; es bleibt dem vierten Teil vorbehalten, die Frage nach den Unterschieden der Inhalte zu stellen.)

In "Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu. Zur Bedeutung der populären Wissenschaftsvermittlung im späten Kaiserreich und in der Weimarer Republik" (6.) wird eine in der Wissenschaftsgeschichte prominente These von der Beeinflussung der modernen Physik durch ein lebensphilosophisches bestimmtes "Kultur-Milieu" aus der hier etablierten Perspektive der Öffentlichkeit neu bewertet. Die Übertragung gesellschaftlicher Krisendiskurse, die vor allem im akademischen Bereich kursierten, auf die Naturwissenschaft und eine Infragestellung ihrer Rationalitäts- und Kausalitätsstandards im Zuge eine "Feindseligkeit" gegenüber exakter Naturwissenschaft in der Weimarer Republik, die insbesondere die Physiker zu einer "Kapitulation" vor dem Zeitgeist veranlasst hätte, lässt sich wiederum durch die Entflechtung verschiedener Diskurse auf unterschiedlichen Ebenen von Wissenschaft und Öffentlichkeit auflösen. Akademischer Widerstand gegen Rationalismus und Kausalität kann durchaus koexistieren mit öffentlicher Begeisterung über populäre Darstellungen der Quantenmechanik. Theoretische Physik – aber auch Pseudowissenschaft oder futuristische Technik – eignete sich in der aufkommenden Konsumgesellschaft als akzeptierter Lesestoff immer breitere Schichten und für Verleger als Vehikel für einträgliche Werbung für Konsumprodukte und technische Waren, ein Zusammenhang, den etwa der Ullstein Verlag in seinen Mitteilungsblättern für Werbekunden reflektiert (S. 187ff. und Abb. S. 292). Die hier zutage tretende, zuweilen auch widersprüchliche, Pluralität der Wissenschaftsvermittlung reicht nach dem Ersten Weltkrieg weit in die Wissenschaft zurück, wo selbst der Herausgeber der Annalen der Physik, Max Planck, demokratische Pluralität vor wissenschaftlicher Konsistenz der veröffentlichten Artikel selbst in einem wissenschaftlichen Fachorgan stellte.[104]

Während der erste Text in diesem Teil nun auch die Wissenschaftsvermittlung im Radio betrachtet und damit ein neues Massenmedium thematisiert, geht es im folgenden Artikel dieses Teils um ein weithin verborgenes Element des Vermittlungssystems, den Wissenschafts-Korrespondenzen. "Zwischen akademischer Rede und öffentlichem Diskurs: Kommunikationsstrategien der Akademien in der Zwischenkriegszeit" (7) betrachtet aus der Perspektive der führenden wissenschaftlichen Institutionen in Deutschland, den Akademien und der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Versuche durch ein geeignetes Vermittlungsmedium, den Diskurs über die Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaften zu Zeiten internationalen Boykotts zu beeinflussen. Die Korrespondenz *Forschungen und Fortschritte* war Organ einer "wissenschaftlichen Propaganda", betrieben von der PR-Agentur der Wissenschaft, der Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung, die als solche der Wissenschaftsvermittlung auch eine politische Rolle zuwies. Als Form einer "Außenkulturpolitik" diente Spitzenforschung der Nation, und die fast lückenlose Bereit-

104 Dieter Hoffmann: "... you can't say to anyone to their face: your paper is rubbish." Max Planck as Editor of the Annalen der Physik, Annalen der Physik 17 (2008), S. 273-301.

stellung der Korrespondenz über die Zeit des "Dritten Reichs" und über das Kriegsende hinweg erlaubt es, das offizielle Bild der Wissenschaft über politische Brüche hinweg zu verfolgen. Als Rückwirkung auf die Wissenschaft prägten diese Aktivitäten wiederum die Formen der wissenschaftlichen Kommunikation etwa in den Akademien, die sich ihrerseits in der Weimarer Republik einem öffentlichen Publikum geöffnet hatten.

Eine ganz andere Brücke von der Zwischenkriegszeit zur Nachkriegszeit schlägt der dritte Text "Physik und Politik: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger" (8), der nicht die Darstellung der Wissenschaft aus staatlich-institutioneller Perspektive, sondern aus der der führenden Akteure heraus untersucht. Das Beispiel der drei "Väter" der Quantenmechanik zeigt, wie sich ein wissenschaftliches Denkkollektiv gleichsam in einem politischen Kraftfeld aufspaltet, als im Zuge der Diskussion um die deutsche Wiederbewaffnung und die Atomrüstung sich die drei Physiker auf ganz unterschiedlichen Standpunkten und Rollen wiederfanden. Allen gemein ist aber der Versuch, ihre Wissenschaft für die Politik als Ressource mobilisieren zu wollen. Populäre Vorträge, politische Kundgebungen und regierungskritische Manifeste lassen nicht den Wissenschaftler als Privatperson erscheinen, sondern als politischer Debattenteilnehmer auf wissenschaftlicher Grundlage.

Während dieser Text Möglichkeiten und Grenzen der Mobilisierung wissenschaftlicher Argumente und wissenschaftlicher Autorität für die Politik analysiert, konzentriert sich der aus einem Vortrag zum 50. Jahrestag der Göttinger Erklärung hervorgegangene Text "Verantwortung made in Göttingen? Die Erklärung der Göttinger Achtzehn von 1957" (9.) auf die Konfrontation zwischen Wissenschaft und Politik, die über die Bande der Öffentlichkeit ausgetragen wurde, und entwickelt drei Thesen zum Ineinandergreifen von Wissenschaft, Macht und Politik. Der Wissenschaftlerprotest zur nuklearen Atombewaffnung der Bundesrepublik stellt zudem den Startschuss für eine tiefgreifende Transformation des Verhältnisses von Wissenschaft und Öffentlichkeit dar, an dessen Ende eine kritische Öffentlichkeit steht, die das Diskursmodell, das sich in den ersten sechs Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts etabliert hatte, aufkündigt und zu dem Modus der Wissens- und Informationsgesellschaft überleitet, für den dann staatlich verordnete Programme wie *public understanding of science* (PUS) organisiert wurden, um Tendenzen einer radikalen Infragestellung der Wissenschaft zu begegnen.

Der vierte Teil erweitert die Perspektive über die deutsche Entwicklung hinaus zu einer europäisch vergleichenden Analyse der Geschichte der Wissenschaftskommunikation im 20. Jahrhundert. Nach einer kurzen Skizze "A Preliminary Landscape of Popular Science Periodicals", die die wesentlichen Organe der Wissenschaftsvermittlung in Großbritannien, USA, Frankreich, Deutschland, Polen und Spanien zusammenträgt, und einigen "Notes on Literature for Some European Regions", die den Forschungsstand für diese Länder zusammenfasst – beide Texte sind einem Konferenz-Preprint vom MPI für Wissenschaftsgeschichte entnommen – umreißt ein kurzer Einleitungstext für ein Zeitschriftenheft zum Thema "Science Between News and Education: A European Perspective" einige Forschungsthemen für vergleichende Untersuchungen. Der Text "State-Controlled Multimedia for All? Science Programs in Early German Radio" (10.) behandelt dann ausführlicher das Wissenschaftsprogramm des deutschen Rundfunks, das im europäischen Vergleich eine außergewöhnlich reiche und vielfältige Qualität aufwies und so eine spezifisch deutsche

Form der Wissenschaftsvermittlung im Radio darstellte. Aufgrund der starken staatlichen Kontrolle und klaren politischen Einhegung – während die Kosten durch Gebühren mehr als refinanziert wurden – erhielt Wissenschaft im Rundfunk einen hohen Stellenwert als Kultur- und Bildungsgut, wobei auf eine große thematische Ausgewogenheit geachtet wurde. Während die Formen der Wissenschaftsvermittlung im Radio kaum an Modelle aus dem Printbereich anschließen konnten, in dem kommerzielle Interessen und Konkurrenzsituationen maßgeblich waren und welche das Visuelle mehr und mehr betonten, bildeten sich durch die Rundfunkzeitschriften Möglichkeiten für frühe Formen von Multimedia. Anhand von verschiedenen Parametern (Quantität, Genre, Sendezeiten etc.) wird versucht, die Rolle des Rundfunks für die Wissenschaftskultur in Deutschland zu bestimmen und gegenüber anderen nationalen Modellen abzugrenzen.

Mit der These schließlich, dass die Populärwissenschaft in Deutschland als ein kulturelles Dispositiv gewirkt hat, als eine Art soziale Maschinerie, die über politische Brüche hinweg eine Epoche der Wissenschaftsvermittlung ermöglichte, strebt der Text "Popular Science as Cultural Dispositif. On the German Way of Science Communication in the 20th Century" (11.) eine Synthese der Ergebnisse und ihre langfristigere Einbettung in die Geschichte des 20. Jahrhunderts an. In Adaption des Foucaultschen Begriffs des *dispositif* wird ein methodischer Zugang entwickelt, über die Analyse der vielschichtigen und plurimedialen (oder multimedialen) Vermittlungsdiskurse hinaus, zu deren Bedingungen, Einschränkungen, Ökonomien oder kulturellen Auswirkungen vorzustoßen. Untermauert durch quantitative Analysen, etwa zur Entwicklung von Auflagenhöhen und der Verschiebung der Vermittlungsdiskurse im Spiegel der Begriffsverwendung in Zeitungstiteln, wird eine erstaunlich robuste Vermittlungsinfrastruktur der Populärwissenschaft offengelegt, die in wesentlichen Teilen weder im "Dritten Reich" noch in den beiden deutschen Staaten nach dem Zweiten Weltkrieg infrage gestellt wurde. Erst der umfassende gesellschaftliche Wandel zu einer kritischen Öffentlichkeit Ende der 1950er Jahre und der Einfluss amerikanischer Formen der Wissenschaftsvermittlung im Westen und die staatliche Festigung der DDR und die Zusammenfassung aller populärwissenschaftlichen Aktivitäten in einer nach sowjetischem Vorbild organisierten Gesellschaft "Urania" sollten das kulturelle Dispositiv erodieren. Trotz allem sollten führende Zeitschriften wie Kosmos und Umschau fast bis zum Ende des 20. Jahrhunderts diese kulturell verbindliche Idee von Wissenschaft aus dem Zeitalters der Wissenschaftsvermittlung fortsetzen.

Der Ausblick "Communicating Science: National Approaches in 20th Century Europe" (12.) versucht schließlich aus den vorliegenden nationalen Studien, die auf mehreren Workshops und in einem *Science in Context*-Themenheft diskutiert wurden, zusammenzufassen und allgemeine sich herauskristallisierende Dimensionen für die weitere Forschung auf dem Gebiet der Wissenschaftskommunikation im 20. Jahrhundert in europäisch vergleichender Perspektive zu entwickeln.

Teil I.

Die historiographische Frage

Geschichte und Gesellschaft

34. Jahrgang 2008 / Heft 1

Herausgeber dieses Heftes:

Dieter Langewiesche, Paul Nolte, Jürgen Osterhammel

Vandenhoeck & Ruprecht

Inhalt

Frank Werner
„Hart müssen wir hier draußen sein". Soldatische Männlichkeit im Vernichtungskrieg 1941–1944
"We have to be harsh out here". Soldierly Masculinity in the War of Annihilation 1941–1944 5

Thomas Schmidt-Lux
Das helle Licht der Wissenschaft. Die Urania, der organisierte Szientismus und die ostdeutsche Säkularisierung
The Bright Light of Science. Urania, Organized Scientism, and the Secularization in East Germany 41

Arne Schirrmacher
Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert
After Popularization. On the Relation between Science and Public in the 20th Century 73

Diskussionsforum

Christof Dejung
Oral History und kollektives Gedächtnis. Für eine sozialhistorische Erweiterung der Erinnerungsgeschichte
Oral History and Collective Memory. A Proposal for a Social Historical Extension of the History of Recollection 96

Mark Spoerer und Jochen Streb
Leben, um zu arbeiten, oder arbeiten, um zu leben? Warum uns der Rückgang der Jahresarbeitszeit in den letzten 125 Jahren nicht beunruhigen sollte
Living to Work or Working to Live? Why We Should Not Worry About the Decrease of the Individual Annual Working Hours in the Past 125 Years 116

Wissenschaftliche Nachrichten

Gerhard A. Ritter
Nachruf auf Gerald D. Feldman (24.4.1937 – 31.10.2007)
In Memory of Gerald D. Feldman (24.4.1937 – 31.10.2007) 129

Nach der Popularisierung

Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert

von Arne Schirrmacher

Abstract: On the basis of an analysis of popular German journals and book series of science communication the question is posed whether the relation between science and public took on different forms in the 20th century compared to those that had been widely discussed for the 19th century under the term science "popularization." It is argued that marked changes in this relation occurred around 1900 and again in the passage from the 1950s to the 1960s. Instead of extending the concept of popularization to modern times or tracing back roots of the knowledge society substantially, it appears suitable to identify an era of science communication between c. 1900 and 1960. This periodization as well as a layered model of the exchanges between science and public is then applied to some general theses from the literature about the medialization of science and a fracture between science and public, respectively.

Betrachtet man die grundlegende Literatur britischer, französischer oder polnischer Wissenschaftshistoriker zu *public science*, *vulgarisation scientifique* oder *popularyzacja nauki*, die bereits in den Jahren zwischen 1980 und 1990 erschien,[1] fällt auf, dass in allen betrachteten Ländern in den Jahren um 1900 eine signifikante Transformation im Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit festgestellt wurde. In Großbritannien begriff sich etwa die 1904 gegründete Science Guild als Instanz, die nicht mehr die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens als Hauptaufgabe propagiert, sondern die Wertschätzung für die Werte der Wissenschaft und die Vorteile ihrer Methoden für Bereiche vielfältigster Art.[2] In Frankreich befanden sich am Ende des 19. Jahrhunderts die in der Jahrhundertmitte entstandenen Formen der *vulgarisation scientifique* im fortschreitenden Absterben begriffen. Mit der Tilgung der Idee der *instruction amusante* ging eine Absatzflaute populärwissenschaftlicher Bücher und Zeitschriften ein-

1 Stellvertretend vgl. etwa Frank Turner, Public Science in Britain, 1880–1919, in: Isis 71. 1980, S. 589–608; Bruno Béguet (Hg.): La Science pour Tous. Sur la Vulgarisation Scientifique en France de 1850 à 1914, Paris 1990; Leszek Zasztowt, Popularyzacja nauki w Krolestwie Polskim w latach 1864–1905 [Popularisierung der Wissenschaften im Königreich Polen, 1864–1905], Wroclaw 1988 (mit engl. Zusammenfassung, S. 266–271).

2 Turner, Public Science, S. 601 zitiert aus einer Ankündigung der Science Guild in Nature: „Its purpose it to stimulate, not so much the acquisition of scientific knowledge, as the appreciation of its value, and the advantage of employing the methods of scientific inquiry, the study of cause and effect, in affairs of every kind."

Geschichte und Gesellschaft 34. 2008, S. 73–95
© Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen 2008
ISSN 0340-613 X

her. Generationenwechsel, Mentalitätswandel und Nachfrage nach der Verknüpfung von *science et la vie* – so der Titel einer neuartigen populärwissenschaftlichen Zeitschrift, die ab 1913 erschien – wurden als Bestimmungsfaktoren dieser kulturellen Entwicklung angeführt.[3] Auch für Kongress-Polen wurde für die Jahre unmittelbar vor der Jahrhundertwende eine tiefgreifende Transformation im Bereich der Wissenschaftspopularisierung konstatiert.[4] Demgegenüber sind die später erschienenen Studien zur Wissenschaftspopularisierung in Deutschland in der Regel den politischen Periodisierungen gefolgt und haben Kontinuitäten über die Jahrhundertwende weitgehend fortgeschrieben.[5]

Die Periodisierungsproblematik stellt sich gleichermaßen für die politische Zäsur des Jahres 1945, in deren Folge eine fundamentale (wissenschafts-)kulturelle Neubestimmung nicht stattfand, sondern vielfältige Kontinuitäten Wissenschaft und Wissenschaftsverständnis prägten.[6] Ich möchte daher im Folgenden auf der Grundlage von Ergebnissen zu deutschen wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften und Buchreihen die Frage nach der Periodisierung aufgreifen und methodische Überlegungen anstellen, wie für das ganze 20. Jahrhundert, das ja durch breite Verwissenschaftlichungsprozesse gekennzeichnet war, eine historische Analyse der Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit durchgeführt werden kann. Ich gehe dazu in drei Schritten vor: Nach einer kurzen Einleitung in Begrifflichkeiten und grundlegende Beschreibungsmodelle skizziere ich, wie sich in Deutschland das Modell „Wissenschaftspopularisierung" um die Jahrhundertwende überlebt hat und unterziehe den Begriff einer differenzierenden Kritik. In einem zweiten Schritt entwickele ich ein gestuftes Modell für verschiedene Wissenschaftsöffentlichkeiten und charakterisiere die Relation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit als (wechselseitige) Ressourcenbeziehung. In einem dritten Schritt werden mit Hilfe dieses Instrumentariums Thesen zur Geschichte von

3 Bruno Béguet, La Vulgarisation Scientifique au XIXe siècle, in: ders. (Hg.), La Science pour Tous (Exposition, présentée au Musée d'Orsay du 14 mars au 12 juin 1994), Paris 1994, S. 5–48, auf S. 19.

4 Zasztowt, Popularyzacja, S. 268; vgl. auch die Besprechung von: Czeslaw Majorek, History of Education Quarterly 31. 1991, S. 109–111.

5 Andreas Daum, Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914, München 1998, interpretiert die Entwicklungen um die Jahrhundertwende als „dritte Gründungswelle"; Angela Schwarz, Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870–1914), Stuttgart 1999, betont den kontinuierlichen Übergang, in dem die Popularisierung als eine Modernisierungsstrategie auftrat; für Österreich vgl. auch: Werner Michler, Darwinismus und Literatur. Naturwissenschaftliche und literarische Intelligenz in Österreich 1859–1914, Wien 1999.

6 Der Befund, dass sich kulturgeschichtliche Zäsuren nicht zwangsläufig mit politischen zu decken brauchen, findet sich in der Wissenschaftsgeschichte häufig. Selten korrespondierten Staatsgründungen, Machtübernahmen oder Kriegsdaten unmittelbar mit kulturellen und kognitiven Neuorientierungen. Selbst institutionelle Veränderungen und personelle Elitenwechsel stellten sich im Bereich von Wissenschaft und Technik meist als schwächer heraus, als dies gemeinhin angenommen wurde. Vgl. zuletzt Rüdiger vom Bruch u. a. (Hg.), Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2006.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert abgeleitet. Ich möchte in diesem Beitrag insbesondere für die These argumentieren, dass in Deutschland die einschneidendsten Zäsuren für das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit die Jahre um 1900 und die des Übergangs von den 1950er zu den 1960er Jahren waren. Folgt man dieser Interpretation, so öffnet sich nach der üblicherweise mit dem Begriff der Wissenschaftspopularisierung bezeichneten zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine neue Epoche des Verhältnisses zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, die ich als Epoche der Wissenschaftsvermittlung beschreiben möchte.[7] Der moderne und für unsere heutige Zeit konstatierte Modus der Wissensgesellschaft kommt nach dieser Periodisierung als Konzept und als Realität entsprechend erst seit den 1960er Jahren zum Tragen.[8]

Bei Wissenschaft handelt es sich im Folgenden überwiegend um Naturwissenschaft oder *science*, doch lassen sich vielfach Ergebnisse auch auf die Geisteswissenschaften übertragen. So vermittelten Organe wie die 1897 gegründete Zeitschrift „Umschau", die fast 90 Jahre erscheinen sollte, nicht nur naturwissenschaftliche Inhalte, sondern „die Fortschritte und Bewegungen auf dem Gesamtgebiet der Wissenschaft, Technik, Litteratur und Kunst".[9] Die Öffentlichkeit, die diese Fortschritte interessierten, kann daher kaum als allein naturwissenschaftlich interessierte sektorale Teilöffentlichkeit angenommen werden.

Der Zusammenhang solcher Öffentlichkeiten mit den Medien bzw. die Herausbildung einer Medienöffentlichkeit stößt seit etwa zehn Jahren in der deutschen Geschichts-

7 Hinweise darauf, dass eine solche Periodisierung sinnvoll durchgeführt werden kann, finden sich in der vorliegenden Literatur über die amerikanische Entwicklung, darunter die bislang wohl einzige umfangreichere Studie: Marcel C. LaFollette, Making Science our own. Public Images of Science 1910–1955, Chicago 1989. Eine größere Anzahl von wissenschaftshistorischen Fallstudien und Diskussionen vorrangig für den deutschsprachigen Raum findet sich in: Sybilla Nikolow und Arne Schirrmacher (Hg.), Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt 2007.

8 Vgl. auch die alternativen Vorschläge in: Jakob Vogel, Von der Wissenschafts- und Wissensgeschichte. Für eine Historisierung der „Wissensgesellschaft", in: GG 30. 2004, S. 639–660, insbes. S. 640–642, wo als Alternative für den Beginn der Wissensgesellschaft durch einige ihrer Vertreter auch die politische Zäsur 1945 in den Raum gestellt wurde. Dagegen lässt sich nach Margit Szöllösi-Janze, Wissensgesellschaft in Deutschland. Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse, in: GG 30. 2004, S. 277–313, eine weitgehend ungebrochene Entwicklungslinie einer historisierten Wissensgesellschaft bis in die Zeit der entscheidenden Entwicklungsschübe einer weit gefassten Jahrhundertwende (1880–1930) zeichnen. Bei allen Unterschieden ist diesen beiden Ansätzen zu einer Historisierung der Wissensgesellschaft gemein, dass Verwissenschaftlichungsprozesse von Arbeitswelt, Verwaltung und Politik im Mittelpunkt der Fragestellung stehen und der Wechselwirkung der Wissenschaft mit der Öffentlichkeit allenfalls am Rande Bedeutung zukommt.

9 Die Umschau. Übersicht über die Fortschritte und Bewegungen auf dem Gesamtgebiet der Wissenschaft, Technik, Litteratur und Kunst, Frankfurt 1897 ff. Der Untertitel änderte sich später allerdings, 1907 wurde nach „Technik" „und ihren Beziehungen zu" ergänzt, 1911 fielen Literatur und Kunst fort; allerdings blieben Sparten wie Baukunst, Ethik, Kulturgeschichte, soziales Leben oder Völkerkunde erhalten.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

wissenschaft auf wachsendes Interesse.[10] Bei der Betrachtung des Übergangs vom 19. zum 20. Jahrhundert ist zunächst aufgefallen, dass Wissenschaft wie Öffentlichkeit als geschlossene Begrifflichkeiten an Deutungsschärfe verloren haben. So konstatierte auf der einen Seite etwa Jörg Requate, dass „eine an Habermas anschließende, strukturelle Analyse dessen, was unter Öffentlichkeit seit dem Einsetzen der Zerfallsprozesse" der bürgerlichen Öffentlichkeit zu verstehen sei, „bislang nicht in Sicht" sei. Schon im Kaiserreich sei die Öffentlichkeit kein „homogener, eigenständiger Akteur" mehr gewesen, daher sei es anzustreben, neue Ansätze zu entwickeln, um Öffentlichkeit für die Geschichtswissenschaft zu einer zentralen gesellschaftlichen Kategorie zu machen und sie dabei nicht als Akteur zu interpretieren, sondern als „Raum oder Sphäre" zu erschließen.[11] Dass auch die Wissenschaft nicht als homogener Akteur gefasst werden kann, zeigt freilich ein Blick auf die wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften der Zeit. Konnte sich eine Zeitschrift wie die „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" vor 1900 noch an ein breites Publikum wenden und so zugleich Wissenschaftler wie interessierte Laien ansprechen, ließ sich die Zeitschrift 1901 nur durch eine radikale Neukonzeption in ihrem Bestand sichern. Begleitet von einem Verlagswechsel änderte sich die Qualität der Beiträge: Fachausdrücke sollten fortan vermieden und Inhalte durch Einleitungsworte in das rechte Licht gesetzt werden; stärker als bisher seien neue Ergebnisse mit bereits Bekanntem in Zusammenhang zu stellen. Vielleicht deutlichstes Indiz für die neue Situation war der Bezugspreis, der sich mehr als halbierte.[12] Auch die neu gegründeten Zeitschriften „Umschau" (1897) und „Kosmos" (1904) präsentierten neue Formen der Textgestaltung, Illustration und Praxisrelevanz. Das „Jahrbuch der Naturwissenschaften" änderte noch vor dem Ersten Weltkrieg seinen Titel zu „Jahrbuch der angewandten Wissenschaften" und gestand in einem Editorial ein, nicht mehr wie zunächst beansprucht, einen verständlichen Überblick über die theoretischen Naturwissenschaften bieten zu können und stattdessen auf den Anwendungs- und Gebrauchsaspekt der Naturwissenschaften zu fokussieren.[13]
Ähnliche Zentrifugalkräfte fanden sich unmittelbar nach der Jahrhundertwende in vielen europäischen Ländern und auch in Amerika.[14] Die Aufspaltung der wissen-

10 Jörg Requate, Öffentlichkeit und Medien als Gegenstände historischer Analyse, in: GG 25. 1999, S. 5–32; Jürgen Schiewe, Öffentlichkeit. Entstehung und Wandel in Deutschland, Stuttgart 2003; Christina von Hodenberg: Konsens und Krise. Eine Geschichte der westdeutschen Medienöffentlichkeit 1945–1973, Göttingen 2006.

11 Requate, Öffentlichkeit, S. 6 f.

12 Vgl. Editorial in Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge 1. 1901, S. 1–2.

13 Joseph Plassmann, Vorwort, in: Jahrbuch der angewandten Wissenschaften 30. 1920, S. iii.

14 Das in den USA seit 1872 erscheinende Popular Science Monthly präsentierte über Jahrzehnte eine Mischung aus fach- und populärwissenschaftlichen Beiträgen, was ihm eine breite Leserschaft sicherte. Hohe Verluste vor dem Ersten Weltkrieg führten zur Trennung in zwei Journale, ein professionelleres Scientific Monthly, das später in Science aufgegangen ist, und ein Magazin mit dem bisherigen Namen, welches sich vornehmlich an Praktiker und Bastler wandte. Das ursprüngliche Ziel, zugleich Wissenschaft zu fördern und zu verbreiten, war in der alten Form nicht mehr zu verwirklichen, das Gesamtpublikum der Wissenschaft war zerfallen. Vgl. David J. Rhees, A new Voice for Science: Science Service under Edwin E. Slosson, 1921–29, M. A. Thesis

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

schaftlichen Leserschaften auf dem Zeitschriftenmarkt fand insbesondere schon statt, bevor der erste mit naturwissenschaftlichen Mitteln geführte Krieg dem Begriff Wissenschaft für alle Schichten der Öffentlichkeit neue Bedeutungen verlieh.

Das historische Interesse an der symbolischen und auf tatsächliche Anwendung beruhenden Relevanz von Wissenschaft in der Gesellschaft verbindet sich in jüngerer Zeit vermehrt mit einer anders begründeten Konjunktur der Begriffe Wissenschaft und Öffentlichkeit: Rufe nach der Verbesserung eines *public understanding of science* und nach der Aufklärung der Verbindungen zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft entspringen vielfach aktuellen Problemlagen und beschäftigten und beschäftigen gleichermaßen die Institute der Wissenschaftsforschung wie die Ministerien für Forschung und Bildung. In Zeiten, in denen erfolgreiche Naturwissenschaftler an ihren Instituten eigene PR-Abteilungen einrichten, entstehen neue Kopplungen zwischen Wissenschaft und Politik, Wirtschaft und Medien.[15] Unter dem Etikett Wissensgesellschaft erschien in der Diskussion mithin ein zweiter Modus für die Relation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit.

In der Wissenschaftsgeschichte sind „Wissenschaft" und „Öffentlichkeit" seit dem Beginn neuzeitlicher Wissenschaft unverzichtbare Begriffe. Die Entstehung von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 17. Jahrhundert wird häufig als ein Prozeß der Kokreation durch Abgrenzung dargestellt.[16] Wissenschaftliche Institutionen separierten die Wissenschaft, zugleich zirkulierten wissenschaftliche Ergebnisse nicht mehr in privaten Briefen, sondern wurden in Zeitschriften ver*öffentlicht*. Der Erzeugungsprozess wissenschaftlichen Wissens wurde von seiner Darstellung in wohl präparierten Demonstrationen getrennt, Laborwissen und öffentliches Wissen divergierten. Bei dieser Kokreation von Wissenschaft und Öffentlichkeit wies die Wissenschaft der Öffentlichkeit zugleich ihre Rolle zu, die im Beipflichten, Unterstützen und Legitimieren lag.[17] Durch die Betonung dieser Legitimationsrelation wurde lange eine klare Trennung zwischen

Chapel Hill 1979, der sich ausführlich mit dem Niedergang der populärwissenschaftlichen Tradition des 19. Jahrhunderts auseinander setzt.

15 Der Quantenoptiker Anton Zeilinger erregte etwa in der Wiener Lokalpresse Aufmerksamkeit durch die Anstellung eines promovierten Politikwissenschaftlers als PR-Berater zur Vermarktung seiner Forschungsergebnisse. Zum Konzept der Kopplungen vgl.: Peter Weingart, Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft, Weilerswist 2001.

16 Für konzise Darstellungen zur Entwicklung von Wissenschaft und Öffentlichkeit seit dem 17. Jahrhundert vgl.: Jack Meadows, The Growth of Science Popularization. A Historical Sketch, in: Impact of Science on Society 36. 1986, S. 341–346; Stephen Shapin, Science and the Public, in: Robert C. Olby u. a. (Hg.), Companion to the History of Modern Science, London 1990, S. 990–1007; Bernadette Bensaude-Vincent, A Genealogy of the Increasing Gap between Science and the Public, in: Public Understanding of Science 10. 2001, S. 99–113; Mitchell G. Ash, Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Zur Einführung, in: Mitchell G. Ash u. Christian Stifter (Hg.), Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, Wien 2002, S. 19–43; Peter Weingart, Die Wissenschaft der Öffentlichkeit und die Öffentlichkeit der Wissenschaft, in: ders., Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit, Weilerswist 2005, S. 9–33.

17 Vgl. etwa das klassische Werk: Joseph Ben-David, The Scientist's Role in Society, Chicago 1971.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

der Wissenschaft und *der* Öffentlichkeit impliziert und die Tatsache weitgehend ausgeblendet,[18] dass durch die Ausdifferenzierung, Spezialisierung der Laboratorien und Mathematisierung bald der einzelne Wissenschaftler gegenüber seinen Kollegen anderer Fachrichtungen in gleichem Maße Laie wurde wie alle Nichtwissenschaftler.[19] Das Idealbild einer unwissenden aber wissensdurstigen Öffentlichkeit hat es vielleicht am ehesten in Bezug auf medizinisches Wissen gegeben, da die Patienten gesundheitliche Probleme, bei aller Delegation der Behandlung an den fachkundigen Arzt, interessierten und sie Behandlungsmöglichkeiten und -folgen nachzuvollziehen suchten. Aus diesem Grund hat die Medizingeschichte das Popularisierungsthema bereits früher entdeckt als die Wissenschaftsgeschichte. In den meisten Fällen wissenschaftlichen Wissens musste aber die Reduktion der Relation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit auf ein (kognitives) Defizitmodell, also der Vorstellung, dass es hier ausschließlich um ein Wissensdefizit der Öffentlichkeit geht, welches durch Bereitstellen entsprechend präparierter wissenschaftlicher Bildungsinhalte zu beheben sei, bereits rasch zu eindimensional erscheinen.[20]

Dass sich aber gerade dieses Modell, das in Variationen auch als „Diffusionsmodell" oder „lineares Modell" der Wissensvermittlung beschrieben wurde, als dominantes Modell für das Verhältnis von Wissenschaft und Technik etablierte, hatte mehr mit seiner Instrumentalisierbarkeit als mit seiner Adäquatheit zu tun. Denn der Übersetzungsprozess wissenschaftlichen Wissens in wie auch immer zu fassendes „populäres Wissen" eröffnet bereits den Wissenschaftlern (und nicht erst den professionellen Vermittlern) ein weites Auswahlspektrum an Analogien, Metaphern und semantischen Instrumentarien, durch welche die Adressaten in ihrer Bewertung der Inhalte geschickt gelenkt werden können.[21] Das fängt bereits mit der Wahl der Bezeichnungen an, die überschüssige Bedeutung tragen, seien es „Ideale" in der Zahlentheorie oder „Vitamine" in der Chemie. Atome als kleine Planetensysteme zu beschreiben, stellt eine suggestive Analogie zwischen Mikro- und Makrokosmos her, allerdings können

18 Noch 1990 lag in einem wissenschaftshistorischen Handbuchartikel von Stephen Shapin (Shapin, Science) das Hauptgewicht auf der Darstellung des historischen Prozesses, der die Trennung bedingte, als auf einer Analyse der Auswirkungen dieser Situation: vgl. die Kritik in Roger Cooter u. Stephen Pumfrey, Separate Spheres and Public Places. Reflections on the History of Science Popularization and Science in Popular Culture, in: History of Science 32. 1994, S. 237–267.

19 Ein häufig genanntes Beispiel zur Veranschaulichung der Problematik der binären Trennung von Wissenschaft und Öffentlichkeit ist das landwirtschaftliche Wissen, über das lange breite Schichten der Landbevölkerung verfügten und bei dem erst in Zeiten entwickelter Gesellschaften aus öffentlichem Wissen wissenschaftliches wurde.

20 Vgl. mit Literaturangaben Cooter u. Pumfrey, Spheres, S. 237. Allerdings darf man im Fall der Wissenschaftsvermittlung zwischen Arzt und (möglichem) Patienten das zugrunde liegende Autoritätsverhältnis nicht außer Acht lassen, welches auch für die Medizingeschichte ein reines Defizitmodell ausschließt. Ich danke Ulrike Thoms für diesen Hinweis.

21 Stephen Hilgartner, The Dominant View of Popularization. Conceptual Problems, Political Uses, in: Social Studies of Science 20. 1990, S. 519–539, S. 534, bringt die Möglichkeiten der Wissenschaftler auf den Punkt, wenn er folgert, „the dominant view of popularization grants scientists (and others who derive their authority from science) something akin to the epistemic equivalent to the right to print money."

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

die elektromagnetischen Kräfte im Atom keinesfalls auf die gleiche Weise beschrieben werden wie die Massenanziehung der Himmelskörper.
Deutliche Anzeichen für eigene Defizite des Defizitmodells lassen sich bereits aus dem Umstand ablesen, dass in der wie auch immer bestimmten Öffentlichkeit gleich mehrere Wissensarten über naturwissenschaftliche Phänomene existieren können, die üblicherweise als Wissen aus Popularisierung und öffentliches Wissen *(public science)* unterschieden werden und zu getrennten Sphären unterschiedlicher Arten von Wissen führen können.[22] So muss man beispielsweise nach 1895 in Bezug auf Wissen über unsichtbare Strahlen zwischen den Inhalten der populärwissenschaftlichen Berichte über die Röntgenstrahlen und den verbreiteten Spekulationen von Parapsychologie, Okkultismus, Mesmerismus oder Anthroposophie differenzieren, die in Röntgens Entdeckung Evidenz für ihre Theorien von Lebensstrahlen etc. sahen.[23] Folgerichtig ließe sich so eine Trennung der „Sphären" von Wissenschaft im Alltag und von populärwissenschaftlichem Wissen ableiten, welches jeweils auf spezifische Zielgruppen ausgerichtet wurde, und die These aufstellen, dass hier zwei Diskurse in möglicherweise völlig getrennten Diskursbereichen vorliegen, die nicht verwechselt werden sollten.[24] Indes erweist sich diese Trennung wohl eher als eine der Analyse als der historischen Realität: Die kulturhistorische Suche nach Wissenschaft *in* der Kultur bzw. nach Wissenschaft *als* Kultur hat offensichtlich größere Chancen, *public science* zu finden; demgegenüber erkennt eine historisch interessierte Wissenschaftssoziologie die Wissenschaftspopularisierung eher als geschickten Mechanismus der Legitimierung einer angeblich autonomen und sich selbst nicht als sozialbedingt begreifenden Wissenschaft.[25]

I. Vom Ende der Wissenschaftspopularisierung

Historiographischen Ausdruck hat die Dominanz des Defizitmodells darin gefunden, dass das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit vornehmlich aus der Perspektive der Popularisierung betrachtet wurde. In den verschiedenen Anstrengungen, breiteren gesellschaftlichen Kreisen Bildung zu vermitteln, meinte der Begriff Popularisierung im Wesentlichen eine Erweiterung des herkömmlichen Bildungskanons um das zu Popularisierende. Der Begriff Wissenschaftspopularisierung verweist dementsprechend auf die Auseinandersetzungen darüber, in welchem Maße und in welcher Form naturwissenschaftlichem Wissen eine allgemein gesellschaftliche Rolle zukommt. Und er konnte so als Ausdruck spezifischer soziokultureller Entwicklungen

22 Insbesondere unterscheidet sich die Begründungsrationalität; während das popularisierte Wissen seine Geltung von den fachwissenschaftlichen Standards erbt, können Einsichten der öffentlichen Wissenschaft auf außer(fach)wissenschaftlichen Rationalitäten fußen.
23 Vgl. Christoph Asendorf, Ströme und Strahlen. Das langsame Verschwinden der Materie um 1900, Gießen 1989.
24 Cooter u. Pumfrey, Spheres.
25 Ebd, S. 240 f. Zur These der Autonomie der Wissenschaft und der Nichtrelevanz der Öffentlichkeit zu Geltungsfragen vgl.: Niklas Luhmann, Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt 1990, insbes. S. 293.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

und Epochen verstanden werden: Zunächst ließ sich damit die grundlegende Arbeitsteiligkeit ausdifferenzierter Gesellschaften beschreiben, in denen sich Wissenschaft als (autonomes) Teilsystem ausgebildet hatte. Zweitens konnte Wissenschaftspopularisierung als funktionales Element des deutschen Bürgertums im 19. Jahrhundert gedeutet werden, durch das bürgerliche Werte qua idealisiertem Bildungsideal an Geschäftsleute und Arbeiter, an die Jugend und an Frauen vermittelt wurden. Drittens konnte man in der Wissenschaftspopularisierung einen „Schlüssel zur modernen Welt" finden, wenn man den durch Wissenszugang ermöglichten Verwissenschaftlichungsprozess als wesentliches Charakteristikum der Moderne des 20. Jahrhunderts interpretiert.[26] Über diese Kontexte hinaus stieß die methodologische Reichweite des Konzeptes der Wissenschaftspopularisierung jedoch bald an seine Grenzen.

Ein Grundproblem für die Anwendung des Popularisierungsbegriffs auf die Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert mag in seiner Verwurzelung im 19. Jahrhundert gesehen werden. Wie Andreas Daum in Anlehnung an Reinhart Koselleck am Anfang seiner Studie zur Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert ausgeführt hat, spiegelt die Bedeutungs- und Verwendungsgeschichte des Begriffes Popularisierung gesellschaftliche Entwicklungen, wenn sich „eine Demokratisierung durch Ausweitung des Anwendungsbereiches" etwa auf die Naturwissenschaften erstreckt oder „die Loslösung von standesspezifischen Ausdrucksfeldern" und „schließlich die Ideologisierbarkeit" festgestellt werden kann.[27] Diese Kopplung kann auch als Grund dafür verstanden werden, dass sich die Redeweisen von Popularisierung und Populärwissenschaft seit dem Beginn des 20. Jahrhundert auf dem Rückzug befunden und neuen Begriffen Platz gemacht haben.[28]

Beispielsweise hieß es in der Eigencharakterisierung des Teubner-Verlags von 1910 zu seiner bereits 1898 begründeten Schriftenreihe „Aus Natur und Geisteswelt" (einer „Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens"), dass man „dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln [suche], wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinem Interesse Licht zu verbreiten".[29] Als Ferdinand Springer 1927 eine Buchreihe begründete, die

26 Vgl. entsprechend Meadows, Growth, S. 341–346; Daum, Wissenschaftspopularisierung; Lynn K. Nyhart u. Thomas Broman (Hg.), Science and Civil Society, Chicago 2002; Schwarz, Schlüssel zur modernen Welt. Ausführlichere Diskussionen zu den genannten Ansätzen finden sich in dem Literaturbericht: Mitchell G. Ash, Wissenschaftspopularisierung und bürgerliche Kultur im 19. Jahrhundert, GG 28. 2002, S. 322–334, und in Constantin Goschler, Einleitung, in: ders. (Hg.), Wissenschaft und Öffentlichkeit in Berlin, 1870–1930, Stuttgart 2000, S. 7–29.

27 Daum, Wissenschaftspopularisierung, S. 40 f.

28 Bernadette Bensaude-Vincent macht etwa darauf aufmerksam, dass zwar „popular culture" und „popular music" auch im 20. Jahrhundert geläufige Begriffe geblieben seien, nicht aber „popular science", darüber hinaus: „In the English language, the nineteenth-century notion of popular science has been replaced first by science popularization and later by the more neutral phrase science communication, while the more problematic and rather awkward term 'vulgarization' has prevailed in the French language.", Bensaude-Vincent, Genealogy, S. 105 u. 106.

29 Aus der ersten Seite des Werbeanhangs, der auf andere lieferbare Bände der Reihe hinweist, hier entnommen einem Band des Jahres 1910.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

moderne Naturwissenschaften – einschließlich Physik und Mathematik – breiten Leserkreisen zugänglich machen sollte, nannte er sie „Verständliche Wissenschaft“ und wählte damit einen Begriff, dessen Konnotationen von Populärwissenschaft deutlich verschieden waren. Diese beiden Beispiele deuten bereits eine grundlegende Akzentverschiebung der Wissensvermittlung an: Nicht allein attraktiv dargereichte Inhalte und Ergebnisse der Wissenschaft waren Gegenstand des Vermittelns, sondern auch Einblicke in die Methodik und Begründungsrationalität standen zur Debatte. Ziel einer sich selber ausdifferenzierenden und pluralisierenden Wissenschaftsvermittlung wurde es, auch den Produktionsprozess der Wissenschaft und dessen Normen nachvollziehbar zu machen – wie auf der anderen Seite in den neuen Massenmedien gerade dessen vermeintliche Unaufklärbarkeit zelebriert werden konnte.[30]

Es sprechen somit gleich mehrere Gründe für eine Kritik der Verwendung des Begriffs der Wissenschaftspopularisierung auf die Relationen, die Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert miteinander ausgebildet haben. „Wissenschaftspopularisierung“ ist einerseits zu sehr Gegenstandsbegriff der Geschichtsschreibung des 19. Jahrhunderts, insbesondere des liberalen Bürgertums dieser Epoche, was eine weitgehend unreflektierte Verwendung als Analysebegriff für die Entwicklungen des 20. Jahrhunderts problematisch erscheinen lässt. Andererseits weist der Bedeutungsverlust des Begriffs der Wissenschaftspopularisierung bei gleichzeitiger Betonung der Verständlichkeit – sowohl der zu vermittelnden Inhalte wie auch des Wissenschaftssystems und seiner Rationalitäten – auf grundlegende Veränderungen der Wechselwirkungen von Wissenschaft und Öffentlichkeit hin. In dieser Situation bieten sich mindestens drei unterschiedliche Wege an, die Extrapolationsproblematik aufzulösen, die ich als Reduktion, Differenzierung/Erweiterung und Ablösung bezeichnen möchte.

Die zunächst naheliegendste Lösung ist es, den Begriff der Wissenschaftspopularisierung auf einen allgemein gültigeren Kernbegriff zu reduzieren und die begriffsgeschichtliche Dimension zugunsten einer weitgehend formalen Definition aufzugeben. Auf diesem Wege sind unlängst in einem Sammelband Fallstudien zur Wissenschaftspopularisierung von der Antike bis ins 20. Jahrhundert unter einer gemeinsamen Klammer versammelt worden, welche Einblicke in den Zusammenhang von Wissenskulturen und gesellschaftlichen Wandel geben sollen. Dazu wird bewusst ein „einfaches Modell“ der Wissenschaftspopularisierung angenommen (und auf überwiegend nichtnaturwissenschaftliches Wissen angewendet), das durch die fünf Kriterien Wissensgefälle, kleiner Produzentenkreis, großer Rezipientenkreis, intentionaler Prozess und potenziell multiplizierende Medien festgelegt wird. Damit sollen etwa antike Philosophen, die als Wanderlehrer von einer großen Zuhörerzahl lebten ebenso adäquat beschrieben werden wie die Ausstellungen des Dresdner Hygienemuseums im

30 Zur Springer-Reihe vgl. Heinz Sarkowski, Der Springer Verlag. Stationen seiner Geschichte 1: 1842–1945, Berlin u. a. 1992, S. 288–293. Vgl. die Titel von Artikeln, die sich an eine breite Massenöffentlichkeit wandten und häufig Worte wie „Wunder“, „Rätsel“, „Kuriosität“ oder „merkwürdig“, „seltsam“, „exzentrisch“ bemühten, wie etwa in der Ullstein-Zeitschrift Koralle, die seit 1925 erschien und später Auflagen von mehreren Hunderttausend erreichte.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

20. Jahrhundert. Trotz der Einsicht, dass man dieses Modell „nicht wahllos durch die Epochen deklinieren" könne, liegt doch ein beharrliches Problem dieses Ansatzes gerade darin, den Rückfall auf das Defizitmodell nicht immer vermeiden zu können.[31]
Ein zweiter Weg wird insbesondere von Vertreterinnen der Wissenschaftsforschung und Wissenschaftstheorie beschritten, die zwar noch von Wissenschaftspopularisierung sprechen, unter diesem Begriff aber nun vielmehr einen Oberbegriff für eine komplexe und differenzierte Interaktion verstehen. Nach Ulrike Felt sind unter Wissenschaftspopularisierung so einerseits „all jene Aktivitäten [zu] subsumieren, bei denen es zu einer direkten oder indirekten ‚Begegnung/Konfrontation' zwischen technowissenschaftlichem Wissen und Formen der Öffentlichkeit kommt", und in diesem Sinne beschränkt sich der Begriff nicht mehr „auf all jene Unternehmungen, die sich explizit als Wissenschaftspopularisierung verstehen oder deklarieren". Andererseits wird darunter in einer räumlichen Metapher der „Ort der Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit" verstanden. Während ein verstärkter Ausdifferenzierungsprozess der Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert konstatiert wird, bleiben die drei Hauptperspektiven der neu gefaßten Wissenschaftspopularisierung der Transfer wissenschaftlichen Wissens in soziale Kontexte, die „Verdichtung" zu einfachen Aussagen und die Frage nach der jeweils adressierten Öffentlichkeit von Popularisierungsbemühungen.[32] Auch Bernadette Bensaude-Vincent sieht die Lösung darin, Wissenschaftspopularisierung im 20. Jahrhundert als „komplexes und multidimensionales Phänomen" zu erfassen, da die vielfältigen und dynamischen Formen der Wechselwirkung zwischen Wissenschaften und Öffentlichkeiten für diese Epoche nach anderen Zugängen verlangten. Dennoch hält sie an dem Phänomen als solchem fest, das allerdings im 20. Jahrhundert „Perioden der Expansion und der relativen Abnahme" erlebt habe.[33]
Der dritte Ansatz besteht nun darin, den etablierten und ausdrucksmächtigen Begriff der Wissenschaftspopularisierung zu erhalten und seine Deutungsmacht vor allem für die Geschichte des 19. Jahrhunderts anzuerkennen, und zugleich für die Beschreibung der Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert ein neues Konzept anzubieten. Der Impuls, den Begriff der Wissenschaftspopularisierung abzulösen, gründet sich darin, die Kritik an ihm ernst zu nehmen, die etwa seit Mitte der 1980er Jahre von der Wissenschaftsforschung artikuliert wird. Gründe, die gegen den „dominant view of popularization" und für neue Begriffe wie etwa der „expository science" (wörtlich: darlegende, erklärende, sich zur Schau stellende Wissenschaft) angeführt werden, sind insbesondere folgende: Der Begriff Popularisierung ist (a) unidirektional

31 Carsten Kretschmann (Hg.), Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel, Berlin 2002, versammelt Beiträge des Frankfurter Sonderforschungsbereichs „Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel", Zitat S. 15.
32 Ulrike Felt, Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Wechselwirkungen und Grenzverschiebungen, in: Mitchell G. Ash u. Christian Stifter (Hg.), Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, Wien 2002, S. 47–72, Zitat S. 68 und S. 49.
33 Bernadette Bensaude-Vincent, In the Name of Science, in: John Krige u. Dominique Pestre, Science in the Twentieth Century, Amsterdam 1997, S. 319–338, Zitat auf S. 336.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

und vernachlässigt Rückwirkungseffekte des vermittelten Wissens zurück an die Wissenschaft, (b) er überdeckt, dass Vereinfachung eine wichtige Tätigkeit bereits innerhalb der Wissenschaft darstellt, und dass insbesondere (c) in der Generierung wissenschaftlichen Wissens (etwa im Labor) es sich immer schon um einen kollektiven Prozeß der Veränderung, Anpassung und Angleichung von Rohergebnissen und -feststellungen handelt, den die Popularisierung allenfalls erweitert.[34]

Ein Ansatz, auf diese Kritik zu reagieren, ist es, die Grenzziehungsarbeit *(boundary work)* zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, aber auch zwischen Disziplinen selbst zu thematisieren und die Diskurse der Parteien auf beiden Seiten der Grenze zu betrachten.[35] Abgegrenzt wird etwa, was zur Chemie gehört und nicht zur Physik, wer legitimerweise als Vertreter der Wissenschaft sprechen darf oder welche Fragen die Politik allein entscheiden kann. Ein anderer Ansatz besteht darin, die vielfältigen Kontexte, in denen wissenschaftliches Wissen kommuniziert wird, als Kontinuum aufzufassen, das von Labordiskussion, Forschergruppenseminaren über Preprints, Artikel, Überblicksdarstellungen, Projektanträgen bis zu Veröffentlichungen für unterschiedlichste Adressatenkreise reicht; er nimmt einen *downstream* und *upstream* von kommuniziertem wissenschaftlichen Wissen gleichermaßen in den Blick.[36] Darüber hinaus sind die Differenzierungsdimensionen, wie sie sich etwa bei wissenschaftsvermittelnden Texten zeigen, noch weit vielfältiger. Nach Whitley fallen etwa Ansprüche an wissenschaftliche Vorkenntnisse, die Texte stellen, und die Grade der Sicherheit bzw. Bestreitbarkeit, die die dargelegten Inhalte reklamieren, nicht zwangsläufig zusammen. Denn eine technische Lehrbuchdarstellung kann ebenso apodiktisch auftreten wie ein Zeitungsartikel, der völlig ohne Formeln auskommt.[37]

Für historische Studien erscheint es mir indes naheliegend davon auszugehen, dass sowohl die Annahme scharfer Grenzen wie das Ausgehen von einem völligen Kontinuum zur Beschreibung oder Modellierung von Realitäten zu idealisiert ist, und daher ein Mittelkurs zu suchen ist, der einem gestuften Modell für Wissenschaft und Öffentlichkeit entspricht. Für konkrete historische Konstellationen wird es immer ausreichen, eine begrenzte Zahl von Elementen (Vermittlungsmedien, Personenkreise, Themen etc.) zu betrachten, denen sich Öffentlichkeitsstufen der Wissenschaft zuordnen lassen. Dadurch wird zugleich die Möglichkeit gewonnen, klar explizieren zu können, zwischen welchen Ebenen von Wissenschaftlichkeit und Publikumsinteresse im Sinne eines solchen Stufenmodells Vermittlungsdiskurse und Rückwirkungsprozesse statt-

34 Vgl. Hilgartner, Dominant View, S. 522 ff., und Terry Shinn u. Richard Whitley (Hg.), Expository Science. Forms and Functions of Popularization, Dordrecht 1985, darin dies., Editorial Preface, S. vii–xi, und Richard Whitley, Knowledge producers and knowledge acquirers: Popularization as a relation between scientific fields and their publics, S. 3–28.

35 Vgl. Thomas F. Gieryn, Boundary-work and the Demarcation of Science from Non-science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists, in: American Sociological Review 48. 1983, S. 781–795, und Felt, Wissenschaft, S. 50 f., wo die Raummetapher zu der These weiterentwickelt wird, dass es in Popularisierungsdiskursen vorrangig um Grenzzeihungsprozesse zu anderen Disziplinen, zur Öffentlichkeit, zu Nichtwissenschaftlern oder zur Politik ginge.

36 Hilgartner, Dominant View, S. 528.

37 Vgl. Whitley, Knowledge Producers, S. 15 f.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

finden. Sind diese einmal aufgezeigt und charakterisiert, so wird es möglich, genauer zu bestimmen, was aus der Wissenschaft für die Öffentlichkeit von Interesse ist, und umgekehrt, was es denn ist, was die Öffentlichkeit für die Wissenschaft leistet.[38] Diesem doppelten ‚was' gilt in diesem Beitrag das Interesse, nachdem das vorgeschlagene Modell etwas genauer beschrieben wurde.

II. Ein gestuftes Modell der Öffentlichkeit der Wissenschaft

Sucht man nach geeigneten Kategorien, um die verschiedenen Ebenen zwischen der Fachwissenschaft, die sich etwa durch ihre Publikationen in den Fachzeitschriften definieren lässt, und der breiten Öffentlichkeit zu bezeichnen, so bietet sich Ludwik Flecks Denkstil- und Denkkollektivtheorie an. Als „denksoziale Formen" der Wissenschaft bezeichnet Fleck darin einerseits die „Zeitschriftenwissenschaft", die „Handbuchwissenschaft" und die „Lehrbuchwissenschaft", von denen getrennt jedoch noch die „populäre Wissenschaft" hinzutritt, die den größten Teil der Wissensgebiete eines jeden Menschen versorge.[39] Während wir bei Fleck eine Dreiteilung der Sphäre der Wissenschaft finden, kann für eine entsprechende Differenzierung der Öffentlichkeit auf ein Modell des Politikwissenschaftlers Gabriel Almond zurückgegriffen werden. Sein 1950 eingeführtes Modell der Öffentlichkeit unterscheidet entsprechend der Nähe zu dem gesellschaftlichen Ort der Politikgestaltung zwischen *decision-makers* und *policy leaders* auf der Seite der Politik und zwischen *attentive public*, *interested public* bzw. *residual public* auf der Seite der Öffentlichkeit.[40]
Wenn man diese Einteilungen als Anregung für eine Stufenteilung der Wissenschaft aufgreift, kann die Zeitschriftenwissenschaft mit der *Fachwissenschaft* identifiziert werden, denn Fleck hatte hier die Fachorgane im Blick, nicht die wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften seiner Zeit. In ihnen wird das Wissen kumulativ entsprechend der spezialisierten Kenntnisstände dokumentiert. Was als Handbuchwissenschaft bezeichnet wurde, lässt

38 Fragen dieser Art waren bislang am besten geeignet, lineare Popularisierungsmodelle zu hinterfragen. Vgl. Shapin, Science, Abschnitt 7 „What scientists want from the public and how they try to get it . . .", S. 999 ff., oder Ulrike Felt, Why should the Public 'understand' Science? A Historical Perspective on Aspects on the Public Understanding of Science, in: Meinolf Dierkes u. Claudia von Grothe, Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology, Amsterdam 2000, S. 7–38.

39 Ludwik Fleck, Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, Frankfurt 1980 [Basel 1935], S. 148 f. Auf die Möglichkeit mit Fleck zu einer gestuften Hierarchie zwischen esoterischen und exoterischen wissenschaftlichen Zirkeln zu gelangen, hat bereits Bernadette Bensaude-Vincent hingewiesen; sie analysiert die Redeweise von einer generellen Kluft zwischen der Wissenschaft und der Öffentlichkeit als Teil eines sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts etablierenden Wissenschaftsverständnisses insbesondere für den Fall Frankreichs. Bensaude-Vincent, Genealogy, S. 100.

40 Gabriel Almond, The American People and Foreign Policy, New York 1950, insbes. 136–157. Für eine Anwendung dieses Modells auf Wissenschaftsvermittlung siehe: David G. Finley, Educating the Public about Interference to Radio Observatories, in: Raymond Cohen und William Sullivan (Hg.), Preserving the Astronomical Sky, San Francisco 2001, S. 377–384.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

sich wohl auf alle Publikationsformen ausdehnen, die eine „kritische Zusammenfassung in ein geordnetes System" anstrebten, neben den Handbüchern vor allem auch Überblicksliteratur und viele Monographien.[41] Sie adressierten *Fachkreise außerhalb des engeren Forschungsgebiets*. Statt die Lehrbücher als Definition einer weiteren Schicht der Wissenschaft herauszugreifen, wird hier vorgeschlagen, den Begriff der *Fachöffentlichkeit* einzuführen, der sich als Öffentlichkeit der Wissenschaft charakterisieren lässt, wie sie etwa bei Naturforscherversammlungen konstituiert wurde. Hier verstanden sich die Vertreter der verschiedenen Naturwissenschaften zusammen mit den Medizinern als Mitglieder einer wissenschaftlichen Gemeinschaft. Diskurse im institutionellen Rahmen der Wissenschaft – etwa in Akademien, Universitäten oder auf Tagungen – definieren so eine Öffentlichkeit *in* der Wissenschaft, der sich die einzelnen Wissenschaftler zwangsläufig stellen und die sie in geeigneter Form ansprechen müssen. Die Springer-Zeitschrift „Die Naturwissenschaften" etwa verstand sich als verschriftlichte Form der Fachöffentlichkeit, sie sollte „jeden naturwissenschaftlich Tätigen (als Forscher oder als Lehrer) über das orientieren, was ihn *außerhalb seines eigenen Faches* interessiert".[42]

Während die Mitglieder der Fachöffentlichkeit zumindest in einem wissenschaftlichen Bereich „vom Fach" waren und daher noch Teil der Wissenschaft sind, gehören alle nicht in der Wissenschaft Tätigen komplementär zum Bereich der Öffentlichkeit. Bereits ein kurzer Blick auf die vielfältige wissenschaftsvermittelnde Literatur des 20. Jahrhunderts, aber auch auf Museen und Ausstellungen und die entstehenden Massenmedien zeigt, dass sich diese Öffentlichkeit ähnlich zu der Situation in der Politikwissenschaft, die Almond betrachtete, in zumindest drei verschiedene Stufen unterteilen lässt: Zunächst gerät gewissermaßen das aufmerksame Stammpublikum der Wissenschaftsvermittlung in den Blick. Nicht anders etwa definierte die „Naturwissenschaftliche Wochenschrift" Anfang des Jahrhunderts ihre Aufgabe, wenn sie sich das Ziel steckte, verständlich für jeden sein zu wollen, der sich eingehender mit Naturwissenschaften beschäftigte.[43] Diese Schicht der *gebildeten und interessierten Öffentlichkeit* suchte nach Verständnis und versprach sich gelegentlich wohl auch einen Nutzen von diesem naturwissenschaftlichen Wissen, etwa wenn es die Möglichkeit zu technischen Anwendungen bot. Dass die Differenzierung zwischen Fachöffentlichkeit und der interessierten und gebildeten Öffentlichkeit recht deutlich ausgeprägt war, zeigt bereits der Vergleich der Verkaufspreise der entsprechenden Zeitschriften, die sich häufig um ein Vielfaches unterschieden.[44]

41 Fleck, Entstehung, S. 156.

42 Brief über das Konzept des Herausgebers Arnold Berliner an Ferdinand Springer vom 6. Mai 1912, zitiert nach Sarkowski, Springer, S. 192, ähnlich auch in „Zur Einführung", Naturwissenschaften 1. 1913, S. 1.

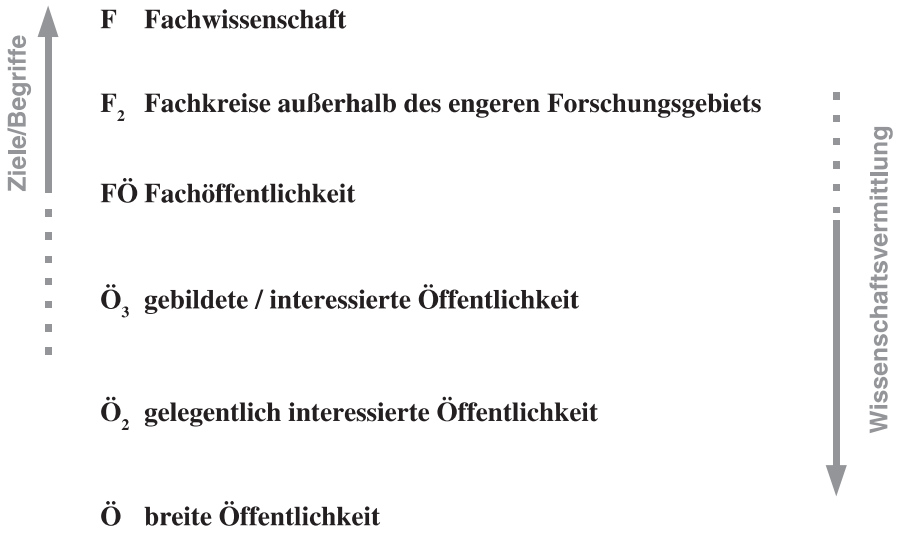
43 Naturwissenschaftliche Wochenschrift NF 1. 1901, S. 1–2.

44 Die Naturwissenschaftliche Wochenschrift senkte 1901 im Zuge ihrer Neuausrichtung (gebildete interessierte Öffentlichkeit statt Fachöffentlichkeit als Zielpublikum) den Bezugspreis von 16 M auf 6 M jährlich. 1913 kosteten die Naturwissenschaften 24 M jährlich, während der Kosmos mit fünf Buchbeilagen für 4 M 80 jährlich zu beziehen war. Einzelhefte des Kosmos und der Umschau waren zu dieser Zeit für 30 bzw. 40 Pf. zu erwerben, die z. T. farbig gedruckte Koralle kostete 1925 1 M pro Heft.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

Neben dem Stammpublikum gab es aber auch ein Gelegenheitspublikum der Wissenschaftsvermittlung. Die Schicht der *gelegentlich interessierten Öffentlichkeit* besuchte technische Museen und ließ sich von Publikationen ansprechen, die in der Alltagssprache ohne jegliche Formeln und häufig mit eigens für den Zweck angefertigten Illustrationen um die Gunst des Käufers warben, wie etwa die Zeitschriften „Technik für alle“ oder „Koralle“ in der Weimarer Republik. Schließlich kann der Begriff der *breiten Öffentlichkeit* für die im Wesentlichen nicht an wissenschaftlicher Bildung interessierten Kreise verwendet werden, die allenfalls durch Sensationalisierung in den Massenmedien wissenschaftliche Inhalte zur Kenntnis nahmen, ohne auf deren Verständnis Wert zu legen. Sie wurden vor allem von der Wissenschaftsberichterstattung der großen Illustrierten und Zeitungen angesprochen.

Stufenmodell der Öffentlichkeit



Die in diesem Modell vorgeschlagene Pluralisierung von Wissenschaft und Öffentlichkeit in hier jeweils drei Schichten entspricht auch einer Pluralisierung von Vermittlungsdiskursen und Grenzziehungsarbeiten.[45] Sie mag helfen, auf die Verbindungen oder auch Unabhängigkeiten von Vermittlungsdiskursen hinzuweisen. Beispielsweise

45 Andere Einteilungen mögen mit gleichem Recht vorgenommen werden, eine Anpassung des Modells auf das jeweilige Quellenmaterial scheint natürlich geboten. Die hier dargestellte Einteilung entspringt vornehmlich der Analyse der Wissenschaftsvermittlung naturwissenschaftlichen Grundlagenwissens in Zeitschriften und Schriftenreihen. Vgl. ausführlich Arne Schirrmacher, Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Ein Problemfall der Wissenschaftsvermittlung von der Jahrhundertwende bis in die Zeit der Weimarer Republik, in: Nikolow u. Schirrmacher (Hg.), Wissenschaft und Öffentlichkeit.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

hatten Artikel im Handbuch für Experimentalphysik zu Themen wie Kathodenstrahlen oder Lumineszenz meist keinerlei Überschneidung mit entsprechenden Beiträgen in Umschau oder Kosmos über Elektronenstrahlen oder Leuchtziffern von Uhren. So operiert der Vermittlungsdiskurs im ersten Fall, wenn ein Fachwissenschaftler ein wissenschaftliches Forschungsergebnis in einem Handbuchartikel darstellt ($F \rightarrow F_2$), auf ganz anderen Ebenen als im zweiten Fall, wo es darum geht, fachöffentliches Wissen für ein gelegentlich interessiertes Publikum ($FÖ \rightarrow Ö_2$) aufzubereiten. Dies wird typischerweise von professionellen Vermittlern, Wissenschaftsjournalisten oder Ausstellungsgestaltern durchgeführt.[46] Wichtiger noch für eine Diskursanalyse der Wissenschaftsvermittlung als diese Differenzierungsmöglichkeiten erscheint die Möglichkeit, dass das Modell erlaubt, die Bidirektionalität der Wissenschaftsvermittlung genauer zu fassen, was uns auch zu der These von Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander hinführt.

Flecks Einsicht, dass das (nun differenzierte) „populäre Wissen" auf die Wissenschaft zurückwirke, weil erst in ihm Begriffe und Bilder geformt und Ziele für die Wissenschaft formuliert würden, hatte die Rückwirkung der Wissenschaftsvermittlung ins Zentrum des Interesses der Wissenschaftsforschung gebracht. Diese stand damit der Aufgabe gegenüber, Legitimierungs- und Entwicklungsimpulse für die spezialisierte Wissenschaft in der Öffentlichkeit nachzuweisen.[47] Eine interessante Möglichkeit, die hierbei das Stufenmodell bietet, liegt nun darin zu zeigen, dass zwischen der Wissenschaftsvermittlung und der begrifflichen, zieldefinierenden und legitimierenden Rückwirkung der Öffentlichkeit auf die Wissenschaft eine Asymmetrie besteht: Es scheint, dass die Vermittlungs- und die Rückwirkungsdiskurse zumeist nicht zwischen den gleichen Schichten der Wissenschaft und Öffentlichkeit stattfinden. So schöpft die Vermittlung an die Öffentlichkeit vielfach aus dem fachöffentlichen Wissen (und nicht aus den Artikeln der Fachzeitschriften), während die Legitimierung, begriffliche Festigung und Festlegung von Forschungsprioritäten in der Regel von den gebildeten (und einflussreichen) Kreisen und der Fachöffentlichkeit dominiert werden. Das Stufenmodell impliziert dementsprechend, dass das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit in der Übergangsepoche zwischen jener der Wissenschaftspopularisierung und jener der durch enge Kopplungen gekennzeichneten, modernen Wissenschaftsgesellschaft eine *gestufte, verschränkte und asymmetrische Relation* darstellte. Zu einer Vergegenwärtigung etwa der Formen gegenseitiger Inanspruchnahme von Wissenschaft und Öffentlichkeit mag das Stufenmodell in dieser eindimensionalen Form von Öffentlichkeitsgraden genügen. Um das Phänomen Wissenschaftsvermittlung in einem umfassenderen Rahmen zu beschreiben, müsste es jedoch noch um weitere Dimensionen erweitert werden. So sollte die Tradierung, Adaption und Rekonfiguration von (ursprünglich wissenschaftlichem) Wissen innerhalb einzelner Öf-

46 Eine andere interessante Konstellation entsteht, wenn sich ein Wissenschaftler direkt an ein weites Publikum wendet, so wie dies Albert Einstein oder Erwin Schrödinger in den 1920er Jahren bisweilen taten, um die Vorstellungen der modernen Physik zu erklären ($F \rightarrow O_2/Ö$), während das „Stammpublikum" von professionellen Vermittlern bedient wurde ($F_2/FÖ \rightarrow Ö_3$).

47 Fleck, Entstehung, S. 152 f.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

fentlichkeitsschichten berücksichtigt werden können, was der historischen Entwicklung von *public knowledges* entspräche.[48] Die Aufgabe, den Prozeß der Wissenschaftsvermittlung mit der Wissenszirkulation in der Gesellschaft zu verbinden und zu beschreiben, würde allerdings den Rahmen dieses Beitrags sprengen, der lediglich einen Anstoß für eine breitere Erforschung der Wissenschafts- und Wissenskultur im 20. Jahrhundert geben möchte.[49]

III. Ressourcenbeziehungen

Richard Whitley hat bereits in seiner Analyse Mitte der 1980er Jahre von einer sich der Öffentlichkeit öffnenden Wissenschaft *(expository science)* von *knowledge producers* und *knowledge acquirers*, also von Wissenschaftsproduzenten und -konsumenten gesprochen und damit die Handelsmetapher anklingen lassen. Stephen Hilgartner hat fünf Jahre später die Bestimmungsmacht der Wissenschaftler über die Popularisierungen gar mit der Möglichkeit verglichen, Geld drucken zu können. Ich möchte diese Hinweise auf die Interpretierbarkeit der Wissenschaftsvermittlung als Austausch- oder Handelsbeziehung aufgreifen und darlegen, wie daraus eine Perspektive der Ressourcenbeziehungen entwickelt werden kann.[50]

Die Wissenschaftsgeschichtsschreibung hat in den letzten Jahren vermehrt die Entwicklungspfade wissenschaftlichen Fortschritts und ihre Abhängigkeit von gesellschaftlich-politischen Faktoren aus spezifischen Ressourcenkonstellationen heraus zu erklären versucht. Dazu gehören die verfügbaren Laborausstattungen, Forschungsbudgets, Instrumente und Substanzen ebenso wie die jeweils bewusst benutzten bekannten Methoden und die eher unbewusst eingesetzten *mental models*, welche zusammen die Forschungspraxis bestimmen. Solche Modelle waren etwa bei Maxwells Elektromagnetismus die mechanische Vorstellung von ineinander greifenden Zahnrädchen, bei Joules Energiesatz die Verfahren des Bierbrauens oder bei Ohms Gesetz über den Fluss des elektrischen Stroms eine Analogie zur Wärmeausbreitung in Körpern.[51] Die Perspektive der Ressourcen leitet sich einerseits von den jüngeren Ansätzen

48 Zur Unabhängigkeit von *public knowledge* vgl.: Cooter u. Pumfrey, Separate Spheres, 247 ff.

49 Für einen Entwurf einer solchen umfassenderen Beschreibung vgl. das Konzept einer Wissensökologie von: Charles Rosenberg, Towards an Ecology of Knowledge. On Discipline, Context and History, in: Alexandra Oleson u. John Voss (Hg.), On Organization of Knowledge in Modern America, 1860–1920, Baltimore 1979, S. 440–455, aufgegriffen in Susan Leigh Star (Hg.), Ecologies of knowledge. Work and Politics in Science and Technology, Albany, NY 1995. Für eine Diskussion dieses Ansatzes vgl.: Arne Schirrmacher, Die Entwicklung der Sozialgeschichte der modernen Mathematik und Naturwissenschaft und die Frage nach dem sozialen Raum zwischen Disziplin und Wissenschaftler, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 26. 2003, S. 17–34, auf S. 27 ff.

50 Whitley, Knowledge Producers; Hilgartner, Dominant View.

51 Zu Konzept, Rolle und Beispielen mentaler Modelle in den Naturwissenschaften vgl.: Nancy J. Nersessian, The Cognitive Basis of Model-Based Reasoning in Science, in: Peter Carruthers u. a. (Hg.), The Cognitive Basis of Science, Cambridge, MA 2002, S. 133–153. Zu Joule vgl. Heinz O. Sibum, Reworking the Mechanical Value of Heat: Instruments of Precision and Gestures of Ac-

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

der Wissenschaftsforschung ab, in der das „Handeln" von menschlichen und nichtmenschlichen Aktoren und die Praxis der Wissenschaft neu betrachtet werden.[52] Dadurch sind etwa die Rolle von einzelnen Forschern und die Bedeutung überraschender Entdeckungen oder Erfindungen zugunsten von Kontexten und Situationen relativiert worden, die stattdessen ins Zentrum des Interesses gerückt sind.[53] Andererseits kann die Ressourcenperspektive für eine Wissenschaftsgeschichte, die etwa nach den „notwendigen Ressourcen" für eine wissenschaftliche Entdeckung – aber auch für das Durchsetzen eines Geltungsanspruchs etc. – fragt, die Gesamtkonstellationen von Akteuren, kognitiven Inhalten, materiellen Objekten usw. auch konkret aufklären.[54] Unter dem Ressourcenbegriff sind daher institutionelle und disziplinäre Ressourcen ebenso zu fassen wie ökonomische, instrumentelle oder auch kognitive.

Für die hier vorgeschlagene Beschreibung der Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit möchte ich an programmatische Überlegungen anschließen, die Mitchell Ash vor einigen Jahren zur Frage von „Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander" formuliert hat. Zentral war für Ash die Forderung, Wissenschaftswandel als „*Um- oder Neugestaltung von Ressourcenensembles* zu begreifen", wobei Ressourcen finanzieller aber auch „kognitiver, apparativer, personeller, institutioneller oder rhetorischer Art" sein können. Besonders wichtig hierbei ist, diese Ressourcen als „im Prinzip *gegenseitig mobilisierbar*" zu erkennen. Dies definiert auch den zentralen Ausgangspunkt für die Diskussion der komplexen Beziehungen zwischen Wissenschaften und Öffentlichkeiten im 20. Jahrhundert, welche als bidirektionale Ressourcenbeziehungen erfaßt werden können.[55] Ein Beitrag über Wissenschaft in einer in weiten Öffentlichkeitskreisen zirkulierenden Zeitschrift kann Unterstützung für die Wissenschaft mobilisieren, ebenso kann in gesellschaftlichen Diskursen der Rückgriff auf wissenschaftliche Erkenntnisse ein wichtiges Argument liefern. Der Vorteil einer solchen Betrachtungsweise liegt auch darin, die Symmetrieforderungen der Wissenschaftsforschung zu beherzigen.[56]

curacy in early Victorian England, in: Studies in History and Philosophy of Science 26. 1994, S. 73–106; zu Ohm vgl. Jürgen Teichmann, 150 Jahre Ohmsches Gesetz, in: Elektrotechnische Zeitschrift 97. 1976, S. 594–600.

52 Vgl. Bruno Latour, Science in Action. How to follow Scientists and Engineers through Society, Cambridge, MA 1987; Andrew Pickering (Hg.), Science as Practice and Culture, Chicago 1992.

53 Vgl. etwa das Themenspektrum der 1987 begründeten Zeitschrift Science in Context.

54 Arne Schirrmacher, Die Rolle materieller Ressourcen in der Wissenschaftsgeschichte. Philipp Lenard und die Apparate, in: Christoph Meinel (Hg.), Instrument – Experiment: Historische Studien, Berlin 2000, S. 386–395; ders., The Establishment of Quantum Physics in Göttingen 1900–24. Conceptional Preconditions – Resources – Research Politics, in: Helge Kragh u. a. (Hg.), History of Modern Physics, Turnhout 2002, S. 295–309.

55 Mitchell G. Ash, Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander. Programmatische Überlegungen am Beispiel Deutschlands, in: Jürgen Büschenfeld (Hg.), Wissenschaftsgeschichte heute. Festschrift für Peter Lundgreen, Bielefeld 2001, S. 117–134. Mit leichten Veränderungen auch in: Rüdiger vom Bruch u. Brigitte Kaderas (Hg.), Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 32–51.

56 Zu den verschiedenen Symmetrieforderungen vgl. David Bloor, Knowledge and Social Imagery, London 1976; Bruno Latour, Science in Action, Cambridge, MA 1987; Trevor Pinch u. Wiebe

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

Der historiographische Nutzen des Ressourcenbegriffs hängt freilich von der geeigneten Wahl seiner Extension ab. In der Wissenschaft geht es bisweilen um Ressourcen im engeren Sinne, wenn etwa Marie und Pierre Curie (natürliche) Rohstoffe für ihre Forschungen benötigten. Sie ließen tonnenweise Pechblende aus dem Erzgebirge nach Paris schaffen, was die Entdeckung des Radiums ermöglichte. Aber auch die theoretischen Physiker wie Max Planck bedienten sich experimenteller Ressourcen, allerdings ohne selbst Hand anzulegen. Für Plancks Entdeckung des Wirkungsquantums war sein Gedankenaustausch mit den Kollegen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, die präzise Empirie der Strahlung betrieben, ebenso wichtig wie seine kognitiven Ressourcen, die in tief gehenden Kenntnissen der Thermodynamik lagen, über welche wohl nur wenige Physiker seiner Epoche verfügten. Bei Einstein kamen die berühmten Gedankenexperimente des fahrenden Zuges oder des fallenden Fahrstuhls hinzu – ebenso kognitive Ressourcen, die ihm etwa die Gleichsetzung von Gravitation und Fallbeschleunigung ermöglichten.

Neben diesen spezifischen Ressourcen in Beispielen aus der Chemie und Physik spielten auch Ressourcenallokationen in einem heute sehr gebräuchlichen Sinne in der Wissenschaftsgeschichte eine wichtige Rolle: Forschungsförderung und staatliche Wissenschaftspolitik stellen Ressourcen für die Wissenschaft bereit. So lässt sich etwa die Geschichte der Molekularbiologie nicht ohne die der Rockefeller Foundation schreiben.[57] Auf diese Weise kommen als Ressourcen – wenn auch in anderem Gewand – in einem weiten Sinne auch die klassischen Produktionsfaktoren wie Arbeit, Boden und Kapital hinzu.

Der Ressourcenbegriff operiert wissenschaftshistoriographisch indes am vielversprechendsten auf einer mittleren Ebene: Ressourcen in möglichst klarer Konkretisierung und in Abgrenzung der jeweiligen Bedeutsamkeit sind am ehesten geeignet, die Geschichte der Wissenschaften aufzuklären. Ashs analytische Form der „Um- oder Neugestaltung von Ressourcenensembles“ mag so ihren historiographischen Nutzen demonstrieren.[58] Stufenmodell und Ressourcenbegriff bieten ein flexibles methodisches Rüstzeug, um sich der neuen Relation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert historisch zu nähern.

Bijker (Hg.), The Social Construction of Facts and Artifacts, in: Wiebe Bijker u. a. (Hg.), The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge, MA 1987.

57 Vgl. Pnina G. Abir-Am, The discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s. A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's ‚Policy' in Molecular Biology, in: Social Studies of Science 12. 1982, S. 341–382; Lily E. Kay, The Molecular Vision of Life. Caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the new Biology, New York 1993.

58 Natürlich lassen sich auch umfassende Konstellationen und Entwicklungen der Wissenschaftsgeschichte wie der „Gesamtkomplex der Wissenschaften im Kaiserreich als modernes Ressourcenensemble“ begreifen oder die Wissenschaftsemigration als „gewollte[r] Verzicht auf personale Ressourcen“ interpretieren, doch dürfte die Deutungskraft hier gegenüber den spezialisierteren Ansätzen der Wissenschaftsgeschichte und der Emigrationsforschung wohl geringer ausfallen. Vgl. Ash, Wissenschaft und Politik, S. 34 und 39.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

IV. Thesen und Aufgaben zur Geschichte von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert

Für die These, dass der Modus der Wissenschaftspopularisierung um das Jahr 1900 durch den der Wissenschaftsvermittlung abgelöst wurde, sind eingangs bereits einige Argumente angeführt worden: Formen, Ziele und auch Verkaufspreise der wissenschaftsvermittelnden Literatur veränderten sich. Neben der „Umschau" definierte vor allem der 1904 zum ersten Mal erschienene „Kosmos" eine neue Ära. Mit über 100.000 verkauften Exemplaren wurde der „Kosmos" bereits 1912 neben der „Umschau" Flaggschiff der Wissenschaftsvermittlung und beide sollten sich fast bis zum Ende des Jahrhunderts halten. Teubners Buchreihe „Aus Natur und Geisteswelt" brachte es in den 15 Jahren vor dem Ersten Weltkrieg bereits auf etwa 400 Bände. Neben Verlagswechseln und -konzentrationen oder den Preissenkungen kann auch der ab 1904 gesetzlich erlaubte Straßenverkauf als weiteres Anzeichen für eine Öffnung der Wissenschaftsvermittlung für ein Massenpublikum angeführt werden, welche bereits zur Jahrhundertwende und nicht erst nach dem Ersten Weltkrieg stattfand.[59] Das hier wichtige Forschungsfeld der Wissenschaftsvermittlung in der Zeitung stellt indes bislang ein Brachland dar, lediglich zur Technikvermittlung lässt sich leicht ein allgemeiner Trend ausmachen, der ebenfalls zur Jahrhundertwende einsetzte.[60] Über das gedruckte Wort hinaus ließen sich die Gründungen des Deutschen Museums 1903 in München und des Technischen Museums 1909 in Wien anführen.

Wenn sich aber ein entscheidender Wandel der Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit bereits um 1900 vollzogen hat, der eine Öffnung zu einem Massenpublikum bedeutete und den alten Popularisierungsdiskurs unpopulär werden ließ, dann erscheint etwa Peter Weingarts Argumentation, dass in der Weimarer Republik schlagartig eine „massendemokratische" Öffentlichkeit entstanden und die Wissenschaft in den „Sog der Operationslogik der Medien" geraten sei, zumindest

59 Die Abonnementskultur wurde gebrochen und das Angebot jeder einzelnen Nummer einer Zeitung oder Zeitschrift musste überzeugen. Zum Straßenverkauf und der dadurch möglichen Gewinnung neuer Leserschichten vgl. etwa: Peter de Mendelssohn, Zeitungsstadt Berlin, Menschen und Mächte in der Geschichte der deutschen Presse, Frankfurt 1982², S. 195–206. In der genannten Literatur zur Wissenschaftspopularisierung, die ihren Betrachtungszeitraum bis 1914 beschränkt, werden diese Veränderungen kaum beachtet und eine weitgehende Kontinuität beschrieben. Das hat z. T. mit der Quellenauswahl zu tun, Daum etwa blendet nicht nur Zeitungen völlig aus, auch die Umschau bleibt unberücksichtigt.

60 Vgl. Rubriken und Beilagen in Berliner Tageblatt ab 1895 („Technische Rundschau"), Vorwärts ab 1897 („Naturwissenschaftlicher Beobachter" und „Technische Rundschau"), Frankfurter Zeitung ab 1901 („Aus dem Gebiet der Technik"), Norddeutsche Allgemeine Zeitung ab 1902 („Technische Rundschau"), National Zeitung („Die Wissenschaft") und Der Tag ab 1905 („Naturwissenschaftliche Rundschau") etc. Problem der Untersuchung der Wissenschaftsberichterstattung in Tageszeitungen ist, dass im Gegensatz zur Technik Meldungen über Wissenschaft traditionell im Feuilleton erschienen und eigene naturwissenschaftliche Rubriken und Beilagen seltener waren. Vgl. Josef Stummvoll, Tagespresse und Technik. Die technische Berichterstattung der deutschen Tageszeitung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Beilagen, Leipzig 1935, insbes. S. 25–29.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

überprüfenswert.[61] Revisionsbedürftig ist zweifellos die These von Bernadette Bensaude-Vincent, dass die Allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenmechanik als für eine Öffentlichkeit unverständliche Wissenschaft zu dieser Zeit einen radikalen Bruch zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit erzeugt hätten, den es bis heute zu beklagen gelte – ja, dass das Prestige der (damaligen) „Leitwissenschaft" Physik an dieser Kluft zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit schuld sei.[62]
Das Problem, das sich in diesen Interpretationen offenbart, besteht einerseits in der mangelnden historischen Empirie, auf die Wissenschaftsforschung und Wissenschaftstheorie zurückgreifen können, andererseits sind es die unterschiedlichen Fragestellungen, die zu solchen Extrapolationen Anlass geben. Für Weingart stehen die Selektionskriterien im Mittelpunkt des Interesses, die die öffentliche Aufmerksamkeit an politischen oder wissenschaftlichen Meldungen bestimmen. Mit dem Begriff der *Medialisierung* möchte er nicht nur den „konstruktiven Effekt der medienspezifischen Verarbeitung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse" beschreiben, sondern auch auf „Korrumpierungen" verweisen, die sich aus der Orientierung dieser Systeme an den Medien ergeben.[63] Wie überraschend wenig die Wissenschaftsvermittlung – von einigen wenigen, aber häufig zitierten Ausnahmen abgesehen[64] – in den 1920er und 1930er Jahren in den Sog einer Medialisierung geriet, mögen Beispiele der Wissenschaft- und Technikberichterstattung der führenden Zeitungen zeigen. So beeilte sich „Das Technische Blatt", die Wissenschaftsbeilage der Frankfurter Zeitung, in den 1920er Jahren wiederholt, in der Öffentlichkeit vermeintlich missverstandene wissenschaftliche und technische Sachverhalte zu erklären, und verfolgte anfangs explizit den Anspruch, „zum

61 So schreibt Peter Weingart: „Diese positive Orientierung auf ein bestimmtes Publikum wird in den 1920er und 1930er Jahren von einer neuen, ganz anderen Vorstellung des Publikums abgelöst. Jetzt wird die Öffentlichkeit der Wissenschaft *auf einmal* als unwissend und wissenschaftlich ungebildet vorgestellt. An die Stelle der aufgeklärten Öffentlichkeit der Amateure des 18. und wissenschaftsbegeisterten und wissenshungrigen Öffentlichkeit des 19. Jahrhunderts tritt die *massendemokratische Öffentlichkeit* des 20. Jahrhunderts, der von Seiten der Wissenschaft sowohl das Interesse als auch die Fähigkeit abgesprochen wird, wissenschaftliche Erkenntnisse verstehen zu können." Weingart, Wissenschaft, S. 18 f., Hervorhebungen A. S., Zitate im Text auf S. 19 u. 12.

62 So die ohne Beleg in den Raum gestellte These von Bernadette Bensaude-Vincent, Genealogy, im Abschnitt „4. The twentieth century: the ignorant masses" auf S. 109: „The notion of an increasing gap between science and the public is heavily dependent upon twentieth-century physics. It emerged in the context of relativity and quantum physics and became the dogma of modernity [...] If the correlation here suggested between the domination of physics and the conviction that there is a radical break between science and the public is true, it is possible to envision the collapse of this myth [the popular image of scientists as super heroes]." Bensaude-Vincents These wurde in Weingart, Wissenschaft, S. 19, konsolidierend aufgegriffen.

63 Weingart, Stunde, S. 253.

64 Etwa stehen Albert Einstein und seiner berühmten Radioansprache auf der Funkausstellung von 1930, in der er kaum wissenschaftliche Inhalte vermittelte, unzählige Kollegen gegenüber, die sich nicht des Mediums Radio bedienten. Wissenschaft und Wissenschaftler waren zwar durchaus im Rundfunk der 1920er und 1930er Jahre präsent, doch entsprachen ihre Sendungen weitgehend der wissenschaftlichen Vortragskultur ihrer Zeit. Während häufig Privatdozenten über neuere Entwicklungen referierten, äußerten sich weithin bekannte Vertreter vorzugsweise zu philosophischen und weltanschaulichen Fragen.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

kulturellen Mitarbeiter für die Allgemeinheit" zu werden, ein „unentbehrliches Nachschlagewerk" zu bieten und „der Einführung, Aufrechterhaltung und Vertiefung des Wissens der Allgemeinheit zu dienen."[65] Auch steht es mit der Unvermittelbarkeit der Quantenmechanik weniger schlimm als vermutet, greifen doch sowohl der weit verbreitete „Kosmos" als auch die 1925 von Ullstein lancierte Zeitschrift „Koralle" dieses Thema publikumsadäquat auf, so dass wir annehmen dürfen, dass zumindest die mehr oder weniger an Wissenschaft interessierten Schichten der Öffentlichkeit die konstatierte Kluft zur Wissenschaft gar nicht erfahren haben, während die ganze Problematik an der breiten Öffentlichkeit vorbeigegangen sein wird.[66]

An dieser Stelle hilft das Schichtenmodell, Widersprüche aufzuklären: Weingarts Aussage, dass bereits in der Zwischenkriegszeit „Wissenschaft [...] dann und nur dann ein berichtenswerter Phänomenbereich [ist], wenn die in Frage kommenden Inhalte Nachrichtenwert im Sinne der medialen Selektionskriterien haben", also Aktualität, Dramatik, Nähe etc.,[67] lässt sich mit der Berichterstattung in den Zeitschriften und anspruchsvolleren Zeitungen unmittelbar nicht in Einklang bringen. Erst wenn man zwischen den Vermittlungsdiskursen an verschiedene Schichten der Öffentlichkeit differenziert, lässt sich erkennen, dass eine weitgehend vom System Wissenschaft bestimmte Vermittlung wissenschaftlicher und technischer Inhalte an ein gebildetes und interessiertes oder auch nur gelegentlich interessiertes Publikum weit über die 1920er Jahre hinaus Bestand hatte, während zugleich eine Sensationsberichterstattung von Boulevardblättern sich früh der neuen Möglichkeiten der Massenmedien bediente, um eine breite, nicht unmittelbar an Wissenschaft interessierte Öffentlichkeit anzusprechen. Allerdings ist diese von einer Medialisierung erfasste Schicht gerade diejenige, die auf die Wissenschaft die geringsten Rückwirkungen ausübt. Bereits der gelegentlich an Wissenschaft interessierte Leser, Museumsbesucher oder Radiohörer dürfte dieser frühen Medialisierung entkommen sein.

Bensaude-Vincents Hypothese zu der vermeintlich Kluft bildenden Rolle der Physik findet ihre Aufklärung indes weniger in der Erforschung eines historischen Leitwissenschaftsdiskurses als in der wissenschaftstheoretischen Debatte in Anschluss an Thomas Kuhns Buch von 1962 über die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen,[68] welches vielfach als Anleitung zur Wissenschaftlichkeit nach Vorbild der Physik gelesen wurde. Ihr Forschungsinteresse zielt denn auch auf die Frage nach der Abhängigkeit

65 Das technische Blatt, 18. April 1919, S. 1. Für einen richtig stellenden Artikel vgl. etwa die Ausgabe vom 25. Dezember 1920, S. 1, Die Ausnutzung der Luftelektrizität.

66 Paul Kirchberger, Ein Fortschritt in der Atomtheorie, in: Kosmos 25. 1928, S. 109–112; Erwin Schrödinger: Das Rätsel des Lichts, in: Koralle 5. 1929/30, S. 294–298. Vgl. dazu Schirrmacher, Der lange Weg, S. 68–70. Der viel gelesene Science-Fiction Autor der Weimarer Zeit Hans Dominik etwa vermied es, aktuelle Themen der Wissenschaft wie die neuen Quanten- und Atomphysik aufzugreifen. Vgl. William B. Fischer, The Empire strikes out. Kurd Lasswitz, Hans Dominik, and the Development of German Science Fiction, Bowling Green, OH 1984, S. 179–201.

67 Weingart, Wissenschaft, S. 20 f.

68 Eine erste Durchsicht führender Organe der Wissenschaftsvermittlung zwischen 1900 und 1960 (Umschau, Kosmos, Koralle, Wissen und Fortschritt, Orion) hat keine Hinweise auf eine Leitwissenschaftsdebatte ergeben.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

der Wissenschaftsvermittlung von dem wandelnden Prestige der als Leitwissenschaften identifizierten Disziplinen.[69]

Fasst man grob vereinfachend die Debatten und Theorien der Wissenschaftsforschung über die Informations-, Wissens- und Mediengesellschaft bzw. über die reflexive Moderne und auch die postnormale Wissenschaft zusammen und betrachtet die historische Grundlage der Argumentationen, so wird schnell deutlich, dass die in Betracht gezogenen Fälle von Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und Medien nach etwa 1960 liegen.[70] Wissenschaft-Politik-Medien-Kopplungen erreichen mit dem Reportage-Fernsehen ihre deutlichste Ausprägung, deren Grundlage die 1958 eingeführte Bildaufzeichnung und Sendeformate wie die seit 1962 ausgestrahlten politischen Magazine waren. Typische Beispiele für die Reflexivität von Wissen und die Notwendigkeit, auch auf der Grundlage unvollständigen Wissens zu entscheiden, lieferten die Kernenergiedebatte und die Klimaproblematik.

Ohne weiter ins Detail zu gehen möchte ich bereits aus dieser groben Skizze die Folgerung ziehen, dass sich wie bei der Diskussion um die Anwendung des Popularisierungsbegriffs auch bei dem der Wissensgesellschaft eine dreifache Alternative anbietet: Man kann erstens die aus der Betrachtung des gesellschaftlichen Diskurses seit den 1960er Jahren gewonnenen Bestimmungselemente der Wissensgesellschaft (respektive der zweiten Moderne oder der postnormalen Wissenschaft) ihrem Kern nach für frühere Jahrzehnte verwenden. Die Chancen, die Konzeptionen zur Informations-, Wissens- oder Mediengesellschaft nahezu bruchlos bis zum Anfang der Weimarer Republik zurück extrapolieren zu können, scheinen mir indes vor dem Hintergrund der genannten Beispiele und der insgesamt noch völlig unzureichenden Forschungslage eher gering. Zweitens bietet sich das von Margit Szöllösi-Janze verfolgte Projekt, das Konzept der Wissensgesellschaft zu historisieren und zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte insgesamt zu nutzen, als eine vielversprechende Alternative an. Das begriffliche Instrumentarium muss im Zuge einer solchen Historisierung erweitert und adaptiert werden. Im Vordergrund standen hier bislang Verwissenschaftlichungsprozesse der Gesellschaft, die Förderung und Deutung von Wissenschaft und Technik umfassen, insbesondere in ihren strukturellen Ausformungen etwa in Form der Großforschung. Weniger in den Blick genommen wurden bisher indes die Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit.[71] Daher schlage ich als dritte und hier verfolgte Alternative vor, das Kon-

69 Thomas S. Kuhn, Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt 1967 (engl. 1962); Bensaude-Vincent, Genealogy, S. 109, äußert die Hoffnung, dass „the current decline of the prestige of physics [...] and the consequent increase of the prestige of biological and environmental sciences could bring about a deep transformation in the relations between science and the public."

70 Vgl. etwa Gernot Böhme und Nico Stehr (Hg.), The Knowledge Society. The Growing Impact of Scientific Knowledge on Social Relations, Dordrecht 1986; Ulrich Beck und Christoph Lau (Hg.), Entgrenzung und Entscheidung. Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung?, Frankfurt 2004; Silvio O. Funtowicz und Jerome R. Ravetz, The Emergence of Post-Normal Science, in: René von Schomberg (Hg.), Science, Polities, and Morality. Scientific Uncertainty and Decision Making, Dordrecht 1993; Helga Nowotny u. a. (Hg.), Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty, London 2001.

71 Szöllösi-Janze, Wissensgesellschaft.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

zept der Wissensgesellschaft in seiner Verbundenheit mit den wissenschaftspolitischen und gesellschaftlichen Debatten seit den 1960er Jahren zu bewahren und nicht für die historische Analyse vorangehender Zeiträume zu adaptieren.

Zumindest nimmt es nicht wunder, dass der tiefgreifende gesellschaftliche Wandel auch einen Wandel der Relation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit mit sich brachte. Einen konkreten Ausgangspunkt dafür kann man in der Erklärung der „Göttinger Achtzehn" im April 1957 sehen, in der es den Atomforschern darum ging, die Politik über die Öffentlichkeit unter anderem zum Eingeständnis der Zerstörungskraft der Atombewaffnung zu bewegen. Sie gestatteten sich „auf einige Tatsachen hinzuweisen, die alle Fachleute wissen", dass nämlich die so genannten „taktischen" Atomwaffen die zerstörerische Wirkung „normaler Atombomben" hätten. In den nachfolgenden Atomdebatten insbesondere im Frühjahr 1958 begriffen sich Wissenschaftler und Bürger in einem neuen Dialog, der von den Medien aufgegriffen und weitergetragen wurde.[72] Konsensjournalismus machte einer kritischeren Berichterstattung Platz, Wissenschaftler argumentierten auf Marktplätzen und als Abgeordnete im Bundestag.[73] Das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit bestimmte sich in den Jahren zwischen etwa 1957 und 1968 in solchen Debatten neu.

Entsprechend kristallisiert sich der Zeitraum zwischen 1900 und 1960 als Epoche der Wissenschaftsvermittlung heraus. Dies ist freilich noch keine Feststellung eines Endergebnisses sondern eines Anfangspunktes: Die historische Beschreibung der Vermittlungssysteme für Wissenschaft an bestimmte Schichten der Öffentlichkeit, die im späten Kaiserreich, in der Weimarer Republik, im Nationalsozialismus oder in der Nachkriegszeit in beiden deutschen Staaten bestanden, steht noch weitgehend am Anfang, genauso wie die Analyse der verschiedenen Arten der Inanspruchnahme von Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Erste Ergebnisse versprechen indes eine spannende Vielfalt im Forschungsproblem Wissenschaftsvermittlung.[74]

Dr. Arne Schirrmacher, Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte, Deutsches Museum, D-80306 München
E-Mail: a.schirrmacher@deutsches-museum.de

72 Zur politischen und öffentlichen Atomdebatte vgl. etwa: Alexandra Rese, Wirkung politischer Stellungnahmen von Wissenschaftlern am Beispiel der Göttinger Erklärung zur atomaren Bewaffnung, Frankfurt 1999, und zuletzt: Arne Schirrmacher, Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 30. 2007, S. 13–31.

73 Vgl. zur Entwicklung der politischen Öffentlichkeit: Hodenberg, Konsens. Insbesondere wird hier die Periodisierung von Konsensjournalismus (zwischen 1945 und 1957/58), einer kritischen Berichterstattung und einer Radikalisierung der Kritik (ab etwa Mitte der 1960er Jahre) vorgenommen.

74 Vgl. die Fallstudien und Diskussionen in: Nikolow u. Schirrmacher (Hg.), Wissenschaft und Öffentlichkeit.

Geschichte und Gesellschaft 34, ISSN 0340-613 X
© 2008 Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen

Teil II.

Fallstudie: Die Ko-Kreation von Atombildern mit der Öffentlichkeit, 1900-1930

Sybilla Nikolow, Arne Schirrmacher (Hg.)

Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander

Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert

Campus Verlag
Frankfurt/New York

Inhalt

Vorwort 9

Das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit als Beziehungsgeschichte: Historiographische und systematische Perspektiven
Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher 11

I. Wissenschaftsvermittlung zwischen Push und Pull

Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms
Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik
Arne Schirrmacher 39

»Vitaminfragen – kein Vitaminrummel?«
Die deutsche Vitaminforschung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zur Öffentlichkeit
Ulrike Thoms 75

Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle: Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs
Arne Schirrmacher/Ulrike Thoms 97

II. Medien der Wissenschaftskommunikation

Künstlerische und technische Propaganda in der Weimarer Republik
Das Atelier der Brüder Botho und Hans von Römer
Anja Casser 113

Wissenschaft – Literatur – Öffentlichkeit
Die Bedeutung der Science-Fiction in den 1970er Jahren
für die öffentliche Debatte zum Klonen
Christina Brandt 137

Populärkultur und Wissenschaft: Science-Fiction und populäres Bild
als Medien der Wissenschaftskommunikation
Christina Brandt/Anja Casser 165

III. Die Öffentlichkeit als Objekt und Adressat von Wissenschaft

»Volkskunde für unser Geld«?
Wissenschaft als Projekt mit verschiedenen Öffentlichkeiten
Ina Dietzsch 179

»...eine neue, mit dem Volk verbundene Kultur entwickeln«
Laienkunst als Ressource für die Etablierung der Volkskunde
in der frühen DDR
Cornelia Kühn 197

»Bilder vom Volk« – Ressourcen und Karrieren
Wolfgang Kaschuba 217

IV. Können Öffentlichkeiten Wissenschaften machen?

Koalitionen des Nichtwissens?
Welteislehre, akademische Naturwissenschaften und der
Kampf um die öffentliche Meinung, 1895-1945
Christina Wessely 225

Aufklärung durch und mit Beobachtungstatsachen
Otto Neuraths Bildstatistik als Vehikel zur Verbreitung der
wissenschaftlichen Weltauffassung des Wiener Kreises
Sybilla Nikolow 245

Öffentlichkeit als epistemologische und politische Ressource
für die Genese umstrittener Wissenschaftskonzepte
Sybilla Nikolow/Christina Wessely 273

V. Werte der Öffentlichkeit, Deutungsangebote der Wissenschaft

»We cannot wait until all doubts are removed«
Eugenische Kriminalitätsdiskurse und die britische Öffentlichkeit, 1900–1935
Sabine Freitag 289

Zwischen Aufklärung und Sittlichkeit
Zum Spannungsverhältnis von Eugenik und Öffentlichkeit im katholischen Milieu im Österreich der Zwischenkriegszeit
Monika Löscher 319

Vereine als Vermittler zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit
Sabine Freitag/Monika Löscher 339

Ausblick

Wissenschaft(en) und Öffentlichkeit(en) als Ressourcen füreinander
Weiterführende Bemerkungen zur Beziehungsgeschichte
Mitchell G. Ash 349

Autorinnen und Autoren 365

Namensregister 369

Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms

Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik

Arne Schirrmacher

Im Oktober des Jahres 1903 veröffentlichte ein Kieler Experimentalphysiker ein aus langjährigen präzisen Messungen abgeleitetes unmissverständliches Ergebnis über die physikalische Struktur aller Materie. Der Artikel in der seinerzeit wohl anerkanntesten physikalischen Fachzeitschrift Deutschlands muss rückblickend als ein Markstein in der Entwicklung des physikalischen Verständnisses der Materie gelten: Zwar beanspruche jedes materielle Atom erfahrungsgemäß einen gewissen Raum, in welchen ein anderes Atom nicht eindringen könne, doch zeige der Beschuss mit Elektronen in Form von Kathodenstrahlen – oder vielmehr ihr fast ungehindertes Durchdringen jeglicher Materie – dass die Atome innerhalb ihrer Volumina noch einen Aufbau aus feineren Bestandteilen aufweisen müssten und zwar »mit vielen freien Zwischenräumen«. Veranschaulichend formulierte er, seine Messungen besagten, dass beispielsweise der Raum, in welchem ein Kubikmeter festes Platin sich befände, leer sei bis auf höchstens einen Kubikmillimeter undurchdringlichen Volumens.

Während es an Spekulationen, Theorien und Modellen von Atomen in den Jahren der Wende zum 20. Jahrhundert nicht mangelte, war aber dieses Ergebnis, das Philipp Lenard in den *Annalen der Physik* publiziert hatte, nicht aus mehr oder weniger fragwürdigen Hypothesen abgeleitet, sondern seine Einsicht, dass eine Tonne massiven Metalls nur leerer Raum sei, mit allenfalls einem Stecknadelkopf voll undurchdringlicher Materiebausteinen, konnte vielmehr in der Fachwelt seiner Zeit als experimentell bewiesenes Faktum gelten.[1]

Dennoch fand weder eine Revolution in der Wissenschaft statt noch sollten diese Ergebnisse rasch eine breitere Öffentlichkeit erreichen. Die vermutlich erste für eine größere Öffentlichkeit gedachte Repräsentation des »leeren« Atoms findet sich in einem Modell des Wasserstoffatoms, das nach

1 Lenard, Philipp, »Über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit«, *Annalen der Physik* 12 (1903), S. 714–744. Zum innerwissenschaftlichen Atomdiskurs vgl. Kragh, Helge, *Quantum generations. A history of physics in the twentieth century*, Princeton 1999, Kap. 4.

Plänen Arnold Sommerfelds für das Deutsche Museum angefertigt wurde und nach dem Ersten Weltkrieg (an nicht gerade zentraler Stelle) in der Ausstellung zur Chemie zu sehen war (Abb. 1).[2]

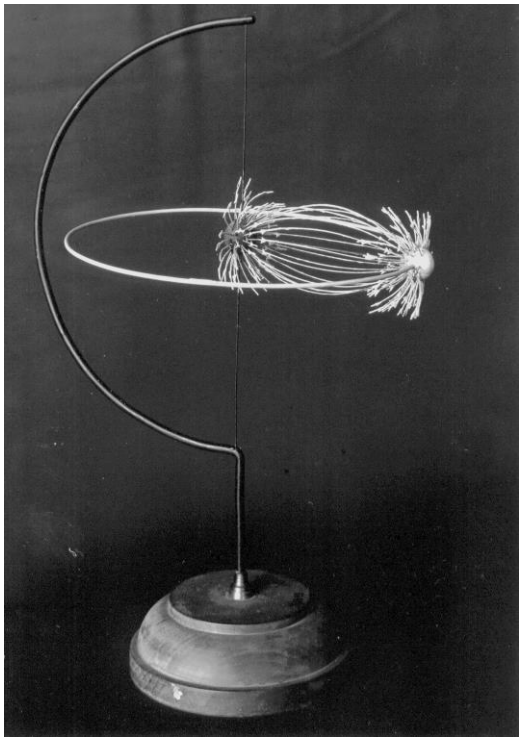


Abb. 1: Modell des Wasserstoff-Atoms nach Arnold Sommerfeld, 1918[3]

Die Frage, warum es etwa zwei Jahrzehnte dauerte, bis ein neues Bild vom »leeren« Atom sich zu etablieren begann und zaghaft die Öffentlichkeit erreichte, bildet den Ausgangspunkt dieses Beitrags, der sich der Kommunikation und den Präsentationsformen des Atoms im publizistischen Vermittlungssystem der Naturwissenschaften widmet. Ich möchte im Hauptteil versuchen, die Analyse der Berichterstattung über das Atom in wissenschaftsvermitteln-

2 Vgl. ausführlicher Schirrmacher, Arne, »Das leere Atom. Instrumente, Experimente und Vorstellungen zur Atomstruktur um 1903«, in: Hashagen, Ulf/Blumtritt, Oskar/Trischler, Helmuth (Hg.), *Circa 1903: Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums*, München 2003, S. 127–152.

3 Quelle: Deutsches Museum, Archiv, BN 2936.

den Zeitschriften (und Schriftenreihen) zugleich für eine Skizze des Vermittlungssystems naturwissenschaftlichen Wissens im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts zu nutzen.

Ziel ist es dabei aufzuklären, wodurch die Wissenschaftsvermittlung des Atoms behindert wurde und wie das moderne Bild des Atoms dennoch *auch* in Auseinandersetzung mit der Öffentlichkeit entstanden ist, wobei diese somit als Ressource für die Herausbildung zentraler Begrifflichkeiten, Modelle und Sprechweisen der Atomphysik gedient hat. Hierzu wird auf das in der Einleitung zu diesem Band bereits vorgestellte Modell der gestuften Öffentlichkeit zurückgegriffen, um die Vermittlungs- und Rückwirkungsprozesse darzustellen und die unterschiedlichen Ebenen zu bestimmen, zwischen denen diese Prozesse abliefen.

Die Rekonfiguration der atomistischen Ikonographie und die Rolle der Öffentlichkeit

Will man die Geschichte der Wissenschaftsvermittlung der modernen Atomphysik insbesondere anhand des Kapitels des »leeren Atoms« betrachten, erscheint es sinnvoll, zunächst allgemein die Frage nach den (metaphorischen) Konzepten und bildlichen Vorstellungen von Atomen zu stellen, die eine weitere öffentliche Verbreitung gefunden haben.

Zuallererst fällt auf, dass sich die Ikonographie des Atoms historisch auf nur drei Grundtypen beschränkte: Kügelchen, Planetensysteme und dynamische räumliche Dichtestrukturen einer Prämaterie (Wirbel, Felder, Beobachtungswahrscheinlichkeiten). Weit erstaunlicher ist jedoch die Tatsache, dass es in der Geschichte der Naturphilosophie und Naturwissenschaft lange Zeiträume *ohne* Verbildlichung vorhandener Atomvorstellungen gab.

Insbesondere muss zur Kenntnis genommen werden, dass die Kügelchen-Ikonographie erst um 1600, also zur Zeit der wissenschaftlichen Revolution, »erfunden« wurde. Wie Christoph Lüthy überzeugend dargestellt hat, verhinderten die widersprüchlichen Spekulationen der aristotelischen Tradition durch das Mittelalter und die Renaissance eine bildliche Repräsentation der Materie, so dass sich erst bei Giordano Bruno die ersten Darstellungen der bald so omnipräsenten Kügelchen-Ikonographie finden, wie sie dann etwa aus den Schriften Descartes', Keplers oder Huygens' allgemein bekannt wurden.[4]

4 Lüthy, Christoph, »The invention of atomist iconography«, in: Lefèvre, Wolfgang/Renn, Jürgen/Schöpflin, Urs (Hg.), *The power of images in early modern science*, Basel 2003, S. 117–138.

In diesem Beitrag soll nun eine zweite Revolution der Ikonographie des Atoms im Mittelpunkt stehen, die sich aber weniger als rasche und spektakuläre Revolution, sondern als zeitbeanspruchende *Rekonfiguration* erweist: Das suggestive Bild der Kugelhaufen mit der ihm inhärenten Demonstration von Festigkeit und Undurchdringlichkeit von Materie wurde durch das leere Atom ersetzt. Submikroskopische Bausteine des Atoms mussten fortan durch rätselhafte dynamische Kräfte auf Abstand gehalten werden, die weder in der Lage waren Stabilität und Raumerfüllung von Materie weiter selbstverständlich erscheinen zu lassen, noch neu anschaulich definieren zu können. – Warum brach der Stuhl nicht zusammen, auf dem der Wissenschaftler wie der Laie saß?

Jedenfalls erscheint die Epoche zwischen etwa 1895, als die Entdeckung von Röntgenstrahlen, Radioaktivität und dem Elektron als erstem subatomarem Teilchen das klassische Kügelchenbild in Frage stellten, und 1918, als der Münchner Physikordinarius Arnold Sommerfeld dem Generaldirektor des Deutschen Museums beschrieb, wie man aus Holz, Draht und Faden ein Modell eines Atoms bauen könne, als bildlose Übergangszeit. Ihrer bedurfte es offenbar, um die eindeutigen Ergebnisse der experimentellen und quantitativen Naturwissenschaft in eine neue Ikonographie des Atoms zu überführen, die bis heute die verbreitetste Repräsentation des Atoms geworden ist: das Piktogramm des Atomzeitalters (Abb. 2 und 3).

Neben den Abbildungen als vielleicht deutlichsten Hinweisen auf neue Verständnisformen wissenschaftlicher Erkenntnisse gibt es im innerwissenschaftlichen und wissenschaftsvermittelnden Diskurs noch eine ganze Vielfalt an Analogien, Metaphern und bildähnlichen Beschreibungsweisen, die in der bildlosen Übergangszeit miteinander konkurrierten.

Die These, die ich in der folgenden Fallstudie näher beleuchten möchte, besagt, dass die Atomikonographie wie die vielfältigeren bildähnlichen Beschreibungsweisen zu einem nicht unerheblichen Teil Ergebnis einer Wechselwirkung von (Schichten der) Wissenschaft und Öffentlichkeit war. Als Beispiele für Ludwik Flecks Mechanismus, nach dem sich erst in der Rückwirkung der Wissenschaftsvermittlung an Öffentlichkeitsschichten die grundlegenden wissenschaftlichen Bilder und Begriffe konstituieren, können die vielfältigen Zeitschriftenbeiträge und wissenschaftsvermittelnden Monographien unterschiedlichster Ausprägung interpretiert werden.[5] Zugleich gerät auf diese Weise in den Blick, wie auch intern codierte Forschungsprogramme durch die Öffentlichkeit mitbestimmt wurden.

5 Fleck, Ludwik, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, Frankfurt/M. 1980 (Erstveröffentlichung Basel, 1935), S. 152f.

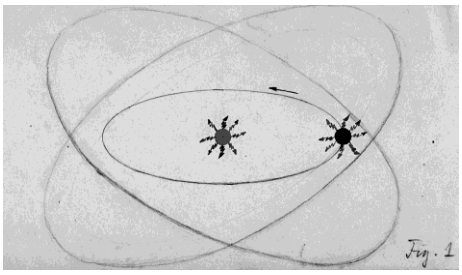




Abb. 2: Zeichnung Sommerfelds von 1918[6] */ Abb. 3: Atomsymbol auf Zeitschriftentitel* [7]

Wie sah nun die Durchsetzung des neuen Wissens über das Atom konkret aus und wie lässt sich die Frage des Vermittlungsengagements der Wissenschaft und der Wissensnachfrage der Öffentlichkeit für das Atom beantworten?

Das Vermittlungssystem der Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert am Beispiel der Berichterstattung über das Atom

Bekanntermaßen haben sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts eine Vielzahl von Zeitschriften dezidiert der Wissenschaftspopularisierung angenommen und, wie die graphische Darstellung der Gründungsdaten und Erscheinungszeiträume (S. 48) schnell zeigt, hat es dabei recht klar erkennbare Gründungswellen und Umbruchszeiten gegeben. Auf eine erste Gründungwelle nach der Revolution 1848 fand in den wenigen Jahren zwischen 1885 und 1890 eine umfassende Erweiterung und Neuordnung des Schriftenmarktes statt.[8] Die

6 Quelle: Deutsches Museum, Archiv, BN 51885.

7 *Kongreßdienst* 4/1958, Titelseite.

8 Daum, Andreas, *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914*, München 1998, S. 359ff, spricht hier von einer zweiten Gründungswelle. Der Umstand, dass zum Teil jahrzehntelang erscheinende

Naturwissenschaftliche Rundschau des Vieweg Verlags versprach nun »wöchentliche Berichte über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften« und die *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* verstand sich als neue »allgemeinverständliche Wochenschrift für sämtliche Gebiete der Naturwissenschaften«. Beide wurden zu den wichtigsten Referateorganen des Kaiserreichs, die neue Veröffentlichungen in den Fachzeitschriften für ein allgemeiner naturwissenschaftlich interessiertes Publikum aufbereiteten. *Prometheus* als »Zeitschrift für Technik, Wissenschaft und Industrie« und die »illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift« *Himmel und Erde*, das Organ der 1888 gegründeten Berliner Volksbildungsinstitution Urania, hatten dagegen ein weniger universal interessiertes Publikum im Blick.[9]

Das leere Atom in den Referateorganen

Wir können die beiden Referateorgane als typische Vermittlungsmedien für eine Fachöffentlichkeit ansehen, die nach dem Stufenmodell (S. 30) eine Vermittlung von der Ebene der Fachwissenschaft auf die Ebene der Fachöffentlichkeit leisten, während die beiden Zeitschriften *Prometheus* und *Himmel und Erde* mit ihrem erweiterten Fokus auf etwaige industrielle Verwertbarkeit und amateurastronomische Betätigung in den Bereich einer vorgebildeten und interessierten Öffentlichkeit fallen und sich das vermittelte Wissen nicht unbedingt mehr nur aus der primären Fachliteratur bezieht (das heißt eher den Wissenschaftskreisen außerhalb des engeren Forschungsgebiets oder dem Bereich entstammt, der als »Fachöffentlichkeit« bezeichnet wurde).

In den Zeitraum der Neuordnung zwischen 1885 und 1890 fällt auch die Etablierung gleich mehrerer Schriftenreihen der Wissenschaftsvermittlung: Die *Klassiker der exakten Wissenschaften*, die bald als *Ostwald's Klassiker* firmierten, waren eine Reprintreihe für Originalarbeiten, die sich als besonders einflussreich erwiesen haben und als Wiederabdruck nun auch wissenschaftliche Kreise außerhalb der Spezialgebiete ansprachen. Daneben stand die *Sammlung Göschen*, in der der Göschen-Verlag seinen Erfolg mit literarischen Klassikern zu erweitern und »zu einem Kompendium der gesamten Wissenschaft und Technik zu gestalten« suchte, damit »[d]er Name Göschen [...] in dieser Form

Zeitschriften wie *Der Naturforscher*, aber auch *Humboldt* und *Kosmos* in der neugegründeten *Naturwissenschaftliche Rundschau* aufgegangen sind, legt indes nahe, von einer Neuordnung des Zeitschriftenmarktes zu sprechen.

9 Ebd., S. 366 f. – In den Quellenangaben werden folgende Abkürzungen für längere Zeitschriftentitel verwendet: *NwR* für *Naturwissenschaftliche Rundschau*, *NwW* für *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* und *Nw* für *Die Naturwissenschaften*.

in jede noch so kleine Bibliothek getragen werde, auf dem Tisch des Gelehrten, des Studenten und des Schülers sollte die Sammlung gern gesehener und immer wiederkehrender Gast sein«, womit wiederum eine gebildete und interessierte (da studierende) Öffentlichkeit adressiert wird.[10]

Zwischen Zeitschriften und Monographien standen ferner die Jahrbücher. Das 1885 zur ersten Mal erscheinende *Jahrbuch der Naturwissenschaften* sollte »die hervorragendsten Fortschritte auf den Gebieten Physik, Chemie und der Technologie« enthalten, während das bereits fünf Jahre zuvor etablierte *Das Neue Universum* nicht nur Wissen und Fortschritt, sondern auch Unterhaltung versprach. Beide boten sich denjenigen an, die nicht laufend die fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen verfolgen wollten, aber einen systematisch geordneten Überblick über die Wissenschaft zur Hand haben wollten.[11]

Diese Skizze der Wissenschaftsvermittlung für die letzten Jahre des 19. Jahrhunderts mag genügen, um nun die Entwicklung des Vermittlungssystems parallel zu den wichtigen und teils spektakulären Ergebnissen der Physik zu verfolgen, die in der folgenden Zeit bekannt wurden.

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 war nur der erste Paukenschlag, auf den eine ganze Reihe von Entdeckungen wie die der Radioaktivität und des Elektrons folgten, die Anlass zur Entwicklung einer experimentell fundierten Atomphysik gaben. Hier eröffnete sich ein für die Vermittlung besonders geeignetes Wissenschaftsfeld. Weit vielschichtiger und für die Frage der gegenseitigen Inanspruchnahme von Wissenschaft und Öffentlichkeit instruktiver als die mediale Sensation der Röntgenstrahlen, die sofort in alle Stufen der Öffentlichkeit ausstrahlte, erscheint indes die Rezeption der Atomkonstitution und ihrer bildlich-realistischen Deutungen.

Über Lenards Artikel in den *Annalen der Physik* wurde zwei Monate nach Erscheinen in einem Titelartikel der *Naturwissenschaftlichen Rundschau* 1903 berichtet. Die Zeitschrift druckte dabei einfach unter Lenards Namen und mit dem Hinweis auf den Originalartikel im Wesentlichen Paraphrasierungen und Zitatauszüge auf etwas mehr als zwei Seiten ab, die die wesentlichen Gedankengänge und Folgerungen wiedergaben. Dabei wurde die inhaltliche Gewichtung weitgehend beibehalten und auf diese Weise, obwohl die Passagen

10 N. N., *Georg Joachim Göschen. Sein Verlag 1785–1935 und die Sammlung Göschen (Hundertfünfzig Jahre Verlag G. J. Göschen)*, Berlin 1935, S. 7. Dort heißt es weiter: »[...] ihr schlichtes Gewand sollte in seiner unwandelbaren Gestalt überall bescheiden aber gediegen leuchten. 100, 200, 500, 1000 Nummern hat die Sammlung seit ihrer Gründung in rascher Folge erreicht, viele, viele Millionen Bändchen sind Künder gediegenen Wissens geworden.«

11 Auch hier kam es zu einer Neuordnung. Die Jahrbücher waren lange nur als vollständige Bestandsverzeichnisse und bibliographische Nachweise gepflegt worden, etwa das *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*, das zwischen 1868 und 1942 mehr als 200.000 mathematische Publikationen erwähnte. Vgl. http://www.emis.de/projects/JFM/JFM.html (15.4.2007).

über die experimentell bestimmte verschwindend geringe Raumerfüllung im Atom und der Vergleich mit der Leere des Himmelsraumes durchaus zitiert wurden, die spektakulärere Einsicht in die Leere des Atoms dennoch nicht stärker herausgestellt, sondern implizit gelassen. Die fehlende Nennung eines Autors für das Referat mag auf die angestrebte Neutralität hinweisen. So folgte auch das Referat zu Lenards nächstem *Annalen*-Artikel über die Lichtemission von Alkalimetalldämpfen zwei Jahre später genau dem gleichen Muster.

Verfolgt man die Berichterstattung über die neue Physik in dieser *Rundschau* weiter, so finden sich Abdrucke der Ansprachen Wilhelm Wiens über Elektronen von der Naturforscherversammlung 1905 oder Ernest Rutherfords über Atomtheorie von der Jahrestagung der British Association for the Advancement of Science 1909.[12] Während Wien in seiner Rede vor einer interdisziplinären Fachöffentlichkeit letztlich Goethe bemüht, um deutlich zu machen, dass seiner Meinung nach die Vorgänge im Atom sowie dessen Stabilität zwangsläufig unvollkommen und nicht völlig verständlich sein könnten, da sie Abstraktionen und menschgemachte Bilder bemühten, hielt sich der frischgekürte Nobelpreisträger Rutherford – zwei Jahre vor der Aufstellung seines Atommodells – stärker an die experimentellen Fakten und beschrieb auch Lenards Leere und Durchdringbarkeit des Atoms inklusive des universellen Absorptionsgesetzes, jedoch mir Rekurs auf seinen britischen Kollegen W. H. Bragg und nicht auf Lenard.[13]

Dieses Beispiel der Nichtbeachtung von Lenards Erkenntnissen selbst innerhalb der Fachwissenschaft, führt zu der Frage, welche Aktivitäten der Wissenschaftler selbst entwickelte, sich auf verschiedenen Öffentlichkeitsstufen zu präsentieren. Auf den ersten Blick erscheint Lenard völlig uninteressiert, sich selbst an eine Öffentlichkeit zu wenden. Bereits die Darstellung in den *Annalen*-Artikeln, in denen unter gänzlich unspektakulären Überschriften bei über viele Veröffentlichungen fortgeführter Absatznummerierung, schrittweise und ausführlich Experimente und Ergebnisse präsentiert werden und weiterreichende Schlussfolgerungen nur selten erscheinen, zeigt Lenards Ideal der Arbeitsweise großer Naturforscher[14], die zu verstehen die anderen, kleineren Geister sich bemühen müssten. Interessanterweise sahen auch die Referateorgane es nicht als ihre Aufgabe an, hier Vermittlungsarbeit zu leisten,

12 Wien, Wilhelm, »Über Elektronen«, *NwR* 20 (1905), S. 545–549 und 557–561. Rutherford, Ernest, »Die Atomtheorie in der Physik«, *NwR* 24 (1909), S. 481–485 und 496-501.

13 »[Es] hat der alte Satz [...] dass zwei Körper nicht denselben Raum einnehmen können, keine Gültigkeit mehr für Atome der Materie, wenn sie sich mit genügend großer Geschwindigkeit bewegen.« Rutherford, Atomtheorie (wie Anm. 13), S. 500.

14 Vgl. Lenard, Philipp, *Große Naturforscher. Eine Geschichte der Naturforschung in Lebensbeschreibungen*, München 1929.

sie beschränkten sich auf Auswahl und Verkürzung. Sogar als Lenard im Dezember 1905 den Physiknobelpreis für seine Forschungen mit Kathodenstrahlen zugesprochen bekam, welche auch die Einsicht in das »leere Atom« umfassten, war dies kein Thema für diese Zeitschriftengattung, die das Ereignis der Berichterstattung der Tagespresse überließen.[15] Eine Besprechung von Lenards im Druck erschienenen Vortrag von der Nobelpreisverleihung präsentierte die *Naturwissenschaftliche Rundschau* erst im Januar 1907 verteilt auf die ersten beiden Ausgaben des Jahrgangs. Inhaltlich wird weniger auf die Leere des modernen Atoms abgehoben als auf den generellen Wert der Kathodenstrahlmethode zur Erforschung der Struktur der Materie und auf die mehr hypothetischen Überlegungen, wie etwa die, dass negative und positive Ladungen als Grundbausteine der Atome in Form von »Dynamiden« vorliegen könnten.[16]

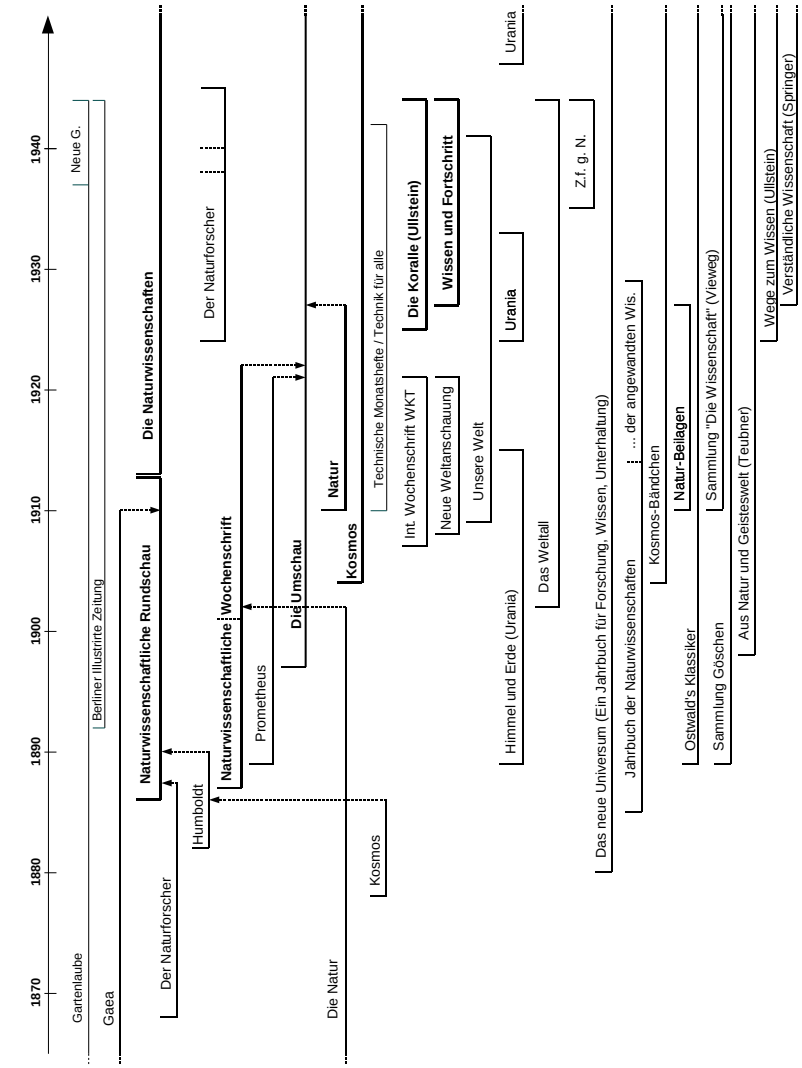
Aufschlussreicher für die Frage der Wissenschaftsvermittlung ist, dass dieses Mal das Referat namentlich gekennzeichnet wurde: August Becker, der langjährige Assistent Lenards, dessen ganze wissenschaftliche Karriere auch später von seinem Lehrer gesichert wurde, hatte den Bericht verfasst. Becker sollte auch in den folgenden Jahren über Lenards Veröffentlichungen in der *Naturwissenschaftlichen Rundschau* berichten.[17]

Die Vermittlung des Atoms in dem zweiten, nur ein Jahr jüngeren Referateorgan, der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* – zu den im Folgenden genannten Zeitschriften siehe auch die Übersicht auf S. 48 –, zeigt bereits in mehrfacher Hinsicht neue Züge der Wissenschaftsvermittlung, da diese Zeitschrift kurz nach der Jahrhundertwende eine Neuausrichtung vornahm. Die Einleitung zum ersten Band der Neuen Folge im Jahre 1901 erweiterte die Genres der Berichterstattung um Mitteilungen »aus der Praxis der Naturwissenschaften« und solchen »aus dem wissenschaftlichen Leben« sowie um eine Rubrik für Leserfragen. Damit zeigt sich zunächst das Bemühen, über die Stufe der Fachöffentlichkeit hinaus auch Leser der gebildeten und interessierten Öffentlichkeit zu gewinnen. Es sollte sichergestellt werden, dass der Inhalt »jedem Gebildeten, der sich eingehender mit Naturwissenschaften beschäftigt verständlich bleibt«, dazu sollten »alle nur irgend entbehrlichen Fachausdrücke« vermieden und neue Tatsachen »durch geeignete einleitende Worte

15 Die Tagespresse konzentrierte sich dabei jedoch besonders auf die nationalen Implikationen – waren doch 1905 alle drei naturwissenschaftlichen Nobelpreise an Deutschland gegangen – und nicht auf inhaltliche Erklärungen.

16 *NwR* 22 (1907), S. 2–4 und 17–18, auf S. 18.

17 Vgl. *NwR*. 25 (1910), S. 664–666, und *NwR* 26 (1911), S. 3–5 und 17–18. Zu Becker vgl. Schmidt-Schönbeck, Charlotte, *300 Jahre Physik und Astronomie an der Kieler Universität*, Kiel 1965, S. 108ff.



Übersicht: Zeitschriften und Schriftenreihen der Wissenschaftsvermittlung der Naturwissenschaften, 1870–1945

in das rechte Licht gerückt« beziehungsweise »in Zusammenhang mit bereits allgemein Bekanntem gesetzt werden« werden. Auch sollte »das Verständnis durch Beigabe von Abbildungen nach Möglichkeit erleichtert werden.« Bei aller inhaltlichen Neudefinition zeigte indes noch ein anderer, untrüglicher Indikator auf das nun adressierte breitere Publikum: Der Bezugspreis sank von jährlich 16 auf nur noch 6 Mark.[18]

Die Besprechung von Lenards *Annalen*-Artikel von 1903 in der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* erschien ein halbes Jahr später als jene in der *Naturwissenschaftlichen Rundschau*. Dieser neue Beitrag trug nun einen eigenen aussagekräftigen Titel (»Über die Konstitution der Materie« statt »Über die Absorption von Kathodenstrahlen...«) und folgte dem Original nicht mehr streng, sondern versuchte entsprechend der 1901 gemachten Vorgaben den Leser an das Thema heranzuführen (Beginn mit den Atomisten der Antike), Fragen zu formulieren (»... welches ist der Urgrund der Dinge?«) und leichter lesbar zu sein; auch wurde auf Literaturverweise weitgehend verzichtet. Der Vergleich der beiden Besprechungen in *Wochenschrift* und *Rundschau* ist auch deshalb aufschlussreich, da sie vom gleichen Autor, August Becker, verfasst wurden. Relevant für die Frage der Wissenschaftsvermittlung ist nun ein neues Phänomen, das in den rein referierenden Besprechungen bislang nicht anzutreffen war: Nachdem Becker den Vergleich der Atomkonstitution mit dem leeren Himmelraum wiederholte, elaborierte er über den Inhalt des *Annalen*-Artikels hinaus Lenards Atommodell und kam zu dem Schluss, dass

> wohl jedes vom Kraftfeld festgehaltene Kathodenstrahlteilchen schnelle Umläufe um den positiven Punkt ausführen oder Bahnen beschreiben [wird], deren Kenntnis von einer noch zu findenden Lösung des Dreikörperproblems, das nicht nur anziehende sondern auch abstoßende Kräfte berücksichtigt, zu erwarten wäre. [19]

Diese Zeilen sind gleichermaßen für die Physikgeschichtsschreibung wie für die Geschichte der Wissenschaftsvermittlung bemerkenswert. Die üblicherweise an den Fachartikeln orientierte Physikgeschichte kann dem wissenschaftsvermittelnden Beitrag entnehmen, dass Lenards Atommodell bereits 1904 viele Züge des späteren von Rutherford und Bohr vorweggenommen hatte und wichtige konzeptionelle Probleme sah, die später die Atom- und Quantenphysik noch beschäftigen sollten. So ging die Diskussion von Bahnen, die infolge der im Atom vorhandenen unterschiedlichen Ladungen zu bestimmen seien, über das in den *Annalen der Physik* Gesagte weit hinaus. Dabei muss

18 *NwW* N.F. 1 (1901), S. 1f. Die Behauptung in Daum, *Wissenschaftspopularisierung* (wie Anm. 8), S. 366, dass die Autoren den Richtlinien nicht entsprochen hätten, beruht auf einer Verwechselung in der Chronologie.

19 Becker, August, »Über die Konstitution der Materie«, *NwW* N.F. 3 (1904), S. 532.

man annehmen, dass durch Becker niemand anderes als Lenard direkt sprach.[20] Für die Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zeigt dieses Beispiel freilich, wie schon innerhalb der Kommunikation des Fachwissenschaftlers mit den qualifizierteren Öffentlichkeitsschichten über die fachwissenschaftlichen Beschränkungen hinausgehende Deutungen der wissenschaftlichen Ergebnisse stattfinden konnten.

Die Öffnung der naturwissenschaftlichen Wissensvermittlung für einen Massenmarkt

Die Neuausrichtung der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* war keine individuelle Strategie, sondern auch einige Zeitschriftenneugründungen aus den Jahren um die Jahrhundertwende belegen die neue Publikumsorientierung schon lange vor dem Ersten Weltkrieg. Zu den einfluss- und umfangreichsten Zeitschriften zählten dabei *Die Umschau* und *Kosmos*.

Die *Umschau* erschien ab 1897 als eine »Übersicht über die Fortschritte und Bewegungen auf dem Gesamtgebiet der Wissenschaft und Technik, sowie ihrer Beziehungen zu Literatur und Kunst«. Sie hatte vieles schon seit der Gründung verwirklicht, was die *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* erst durch die Neuausrichtung erreicht hatte. Neben einer allgemeinverständlichen Berichterstattung über alle naturwissenschaftlichen Fächer von der Anatomie und Anthropologie bis zur Zoologie nahmen auch Themen wie etwa Geographie, (Kultur-)Geschichte, Kolonisation, Literatur, Photographie, soziales Leben, Völkerkunde und Volkswirtschaft breiten Raum ein. Verlegt beziehungsweise herausgegeben von Vater und Sohn Heinrich und Heinrich Jakob Bechhold, entwickelte sich die in Frankfurt erscheinende *Umschau* mit regelmäßig über 1000 Druckseiten und Bildern jährlich zu einer Manifestation des Wissenschafts- und Technikverständnisses der Jahrhundertwende, demzufolge mit dem Fortschritt auf diesen Gebieten auch die Lösung sozialer und gesellschaftlicher Fragen zu erwarten war.[21]

---

20 Man mag die von James Franck kolportierte Geschichte für übertrieben halten, nach der der willenlose Mensch und zu keinen eigenen Ideen fähige Physiker Becker nie gegen Lenards Anweisungen rebelliert hätte, sondern stattdessen in einem schalldichten Kellerraum des Instituts seine Wut auslebte, – Indizien für die völlige persönliche Unterordnung gegenüber Lenard existieren indes viele. Vgl. Interview with James Franck and Hertha Sponer-Franck, 1962 July 9 to 14, Archive for the History of Quantum Physics, Philadelphia u. a. 1962, S. II/13.

21 Der aus einer jüdischen Frankfurter Familie stammende Heinrich Jakob Bechhold (1866–1937) hatte 1889 in Chemie promoviert und danach einige Jahre lang Europa und Nordafrika bereist, bevor er gemeinsam mit seinem Vater als Verleger 1897 die Umschau gründete. 1911

In der Form unterschieden sich *Umschau* und *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* wenig, beide präsentierten ihren Lesern in jedem Heft eine Aufreihung von Artikeln zu unterschiedlichen Themen. Während die *Wochenschrift* ihren Lesern bisweilen noch Formeln, Diagramme von Versuchsdaten und Literaturverweise zumutete, pflegte die *Umschau* von Anfang an eine davon bereinigte Berichterstattung, in der die Illustrationen meist eigens für das Vermittlungsmedium erstellt wurden.

In Bezug auf die Berichterstattung über das Atom fällt wieder die längere Zeitdifferenz und der freie Umgang mit Überschriften im Vergleich mit den Referateorganen auf, etwa wenn die *Umschau* die oben bereits erwähnte Rutherford-Rede ein halbes Jahr später in Auszügen nachdruckte und ihr den selbstgewählten Titel »Existieren die Atome, Molekeln und Elektronen[?]« gab, der stärker einem Wissensinteresse der gebildeten Öffentlichkeit entsprach, als Fragestellungen der Rede wiederzugeben.[22] Ebenso wurde 1911 eine Notiz über Lenards Buch »Äther und Materie« als Antwort auf die Frage »Was ist Materie?« besprochen und ausgeführt, dass das Atom als ein Komplex von elektrischen Feldern aufzufassen sei, »ohne merkliches Eigenvolumen«.[23]

Der erste Artikel, der über die neue experimentell gefundene Leere der Atome berichtete, erschien in der *Umschau* im März 1905: »Die heutigen Anschauungen über das Wesen der Elektrizität« zogen, wie der Untertitel verhieß, »Wandlungen des Weltbildes infolge neuer Forschungsergebnisse« nach sich.[24] Die experimentellen Ergebnisse über die Elektronen, seien »nicht ohne Rückwirkung auf unsere Vorstellungen von den *Atomen der Chemie* geblieben«. Insbesondere gebe »der Vergleich der Atome mit elastischen Kugeln von einigen Zehnmillionstel Millimeter Durchmesser nur ein sehr rohes Bild der viel verwickelteren Wirklichkeit«, da die Elektronen ohne merklichen Geschwindigkeitsverlust einige Tausend Atome »durchschlagen« könnten. Es sei zu vermuten, fährt der Autor, ein Mathematikprofessor aus Danzig, fort, dass die Atome »vielleicht unserem Sonnensystem, oder vielleicht gar dem Systeme der von der Milchstraße umfassten Fixsterne insofern ähneln, als sie aus einer großen Zahl kleinerer, durch verhältnismäßig weite Zwischenräume getrennte Körper bestehen, die zwar in mannigfachen Bewegungen gegeneinander begriffen sind, dabei aber doch, ähnlich wie die Sonne mit ihren Planeten abge-

wurde für ihn (unter Einbringung hoher eigener finanzieller Mittel) das Institut für Kolloidforschung in Frankfurt gegründet. Zum gesellschaftlichen Verständnis von Wissenschaft und Technik um 1900 vgl. etwa: Vier Reden zur Jahrhundertwende, *Umschau* 4 (1900), S. 121–128.

22 *Umschau* 14:18/19 (1910), S. 341–344 und 369–372. Der Vortrag hatte keinen offiziellen Titel, die *Naturwissenschaftliche Rundschau* behalf sich mit einem Zitat, vgl. Anm. 12.

23 *Umschau* 15 (1911), S. 80f.

24 *Umschau* 9 (1905), S. 201–207.

schlossene Ganze bilden« und es folgt Lenards Raumerfüllungsvergleich aus dem 1903-Artikel.[25] Allerdings beeilte sich der 1854 geborene Hans von Mangoldt die Leere im Atom sogleich mit dem universellen Äther aufzufüllen, der nicht nur in den Zwischenräumen für eine »lückenlose Raumerfüllung« sorge, sondern auch die Materie durchzöge.

In der *Umschau* finden sich auch typische Darstellungsformen, die im Rahmen der Fachwissenschaft nicht auftreten: In einer kleineren Mitteilung zur »Größe der Atome und Elektronen« wird das Gewicht eines Elektrons als höchstens »0, 000 000 000 000 000 000 001« Gramm bezeichnet. Hier veranschaulicht die Zahlendarstellung das geringe Gewicht. Die aus der Geschwindigkeit der Elektronen abgeleiteten Energie, die ein Gramm Wasserstoff enthalten müsse, wird hingegen als ausreichend, »um einen der modernen Riesendampfer die Route von Deutschland nach Amerika fünfmal in beide Richtungen zurücklegen zu lassen« dargestellt.[26]

Noch klarer als bei Neuausrichtung der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* und der Gründung der *Umschau* zeigt sich die Öffnung der Wissenschaftsvermittlung für einen Massenmarkt um die Jahrhundertwende in der Etablierung der neuartigen Publikation *Kosmos*, die ursprünglich mit dem Untertitel »Naturwissenschaftliches Literaturblatt« und seit dem zweiten Jahrgang als »Handweiser für Naturfreunde« ausgewiesen war.[27] Folgt man der Verlagsgeschichte, so entsprang es dem »Verlangen nach naturwissenschaftlicher Belehrung innerhalb der Laienwelt«, dass 1903 auf Veranlassung der Franckh'schen Verlagshandlung »eine auf buchhändlerischer Grundlage beruhende freie Vereinigung von Verehrern der Natur« mit Namen »Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde« gegründet wurde, die es sich zum Ziele gesetzt hatte, naturwissenschaftliche Kenntnisse »im Volke« zu verbreiten. Das sei, so der Autor einer frühen Verlagsgeschichte, »ein gewagtes Unternehmen« gewesen, weil Anfang des 20. Jahrhunderts »noch keine naturwissenschaftliche Zeitschrift [..] über enge Fachkreise hinausgedrungen [war].« [28]

Tatsächlich war mit dem innovativen Konzept der vereinsmäßigen Distribution und der Kombination von Zeitschrift und Buchbeigaben (»Kosmos-

25 Ebd., S. 204.

26 N. N., Größe der Atome und Elektronen, *Umschau* 9 (1905), S. 934.

27 Die Bezeichnung Literaturblatt passt zum Hintergrund des Buchhändlers und Verlegers Walther Keller, der die rein literarische Ausrichtung seines Verlages erweitern wollte, ähnlich wie der Schriftsteller Wilhelm Bölsche, der die Naturwissenschaft als Thema für sich entdeckt hatte. Beide bestimmten zusammen mit dem Astronomen Max Wilhelm Meyer (s.u.) und dem Biologen Raoul Francé den Kurs des *Kosmos*.

28 Kellen, Tony, *Bücher der Franckh'schen Verlagshandlung Stuttgart*, Stuttgart 1929, S. XIf. Zu den Gründern und den Aktivitäten vgl. auch Daum, *Wissenschaftspopularisierung* (wie Anm. 8), S. 185f.

Bändchen«) der Schlüssel zu einem breiten Publikum für die Wissenschaftspublizistik gefunden:

> Die Gründer des Kosmos, die den Geist der neuen Zeit erkannt hatten, fassten die Sache aber von der richtigen Seite an. Sie wandten sich an die Freunde der Natur, und diese waren gern bereit, weitere Anhänger des *Kosmos* zu werben, weil die Monatsschrift mit ihren Buchbeigaben der beste Wegweiser durch die Wunder der Natur war. So drang der *Kosmos* als erste naturwissenschaftliche Zeitschrift wirklich ins Volk ein.

Aus den 4.000 Mitgliedern des ersten Jahres wurden bis 1912 bereits 100.000, Mitte der 1920er Jahre sollten es zeitweise fast doppelt so viele werden.[29]

Das Rezept für diesen Erfolg mag im Konzept der »modernen Bildung« des *Kosmos* gesehen werden, das sich von der Populärwissenschaft abhob. 1904 hieß es im ersten Heft, dass es sich trotz der großen naturwissenschaftlichen und technischen Errungenschaften zeige, »dass es um die naturwissenschaftlichen Kenntnisse selbst gebildeter Kreise vielfach sehr schwach bestellt ist, was in erster Linie durch die bisherige allzu einseitige humanistische Jugenderziehung verschuldet wird.« Während Literatur und Musik zum unverzichtbaren Wissen zählten, träfe das aber für die Funktionsweise eines Thermometers oder der elektrischen Straßenbahn nicht zu. »Es klafft also ein tiefer Riss zwischen den geistigen und den naturwissenschaftlichen Disziplinen, der aber unbedingt überbrückt werden muss, wenn wirklich eine allgemeine Bildung erzielt werden soll.«[30]

Wie *Umschau* und *Kosmos* die qualitative und quantitative Transformation in der wissenschaftsvermittelnden Publizistik an der Wende zum 20. Jahrhundert belegen,[31] zeigten sich auch in der Ausrichtung der in dieser Zeit neu etablierten Schriftenreihen *Aus Natur und Geisteswelt* (1898) und *Die Wissenschaft* (1904) Veränderungen, die jedoch nicht soweit gingen wie bei den »Kosmos-Bändchen«.

Aus Natur und Geisteswelt definierte die Art der Darstellung im Reihenuntertitel als »wissenschaftlich-gemeinverständlich« und die den Einzeltiteln mitgegebenen Werbeseiten für die Gesamtreihe charakterisierten 1898 die »auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende[n] Darstellungen« so, dass sie »von allgemeinem Interesse sind und dauernden Nutzen gewähren«, während 1907 betont wurde, dass man dem Leser vermittle, »wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinem Interesse Licht zu verbreiten.« Wurden hier die Begriffe populär und Popularisierung durch Nicht-

29 Kellen, *Bücher* (wie Anm.. 28), S. XII.

30 N.N., »Moderne Bildung«, *Kosmos* 1 (1904), S. 1f., auf S. 2.

31 Vgl. aber die Interpretation als »Generationswandel« von »populärwissenschaftlichen Institutionen«, bei Daum, *Wissenschaftspopularisierung* (wie Anm. 8), S. 188–191.

gebrauch disqualifiziert, insistierte die in den Themen spezialisiertere Schriftenreihe *Die Wissenschaft* gerade darauf, »nicht populär im gewöhnlichen Sinne des Wortes [zu] sein«, was auch dadurch offensichtlich gemacht wurde, dass nicht nur die Resultate der Wissenschaft vermittelt werden sollten, sondern auch »die experimentellen und theoretischen Wege, auf denen sie gefunden wurden«.[32]

Das Atom im *Kosmos*

Bereits im ersten Heft des *Kosmos* war das Atom Objekt der neuartigen Wissenschaftsvermittlung dieser Zeitschrift. In dem Artikel »Das Radium und die neueren Ansichten über die Welt der Atome« wurde dem Naturfreund mitgeteilt, dass man dabei sei, »die Weltorganisation der Atome aufzudecken«, denn es gehöre zu den jüngsten Fortschritten der Naturwissenschaften, »daß auch die chemischen Atome noch ganze Weltsysteme bilden, aus vielen noch kleineren Teilen zusammengesetzt, die das Schwerezentrum des Atoms umkreisen, wie die Planeten unsere Sonne.« In der Mitteilung, dass kleinste Materieteilchen wie die Elektronen, die das radioaktive Radium aussendet, das »molekulare Gefüge aller anderen Materie mehr oder weniger ungehindert« durchdrängen, finden wir Lenards leeres Atom wieder, welches der Autor des Artikels sofort mit den Planetensystemen des Universums in Analogie setzte.[33]

Der Artikel war von einem professionellen Wissenschaftsvermittler verfasst worden, dem Astronomen Max Wilhelm Meyer, dem auch als »Urania-Meyer« bekannten Begründer des wissenschaftlichen Theaters in der Berliner Urania, der sich seit 1897 als Autor und Privatgelehrter betätigte.[34] Die kosmische Analogie lag also für Meyer nahe, dennoch ist es erstaunlich, sie bereits 1904 in einer Zeitschrift wie dem *Kosmos* anzutreffen. Wissenschaftshistorisch datiert doch die erste fundierte Ausarbeitung des planetaren Atoms durch den Japaner Hantaro Nagaoka auf genau die gleiche Zeit, aber man darf kaum annehmen, dass dessen japanische Publikation oder sein Artikel in einer britischen Zeitschrift unter einem wenig relevant erscheinenden Titel Grund-

32 Vgl. die häufig hinter den Buchtext angefügten Werbeseiten von *Aus Natur und Geisteswelt* von 1898 und 1907, bzw. die hintere Umschlaginnenseite der Bände *Die Wissenschaft* der Jahre nach 1907. Aus Platzgründen kann hier nicht näher auf die Inhalte der umfangreichen Schriftenreihen eingegangen werden, vgl. Anm. 10.

33 Meyer, Max Wilhelm, »Das Radium und die neueren Ansichten über die Welt der Atome«, *Kosmos* 1 (1904), S. 23–26, auf S. 23.

34 Vgl. Meyer, Max Wilhelm, *Wie ich Urania-Meyer wurde*, Hamburg 1908.

lage für Meyers Darstellung war.[35] Die Vorlage für das planetare Atommodell stammte stattdessen wohl selbst aus einem Artikel, der sich an eine breitere Öffentlichkeit wandte. Der französische Physiker und Chemiker Jean Perrin hatte diese bereits Vorstellung 1901 in der *Revue scientifique* propagiert, einer illustrierten Wochenschrift der anspruchsvolleren Art.[36]

In Meyers *Kosmos*-Artikel verbinden sich nun experimentelle Ergebnisse aus der Radiumforschung, die Lenards leeres Atom bestätigen, mit spekulativeren Wissensbeständen, die *mit* der Öffentlichkeit entwickelt wurden, in mustergültiger Weise. Dieses Beispiel legt die These nahe, dass die planetare Atomvorstellung entweder als ein zusammen mit der Öffentlichkeit erzeugtes wissenschaftliches Ergebnis aufgefasst werden sollte oder aber dass die Vermittlungsdiskurse, die zur Konkretisierung zwangen, einen möglicherweise richtungsweisenden Vordiskurs gebildet hatten, der die Darstellung und Interpretation erst später erreichter stichhaltiger fachwissenschaftlicher Ergebnisse prägten (in diesem Fall von Rutherfords experimenteller Bestätigung für den alle positive Ladung vereinigenden Atomkern von 1911).[37]

Für Meyer wurde indes die Parallele von Atom und Kosmos zum stetig wiederkehrenden Leitmotiv seiner *Kosmos*-Beiträge.[38] Dennoch sollte das von ihm beworbene Bild des modernen Atoms sich nicht allgemein durchsetzen. Wie in der Physik selbst gab es auch unter den Wissenschaftsvermittlern viele Anhänger gänzlich antimaterialistischer Deutungen.

Die Verweltanschaulichung und Verwirtschaftlichung der Wissenschaftsvermittlung

Wie stark die Änderung der Wissenschaftsvermittlungsmedien in Zeiten der Öffnung zu breiten Öffentlichkeitsschichten einherging mit einer neuen wirtschaftlichen und weltanschaulichen Ausrichtung zeigte sich in den Jahren von 1907 bis 1911, in denen mit den Zeitschriften *Internationale Wochenschrift für*

35 Nagaoka, Hantaro, »The structure of an atom«, *Zeitschrift der Mathematischen Gesellschaft Tokio* 2 (1904), S. 140 und 240–247; ders., »Kinetics of a system of particles illustrating the line and the band spectrum and the phenomena of radioactivity«, *Philosophical Magazine (London)* 7 (1904), S. 445–455.

36 Perrin, Jean, »Les hypothèses moléculaires«, *Revue scientifique* 15 (1901), S. 449–461. Die auf rosa Papier gedruckte *Revue scientifique* war das Schwesterorgan zur *Revue politique et littéraire*, die auf blauem Papier erschien; an ein weniger gebildetes Publikum wandte sich etwa *La science populaire*.

37 Zum Konzept des Vordiskurses vgl. den Beitrag von Christina Brandt in diesem Band.

38 Meyer, Max Wilhelm, »Atome und Weltkörper«, *Kosmos* 2 (1905), S. 135–138; ders., »Radiologische Umschau«, *Kosmos* 5 (1908), S. 2–5.

Wissenschaft, Kunst und Technik (1907–1921), *Neue Weltanschauung* (1908–1921), *Natur* (1909–1927), *Unsere Welt* (1909–1941) und der nur kurzlebigen *Wissenschaftlichen Rundschau* (1910–1912) in jährlichem Abstand neue Organe um die Gunst der Leser warben. Wissenschaftsvermittlung wurde fortan dafür in Dienst genommen, ein naturwissenschaftliches Fundament für bestimmte Weltanschauungen zu legen. Wirtschaftliche Zwänge sollten dem in den 1920er Jahren jedoch oft ein Ende setzen.

Die Verbindung von Wissenschaftspopularisierung und Verbreitung von Weltanschauungen hatte natürlich bereits im 19. Jahrhundert vielfältigen Ausdruck gefunden, und die Auseinandersetzungen der in diesem Bereich am Anfang des 20. Jahrhunderts wichtigsten Parteien, so der Monisten und des Keplerbundes, waren in den Jahren vor dem Ersten Weltkrieg von großer Heftigkeit. Auf der einen Seite brachte sich das monistische Blatt *Neue Weltanschauung*, eine »Zeitschrift für Philosophie und Naturwissenschaften« in Stellung, während auf der Gegenseite *Unsere Welt*, eine »Illustrierte Monatsschrift für Naturwissenschaft und Weltanschauung« des Keplerbundes für eine vorurteilsfreie Erforschung der Natur bei Beibehaltung der sittlichen Vorstellungen des Christentums eintrat.[39] In ihrer öffentlichen Wirkung waren aber die ungleich auflagenmächtigeren *Kosmos* und *Natur* weit einflussreicher, daher beschränke ich mich darauf, deren Differenz in Bezug auf die angesprochenen Öffentlichkeitsschichten zu skizzieren.

Der Erfolg des *Kosmos* legte eine Konkurrenzgründung geradezu nahe, und so tat sich der *Kosmos*-Autor Raoul Francé nach Streitigkeiten mit der Franckh'schen Verlagshandlung, die den *Kosmos* produzierte, unter anderem mit Max Wilhelm Meyer zusammen. Beide gründeten 1909 die Deutsche Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mit der in Leipzig erscheinenden Mitgliederzeitschrift *Natur* und einer Beilagenschriftenreihe kopierten sie das Konzept des Stuttgarter Vorbildes fast vollständig.[40] Neu war indes der Zweck des Unternehmens: Während der *Kosmos* 1904 angetreten war, Defizite der gebildeten Schichten im naturwissenschaftlichen Bereich abzubauen und für eine »Moderne Bildung« eintrat, wandte sich die *Natur* an ihre Leser mit dem Rousseauschen Ruf »Zurück zur Natur!« Dieser Imperativ sei aufs Neue die richtige Maxime für »Weltanschauung und Lebensführung«. Das Ziel, »ein Band [zu sein] zwischen Wissenschaft und Leben«, sollte durch das Programm einer »Verwertung der Naturwissenschaft unter dem Gesichtspunkte der Kultur« verwirklicht werden. Das sollte sich auch in der Themenauswahl

39 Für die teilweise komplexen Auseinandersetzungen verschiedener Gruppierungen und Publikationsorgane vgl. Weber, Heiko (Hg.), *Monistische und antimonistische Weltanschauung. Eine Auswahlbibliographie*, Berlin 2000, und Daum, *Wissenschaftsvermittlung* (wie Anm. 8), Kap. 4.

40 Ebd., S. 188.

niederschlagen, die sich weniger vom Wissenstrieb leiten ließ, als vielmehr das zu präsentieren suchte, was »den Menschen in uns freier, leichter und mit seinem Erdenlos zufriedener macht.«[41]

Auch nach dem Ersten Weltkrieg verkündete das Geleitwort zum 13. Jahrgang im Oktober 1921 die angestrebte Transzendenz, die aus der Wissenschaftsvermittlung erwachsen sollte: Jedem sollte die Natur nicht nur zum »Erlebnis«, sondern auch »zu einer Bereicherung seines Geistes und Gemütes, seiner Persönlichkeit« gereichen. »Versenkung« und »Verinnerlichung« würden nicht nur die Not der Zeit ertragen helfen, sie sollten das deutsche Volk auf dem Gebiet der Naturwissenschaften reüssieren lassen und so »Befreiung und Erhöhung« bringen.[42]

Bereits der Blick auf einen einzigen Artikel des ersten Heftes mag ausreichen zu zeigen, wie sich die Verweltanschaulichung auf die Wissenschaftsvermittlung auswirkte. Einer der ersten Artikel der neuen Zeitschrift von Max Wilhelm Meyer thematisierte unter dem suggestiven Titel »Die Urkraft des Universums« dessen aus dem *Kosmos* bekannten atomar-kosmologischen Parallelisierungen. Während inhaltlich nichts Neues hinzukam, änderte sich der Kontext und die Sprache der Vermittlung grundlegend.

Der sich am Artikelbeginn auf Capri im Nachsinnen über den Sternenhimmel inszenierende Meyer kommt bald auf das »noch völlig geheimnisvolle Radium« und die »völlig unaufgeklärte Weise«, wie Atomverbindungen sich auflösen können zu sprechen und steigert seine Erzählung zu hymnischen Ergüssen:

> Das Radiumatom ist ein Weltsystem von allerkleinsten Dimensionen, das sich wieder aufzulösen strebt, und diese aufflimmernden Lichtpünktchen auf dem Zinkblendenschirm sind ebensoviel neue Sterne, die, unter dem Anprall der hinausgeschleuderten Weltkörper von Atomgröße erglühend, in schöpferischem Akte zu neuer lebendiger Bewegung aufgerüttelt wurden. [...] nichts hindert uns daran anzunehmen, dass die ganze Milchstraße mit ihren Millionen Sonnen auch nur ein Atom ist in einer Welt, die eben Sonnen zu Atomen gemacht hat.[43]

Offensichtlich hatte die Ausrichtung der Wissenschaftsvermittlung auf Aspekte wie Gemütsbereicherung und weltanschauliche oder eher psychologische Erbauung die Qualität des vermittelten Wissens nicht immer gesteigert, – zumindest war hier die Darstellung der Erschließung des Mikrokosmos durch Analogie zum Makrokosmos einer ganzheitlichen Spekulation gewichen. Hatte

41 Vgl. Aufmacher der Erstausgaben: N. N., Moderne Bildung (wie Anm. 30), S. 1f; Wilser, Ludwig/Francé, Raoul, »An die Leser!«, *Natur* 1 (1909/10), S. 1.

42 Schmid, Bastian, »Dem neuen Jahrgang zum Geleit!«, *Natur* 13 (1921), S. 1. Der Lehrer und Schulreformer Schmid war 1914 Herausgeber der *Natur* geworden.

43 Meyer, Max Wilhelm, »Die Urkraft des Universums«, *Natur* 1 (1909/10), S. 11–14, auf S. 13f.

der *Kosmos* noch den nach »moderner Bildung« suchenden Leser und den schlichteren »Naturfreund« im Blick, fokussierte die *Natur* ganz dezidiert auf partiell oder nur sekundär an Wissenschaft interessierte Öffentlichkeitsschichten.

Nicht alle der regelmäßig zum Thema Atom und Materie erscheinenden Beiträge in der *Natur* folgten Meyers Muster, aber im Kontext der vor allem auch bei den biologischen Themen betriebenen Verweltanschaulichung und der Materialismusdiskussionen des späteren Herausgebers Bastian Schmid blieb die neue naturphilosophische Aufladung auch bei den physikalischen Themen präsent.[44]

Ein Erneuerungsdruck hatte sich im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts nicht nur für die Vermittlungsorgane ergeben, die weitere Öffentlichkeitsschichten im Blick hatten, auch die fachwissenschaftliche Wissenschaftsvermittlung hatte damit zu kämpfen. Personifiziert wurde diese Entwicklung durch die Brüder Ferdinand und Julius Springer, die 1907 in dritter Generation die Leitung des Verlages übernommen hatten. Für Ferdinand, der für Medizin und Naturwissenschaften verantwortlich war, während sein Bruder sich um die Technik kümmerte, zeigten sich schon damals die »Anfänge weitgehender Spezialisierung und Zersplitterung in der Wissenschaft«, denen er mit einem »Plan für die Organisation der [wissenschaftlichen] Literatur« begegnen wollte. Neben die deutschen Fachzeitschriften und die »Zentralblätter« für die »rein objektive« Erfassung der wissenschaftlichen »Weltliteratur« sollten als dritte Säule sogenannte »Ergebnisse« treten, in denen »für das betreffende Thema zuständige Forscher kritisch über den Stand einer aktuellen Frage« berichteten. Hinzu kamen noch Handbücher und zusammenfassende Monographien.[45] Gestalt nahm dieses kritische Reflexionsorgan der Fachöffentlichkeit erst 1912 an, als der AEG-Direktor Arnold Berliner Ferdinand Springer ein konkretes Konzept vorlegte. Die Zeitschrift, schrieb Berliner,

> soll jeden naturwissenschaftlich Tätigen (als Forscher oder als Lehrer) über das orientieren, was ihn *außerhalb seines eigenen Faches* interessiert, den Physiker, über das, was außerhalb der Physik, den Zoologen, was ihn außerhalb der Zoologie interessiert. [...] sie soll nur referieren, aber sie soll es in *der* Weise tun, dass sie jedem [...] eine *stets* aktuelle und ihn *interessierende* Übersicht über den Fortschritt auf dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaften gibt [...].[46]

44 Vgl. Bände 1 (1909/10), S. 345–368, 5 (1913/14), S. 360–362, 11 (1919/20), S. 41–45, 12 (1920/21), S. 2–4, und 271–294, 13 (1921/22), S. 36f., 14 (1922/23), S. 201–205, 16 (1924/25), S. 251f., und 401–409, 18 (1926/27), S. 21–23 und 196–197.

45 Hövel, Paul, *Vom Biedermeier zum Atomzeitalter. Ein Beitrag zur Geschichte des Julius Springer-Verlages von 1842 bis 1965*, Berlin 1982, darin Zitat aus Springer, Ferdinand, *Lebensbericht*, Ms. 1952, S. 263f. Vgl. auch Sarkowski, Heinz, *Der Springer Verlag. Stationen seiner Geschichte 1: 1842–1945*, Berlin u.a. 1992.

Als am 3. Januar 1913 das erste Heft der *Naturwissenschaften* erschien, setzte es nur pro forma die in die Krise geratene *Naturwissenschaftliche Rundschau* fort; tatsächlich wurde deren Auflösung als Chance gesehen, ein gänzlich neukonzipiertes Organ zu lancieren. Neu war vor allem die Aktualität – gewährleistet durch eine geeignete Druckerei und neue Setzmaschinen[47] – und der Verzicht auf (professionelle) Vermittler, die zwischen Wissenschaft und Publikum standen: die Forscher sollten nach Möglichkeit selber ihre Elfenbeintürme verlassen. Doch sollten *Die Naturwissenschaften* die Koryphäen des Faches im Fall der Frage nach der Struktur von Atom und Materie erst nach dem Ersten Weltkrieg erreichen. Mit einem Abonnementspreis von 6 Mark im Quartal waren *Die Naturwissenschaften* jedoch etwa viermal so teuer wie der *Kosmos*.

Die Artikel der ersten Jahre der *Naturwissenschaften* über das Atom stammten nicht aus der Feder der Hauptvertreter der Physik, sondern von promovierten Forschern, von Privatdozenten und außeruniversitär arbeitenden Wissenschaftlern. Sie verstanden Ferdinand Springers Forderung nach kritischer Berichterstattung zumeist dahingehend, ihre eigenen, eher weniger konsensfähigen Vorstellungen zu betonen. So fanden sich mit wenigen Wochen Abstand ganz verschiedene Darstellungen über den Kenntnisstand zum Atom: Kasimir Fajans' im März 1913 abgedruckter Habilitationsvortrag betrachtete eine Reihe von Ergebnissen und Spekulationen über die Atomstruktur. Während er hier vielleicht als Erster (und noch vor Bohrs Veröffentlichung seiner quantentheoretischen Erweiterung) die jahrelang ignorierten Ergebnisse von Rutherford immerhin erwähnte, entschied er sich doch dafür, die etwa zur gleichen Zeit erschienenen Ergebnisse von J. W. Nicholson ausführlicher darzustellen und den Schluss zu ziehen, dass alle Materie aus »Coronium«, Wasserstoff, »Nebulium« und »Protofluor« bestünde.[48]

Der ehemalige Assistent Lenards Hans Baerwald berichtet fünf Wochen später über den Bau des Atoms von Lenards »bahnbrechenden Arbeiten«, die die Atomanschauungen »völlig umgestaltet« hätten und dass dessen leeres Dynamiden-Atom Stand der Forschung sei.[49] Drei Jahre später, nachdem sich das Bohr-Rutherfordsche Atom zwar herumgesprochen hatte, im Krieg aber kaum für einen eigenen Artikel akzeptabel war, meldete sich Ernst Gehrcke zu Wort. Der Mitarbeiter der Berliner Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, der

46 Brief von Arnold Berliner an Ferdinand Springer vom 6. Aug. 1912, zitiert nach Sarkowksi, *Springer* (wie Anm. 45), S. 192.

47 Sarkowksi, *Springer* (wie Anm. 45), S. 184.

48 Fajans, Kasimir, »Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Materie«, *Nw* 1 (1913), S. 237–241.

49 Baerwald, Hans, »Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen«, *Nw* 1 (1913), S. 355–359, 384–388.

später als ein erbitterter Gegner Einsteins auftreten sollte, erklärte der Fachöffentlichkeit, dass das Bohrsche Atommodell noch »Lücken« aufweise und dass »*mehr* als ein Modell die Serienspektren zu erhalten erlaubt«, deren genaue Vorhersage ja der Bohrschen Theorie allgemeine Anerkennung in der Fachwelt gebracht hatte. Gehrcke reklamierte, dass sein System von »Ringen aus ›Äthervakuum‹« mindestens gleiche Glaubwürdigkeit beanspruchen dürfte.[50]

Diese mehr verwirrende und widersprüchliche als kritische Berichterstattung zeigt, dass es im Prozess der Wissenschaftsvermittlung an eine interdisziplinäre Fachöffentlichkeit in den *Naturwissenschaften* vor 1918 noch an den geeigneten Autoritäten als Autoren fehlte, die eine glaubhafte und einheitliche Vermittlung gewährleisten konnten. Ab 1919 übernahmen dann Max Born und Hermann Weyl diese offensichtlich notwendige Aufgabe, flankiert durch Abdrucke bedeutender Vorträge etwa von Niels Bohr und Ernest Rutherford.[51] 1924 wurden *Die Naturwissenschaften* schließlich das offizielle Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und definierten so ihre Autorität als Vermittlungsorgan für die Fachöffentlichkeit.

Von den Metaphern zum Bild des Atoms

Die frühe Interpretation der experimentellen Ergebnisse der Jahrhundertwende als Ausdruck der planetensystemartigen Konstitution des Atoms, wie sie prominent bei Max Wilhelm Meyer zu finden war, und auch die frühe Voraussicht der physikalischen und mathematischen Probleme dieser Deutung, wie sie bei August Becker anklangen, sollten in den folgenden zehn Jahren auf große Widerstände für eine weite Akzeptanz stoßen, bis sich langsam Niels Bohrs und Arnold Sommerfelds Weiterentwicklungen aus Lenards und Rutherfords Ergebnissen durchzusetzen begannen.

Im *Kosmos* sah man das Problem der Undurchdringlichkeit von Materie, zweifelte wieder an der Existenz von Atomen insgesamt – denn kein Mensch habe jemals ein Atom gesehen – und liebäugelte mit der kontinuierlichen Raumerfüllung, da die Frage, durch welche Kraft die Moleküle und Atome

50 Gehrcke, Ernst, »Atommodelle und Serienspektren«, *Nw* 4 (1916), S. 586–590, auf S. 588.

51 Die Beiträge von Born, Max, »Vom mechanischen Äther zur elektrischen Materie«, *Nw* 7 (1919), S. 136–141, »Das Atom«, *Nw* 8 (1920), S. 213–26, und »Die Brücke zwischen Chemie und Physik«, ebd., S. 373–382, erschienen als Buch unter dem Titel: *Der Aufbau der Materie*, Berlin 1920. Bohr, Niels, »Über den Bau der Atome«, *Nw* 11 (1923), S. 606–624; Weyl, Hermann, »Was ist Materie?«, *Nw* 12 (1924), S. 561–568, 586-593 und 604–611.

zusammengehalten würden, alles andere als beantwortet war.[52] So kamen Berichte über »Zerfallende Materie« und das »Rätsel der Materie« mit gar »explodierenden« Atomen ganz ohne ein konkreteres Bild vom Atom aus; die Hoffnung darauf, das Rätsel zu lösen, war geschwunden.[53]

Als 1913 die ersten Abbildungen zur Atomstruktur im *Kosmos* zu sehen waren, handelte es sich nicht um die Modelle von Bohr und Rutherford, sondern um fotografische Ergebnisse von physikalischen Experimenten. Das großformatig abgedruckte »Atomphotogramm« (Abb. 4) – eigens gekennzeichnet als »Originalaufnahme für den Kosmos« – mochte manchem Leser als Foto vom Atom erschienen sein, so wie die Linien auf den Nebelkammeraufnahmen dem Leser »Elektronenbahnen« gezeigt haben mögen. Doch waren weder die Schwärzungsmuster, die die Röntgenstrahlen im Versuch von Max von Laue und seinen Kollegen nach Durchtritt durch einen Kristall auf dem Film hinterließen, noch die Gaskondensationsspuren, die α- und β-Strahlen sowie Sekundärelektronen von Röntgenstrahlen in der Nebelkammer C. T. R. Wilsons verursachten, wirkliche Abbildungen vom Atom. Dennoch reichten sie hin, »dass wohl niemand mehr zweifeln wird. [...] Die kleinsten Bausteine der Stoffe [...] liegen uns deutlich vor Augen.« Durch die »Beweiskraft« dieser Bilder waren die »atomistischen Anschauungen [...] ein gesicherter, unanfechtbarer Besitz der Wissenschaft geworden.«[54]

Dieser visuelle Beweis wurde den Lesern der *Umschau* erst im Dezember 1914 präsentiert, als Max von Laue zusammen mit William Henry und William Lawrence Bragg den Physiknobelpreis zuerkannt bekam. Noch im August war ein Artikel über die Struktur der Atome ohne Abbildungen ausgekommen, obwohl gerade die *Umschau* größten Wert auf Bebilderung legte.[55]

52 So der Wiener Astronom Klumak, Robert, »Physikalische Umschau«, *Kosmos* 5 (1908), 161–164, auf S. 163f., und der Chemiker Altpeter, P., »Moleküle und Atome«, *Kosmos* 5 (1908), 169–172, Zitat S. 170, ders., »Der Zusammenhang der Materie«, *Kosmos* 7 (1910), 341–343, Zitat S. 342.

53 Bugge, Güther, »Zerfallende Materie«, *Kosmos* 8 (1911), 18–20, Klinkerfuß, Friedrich, »Das Rätsel der Materie«, *Kosmos* 9 (1912), S. 193–196, schreibt auf S. 196: »Noch wissen wir über die mannigfaltigen Einzelheiten im inneren Bau des Atoms so gut wie nichts und werden vielleicht nie etwas darüber erfahren.« Auch in der *Umschau* finden sich Anzeichen, dass die Frage (der Chemiker) nach der Realität von Molekülen überhaupt wieder im Vordergrund stand und die Wissenschaftsvermittlung so hinter das bereits skizzierte Bild des modernen Atoms zurückfiel, vgl. Lorenz, Richard, »Die Realität der Moleküle«, *Umschau* 17 (1913), S. 44–49.

54 Sieverking, H., »Sichtbarmachung der Moleküle nach Laue und Wilson«, *Kosmos* 10 (1913), S. 265–268, auf S. 268.

55 Bragg, William H., »Röntgenstrahlen und Kristallstruktur«, *Umschau* 19 (1915), S. 972–976, war der Abdruck eines Vortrags von Juli vor der Londoner Royal Institution, in dem Bragg

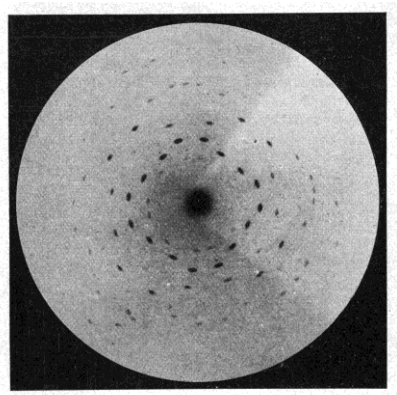


Abb. 1. Atomphotogramm nach Laue, Friedrich und Knipping. Originalaufnahme für den Kosmos.

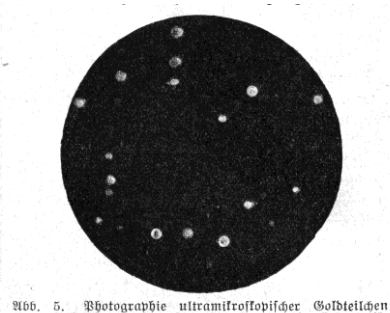


Abb. 5. Photographie ultramikroskopischer Goldteilchen einer Goldlösung. Durchschnittsgröße der einzelnen Teile 15 Millionstel Millimeter. (Aus Pöschl, Kolloidchemie.)

Abb. 4: »Atomphotogramm«[56] */ Abb.5: »Photographie ultramikroskopischer Goldteilchen«*[57]

Mit dem Ersten Weltkrieg wandte sich die Aufmerksamkeit aller Öffentlichkeitsschichten vermehrt den Anwendungen der Wissenschaften zu. Insofern ist es nicht erstaunlich, dass bis 1919 nur noch relativ wenige Artikel sich des Atoms annahmen. Dennoch wäre es falsch, daraus generell eine Unterbrechung der Wissenschaftsvermittlung zum Thema Atom während des Krieges zu folgern. Mit dem direkten und mittelbaren Kriegseinsatz der meisten Studenten, Assistenten und auch vieler Wissenschaftler änderte sich freilich die Lehrtätigkeit an den Universitäten. Gerade aus diesem Grunde bot aber der Münchner Atomphysiker Arnold Sommerfeld statt seiner Spezialvorlesungen zur Atomphysik im Wintersemester 1916/17 eine Vorlesung zu »Atomistik und Elektronik« und zwar »für Hörer aller Fakultäten ohne mathematische Ableitung« an. Die dort anwesenden Kollegen Sommerfelds aus Chemie und Medizin hätten ihn schließlich gedrängt, die Vorlesungen in einer Veröffentlichung festzuhalten, »die auch dem Nichtfachmanne das Eindringen in die neue Welt des Atominneren ermöglichen sollte«, schrieb Sommerfeld im Vorwort. Das Buch *Atombau und Spektrallinien* erschien 1919 und avancierte

Laues Leistungen hervorhob; die Abbildungen wurden »Interferenzfiguren« benannt. Fajans, Kasimir, »Die Struktur der Atome«, *Umschau* 19 (1915), S. 661–666 und 687–690.

56 Abbildung in *Kosmos* 10 (1913), S. 265.

57 Abbildung in *Kosmos* 14 (1917), S. 94.

bald zur »Bibel des modernen Physikers« (Max Born), die sich »wie ein Roman« las (Pieter Zeeman).[58]

Das lag nicht zuletzt daran, dass Sommerfeld sich wie in der Vorlesung nun auch im Buch an eine Fachöffentlichkeit und zum Teil wohl auch an eine interessierte gebildete Öffentlichkeit gewandt hatte. Mathematik war weitestgehend zurückgedrängt, »anschauliche Elemente« der Theorie wurden vorrangig dargelegt und der »physikalische Gedanke« war das Wichtigste.[59] Auf diese Weise wurden Bohrs Arbeiten von 1913 und Sommerfelds Erweitungen bis 1916 am wirkungsvollsten nicht über die fachwissenschaftliche, sondern über die fachöffentliche Schicht verbreitet und vermittelt.

Ein Beispiel für eine noch weitergehende Vermittlung des leeren Atoms ergab sich, als der Direktor des Deutschen Museums in München – vermutlich durch die Vorlesungen auf Sommerfeld aufmerksam geworden – bei diesem im Januar 1918 anfragte, ob er nicht Vorschläge zur Darstellung der »neueren Theorien über die Zusammensetzung und den Aufbau der chemischen Elemente« beitragen könne. Sommerfeld entsprach dieser Bitte gern und bereits Anfang März lagen dem Museum mehrere Skizzen für eine Darstellung des Wasserstoffatoms vor, die Grundlage für das Modell (Abb. 1) waren. Interessant aus der Perspektive der Rolle der Öffentlichkeit für die Wissenschaftsvermittlung mag an diesem Beispiel sein, dass die Physiker allein nicht genügten, das Museumsexponat zu entwerfen: Erst mit dem konsultierten Architekten Friedrich Thiersch sollte eine geeignete Repräsentation gelingen, deren Wirkung in der Ausstellung allerdings eher gering blieb.[60]

Weder Sommerfelds Modell noch die Entwurfszeichnungen (Abb. 2) haben wohl ihren Weg in die wissenschaftsvermittelnde Literatur gefunden.[61] Dennoch war es die Vermittlungsarbeit während des Krieges von Sommerfeld und in nicht minderem Maße von seinem Münchner Physikerkollegen Leo Graetz, die auch in den Zeitschriften das neue Bild des Atoms bestimmte. So waren es die gesammelten Vorträge zum Atom des hauptsächlich für die Medizinerausbildung zuständigen Graetz, der etwa mit seinem Elektrizitäts-Lehrbuch gezeigt hatte, wie man mit einem wissenschaftlichen Buch ein

58 Zitate aus: Sommerfeld, Arnold, *Atombau und Spektrallinien*, Braunschweig 1919, S. V, ders., *Wissenschaftlicher Briefwechsel*, hg. von Michael Eckert und Karl Märker, Berlin u.a. 2000 und 2004, Bd. 1, S. 464, und Bd. 2, S. 72 und 118.

59 Sommerfeld, *Atombau* (wie Anm. 58), S. VI.

60 Oskar von Miller an Arnold Sommerfeld, 28. Januar 1918, Arnold Sommerfeld an Oskar von Miller, 31. Januar 1918, Arnold Sommerfeld an Oskar von Miller, 5. März 1918, Archiv des Deutschen Museums, München, Verwaltung Chemie 1271. Vgl. ausführlicher Schirrmacher, *Atom* (wie Anm. 2).

61 So der Befund der Durchsicht der meisten in diesem Beitrag erwähnten Zeitschriften und Buchreihen.

großes Publikum erreichen konnte,[62] die von *Kosmos*, *Umschau* und *Prometheus* aufgegriffen wurden.[63] Was Abbildungen des neuen Atoms anging, war Graetz' Buch noch sehr zurückhaltend und brachte nur wenige schematische Skizzen von Kreisbahnen um einen Atomkern oder senkrecht zwischen zwei Kernen eines Wasserstoffmoleküls.

Altes und neues Sehen

Wenn wir versuchen zur Kernfrage nach der Neuformierung bildlicher Darstellungen vom Atom zurückzukehren, fällt bei Betrachtung der in den Zeitschriften verwendeten Abbildungen auf, dass hier zwei verschiedene Entwicklungen festzustellen sind. Erstens beginnt um 1920 die Verbreitung des Bohr-Sommerfeldschen Ellipsen-Atoms. In der *Umschau* erscheint es im Juni dieses Jahres in einem Artikel über Kristallstruktur, im *Kosmos* antwortet ein Artikel auf die Frage »Wie sehen die Atome aus?« mit dem Bohrschen Modell kreisförmiger Elektronenbahnen, zwischen denen Sprünge stattfänden.[64] Sommerfeld selbst sollte dann 1924 seine eigenen Vorstellungen und Abbildungen in der *Umschau* darlegen.[65] Bereits vor der Aufstellung der Quantenmechanik, die das Bohr-Sommerfeldsche Atommodell grundlegend revolutionieren sollte, finden sich Bemühungen, die Leere des Atoms zu relativieren: Der gleiche *Umschau*-Autor wie im Jahr 1920 berichtet zwei Jahre später über »Atombereiche in Kristallen« und versucht den Widerspruch von Kügelchenvorstellung und dem »leeren« Atom zu eliminieren, indem er die »Körperlichkeit« von der »Räumlichkeit« eines Atoms zu trennen versuchte. Die Räumlichkeit ist der Raumanteil, den das Atom »nach Möglichkeit von anderen Teilchen frei hält«, und dieser sei kugelförmig. In einem 1925 in der *Umschau* abgedruckten Vortrag erfährt der Leser dann, wie man sich diese Räumlichkeit vorstellen könne: »Ein so schweres Atom wie das Blei ist ebenso leer wie das Sonnensystem; vermöge der andauernden und schnellen Rotation seiner äußersten Elektronen nimmt es den kugelförmigen Raum ein, den wir ihm

62 Graetz, Leo, *Die Elektrizität und ihre Anwendungen*, Stuttgart 1883, 23. Aufl. 1928, war eine leichte Einführung für Studenten und technisches Kompendium für Praktiker gleichermaßen.

63 Auf Graetz, Leo, *Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwickelung*, Stuttgart 1918, wird in Meinecke, W., »Die Größe des Atoms«, *Umschau* 24 (1920), S. 251–253, Zimmer, E., »Wie sehen Atome aus?«, *Kosmos* 18 (1921), 65–68, und Bechstein, O., »Von der Zertrümmerung des Atoms«, *Prometheus* 32 (1921), S. 321–323, hingewiesen.

64 Es sind Artikel des Mineralogen Rinne, F., »Heutige Anschauungen vom Bau der Kristalle«, *Umschau* 24 (1920), S. 373–376, Abb. auf S. 373, Zimmer, *Atome* (wie Anm. 63), Abb. auf S. 67.

65 Sommerfeld, Arnold, »Die Erforschung des Atoms«, *Umschau* 28 (1924), S. 501–505.

zugewiesen haben.«[66] Ein Jahr später erschienen in der *Umschau* Atommodelle mit mehreren senkrecht zueinander stehenden Ringsystemen, womit die Abbildungen in die dritte Dimension vorgestoßen waren.[67]

Neben dieser Zurückeroberung der dreidimensionalen Raumausdehnung des Atoms bestand die zweite, parallel stattfindende Entwicklung in der Relativierung des Begriffs des Sehens. Diese ergab sich als Resultat der technisch-konzeptionellen Überschreitung der Sichtbarkeitsgrenze in mehrfacher Weise. Lichtmikroskope konnten höchstens 1/5000 mm große Strukturen sichtbar machen, höhere Auflösungen machte die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes unmöglich. Dass man seit 1903 dennoch in Flüssigkeiten verteilte Goldteilchen oder Bakterien mit einem Ultramikroskop »sehen« konnte, die etwa hundert mal kleiner waren, hatte mit einer neuen Form des Sehens zu tun, mit dem »ultramikroskopischen Sehen«, wie es der Autor eines Artikels im *Kosmos* 1917 nannte:

> Man sieht also [...] im Ultramikroskop nicht die unsichtbar kleinen Teilchen der Materie selbst, denn diese sind und bleiben in des Wortes wahrem Sinne selbst unsichtbar [...] man sieht nur ihre Kielspur im Ätherozean, ihren riesig vergrößerten Schatten, ihr Brockengespenst auf der grauen Wolkenwand des Dunkelfeldes oder vielmehr umgekehrt ihr Heliogramm im Dämmerlicht des Ultramikroskops, ihren Leuchtturmschein in der schwarzen Nacht des Äthermeeres (Abb. 5).

Trotz dieses Bündels an Analogien lautete die Unterschrift zu der benannten Abbildung einfach »Photographie ultramikroskopischer Goldteilchen einer Goldlösung. Durchschnittsgröße der einzelnen Teile 15 Millionstel Millimeter.«[68]

Auch die Spur in einer Nebelkammer ließ den Beobachter nicht mehr als eine Kielspur sehen (ähnlich etwa einer Stange Dynamit, die man aus großer Entfernung in Form einer riesigen Staubwolke wahrnehmen mag, wenn sie explodiert). Dennoch ist eine weitere Grenze des Sehens überschritten: Während man durch das Ultramikroskop noch ausschließlich beobachtete, ohne das Geschehen innerhalb des Beobachteten zu beeinflussen, zeugen die

66 Rinne, F., »Atombereiche in Kristallen«, *Umschau* 26 (1922), S. 571–573; Schütt, K., »Die Bausteine der Materie (nach einem Vortrag von F. W. Aston)«, *Umschau* 29 (1925), S. 690–693 und 713–716, Zitat S. 716.

67 Kohlrausch, K. W. F., »Neue Forschungen über den Atombau«, *Umschau* 30 (1926), S. 245–248 und 269–271, Abb. S. 247.

68 Kahn, Fritz, »Das Ultramikroskop«, *Kosmos* 14 (1917), S. 90–95, Zitat S. 92, Abb. S. 94. Interessanterweise findet sich in der *Umschau* schon 1913 eine ähnliche ultramikroskopische Fotografie, die aber als »Momentbild einer kolloiden Silberlösung im Ultramikroskop« nicht den Anspruch einer Abbildung der Teilchen erhebt. Statt eine poetische Analogie zu bilden, wird nur auf den »eigentümliche[n] Lichteffekt (Tyndalleffekt)« hingewiesen, vgl. Lorenz, *Realität* (wie Anm. 53), auf S. 45.

Nebelkammerspuren von unzähligen Interaktionen des »beobachteten« Elektrons mit dem übersättigten Dampf; quantenmechanisch analysiert, handelt es sich um Reihen von schnell aufeinanderfolgenden Messprozessen, die das ansonsten räumlich und in seiner Bewegungsgeschwindigkeit unbestimmte Teilchen zwingt, einen Messwert anzunehmen, das heißt sich an einem Ort »zu zeigen«.

Im Fall der »Atomphotogramme« im Laue-Versuch wiederum liegt noch eine andere neue Form des Sehens vor, ein komplementäres oder reziprokes Sehen: Die Punktmuster der fotografischen Platte geben nicht die Atomanordnungen im Kristall entsprechen ihrer räumlichen Struktur wieder, sondern sie stellen ein anderes periodisches Muster dar, das über eine mathematische Transformation mit dem Raumgitter der Kristalle in Zusammenhang steht.

Unter den mannigfaltigen Möglichkeiten, die die Physik für neue Arten des Sehens entwickelte, sollte sich später die Elektronenmikroskopie als diejenige Form bildgebender Verfahren etablieren, der man am weitesten eine wirkliche Abbildung der Realität zusprach. Diese seit Anfang der 1930er Jahre entstandene Technologie sollte in den wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften bald zum beliebten Thema werden.[69] Seine Weiterentwicklungen haben in jüngerer Zeit ganz neue, bunte Bilder einzelner Atome erzeugt.

Die Leere des Atoms, die Lenard eingeführt hatte und die Rutherford und andere bestätigten, hatte den Grundintuitionen von Materialität, Raumerfüllung und Stabilität den Boden entzogen. So erfolgreich das Bohrsche Atommodell angewandt auf die Atomphysik auch war (etwa mit der Deutung der Spektren), seine Vereinbarkeit bereits mit den Vorstellungen der benachbarten Subdisziplin der Kristallphysik oder des Nachbarfachs Chemie erforderten eine jahrzehntelange Vermittlungs- und Interpretationsarbeit. In den Zeitschriften, die die Fachöffentlichkeit und eine darüber hinausgehende gebildete und interessierte Öffentlichkeitsschicht adressierten, haben wir einen entsprechenden Diskurs gefunden, in dem neue Modelle und Konzepte dargelegt und grundlegende Begriffe (wie Raumerfüllung oder Sehen) neu bestimmt wurden. Die Vermittelbarkeit mit Hilfe geeigneter Begriffe, die Diskutierbarkeit und in deren Folge auch die Vereinheitlichung des Wissens über das Atom entstand offensichtlich in einem Prozess, an dem verschiedene – in diesem Falle sogar fast alle – Stufen der Wissenschaft und Öffentlichkeit miteinander in Wechselwirkung traten.

69 Vgl. etwa die Berichterstattung in *Kosmos*: Der erste Artikel erschien 1934, der nächste 1936 und 1938 insgesamt drei.

Ausblick: Rekonfigurationskonjunkturen

In der Geschichte der Naturwissenschaften war die Diskussion lange von der Betrachtung wissenschaftlicher Revolutionen bestimmt. Die neuen Weltbilder der Astronomie, der Elektrizität oder auch der Materie ergaben sich durch diskontinuierliche Perspektivwechsel, unter denen die wissenschaftlichen Daten neu zusammengestellt und interpretiert wurden. In der Anwendung auf das 20. Jahrhundert erwies sich das Konzept indes als problematisch.[70] Auch das Beispiel des Atoms zeigt, dass weniger die Gegenüberstellung unvereinbarer (»inkommensurabler«) Sichtweisen die Entwicklung bestimmte, als dass vielmehr ein vielschichtiger Diskurs zu einer schrittweisen Rekonfiguration des Atoms führte, an der nicht nur die Fachwissenschaft, sondern auch ihre Auseinandersetzung mit Öffentlichkeit in Schichten unterschiedlicher Motivation und Qualifikation Anteil hatten. Folgte die Analyse wissenschaftlicher Revolutionen einem unausgesprochenen internalistischen und wissenschaftstheoretischen Primat, zielte die Betrachtung als Rekonfiguration darauf, wissenschaftspraktische und wissenschaftsöffentliche Faktoren stärker miteinzubeziehen.

Als Muster einer solchen Analyse gilt Ludwik Flecks Studie zur »Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache«. Seine aus der Betrachtung der Biologie und Medizin gewonnene Einsicht, dass die Fachwissenschaft selbst mehrere Formen kennt, die in etwa den Publikationsformen Zeitschrift, Handbuch, Lehrbuch und populäre Darstellung entsprechen, hat sich für die Rekonfiguration des Atoms nachzeichnen lassen. Viele seiner Thesen haben Entsprechungen gefunden, wie die, dass Einfachheit und Anschaulichkeit erst im »populären Wissen« entstünden, und dass vielfach das Ziel dieses populären Wissens die Weltanschauung sei. Was Fleck als das »denksoziale Wandern« von Wissenschaft bezeichnete, ließ sich etwa in der Durchsetzung der planetarisch-astronomischen Analogie nachvollziehen.[71] Gerade die Verbindung von Wissenschaftsvermittlung und Weltanschauung hat sich jedoch für den Prozess der Rekonfiguration der Atomikonographie als bremsend erwiesen, die Verweltanschaulichungstendenzen vor dem Ersten

70 Einschlägig sind Kuhn, Thomas S., *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt/M. 1967, und ders., *Die Entstehung des Neuen*, Frankfurt/M. 1977. Kuhn selbst verfasste eine detaillierte Studie zur Quantentheorie, die nicht von seinem eigenen Revolutionskonzept Gebrauch machte: ders., *Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894–1912*, New York 1978.

71 Fleck, *Tatsache* (wie Anm. 5), insbesondere Kap. 4.4.

Weltkrieg und die lebensphilosophischen Strömungen der Weimarer Zeit waren deutlich bemerkbar.[72]

Ich möchte den Beitrag abschließen mit einem kurzen Ausblick über das Zusammenfallen der Durchsetzung der neuen Atomikonographie bei gleichzeitiger Infragestellung aus der Fachwissenschaft durch die Entwicklung der Quantenmechanik. Dabei wird sich herausstellen, dass das neue Bild vom Atom eine (kognitive) Stabilität erreicht hatte, die es offenbar gegen eine Widerlegung durch die Quantenmechanik in der Wissenschaftsvermittlung an verschiedene Teile der Öffentlichkeit immunisierte.

Das Atom der Quantenmechanik in *Kosmos* und *Koralle*

Atomkern und Elektronenbahnen waren im Verlauf der 1920er Jahre in breiten Schichten der an Wissenschaft interessierten Öffentlichkeit zur visuellen Zeichensprache geworden. So bediente sich etwa ein 1929 in der Zeitschrift *Wissen und Fortschritt* erschienener Bericht über die Werkstoffeigenschaften des Berylliums ganz selbstverständlich dieser Form (Abb. 6).[73]

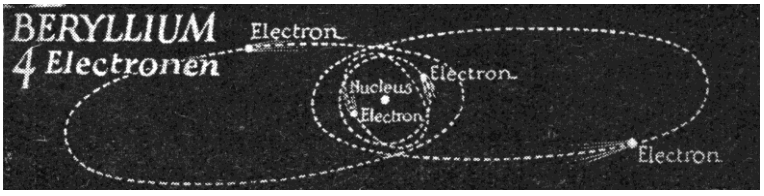


Abb. 6: Atommodelle in einem Artikel über Werkstoffe[74]

Im gleichen Jahr bat die Schriftleitung des 1925 gegründeten Ullstein-Blattes *Die Koralle* Erwin Schrödinger, der gerade den prestigeträchtigen Berliner

72 Es mag hier dahingestellt bleiben, wie stark die wissenschaftliche Formulierung der Quantenmechanik und ihre öffentliche Darstellung beeinflusst war von einem generellen kulturellen Milieu der Weimarer Republik. Zur Diskussion darüber vgl. zusammenfassend von Meyenn, Karl (Hg.), *Quantenmechanik und Weimarer Republik, Braunschweig*, Wiesbaden 1994.

73 Die 1927 gegründeten Zeitschrift *Wissen und Fortschritt* verfolgte sowohl eine praktische Aufgabe, nämlich eine »lebendige Beziehung zwischen Technik und Volk herzustellen«, und eine ideelle Aufgabe, »durch systematische Darstellung der deutschen Technik als solcher zur Wirkung zu verhelfen gegenüber der Überbetonung der ausländischen, und zwar im besonderen der amerikanischen Technik« (Vorwort, Bd. 1 (1927), S. 1).

74 Die Abbildung ist dem Artikel N.N., »Das Wundermetall«, *Wissen und Fortschritt* 3 (1929), S. 349–350, hier S. 349, entnommen.

Lehrstuhl für theoretische Physik von Max Planck übernommen hatte, in einem Artikel die Plancksche Quantentheorie zu erklären.[75] Dieser wehrte zunächst Faust-Zitate bemühend ab, er könne nicht »mit saurem Schweiß sagen, was man nicht weiß«. Dann ließ er sich aber doch überreden und wandte sich insbesondere an »die verehrte Leserin«, um sie über »Das Rätsel des Lichts« aufzuklären. Sie erfuhr, dass auch das stärkste Mikroskop eine gewisse Auflösungsgrenze nicht überwinden könne, »weil eben das Licht nicht feiner ist! Benützt man statt des Auges die fotographische Platte als Empfänger, so ist man nicht auf diese ›groben‹ Wellen beschränkt, man kann z. B. mit den viel feineren Röntgenstrahlen arbeiten [...].« Damit hätte Laue seine großartige Entdeckung gemacht: »Es ist fast so, als könne man durch ein Mikroskop schauen und die Atomreihen wirklich sehen [...].«[76] Aber war das, was die Physiker »sahen«, auch das, was sie der Öffentlichkeit zeigten?

Als Schrödinger für die *Koralle* schrieb, war die Quantenmechanik bereits einige Jahre alt. Ihr zufolge durfte man gar nicht mehr von Elektronenbahnen sprechen, sondern nur noch von Aufenthaltswahrscheinlichkeiten oder von über den Raum verschmierten Elektronen. Der *Kosmos* hatte 1928 zum ersten Mal versucht, diese neue Sicht der atomaren Welt darzulegen. Der Vermittlungs-Profi Paul Kirchberger erklärte im Aufmacherartikel des Aprilheftes erst mit anschaulichen Bildern die Energieniveaus im Bohrschen Atom, übte dann Kritik am Bohrschen Modell und brachte den Lesern schließlich die Quantenmechanik nach Heisenberg und Schrödinger nahe, indem er das Bohrsche Atom mit wellenförmig sich bewegenden Elektronen kombinierte (Abb. 7).[77]

Einzig der frischberufene Berliner »Professor für Philosophie der Physik« Hans Reichenbach hatte bereits im April 1927 den Lesern der *Umschau* erklärt, dass das Atom kein Planetensystem sei, »sondern ein *positiver Kern* mit einer umgebenden *zitternden Wolke aus negativer Elektrizität*«. Doch ergab sich daraus kein wirklich neues Bild für das Atom, denn letztlich münde die Atomtheorie »die anstelle der kontinuierlichen Materie ein Aggregat auf ›Körnern‹ und

75 1925 lancierte der Ullstein Verlag neben seinem Massenblatt, der *Berliner Illustrirten Zeitung*, die bereits in nicht unerheblichem Maß über Wissenschaft und Technik berichtete, ein eigenes »Magazin für alle Freunde von Natur und Technik«. *Die Koralle* erschien mit bunten Titelseiten und nach kurzer Zeit im Großformat.

76 Schrödinger, Erwin, »Das Rätsel des Lichts«, *Koralle* 5 (1929/30), S. 294-298.

77 Kirchberger, Paul, »Ein Fortschritt in der Atomtheorie«, *Kosmos* 25 (1928), S. 109-112. Kirchberger hatte 1922 den Schuldienst quittiert und übernahm ab 1923 im *Kosmos* die monatliche Rubrik über den aktuellen Sternenhimmel, bevor er eine Reihe von Artikeln zur Atomphysik verfasste, vgl. Bände 21 (1924), S. 266-269, 22 (1925), S. 351-354, und 26 (1929), S. 206-208.

leerem Raum setzte, doch *wieder in eine Kontinuumstheorie* ein, denn das *Atom* selbst wird jetzt wieder als *ein elektrisches Feld* aufgefaßt.«[78]

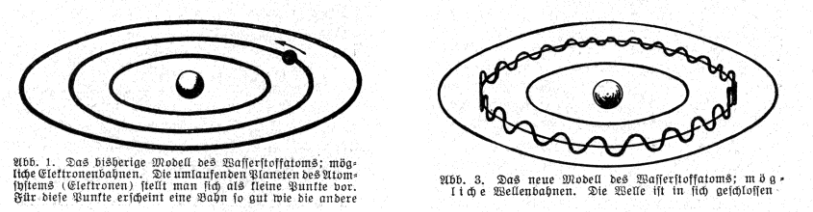


Abb. 7: Modifiziertes Bohr-Atommodell[79]

Auf diese Weise findet sich am Ende der 1920er Jahre aber insgesamt eine Wissenschaftsvermittlung allenfalls von Aspekten der Quantenmechanik unter weitgehender Beibehaltung des Bohrschen Atommodells als grundlegender Vorstellung. Auch wenn dessen Probleme nun nicht mehr verschwiegen wurden, etwa dass die Umlauffrequenzen der Elektronen gar keine Entsprechung mit den Lichtfrequenzen der Spektrallinien aufwiesen, war man doch weit davon entfernt, nun jenseits des Bohr-Atoms eine vermittelbare Visualisierung wiedererlangt zu haben.[80] Es gab gleich eine ganze Reihe von, wissenschaftlich gesehen, eher zweifelhaften Veranschaulichungen: Teilte Schrödinger seinen Leserinnen noch mit, man könne die Atome »fast« sehen, suggerierte ein Beitrag in *Wissen und Fortschritt*, man könne sie zumindest hören: »Der letzte Beweis, Elektronen sichtbar zu machen wird wohl nie gelingen«, gestand man ein, »[e]s ist aber gelungen, die Geräusche, welche die Atome bzw. die Elektronen bei ihrer Bewegung verursachen, zu belauschen.«[81] Ähnlich veranschaulichend wurde auch über zwei Dauerthemen der Zeitschriften um 1925 berichtet, über die Frage nach der Umwandelbarkeit von Elementen (»Gold aus Quecksilber«) und die »Atomzertrümmerung«.[82]

78 Reichenbach, Hans, »Ein neues Atommodell«, *Umschau* 31 (1927), S. 281–284, auf S. 283 und 284.

79 Abbildungen aus Kirchberger, Fortschritt (wie Anm. 77), S. 110 und 111.

80 Vgl. Miller, Arthur I., »Visualization lost and regained: The genesis of the quantum theory 1913–1927«, in: Wechsler, J. (Hg.), *On aesthetics in science*, Cambridge, Mass., 1978, S. 73–101.

81 N. N., »Das Geräusch der Atombewegung«, *Wissen und Fortschritt* 2 (1928), S. 269.

82 Die Inhaltsverzeichnisse von *Kosmos* und *Umschau* zeigen in den Jahren nach 1924 häufig gleich mehrere Artikel zu diesen Themen in einem Jahr.

»Sobald wir wirklich wissen, was wir meinen ...«

Hatte Ferdinand Springer vor dem Ersten Weltkrieg mit den *Naturwissenschaften* einen Kontrapunkt zur Verweltanschaulichung der Wissenschaftsvermittlung gesetzt, so war er es auch, der nun versuchte, eine Alternative zur massenmedialen Vermarktung von Wissenschaft, wie sie der Ullstein-Verlag betrieb, zu etablieren. Ullsteins »Wege zum Wissen« führten etwa geradlinig zum »Liebesleben der Pflanzen« oder zu einer modernen Biologie »für jedermann«.[83] Springers Konzept bestand darin, hervorragende Naturwissenschaftler verständlich über ihre eigene Wissenschaft schreiben zu lassen. Die Buchreihe *Verständliche Forschung* startete 1927 mit dem Titel »Aus dem Leben der Bienen« von Richard Goldschmidt, einem der Direktoren des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in Berlin. Goldschmidt unterstützte die inhaltliche Auswahl und versuchte Kollegen als Autoren zu werben. Dabei war ihm bewusst, »dass die Abfassung solcher Bücher sehr schwer ist, viel schwerer als die einer wissenschaftlichen Abhandlung.« Der Gelehrte habe aber eine »Verpflichtung dem Volksganzen gegenüber«, in dem der »Hunger nach naturwissenschaftlicher Information« bekanntlich groß sei. Der Verlagsprospekt versprach trotz der offenkundigen Betonung der Wissenschaftlichkeit der Autoren und Themen »die neuesten Ergebnisse der Wissenschaft in wirklich verständlicher Form vor[zu]führen, so dass ein jeder Laie die Darstellung verstehen und außerdem mit Genuss lesen kann.«[84]

Trotz aller Bemühungen, jeden Laien anzusprechen, tat sich die *Verständliche Wissenschaft* auf dem Bereich der »exakten Naturwissenschaften« schwer. Das erste solche Buch aus der Feder eines erfahrenen Springer-Autors, das vermutlich noch für diese Reihe konzipiert worden war, ist Max Borns Abhandlung über das »rastlose Universum«. Born, der als Pionier der Kristallphysik und einer der Väter der Quantenmechanik gelten darf, verfasste das Buch um 1930. Es konnte aber nicht mehr in Deutschland erscheinen, denn Born musste, wie viele seiner Kollegen, nach 1933 emigrieren. Das in Zusammenarbeit mit einem Illustrator erstellte Buch wurde im angelsächsischen Sprachraum ein großer Erfolg. In ihm findet sich wohl die erste kinematographische Darstellung eines um den Atomkern in spiralförmigen Bahnen kreisenden Elektrons, die am Seitenrand als Daumenkino realisiert wurde (Abb. 8).

83 In der Ullstein Buchreihe »Wege zum Wissen« bzw. »Du und ...« erschienen Francé, Raoul, *Aus dem Liebesleben der Pflanzen*, Berlin 1925, 30. Aufl. 1930, und von Frisch, Karl, *Du und das Leben. Eine moderne Biologie für jedermann*, Berlin 1937, 18. Aufl. 1966.

84 Vgl. Sarkowski, *Springer* (wie Anm. 45), S. 288-293, darin auch Zitate aus Brief Goldschmidts an zwölf mögliche Autoren, S. 291, und Verlagsprospekt, S. 292.

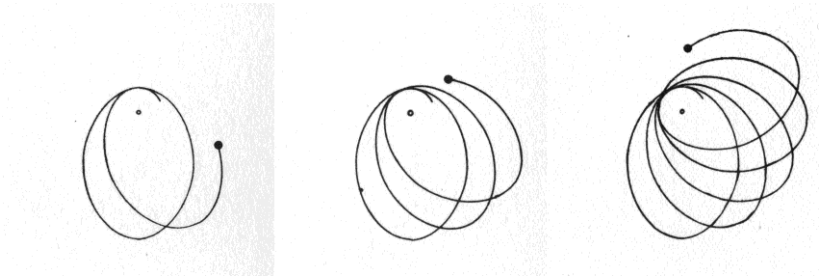


Abb. 8: Drei Einzelbilder aus Max Borns Daumenkino über das Atom[85]

Born, der mit seiner Wahrscheinlichkeitsinterpretation der Quantenmechanik wohl am besten wissen musste, wie wenig das Bild eines Planetensystems mit der Realität im Atom zu tun hatte, nutzte es dennoch für eine verständliche Einführung in die Welt der Atomphysik.[86]

Erwin Schrödinger wiederum hatte gegenüber seiner Leserin 1929 eingestanden, »um die Wahrheit zu sagen«, dass er sich gar nicht sicher sei, ob die Quantenmechanik Bestand hätte. »Das Anschauliche und Begriffliche hat sich dabei aber leider in unliebsame Mystik gehüllt. [...] Sobald wir wirklich wissen, was wir meinen, werden wir es auch dem für Naturwissenschaft interessierten Laien erzählen können.«[87] Schrödinger aber hätte es besser wissen müssen, dass er nicht darauf warten sollte, bis die Fachwissenschaft das Anschauliche und Begriffliche allein findet. Er, der selbst die »Milieubedingtheit« der Physik entdeckt hatte,[88] hätte bereits die Öffentlichkeit als Ressource für die Wissenschaft erkennen können.

Die Bereitschaft der Physiker, ihr neues und begrifflich oft noch unvollständiges Wissen über das Atom der Öffentlichkeit zu präsentieren, war jedoch eher zurückhaltend. Umgekehrt war die Nachfrage der Öffentlichkeit nach den Implikationen der Quantenmechanik für das Atom gering im Vergleich zur Resonanz, welche die Krisen der Kausalität und des freien Willens in Zeiten von Inflation und politischer Instabilität fanden.[89] Es sollte

85 Abbildung in ebd., S. 163, 189 und 237.

86 Born, Max, *The restless universe*, Glasgow 1935, ist die Übersetzung des auf deutsch nie publizierten Buches. Die Illustrationen stammen von Otto Königsberger, einem jungen Architekten und Neffen Borns.

87 Schrödinger, *Rätsel* (wie Anm. 76), S. 298.

88 Vgl. dessen Vortrag vor der Berliner Akademie der Wissenschaften »Ist die Naturwissenschaft milieubedingt?«, in: Schrödinger, Erwin, *Zwei Vorträge zur Kritik der naturwissenschaftlichen Erkenntnis*, Leipzig 1932, Wiederabdruck in Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 72), S. 295–332.

89 Vgl. Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 72).

bezeichnenderweise noch bis 1936 dauern, bis sich im *Kosmos* die erste Abbildung eines quantenmechanischen Atoms mit unbestimmten Elektronenorten fand (Abb. 9).[90]

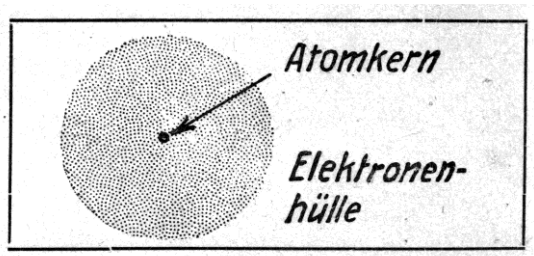


Abb. 2. Schema des Atomaufbaus

Abb. 9: Quantenmechanisches Atom[91]

90 Geiger, Hans, »Der Angriff auf das Atom«, *Kosmos* 33 (1936), S. 78–81.
91 Abbildung ebd., S. 78.

Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle

Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs

Arne Schirrmacher und Ulrike Thoms

Atome und Vitamine, so scheint es, sind idealtypische Begriffe der Wissenschaft, die im 20. Jahrhundert alle Schichten der Öffentlichkeit erreicht haben. Bis heute treffen wir diese Begriffe, deren symbolische Gehalte ihre wissenschaftliche Relevanz bei weitem übersteigen, regelmäßig in den Medien an – und dies obwohl ihre Relevanz in der Wissenschaft schon lange an Probleme und Grenzen gestoßen ist.[1] Dies mag den Versuch rechtfertigen, aus den beiden vorausgehenden Fallstudien heraus einige allgemeinere Thesen zu entwickeln.

Als Ausgangpunkt wählen wir die Frage, wie der große Unterschied zwischen der Wissensvermittlung des modernen Atoms und der wissenschaftlichen Erkenntnisse über Vitamine erklärt werden kann – vor allem vor dem Hintergrund, dass es sich hier um Grundbegriffe quasi einer Größenklasse handelt. So sind beide Begriffe mit der Ausbildung von neuen und umfassenden Konzepten verbunden gewesen, die innerhalb der Wissenschaft zur Entstehung eigener Disziplinen und Forschungsrichtungen beigetragen haben, beide haben zudem einen zentralen Stellenwert in Wirtschaft und Gesellschaft erlangt, Vitamine als zentrale Stützpfeiler einer höchst aktiven pharmazeutischen Industrie und das Atom als Basis der Atomindustrie. Um die Verwendung von Atomkraft wie über den richtigen Vitaminkonsum gab und gibt es – so unterschiedlich die Umstände auch sind – jeweils heftige innerwissenschaftliche wie öffentliche Debatten.

Auch wenn die Begrifflichkeit des Atoms vielleicht noch vielschichtiger ist als das semantische Feld der Vitamine und in sprachlichen Wendungen bis in

1 Weder hat die moderne Physik den Unteilbarkeitstopos durchhalten können, noch eignet sich der Begriff Vitamine zur Charakterisierung einer chemischen Stoffgruppe oder eines abgrenzbaren biologischen Wirkungsbereichs. Vgl. zur Auflösung des Teilchenbegriffs etwa Brigitte Falkenburg: Teilchenmetaphysik, Mannheim 1994. Der Vitaminbegriff wurde, als die in ihm geronnene Forschungsthese Funks, Vitamine seien Proteinsubstanzen, bereits widerlegt war, dennoch und ausdrücklich deswegen beibehalten, weil sich der Begriff eingebürgert hatte. vgl. Drummond, Jack C., »The nomenclature of the so-called accessory food factors (vitamins)«, *Biochemical Journal* 14 (1920), S. 660.

die Beschreibung sozialer Zusammenhänge gebräuchlich geworden ist (Atomisierung im Sinne von auch sozialer ›Vereinzelung‹) hat sich auch das Vitamin als eine Metapher weite Assoziationsräume eröffnet (bis hin zu der Wendung »Vitamin B haben«), auch wenn es im Hinblick auf die Ebenen kein Pendant zum universellen Adjektiv »atomar« gibt.

Die tatsächliche Bedeutung der Anwendungs- und Alltagsnähe der Ernährungswissenschaften für den Vermittlungsdiskurs zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit ist jedoch wohl weit geringer als rhetorisch oft behauptet, denn auch hier handelte es sich in weiten Teilbereichen um biochemische Grundlagenforschung. Nach einer Gegenüberstellung mit der vorgeblich reinen Wissenschaft Atomphysik sollten erstens weitere Vergleiche mit der eher schleppenden Rezeption der sich schon in den Anfangsjahren des 20. Jahrhunderts formierenden Genetik oder der mit dem massenmedialen Interesse an der Relativitätstheorie näheren Aufschluss über die Anwendungsrelevanz liefern.[2]

Als Zweites betrachten wir die Einsicht, dass die neuen Wissensbestände über Atome und Vitamine als reale, in ihrer Struktur und (Wechsel-)Wirkung aufklärbare Entitäten trotz aller plakativen Rhetorik für die Öffentlichkeit wenig mit der Eröffnung völlig neuer Wissensbereiche zu tun hatten. Stellt man die Frage nach den Wissensbedürfnissen und der Wissensnachfrage in den Mittelpunkt und beschränkt sich dabei nicht auf rein wissenschaftliche Wissensformen, so lassen sich die mit Atomen und Vitaminen in der Öffentlichkeit verknüpften Interessen mit langfristigen und grundsätzlichen Erwartungen an die Wissenschaft verbinden. Denn wie die Atomvorstellung mit ihrem Postulat des Unteilbaren (*átomos*) aus der griechischen Antike stammt und im 20. Jahrhundert nur im Lichte neuer experimenteller Zugänge und theoretischer Beschreibungsweisen rekonfiguriert wurde, so fand wohl auch das aus der altchinesischen Parallelepoche stammende Postulat eines (Lebens)-Elixiers (so der spätere, aus dem Arabischen stammende Begriff *al-iksīr*) seine moderne Rekonfiguration im Vitaminbegriff (*vita* + *Amine*, chemische Stoffgruppe), ungeachtet der Tatsache, dass der Vitaminbegriff zu dem Zeitpunkt, ab dem er inflationär verwendet wurde, inhaltlich längst wissenschaftlich überholt war.

Das Vordringen zum nicht mehr weiter Teilbaren und das Vordringen zur Einsicht in die qualitative Bedeutung der offenkundig lebensnotwendigen und potentiell lebensverbessernden Nahrungsbestandteile entspringt aus dieser

2 Während die Resonanz der Relativitätstheorie hinlänglich bekannt ist, mag als Indiz für die Situation bei der Genetik der Hinweis genügen, dass etwa in der weitverbreiteten Zeitschrift *Kosmos* in den ersten 50 Jahrgängen von 1904–1954 der Begriff Gen oder Genetik überhaupt nicht als Titelwort oder Stichwort erschien.

Perspektive verwandten Wurzeln. Wir beschränken uns hier darauf, den Status der entsprechenden in der Öffentlichkeit vorhandenen Erwartungen an die Wissenschaft ansatzweise in das 19. Jahrhundert zurückzuverfolgen. [3]

Schließlich führen uns die verschiedenen Gewichtungen der beiden Dimensionen Nützlichkeitsanerbieten und Nachfrage nach Grundlagenwissen zu dem Problem, welche Ressourcen im Vermittlungsdiskurs zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit jeweils von welchem Akteur mobilisiert wurden. Waren es letztlich die unterschiedlichen Bewertungen der Transaktionskosten, die im Falle der Atome und Vitamine zu gänzlich verschiedenen Vermittlungsdiskursen führten? Auch ist zu fragen, welche Rolle dabei die gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen spielten, denn sowohl für die Vitamine wie für das Atom fielen die Etablierungszeiten des vermittelten wissenschaftlichen Wissens in politische und gesellschaftliche Kriegs- und Krisenzeiten.

Grundlagenwissenschaft versus Nützlichkeitswissenschaft?

Zu Beginn der Diskussion betrachten wir folgende Ausgangsthese:

Der Unterschied zwischen der Wissensvermittlung von Atom und Vitamin erklärt sich in der Anwendungsdimension. Beim Atom handelt es sich um den Idealtypus »reiner« Wissenschaft, bei dessen Popularisierung um bildungsbürgerliche Vorstellungen von »Wissen an sich«. Diese Dimension ist auch im Fall der Vitamine vorhanden, dennoch wird ihre Vermittlung vor dem Hintergrund der Nützlichkeit des Wissens vorangetrieben – ohne sich allein darin zu erschöpfen.

Haben nicht die Vitamine dieses Problem mit anderen medizinischen Fällen gemein, dass dringliche Gesundheitsprobleme der medizinischen Forschung lange bekannt sind, diese aber gleichsam auf die Lösung elementarerer Probleme durch die Grundlagenforschung »warten« mussten, wie im Fall der Vitamine auf die Ergebnisse einer im Sinne biochemischer Grundlagenforschung eher sichtend arbeitenden Chemie Richard Kuhns und Otto Warburgs? Erst auf der Basis solcher Ergebnisse, die zeigen, wo ein Eingreifen möglich ist, kann die Medizin dann taugliche und wirksame Therapien ent-

3 Zur Entwicklung dieser Grundfragen von der Antike bis ins 19. Jahrhundert vgl. für das Atom Lüthy, Christoph, »The invention of atomist iconography«, in: Lefèvre, Wolfgang/Renn, Jürgen/Schöpflin, Urs (Hg.), *The power of images in early modern science*, Basel 2003, S. 117–138, zur Alchemie und die Interpretationen des »Lebenselixiers« oder des »Steins der Weisen« vgl. Gebelein, Helmut, *Alchemie*, München 2. Aufl. 1996.

wickeln, deren Aufstieg zur gesellschaftlich und öffentlich sehnlichst erwarteten Alltagstherapie allerdings wiederum verzögert wird durch eine klinische Erprobungsphase. Hier geht also die wissenschaftliche wie gesellschaftliche Wahrnehmung eines Problems zeitlich den konkreten Forschungsergebnissen *voraus*, während die Grundlagenphysik in ganz anderem Umfang vor dem Problem steht, ihre Anwendungsrelevanz meist *nachträglich* zu begründen. Ganz allgemein wird diese häufig an der wirtschaftlichen Bedeutung gemessen und zwar in der öffentlichen Diskussion um so mehr, je weiter man sich der Gegenwart nähert. Diesem Problem ist die Medizin – und hier ist eine deutliche Trennungslinie zur Pharmazie zu ziehen – in wesentlich geringerem Umfang ausgesetzt, stehen dort doch auch ethische Werte zur Disposition, die seit Hippokrates als Pflicht zur Hilfe dem Kranken gegenüber interpretiert wurden. Gerade in den Zeiten des Wohlfahrtsstaates wurden sie damit einer utilitaristischen Bewertung und Diskussion entzogen.

Die Medizin hat so ein besonderes Verhältnis zu den Grundlagenwissenschaften Chemie, Physik, Biologie und sieht sich deshalb auch mit anderen Problemen konfrontiert. Dazu gehört erstens die Abhängigkeit vom Wissensfortschritt der genannten Disziplinen und ihrer interwissenschaftlichen Vermittlung, das heißt ihrem Bekanntwerden in der Medizin. Hinzu kommt die Notwendigkeit einer nach innen gerichteten innerwissenschaftlichen Vermittlung. Beide wurden von jeweils anderen Kommunikatoren getragen, ebenso die Wissenschaftsvermittlung nach außen, die bei der Medizin von dieser innerwissenschaftlichen Verständigung weitgehend unabhängig erfolgte.[4] Dies lag vor allem an einem seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert gewachsenen, praktisch erprobten, durchaus theoretisch begleiteten und kritisch reflektierten Diskurs der öffentlichen Wissensvermittlung.[5]

Das Interesse an den Vitaminen war indes nicht auf ihre Nützlichkeit allein beschränkt. Groß war traditionell das Interesse an wissenschaftlichen Erkenntnissen über das Funktionieren des menschlichen Körpers (der Biochemie des Metabolismus) und nicht selten schmückten sich auch Mediziner mit wissenschaftlichen Erfolgen. Echte Sensationen wie die Reindarstellung oder gar Synthese von Vitaminen, die als solche wahrgenommen wurden und für die es Nobelpreise gab, blieben im frühen 20. Jahrhundert aber den (Bio-)

4 Zur innerwissenschaftlichen Popularisierung vgl. Bunders, Joske/Whitley, Richard, »Popularization within the sciences. The purposes and consequences of inter-specialist communication«, in: Shinn, Terry/Whitley, Richard (Hg.), *Expository science. Forms and functions of popularization*, Dordrecht 1985, S. 61–78.

5 Vgl. Frevert, Ute, »Fürsorgliche Belagerung. Hygienebewegung und Arbeiterfrauen im 19. und frühen 20. Jahrhundert«, *Geschichte und Gesellschaft* 11 (1985), S. 420–446, sowie Sarasin, Philipp, *Reizbare Maschinen. Eine Geschichte des Körpers, 1785–1914*, Frankfurt/M. 2001, S. 124ff.

Chemikern vorbehalten; die Mediziner erschienen mehr oder weniger lediglich als Anwender und Nutznießer von auf Basis der Grundlagenforschung entwickelten, standardisierten Präparaten, deren klinische Nutzanwendung sie dann zu erforschen und zu erproben hatten. Andererseits waren ihre Beobachtungen klinischer Mangelzustände häufig Ausgangspunkt für die biochemische Suche nach den für das körperliche Wohlbefinden verantwortlichen Substanzen, wie etwa im Falle der Krankheit Beriberi. Ihre Symptome hatte Christian Eijkmann schon 1897 beschrieben, der das Fehlen gewisser Substanzen im geschälten Reis als Ursache ausfindig gemacht hatte. Dennoch erfolgte die biochemische Identifizierung des Vitamin B_1 erst 1937.[6]

Die Grenzen der Ausgangsthese werden noch deutlicher, wenn man die Frage der ausschlaggebenden Anwendungsdimension am Beispiel der Genetik betrachtet.[7] Das Gen war ja das Pendant des Atoms in der Biologie des 20. Jahrhunderts, also ein Kunstbegriff, dessen stoffliche Grundlage ein großes Rätsel der Biologie darstellte. Ebenso ist der Begriff der Mutation physikalischen Vorstellungen von der Transmutation von Elementen entlehnt. Warum hatte die Genetik Vermittlungsdefizite, wo doch ihre Nützlichkeit durch Züchtungsforschung, Mendel'sche Regeln und Eugenik offenkundig war? Was hemmte ihre Rezeption durch die Öffentlichkeit?

Offensichtlich muss man das große Interesse an Vererbung und Rasse trennen vom Desinteresse an dem neuen biologischen Grundlagengebiet der Genetik und seinen Konzepten. Ähnlich wurde auch in der Atomforschung der Grundlagenanspruch lange nicht öffentlich anerkannt und vom Nützlichkeitsangebot überstrahlt. Cum grano salis gilt dies auch für die Vitaminforschung, lehnten doch so etablierte Ernährungswissenschaftler wie Max Rubner das »newer knowledge of nutrition« mit der Betonung der essentiellen, qualitativen Bedeutung gewisser Wirkstoffe lange ab.[8]

---

6 Isoliert wurde das Vitamin B_1 1926 von den holländischen Chemikern B. C. P. Jansen und W. Donath; 1936 wurde etwa gleichzeitig von R. R. Williams und M. Grewe die chemische Struktur aufgeklärt, was die Synthese möglich machte. Zur Frühzeit der Vitaminforschung McCollum, Elmer, *A history of nutrition. The sequence of ideas in nutrition investigation*, Boston 1957; speziell zum Vitamin B jetzt Carpenter, Kenneth, *Beriberi, white rice, and vitamin B*, Berkeley 2000.

7 Unter der Wissenschaftsvermittlung der Genetik wird hier vorrangig die Vermittlung der Forschungsergebnisse über »die stofflichen Grundlagen der Vererbung« (T. H. Morgan) als wissenschaftlicher Problembereich verstanden, nicht die Betrachtung der Etablierung als Disziplin oder (pflanzenzüchterische) Praxis; vgl. dazu Harwood, Jonathan, *Styles of scientific thought. The German genetics community 1900–1933*, London 1993, und Müller-Wille, Staffan, »Early Mendelism and the subversion of taxonomy: Epistemological obstacles as institutions«, *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36 (2005), S. 465–487.

8 Vgl. Wolf, George/Carpenter, Kenneth C., »Early research into the vitamins: The work of Wilhelm Stepp«, *The Journal of Nutrition* 127 (1997), S. 1255–1259.

Vorwissen, Wissensbedürfnisse und Wissensnachfrage

Dass die Anwendungsdimension das Gelingen von Wissenschaftsvermittlung nicht hinreichend zu erklären vermag, machen auch die Beispiele öffentlicher Sensationen aus der Physik deutlich. Auch die Röntgenstrahlen hatten zunächst keine ausgeprägte Anwendungsdimension (diese sollten letztlich erst die Behandlung der Opfer des Ersten Weltkrieges übermächtig eröffnen), noch weniger freilich die 20 Jahre später zur allgemeinen Sensation gewordene allgemeine Relativitätstheorie Einsteins. Warum erregten beide Fälle große Nachfrage in breiten Öffentlichkeitsschichten? Was den Röntgenstrahlen so große Resonanz verschaffte, war ein breites Interesse an rätselhaften Strahlen, das von Parapsychologie, Okkultismus, Mesmerismus, Antimaterialismus, Anthroposophie etc. seit langem gespeist worden war.[9] Im Gegensatz zum Fall des Atoms zeigen diese Beispiele, dass ein starker *pull*-Effekt der Öffentlichkeit auch für Grundlagenthemen der Physik auftrat. Das hier zutage tretende Phänomen des Aufsattelns auf bekannte Wissensinhalte in der Öffentlichkeit führt uns zu einer zweiten These:

Der Erfolg der Wissensvermittlung wissenschaftlichen Wissens im 20. Jahrhundert hängt nicht nur von der Nützlichkeit und Alltagsrelevanz des Wissens ab, sondern korrespondiert ganz wesentlich mit bereits in der Öffentlichkeit vorhandenen Wissensbeständen vielfältiger Art.

Unter den vorhandenen Wissensbeständen lassen sich dabei Wissensinhalte und Wissensformen subsumieren, die nicht von wissenschaftlichem Wissen herrühren müssen: für wahr Gehaltenes ebenso wie zu Wissenssuggestionen geronnene Wunschvorstellungen. Wenn die Wissenschaft der an »Lebensstrahlen« oder »Lebenselixieren« interessierten Öffentlichkeit nun ihre Forschungen über Röntgenstrahlen oder Hirnströme anbot, sollten, wenn nicht Identifikation, so doch *Resonanzen* zwischen den Wissensbeständen der Öffentlichkeit und dem Angebot an wissenschaftlichem Wissen entscheidend zu dessen Vermittlung beitragen.[10]

Bei diesem öffentlichen Vorwissen unterschieden sich Atomvorstellung und Vitaminbegriff deutlich. Der weit verbreitete Antimaterialismus der Jahrhundertwende favorisierte Strahlen, Felder und unsichtbaren Äther. Mechanische Atomkonstruktionen im Sinne des *plum-pudding* Modells oder kleiner Planetensysteme stießen hier auf wenig Resonanz. Als Philipp Lenard

9 Vgl. Asendorf, Christoph, *Ströme und Strahlen. Das langsame Verschwinden der Materie um 1900*, Gießen 1989.

10 Zu den verschiedenen »Wissensräumen« des Gehirns vgl. Hagner, Michael (Hg.), *Ecce Cortex. Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns*, Göttingen 1999.

sein leeres Atom als »*Dynamiden*-Atom« interpretierte, machte er bewusste Anleihen bei einem Sammelbegriff für geheimnisvolle Kräfte, der in der Mitte des 19. Jahrhunderts in Mode gekommen war. Lenard selbst hatte sich für das Forschungsfeld der Elektrizität in verdünnten Gasen entschieden, weil ein für seine spiritistischen Untersuchungen bekannter Forscher strahlende Materie als neuartigen Aggregatzustand der Materie postuliert hatte.[11]

Ganz anders lag der Fall beim »Vitaminrummel«. Im Unterschied zur frühen, vitalistisch argumentierenden Physiologie trat diese seit Mitte des 19. Jahrhundert entschieden und explizit für den Materialismus ein. Zudem hatte sich anschlussfähiges Alltagswissen in einer jahrhundertelangen Skorbut-Diskussion sowohl in der Wissenschaft wie auch in der Öffentlichkeit entwickelt. Gerade die Mangelerkrankung Rachitis – zu deren Bekämpfung als Erstes ein in industriellem Maßstab hergestelltes Präparat verfügbar war – stellte ein Alltagsphänomen dar, dem man in seiner ganzen Bedrohung tagtäglich auf der Straße begegnen konnte. Ein Übriges tat die Lebensreformbewegung. Zwar hielt die breite Bevölkerung trotz eines immensen publizistischen Aufwandes der Lebensreformer in ihrer Mehrheit an der ungesunden Lebensweise der industrialisierten Gesellschaft mit ihrem hohen Verzehr industriell verarbeiteter, ihrer natürlichen »Vollwertigkeit« beraubten Nahrungsmittel fest. Doch kann die Bedeutung lebensreformerischer Ideen für die allgemeine Akzeptanz des Konzeptes der »Zivilisationskrankheiten« als Folge dieser Lebensweise kaum überschätzt werden. Hier wurden Konzepte entwickelt, die zwar nie in Gänze verifiziert werden konnten, die aber eine zunächst verlachte, sich später als im Grundsatz richtig erweisende Diskussion anregten. Diese hätte wissenschaftlich deutlich fruchtbarer werden können, wenn sie sich nicht schon früh weltanschaulich-ideologisch, ja politisch aufgeladen hätte, und wenn man sich unvoreingenommen mit ihr auseinandergesetzt hätte.[12] Wie weitreichend lebensreformerische Einflüsse letztlich dann doch waren, lässt sich auch daran ablesen, dass selbst die Schulmedizin den Begriff der Zivilisationskrankheiten und das hinter ihr stehende Konzept später übernahm, trotz

11 Vgl. zum Dynamidenbegriff etwa Reichenbach Carl, *Physikalisch-physiologische Untersuchungen über die Dynamide des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme, des Lichtes, der Kristallisation, des Chemismus in ihren Beziehungen zur Lebenskraft*, Braunschweig 1849. Einflussreich für Lenard war Crookes, William, *Strahlende Materie oder der vierte Aggregatzustand*, Leipzig 1879. Vorausgegangen war der Band *Der Spiritualismus und die Wissenschaft: Experimentelle Untersuchungen über die psychische Kraft*, Leipzig 1872.

12 Dies gilt insbesondere für die in den 1930er und 1940er Jahren vieldiskutierten Konzepte von Werner Kollath, vgl. Spiekermann, Uwe, »Der Naturwissenschaftler als Kulturwissenschaftler. Das Beispiel Werner Kollaths«, in: Neumann, Gerhard/Wierlacher Alois/Wild, Rainer (Hg.), *Essen und Lebensqualität. Natur- und kulturwissenschaftliche Perspektiven*, Frankfurt/M., New York 2001, S. 247–274.

der mehrheitlichen Ablehnung des lebensreformerischen Lösungsansatzes für die entstandenen Gesundheitsprobleme.

Beide Beispiele, das Atom wie das Vitamin zeigen also, dass neue Theorien Berücksichtigung wesentlich deswegen finden, weil sie auf bereits Bekanntes (auf eine »Archäologie«) zurückgreifen können, und weil im Zuge früherer Forschungen gewisse Grundannahmen allgemeine Verbreitung und Anerkennung gefunden haben, mit denen sich die Forschung dann auseinandersetzen konnte.

Ressourcenmobilisierung und Transaktionskosten im gesellschaftlich-politischen Kontext

Nach der Diskussion der *Relevanz* und *Resonanz* von wissenschaftlichem Wissen bei der Öffentlichkeit führt die dritte These wieder zu dem aktiven Handeln der Wissenschaftler zurück:

Der Erfolg der Wissensvermittlung hing im 20. Jahrhundert vornehmlich davon ab, welche Transaktionskosten die Wissenschaftler zu investieren bereit waren. Dabei handelte es sich insbesondere um die Abwägung von Vermittlungsvorteilen (Ressourcenmobilisierung, öffentliche Geltung) und Nachteilen bezüglich Reputation und Einfluss innerhalb der Wissenschaft.

Philipp Lenard ist ein vielleicht typischer Fall eines Naturwissenschaftlers, der nicht dazu bereit war, die Transaktionskosten der Wissenschaftsvermittlung zu tragen: Er hatte zwar eine durchaus attraktive Vorstellung seines leeren Atoms ersonnen, sie aber nur halbherzig über seine Assistenten in die Vermittlungsmedien eingespeist. Das lag daran, dass ihm sein Wissenschaftsverständnis regelrecht verbot, darüber hinauszugehen: Sein am Wissenschaftlerbild des 19. Jahrhunderts orientiertes und mit der Wahl seiner Lehrer (vor allem Bunsen, Helmholtz und Hertz) gelebtes Wissenschaftsverständnis orientierte sich an »großen« Naturforschern oder »Geistern«, die des Fortschritts der Wissenschaft wegen in ihrem Wirken in Ruhe gelassen werden sollten. Statt einer Bringschuld der Forscher gab es nur die Holschuld der Schüler und gegebenenfalls der Öffentlichkeit.[13] Seine eigene Wissenschaftsvermittlung beschränkte sich auf den zwischenfachlichen und fachöffentlichen Bereich: seine eindrucksvollen Lehrveranstaltungen, die in Heidelberg ganzen Genera-

13 Lenard, Philipp, *Große Naturforscher. Eine Geschichte der Naturforschung in Lebensbeschreibungen*, München 1929.

tionen vor allem von Medizinern eine Vorstellung von Physik vermittelten, und den in mehreren Auflagen erschienenen und erweiterten Nobelvortrag.[14] Alles andere hätte eine Gefährdung der Reputation bedeutet. Lenard warnte sogar bisweilen vor der einseitigen Vermittlung aktueller Ergebnisse der Wissenschaft an die Öffentlichkeit. So 1921 auf der Höhe der Diskussion um die allgemeine Relativitätstheorie, als er sich daran beteiligte, wissenschaftlich durchaus begründete Einwände geltend zu machen. Die allgemeine Relativitätstheorie, führte er aus,

> kann Erfolge haben und man kann solche bewundern, sie kann verbesserungsfähig, ja vielleicht schon in Verbesserung begriffen sein, aber sie darf nicht mit den üblichen weit gesteigerten Ansprüchen auftreten, welche wir in der vorliegenden Schrift getadelt haben, und sie darf das am allerwenigsten vor der Allgemeinheit tun, die als nicht sachkundig leicht beliebig irre zu führen ist. Es ist besser, der Allgemeinheit neben den Resultaten auch die Zweifel vorzuführen, um ihr den Ernst der Forschung zu zeigen, – oder aber gar nichts.[15]

Daher spielt im Fall des leeren Atoms die Frage nach den gegebenenfalls akzeptablen Transaktionskosten eine wesentliche Rolle. Während sich die deutschen Physiker häufig der Vermittlungsarbeit entzogen, waren es Briten und in Großbritannien ausgebildete Forscher wie J. J. Thomson, Ernest Rutherford oder auch Niels Bohr, die sich in Vorträgen und Schriften am Anfang des 20. Jahrhunderts an breitere Öffentlichkeitsschichten auch in Deutschland wandten. Buchreihen wie *Die Wissenschaft* oder *Aus Natur und Geisteswelt* griffen vielfach in ihren Bänden, die über den Forschungsstand zu Atomen, Molekülen oder Materie informierten, auf ausländische Autoren zurück,[16] nicht unbedingt zur Freude der deutschen Physiker.[17] Die Bücher der deutschen Kollegen indes hielten sich meist an ältere vertraute Ergebnisse und

14 In seinen Vorlesungen erschien Lenard manchen als ein »Priester der Physik«, vgl. Ramsauer Carl, *Physik, Technik, Pädagogik. Erfahrungen und Erinnerungen*, Karlsruhe 1949, S. 108. Lenard, Philipp, »Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vorlesung«, Leipzig 1906, 2. Aufl. 1920. Auf Lenards Rolle als Galionsfigur der NS-Wissenschaft kann hier nicht eingegangen werden.

15 Lenard, Philipp, *Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation*, Leipzig 3. Aufl. 1921, S. 36–44, auf S. 39.

16 Z. B. in der Reihe *Die Wissenschaft*: Thomson J. J., *Elektrizität und Materie*, Braunschweig 1904, 2. Aufl. 1909; ders., *Korpuskulartheorie der Materie*, Braunschweig 1908, oder Perrin, Jean, *Die Atome*, Dresden 1914.

17 So schrieb Lenard an seinen Kollegen Wilhelm Wien, Thomson habe die Resultate über das Atom »zwar unzweifelhaft in eine sehr ansprechende Form gebracht« doch habe er das Gefühl, dass das »nicht so ganz sein Eigen ist«, was er »in den Augen des allgemeinen Publikums« beanspruche. Er meinte, des einen »Lokalpatriotismus« erweise sich für die anderen als »Auslandsmeierei« der Verlage, die die Übersetzungen herausbrachten. Brief Lenard an Wien vom 1. Juli 1911, Archiv des Deutschen Museums, NL 056/8.

kaprizierten sich lieber auf eine philosophische Tiefe ihrer angebotenen Deutungen, die etwa unter dem Stichwort »Weltäther« gefasst wurden.[18]

Neben nationalen und naturphilosophischen Unterschieden, die sich auf die Bereitschaft auswirkten, sich auf Wissenschaftsvermittlung über die Fachöffentlichkeit hinaus einzulassen, spielten wohl auch generationelle Faktoren eine Rolle. Die zentralen Figuren der modernen Physik der Strahlen, Quanten und Atome, Röntgen, Planck, Wien und – eher von der Einstellung als vom Lebensalter her – auch Lenard bildeten eine auch in ihrer wissenschaftlichen Herangehensweise eher konservative Gruppe.[19] Mit Sommerfeld als pragmatischer Übergangsfigur bildete dann die Generation von Einstein, Born und Schrödinger eine neue, politische und wissenschaftliche Umbrüche gern miteinander verbindende und der Wissenschaftsvermittlung aufgeschlossene Physikergeneration.[20] Hier finden wir nun gezielte Ressourcenmobilisierungen, wenn etwa Max Born für allgemeinverständliche Vorträge über die Relativitätstheorie Eintritt verlangte, der ihm in Inflationszeiten erlaubte, seine atomphysikalischen Forschungsprojekte zu finanzieren, was man als eine Kommerzialisierung von Sommerfelds Veranstaltungen über Atomtheorie im Ersten Weltkrieg ansehen kann.[21]

Auf der Ebene der theoretischen Konzepte bedeuteten zwar Vitamine wie Atome einen Bruch mit alten Vorstellungen, doch waren die Kriegs- und Krisenzeiten sowie die gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen für die Publizität der Vitamine weit günstiger. Hatte die Atomrezeption einen langen Vorlauf bereits in der gesellschaftlich vergleichsweise ruhigen Zeit seit 1900, so fällt die Geschichte der Vitaminrezeption gänzlich in die Zeit von Beginn des Ersten bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs, mithin völlig in einen Zeitraum, der durch die Weltwirtschaftskrise, zwei Kriege mit Nahrungsmittelrationierungen und folglich auch von immensen gesundheitlichen Problemen in der breiten Bevölkerung geprägt war. Vor diesem Hintergrund war der Nutzen der Vitamine für den Laien, für den mit den Details vielleicht

18 Z.B. Mie, Gustav, *Moleküle, Atome, Weltäther*, Leipzig 1904, später unter dem Titel: *Das Wesen der Materie*; ähnlich auch Auerbach, Felix, *Die Weltherrin und ihr Schatten*, Jena 1902. Vgl. aber auch die Übersetzung Lodge, Oliver, *Der Weltäther*, Braunschweig 1911.

19 Zu den in der Physik anzutreffenden Konservatismen zählen etwa Plancks Versuch, die von ihm gefundene Diskontinuierlichkeit der Strahlungsenergie durch mehrfache Änderung seiner Theorie möglichst zu beseitigen oder u a. Wiens und Plancks Vorbehalte der Relativitätstheorie gegenüber, in der Hoffnung den absoluten Raum vielleicht doch noch retten zu können.

20 Insbesondere finden sich in den reichhaltig überlieferten Briefwechseln viele Anspielungen zwischen Kriegseuphorie, Revolution und Krise auf der einen Seite mit wissenschaftlichen Hoffnungen, Neuinterpretationen und Grundproblemen andererseits.

21 Born, Max, *Mein Leben. Die Erinnerungen des Nobelpreisträgers*, München 1975, S. 270f.

nicht vertrauten Wissenschaftspolitiker wie den Gesundheitspolitiker leicht einsehbar, zumal er an vorhandene Wissensbestände und Vorstellungen anknüpfen konnte. Dennoch waren hier Anwendungsdimension und Vorwissen gegenüber einer dritten, Transaktionskosten verursachenden Dimension von Indienststellung bzw. Indienstnahme als Bestandteil einer politisch motivierten Ernährungspropaganda nachrangig. Im Zweiten Weltkrieg sollte etwa von den eigentlichen, weniger qualitativ als quantitativ bedingten Ernährungsproblemen abgelenkt werden.[22] Andererseits avancierten Vitamine zu wichtigen Produkten der Pharmaindustrie.[23] Pharmaindustrie wie Propaganda stützten sich dabei auf die Tradition der gesundheitlichen Volksaufklärung und deren Medien und bekamen zusätzlich auch Schützenhilfe aus dem entgegengesetzten Lager der Geheimmittelverkäufer. Dazu bedienten sie sich des allgegenwärtigen Alltagsmediums Werbung, in dem sie das Gespenst von Avitaminosen höchst eindrücklich und anschaulich schilderten und einen Vitaminmangel behaupteten, obwohl sich dieser nicht beweisen ließ. Im Gegensatz dazu ließ sich zwar die Atomvorstellung weniger leicht utilitaristisch verwerten und vorerst auch noch nicht in wirtschaftlich verwertbare Produkte ummünzen, dennoch war, wie wir gesehen haben, auch hier ein Zusammenhang zwischen der Etablierung des neuen Bildes vom Atom und den Kriegs- und Krisenzeiten nicht zu bestreiten.

Ausblick: Wissenschaftsvermittlung und historische Diskursanalyse

Das durch die drei Thesen aufgespannte Dreieck von Relevanz, Resonanz und Transaktionskosten hat sich an den konkreten Beispielen der Fallstudien und Vergleichsfälle bewährt, zugleich ist deutlich geworden, wie stark sich gesellschaftliche Kontexte auf diese drei Dimensionen des Vermittlungsdiskurses wissenschaftlichen Wissens ausgewirkt haben.

Da es sich bei der Frage nach einer erfolgreichen Wissenschaftsvermittlung ganz wesentlich um die Möglichkeit eines Diskurses handelt, das heißt den Möglichkeiten des Sagbaren oder Vermittelbaren, und sich Begriffe wie

22 Spiekermann, Uwe, »Vollkorn für die Führer. Zur Geschichte der Vollkornbrotpolitik im ›Dritten Reich‹«, *Zeitschrift für Sozialgeschichte des 20. und 21. Jahrhunderts* 16 (2001), S. 91–128, hier S. 118–119.

23 Vgl. Straumann, Lukas/Wildmann, Daniel, *Schweizer Chemieunternehmen im »Dritten Reich«*, Zürich 2001, S. 218–222.

»Atom« oder »Vitamin« als Grundbegriffe mit erheblichem symbolischem Gehalt, Assoziationsspielräumen und Anschlussfähigkeit zu vorhandenen gesellschaftlichen Wissensbeständen oder Überzeugungen erwiesen haben, die früher oder später als kollektiv verankerte Symbole diskursbestimmend wurden, liegt es nahe, eine Verbindung mit der historischen Diskursanalyse herzustellen.

Zunächst kann darauf hingewiesen werden, dass Michel Foucault seine Diskursanalyse selbst auch an Beispielen der internen Wissenschaftsvermittlung entwickelte. In seiner Antrittsvorlesung am Collège de France betrachtete Foucault 1970 etwa die Mendel'sche Vererbungslehre und stellte die Frage, wie die Botaniker oder Biologen des 19. Jahrhunderts es fertiggebracht hätten, »nicht zu sehen, daß das, was Mendel sagte, wahr ist.« Was Foucault für die innerwissenschaftliche Vermittlung folgerte, lässt sich vielleicht auch für die Wissenschaftsvermittlung an weitere Öffentlichkeitsschichten beanspruchen, dass sich nämlich nur das vermitteln lässt, was für Mendel »im Wahren‹ des biologischen Diskurses seiner Epoche« lag, bzw. in unserem Fall nur das, was zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit diskursfähig war, was also im Akzeptablen des öffentlichen Diskurses lag.[24]

Im Gegensatz zu Mendels Regeln, die mit keiner Wissensnachfrage aus der Öffentlichkeit korrespondierten, waren die Begriffe »Atom« und »Vitamin«, wie eingangs bemerkt, bereits von Anfang an in Wissenschaft und Öffentlichkeit mit Vorwissen und Vor-Bedeutungen gefüllt. Im Sinne einer historischen Diskursanalyse, wie sie etwa von Jürgen Link vertreten wird, lassen sich »Atom« und »Vitamin« als *Kollektivsymbole* verstehen, die nicht allein spezifisch für den wissenschaftlichen Diskurs waren oder nur im öffentlichen Diskurs verwendet wurden, sondern vielmehr als Brückenbegriffe zur Verbindung von sonst getrennten diskursiven Bereiche dienten. Das Auseinanderdriften der Diskurse ist nach Link generelle Begleiterscheinung arbeitsteiliger moderner Gesellschaften. Nur durch vermittelnde Symbole bleibt es möglich, *Interdiskurse* als zwischen den Spezialdiskursen vermittelnde sprachliche Formationen zu stiften. Sie stellen Bild-, Metaphern- oder Analogieräume zur Verfügung, mit deren Hilfe mehrere Spezialdiskurse verbunden werden können.[25]

Wie zur Analyse der Literatur im allgemeinen, so können wir auch für die Analyse wissenschaftsvermittelnder Texte auf die Werkzeuge Interdiskurs und Kollektivsymbol zurückgreifen. Sie erlauben es, die Anschlussstellen im

24 Foucault, Michel, *Die Ordnung des Diskurses*, Frankfurt/M. 1991, S. 24.

25 Link, Jürgen, *Elementare Literatur und generative Diskursanalyse*, München 1983, zu den Begriffsbestimmungen vgl. insbesondere S. 49 und S. 69, Anm. 1. Für Beispiele der historischen Diskursanalyse außerhalb der Literaturwissenschaft vgl. Becker, Frank, *Amerikanismus in Weimar. Sportsymbole und politische Kultur 1918–1933*, Wiesbaden 1993.

populären und wissenschaftlichen Diskurs herauszuarbeiten oder fehlende Anschlüsse zu bezeichnen und als mögliches Kommunikationshindernis zu identifizieren. Auf diese Weise öffnen Symbole den Weg zu einer kulturhistorischen Betrachtung der Wissenschaftsvermittlung. Mit der Prägung von Begriffen und bildlichen Vorstellungen *in* der Wissenschaft und *für* die Wissenschaftsvermittlung wird der Diskurs gewissermaßen gerichtet. Damit verleihen Begriffe und Vorstellungen Verhältnissen Sinn, weil sie als Diskurse gleichzeitig an diese Verhältnisse gebunden sind und wie diese eine kulturelle Eigenlogik besitzen, welche Interpretation und Bedeutungsstiftung erst möglich macht.[26] An der Verteilung gesellschaftlicher und kultureller Ressourcen, der Zuteilung sozialen Renommees und schließlich auch der Zuschreibung wissenschaftlicher Wahrheit sind auf diese Weise eben nicht nur die Wissenschaftler der eigenen Disziplin beteiligt, sondern letztlich ist es die gesamte Gesellschaft.

26 Zur Verbindung von Kulturgeschichte und Diskursanalyse vgl. Sarasin, Philipp, *Geschichtswissenschaft und Diskursanalyse*, Frankfurt/M. 2003.

Deutsches Museum
Abhandlungen und Berichte
Neue Folge, Band 23

Herausgeber: Deutsches Museum
Redaktion: Prof. Dr. Helmuth Trischler,
Rolf Gutmann, Dorothee Messerschmid



Inhalt

Wolfgang M. Heckl
Vorwort 7

Alexander Gall
Konstruieren, kommunizieren, präsentieren.
Zur Einführung 9

I. Instrument

Peter Heering
Vom Sehen zum Verstehen. Aspekte der visuellen Kultur
mikroskopischer Demonstrationen des 18. Jahrhunderts 25

Stefan Ditzen
Diamantene Präzision und das *Vaterunser* im Mikrokosmos . . . 53

Stefan Siemer
Bildgelehrte Geotechniker.
Luftbild und Kartographie um 1900 69

Arne Schirrmacher
Einsicht in die Materie.
Konjunkturen und Formen von Atombildern 109

II. Medium

Andreas Kühne und Lisa Kirch
Die »Herschel-Porträts« und der Wandel
der Wissenschaftsrepräsentation 149

Dorothea Peters
Die Welt im Raster. Georg Meisenbach
und der lange Weg zur gedruckten Photographie 179

Cheryce Kramer
»© Bettmann/CORBIS« – Techniken der Sichtbarmachung
von historischem Bildmaterial 245

Martina Hessler
Die »Mona Lisa der modernen Wissenschaften«.
Die Doppelhelix-Struktur als kulturelle Ikone 291

III. Museum

Eva A. Mayring
»Bilder einer Ausstellung« –
Technik- und Industriegemälde des Deutschen Museums . . . 319

Steffen Bogen
Duchamp in München.
Ein Technikmuseum macht Kunstgeschichte 347

Heike Weber
Technik im Photoalbum: Die Bilderschau »Technik im Bild«
am Deutschen Museum 397

Jochen Hennig
Wissensbilder und Bilderwissen in Wissenschaftsmuseen.
Das Konzept der Ausstellung »Atombilder« 435

Abbildungsnachweise 461
Die Autorinnen und Autoren 465
Personenregister 469

Arne Schirrmacher

Einsicht in die Materie

Konjunkturen und Formen von Atombildern*

Unsere Gegenwart bringt als »visuelles Zeitalter« nicht nur eine allgegenwärtige Bilderflut im Alltagsleben mit sich,[1] auch gegenüber den Naturwissenschaften besteht wie selbstverständlich die Erwartung, eine totale Sichtbarmachung der Natur leisten zu können – seien es die Vorgänge im menschlichen Körper, das Leben der Tiefsee oder die Struktur der Atome. Dies korrespondiert mit allgemeinen und tiefverankerten kulturellen Normen und Traditionen. Das 20. Jahrhundert war indes noch von einer Unsicherheit geprägt, inwieweit die Bilder-, Modell- und »Welterzeugung« nicht an Grenzen der Machbarkeit und der Dienlichkeit für ein allgemeines Publikum stoßen würde.[2] Heute vermag hingegen weder ein Hinweis auf die Unbestimmtheitsrelation der Quantenmechanik die Abbildbarkeit atomarer Strukturen und Prozesse in Frage zu stellen, noch ist die Feststellung, dass das Auflösungsvermögen von Mikroskopen naturgemäß begrenzt ist, geeignet, zur Vorsicht gegenüber der Adäquatheit von visuell attraktiven Darstellungen, etwa bei biologischen Strukturen, zu mahnen.[3]

Zur Illustration dieser Problematik mag ein Blick in den Tätigkeitsbericht der Max-Planck-Gesellschaft für das Jahr 2005 genügen: Unter der – streng genommen irreführenden – Überschrift »Neues Gesetz zur Auflösung in der Lichtmikroskopie ermöglicht Bilder in bisher ungekannter Schärfe« wird der Leser hier über die Arbeiten der »Abteilung Nano-Biophotonik« am Göttinger Max-Planck-Institut informiert, die gezeigt hätten,

* Dieser Beitrag basiert in Teilen auf einem Vortrag am Wissenschaftsmuseum der Universität Utrecht vom 4. Oktober 2004 im Rahmen der Tagung »Artefacts VII: From Shiny Objects to Black Boxes«, der die Rolle wissenschaftlichen Objekte bei der Bilderzeugung in den Vordergrund stellte, vgl. Schirrmacher, *Looking, 2006*. Für hilfreiche Diskussionen und konstruktive Kritik möchte ich Jochen Hennig, Charlotte Bigg und Alexander Gall danken.

1 Vgl. etwa Glotz, *Zeitalter, 1994*; Mitchell, *Pictorial Turn, 1994*.

2 Heßler, *Sichtbarkeiten, 2006*; Giere, *Cognitive models, 1992*; Goodman, *Worldmaking, 1978*.

3 Heisenberg, *Inhalt, 1927*; Schickore, *Impediment, 2001*.

> »dass in der Fluoreszenzmikroskopie, die für die Biologie eminent wichtig ist, die Beugungsgrenze aufgehoben werden kann. […] Abbes Formel, etabliertes Lehrbuchwissen und in einer Jenaer Gedenkstätte in Stein gemeißelt, galt für mehr als ein Jahrhundert als praktisch unüberwindbar […]. Nur ein neues physikalisches Konzept konnte eine radikale Auflösungserhöhung leisten.«[4]

Anders als im gesellschaftlichen Bereich, wo die Änderung von Gesetzen Neues durchaus ermöglicht, enthüllt die Natur ihre Geheimnisse kaum infolge einer Anpassung an eine veränderte Gesetzeslage; vielmehr geht es um neue Verfahren und Apparaturen und – hier besonders von Interesse – neue Definitionen und Akzeptanz für bildliche Repräsentationen der Natur. Erst eine genauere Betrachtung dieses aktuellen Beispiels aus dem Bereich der Fluoreszenzmikroskopie würde zeigen, wie hier die heutige Relation zwischen Wissenschaft und Publikum, der allgemeine Drang zur Medialisierung der Wissenschaft und die von einer breiteren Öffentlichkeit ausgehende Nachfrage nach visualisierten Ergebnissen eine komplexe Wechselwirkung eingehen.[5] Die bewusste »Unschärfe« in den Formulierungen von Pressemitteilung und Jahresbericht, die sich an ein Publikum außerhalb des speziellen wissenschaftlichen Faches richten, scheint die öffentliche Erwartung übererfüllen zu wollen: Ohne dies explizit auszusprechen, wird durch die »Schärfe«-Rhetorik nahegelegt, dass die übliche Lichtmikroskopie von einer Barriere befreit würde, die bisher die Scharfstellung des Bildes verhinderte. Die (weiterhin gültige) Theorie der Lichtmikroskopie beschreibt indes, dass Beugungserscheinungen zwangsläufig das Bild verschwimmen lassen, wenn man Strukturen aufzulösen versucht, die geringer als etwa die halbe Lichtwellenlänge sind. Während in der Pressemitteilung das Rätsel, wie »Lichtmikroskopie« diese Schranken überwinden kann, ungelöst bleibt,[6] findet sich im Jahrbuch nach einer längeren Darstellung der Geschichte der Lichtmikroskopie und Abbes Formel schließlich die Erklärung des »Tricks«:

> »Dieser Trick besteht nun darin, dass die Forscher den Fluoreszenzmarker vorübergehend und lokal in einen nicht-fluoreszierenden Zustand überführen, und zwar so, dass die Fluoreszenz am Ende aus einem räumlichen Bereich stammt, der enger als der Lichtfleck des

4 Hell, *Gesetz, 2005*, ähnlich auch die Pressemitteilung B 40/C17/2005 (82) »Lichtmikroskopie in ungekannter Schärfe« der MPG vom 2. Juni 2005.

5 Zu ähnlichen Fällen vgl. Weingart, *Stunde, 2001*, Kapitel 6.

6 Für »Detailinformationen« wird auf einen weiteren Text verwiesen.

Anregungslichts ist. Auflösungen jenseits der Beugungsgrenze erreicht man einfach [sic!] dadurch, dass man die Probe mit diesem schärferen Spot abrastert und das Bild Punkt für Punkt erstellt, indem man die jeweils registrierte Fluoreszenzintensität mittels eines Rechners aneinanderreiht.«[7]

Die hier ersichtlich werdende Technik hat nun offenkundig wenig mit dem zu tun, was das angesprochene Publikum unter Lichtmikroskopie üblicherweise verstehen dürfte und worauf der Text in einiger Ausführlichkeit zunächst einging. Vielmehr erscheint erstens eine Bezeichnung wie Raster-Fluoreszenz-Mikroskopie weit adäquater, eine Begrifflichkeit, wie sie am Anfang der Forschungen auch verwendet wurde.[8] Zweitens ist der Hinweis unverzichtbar, dass die Methode ausschließlich für fluoreszenzmarkierbare Objekte anwendbar ist,[9] wobei erst die Wechselwirkung des Lichtes mit diesem hinzugefügten Markierungsstoff das ansonsten unsichtbare Objekt indirekt abbildet. An öffentlicher Aufmerksamkeit bestand indes für diese Methode kein Mangel, sie wurde 2006 mit dem Zukunftspreis des deutschen Bundespräsidenten bedacht[10] und wird seitdem im Deutschen Museum ausgestellt (Abb. 1).[11]

7 Max-Planck-Gesellschaft: *Jahrbuch*, 2005, online: http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/jahrbuch/2005/biophysikalische_chemie/forschungsSchwerpunkt/index.html (zuletzt besucht am 22.6.2007).

8 Auch wird der Eindruck einer gewissen Inszenierung der Ergebnisse dadurch verstärkt, dass die Forschungen von Hell und Mitarbeitern, die sich seit etwa Mitte der 1990er Jahre mit dem Thema beschäftigen und ihre Methoden stetig verbessern, gerade zum 100-jährigen Jubiläum von Abbes Formel an die Öffentlichkeit herangetragen wurden. Vgl. Hell/Kroug, *Ground-state 1995*. In Fachveröffentlichungen heißt das Verfahren simulated emission depletion microscopy bzw. STED microscopy.

9 Also Proben, die wie Fluorit, Uranverbindungen oder Salze von Seltenerdmetallen, die selbst fluoreszieren, oder Proben, in die fluorszierende Stoffe erst eingelagert wurden etwa durch Antikörper-Fluoreszenzfarbstoffe, die an Biomoleküle ankoppeln.

10 http://www.deutscher-zukunftspreis.de/newsite/2006/ (zuletzt besucht am 22.6.2007).

11 http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/neue-projekte/zukunftspreis/ (zuletzt besucht am 22.6.2007). Das aus einer Videostation, einer Musterapparatur und einer Bildsimulation bestehende Ausstellungsmodul zur »Entwicklung des STED-Mikroskops« vermittelt hingegen die Einsatzmöglichkeiten und das Abtastverfahren zur Bildkonstruktion explizit.

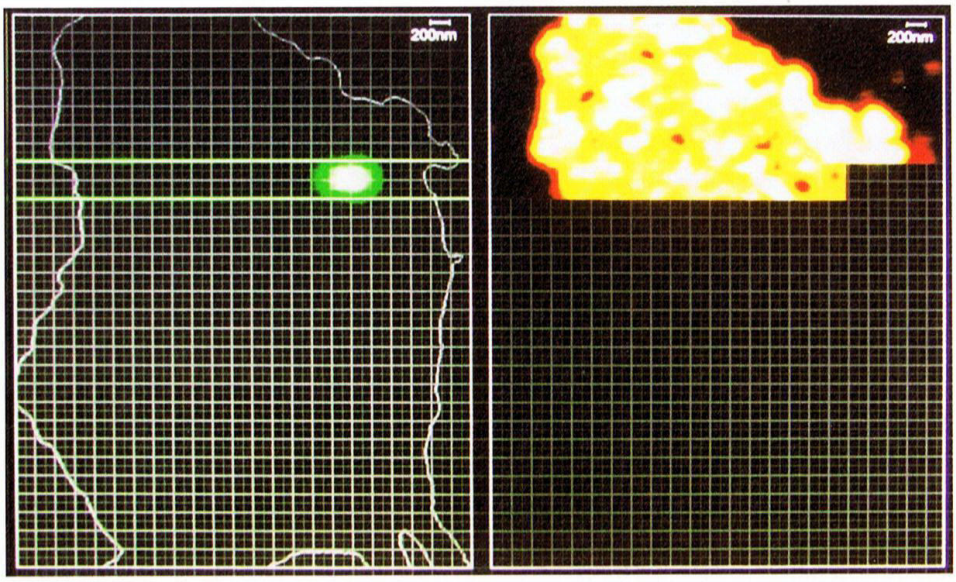


Abb. 1: Bildgenerierung durch Abtasten einer fluoreszenzmarkierten Probe mit dem STED-Mikroskop.

Diese kurze Skizze einer aktuellen Episode von der Schaffung eines zwar nun »beugungsunbegrenzten«, aber auf andere Weise eingeschränkten »Blicks in die Nanowelt«[12] mag hier genügen, um drei Fragen aufzuzeigen, die sich zu Wissenschaft und Bildern des Mikrokosmos allgemein stellen und denen sich dieser Beitrag im Folgenden aus historischer Perspektive widmet:

Auf die spezifische Bildproduktion bezogen, ist *erstens* zu fragen, wieweit sich das alltägliche Sehen durch wissenschaftliche Apparaturen verfeinern ließ, die Sichtbarkeitsgrenzen erweitert wurden und in welchem Verhältnis theoretisch postulierte Strukturen, mikroskopisch betrachtbare Bilder und Computer-assemblierte bzw. -konstruierte Repräsentationen der Mikrowelt standen. In Hinblick auf Bilder als vermittelnde (oder »interdiskursive«) Elemente zwischen Wissenschaft und ihren Publika ist *zweitens* zu bestimmen, welchen Nutzen die Wissenschaft von den bildlichen Darstellungen eines Forschungsobjektes hatte und welchem Interesse eines breiteren Publikums diese Bilder entsprachen. Von einer höheren historischen Warte aus ist *drittens* zu beschreiben, welche Konjunkturen es für das Angebot und die Nachfrage von bildlichen Darstellungen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Fachwissenschaft gegeben hat.

12 Hell, *Gesetz, 2005*.

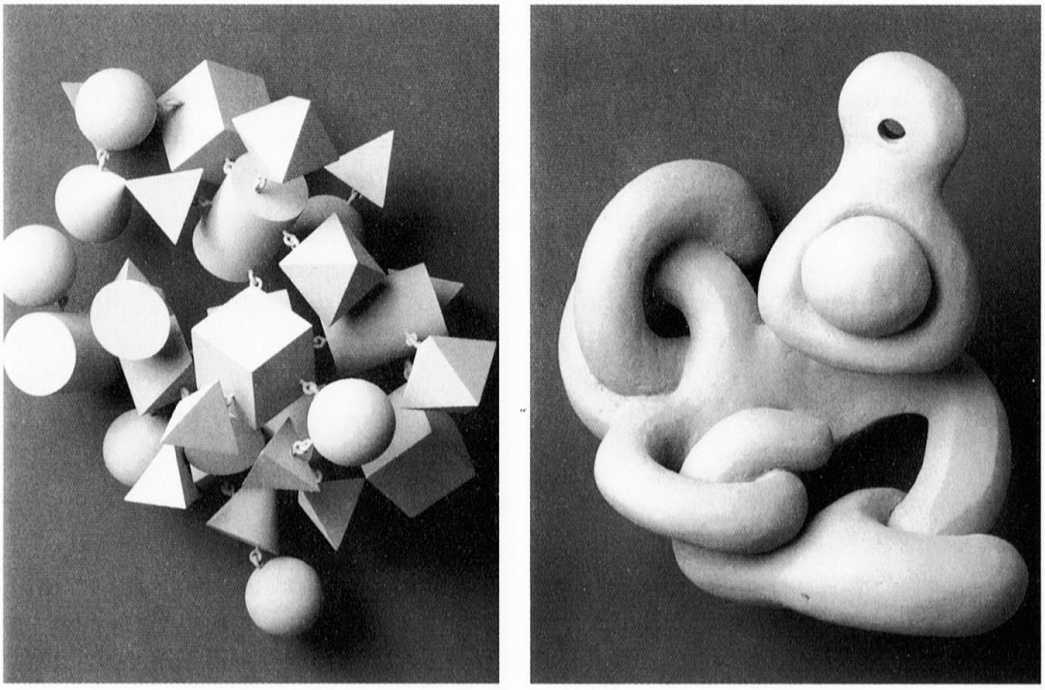


Abb. 2 a/b: Atommodelle im Deutschen Museum.

Die bildlosen Atomisten

Dass die Bildbenutzung in Naturphilosophie und Naturerforschung keine gleichsam anthropologische Konstante der Wissenschaft darstellt, zeigt der genauere Blick auf ein weiteres Exponat des Deutschen Museums. Entsprechen die Atommodelle (Abb. 2 a/b), die für die Ausstellung Atomphysik angefertigt wurden, um die Atomvorstellungen von Demokrit und Lukrez darzustellen, wirklich einer Ikonographie des Atoms, die es in der griechischen Antike oder im Römischen Reich gegeben hat?[13]

Zweifellos war Demokrit einer der ersten Atomisten, doch sind authentische Quellen seiner Lehren kaum überliefert. Erst in den Schriften seines 300 Jahre jüngeren Adepten Lukrez findet sich der Text, auf den sich die angefertigten Atommodelle stützen. Im zweiten Kapitel von *De rerum natura* heißt es:

13 Zum Begriff der Ikonographie des Atoms vgl. Lefèvre/Renn/Schöpflin, *Power, 2003*; Miller, *Imagery, 2003*; Galison, *Images, 2002*.

Daraus schließt man mit Recht, daß aus glatten und runden Atomen
Alles besteht, was unseren Sinn wohltuend berühret:
Alles, was bitter hingegen und rauh scheint, muß durch Atome,
Die mehr Haken besitzen, genau miteinander verknüpft sein.
Deshalb pflegen sie auch die Wege zu unseren Sinnen
Aufzuritzen und so den Eingang zum Körper zu brechen.[14]

Wir finden hier alles, was auf eine klare und eindeutige Modellierung der Atome – inklusive deren implizite Unteilbarkeit – hinausläuft. Doch zeigt ein Blick in das lateinische Original dieses Textes, dass der Fall bei weitem nicht so klar ist, wie es zunächst scheinen mag.

ut facile agnoscas e levibus atque rutundis
esse ea quae sensus iucunde tangere possunt,
at contra quae amara atque aspera cumque videntur,
haec magis hamatis inter se nexa teneri
proptereaque solere vias rescindere nostris
sensibus introituque suo perrumpere corpus.

Der Begriff Atom erscheint im Original überhaupt nicht und wurde auch in der englischen Standardübersetzung vermieden, die an dessen Stelle den Elementbegriff verwendet.[15] Zwar spricht Lukrez von Elementen, aber damit sind Feuer und Wasser ebenso gemeint wie primordiale Objekte (primordia rerum), allerdings nicht in diesem Textabschnitt. Stattdessen finden sich Überlegungen zu »größeren Elementen«, die man in Olivenöl finden könne, nur wenige Zeilen vor der zitierten Stelle, die einer Lesart von Elementen als primordialen Objekten, welche ohne Farbe, Geschmack und andere Eigenschaften sein müssen, hier widerspricht.

Wo der deutsche Übersetzer Atome bemüht, steht im Originaltext lediglich »ea quae« also »diejenigen [Objekte, Dinge, Körper, Formen etc.], die«, eine sprachliche Konstruktion, die weiten Raum für Interpretationen lässt. Was wir in den Übersetzungen lesen, ist folglich zu einem gewissen Teil weniger Lukrez geschuldet als dem Verständnis, das der Übersetzer zu seiner Zeit vom Atomismus hatte.

Es geht mir in diesem Beitrag nicht darum, die Adäquatheit der Atommodelle (Abb. 2 a/b) für eine Ausstellung in Frage zu stellen, noch zu beurteilen, welche Aussagekraft einem Lehrgedicht aus dem ersten vor-

14 Lukrez, *Natur, 1957*, S. 73.
15 Vgl. die häufig wiedergedruckte Übersetzung Leonard, *Nature, 1916*.

christlichen Jahrhundert zukommt, in dem dichterische Form und Sprache wichtiger sein mag als strenge Genauigkeit in der Beschreibung der Sachverhalte. Der entscheidende Punkt ist vielmehr, dass es in Demokrits und Lukrez' Schriften überhaupt keine Modelle oder Bilder vom Atom gab! Wir müssen uns vergegenwärtigen – und dies vielleicht auch in geeigneter Form in Ausstellungen berücksichtigen –, dass es Zeiten in der Geschichte gab *ohne* bildliche Darstellungen der zeitgenössischen Materiekonzeptionen.[16]

Die Erfindung der atomistischen Ikonographie

Erst vor wenigen Jahren hat Christoph Lüthy überzeugend gezeigt, dass vor dem späten 16. Jahrhundert keine Ikonographie des Atoms existierte. Insbesondere seine Suche nach Darstellungen von Atomen in mehr als 70 Ausgaben von Lukrez' *De rerum natura*, die zwischen dem späten 15. und dem frühen 18. Jahrhundert erschienen, förderten lediglich einige dramatisierende Illustrationen zu Tage, aber keine bildlichen Darstellungen von den Bausteinen der Materie.[17]

Der Grund, der eine auch nur sprachliche Verbildlichung etwa des kugelförmigen Atoms verhinderte, lag im Aristotelismus und der scholastischen Tradition. Für Aristoteles waren natürliche Körper kontinuierlich und homogen, und während sie gewissen »Formen« entsprachen, folgte daraus noch lange nicht, dass es möglich oder sinnvoll war, Bilder von ihnen anzufertigen. Denn Form (griech. *ειδος*) oder Gestalt (griech. *μορφή*), anders als Figur (lat. *figura*), meinte logische Prinzipien oder Denkformen, nicht graphische Darstellungen oder Abbildungen. Obwohl Geometrie in der Naturphilosophie eine wichtige Rolle einnahm, waren es idealisierte Beziehungen der (mathematischen) Geometrie der Formen, die das Interesse der antiken Denker fanden, und nicht die physikalische Geometrie der Natur. Die scholastische Tradition fügte dem kaum Illustrationen hinzu, die »notorisch wenigen« bildlichen Darstellungen waren nichts als »scheinbar endlose Kommentare«.[18] Wenn Bilder

16 Vgl. allgemein zu Epochen ohne »Tatsachen«, »Beweise« oder »Objektivität« Daston, *Wunder, 2005*.

17 Lüthy, *Invention, 2003*, S. 122. Hier wird eine Illustration aus dem Jahr 1683 diskutiert, die vielleicht als Abbildung von Atomen interpretiert werden könnte, die These wird dann aber verworfen.

18 Murdoch, *Album,* 1984, S. X.

erschienen, dann illustrierten sie graphisch die Beziehungen, wie etwa das weitverbreitete Zwiebelschalenmodell geordneter Inklusionen.

Mit der Renaissance brach sich auch die platonische Sichtweise wieder Bahn, die eine Entsprechung zwischen regelmäßigen Körpern und den Elementen postulierte. Auch griff Kepler das Denken in idealen Formen für die Bestimmung der Abstände zwischen den Planetenbahnen im Sonnensystem auf, die sich aus einem Ineinanderdenken der platonischen Körper ergeben sollten. Während sich diese Vorstellung allgemein etablieren konnte, gelang jedoch keine in gleicher Weise überzeugende Korrespondenz zwischen den (mathematischen) Formen und den Substanzen. Platos Versuch etwa, keilförmige Pyramiden mit Feuer in Beziehung zu setzen, wurde von frühmodernen Denkern nicht auf überzeugende Weise fortentwickelt.

Lüthy förderte schließlich ein ganzes Bildprogramm vom kugelförmigen Atom in Giordano Brunos *De triplici minimo et mensura* aus dem Jahre 1591 zu Tage, einschließlich des Verweises auf Demokrit und der Verwendung des Begriffes »Atom«. Diese Geburtsschrift der atomaren Ikonographie löste jedoch keine Revolution der zeitgenössischen Materietheorien aus; im Gegenteil findet man Brunos neue Bildlichkeit verwoben in ältere theologische, arithmetische und numerologische Spekulationen. Von diesem historischen Ballast sollten erst Kepler, Jungius oder Descartes die neue Ikonographie befreien und sie innerhalb ihrer Theorien und Philosophien interpretieren. Zusammenfassend stellt Lüthy fest:

> »[T]he globular atom is an invention of the late sixteenth century. Neither did it exist before, nor did its invention seem very useful at first. Instead, the globular particle of matter is a strange outgrowth of Renaissance speculation which required decades of reinterpretation before it began to seem useful here and there as a possible tool for the explanation of certain natural phenomena.«[19]

Atomikonographische Konjunkturen im 20. Jahrhundert

Die Geschichte der Atomikonographie ist im Wesentlichen von lediglich drei Grundtypen dominiert: der Kugelform, der Struktur eines Planetensystems und dynamischen räumlichen Dichtestrukturen einer Prämaterie (Wirbel, Felder, Beobachtungswahrscheinlichkeiten). Es ist aber

19 Lüthy, *Invention*, 2003, S. 118.

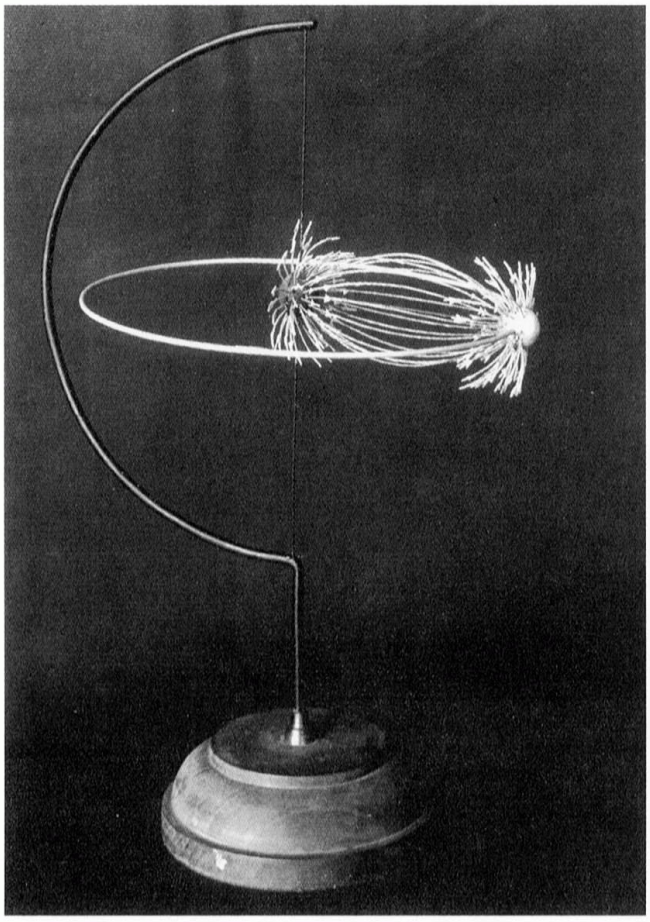


Abb. 3: Modell des Wasserstoffatoms, angefertigt für das Deutsche Museum nach einem Entwurf von Arnold Sommerfeld und künstlerischer Beratung durch den Architekten Friedrich von Thiersch.

nicht so, dass jeweils ein Typ einen anderen abgelöst hätte, was sich bereits daran erkennen lässt, dass sich in bestimmten Feldern außerhalb der Physik und in populären Darstellungen das Kügelchenatom auch im fünften Jahrhundert seiner Existenz einer unübersehbaren Lebendigkeit erfreut. Neben dem heute vielfach anzutreffenden Fall, dass mehrere dieser Modelle entweder für verschiedene Zwecke nebeneinander verwendet werden oder – allerdings seltener – miteinander konkurrieren, möchte ich im Folgenden darauf eingehen, dass es im 20. Jahrhundert erneut eine bildlose Periode des Atoms gab, in der Physiker es vermieden, Abbildungen und Modelle für Atome zu zeigen. Am Ende dieser Periode bildloser Atomphysik, die interessante Ähnlichkeiten zur Etablierungsphase des Kügelchenatoms aufweist, stand das planetare Atom nach Rutherford, Bohr und Sommerfeld, das als Holz-und-Draht-Modell 1918 für das Deutsche Museum angefertigt wurde (Abb. 3).

Wie bereits im Beispiel Giordano Brunos deutlich geworden war, fällt die Einführung von neuen wissenschaftlichen Repräsentationen nicht zwangsläufig mit theoretischen Revolutionen zusammen. Ebenso erweist sich auch die für die Bilderzeugung essentielle Entwicklung von wissenschaftlichen Apparaten und Techniken häufig als asynchron zu theoretischen wie ikonographischen Umbrüchen. Wissenschaftliche Artefakte, wissenschaftliche Theorien und auch die wissenschaftliche Ikonographie reklamieren vielmehr eine jeweils eigene Autonomie. Dieser vielleicht zunächst erstaunliche Sachverhalt ist in jüngerer Zeit indes wissenschaftstheoretisch gerade als Garant für wissenschaftlichen Fortschritt seit der wissenschaftlichen Revolution erkannt worden. Denn in diesem Gefüge stabilisieren sich Theorie, Experiment bzw. Instrument und Repräsentation gegenseitig und helfen über Brüche in einzelnen Schichten hinweg.[20] Damit dienen Bilder in der Wissenschaft auch einem genuin wissenschaftlichen Zweck und sind weit mehr als Illustrationen.

Um dieses Zusammenspiel von Instrumenten, Theorien und Bildern genauer zu beleuchten, werde ich im Folgenden eine Reihe von Beispielen aus der Atomphysik des ersten Viertels des 20. Jahrhunderts mit ihren spezifischen bildbezogenen bzw. bildlosen Phasen betrachten und insbesondere fragen, wie sich die Einsicht in die Materie und generell das »Sehen« in der Wissenschaft durch die moderne Physik gewandelt hat.

Die Atombilder des 20. Jahrhunderts können entsprechend den zu ihrer Erzeugung verwendeten Verfahren grob in zwei Kategorien eingeteilt werden. Entweder stammen sie aus mikroskopisch abbildenden Verfahren, die versuchen, neue Bereiche der Sichtbarkeit zu erschließen, oder sie stammen aus abtastend (re-)konstruierenden Verfahren, in denen experimentelle Daten genutzt werden, um neue Visualisierungen zu finden.[21] Das mikroskopische Sehen bedeutet Inspizieren und Betrachten, die Bilder sind photographische, abbildende, das Phänomen wird typischerweise als Ganzes erfasst. Das konstruierende Sehen impliziert hingegen Erkunden, Untersuchen, Analysieren, Präparieren und Konstruieren. Dieser Modus der Bildproduktion ist repräsentierend, graphisch und insbesondere selektiv, wie etwa das computergenerierte und nach

20 Galison, *Image, 1997*.

21 Diese Unterscheidung deckt sich weitgehend mit der zwischen »image« und »logic« in Galison, *Image, 1997* und zwischen »propagation method« und »bombardment method« in Hon, *Propagation, 2003*. Zur Generierung von Bildern aus Daten vgl. allgemein Galison, *Images Scatter, 2004*. Mit dieser Unterscheidung ist indes noch nichts über die visuelle Qualität der Bilder ausgesagt, die prinzipiell von der Erzeugungsmethode unabhängig sein könnte.

Belieben einfärbbare Monitorbild eines *events* in einem Elementarteilchenbeschleunigerlabor. In einer ersten Differenzierung kann man unterscheiden, dass das mikroskopische Sehen Fragen der *Sichtbarkeit* stellt, während das konstruierende Sehen mögliche Arten der *Visualisierung* betrifft.

Die mikroskopisch abbildende Tradition: neue Bereiche der Sichtbarkeit

Die Frage nach der Existenz von Atomen und der (sub-)mikroskopischen Struktur von Materie ist durch die Einführung und Entwicklung der Mikroskopie, die andere Felder wie die Biologie revolutioniert hat, kaum einer Klärung nähergekommen. Erst im 20. Jahrhundert wurden Wege gefunden, die Grenzen der mikroskopischen Auflösung zu überschreiten, die weit von der atomaren Größenskala entfernt war. Anhand des Ultramikroskops, des Laue-Experiments und der Debye-Scherrer-Kamera möchte ich diskutieren, in welchem Maße es möglich war, die Grenzen der Sichtbarkeit durch die Erfindung neuer Wege der Einsicht in die Materie zu verschieben, und in welchem Ausmaß Wissenschaftler glaubten, sogar in das einzelne Atom sehen zu können. Alle drei Beispiele stammen aus dem ersten Viertel des 20. Jahrhunderts und damit aus einer Zeit, die vor der Einführung der Elektronenmikroskopie in den 1930er Jahren lag, die heute die Bildwelt in der atomaren Größenordnung beherrscht. Sie ist seit einiger Zeit insbesondere mit der Frage ins wissenschaftshistorische Interesse gerückt, wer die Kontrolle über die Art der generierten Bilder ausübt.[22]

Das Unsichtbare sehen: das Ultramikroskop

Es ist eine aufschlussreiche Koinzidenz, dass 1872, also in demselben Jahr in dem Ernst Abbe seine theoretische Arbeit über die Bildentstehung in Mikroskopen beendet hatte, Emil du Bois-Reymond auf der Leipziger Naturforscherversammlung seine vielbeachtete *Ignorabimus*-Rede hielt. Hatte Abbe feste Grundlagen für seine Formel zum Auflösungsvermögen von Mikroskopen gefunden, die zeigten, dass Strukturen feiner als ein 5000stel Millimeter durch kein solches Gerät gesehen werden können,

22 Vgl. Rasmussen, *Picture*, *1997*, wo gezeigt wird, wie komplex die Produktion selbst scheinbar schlichter Bilder war.

betrachtete du Bois-Reymond die Grenzen der Wissenschaft im Allgemeinen und behauptete, dass es Bereiche des Wissens gäbe, die außerhalb des Zugriffs der experimentellen Wissenschaft lägen:

> »Gegenüber den Räthseln der Körperwelt ist der Naturforscher längst gewöhnt, mit männlicher Entsagung sein ›Ignorabimus‹ auszusprechen. […] Gegenüber dem Räthsel aber, was Materie und Kraft seien, und wie sie zu denken vermögen, muss er ein für allemal zu dem viel schwerer abzugebenden Wahrspruch sich entschliessen: ›Ignorabimus‹.«

Man würde es also niemals wissen.[23]

Es gibt darüber hinaus ein zweites, ebenso interessantes Zusammentreffen: Als der Mathematiker David Hilbert im Jahre 1900 auf einem internationalen Kongress in Paris die »Ignorabimus-Mentalität« vehement zurückwies und dies zu einem wiederkehrenden Thema seiner öffentlichen Vorträge machte, war Abbes Firma gerade damit beschäftigt, einen neuen Mikroskoptyp zu entwickeln, der die Auflösungsgrenze überwinden sollte.[24] Das Ultramikroskop (Abb. 4) des Kolloidchemikers Richard Zsigmondy und des Instrumentenkonstrukteurs bei der Firma Zeiss, Henry Siedentopf, demonstrierte eine erfolgreiche Verbindung von Interessen: Auf der einen Seite benötigte Zsigmondy Instrumente für spezielle Forschungen an Kolloiden, insbesondere um die Größe von kolloidalen Teilchen zu bestimmen und die Anwendbarkeit der kinetischen Theorie für sie zu klären. Auf der anderen Seite repräsentierte der junge Physiker Siedentopf, einer von einer ganzen Gruppe um 1900 eingestellter Physikabsolventen, eine neue wissenschaftliche Kultur bei den Zeiss-Werken. Man orientierte sich eng an wissenschaftlichen Forschungsfragen, welche von Kolloiden im Speziellen, die aussichtsreiche Anwendungen in der Optik versprachen, bis zur möglichen Existenz von Atomen im Allgemeinen reichte.[25]

Der Göttinger Kolloidchemiker hatte erkannt, dass es möglich sein müsste, mit einem Mikroskop vor einem dunklen Hintergrund die Zerstreuungskegel von Teilchen zu sehen, die kleiner waren als Abbes Auflösungsgrenze, wenn man diese senkrecht zur Beleuchtungsrichtung beobachtete. Mag diese Einsicht eine spontane Eingebung gewesen sein,

23 Zu Abbes Forschungen und Veröffentlichungen vgl. Cahan, *Zeiss, 1996*, S. 72f.; du Bois-Reymond, *Grenzen, 1872*, S. 51.

24 Hilbert, *Probleme, 1901*, vgl. auch dessen Radioansprache von 1930, besprochen in Vinnikov, *We Shall Know, 1999*; Cahan, *Zeiss, 1996*, S. 86f.

25 Cahan, *Zeiss, 1996*, S. 90-101.

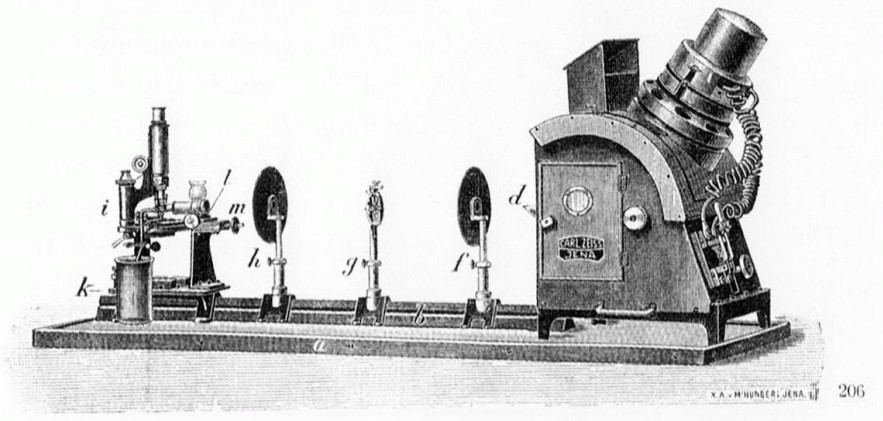


Abb. 4: Ultramikroskop von 1903, bestehend aus einem modifizierten Mikroskop (links) und einer Lichtquelle (rechts).

die den bereits bekannten Tyndall-Effekt ausnutzte, so dauerte es jedoch anderthalb Jahre und benötigte die volle Unterstützung durch das optische Know-how von Zeiss, um unter der Regie von Siedentopf die »Sichtbarmachung« von zuvor unsichtbaren Kolloidteilchen zu verwirklichen.[26] Im Prinzip war der Aufbau eines Ultramikroskops recht einfach, man musste nur ein normales Lichtmikroskop mit einer passenden Lichtquelle und einer Küvette von geeigneten Maßen kombinieren. Die Streuung des Lichts in den dunklen Hintergrund und die Fokussierung bereiteten jedoch ernsthafte Schwierigkeiten, die nur durch spezielle mechanische Kenntnisse und Fertigkeiten überwunden werden konnten. So entwickelten sich allmählich Lösungen wie die Dunkelfeld-Kondensoren oder das Immersions-Ultramikroskop.[27]

In ihrer gemeinsamen Veröffentlichung teilten Zsigmondy und Siedentopf mit, dass es ihnen gelungen war, »Goldteilchen, deren Größen nicht weit von der molekularen Dimension entfernt sind, einzeln sichtbar zu machen«.[28] Obwohl sie genau genommen nur Querschnitte von Beugungskegeln beobachteten, konnten sie dennoch demonstrieren, dass sie die einzelnen Teilchen selbst sichtbar zu machen vermochten. Denn sie waren in der Lage, die Teilchen voneinander zu unterscheiden, ihre

26 Zsigmondy/Siedentopf, *Sichtbarmachung, 1903*. Zu Einzelheiten vgl. Cahan, *Zeiss, 1996*, S. 90-101, und für eine kurze Darstellung der technischen Entwicklung in den folgenden Jahren vgl. Ede, *Microscope, 1998*.

27 Ede, *Microscope, 1998*, S. 400.

28 Zsigmondy/Siedentopf, *Sichtbarmachung 1903*, S. 2.

Bewegungen zu verfolgen und ihre Größe zu bestimmen. Letzteres war umso bemerkenswerter, als aus der Größe der photographierten Beugungskegel keine Schlussfolgerung auf die tatsächliche Teilchengröße abzuleiten war, denn die Sichtbarmachung war nur »unter Verzichtleistung auf ähnliche Abbildung« möglich.[29] Die Größe konnte nur indirekt aus Beziehungen zwischen der ermittelten Teilchendichte pro Flächeneinheit, der spezifischen Dichte und der Konzentration der verwendeten Kolloide abgeleitet werden.[30]

Die beiden Autoren waren in erster Linie daran interessiert, die Anwendungen ihrer Methode mitzuteilen, und beschrieben ausführlich, wie die Farbe von Goldrubingläsern von der Größe der nun sichtbar gemachten Goldteilchen abhing. Aus diesem Grund mag es verständlich sein, warum sie nur beiläufig anmerkten, dass ihr Ultramikroskop für das Studium der Brown'schen Bewegung »besonders geeignet« sein könne, sie darüber hinaus aber jegliche Aussage über die Möglichkeit unterließen, einzelne Atome sichtbar zu machen und so deren Realität zu beweisen.[31]

Allgemein gilt der zweite von Albert Einsteins drei berühmten Artikeln aus dem Jahre 1905 als diejenige Veröffentlichung, die die Frage nach der Realität der Atome mit Nachdruck neu stellte. Jean Perrin gilt dagegen als derjenige, der Wissenschaft wie Öffentlichkeit von dieser überzeugte.[32] Wie Charlotte Bigg betont hat, ermöglichte Perrin gerade das Ultramikroskop, eine visuelle Evidenz für Atome zu präsentieren, und zwar einerseits als symbolisches Artefakt, das die Sichtbarkeitsgrenze überwinden konnte, und andererseits als praktisches Mittel zur Vorführung der Bewegung ultramikroskopischer Teilchen in Übereinstimmung mit den Lehren der kinetischen Theorie. Interessanterweise wurde so Evidenz für Atome produziert, ohne wirklich Bilder von ihnen zu zeigen.[33] Denn weder waren ultramikroskopische Teilchen einzelne Atome, noch bildeten die Projektionen und Photographien, die Perrin präsentierte, Teilchen *als* Teilchen ab.

Dennoch verschob das Ultramikroskop nicht nur die Grenze der Sichtbarkeit – allerdings nicht weit genug, um einzelne Atome zu zeigen –,

29 Zsigmondy/Siedentopf, *Sichtbarmachung 1903*, S. 3.

30 Cahan, *Zeiss, 1996*, S. 94-97.

31 Zsigmondy/Siedentopf, *Sichtbarmachung, 1903*, S. 10.

32 Einstein, *Theorie, 1905*; Perrin, *Agitation, 1908*, beschreibt die Projektion der Brown'schen Bewegung für eine öffentliche Demonstration; Perrin, *Mouvement, 1909*, beschäftigt sich ausführlich mit der Frage nach der Realität von Atomen, vgl. auch Nye, *Molecular Reality, 1972*.

33 Bigg, *Brownian Motion, 2004*.

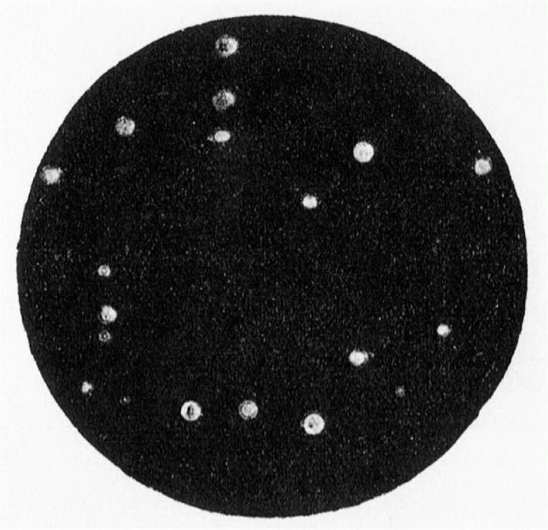


Abb. 5: »Photographie ultramikroskopischer Goldteilchen«.

die gut zu beobachtenden Zerstreuungsflecken einzelner Teilchen erweiterten auch den Akzeptanzspielraum so weit, dass das Publikum mehr oder weniger glaubte, wirklich Atome gesehen zu haben. Um genauer nachzuvollziehen, wie diese implizite visuelle Überzeugungsleistung auftreten konnte und welche Rolle dabei ikonographische Traditionen spielten, bietet sich eine Analyse der publizierten Abbildungen an, die aus neuen indirekten Abbildungsmethoden gewonnen wurden, etwa durch Ultramikroskopie, Röntgenstrahlbeugung oder Nebel- und Blasenkammermethoden.

Der *Kosmos,* die vor dem Ersten Weltkrieg wohl auflagenstärkste populärwissenschaftliche Zeitschrift in Deutschland, präsentierte ihren Lesern 1917 eine Abbildung mit der Bildunterschrift »Photographie ultramikroskopischer Goldteilchen einer Goldlösung« von lediglich »15 Millionstel Millimeter« (Abb. 5), wodurch bewusst der Eindruck einer getreuen Photographie erweckt wurde, was das Abbildungsverfahren aber gerade ausschloss. Denn in den Worten des *Kosmos*-Autors Fritz Kahn sieht man

> »[…] im Ultramikroskop nicht die unsichtbar kleinen Teilchen der Materie selbst, denn diese sind und bleiben in des Wortes wahrem Sinne selbst unsichtbar […] man sieht nur ihre Kielspur im Ätherozean, ihren riesig vergrößerten Schatten, ihr Brockengespenst auf der grauen Wolkenwand des Dunkelfeldes oder vielmehr umgekehrt ihr Heliogramm im Dämmerlicht des Ultramikroskops, ihren Leuchtturmschein in der schwarzen Nacht des Äthermeeres […]«.[34]

34 Kahn, *Ultramikroskop, 1917*, S. 92.

Auch Spuren einzelner Strahlungsquanten in einer Nebelkammer, die C. T. R. Wilson 1911 zum ersten Mal photographisch festhalten konnte, ließen den Beobachter nicht mehr als eine Kielspur sehen (ähnlich etwa der Explosionswolke, die eine Stange Dynamit hervorrufen kann). Jedoch ist hier eine weitere Grenze des Sehens überschritten: Während man durch das Ultramikroskop noch ausschließlich beobachtete, ohne das Geschehen innerhalb des Beobachteten zu beeinflussen, zeugen die Nebelkammerspuren von unzähligen Interaktionen des »beobachteten« Elektrons mit dem übersättigten Dampf. Quantenmechanisch analysiert, handelt es sich bei den photographierbaren Bahnen kondensierter Nebeltropfen um Reihen von schnell aufeinanderfolgenden Messprozessen, die das ansonsten räumlich und in seiner Bewegungsgeschwindigkeit nicht beliebig exakt bestimmbare Teilchen zwingt, einen Messwert anzunehmen, das heißt, sich an einem Ort »zu zeigen«.

Reziprokes Sehen: das Laue-Experiment

Allerdings ist nicht das ultramikroskopische Bild der Goldteilchen zur Ikone des Atomismus des frühen 20. Jahrhunderts geworden, sondern allenfalls konnten die Photographien nach dem Laue-Verfahren diesen Status für sich beanspruchen.[35] Ein solches Bild der Beugung von Röntgenstrahlen an einem Kristall erschien im *Kosmos* bereits im Jahre 1913 (Abb. 6) und wurde als »Atomphotogramm« bezeichnet, was zumindest die Nähe zur Photographie eines einzelnen Atoms suggerierte.[36]

Um die Sichtbarkeitsgrenze zu verschieben, wurde unsichtbare Strahlung mit kürzerer Wellenlänge als beim sichtbaren Licht verwendet, weshalb das Auge des Beobachters durch den photographischen Film ersetzt werden musste. Das von Max von Laue, Walther Friedrich und Paul Knipping 1912 durchgeführte Experiment gilt allgemein als überzeugender Nachweis für den atomaren Aufbau von Kristallen, obwohl ein direkter Zusammenhang zwischen den Punktmustern der Laue-Photographien und der Anordnung der Atome im Kristall alles andere als unmittelbar ersichtlich war. Laue und seine Mitstreiter brauchten selbst

35 Vgl. Kemp, *Seeing, 1997*, S. 373, Abb. S. 384.

36 Meyers Großes Konversationslexikon von 1905 definierte Photogramm als »ein mit Hilfe der Photographie hergestelltes Bild«, während Photogrammetrie »diejenige Messungsmethode« bezeichnet, »bei der man die für Winkelbestimmungen nötigen Maße aus besonders zu diesem Zweck aufgenommenen Photographien entnimmt.«

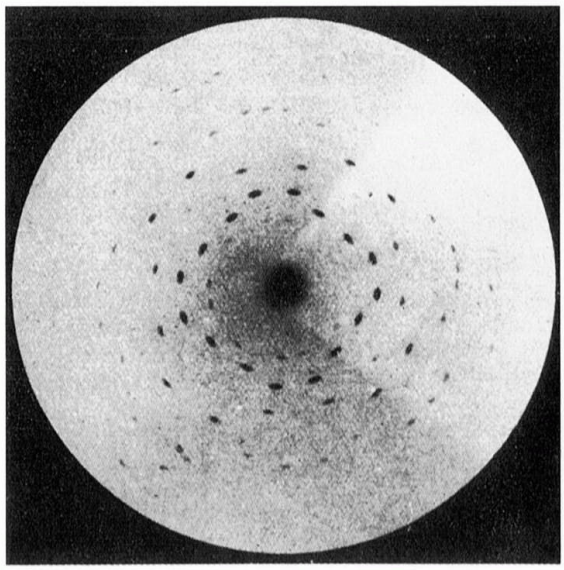


Abb. 6: »Atomphotogramm«.

einige Zeit und Unterstützung von anderen Kollegen, bis sie schließlich zu einer stimmigen Deutung ihrer Photographien gelangten.[37]

Die Vorstellung, dass sich Kristalle mit Hilfe einer »Molekulartheorie« als ein Gitter aus Atomen beschreiben lassen könnten, wies zur Zeit Laues schon eine mehr als hundertjährige Geschichte auf, die von wechselnden Konjunkturen von Hoffnung und Enttäuschung geprägt war.[38] Eine Anerkennung der Existenz von Atomen implizierten diese phänomenologischen Theorien indes noch lange nicht. Die Punktmuster der Laue-Diagramme, wie die »Atomphotogramme« schließlich in der Physik genannt wurden, waren das Resultat von Interferenzen, die bei der Beugung von Röntgenstrahlung an Kristallen auftraten. Als Beweis für den atomaren Aufbau von Kristallen galten diese Punktmuster nicht zuletzt, weil sie leicht mit den bekannten Abbildungen aus dem Bereich der Molekulartheorie in Beziehung gesetzt werden konnten.

Zwar entsprachen den einzelnen Punkten der regelmäßigen Punktmuster, die auf den Photos zu sehen waren und die von der regelmäßigen Atomanordnung im Kristall herrühren mussten, keine einzelnen zuordenbaren Atome, aber sie gehörten, mathematisch gesprochen, zu dem *reziproken* Gitter des Kristallgitters. Hatte etwa ein Kristall die doppelten Atomabstände im Vergleich zu einem anderen, dann waren sie im reziproken Bild der Laue-Photographien halbiert. Ein sogenannter flächen-

37 Ewald, *Laue, 1960*, S. 137.
38 Vgl. Voigt, *Lehrbuch, 1910*, S. 2-6.

zentrierter kubischer Kristall erschien als körperzentrierter kubischer Kristall (Abb. 7 a/b). Für Kristallographen des 20. Jahrhunderts wurden die Laue-Diagramme zum primären Abbildungsstandard und die Übersetzung von Abständen und Geometrie zwischen dem realen Atomgitter und dem durch das Laue-Verfahren sichtbar gemachten reziproken Gitter selbstverständliche Routine.

Die Versuche, die Sichtbarkeitsgrenze in den atomaren Bereich zu verschieben, wurden also durch Verluste oder »Verzichtleistung« erkauft, die die Wissenschaftler kompensierten, indem sie neue Weisen des Sehens erlernten. Sprach der Artikel von 1917 im *Kosmos* von »ultramikroskopischem Sehen«, so führte das Laue-Experiment ein »reziprokes Sehen« ein. Dass Kristallographen Objekte wirklich im reziproken Raum sehen, hat zumindest Ian Hacking nach Zusammenarbeit mit einem Vertreter dieses Faches behauptet:

> »Die Kristallographen finden es oft am natürlichsten, ihre Objekte im reziproken Raum zu untersuchen. Sehen sie die Objekte im reziproken Raum? Sie behaupten es jedenfalls, und damit stellen sie die Kantische These von der Einzigkeit des Wahrnehmungsraums in Frage.«[39]

Beide neuen Formen des Sehens – das ultramikroskopische wie das reziproke – konnten viele Aspekte des natürlichen Sehens retten und auf diese Weise traditionelle Wahrnehmungskonzepte erweitern, aber auf die quantitativ adäquate Repräsentation der Teilchengrößen oder die korrekte Wiedergabe räumlicher Symmetriestrukturen musste verzichtet werden. Die Grenzen der Sichtbarkeit sind verschiebbar, aber nur um den Preis von Informationsverzicht und Akzeptanz von Verzerrungen. Positiv gewendet kann die Fähigkeit von Wissenschaftlern, neue Formen des Sehens zu erlernen, als Mittel zu weiterem Erkenntnisgewinn begriffen werden. Damit tragen Bilder und ihre Traditionen nicht nur zur Stabilisierung neuer Wissensgefüge bei, sondern ermöglichen – als zweiter Nutzen für die Wissenschaft – auch innerhalb einer stabilen Wissenschaftsentwicklung einen heuristischen Gewinn.

39 Hacking, *Do We See, 1981*, S. 344. Allerdings belegte Jonathan Crary die These, dass bereits wenige Jahre nach Kants Tod der Wahrnehmungsraum des 17. und 18. Jahrhunderts durch neue subjektive und flexible Formen der Wahrnehmung abgelöst wurde. Vgl. Crary, *Techniken, 1996*.

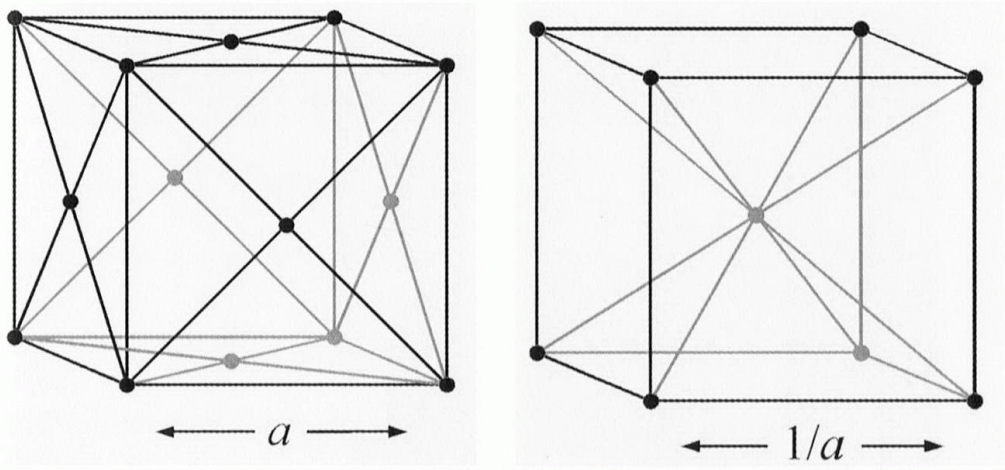


Abb. 7 a/b: Die geometrischen Strukturen von flächenzentrierten (links) und körperzentrierten (rechts) kubischen Kristallen werden durch die reziproke Abbildung im Laue-Experiment vertauscht.

Sehen wollen: die Ursprünge der Debye-Scherrer-Kamera

Hatte das Ultramikroskop im Vergleich zu Einzelatomen lediglich relativ grobe Materiebrocken dargestellt und das Laue-Verfahren nur Details über die Anordnung der Atome im Kristall zu »sehen« ermöglicht, zielte das dritte Beispiel für ein neues submikroskopisches Sehen darauf, das Innere des Atoms selbst mit einer Kamera abzubilden. Letztlich konnte die Debye-Scherrer-Kamera keine brauchbaren Bilder in dieser Hinsicht liefern, ihre Bedeutung sollte vielmehr in der Erforschung von Kristallstrukturen liegen, die durch das Laue-Verfahren nicht zugänglich waren. Die ursprünglichen Absichten und die theoretischen Überlegungen bei der Konstruktion der Kamera zeigen jedoch, welche Hoffnungen Physiker in die Möglichkeit setzten, auch in das Atominnere Einblick zu erlangen.

Im Februar 1915 legte David Hilbert der Göttinger Akademie der Wissenschaften einen Aufsatz von Peter Debye vor, in dem dieser sich nichts Geringeres als eine »Ultramikroskopie des Atominneren« zum Ziel gesetzt hatte. Eine theoretische Überlegung zur Streuung von Röntgenstrahlen an zufällig orientierten Atomen nach Bohrs Modell hatte ihn überzeugt, dass es möglich sein müsste, »die besondere Anordnung der Elektronen im Atom experimentell festzustellen«,[40] und er beendete seine theoretischen Darlegungen mit der Folgerung:

40 Debye, *Zerstreuung*, 1915, S. 811 (zitiert nach Version in den *Annalen der Physik*).

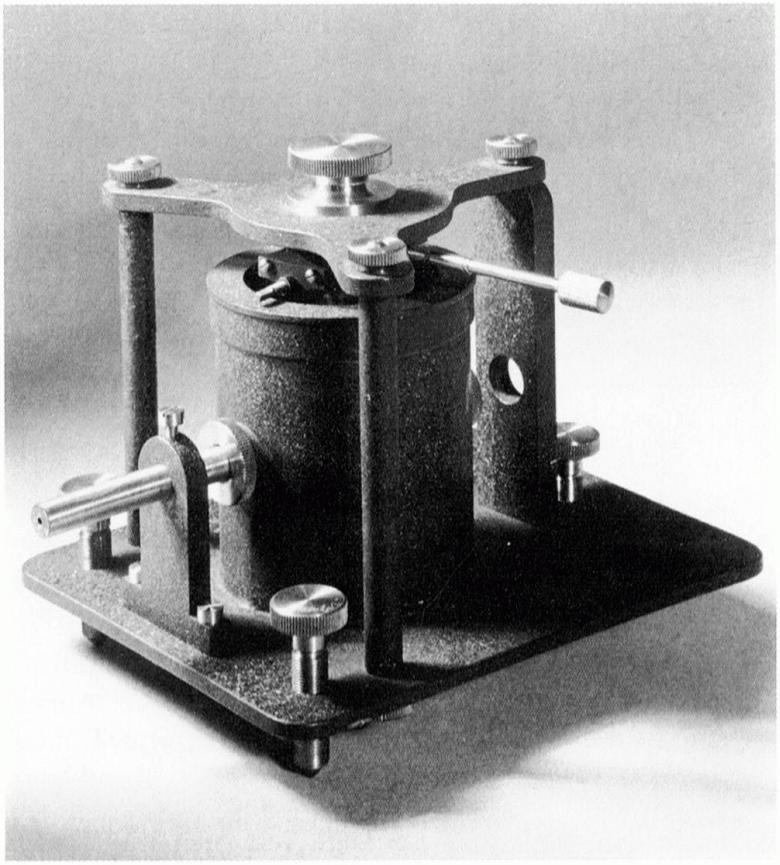


Abb. 8: Debye-Scherrer-Kamera, früher ausgestellt im Deutschen Museum als »Kamera zur Aufnahme von Pulverdiagrammen mit Röntgenstrahlen. Original von P. Debye und P. Scherrer, 1917«.

> »Ob man nun experimentell wirklich Ringe photographiert oder nur eine mehr stetige zu längeren auffallenden Wellen gehörige Abweichung vom Zerstreuungsgesetz des strahlenden Dipols [...] feststellt, das ist für die Verwendung der Messungen schließlich mehr nebensächlich. Die Hauptsache scheint mir darin zu liegen, daß wir, wenn unser Standpunkt übernommen wird, wirklich mittels Beobachtungen über die zerstreute Strahlung imstande sein dürften, die Elektronenanordnungen im Inneren der Atome nach Zentimetern auszumessen.«[41]

Mit dieser Ankündigung, die in Sprache und Konzept stark an den Fall der Ultramikroskopie erinnert, begann eine Entwicklung, die zwar die selbstgesetzten Ziele verfehlte, die aber dieses Versagen in eine innovative

41 Ebd., S. 823.



Abb. 13. Debyeaufnahme von Karborund (SiC), amorphe Modifikation; 1 mm Lochblende; Cu-K-Strahlung ohne Filter; Filmradius 4 cm; verkleinert auf $^1/_2$.

Abb. 9: Photo, aufgenommen mit einer Debye-Scherrer-Kamera.

und erfolgreiche Methode zur Röntgenstrahlanalyse verwandelte. Die Kamera war, wiederum ähnlich wie das Ultramikroskop, konzeptionell recht einfach und nur im technischen Detail vertrackt.[42] Sie besteht aus einem Zylinder und einem für Röntgenstrahlen empfindlichen Film, der die Zylinderwand fast völlig bedeckt und nur eine Öffnung ausspart, durch die monochromatische Röntgenstrahlen auf eine im Zentrum des Zylinders befestigte Probesubstanz fallen können (Abb. 8, Abb. 9).

Ein Jahr nach Debyes erster Veröffentlichung teilte dieser in einem zusammen mit seinem Assistenten Paul Scherrer verfassten Artikel mit:

> »[Die] Versuche [...] zeigten den erwarteten Erfolg. Nebenbei aber fanden sich in einigen Fällen über den erwarteten Effekt überlagert anders geartete Interferenzen, die durch die Schärfe der auftretenden Maxima klar erkennen ließen, daß für sie nicht die regelmäßige Anordnung der doch voraussichtlich recht kleinen Zahl von Elektronen im Atom verantwortlich gemacht werden konnte.«

Allerdings wollten die Autoren in diesem Artikel zunächst die unerwarteten »überlagerten« Interferenzen untersuchen, »auf die eigentlichen Elektroneninterferenzen« beabsichtigten sie »in einer späteren Mitteilung näher einzugehen«.[43] In den folgenden Artikeln von Debye und Scherrer verschwand nun die ursprüngliche Fragestellung nach der Sichtbarma-

42 Zu den technischen Problemen vgl. Scherrer, *Reminiscences, 1962*.

43 Debye/Scherrer, *Interferenzen I, 1916*, S. 2 In Scherrers Erinnerung stellte sich der Sachverhalt indes anders dar: »Debye and I were most surprised to find on the very first photographs the sharp lines of a powder diagram, and it took us not long to interpret them correctly as crystalline diffraction on the randomly oriented microcrystals of the powder. The diffraction lines were much too sharp than that they could have been due to the few scattering electrons in each single atom.« Scherrer, *Reminiscences, 1962*, S. 643.

chung der Elektronenringe im Atom mehr und mehr. Stattdessen präsentierten sie eine neue »Methode zur Bestimmung der Atomanordnung in Kristallen«, bei der es »genügt, wenn die kristalline Substanz in Form eines sehr feinen Pulvers oder als mikrokristallines Aggregat vorliegt«.[44] Im *Handbuch der Experimentalphysik* aus dem Jahr 1928 war das ursprüngliche Ziel der Experimente dann völlig getilgt, und der Ausdruck »Ultramikroskopie des Atominneren« stillschweigend durch »Ultramikroskopie des Molekülinneren« ersetzt worden.[45]

Debye hatte ursprünglich eine ziemlich genaue Vorstellung, was er mit der Debye-Scherrer-Kamera sehen wollte. Zwar glaubte er nicht, eine Photographie der damals vermuteten Elektronenringe in einer gegenständlich getreuen Weise anfertigen zu können, aber wie beim reziproken Sehen, das sich aus den Laue-Diagrammen entwickelte, wollte er charakteristische Schwärzungsmuster auf seinem Röntgenfilm photographieren. Deren Anordnung hätte es dem Physiker, ähnlich wie bei den Laue'schen Punkten, erlauben sollen, Einblick in das Atom zu nehmen und es in Millimetern beziehungsweise deren kleinsten Bruchteilen auszumessen.

Fazit I: Vom Wollen zum Können?

Die Frage »Sehen wir durch ein Mikroskop?«, die Ian Hacking zuerst 1981 stellte, bejahte er prinzipiell. Wenn man die Unterschiede anerkennt, die bereits zwischen makroskopischem Sehen im Alltag und dem Sehen durch ein normales Lichtmikroskop existieren und die vor allem durch die Beugungserscheinungen bedingt sind, dann geben die übereinstimmenden Schlussfolgerungen, die verschiedene Methoden über normalerweise nicht sichtbare Strukturen erlauben, dem epistemologischen Realisten guten Grund, in die Erweiterbarkeit der Sichtbarkeit in den Atombereich zu glauben.[46] Es mag Unklarheiten des Bildes geben, etwa ob mit der Gewohnheit der Kristallographen, ihre Physik im reziproken Raum zu diskutieren, auch eine mit »Sehen« angemessen beschriebene

44 Scherrer, *Raumgitter, 1918*, S. 23.

45 Ott, *Strukturbestimmung, 1928,* S. 175, bezieht sich allein auf Debye/Scherrer, *Interferenzen III, 1917*, Zitat, S. 291.

46 Hacking, *Do We See, 1981*. Die Auffassung, dass mikroskopisches Sehen sich fundamental von makroskopischem Sehen unterscheidet, wurde bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts intensiv diskutiert, vgl. Schickore, *Impediments, 2001*.

Beobachtung ihrer Objekte einhergeht.[47] Doch erfüllt dieser Modus der Repräsentation alle Kriterien, die wir anfangs an ein mikroskopisch abbildendes Sehen gestellt haben, es ist photographisch, abbildend und erschließt das Objekt als Ganzes.

Die abtastende (re)konstruierende Tradition: neue Versuche der Visualisierung

Folgt man der Interpretation Giora Hons, dann fiel der Wandel, den die Experimentalphysik am Anfang des 20. Jahrhunderts erlebte, maßgeblich mit dem »Übergang vom Studium von Ausbreitungsphänomenen zu Fragen der Struktur« zusammen. Er war »direkt mit der Entwicklung einer neuen experimentellen Technik verbunden [...], die entstand, als die Physik die Aufmerksamkeit von makro- auf mikrophysikalische Probleme hinwendete«. Bei dieser neuen Technik handelte es sich um die Beschussmethode (*bombardment method*). Sie stellte eine entscheidende Ergänzung der Ausbreitungsmethode (*propagation method*) dar, bei der Licht oder andere Wellenphänomene sich durch ein Medium ausbreiten, an diesem gebeugt oder gestreut werden und die sich ergebenden Muster im Auge des Beobachters oder auf einem photographischen Film ein Abbild hinterlassen. Beide Untersuchungsmethoden zusammen avancierten im 20. Jahrhundert zu einem Paar, das sich teils gegenseitig ergänzte, teils komplementäre Aspekte des Mikrokosmos offenbarte. Die Beschussmethode entstand nach Hon gerade zu der Zeit, als deutlich wurde, »that rays and particles of known properties could be manipulated and used as probes that could impinge on, collide with, or plunge through the object under study«.[48] Wie stark diese Methode das Verständnis des Atoms veränderte, zeigt das nächste Beispiel.

47 Hacking, Do We See, 1981. Beim Wiederabdruck dieses Artikels in Churchland/Hooker, *Images, 1985*, S. 132-152, findet sich zusätzlich eine kritische wissenschaftstheoretische Diskussion durch Bas van Fraassen, der Hackings Argument letztlich auf die Anerkennung eines Analogieschlusses zurückführt, Fraassen, Bas C., *Empiricism, 1985*, S. 297-301. Die Aufforderung an den Experimentator, seine Ergebnisse durch Beeinflussung des Objektes zu verifizieren (»... you learn to see through a microscope by doing, not by looking«, S. 136), ist ein zentraler Punkt in Hackings Wissenschaftsphilosophie, vgl. Hacking, *Representing, 1983*.

48 Hon, *Propagation, 2003*, S. 152.

Das leere Atom

Die bekannteste Form der Beschussmethode in der Physik sind die spektakulären Beschleuniger der Elementarteilchenphysik, die im 20. Jahrhundert zum Symbol der erfolgreichen Erforschung von Materie wurden. Im Prinzip sind die Kathodenstrahlröhren aus der Zeit des ausgehenden 19. Jahrhunderts nichts anderes: Apparaturen zur Beschleunigung von Teilchen, um diese auf eine Zielsubstanz zu schießen. Allerdings waren die frühen Elektronenkanonen zunächst wirkungslos, da es nicht gelang, die beschleunigten Elektronen aus der Glasröhre, in der sie erzeugt wurden, austreten zu lassen. Philipp Lenard gelang es 1894 als Erstem, den Teilchen ein »Fenster« zu bauen, durch das sie auf beliebige Proben gerichtet werden konnten. Noch war umstritten, ob die Kathodenstrahlen, Schwingungen wie Licht oder Schall waren oder ob sie einen Strom von Korpuskeln bedeuteten. Lenard fand jedoch in langwierigen Versuchen zwischen 1895 und 1903 heraus, dass die Kathodenstrahlen von beliebigen Stoffen nach ein und demselben Gesetz absorbiert wurden: Es kam lediglich auf die Dichte der absorbierenden Materie an, nicht aber auf ihre sonstigen physikalischen oder chemischen Qualitäten. Als sich um die Jahrhundertwende dann die Korpuskeldeutung auch in Deutschland langsam durchsetzte, führten Lenards Ergebnisse zu einem ebenso unmissverständlichen wie neuen Bild vom Atom: Die Elektronen der Kathodenstrahlen konnten Tausende von Atomen durchdringen, ohne absorbiert zu werden, lediglich bei langsamen Elektronen trat eine stärkere Absorption ein, die auf elektrische Kräfte im Atom hinwies. Der Schluss aus diesen experimentellen Ergebnissen war klar: Die Atome waren fast vollständig leere Gebilde, deren Stabilität irgendwie durch elektrische Kräfte gewährleistet wurde. Lenard vermutete, dass Atome aus Ursubstanz bestünden, die er Dynamiden nannte. In seiner wichtigen Veröffentlichung von 1903 konnte man lesen:

> »Beispielsweise ist demnach der Raum, in welchem ein Kubikmeter festes Platin sich befindet, leer, [...] bis auf höchstenfalls ein Kubikmillimeter als gesamtes wahres Dynamidenvolumen.«[49]

Lenards »leeres Atom« besaß bereits die meisten Eigenschaften, die später das Rutherford'sche Atommodell verkörperte. Verborgen blieb Lenard mit seiner Beschussmethode allein, dass die positive Ladung des Atoms in einem Kern konzentriert war. Zur Erklärung der nach außen elek-

49 Lenard, *Absorption, 1903*, S. 739.

trisch neutral erscheinenden Atome wählte er stattdessen die Möglichkeit, dass das Atom aus Paaren positiver und negativer Ladungen, den sogenannten Dynamiden, bestehen würde.[50]

Lenard war vermutlich der Erste, der für diese neue Methode zum Einblick in die Materie warb, als er in seiner Nobelansprache 1906 sagte:

> »Wir können die Quanten der Kathodenstrahlen als kleine Prüfkörperchen benutzen, die wir das Innere der Atome durchfahren lassen, daß sie uns dann Kunde von diesem Innern bringen.«[51]

Aber trotz der präzisen Angaben dazu, wie verschwindend gering der Teil des ansonsten leeren Atoms ist, der aus undurchdringlicher Materie besteht, und zum Absorptionsverhalten sollten Lenards Ergebnisse zu keinem klaren Bild führen. Wie bei den antiken Atomisten war das – nun experimentelle statt philosophische – Wissen vom Atom unbildlich:

> »Staunend sehen wir, daß wir über die alte Undurchdringlichkeit der Materie hinausgekommen sind. Wohl beansprucht jedes Atom der Materie seinesgleichen gegenüber einen undurchdringlichen Raum für sich; jedoch den feinen Quanten der Elektrizität gegenüber erweisen sich alle Atomsorten als sehr durchlässige Gebilde, wie aufgebaut aus feineren Bestandteilen mit vielen Zwischenräumen.«[52]

Das bedeutet nicht, dass keinerlei Modelle für das Atom diskutiert wurden. So wurde die planetare Analogie bereits zu der Zeit, als Lenard seine Ergebnisse veröffentlichte, von einigen Autoren in populäreren Wissenschaftszeitschriften erwähnt und indirekt auch von Lenard selbst. Die Physiker begriffen aber viel zu gut, dass das alte mechanische Gleichgewicht, das die Planeten auf ihren Umlaufbahnen hielt, nicht auf elektrische Kräfte übertragbar war. Kreisende Ladungen würden in Bruchteilen von Sekunden abgebremst und ihre Energie abstrahlen. Gründe wie diese führten dazu, dass die Wissenschaft auf Abbildungen des neuen Atomkonzepts verzichtete.[53] Das planetare Atommodell etablierte sich

50 Vgl. ausführlich Schirrmacher, *Atom*, *2003*.

51 Lenard, *Kathodenstrahlen*, *1906*, S. 188f.

52 Ebd., S. 188.

53 Das gilt auch für das im Schulunterricht gern verwendete Rosinenkuchenmodell (plum-pudding model) nach J. J. Thomson, das zu dessen Lebzeiten weder ernsthaft verwendet wurde noch als Abbildung erschien. Vgl. Martinez, *Plum Pud-*

vielmehr in einem langen Aushandlungsprozess zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, an dessen Ende das Bohr'sche Atommodell nicht nur akzeptiert war, sondern auch abgebildet wurde.[54] Bevor ich auf diese Etablierung eines neuen Bildes vom Atom näher eingehe, soll ein zweites Beispiel für die Beschussmethode zeigen, wie stark die Vorbehalte gegen das Rutherford-Bohr-Atom zunächst in der Physik waren.

Von der Widerlegung zum Beweis: das Franck-Hertz-Experiment

Schaut man die führende deutsche Überblickszeitschrift *Die Naturwissenschaften* auf die Berichterstattung über das Rutherford-Bohr-Atom für die Jahre 1913 bis 1916 durch, so findet sich darin eine ganze Reihe von Beiträgen über das Atom – allerdings ohne besondere Präferenz für Rutherford und Bohr. Daher mag es nicht überraschen, dass James Franck und Gustav Hertz zu dieser Zeit ihre experimentellen Forschungsarbeiten mit Lenard'schen Röhren und Methoden begannen und das Ziel verfolgten, die Zusammenhänge zwischen der neuen Quantentheorie und Überlegungen zu Atommodellen zu prüfen. Ähnlich wie Debye und Scherrer wussten Franck und Hertz genau, was sie sehen wollten: Ionisierung von Molekülen durch den Beschuss mit Elektronen, die sogenannte Ionisierungsenergie. Im Mai 1915 vermeldeten sie die erfolgreiche Durchführung und die Bestimmung der Ionisierungsenergie von Quecksilber als 4,9 Elektronenvolt (Abb. 10).[55] Implizit nahmen sie an, dass Quecksilberatome Elektronen enthielten, aber weder gingen sie von einer bestimmten Struktur aus, noch berücksichtigten sie, dass vielleicht noch andere Energiestufen im Atom existierten außer der Ionisierung, also der vollständigen Herauslösung eines Elektrons aus dem Atom. Während Debye und Scherrer keine Elektronenringe sehen konnten, weil es diese so gar nicht gab, waren Franck und Hertz blind gegenüber den Energiestufen im Atom und interpretierten jede nachweisbare Energiestufe als Ionisierung.

Bohr, der die experimentelle Bestätigung seiner Ideen durch Franck und Hertz sofort erkannte, interpretierte in einer Veröffentlichung von 1915 die Energiedifferenzen korrekt als Anregungsenergie von der ener-

ding, 2003, der zeigt, dass die erste publizierte Erwähnung von »plum pudding« etwa 40 Jahre nach Thomsons Modell in einem Lehrbuch zu finden ist und daher als Resultat einer Veränderung der Physikdidaktik verstanden werden muss.

54 Vgl. ausführlich Schirrmacher, *Weg, 2007*.

55 Franck/Hertz, *Zusammenstöße, 1914*.

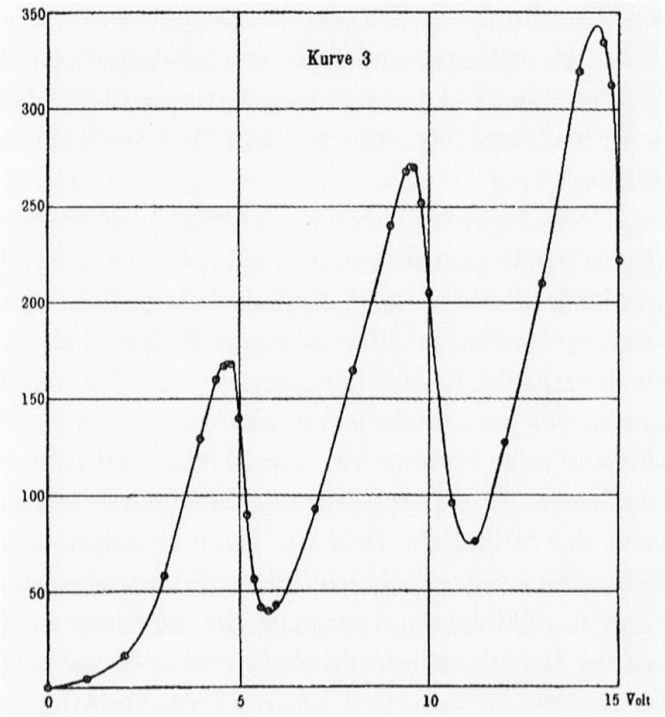


Abb. 10: Das Experiment von Franck und Hertz zeigt 1914 regelmäßige Energiestufen von jeweils 4,9 Elektronenvolt.

getisch niedrigsten Elektronenbahn auf die nächsthöhere. Franck und Hertz waren indes nicht bereit, ihre Ergebnisse zu korrigieren, sondern sahen ihre Arbeit vielmehr als Widerlegung von Bohrs Theorie an.[56] Auch abgesehen von nationalistischer Besserwisserei, die im Ersten Weltkrieg selbst die Auseinandersetzungen in der Wissenschaft erfasst hatte, benötigten Franck und Hertz einige Jahre, um schließlich zu erkennen, dass ihr Experiment keine Ionisierung produziert hatte. In der Zwischenzeit hatte das Rutherford-Bohr-Atommodell allgemein Akzeptanz gefunden, erste Zeichnungen davon erschienen nach Kriegsende in den Zeitschriften, und im Deutschen Museum waren entsprechende Modelle zu sehen (vgl. Abb. 3).[57]

Statt Franck und Hertz indes Blindheit gegenüber der richtigen Interpretation ihrer experimentellen Ergebnisse vorzuhalten, zeigt ein genauerer Blick auf die Möglichkeiten ihrer experimentellen Apparatur sogleich, dass entgegen Bohrs Voraussagen nicht zahlreiche Übergänge

56 Bohr, *Quantum Theory, 1915*; Franck/Hertz, *Kinetik, 1916*. Vgl. zusammenfassend Heilbron, *Lectures, 1977*, S. 74-78, ausführlicher Hon, *Franck and Hertz, 1989*.

57 Vgl. Schirrmacher, *Atom, 2003*, S. 146.

mit verschiedenen Energiedifferenzen zwischen den Energiestufen im Atom beobachtet werden konnten, sondern einzig der Übergang vom Grundzustand in den ersten Anregungszustand. Erst viel später offenbarten verfeinerte Experimente, dass tatsächlich mehrere Energieübergänge existierten.

Dieses Ergebnis führt uns zurück zur Charakterisierung der Visualisierungen durch abtastend (re-)konstruierende Verfahren: Sie sind ausgesprochen selektiv in Bezug auf bestimmte Eigenschaften der Materie und repräsentieren daher in keiner Weise mehr das gesamte Objekt, das untersucht wird. Es ist aber gerade diese Selektivität, die Wahlmöglichkeiten für verschiedene Visualisierungen eröffnet. Damit ist auch ein dritter Punkt berührt, der den Nutzen von Bildern in der Wissenschaft beschreibt: Erst diese Wahlmöglichkeiten erlauben es den Wissenschaftlern, das öffentliche Bild von ihren Ergebnissen zu beeinflussen.[58] Das Diagramm zeigte Franck und Hertz einzig, dass im Atom Vorgänge stattfanden, bei denen Energie einer bestimmten Größe aufgenommen wurde. Da unbestimmt blieb, wie diese Vorgänge genau abliefen, ob als Ionisation, Elektronenanregung, Umwandlung in Licht oder anderes, bestand eine entsprechend große Freiheit, diese Vorgänge zu interpretieren und ihnen eine anschauliche Illustration zu geben.

Rutherfords Streuexperimente, die 1911 so eindeutig wie unbeachtet die Existenz eines positiv geladenen Kerns des Atoms nachwiesen, wären ein weiteres Paradebeispiel für die selektiven Abbildungsleistungen der Beschussmethode: So gut sie die Existenz eines Atomkerns demonstrierten, so wenig sagten sie über die übrige Struktur der Atome aus.

Fazit II: Bilder der atomaren Welt heute

Wenn uns heute Raster-Tunnel-Mikroskope oder Raster-Fluoreszenz-Mikroskope scheinbar eine gegenständlich-konkrete Welt der atomaren Größenordnung präsentieren, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die ihnen zugrunde liegenden Konzepte mit der Beschussmethode sehr viel enger verwandt sind als mit der älteren Tradition, die Sichtbarkeit zu erweitern. Die Elektronenmikroskopie ist aus Kathodenstrahlröhren erwachsen, Raster-Mikroskope tasten durch viele Einzelmessungen eine Fläche ab, wobei das Bild, wie auch bei der eingangs erwähnten Form der Fluoreszenz-Mikroskopie, per Computergenerierung aus den zuvor gewonnenen Daten entsteht.

58 Vgl. allgemein zur Macht der Wissenschaft, die in der Wahlfreiheit der Popularisierung liegt, Hilgartner, *Dominant view, 1990*.

Wissenschaftler hatten, wie gezeigt wurde, in der Regel durchaus Vorstellungen von dem, was sie sehen wollten. Während die mikroskopisch abbildende Tradition diese Wünsche aber nur begrenzt erfüllte, scheinen die abtastend (re-)konstruierenden Visualisierungstechniken den Forschern kaum mehr Widerstand entgegenzusetzen, wenn sie diese Vorstellungen nach ihrem Geschmack in Bilder umsetzen. Das zeigt sich heute ebenso in den atomaren Landschaften des Raster-Tunnel-Mikroskops wie in den Abbildungen der STED-Mikroskopie, deren visuelle Qualitäten möglicherweise stärker von den hinzugefügten fluoreszierenden Markerfarbstoffen bestimmt sind als von den Eigenschaften der Proben.[59]

Der Mikrokomos – außer Sicht, aber im Bilde

In einem mittlerweile klassischen Artikel über die Entwicklung der Quantentheorie hat Arthur I. Miller vor über 25 Jahren die These aufgestellt – und seitdem stetig wiederholt –, dass um 1913 die *Visualisierung* der physikalischen Vorgänge im Atom verloren gegangen sei, sie aber um 1927 wiedererrungen wurde.[60] Sosehr diese Sichtweise zu der traditionellen Geschichtsschreibung der theoretischen Physik passt – von Bohrs Atom bis zur Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik –, sowenig steht sie in Einklang mit der Geschichte der experimentellen Physik oder der Wissenschaftsberichterstattung.[61] Vor dem Hintergrund der eingangs diskutierten Bildlosigkeit aus der Zeit vor der wissenschaftlichen Revolution einerseits und den Ergebnissen, die der Vergleich zwischen den Bemühungen, die Sichtbarkeit zu erweitern oder neue Visualisierungen zu konstruieren, für das 20. Jahrhundert andererseits zu Tage gefördert hat, möchte ich statt der Miller'schen These folgende Interpretation vorschlagen:

Mit den neuen Entdeckungen von Strahlungen und der Instabilität der Materie in der letzten Dekade des 19. Jahrhunderts verschwand auch die Ikonographie des Kügelchenatoms zunehmend aus dem wissenschaftlichen Diskurs und wurde in der öffentlichen Wahrnehmung zumindest nachrangig. Während um 1900 die wesentlichen Aspekte der Architektur des modernen Atoms experimentell erkannt wurden, konnte sich dennoch bis zum Ende des Ersten Weltkriegs kein neues Bild vom Atom

59 Für eine Diskussion dieser Frage anhand des Raster-Tunnel-Mikroskops vgl. Hennig, *Versinnlichung*, *2006*.

60 Miller, *Visualization*, *1978*; Miller, *Imagery*, *1984*; Miller, *Imagery*, *2003*.

61 Hon, *Propagation*, *2003*, Schirrmacher, *Weg*, *2007*.

etablieren. Somit findet sich in der Wissenschaftsgeschichte zwischen etwa 1895 und 1918 eine Periode ohne eine tragfähige Bildlichkeit und anerkannte Ikonographie. Das neue Bild des Atoms erschien in den folgenden Jahren zunächst hauptsächlich in der wissenschaftsvermittelnden Literatur, die sich an eine interessierte Öffentlichkeit wandte. Auf diese Weise konnte sich das planetare leere Atom als eine konstruierte Visualisierung gerade zu der Zeit breit etablieren, als die Quantenmechanik die Existenzmöglichkeit von bestimmbaren Elektronenbahnen widerlegte.

Man kann in diesem Sinn daher durchaus eine Parallele von der Ära der modernen Atomphysik zur bildlosen Zeit vor dem 17. Jahrhundert ziehen und damit die Etablierungen neuer Bilder und Bildsprachen für das Atom vergleichen. Insbesondere fällt auf, dass es in beiden Fällen keine Koinzidenz zwischen der Verfügbarkeit von Bildern für das Atom und den spezifischen theoretischen, experimentellen oder auf apparativen Anordnungen beruhenden Kenntnissen gab.

Um die moderne bildlose Periode in der Wissenschaft zu erklären, muss man zwangsläufig über die Geschichte der wissenschaftlichen Ideen oder der wissenschaftlichen Laborpraxis hinausgehen. Das wird an dem wohl ersten Ausstellungsmodell vom leeren Atom deutlich, das Arnold Sommerfeld im Jahre 1918 nicht nur für eine außerwissenschaftliche Öffentlichkeit konzipierte, sondern gewissermaßen gemeinsam mit ihr (Abb. 3, 11 und 12). In Diskussionen mit dem Generaldirektor des Deutschen Museums, dem Ingenieur Oskar von Miller, und dem Architekten Friedrich von Thiersch wurde die magere Empirie eines Atomkerns und eines Elektrons, das sich in nicht beobachtbarer Weise in einem gewissen Abstand vom Atomkern aufhält oder bewegt, zu einer komplexen Ikonographie des Atoms aufgewertet, die offenbar in Hinblick auf einen laienhaften Betrachter konzipiert wurde.

> **»Ich lege Ihnen zwei Ausführungen vor. Bei beiden handelt es sich um das Wasserstoff-Atom, bestehend aus Kern (rot bzw. gelb) und Elektron (blau). Die Farben sind natürlich ganz willkürlich. Beide sind mit** Kraftlinien versehen, in Fig. 1 ist nach Art von Blitzen gezeichnet, in Fig. 2 [Abb. 11] als glatte Verbindungslinien (in roter Farbe). Beide Darstellungen lassen sich rechtfertigen. Das Elektron kreist auf einer Kreisbahn, die durch einen Pfeil als solche bezeichnet ist. Andere mögliche Bahnen sind mit Bleistift gekennzeichnet, in Fig. 1 zwei Kreise, die in gleichen Winkeln gegen die innere Bahn geneigt sind und aus der Horizontalebene heraustreten. Fig. 2 wird im Ganzen zu flach wirken; ich glaube daher, Fig. 1 bevorzugen zu sollen. Natürlich

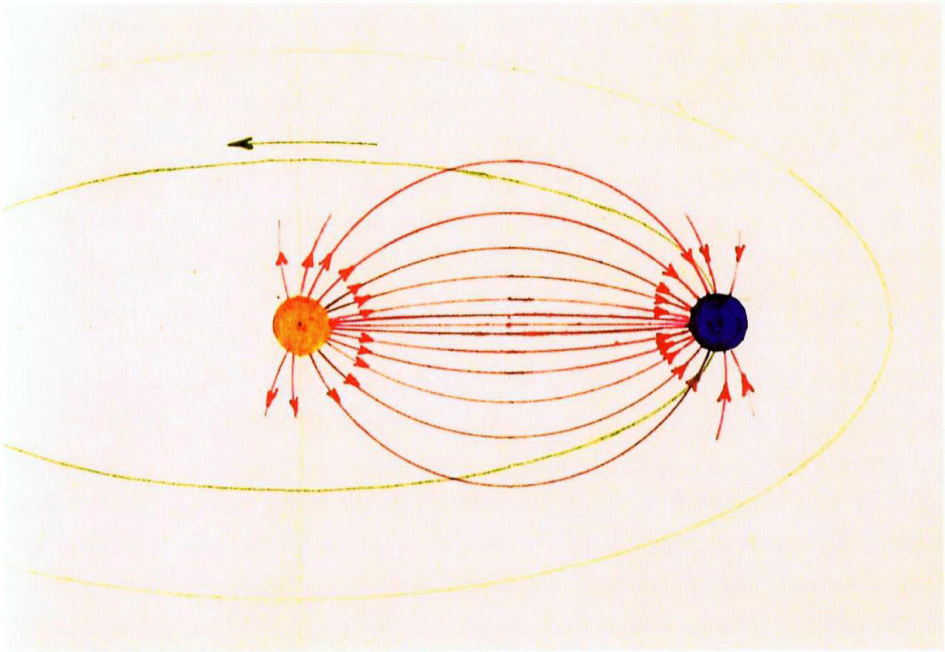


Abb. 11: Detail einer Zeichnung von 1918 zu einem Modell des Wasserstoff-Atoms (Fig. 2 im Zitat) für den Elementen-Schrank in einem von Arnold Sommerfeld konzipierten Ausstellungssaal »Bau der Materie« (Die Zeichnungen, die vermutlich bereits dem Brief an Miller beilagen, ebenso wie eine mehrseitige Ausstellungskonzeption sind mit einem Brief von Arnold Sommerfeld an Armin Süßenguth überliefert).

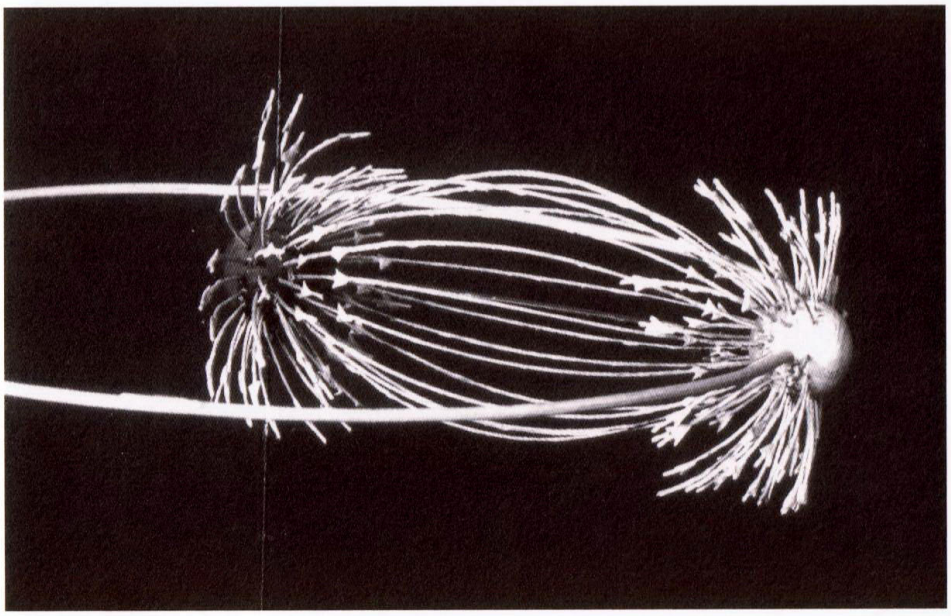


Abb. 12: Atommodell im Deutschen Museum, Detail.

> kann man auch die Kraftlinienbildung aus Fig. 2 in Fig. 1 übertragen. In Wirklichkeit läuft auch der Kern auf einem (verhältnismäßig sehr kleinen) Kreise, der mit dem Bahnkreis des Elektrons concentrisch ist. Man könnte auch diesen darstellen.
> Die Entscheidung muss der Künstler treffen. Zu einer gemeinsamen Besprechung mit Hn. Geheimrat Thiersch bin ich gern erbötig. Ich gebe ohne Weiteres zu, dass meine Vorschläge künstlerisch etwas dürftig ausgefallen sind.«[62]

Das Hinzufügen von Formen (Kreisbahnen), Farben (in willkürlicher Weise), Volumen (nicht zu flach), Immateriellem (Kraftlinien) und Ordnungen (Pfeile, Winkel) sowie das Weglassen von durchaus Relevantem (Kernbewegung) und nicht zuletzt die Anerkennung notwendiger künstlerischer Gestaltung versammeln in diesem frühen Beispiel beinahe alle Probleme, die sich seitdem generell für Bilder der atomaren Welt stellen.

So waren es zum einen neue aktive Bemühungen der Atomphysiker selbst, ein neues Bild vom Atom zu verbreiten und dies durch eine möglichst publikumsgerechte Form zu bewerkstelligen. Zum anderen aber kam offensichtlich hinzu, dass dieser Prozess in Deutschland in den Jahren 1918 bis etwa 1925 stattfand. Diese Zeit schien reif, einer in vielerlei Hinsicht alter Sicherheiten beraubten Öffentlichkeit ein Modell des Atoms zuzumuten, das jegliche Form anschaulicher Stabilität und Undurchdringlichkeit verloren hatte. Das Ende der festgefügten Kaiserreichsgesellschaft, die ihre eigenen Erwartungen an die Wissenschaft gehabt hatte, war für die Entstehung einer modernen Physik nicht unbedingt von Nachteil. Denn sie brach mit vielen Konzepten der klassischen Physik, und die Begriffe Gesetzeshaftigkeit, Kausalität und Individualität, denen in der physikalischen Diskussion nun besondere Aufmerksamkeit zukam, hatten durchaus auch eine gewisse Beziehung zu gesellschaftlichen Werten. So erlaubten neue Freiheiten in den Jahren nach 1918 in Zeitschriften, in Ausstellungen und sogar durch den Rundfunk (Abb. 13)[63] die Etablierung einer neuen Ikonographie des Atoms, die schließlich Einzug in den Bildungskanon weiterführender Schulen hielt.

Die theoretische Physik revolutionierte 1925 mit der Quantenmechanik indes erneut die Vorstellungen vom Mikrokosmos. So war nach der

62 Arnold Sommerfeld und Oskar von Miller, Brief vom 5. März 1918, Verwaltungsarchiv des Deutschen Museums, Chemie 1271.

63 Die Abbildungen wurden offenbar aus einem kurz zuvor erschienenen Buch entnommen oder adaptiert, vgl. Kramers/Holst, *Atom*, 1925.

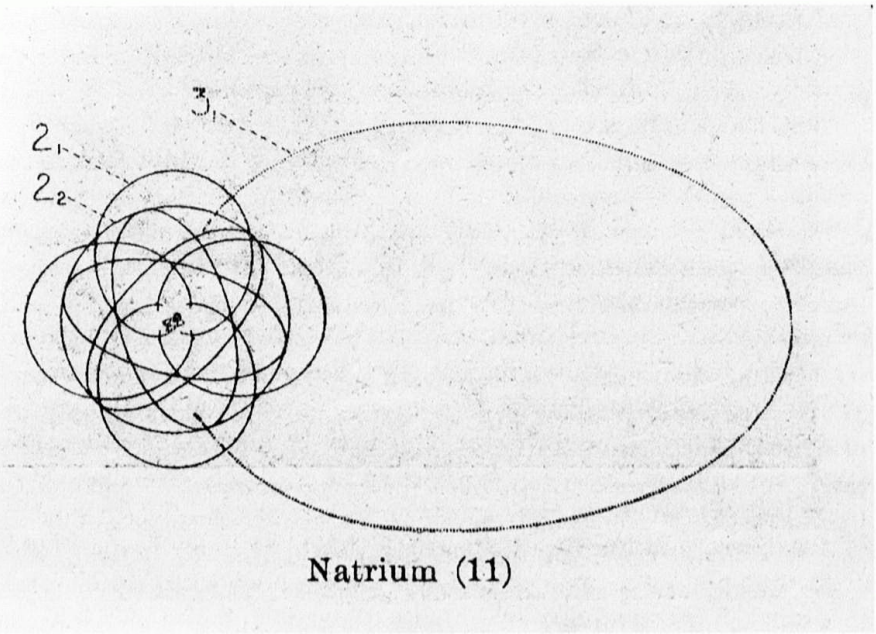


Abb. 13: In der Bayrischen Radio-Zeitung abgedruckte Zeichnung eines komplizierteren Atoms zu einem 1925 im Radio übertragenen Vortrag von Kasimir Fajans.

Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation eine genaue Bestimmung von Ort und Geschwindigkeit eines Elektrons im Atom ausgeschlossen und die Annahme der Existenz konkreter Bahnen damit obsolet. Doch gegenüber diesem erneuten theoretischen Wandel, deren Voraussagen bald auch experimentell nachzuweisen waren, sollte die zuvor errungene moderne Ikonographie des Atoms seine Autonomie behaupten.

Literatur

Bigg, Charlotte: Brownian Motion and Microphysical Reality c. 1900. Precirculated paper for the workshop on ›New path of physical knowledge: Science and the changing sense of reality c. 1900‹, Berlin 2004.

Bohr, Niels: On the Quantum Theory of Radiation and the Structure of the Atom, in: Philosophical Magazine 30 (1915), S. 394-415.

Cahan, David: The Zeiss Werke and the Ultramicroscope. The Creation of a Scientific Instrument in Context, in: Buchwald, Jed Z. (Hg.): Scientific Credibility and Technical Standards in 19th and early 20th Century Germany and Britain. Dordrecht 1996, S. 67-115.

Churchland, Paul M./Hooker, Clifford A.: Images of Science. Essays on Realism, and Empiricism with a Reply from Bas C. van Fraassen. Chicago, London 1985.
Crary, Jonathan: Techniken des Betrachters. Sehen und Moderne im 19. Jahrhundert. Dresden, Basel 1996.
Daston, Lorraine: Wunder, Beweise und Tatsachen. Zur Geschichte der Rationalität. Frankfurt/Main 2001.
Debye, Peter: Zerstreuung von Röntgenstrahlen, in: Annalen der Physik 46 (1915), S. 809-823 (zuerst in: Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse, 1915, S. 70-76).
Debye, Peter/Scherrer, Paul: Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht I., in: Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1916, S. 1-15 (auch Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 277-283).
– Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht II., in: Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1916, S. 16-26 (auch Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 284-290).
– Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht III. Über die Konstitution von Graphit und amorpher Kohle, Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1917, S. 180-188 (auch Physikalische Zeitschrift 18 (1917), S. 291-301).
du Bois-Reymond, Emil: Über die Grenzen des Naturerkennens. Leipzig 1872.
Ede, Andrew: Microscope, Ultra-, in: Bud, Robert/Warner, Deborah (Hg.): Instruments of Science. An Historical Encyclopedia. New York, London 1998, S. 400f.
Einstein, Albert: Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen, in: Annalen der Physik 17 (1905), S. 549-560.
Ewald, Paul Peter: Max von Laue 1879-1960, in: Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society, London 6 (1960), S. 135-156.
Fajans, Kasimir: Aufbau der Materie. II. Der Bau der Atome (Zu dem Vortrag von Prof. Dr. K. Fajans am Dienstag, 28. April, 6.30 Uhr abends), in: Bayrische Radio-Zeitung 2 (1925), S. 579-581.
Franck, James/Hertz, Gustav: Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierungsspannung desselben, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 16 (1914), S. 457-467.
– Über Kinetik von Elektronen und Ionen in Gasen, in: Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 409-416, 430-440.
Fraassen, Bas C. van, Empiricism in the Philosophy of Science, in: Churchland/Hooker, *Images, 1985*, S. 245-308.
Galison, Peter: Image and Logic. A Material Culture of Microphysics. Chicago 1997.
– Images Scatter into Data, Data Gather into Images, in: Latour, Bruno (Hg.): Iconoclash. Beyond the Image Wars in Science, Religion and Art on the Occasion of the Exhibition Iconoclash Karlsruhe, 4 May – 4 August 2002. Karlsruhe 2002, S. 300-323.
Giere, Ronald (Hg.): Cognitive Models of Science. Minneapolis 1992.
Glotz, Peter: Das Visuelle Zeitalter, in: Hoffmann, Hilmar (Hg.): Gestern begann die Zukunft. Entwicklung und gesellschaftliche Bedeutung der Medienvielfalt. Darmstadt 1994, S. 38-44.

Goodman, Nelson: Ways of Worldmaking. Indianapolis 1978 (dt. 1990).
Hacking, Ian: Do We See Through a Microscope?, in: Pacific Philosophical Quarterly 62 (1981), S. 305-322 (dt. in ders., Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften, Stuttgart 1996, S. 309-347).
– Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Science. Cambridge 1983 (dt. als Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften, Stuttgart 1996).
Heilbron, John L.: Lectures on the History of Atomic Physics 1900-1922, in: Weiner, Charles (Hg.): History of Twentieth Century Physics. New York 1977, S. 40-108.
Heisenberg, Werner: Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik, in: Zeitschrift für Physik 14 (1927), S. 172-198.
Hell, Stefan W.: Neues Gesetz zur Auflösung in der Lichtmikroskopie ermöglicht Bilder in bisher ungekannter Schärfe, in: Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft 2005, http://mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/jahrbuch/2005/biophysikalische_chemie/forschungsSchwerpunkt/index.html (15.4.2007).
Hell, Stefan W./Kroug, M.: Ground-state Depletion Fluorescence Microscopy, a Concept for Breaking the Diffraction Resolution Limit, in: Applied Physics B 60 (1995), S. 495-497.
Hennig, Jochen: Versinnlichung des Unzugänglichen. Oberflächendarstellungen in der zeitgenössischen Mikroskopie, in: Heßler, *Sichtbarkeiten, 2006*, S. 99-116.
Heßler, Martina (Hg.): Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006.
Hilbert, David: Mathematische Probleme, in: Archiv für Mathematik und Physik 3. Reihe, Bd. 1 (1901), S. 44-63 and 213-37 (reprinted in David Hilbert: Gesammelte Abhandlungen, Vol. 3, Berlin 1935, S. 290-329).
Hilgartner, Stephen: The Dominant View of Popularization. Conceptual Problems, Political Uses, in: Social Studies of Science 20 (1990), S. 519-539.
Hon, Giora: Franck and Hertz versus Townsend: A Study of Two Types of Experimental Error, in: Historical Studies in the Physical Sciences 20 (1989), S. 79-106.
– From Propagation to Structure: The Experimental Technique of Bombardment as a Contributing Factor to the Emerging Quantum Physics, in: Physics in Perspective 5 (2003), S. 150-173.
Kahn, Fritz: Das Ultramikroskop, in: Kosmos 14 (1917), S. 90-95.
Kemp, Martin: Seeing and Picturing. Visual Representation in Twentieth-Century Science, in: Krige, John/Pestre, Dominique (Hg.): Science in the Twentieth Century. Amsterdam 1997, S. 361-390.
Kramers, Hendrik A./Holst, Helge: Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues. Berlin 1925 (engl. Ausgabe 1923).
Lefèvre, Wolfgang/Renn, Jürgen/Schöpflin, Urs (Hg.): The Power of Images in Early Modern Science. Basel 2003.
Lenard, Philipp: Über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit, in: Annalen der Physik 12 (1903), S. 714-744.
– Über Kathodenstrahlen [Nobel-Vortrag], in: Lenard, Philipp: Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 3. Leipzig 1906, S. 167-197.

Leonard, William Ellery (Übersetzer): Titus Lucretius Carus, Of the Nature of Things; a Metrical Translation. New York 1916 (zahlreiche Reprints, online unter http://classics.mit.edu/Carus/nature_things.html).

Lukrez: Über die Natur der Dinge. Aus dem Lateinischen übersetzt von Hermann Diels. Berlin 1957.

Lüthy, Christoph: The Invention of Atomist Iconography, in: Lefèvre/Renn/Schöpflin, *Power, 2003,* S. 117-138.

Martinez, Ruben: Plum Pudding and the Folklore of Physics. Vortrag auf dem History of Science Society Annual Meeting, Cambridge/Mass. 2003 (Zusammenfassung verfügbar unter http://www.hssonline.org//Meeting/program/archiveprogs/2003%20Abstracts.htm).

Max-Planck-Gesellschaft: Jahrbuch 2005, Göttingen 2005.

Miller, Arthur I.: Imagery and Representations in Twentieth-Century Physics, in: Mary Jo Nye (Hg.): The Cambridge History of Science, Vol. 5: The modern Physical and Mathematical Sciences. Cambridge u.a. 2003, S. 191-215.

– Imagery in Scientific Thought: Creating Twentieth Century Physics. Boston 1984.

– Visualization Lost and Regained: The Genesis of the Quantum Theory 1913-1927, in: Wechsler, Judith (Hg.): On Aesthetics in Science. Cambridge/Mass. 1978, S. 73-101.

Mitchell, William James Thomas: The Pictorial Turn, in: ders.: Picture Theory. Chicago, London 1994, S. 11-34.

Murdoch, John E.: Album of Science. Antiquity and Middle Ages. New York 1984.

Nye, Mary Jo: Molecular Reality: A Perspective on the Scientific Work of Jean Perrin. London 1972.

Ott, Heinrich: Strukturbestimmung mit Röntgeninterferenzen, in: Wien, Wilhelm (Hg.): Handbuch der Experimentalphysik, Band 7/2. Leipzig 1928.

Perrin, Jean: Agitation moleculaire et mouvement brownien, in: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences 146 (1908), S. 967.

– Mouvement brownien et realité moléculaire, in: Annales de Chimie et de Physique 8, ser. 18 (1909), S. 5-114.

Rasmussen, Nicolas: Picture Control. The Electron Microscope and the Transformation of Biology in America, 1940-1960. Stanford 1997.

Scherrer, Paul: Das Raumgitter des Aluminiums, in: Physikalische Zeitschrift 19 (1918), S. 23-27.

– Personal Reminiscences, in: Ewald, Paul P.: Fifty Years of X-Ray Diffraction. Utrecht 1962, S. 642-646.

Schickore, Jutta: Ever-present Impediments: Exploring Instruments and Methods of Microscopy, in: Perspectives on Science 10 (2001), S. 126-145.

Schirrmacher, Arne: Das leere Atom. Instrumente, Experimente und Vorstellungen zur Atomstruktur um 1903, in: Hashagen, Ulf/Blumtritt, Oskar/Trischler, Helmuth (Hg.): Circa 1903: Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums. München 2003, S. 127-152.

– Looking into (the) Matter. Scientific Artefacts and Atomistic Iconography, Arbeitspapier des Münchner Zentrums für Wissenschafts- und Technikgeschichte, München 2006, http://www.mzwtg.mwn.de/arbeitspapiere/arbeitspapier_schirrmacher_2006.pdf.

– Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik, in: Nikolow, Sybilla/Schirrmacher, Arne (Hg.): Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/Main 2007, S. 39-73.

Sieverking, H.: Sichtbarmachung der Moleküle nach Laue und Wilson, in: Kosmos 10 (1913), S. 265-268.

Vinnikov, Victor: We Shall Know: Hilbert's Apology, in: Mathematical Intelligencer 21 (1999), S. 42-46.

Voigt, Woldmar: Lehrbuch der Kristallphysik (mit Ausschluß der Kristalloptik). Leipzig, Berlin 1910.

Weingart, Peter: Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Weilerswist 2001.

Zsigmondy, Richard/Siedentopf, Richard: Über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen, mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser, in: Annalen der Physik 10 (1903), S. 1-39.

Atombilder

Ikonografie des Atoms in Wissenschaft und Öffentlichkeit des 20. Jahrhunderts

Herausgegeben von
Charlotte Bigg und Jochen Hennig

WALLSTEIN VERLAG

Arne Schirrmacher

Bohrsche Bahnen in Europa

Bilder und Modelle zur Vermittlung des modernen Atoms

Die drei Artikel »Über den Bau der Atome und Moleküle« des Dänen Niels Bohr (1885-1962) erschienen 1913 in der altehrwürdigen britischen Zeitschrift Philosophical Magazine. Bohr hatte sein wissenschaftliches Hauptthema und insbesondere seine neuen Ideen zum Atombau erst in Großbritannien gefunden, wo er nach seiner Promotion bei J. J. Thomson in Cambridge auch bei Ernest Rutherford in Manchester arbeitete. Nach dem Krieg folgte der Aufstieg zum führenden dänischen Wissenschaftler, für den 1921 in Kopenhagen ein eigenes Institut für theoretische Physik errichtet wurde. Der Nobelpreis brachte ihm 1922 allgemeine Bekanntheit ein, doch schon zuvor waren aus vielen Orten Anfragen nach Vorträgen und Vorlesungen gekommen. So präsentierte Bohr seine Theorie nicht nur in Kopenhagen, sondern auch in München, Cambridge, Uppsala oder Göttingen, wo man von »Bohr-Festspielen« sprach. Aus diesem Grund ist die neue Theorie des Atoms, die auch in Deutschland weiterentwickelt wurde, ein interessantes Studienobjekt für das Zusammenspiel von Forschern aus verschiedenen Ländern und Wissenschaftskulturen. In diesem Beitrag soll es aber nicht um Bohrs eigene Wege gehen, sondern vielmehr um die Rezeption und Popularisierung seines Atommodells und speziell dessen Darstellungen und Ausstellungsmodelle im nationalen Kontext.

Sich Atome als kleine Planetensysteme vorzustellen, das hatten nicht erst Rutherford und Bohr ins Spiel gebracht. Es war eine seit der Jahrhundertwende wiederholt diskutierte Idee, insbesondere in Frankreich, Deutschland und auch in Japan. Bohr aber hat diese präzisiert und an der Empirie bestätigt: Allein durch Quantenbedingungen festgelegte Bahnen galten fortan als zulässig, und die in der Balmer-Formel zusammengefassten Spektrallinien des Wasserstoffs konnten richtig abgeleitet werden. Mit allzu realistischen Zeichnungen dieser kleinen Planetensysteme hielten sich Bohr und andere Physiker jedoch noch zurück. Arnold Sommerfeld in München zeigte, dass nicht nur Kreisbahnen eine Rolle spielen, sondern erst bei der Verwendung elliptischer Orbits die »Feinstruktur« der Spektrallinien berechnet werden konnte. Doch Bohrs Ziel war von Anfang an ambitionierter, er wollte das ganze Periodensystem der Elemente beschreiben, und mit Hilfe eines »Aufbauprinzips«, das sich zu seinem »Korrespondenzprinzip« gesellte, sollte auch für komplizierte Atome wie Kupfer, Xenon oder Radium die Anordnung der vielen Bohrschen Bahnen abgeleitet werden. Er war es dann auch, der um 1921 zur Veranschaulichung seiner Ergebnisse – und wohl auch der Attraktivität der geometrischen Formen wegen – große Tafeln anfertigen ließ, die die Bahnen für ausgewählte Atome darstellten. Dabei wurden die Größenverhältnisse der Bahnen berücksichtigt

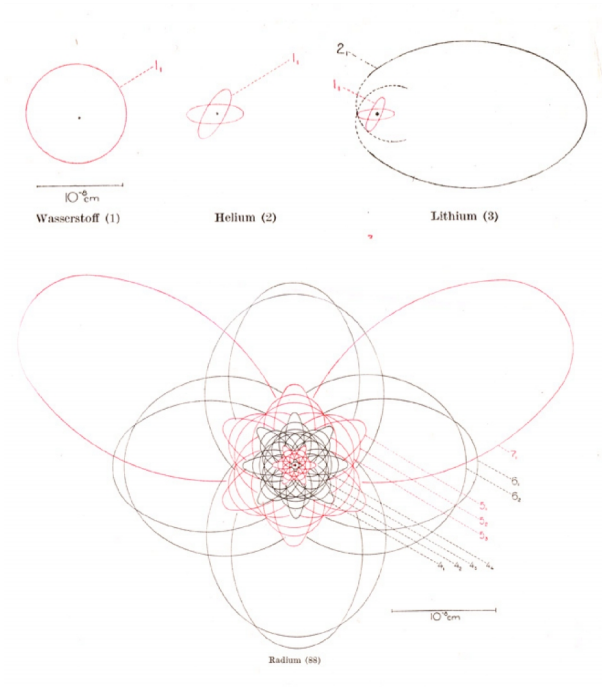


Abb. 1: Zeichnungen der Bohrschen Elektronenbahnen für verschiedene Atome, Ausschnitte aus einer Farbtafel von Niels Bohrs Mitarbeitern Hendrik Kramers und Helge Holst, 1923.

und schwarz und rot gekennzeichnet, je nach dem ob die Bahnen einer geraden oder ungeraden Quantenzahl entsprachen.

Bohrs eigene Tafeln sind nicht mehr erhalten, aber nach ihnen angefertigte Abbildungen finden sich in einem populären Buch mit dem Titel »Bohrs Atomtheorie allgemeinverständlich dargestellt«, das 1922 zunächst auf Dänisch erschien.[1] Die Autoren waren der damals engste Mitarbeiter Bohrs, Hendrik A. Kramers, und der Bibliothekar der Kopenhagener Technischen Hochschule, Helge Holst. Die Abbildungen für den Bau von Wasserstoff, Helium, Lithium, Kohlenstoff, Neon, Natrium, Argon, Kupfer, Krypton, Xenon und schließlich Radium mit 88 kreisenden Elektronen (Abb. 1) erschienen im Juni 1923 auch in Deutschland in einem Heft der Zeitschrift *Die Naturwissenschaften*, welches komplett Bohr und seiner Theorie gewidmet war. Die Autoren gaben zu, dass die »grobe Illustration« nicht den Versuch machte, »die verschiedenen Stellungen der Bahnebenen im Raume, über die theoretisch übrigens noch nicht viel bekannt ist, näher anzugeben, sondern die Bahnschlingen sind in der Zeichnungsebene in übersichtlicher symmetrischer Weise angeordnet.«[2]

Wie diese Bohrschen Bahnen international popularisiert wurden, zeigen bereits die verschiedenen Auflagen des Buches von Kramers und Holst. 1923 erschien eine englische Ausgabe (in einem dänischen Verlag) unter dem Titel »The atom and the Bohr theory of its structure. An elementary presentation«, im nächsten Jahr folgte eine identische Ausgabe für den amerikanischen Markt in New York und 1925 brachte der Springer Verlag »Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues« dem deutschen Leser »gemeinverständlich dargestellt« nahe. Allen diesen Ausgaben waren die farbigen Tafeln gemeinsam, die so ausgeklappt werden konnten, dass man die Zeichnungen ständig »während des Lesens vor Augen haben kann« (Abb. 1).[3]

Im Jahre 1927 folgte die holländische Ausgabe, doch hier fehlten die Abbildungen! Während der Text des Bandes weitestgehend unverändert blieb, war die Bildlichkeit der Atome wieder verschwunden. Offenbar hatte sich die Sicht durchgesetzt, dass die in den Jahren 1925 und 1926 aufgestellte Quantenmechanik solche Atombilder nun ausschließe, nicht jedoch die schriftliche Darstellung der nun »alten« Quantentheorie nach Bohr. Auf Dänisch und Holländisch erschienen schließlich 1929 bzw. 1930 zweite überarbeitete Auflagen, in denen

die neueren Entwicklungen erwähnt wurden.[4] Aber weder in Deutschland noch in England gab es Neuauflagen des Buches, die sich mit den Konsequenzen der Quantenmechanik für die Atombilder hätten auseinandersetzen müssen; wir können dies als ein Indiz dafür werten, dass hier andere Personen und Schriften die Deutungshoheit übernommen hatten, was sich auch auf die Bilder und Modelle vom Atom auswirkte.

Atome für Hörer aller Fakultäten und Modelle für das Deutsche Museum

Tatsächlich waren dem populären Buch von Kramers und Holst in Deutschland bereits mehrere vorangegangen. Arnold Sommerfeld hatte im Ersten Weltkrieg statt seiner Spezialvorlesungen zur Atomphysik im Wintersemester 1916/17 eine Vorlesung zu »Atomistik und Elektronik« gehalten, und zwar »für Hörer aller Fakultäten ohne mathematische Ableitung«. Die anwesenden Kollegen aus der Chemie und Medizin drängten ihn schließlich, die Vorlesungen in einer Veröffentlichung festzuhalten, »die auch dem Nichtfachmanne das Eindringen in die neue Welt des Atominneren ermöglichen sollte«. Das Buch »Atombau und Spektrallinien« erschien 1919 und avancierte bald zur »Bibel des modernen Physikers« (Max Born), die sich »wie ein spannender Roman« las (Pieter Zeeman).[5] Sommerfeld hatte sich bewusst auch an eine interessierte Öffentlichkeit gewandt und vorrangig »anschauliche Elemente« der Theorie behandelt. Sommerfelds Münchner Kollege Leo Graetz hatte bereits 1918 das Buch »Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwickelung« veröffentlicht. Die in diesen Büchern enthaltenen Abbildungen blieben indes noch weitgehend schematisch.

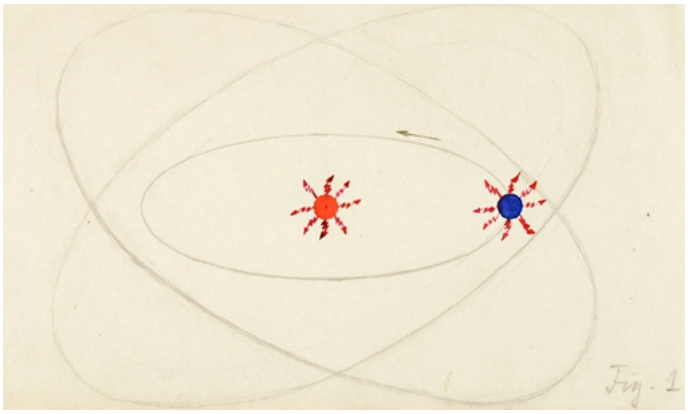
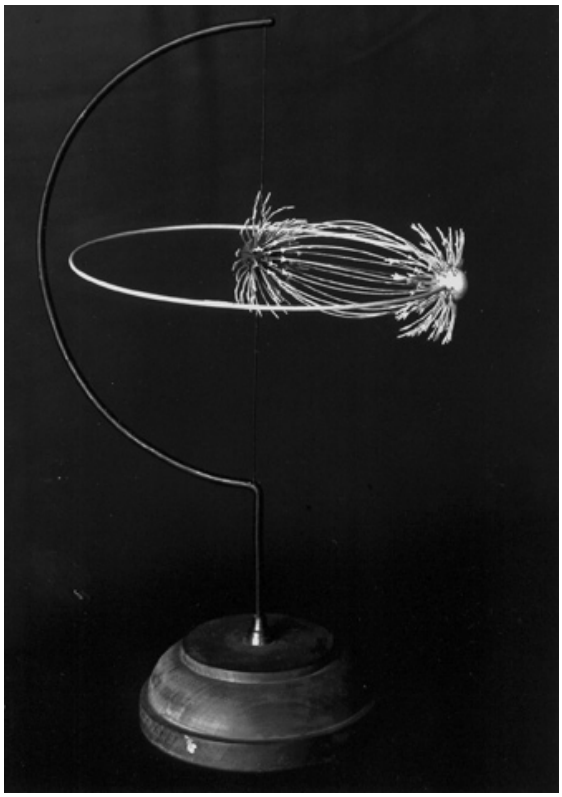


Abb. 2: Skizze des Wasserstoffatoms von Arnold Sommerfeld 1918, angefertigt für das Deutsche Museum.

Als aber der Generaldirektor des Deutschen Museums in München bei Sommerfeld Anfang 1918 anfragte, ob dieser nicht Vorschläge zur Darstellung der »neueren Theorien über die Zusammensetzung und den Aufbau der chemischen Elemente« beitragen könne, übersandte Sommerfeld bereits Anfang März zwei Skizzen für eine Darstellung des Wasserstoffatoms. Eine davon erweiterte die bislang ebenen Strukturen in das Dreidimensionale, indem zusätzlich zu der Bohrschen Kreisbahn »andere mögliche Bahnen« hinzugefügt wurden, »die in gleichen Winkeln gegen die innere Bahn geneigt sind und aus der Horizontalebene heraustreten« (Abb. 2). Der Münchner Theoretiker favorisierte diese Skizze, da ein Modell mit nur einer ebenen Bahn entsprechend der zweiten Zeichnung »im Ganzen zu flach wirken« würde.[6]



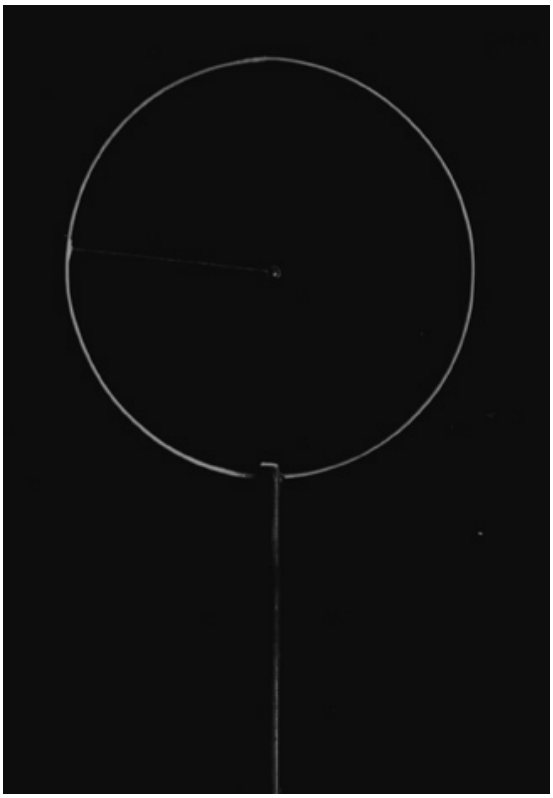


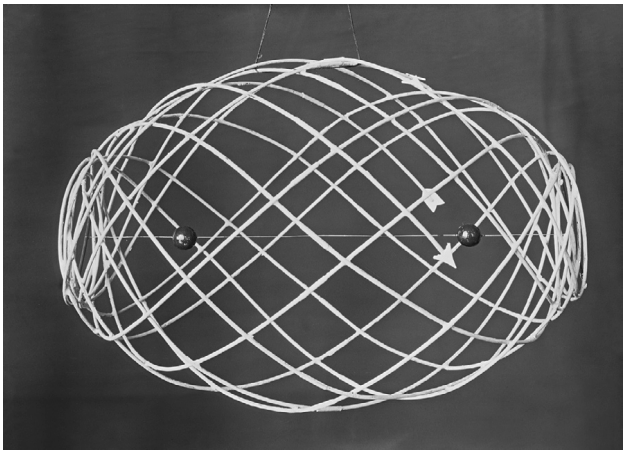
Abb. 3 und 4: Modelle des Wasserstoffatoms, links nach Sommerfeld für das Deutsche Museum 1918, rechts nach Bragg und Hartree ca. 1923, gezeigt auf der British Empire Exhibition 1924/25 und danach im Science Museum London.

Das schließlich für das Deutsche Museum angefertigte Modell, das im Saal »Aufbau der Materie« ausgestellt wurde, erhielt indes seine dreidimensionale Struktur nicht durch zusätzliche Bahnen, sondern durch eine eindrucksvolle Kombination von räumlicher Aufhängung und der volumeneinnehmenden Darstellung der elektrischen Feldlinien (Abb. 3). Auf diese Weise hatte sich das Bohrsche Kreisschema zu einem zugleich planetaren und doch raumfüllenden Modell gewandelt.

Ein weiteres Beispiel für diese in Deutschland anzutreffende Tendenz, dem »leeren« Atom eine Räumlichkeit zurückzugeben, ist das Modell für ein Wasserstoffmolekül-Ion (H_2^+), das zwischen 1921 und 1925 für das Deutsche Museum angefertigt wurde. Sommerfelds Doktorand Wolfgang Pauli hatte 1921 in seiner Dissertation eine vollständige mathematische Analyse der möglichen und stabilen Bahnen des positiv geladenen Wasserstoffmoleküls vorgelegt.[7] Da es wie das Wasserstoffatom nur ein Elektron besitzt, das sich aber um zwei Kerne bewegt, konnte das Problem mit den Methoden der Himmelsmechanik angegangen werden. Paulis aufwändige Berechnungen ergaben, dass das von Bohr, Sommerfeld oder Graetz angenommene Bild des Moleküls nicht realis-

tisch war: Die einfache Kreisbahn auf eine Mittelebene zwischen den beiden Atomkernen stellte sich als instabil heraus, ebenso wie alle anderen Bahnen, die in einer Ebene lagen. Pauli zeigte, dass es eine stabile Bahn gab, die den größten Teil eines Ellipsoids um die Kerne gleichmäßig durchlief und berechnete deren Größe. Anschaulich bekam die leere Welt der Atome hier eine (imaginäre) Hülle, wobei an den Enden Öffnungen frei blieben (Abb. 5).

Vergleicht man die deutschen Modelle mit entsprechenden Modellen aus Großbritannien (Abb. 3 und 4 bzw. Abb. 5 und 6), fällt hier bereits auf, dass sie die schematische Kombination von Atomkernen und Kreisbahnen der Elektronen weit hinter sich gelassen hatten und andere Qualitäten der atomaren Welt weit deutlicher repräsentierten: Kraftfelder und räumliche Ausdehnung.



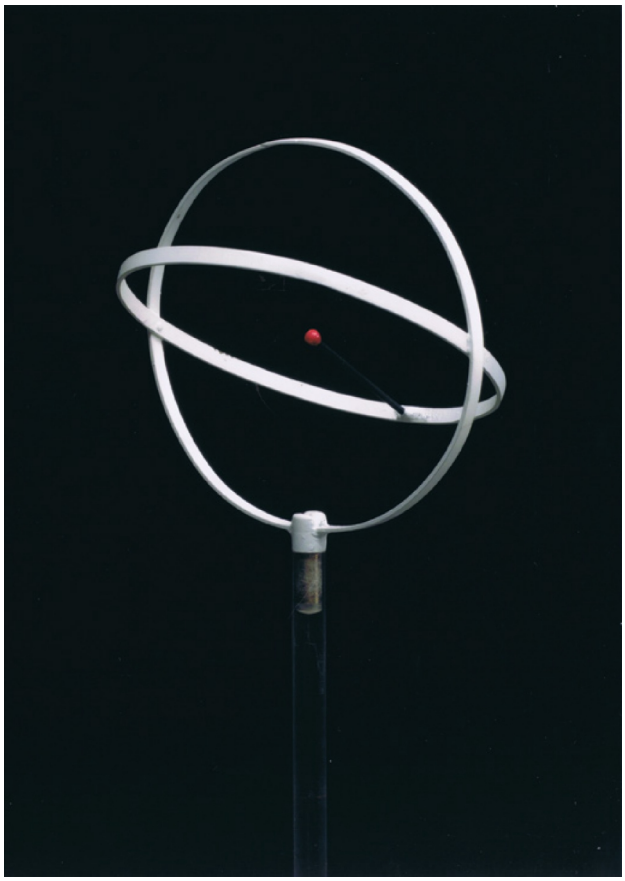


Abb. 5 und 6: H_2^+-Molekül-Modell im Deutschen Museum, ca. 1923, und He-Atom nach Bragg und Hartree, ca. 1923.

Modelle für die British Empire Exhibition und das Science Museum

In Großbritannien war die Skepsis gegenüber Bohrs Modell zunächst groß, trotz der gelungenen Erklärung für die Serien der Spektrallinien. Ernest Rutherford hatte zwar Bohrs drei Abhandlungen beim *Philosophical Magazine* eingereicht, dennoch kritisierte er im Frühjahr 1914, dass es doch eine »great difficulty« in dessen Modell gäbe: »how does an electron decide what frequency it is going to vibrate?«[8] 1923 war er dann aber soweit von dem Modell überzeugt, dass er das Vorwort zur englischen Ausgabe des Kramers/Holst-Buches verfasste. Auch Vater und Sohn Bragg, die durch Streuung von Röntgenstrahlen an Kristallen zeigten, dass diese aus einem Atomgitter bestehen, wofür sie 1915 gemeinsam den Nobelpreis für Physik erhielten, waren lange skeptisch gegenüber dem Bohrschen Modell. So schrieb William Lawrence

seinem Vater William Henry im Oktober 1920 (oder 1921), dass er gerade Sommerfelds »Atombau und Spektrallinien« gelesen habe: »He is convinced of the truth of Bohr's atomic model, and pictures the atoms as planet systems. The numerical checks he gets […] is very convincing, but do you really think these orbits have any existence? I can't believe it.«[9]

Zwei Jahre später jedenfalls – nach Bohrs Nobelpreis und den Bänden von Kramers/Holst bzw. Sommerfeld auf Englisch[10] – hatte Lawrence Bragg indes eine Reihe von Modellen anfertigen lassen, die dem neuesten Stand der Bohr-Sommerfeldschen Atomtheorie entsprachen (Abb. 4, 6 und 7). Es ist nicht bekannt, ob diese Modelle für Vorlesungen verwendet wurden, doch sollten sie bald wie die deutschen Modelle öffentlich ausgestellt werden.

Dass sich Lawrence Bragg mit dem Bohrschen Modell doch noch anfreundete, lag an einem jungen Studenten in Cambridge. Dieser stellte eine Verbindung von Braggs Forschungen mit Bohrs Modell her. Douglas R. Hartree, der wegen des Krieges sein Studium in Cambridge hatte unterbrechen müssen, brachte aus dem Kriegsdienst eine neue Methode zur einfacheren numerischen Berechnung von Geschossbahnen mit.[11] Bohrs Cambridger Vorträge Ende 1921 lenkten sein Interesse dann auf die neue Quantentheorie, wo Hartree mit seinen ballistischen Erfahrungen in der Lage war, die von seinem Betreuer Ralph H. Fowler erwünschte quantitative Beschreibung der Atombahnen durchzuführen. In einer im Mai 1923 eingereichten Arbeit berechnete Hartree etwa die Bahnen des Natriumatoms unter Berücksichtigung der Abschirmung der Kernladung durch die weiter innen liegenden Elektronen, wodurch die äußere Bahn zugleich diejenige ist, die dem Kern besonders nahe kommt (im Unterschied etwa zu Bohrs Zeichnungen, vgl. Abb. 1 und 7). Hartrees Kunst bestand darin, die komplizierten numerischen Berechnungen durch eine neue Parametrisierung so zu vereinfachen, dass ein kleiner Rechenschieber ausreichte. Zugleich konnte er aus der gewonnenen Größe und Form der Bahnen die Eigenschaften des Atoms unter dem Einfluss von Röntgenstreuung berechnen und sie mit Lawrence Braggs experimentellen Ergebnissen vergleichen.[12] Durch diese Veröffentlichung war der Physiker in Manchester auf den Studenten in Cambridge aufmerksam geworden, und schließlich berechnete Hartree die Bahndimensionen der Elemente Lithium, Natrium, Magnesium und Aluminium für entsprechende Modelle.[13]

Während der Sommermonate 1924 und 1925 fand im Londoner Stadtteil Wembley die British Empire Exhibition statt, eine Kolonialausstellung, die den Handel fördern sollte, auf der sich aber auch die britische Wissenschaft und Industrie präsentierten. Die Exhibition of Pure Science wurde von einem Komitee der Royal Society organisiert, dem Sir Henry Bragg angehörte. Zu den Instrumenten und Objekten der britischen Wissenschaft, die hier präsentiert wurden, gehörte neben den Apparaturen zur Entdeckung des Elektrons von J. J. Thomson oder der Wilsonschen Nebelkammer auch ein »set of models [that] represents the structure of some of the elements«, wobei darauf hingewiesen wurde, dass sich ein Teil der Modelle in der Chemischen Sektion befand.[14] Während die Physik im H. M. Government Pavillon ausgestellt wurde, fand

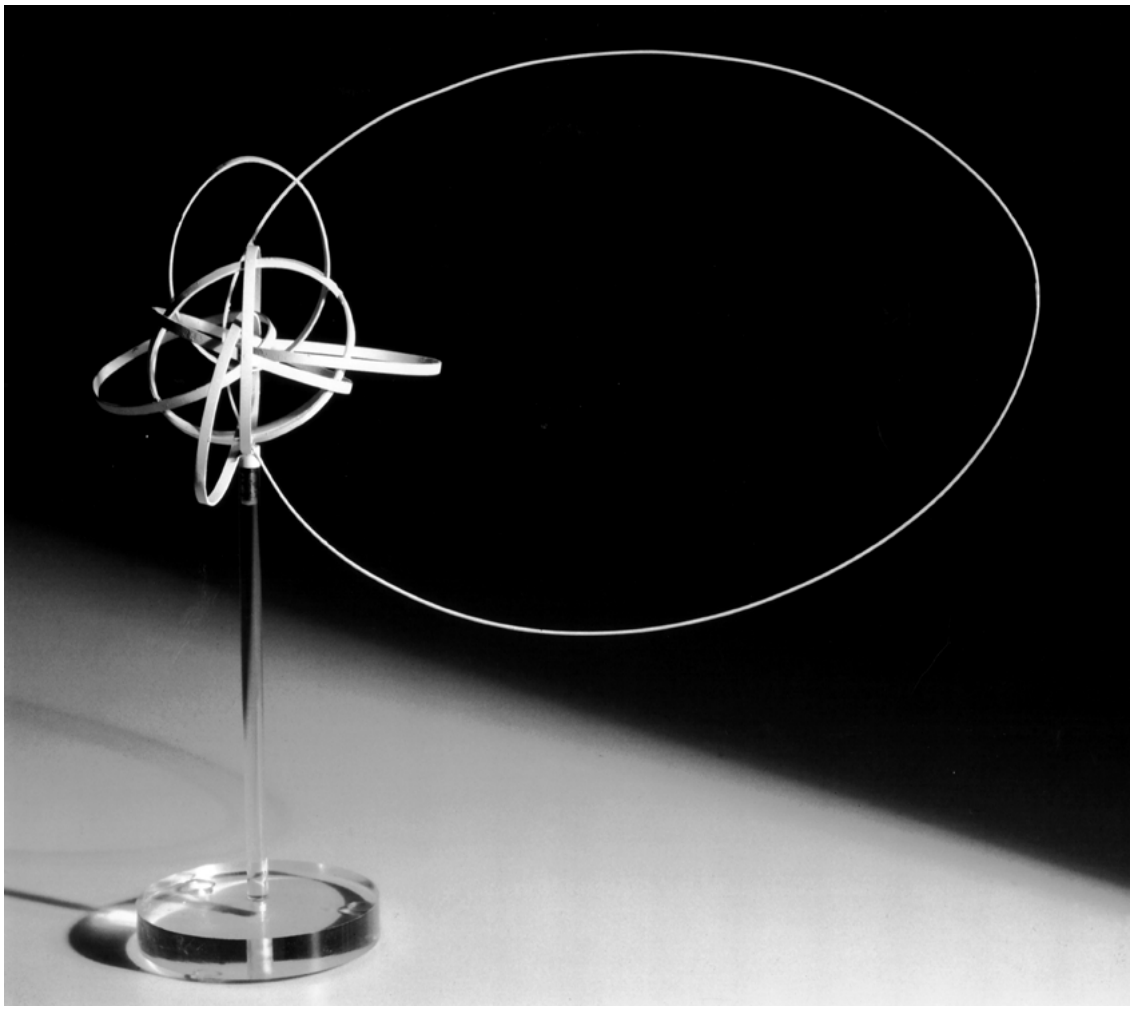


Abb. 7: Atommodell des Natrium nach Bragg/Hartree, ca. 1923.

die Chemie in der Chemical Hall des Palace of Industry ihren angemessenen Platz.[15] Nach Beendigung der Ausstellung, die mehrere Millionen Besucher angelockt hatte, kamen die Modelle an das Science Museum. Lawrence Bragg erklärte dem Museum, dass sich allerdings die Ansichten über die Struktur des Atoms sehr schnell veränderten, so erwartete er, dass diese Modelle in wenigen Jahren veraltet seien. Wenn das Museum dennoch weiterhin Interesse an Modellen habe, könne man neue anfertigen, »when the present ones become too much out of date«.[16]

Eine solche Anpassung an die Sichtweise der Quantenmechanik wurde indes nicht im Londoner Science Museum vorgenommen, sondern im Deutschen Museum in München. Zwiebelschalenartig ineinander liegende Schichten von Zonen hoher Aufenthaltswahrscheinlichkeit für Elektronen gaben dem Atom die traditionelle Kugelform zurück.[17] Mit dem Zweiten Weltkrieg wurden

schließlich auch die Modelle nach Sommerfeld bzw. Pauli zerstört, die Bohrsche Bahnen zeigten.

Die britischen Modelle waren nach der Wiedereröffnung des Museums ab Februar 1946 wieder zu sehen, und bei allem Fortschritt des Wissens um das Atom hatten sie nichts von ihrer Suggestivitätskraft verloren. So schrieb Lawrence Bragg Ende 1946 an den Direktor des Science Museum, Herman Shaw, dass er sich freue, dass die Modelle photographiert würden (das Museum wollte die Photos den Besuchern zum Kauf anbieten), natürlich seien sie eigentlich nur noch von historischem Interesse und müssten durch quantenmechanische Modelle ersetzt werden. Doch werde der moderne mathematische Physiker ihnen Bedeutung zumessen, und Bragg verriet dem Museumsdirektor: »I even found Bohr himself gazing at them in a fascinated way, when he visited us last summer.«[18]

Diese Faszination für die Modelle übertrug sich auch auf Bereiche außerhalb der Physik. Großbritannien plante für das Jahr 1951 ein Festival of Britain, und eine der Firmen, die die Ausstellung gestaltete, Warnett Kennedy and Associates, beabsichtigte, die Modelle als Grundlage von Industriedesign zu verwenden. Bragg, der hierzu seine Zustimmung geben musste, war an den Resultaten sehr interessiert.[19] Doch sollten nicht die Bohrschen Bahnen das Festival schmücken, sondern die Muster, die sich aus der Kristallographie ergaben, jenem Gebiet also, in dem die Briten führend waren. Lawrence Bragg war Mitglied einer Festival Pattern Group, die eher im Verborgenen wirkte, um die wissenschaftliche Reputation ihrer Mitglieder nicht zu gefährden. Die Muster der atomaren Welt zierten nun Teppiche, Krawatten, Teetassen – und auch Lady Bragg, die auf dem internationalen Kristallographenkongress 1951 in Stockholm ein Kleid trug, dessen Spitzenstoff die Kristallstruktur von Beryll wiedergab.[20]

Epilog

Den dreidimensionalen Modellen, die in Deutschland und England in der Zeit nach der Akzeptanz von Bohrs Atommodell und vor dem neuen Paradigmenwechsel der Quantenmechanik angefertigt wurden, kommt unbestreitbar ein großer Einfluss auf das öffentliche Bild des Atoms im 20. Jahrhundert zu. Sie haben sich in die Ikonographie der Wissenschaft eingeschrieben, dominieren bis heute die Vorstellungswelt vieler und widersetzen sich standhaft der überfälligen Revision durch die etablierten Ergebnisse der Quantentheorie. Umso wichtiger erscheint der Hinweis auf die Kontingenz des Entstehens dieser Bildlichkeit. Stand in Deutschland das Zeitfenster dafür etwa von 1917 bis 1925 offen, fand sich in Großbritannien erst nach 1922 die Akzeptanz für entsprechende Modelle. Ein Blick nach Frankreich indes zeigt, dass offensichtlich eine schleppende Rezeption des Bohr-Modells zusammen mit einer späten Etablierung von Vermittlungsinstitutionen wie dem erst 1937 eröffneten Palais de la Découverte dazu führte, dass entsprechende Modelle in Frankreich nicht anzutreffen sind.[21] Die Konzeption des planetaren Atoms war freilich auch hier

bekannt, war es doch der französische Physiker Jean Perrin, der 1901 als erster auf dieses Modell hingewiesen hat, und zwar in der populärwissenschaftlichen Revue scientifique.[22]

Dr. Arne Schirrmacher war langjährig als Wissenschaftshistoriker am Deutschen Museums tätig und forscht derzeit am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Nach Studium der Physik, Biologie und Philosophie promovierte er in mathematischer Physik. Forschungsschwerpunkte sind derzeit die Geschichte der Quantentheorie und atomarer Repräsentationen sowie die vergleichende Geschichte der Wissenschaftsvermittlung in Europa im 20. Jahrhundert. Zuletzt erschienen »Looking into (the) matter. Scientific artefacts andatomistic iconography«, in: Illuminating Instruments, Peter Morris/Klaus Staubermann (Hg.), Washington 2009, und Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert. Geschichte und Gesellschaft Jg. 34, 2008, S. 73-95.

Anmerkungen

1 Hendrik A. Kramers/Helge Holst: Bohrs atomteori almenfatteligt fremstillet. Kopenhagen 1922, ²1929. Zu den Tafeln vgl. Helge Kragh: The theory of the periodic system. In: Anthony P. French, P. J. Kennedy (Hg.): Niels Bohr: A centenary volume. Cambridge/MA. 1985, S. 50-67.
2 Hendrik A. Kramers: Das Korrespondenzprinzip und der Schalenbau des Atoms, Naturwissenschaften Jg. 11, 1923, S. 550-559, auf. S. 556.
3 Hendrik A. Kramers, Helge Holst: Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues. Berlin 1925, S. 171.
4 Hendrik A. Kramers, Helge Holst: De bouw der Atomen. Amsterdam 1927, ²1930.
5 Arnold Sommerfeld: Atombau und Spektrallinien. Braunschweig 1919; Ders.: Wissenschaftlicher Briefwechsel, hg. von Michael Eckert und Karl Märker, Bd. 2. Berlin 2004, S. 72 und 118.
6 Arnold Sommerfeld an Oskar von Miller, 5. März 1918, Deutsches Museum, Verwaltungsarchiv, Chemie 1271.
7 Wolfgang Pauli: Über das Modell des Wasserstoffmolekülions. In: Annalen der Physik Jg. 68, 1922, S. 177-240.
8 Rutherford an Bohr, 20. März 1914. In: Nils Bohr: Collected Works, Bd. 3, Amsterdam 1976.
9 Zu dem Brief von W. L. Bragg an W. H. Bragg ist in den Bragg Papers das Datum 18. Okt. 1920 (?) angegeben (Royal Institution London, W. H. Bragg 28A/10). In John Jenkin: William and Lawrence Bragg, father and son. The most extraordinary collaboration in science, Oxford 2008, S. 412, wird er auf den 17. Okt. 1921 datiert.
10 Arnold Sommerfeld: Atomic structure and spectral lines. London 1923.
11 Douglas R. Hartree: Ballistic calculations. In: Nature Jg. 106, 1920, S. 152-154. Vgl.: Charlotte Froese Fischer: Douglas Rayner Hartree: His life in science and computing. New Jersey 2004.
12 Douglas R. Hartree: On some approximate numerical applications of Bohr's theory of spectra. In: Proceedings of the Cambridge Philosophical Society Jg. 21, 1923, S. 625-64,

bezieht sich auf W. L. Bragg, R. W. James, C. H. Bosanquet: The intensity of reflexion of X-rays by rock-salt. In: Philsophical Magazine Jg. 41, 1921, S. 309-227.

13 W. L. Bragg an den Direktor des Science Museum, 4. Mai 1926, Science Museum, Paper Technical Files of Inv. 1926-371/377 (im Folgenden SM).

14 Handbook to the exhibition of pure science. Arranged by the Royal Society. London 1924, S. 158.

15 Vgl. Donald R. Knight, Alan D. Sabey: The lion roars at Wembley. British empire exhibition 60th anniversary, 1924-1925. London 1984.

16 W. L. Bragg an Director Science Museum, 4. Mai 1926, SM.

17 Vgl. den Beitrag von Michael Eckert in diesem Band.

18 W. L. Bragg an H. Shaw, 13. Dez. 1946, SM.

19 H. Shaw an W. L. Bragg, 14. Feb. 1947, und Bragg an Shaw, 15. Feb. 1947, SM.

20 Lesley Jackson: From atoms to patterns: Crystal structure designs from the 1951 festival of Britain. London 2008, S. 27.

21 Charlotte Bigg: The reception of Bohr's atom in France, 1913-1925. Unveröffentlichtes Manuskript, 1996.

22 Jean Perrin: Les hypothèses moléculaires. In: Revue Scientifique Jg. 15, 1901, S. 449-461.

Teil III.

Rolle und Funktion populärer Wissenschaftsvermittlung in der deutschen Gesellschaft, 1900-1960

Heft 4/2008

Berichte zur
WISSENSCHAFTS-
GESCHICHTE

www.bwg.wiley-vch.de

Inhalt

The Cultural Alchemy of the Exact Sciences: Revisiting the Forman Thesis
(Konferenz, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 23.–25. März 2007)

Helmuth Trischler, Cathryn Carson, Alexei Kojevnikov	Beyond *Weimar Culture* – Die Bedeutung der Forman-These für eine Wissenschaftsgeschichte in kulturhistorischer Perspektive	305
Richard Staley	The Fin de Siècle Thesis	311
Suman L. Seth	Mystik and Technik: Arnold Sommerfeld and Early-Weimar Quantum Theory	331
Arne Schirrmacher	Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu	353
Stefan Wolff	Die Konstituierung eines Netzwerkes reaktionärer Physiker in der Weimarer Republik	372
Richard H. Beyler	Hostile Environmental Intellectuals?	393

Rezensionen

Michael Kempe	Gottfried Wilhelm Leibniz, *Protogaea. Translated & edited by Claudine Cohen & Andre Wakefield.* Chicago: The University of Chicago Press 2008.	406
Kai Torsten Kanz	Johann Heinrich Merck, *Briefwechsel. Herausgegeben von Ulrike Leuschner in Verbindung mit Julia Bohnengel, Yvonne Hoffmann und Amélie Krebs. 5 Bde.* Göttingen: Wallstein 2007	407
Marion Hulverscheidt	Neil Pemberton, Michael Worboys, *Mad Dogs and Englishmen. Rabies in Britain, 1830–2000.* Basingstoke: Palgrave Macmillan 2007.	410
Gerhard Rammer	Jost Lemmerich, *Aufrecht im Sturm der Zeit. Der Physiker James Franck, 1882–1964*, Diepholz u.a.: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 2007.	411
Erhard Scholz	Daniela Wünsch, *Der Erfinder der 5. Dimension. Theodor Kaluza, Leben und Werk.* Göttingen: Termessos Verlag 2007.	412
Kai Torsten Kanz	Mitchell G. Ash (Hg.), *Mensch, Tier und Zoo. Der Tiergarten Schönbrunn im internationalen Vergleich vom 18. Jahrhundert bis heute.* Wien, Köln, Weimar: Böhlau 2008.	414
Hans Werner Ingensiep	Gesine Krüger u.a. (Hgg.), *„Ich Tarzan." Affenmenschen und Menschenaffen zwischen Science und Fiction.* Bielefeld: transcript 2008.	415

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Ber. Wissenschaftsgesch. 31 (2008) 353–371 www.bwg.wiley-vch.de

DOI: 10.1002/bewi.200801338

Arne Schirrmacher

Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu

Zur Bedeutung der populären Wissenschaftsvermittlung im späten Kaiserreich und in der Weimarer Republik*

Summary: Kosmos, Koralle and Cultural Milieu. On the Role of Popular Science Communication in the late Kaiserreich and Weimar Germany. This paper discusses the role of popular science communication for the 'cultural milieu' or more generally the 'environment' of scientists and science in Germany between c. 1900 and 1933 in the sense of Paul Forman. On the rich basis of diverse journals aiming at a differentiated public the discourse on atomic physics is sketched. Since the thesis of a general hostility towards atomic physics in particular and science in general cannot be accredited the question arises how widespread and in which sense a crisis of science was discussed in the Weimar years.

Keywords: Atomic physics, popularization, science communication, scientific journals, Paul Forman, Erwin Schrödinger, XXth century.

Schlüsselwörter: Atomphysik, Popularisierung, wissenschaftliche Zeitschriften, Wissenschaftsvermittlung, Paul Forman, Erwin Schrödinger, 20. Jh.

1. Forman-These, Wissenschaftsvermittlung und Öffentlichkeit

Als vor etwa vierzig Jahren Paul Formans einflussreiche Arbeiten zur Geschichte der Physik und ihrer Historiographie in den führenden englischsprachigen Zeitschriften der Wissenschaftsgeschichte erschienen, erschlossen sie Neuland nicht nur mit der bald als Forman-These bezeichneten Deutung, dass Wissenschaftler in der Weimarer Republik in einem gewissen Sinn Wissensinhalte aufgrund gesellschaftlicher Bedingungen angepasst oder antizipiert hätten. Vielmehr legten seine Beiträge die Grundlage für ein ganzes Bündel wegweisender wissenschaftshistorischer Forschungsperspektiven: Paul Forman hatte sich mit dem Duplett-Rätsel in der Atomphysik kurz vor der Formulierung der Quantenmechanik beschäftigt, die gängige Geschichtsschreibung der Entdeckung der Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen hinterfragt und 1971 in *Weimar culture, causality and quantum theory, 1918–27: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual envi-*

* Übersetzte und überarbeitete Version eines Vortrags für die Konferenz „The Cultural Alchemy of the Exact Sciences: Revisiting the Forman Thesis", Vancouver 23.–25. März 2007. Ich danke drei anonymen Gutachtern für zahlreiche Hinweise zur ‚Adaption' des Beitrags an das deutsche Wissenschaftsmilieu.

© 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ronment in einem Artikel in Buchlänge die Frage nach der Kontextabhängigkeit auch so genannter harter Wissenschaften wie der Physik und Mathematik kraftvoll aufgeworfen und in weiteren Veröffentlichungen zu präzisieren versucht.[1] Am deutlichsten wird die Vielfalt wegweisender Ideen, die wir bei Paul Forman finden können, bereits in der ungedruckten Dissertation aus dem Jahre 1967 *The environment and practice of atomic physics in Weimar, Germany.*[2]

Einige Passagen aus Formans umfangreichen Studien haben besonderes Interesse gefunden und wurden zu Thesen verdichtet und verallgemeinert.[3] Sie bildeten den Ausgangspunkt für eine lange wissenschaftshistorische Debatte, die ihrerseits zu einem historiographischen Studienobjekt auch im deutschen Sprachraum geworden ist.[4] Im Kern geht es um die Frage nach der Möglichkeit und dem Mechanismus für eine Korrelation zwischen einem wie auch immer zu fassenden Weimarer ‚Kultur-Milieu' und der Wissenschaft, speziell der Physik. In Formans überarbeiteter und zugespitzter Formulierung aus dem Jahre 1984 heißt dies:

> Wir müssen uns deshalb nach den besonderen einzigartigen oder weitgehend einzigartigen Umständen umsehen; nach der Umgebung, in der die mitteleuropäischen deutschsprachigen Physiker lebten und die sie zu einem Missbrauch der Quantenmechanik bewogen haben könnte.

Zu diesen ‚Umständen' gehörte insbesondere eine „Feindseligkeit gegen die exakte Naturwissenschaft, insbesondere gegen den theoretischen Physiker", weil deren Zielsetzungen der Lebensphilosophie diametral entgegenstanden. Und damit wurde er auch für die entfremdende moderne Technik verantwortlich gemacht. Beides sollte, folgt man Forman, zu gesellschaftlicher „Missachtung", zu Versuchen der eigenen Rehabilitierung und letztlich zu einer Art Öffentlichkeitsarbeit der Physiker führen:

> Der deutsche Physiker, insbesondere der vor dem ersten Weltkriege in einem so hohen Ansehen stehende Theoretiker, wurde nun in der Weimarer Zeit missachtet. Die kulturellen Bewertungen und Einstellungen, welche ihm immer wieder eine ehrenvolle Stellung in der deutschen Gesellschaft und innerhalb seiner Universität gesichert hatten, waren dahin, ersetzt durch andere, die der Zielsetzung des theoretischen Physikers ausgesprochen feindlich gegenüberstanden. Im Bestreben, ihr Fachgebiet wieder mit den herrschenden Kulturwerten in Einklang zu bringen, hatten einzelne deutsche Physiker bereits schon vor der Entdeckung der Quantenmechanik Manifeste gegen das Kausalitätsprinzip verfasst. […] Nachdem sie nun eine nicht-deterministische Theorie atomarer Prozesse in den Händen hielten, überrascht es nicht, daß sie diese Theorie gerne als Mittel zur allgemein gewünschten Befreiung vom Prinzip der Kausalität ansahen und der Öffentlichkeit unterbreiteten.[5]

Aber wie verbreitet war die „Feindseligkeit" gegen Physik und Mathematik, wo und für welche gesellschaftliche Gruppen wurde die „Missachtung" des theoretischen Physikers sichtbar? Wo entstanden allgemeine „kulturelle Bewertungen und Einstellungen" und wie verbreitet waren sie in der allgemeinen Bevölkerung? Was unterbreiteten die Wissenschaftler der Öffentlichkeit und mit welcher Absicht?

In den Diskussionen zur Forman-These fehlt zumeist eine klare Benennung des Gegenübers der Physiker und ohne sie ist es schwer, die Generalität der „Missachtung" und der gegen die theoretische Physik gerichteten „allgemeinen geistig-politischen Haltung" abzuschätzen.[6] Die Rede ist von eine „feindseligen kulturellen Umgebung", einem „Kultur-Milieu", von sozialen oder intellektuellen Milieus, von „sozialem Druck", „feindlichen gesellschaftlichen Kräften" etc. Die Physiker suchten nach einem Platz in der „breiteren Gesellschaft" und nahmen „Anpassungen" an „kulturelle Belange" vor.[7] Unausgesprochen legen diese Formulierungen einen Diskurs in der Öffentlichkeit nahe, und auch Forman deutet am Ende des oben abgedruckten Zitats eine Kommunikation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

an. Die von ihm selbst aber auch die von seinen Kommentatoren berücksichtigten Quellen haben indes Publikationsorgane, die Naturwissenschaft an breitere Öffentlichkeiten vermittelten, weitgehend ausgespart.[8]

Ursprünglich war Forman einer Prämisse gefolgt, die bisher wenig hinterfragt worden ist, dass nämlich bei allem Argumentieren mit einer generellen „Weimarer Kultur", die ‚in toto' zumindest von den Physikern als „feindselige geistige Umgebung" empfunden wurde, nur „entscheidend" sei, „welches Ansehen Physiker und ihre Weltsicht bei dem gebildeten Publikum genossen."[9] Dem kann pointiert entgegengehalten werden, dass gerade die kulturellen und gesellschaftlichen Entwicklungen der Weimarer Zeit sich kaum in der Geschichte einer Hochkultur gebildeter Stände erschöpften, sondern vielmehr der Durchbruch zu einer politisch und gesellschaftlich einflussreichen Massenkultur stattfand, die ein besonderes Interesse auch an der naturwissenschaftlichen und technischen Moderne artikulierte.[10] Hier zeigt sich eine Unschärfe bei der Bestimmung der relevanten Gruppe. Es ist daher zu fragen, ob eine Beschränkung auf das „Weimarer Intellektuellenmilieu" vorgenommen werden kann, wenn es sich um ein „Diktat der allgemeinen geistigen Umgebung" handelte, ob es um die Überzeugungen einer „gebildeten Öffentlichkeit" ging oder die einer kulturprägende Bevölkerungsschicht, die mit der Zahl der Leser von Spenglers *Untergang des Abendlandes* (etwa 100.000), oder jener wissenschaftlicher und populärwissenschaftlicher Zeitschriften (deren regelmäßige Auflage die Zahl der Einwohner mit Hochschulabschluss übertraf), umrissen werden kann, oder ob nicht über eine „gebildete Mittelklasse" hinaus die gesamte Öffentlichkeit für die kulturellen Einstellungen der Weimarer Zeit bestimmend war.[11] Forman war 1971 indes noch von einem Beschreibungsmodell ausgegangen, das eine grundlegende Wechselwirkung von Wissenschaft und Öffentlichkeit postulierte: Der Antrieb der Wissenschaftler läge in dem erlangten „Prestige", wobei diese versuchten, „die öffentliche Vorstellung von Wissenschaft so zu ändern […], dass sie wieder in Einklang mit den veränderten Werten der Öffentlichkeit steht".[12]

Ich möchte im Folgenden zeigen, dass auf der Grundlage der Betrachtung wissenschaftsvermittelnder Periodika für eine breitere interessierte Öffentlichkeit – in erster Linie Zeitschriften, aber ähnliches gilt für Schriftenreihen, Zeitung und Rundfunk – kaum von einer Missachtung des Physikers oder von einer Feindseligkeit gegenüber exakter Naturwissenschaft in der Weimarer Republik gesprochen werden kann. Solche Tendenzen lassen sich allenfalls für eine noch zur Wissenschaft zu rechnende ‚Fachöffentlichkeit' konstatieren und fanden damit in einem Rahmen statt, der die eigentliche Öffentlichkeit jenseits der Wissenschaftler und Intellektuellen kaum erreichte. Ich möchte dazu in zwei Schritten vorgehen: Nach einigen Überlegungen zu Differenzierungen in Wissenschaft und Öffentlichkeit und der Rolle des ‚Zeitschriftenwesen' hierbei werde ich die relevanten populärwissenschaftlichen Zeitschriften vorstellen und den Diskurs über die Atomphysik in ihnen skizzieren. In einem zweiten Teil versuche ich dann die Frage zu beantworten, inwieweit die politischen und wirtschaftlichen Krisen der Weimarer Republik in der Atomphysik und der Wissenschaftsvermittlung einen Niederschlag gefunden haben.

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

2. ‚Zeitschriftenwesen' und Atomphysik

2.1. Populärwissenschaft als Teil des ‚environment' der Naturwissenschaften

Die allgemeine Einstellung einer Gesellschaft gegenüber Naturwissenschaft und Technik, sei es Interesse oder Desinteresse, Hoffnung oder Misstrauen, Furcht oder Feindseligkeit, entzieht sich dem üblichen wissenschaftshistorischen Zugriff, der sich auf wissenschafts- und wissenschaftlernahe Quellen konzentriert. Auch liegen Meinungsumfragen oder andere Primärquellen, die allgemeine gesellschaftliche Einstellungen gegenüber der Naturwissenschaft beschreiben, für den hier zu betrachtenden Zeitraum höchstens ansatzweise vor.[13] Ein gangbarer Weg besteht in der Diskursanalyse wissenschaftsvermittelnder Medien, die auf einem allgemeinen Markt bestehen mussten. Zeitschriften wie *Umschau*, *Kosmos* oder *Koralle*, die außerhalb des subventionierten Wissenschaftsbetriebs ihre Abonnenten und seit der Jahrhundertwende ihre Leser mehr und mehr im Straßenverkauf finden mussten, konnten kaum erfolgreich sein, wenn sie nicht die Interessen und Ansichten ihrer Leser trafen. So wird die Auswahl der Verleger und der Redakteure zum Spiegel gesellschaftlicher Einstellungen und die populärwissenschaftliche Presse zur geeigneten Quelle, die bisweilen, wenn auch in beschränktem Maße, auch direkte Reaktionen der angesprochenen Öffentlichkeit in Form vom Leserbriefen, Fragekästen oder Leserbefragungen enthalten.[14]

Ich kann in meinen Betrachtungen der wissenschaftsvermittelnden Literatur von einigen Begriffen und Befunden ausgehen, die sich bis zu Paul Formans Dissertation aus dem Jahre 1967 zurückführen lassen. Sein dort verwendeter Begriff des ‚environment', als der generellen ‚Umgebung', in der Wissenschaft getrieben wurde, war noch wesentlich offener als das spätere ‚Kultur-Milieu'. ‚Environment' umschrieb als passives Agens etwa das, was in jüngerer Zeit gern aktiv mit dem Begriff ‚Ressourcen' bezeichnet wird, die ‚mobilisiert' werden können, seien institutionelle und disziplinäre Ressourcen, ökonomische und instrumentelle oder auch kognitive. Wissenschaftswandel kann, folgt man etwa Mitchell Ash, in dieser Sichtweise als die „Um- und Neugestaltung von Ressourcenensembles" verstanden werden.[15] Norton Wise hatte bereits vor längerer Zeit versucht, Forman in diesem Sinne zu reformieren, indem er den öffentlichen Diskurs als ‚produktives Agens' verstanden wissen wollte.[16]

Zu dem wissenschaftshistorisch zu berücksichtigenden ‚environment' der Atomphysik zählt das Zeitschriftenwesen, das sich als wichtiger Ort für die Ausbildung von Einstellungen gegenüber der Wissenschaft erweist. Forman konnte etwa Verbindungen zwischen politischen Fraktionen unter den Physikern und verschiedenen Zeitschriften aufzeigen und darstellen, welche Auswirkungen diese politischen oder weltanschaulichen Ausrichtungen auf den Stil der jeweiligen Publikationsprozesse (Vorgehen der Redaktion, Auswahlkriterien für Manuskripte) hatten. So stellte er etwa den „editor pope" der konservativen *Annalen der Physik* und den „editor impotent" der liberalen *Zeitschrift für Physik* gegenüber. Obwohl Forman die sich an einen weiteren Kreis wendenden populären Zeitschriften nicht gesondert betrachtet hatte und lediglich die Zeitschrift *Die Naturwissenschaften* einbezog, die es als ihre Aufgabe begriff, Wissenschaftler über die jeweiligen Fortschritte der Nachbardisziplinen zu unterrichten, konnte er bereits einige wesentliche Punkte erkennen. Von besonderem Interesse sind hier zwei Beobachtungen: Erstens, dass die „totality of

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

physical journals“ ein System formten, in dem jede einzelne Zeitschrift eine spezifische Funktion übernahm.[17] Dieser Befund eines Systems wird sich auch für Publikationsorgane feststellen lassen, die sich an breitere Leserschaften richteten. Zweitens war Forman bereits auf einen offensichtlichen Widerspruch gestoßen, ohne ihn jedoch aufzulösen, dass nämlich

> despite the ‚unpropitiousness of circumstances‘– namely the inflation and the antagonism toward the physical sciences and mathematics – semi-professional journals of general scientific content prospered.[18]

Ich möchte insbesondere dieses „kuriose Faktum“, wie Forman es nannte, in den Mittelpunkt meines Beitrags stellen: Warum war eine Gesellschaft, die für die Physiker als ein „feindseliges Milieu“ erschien und sie sogar zur Anpassung ihrer Wissenschaft bewegt haben soll, so interessiert, wenn nicht gar begeistert, über Wissenschaft und ihre Fortschritte zu lesen? Jedenfalls erreichte die Zeitschrift *Kosmos* die höchste Auflage ihres fast das ganze Jahrhundert umfassenden Erscheinens im Jahre 1925 mit über 200.000 Exemplaren. Bereits 1922 hatte sie seine Vorkriegsauflage übertroffen und mindestens fünf weitere populärwissenschaftliche Zeitschriften unterschiedlicher Ausrichtung erreichten in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre Auflagen von mehreren 10.000. Damit war das von der Nachfrage dokumentierte Interesse an Naturwissenschaft etwa doppelt bis dreifach so hoch wie vor dem Ersten Weltkrieg.[19]

2.2. Differenzierungen der Öffentlichkeit der Wissenschaft

Es gibt also deutliche Anzeichen dafür, dass sich die Wissenschaftsvermittlung mehr und mehr einem Massenpublikum öffnete und die Wissenschaft nicht nur mit einem „Intellektuellenmilieu“ kommunizierte. Dennoch wurde nicht zwangsläufig jeder von dieser Wissenschaftskonjunktur erfasst, es sind vielmehr verschiedene Schichten von Wissenschaft und Öffentlichkeit zu differenzieren.[20] Es reicht für die Zwecke dieses Beitrags aus, die Wissenschaft einer Disziplin (z.B. Physik) ungeachtet der Differenzierung in Teildisziplinen (etwa theoretische und experimentelle Physik) oder gar Spezialgebiete (Atomphysik etc.) zusammenzufassen und sie als ‚Fachwissenschaft‘ zu bezeichnen. Dann lässt sich davon die überfachliche Wissenschaftsgemeinschaft oder kurz ‚Fachöffentlichkeit‘ abgrenzen. Diese Öffentlichkeit innerhalb der Wissenschaft, zeigt sich am sichtbarsten in den Naturforscherversammlungen, aber auch in den Institutionen Universität und Akademie, die vielfach disziplinübergreifende Veranstaltungen pflegen.

Während Paul Forman die Diskurse dieser Ebene betrachtete, möchte ich die Öffentlichkeit jenseits der Wissenschaftler betrachten, und sie nach Reichweite der Publikationsorgane differenzieren. Der Markt der wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften lässt sich grob nach Größenordnungen des erreichten Publikums ordnen, worin auch zugleich ein Hinweis auf den Systemcharakter der Wissenschaftsvermittlung gesehen werden kann (Abb. 1).

Erreichte eine Fachzeitschrift im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts etwa einige Hundert Wissenschaftler einer Disziplin, so zirkulierte das zwischen den Disziplinen vermittelnde Organ *Die Naturwissenschaften* seit seiner Gründung im Jahre 1913 wöchentlich mit einer Auflage zwischen 2000 und 3000, die jahrzehntelang fast unverändert blieb. Demgegenüber erreichten die ebenfalls wöchentlich erscheinenden Zeitschriften *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* und *Umschau* in der Weima-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

	Organe (Beispiele)	Auflage
Wissenschaft in Disziplinen und Spezialgebieten	*Annalen der Physik, Zeitschrift für Physik*	~ 100
Fachöffentlichkeit der Wissenschaftler insgesamt	*Die Naturwissenschaften*	~ 1.000
interessierte und gebildete Öffentlichkeit	*Umschau, Technische Monatshefte, Kosmos*	~ 10.000
gelegentlich interessierte Öffentlichkeit	*Koralle, Wissen und Fortschritt, Urania, frühes Radio*	~ 100.000
breite Öffentlichkeit	*Berliner Illustirte, B.Z. am Mittag*	~ 1.000.000

Abb. 1: Differenzierung von Wissenschaft und Öffentlichkeit in Schichten und diese adressierende Organe

rer Zeit Auflagen von 15.000 bis 20.000. Die *Umschau* verpflichtete sich explizit der Aufgabe, gleichermaßen alle wichtigen Entwicklungen der Naturwissenschaften und Technik (und darüber hinaus) zu behandeln, wobei auf Fachbegriffe möglichst verzichtet, die Ergebnisse in einen weltanschaulichen Rahmen eingeordnet und graphisch illustriert werden sollten. So wurde eine ‚interessierte und gebildete Öffentlichkeit' angesprochen. Obwohl sie selbst keine Wissenschaftler waren, informierten sich die Mitglieder dieses Stammpublikums der Wissenschaft regelmäßig über die neuesten Fortschritte.

Auch die Zeitschrift *Kosmos* bediente im Wesentlichen dieses Publikum. Im Vergleich zu den älteren populärwissenschaftlichen Zeitschriften war sie aber in zweierlei Hinsicht außergewöhnlich. Zum einen war ihr Bezug an die Mitgliedschaft in der Gesellschaft der Naturfreunde gebunden, zum anderen erreichte die Auflage außergewöhnliche Höhen. Dies kann zum Teil auf die lediglich monatliche Erscheinungsweise und den entsprechend geringen Jahrespreis zurückgeführt werden, entscheidender aber war der besondere Fokus der Zeitschrift auf Natur und Geographie, Themen also, die über die wissenschaftliche Perspektive hinaus attraktiv waren, zudem wurde die Technik fast vollständig ausgeblendet.[21]

Neben diesem Stammpublikum der Wissenschaftsvermittlung gab es diejenigen, die zumindest gelegentlich ein Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zeigten. Diese ‚gelegentlich interessiert Öffentlichkeit' besuchte etwa technische Museen und kaufte populäre Wissenschaftszeitschriften am Zeitungskiosk. Für diese bereits breitere Schicht der Öffentlichkeit mussten sich die Zeitschriften der normalen Schriftsprache bedienen, auf Formeln ganz verzichten und speziell für ihre Leser angefertigte Illustrationen verwenden (insbesondere auf den Hefttiteln), um das Interesse des Lesers zu gewinnen. Typische Vertreter dieser Zeitschriften waren *Koralle*, *Technik für Alle* und *Wissen und Fortschritt*, die in den Jahren nach 1927 zusammen auf über 100.000 Verkaufsexemplare kamen. Die Ullstein-Zeitschrift *Koralle* gab sich zwar noch moderner und insbesondere attraktiver illustriert als der traditionellere *Kosmos*, doch sollte sie diese an Auflage erst nach 1933 überrunden, nachdem das Themenspektrum sich auf Kunst, Sport, Populärkultur und auch Humor erweiterte, entsprechend den Anteil an Wissenschaft und Technik verkleinerte. Mit 800.000 Exemplaren wurde die *Koralle* zum – aus einer populärwissenschaftlichen Zeit-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

schrift hervorgegangenen – Massenmedium im nationalsozialistischen Deutschland.[22]

Die ‚breite Öffentlichkeit' hat im Allgemeinen kein spezifisches Interesse an Naturwissenschaften gezeigt, das sich in der Lektüre spezialisierter Periodika niedergeschlagen hätte. Sie wandte sich Berichten über naturwissenschaftliche Themen dann zu, wenn sie mit anderer außerwissenschaftlicher Attraktion verbunden wurden: Sensationen, Rekorden oder Geniekult. Diese Schicht der Öffentlichkeit wurde nur von den Massenmedien erreicht, den Zeitungen und Illustrierten.

Wir haben mit dieser Erweiterung und Differenzierung des Publikums der Wissenschaft gegenüber Paul Formans Analyse Raum gewonnen, für die Diskussion der Ebene, in der sich eine „allgemeine geistige Umgebung" definierte, die dann von den Physikern als beeinflussendes „Kultur-Milieu" empfunden werden konnte und zu Reaktionen Anlass gegeben haben mag. Zugleich lässt die Differenzierung, die sich aus einer seit der Jahrhundertwende stattfindenden grundlegenden Transformation der Wissenschaftsvermittlung entwickelte, ein Vermittlungssystem und eine Dynamik erkennen, die zu einer zunächst immer weiteren Öffnung der Wissenschaftsvermittlung zu breiteren Öffentlichkeitsschichten hin erfolgte und von den entstehenden Massenmedien in den Jahren zwischen der Jahrhundertwende und etwa 1930 gekennzeichnet wird. Diesem Trend entsprach auch die Präsentation bisweilen widersprechender Theorien in einer Zeitschrift ohne Parteinahme durch die Redaktion und das Herauskehren äußerlicher Qualitäten der Wissenschaft statt ihrer inhaltlichen Auseinandersetzungen. Gegen diesen Trend, der gleichermaßen als Demokratisierung und als Trivialisierung erscheinen mag, steuerte indes der Springer-Verlag. Sowohl in der Zeitschrift *Die Naturwissenschaften* wie auch in der 1927 begründeten Buchreihe *Verständliche Wissenschaft* sollten die Informationen über neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse wieder von den Fachwissenschaftlern kommen. Sie sollten die Vermittlungsarbeit übernehmen, und sie nicht den professionellen Vermittlern überlassen, die sich allenfalls aus den Quellen der Fachöffentlichkeit bedienten.

2.3. Atomphysik im Vermittlungssystem

Dass tatsächlich Aushandlungsprozesse zwischen verschiedenen Ebenen von Wissenschaft und Öffentlichkeit im Bereich der Atomphysik stattfanden,[23] möchte ich nun anhand der Revolution des Atombegriffs skizzieren, der sich seit Anfang des 20. Jahrhunderts von der frühneuzeitlichen Darstellung als Kugelatom zum planetaren und entkörperlichten Atom des 20. Jahrhunderts nach Rutherford, Bohr und Sommerfeld veränderte und seine breite Etablierung in den Jahren erlebte, auf die sich Paul Formans Ergebnisse gründen.

Die Ikonographie des Kugelatoms verschwand um die Jahrhundertwende, als Radioaktivität und insbesondere Philipp Lenards experimentelle Ergebnisse zur Leere des Atoms diskutiert wurden. Dessen Artikel in den *Annalen der Physik* aus dem Jahre 1903 ist ein instruktives Beispiel dafür, wie die verschiedenen – größtenteils bereits erwähnten – wissenschaftsvermittelnden Zeitschriften die Neuigkeit der Fachwissenschaft einerseits mit unterschiedlicher zeitlicher Verzögerung zum Ursprungsartikel und andererseits auf verschiedene Weise vermittelten.[24] Es finden sich Monat für Monat immer populärere Beiträge zu der neuen Einsicht in die Materie

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

und ihrer eigentümlichen Leere. Während die Referatezeitschriften binnen weniger Monate berichteten, dauerte es bei der auf die interessierte Öffentlichkeit zielenden *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* ein halbes Jahr. Dafür wurden die Erkenntnisse in einen weiteren Rahmen gestellt, der die historische und philosophische Diskussion über Materie wiedergab. Dabei ist bemerkenswert, dass ihr Artikel nicht nur Ergebnisse mitteilt, die sich in Lenards Originalarbeit finden, dass etwa das Atom im gleichen Maße leer sei wie das Universum, sondern dass zudem darin nicht enthaltene weiterführende Schlussfolgerungen abgedruckt werden. So liest man, dass

> wohl jedes vom Kraftfeld festgehaltene Kathodenstrahlteilchen schnelle Umläufe um den positiven Punkt ausführen oder Bahnen beschreiben [wird], deren Kenntnis von einer noch zu findenden Lösung des Dreikörperproblems, das nicht nur anziehende sondern auch abstoßende Kräfte berücksichtigt, zu erwarten wäre.[25]

Auf diese Weise wurden die Leser der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* bereits im Mai 1904 mit einem Atomkonzept vertraut gemacht, dass wesentliche Züge der späteren (fachwissenschaftlichen) Beschreibung des Atom antizipierte, nicht nur die planetare Struktur des Rutherford-Atoms von 1911, sondern bereits die Probleme, Elektronenbahnen in Analogie zu den mechanischen Mehrkörperproblem zu bestimmen, eine Aufgabe, der sich zwanzig Jahre später Max Born und Werner Heisenberg stellen sollten. Unabhängig vom Artikel in der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift* erschien die planetare Analogie auch im *Kosmos* bereits 1904, wo experimentelle Erkenntnisse zum Radium und zu Kathodenstrahlen sich einträchtig mit spekulativen öffentlichen Wissensbeständen über Materie verbanden, welche wir als zumindest zusammen ‚mit' der Öffentlichkeit Entwickelte ansehen können.

Das scheinbare Rätsel, dass das moderne Atom in der Öffentlichkeit schon bekannt war, bevor es die Wissenschaft ‚entdeckte', kann zumindest teilweise aufgelöst werden: Zum einen wurde das planetare Atom bereits 1901 von Jean Perrin in den öffentlichen wissenschaftlichen Diskurs eingeführt und zwar in einem Artikel für eine gehobene populärwissenschaftliche Zeitschrift, die französischen *Revue scientifique.*[26] Damit erscheint die wissenschaftliche Diskussion in Zeitschriften, die sich an eine interessierte und gebildete Öffentlichkeit wandten, als ein Vordiskurs zu den späteren Überlegungen in den fachwissenschaftlichen Zeitschriften. Zum anderen gibt es einen einfachen und plausiblen Grund dafür, warum das Planetenmodell für das Atom so beliebt in Zeitschriften wie *Kosmos* oder *Natur* war: Viele der dort publizierenden Autoren rekrutierten sich fachlich aus dem Bereich der Astronomie, einem Fach, das ja seit langem eine besondere Anziehungskraft auf Laien ausgeübt und früh professionelle Popularisierer hervorgebracht hatte,[27] und so mag man es einer ‚déformation professionelle' zuschreiben, dass für Astronomen auch der Mikrokosmos in Strukturen und Begriffen der Astronomie erklärt wurde.

Der nächste Schritt in dieser Wechselwirkung von Wissenschaft und Öffentlichkeit ist nun die Etablierung des planetaren Atommodells in der Wissenschaft, genauer gesagt in der Fachwissenschaft und seine Kommunikation in die Fachöffentlichkeit, die hier nur in aller Kürze gegeben werden kann. Zunächst können wir feststellen, dass Wissenschaftler wie Rutherford und Bohr die bereits in weiten Kreisen diskutierte planetare Analogie für das Atom nur aufgreifen mussten, nicht aber selbst erfinden. Dabei handelte es sich aber keineswegs um eine Adaption an ein feindliches ‚environment' populärer Ansichten im Formanschen Sinne. Vielmehr zeigt die Lektüre der *Naturwissenschaften* aus den Jahren 1913 bis 1918 eine eigentümliche Reser-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

viertheit, wenn nicht Feindlichkeit, gegenüber dem Modell aus Kreisen der Fachwissenschaft.

Der junge Karlsruher Assistent der physikalischen Chemie Kasimir Fajans war der Erste, der im Abdruck seines Habilitationsvortrags ein Atommodell in den *Naturwissenschaften* erwähnte, das dem von Bohr nahe kam. Fajans, der bald Mitarbeiter von Arnold Sommerfeld in München wurde, wo er 1925 zum Ordinarius aufsteigen sollte, sah 1913 in einer solchen Theorie allerdings lediglich eine von vielen Spekulationen über das Atom. So votiert Fajans hier für die Vorstellungen von J. W. Nicholson und teilte seinen Kollegen der Physik, Chemie und Biologie mit, dass alle Materie aus „Coronium", Wasserstoff, „Nebulium" und „Protofluor" bestünde.[28] Neben einem Artikel eines Lenardschülers noch im gleichen Jahr, erklärte dann 1916 Ernst Gehrcke den Lesern, die Mängel der Bohr'schen Theorie legten nahe, dass seine eigene Vorstellung von Ringen aus „Äthervakuum" zumindest die gleiche Glaubwürdigkeit beanspruchen dürften.[29]

So zeigt sich, dass die Öffentlichkeit offensichtlich kein Problem mit dem planetaren Atom hatte, sondern dass es die Physiker selbst waren, die im fachöffentlichen Diskurs eine Konfusion oder auch eine Feindlichkeit gegenüber dem öffentlich so attraktiven neuen Atom entwickelten. Erst nach Sommerfelds einflussreichem halbpopulären Buch *Atombau und Spektrallinien* etablierten die Wissenschaftler das moderne Atom und autorisierten es für die Öffentlichkeit. Sommerfeld und Fajans beschrieben dem Deutschen Museum 1918, wie ein Holz-und-Draht-Modell des Wasserstoffatoms anzufertigen sei, und halfen bei der Planung eines speziellen Ausstellungsraumes zum Thema „Aufbau der Elemente".[30]

Zusammenfassend lässt sich zum wissenschaftlichen und öffentlichen Diskurs über das Atom seit der Jahrhundertwende und über den Krieg bis in die Weimarer Zeit hinein feststellen, dass die Physiker offensichtlich fähig waren, Ergebnisse, Ideen und auch Spekulationen aus dem öffentlichen Diskurs in ihre Wissenschaft als produktive Ressource zu integrieren. Die Akzeptanz des neuen Atoms wurde letztlich – um eine Formulierung Ludwik Flecks aufzugreifen – durch diese gemeinsame ‚Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache' von der Wissenschaft mit der Öffentlichkeit nur befördert.[31]

Zu dieser Geschichte eines gelungenen Aushandlungsprozesses von Begriffen und Vorstellungen gehört allerdings auch noch die des nachfolgenden Scheiterns: Gerade als die Kritik am neuen Modell aus der Wissenschaft sich gelegt hatte und autorisierte Modelle und Bilder in Zeitschriften, Büchern und Ausstellungen erschienen, die gleichsam für eine Zeit zurückgehalten worden waren, widerlegte die Quantenmechanik das schöne und populäre Bild, da die Wissenschaft nun die Vorstellung von bestimmbaren Bahnen im Atom kategorisch ausschloss. Die populären Wissenschaftszeitschriften der Weimarer Periode haben dem quantenmechanischen Atom die Bildlichkeit verweigert (erst 1936 findet sich die wohl erste solche Illustration im *Kosmos*). Der große Erfolg des zusammen mit der Öffentlichkeit konstruierten Atoms machte es fast unmöglich, dieses Bild wieder zurückzuziehen, wie es die Quantenmechanik eigentlich verlangte. Selbst heute sind wir dem planetaren Bild stark verbunden, wenn auch aus Gründen, die genau genommen keine wissenschaftlichen sind.[32]

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

3. Waren die Weimarer Krisen auch solche der Atomphysik oder der Wissenschaftsvermittlung?

Wurden bisher Zeitschriften betrachtete, die bereits im Kaiserreich erschienen waren, möchte ich mich nun den Veränderungen zuwenden, die in der Weimarer Zeit stattfanden und die Bedeutung und Rolle von Krisen betrachten. Der Begriff Krise wurde ein Schlüsselbegriff sowohl der Selbstbeschreibung der Weimarer Zeitgenossen wie der Geschichtsschreibung der ersten deutschen Republik, hier meist verbunden mit einem allgemeinen Modernediskurs.[33] In jüngerer Zeit wurde der Krisenbefund aber auch auf die Zeit der Jahrhundertwende angewandt bzw. ausgedehnt oder als rhetorisches Konstrukt zur Durchsetzung von ‚Gestaltungsvisionen' interpretiert, ohne dass hierbei jedoch das Feld der Naturwissenschaft in den Mittelpunkt gestellt wurde.[34] Ich beschränke mich auf die Frage nach möglichen Krisen der Wissenschaftsvermittlung und betrachte den Krisendiskurs in Bezug auf die Naturwissenschaften: Erfasste eine tatsächliche Krise das Zeitschriftenwesen oder wurde eine beschworene Krise für dessen Umgestaltung genutzt? Und welche Rolle spielte die Feststellung von Krisen für die Wissenschaftsvermittlung?

Zweifellos hatte die Inflation ihren Tribut gefordert: Langjährig erscheinende Zeitschriften wie die *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* oder *Prometheus* hatten ihr Erscheinen eingestellt; offiziell waren sie in die *Umschau* aufgegangen, doch lassen sich hier keine Kontinuitäten finden.[35] Zeitschriften hingegen, die einer stärkeren ideologischen Ausrichtung folgten, wie die *Neue Weltanschauung* des Monistenbundes, verschwanden ohne Erben. Eine typische neue ‚Weimarer' populärwissenschaftliche Zeitschrift waren seit 1925 *Koralle* vom Ullstein-Verlag. Sie verpflichtete einige Größen der Naturwissenschaft als Autoren, etwa Erwin Schrödinger, der zu Atom- und Quantenphysik schrieb. Das blieb aber die Ausnahme, in den meisten Fällen behandelten professionelle Vermittler insbesondere das Thema Physik.[36] Zwei Jahre nach der *Koralle* wurde die Monatsschrift *Wissen und Fortschritt* begründet, die sich in ihrer ersten Ausgabe als deutscher Kämpfer gegen einen grassierenden Amerikanismus in Wissenschaft und Technik anbot, während das Blatt *Technik für Alle* aus der Franck'schen Verlagshandlung in Ergänzung des von ihr herausgegebenen *Kosmos* der darin weitgehend ignorierten Technik einen eigenes Organ verschaffte. *Technik für Alle* gab es seit 1916, sie sollte aber erst in der Weimarer Republik eine größere Verbreitung finden. Nicht vergessen werden darf hier die *Urania*, die als dezidiert marxistische Zeitschrift eine besondere Rolle einnahm, an die in der DDR wieder angeknüpft werden sollte.[37]

Eine genauere Charakterisierung dieser Zeitschriften etwa in Hinblick auf die neuen Verbindungen zur Politik, der Zugehörigkeit zu Pressekonzernen oder darauf, wie sich die Beziehung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit generell veränderte, kann hier aus Platzgründen ebenso wenig gegeben werden wie etwa die Betrachtung der Auswirkungen von Farbdruck und Großformat oder auch die Medienkonkurrenz durch das Radio – alles Faktoren, die die Rahmenbedingungen für die Wissenschaftsvermittlung veränderten. Ich möchte also lediglich die Frage nach den Krisenphänomenen und Krisenwahrnehmungen stellen, denn darin bestand bereits für Paul Forman der grundlegende Wesenszug des Weimarer ‚environment' der modernen Physik und der Wissenschaft im Allgemeinen. Entsprechend möchte ich fragen, ob die Leser von *Kosmos* und *Koralle* eine solche Krise gespürt haben und ob

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

es sich dabei dann um eine Krise der Wissenschaft insgesamt, um eine der modernen Physik im Besonderen oder um ein Problem der Wissenschaftsvermittlung gehandelt hat.

Zunächst einmal gab es in den Zeitschriften durchaus einen Krisendiskurs, der allerdings keinen sichtbaren Einfluss auf die Beschäftigung mit Quanten- und Atomphysik nahm. Obwohl vieles in den Zeitschriften, die sich etwa an eine interessierte Öffentlichkeit wendeten, der Veränderung unterworfen war – wie spektakuläre Fotografien, Titelillustrationen oder Berichterstattung über psychologische und übernatürliche Phänomene –, sollten dennoch weder *Kosmos* noch *Koralle* davor zurückschrecken, über Quantenmechanik, Schrödinger-Gleichung, die Gesetze der Wahrscheinlichkeit und der Kausalität, den Welle-Teilchen-Dualismus oder auch Materiewellen zu berichten.[38] Die entsprechenden Beiträge zeugen dabei vielfach von einer bemerkenswerten Qualität, was das Erklären, Illustrieren und zugängliche Darstellen dieser schwierigen Themen anbetrifft. Eine generelle Feindlichkeit gegenüber diesen Themen kann weder in *Kosmos*, in *Koralle* oder in *Wissen und Fortschritt* vorgefunden werden.

Trotzdem entdeckt man vieles, was zu Paul Formans Ergebnissen passt: In einem *Kosmos* Aufmacherartikel im Jahre 1927 wurde Oswald Spengler ebenso erwähnt, wie die Forderung, neue Verbindungen zwischen Physik und Philosophie herzustellen. Daneben florierte die Pseudowissenschaft in Form von Welteislehre, Wünschelruten und angeblichen neuen Strahlungsphänomenen. Aber es gab zugleich eine kritische Auseinandersetzung damit und eine Diskussion mit den Lesern. *Kosmos* erbat sich 1931 etwa Zuschriften über wissenschaftliche Falschmeldungen in Zeitungen und populären Zeitschriften. *Koralle* brachte 1932 einen langen Beitrag über Astrologie, Handlesekunst und ähnlichem unter dem Titel *Irrwege schlechter Zeiten* und stellte damit gleich den Zusammenhang zwischen blühender Pseudowissenschaft und ökonomischen und politischen Problemzeiten her.[39] Aufschlussreich ist auch die Behandlung der Welteislehre, die im *Kosmos* 1925 in einem Artikel sachlich kritisiert wurde, währen *Koralle* einige Jahre später zum Mittel des feinen Sarkasmus griff.[40]

Insbesondere für den Fall der Atomphysik begegnet man statt einer Feindlichkeit einer Pluralität. Der interessierte Leser konnte 1929 in *Koralle* Schrödingers Beschreibung der Quantentheorie in einem Artikel lesen, der aus Anlass seiner Nachfolge auf die Stelle von Max Planck an der Berliner Universität erbeten worden war. Er bediente sich der Erzählung über das Rätsel des Lichtes, um seiner „geneigten Leserin“ über Spektroskopie (der „Lichtreklame“, die jedes Atom macht) und über Quanten (die so klein wie „Inflationsmark“ sind) aufzuklären, und er gestand ihr, dass er selbst noch gar nicht genau wisse, ob die Quantenannahme wirklich der wahre Ausdruck für die Phänomene sei. „Sobald wir wirklich wissen, was wir meinen“, schrieb er, „werden wir es auch dem für Naturwissenschaft interessierten Laien erzählen können.“[41]

Wir haben hier ein Beispiel, wie der Diskurs zwischen Fachwissenschaftler und einem interessierten oder vielleicht sogar breiteren Publikum zu einer bestimmten lockeren und kokettierenden Form der Kommunikation zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit führte. Im Gegensatz zu Schrödingers sprachlicher Adaption, lieferte der professionelle Wissenschaftsvermittler Paul Kirchhoff 1928 im *Kosmos* bei der Erklärung der Quantisierung der Energiezustände im Atom genau das, was bei

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim



Abb. 2. Das neue Modell des Wasserstoffatoms; eine unmögliche Wellenbahn. Dort, wo die Welle mit dem Wellental begann, kommt nach Umlauf der Welle ein Wellenberg an. Ergebnis: Aufhebung der Welle; sie kann sich nicht schließen, weil die Welle nicht mit einer Tal-Phase anlangt

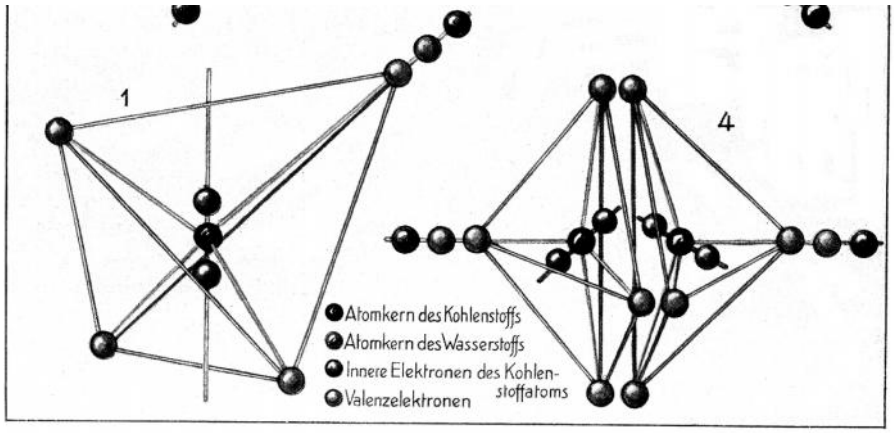
Abb. 2: Eigens für die Wissenschaftsvermittlung angefertigte Zeichnung zur Visualisierung von möglichen Energieeigenzuständen in einem Artikel über Quantenmechanik in der Zeitschrift *Kosmos*.

Schrödinger fehlte: eine anschauliche Erklärung. Auch wenn er in seinem Text darauf hinweist, dass keine Abbildung irgendeinen Erklärungsanspruch für die Lösung der Quantenprobleme liefern könnte, da dies nur eine empirisch zu bestätigende mathematische Theorie leisten könne, sind seine Zeichnungen nichtsdestoweniger gute Beispiele für eine Visualisierung von Schrödingers „Quantisierung als Eigenwertproblem“ von 1926 (Abb. 2).[42]

Wie in der *Koralle*, wo Beiträge von Fachwissenschaftlern die Ausnahme waren und üblicherweise Werner Leszynski über Atomphysik berichtete, gab es im *Kosmos* nicht nur die Artikel von Paul Kirchberger. Etwa konnte zwei Monate vor Schrödingers Wortmeldung ein Ingenieur im *Kosmos* ausführlich über die Atomtheorie von Johannes Stark berichten. Mit bunten Kugel-und-Stäbchen-Modellen wurde die innere Atomstruktur dargestellt (Abb. 3). Während heute für die Wissenschaftsgeschichte Starks ominöse Axialtheorie des Atoms lediglich eine Fußnote der Geschichte der Atomphysik darstellt, konnte sie sich damals einiger öffentlicher Aufmerksamkeit erfreuen, da im *Kosmos* sogar eine ganze der wenigen und teuren Farbseiten dafür verwendet wurde.[43]

Die vielleicht naheliegendste Deutung für diese Pluralität von Erklärungsangeboten wird durch die These einer Demokratisierung der Wissenschaftsvermittlung gegeben, die sowohl eine Ausweitung des Kreises derjenigen bedeutete, die an der Aushandlung von Wissensofferten teilnehmen konnten, als auch eine neue Kultur der Kritik: Den Status der Unangreifbarkeit, auf den die Wissenschaft des Kaiserreichs noch zählen konnte, gab es in dieser Form nicht mehr. Das Spektrum der Themen und die Schichten, aus denen sich die Autoren rekrutierten, die beanspruchten, als wissenschaftlich zu gelten, hatte sich wesentlich erweitert. Zugleich musste sich jeder Verfasser und jedes Thema generell der Kritik stellen und gegebenenfalls ertragen, dass in der nächsten Zeitschriftennummer eine völlig andere Theorie zu einem Thema vertreten wurde.[44] Und genau hier finden wir Übereinstimmung mit Paul Formans Beurteilung der Weimarer Physikzeitschriften: Was hier für *Kosmos* und *Koralle* festgestellt wurde, findet sich analog bei der *Zeitschrift für Physik*, die das führende Organ für Atomphysik war und zugleich eine ganze Zahl an Beiträgen mit eher zweifelhaftem Inhalt veröffentlicht hat.[45] Offensichtlich war es Ausdruck der

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim



Aufbau der Moleküle nach Stark
1. Kohlenstoff- und Wasserstoffatom. 2. Äthan (C_2H_6). 3. Äthylen (C_2H_4). 4. Azetylen (C_2H_2)

Abb. 3: Aufwändige (farbige) Illustration einer wissenschaftlich zweifelhaften Alternativtheorie der Atomstruktur in der Zeitschrift *Kosmos*.

liberalen Demokratie der Weimarer Zeit, dass Verleger, Herausgeber und Redakteure auch im System der Wissenschaftsvermittlung für eine größere Vielfalt optierten, statt strenge Kriterien festzulegen und Grenzziehungen der Wissenschaftlichkeit durchzuführen. Für populäre Zeitschriften sollte sich diese Politik auszahlen: Vieles – und damit jedem Leser etwas – zu bieten, sei es zum Fortschritt in der Quantenmechanik oder zur Kritik der Wissenschaft als Ganzer, entsprach dem verlegerischen Wunsch, einen möglichst großen Leserkreis zu bedienen. Insofern spiegeln die Veränderungen der naturwissenschaftlichen Wissenschaftsvermittlung auch ein am Markt nachweisbares verändertes Interesse der Öffentlichkeit an Naturwissenschaft und Technik.

Durch die im Vergleich zu Forman, der weitgehend die Kritik, die in der Fachöffentlichkeit diskutiert wurde, in den Vordergrund der Analyse stellte, erweiterte Quellengrundlage, erscheint der Krisendiskurs in der gebildeten und interessierten Öffentlichkeit von anderer Qualität. In der *Koralle* erschienen seit August 1930 zwölf Artikel über die Krise der Wissenschaft, in der eine Reihe bekannter Geistesgrößen die simple Frage zu beantworten suchte: „Warum wird heute überhaupt Wissenschaft getrieben?“ Die Reihe wurde von Adolf von Harnack eröffnet, dem großen Repräsentanten des meritokratischen Modells, nachdem sich das Recht auf öffentliches Gehör an den wissenschaftlichen Leistungen zu orientieren habe, dessen letzte Publikation dieser Beitrag werden sollte. Weitere Antworten wurden dann von einem Soziologen, einem politischen Geographen und einem Mediziner gegeben, es folgte der Charakterologe Ludwig Klages, der Ökonom Werner Sombart, der Physiker Erwin Schrödinger und der Biologe Jakob von Uexküll, bevor ein Historiker und schließlich ein Chemiker die Serie beendeten.

Besonders instruktiv ist Sombarts Ansatz, der auch von Schrödinger sofort aufgegriffen wurde: Er bemerkte gleich zu Beginn, dass zwei Dinge nicht verwechselt werden dürften: Krisen in wissenschaftlichen Disziplinen, die überhaupt nicht destruktiv zu sein brauchen, sondern vielmehr ein erwünschtes Zeichen eines lebendigen Forschungsgebiets darstellen, und eine Krise, die das wissenschaftliche Projekt

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

als Ganzes gefährdete. In diesem Kontext erschien Erwin Schrödingers vielfach wiederabgedruckter Artikel „Wissenschaft – Kunst – Spiel", bekannter vielleicht noch unter seinem englischen Titel „Science as Culture". Er löste die Frage ähnlich auf, indem er argumentierte, dass trotz aller (produktiven) Krisen, die in verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten auftreten mögen, dies im Allgemeinen noch lange keine Krise der Wissenschaft – keine „Wissenschaftsdämmerung" – bedeuten würde. Wissenschaft sei dem Menschen ein universelles Bedürfnis wie Kunst und Spiel, das aber nicht durch Ziele und Zwecke bestimmt sei. Da Wissenschaft in erster Linie Kultur sei, müsse ihr kultureller Wert höher erachtet werden als der utilitaristische. Nach dem Niedergang des autoritären Staates breche sich ein neuer Zeitgeist Bahn und führe zu Krisen in der Wissenschaft, aber: „Wir brauchen den Angriffen des Zeitgeistes in keinem Fall zu wehren. Was lebensfähig ist, wir ihnen widerstehen."[46] Damit gab sich die Wissenschaft gegenüber der Öffentlichkeit widerstandsfähiger als es im fachöffentlichen Diskurs zuweilen den Anschein hatte.

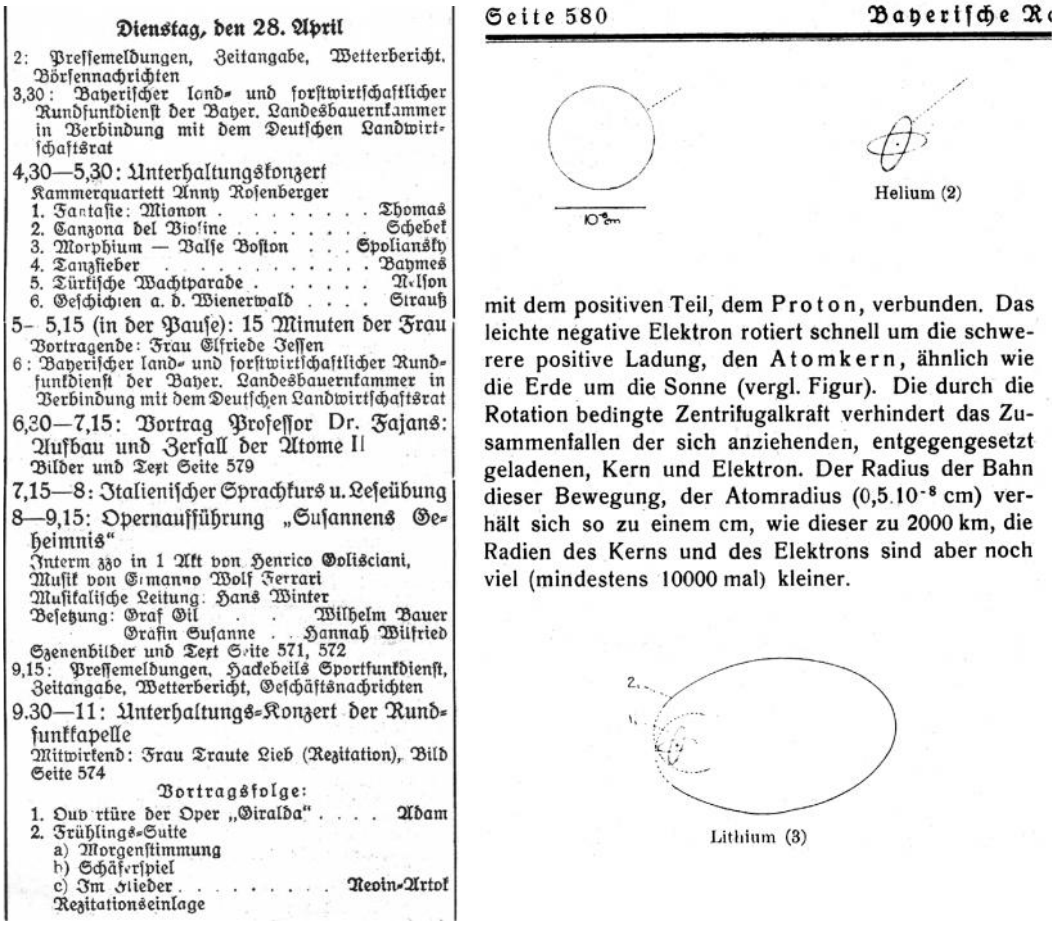
4. Fazit

Das Bild, das sich von der Wissenschaftsvermittlung in der Weimarer Republik abzeichnet, wenn man den Blick von den ‚Intellektuellendiskursen' auf die populärwissenschaftliche Wissenschaftsvermittlung wendet, ist weder von einer Feindseligkeit gegenüber den Naturwissenschaften geprägt, noch wird eine Missachtung der Wissenschaftler sichtbar. Statt einer Destruktivität sogenannter externer Einflussfaktoren auf die Wissenschaft im Allgemeinen und für die Weimarer Periode im Besonderen, finden wir in der Verwendung von Wissensbeständen aus der Öffentlichkeit und in der Bezugnahme auf öffentliches Wissenschaftsinteresse nun die Öffentlichkeit als eine produktive Ressource für die Wissenschaft. Andere Studien konnten jüngst zeigen, wie etwa Chemiker den Rummel über Vitamine in der Weimar Zeit und im Nationalsozialismus ausnutzen konnten, obwohl der Vitaminbegriff in der biochemischen Wissenschaft eher kontraproduktiv war, wie Ethnologen ihre Wissenschaft und ihre Studienobjekte zum großen Teil durch öffentliche Ausstellungsprojekte im Kaiserreich und in Weimar erst selbst schufen, oder wie die Science-Fiction-Literatur der 1920er bzw. 1970er Jahre Diskussionen über bemannte Raumfahrt oder die Klonierung probten und auf diese Weise eine Vordiskurs für spätere Diskussionen über Begriffe und Auswirkungen in diesen Bereichen schufen.[47]

Obwohl der Journalismus und die Medien in den 1920er Jahren in Deutschland große Entwicklungsschübe erfuhren, sich Journalisten auf Fachgebiete zu spezialisieren begannen und der Durchbruch zu einer Massenkommunikation konstatiert werden kann, implizierte dies nicht automatisch eine Dominanz des Mediensystems über das der Wissenschaft.[48] Weder erscheint die Themenselektion rein von Nachrichtenwerten bestimmt noch spielten Sensation oder Geniekult eine besondere Rolle. Im Gegenteil ist zu beobachten, dass man sich in den populärwissenschaftlichen Zeitschriften bisweilen dezidiert von der Sensationsberichterstattung mancher Tageszeitungen abzusetzen suchte.

Der Blick auf das neue Medium Radio zeigt nicht nur eine Wissenschaftsvermittlung von hoher Quantität und Qualität sondern auch eine bemerkenswerte Konstanz. So blieben von 1925, dem ersten vollen Betriebsjahr des Rundfunks in Deutschland, bis mehrere Jahre in die Zeit des Nationalsozialismus hinein die Zahl

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim



Dienstag, den 28. April

2: Pressemeldungen, Zeitangabe, Wetterbericht, Börsennachrichten
3,30: Bayerischer land- und forstwirtschaftlicher Rundfunkdienst der Bayer. Landesbauernkammer in Verbindung mit dem Deutschen Landwirtschaftsrat
4,30—5,30: Unterhaltungskonzert
Kammerquartett Anny Rosenberger
1. Fantasie: Mignon . . . . . Thomas
2. Canzona del Violine . . . . . Schebek
3. Morphium — Valse Boston . . . Spolianský
4. Tanzfieber . . . . . Baymes
5. Türkische Wachtparade . . . . . Nelson
6. Geschichten a. d. Wienerwald . . . . Strauß
5- 5,15 (in der Pause): 15 Minuten der Frau
Vortragende: Frau Elfriede Jessen
6: Bayerischer land- und forstwirtschaftlicher Rundfunkdienst der Bayer. Landesbauernkammer in Verbindung mit dem Deutschen Landwirtschaftsrat
6,30—7,15: Vortrag Professor Dr. Fajans: Aufbau und Zerfall der Atome II
Bilder und Text Seite 579
7,15—8: Italienischer Sprachkurs u. Leseübung
8—9,15: Opernaufführung „Susannens Geheimnis"
Interm zzo in 1 Akt von Henrico Golisciani, Musik von Ermanno Wolf Ferrari
Musikalische Leitung: Hans Winter
Besetzung: Graf Gil . . . Wilhelm Bauer
Grafin Susanne . . Hannah Wilfried
Szenenbilder und Text Seite 571, 572
9,15: Pressemeldungen, Hackebeils Sportfunkdienst, Zeitangabe, Wetterbericht, Geschäftsnachrichten
9.30—11: Unterhaltungs-Konzert der Rundfunkkapelle
Mitwirkend: Frau Traute Lieb (Rezitation), Bild Seite 574
Vortragsfolge:
1. Ouvertüre der Oper „Giralda" . . . . Adam
2. Frühlings-Suite
a) Morgenstimmung
b) Schäferspiel
c) Im Flieder . . . . . Neoin-Artok
Rezitationseinlage

Seite 580 Bayerische R

Helium (2)

mit dem positiven Teil, dem Proton, verbunden. Das leichte negative Elektron rotiert schnell um die schwerere positive Ladung, den Atomkern, ähnlich wie die Erde um die Sonne (vergl. Figur). Die durch die Rotation bedingte Zentrifugalkraft verhindert das Zusammenfallen der sich anziehenden, entgegengesetzt geladenen, Kern und Elektron. Der Radius der Bahn dieser Bewegung, der Atomradius ($0{,}5.10^{-8}$ cm) verhält sich so zu einem cm, wie dieser zu 2000 km, die Radien des Kerns und des Elektrons sind aber noch viel (mindestens 10000 mal) kleiner.

Lithium (3)

Abb. 4: Wissenschaftssendungen fügten sich selbstverständlich in das Programm des frühen Radios ein, hier ein Vortrag von Kasimir Fajans am 28. April 1925 um 18 Uhr 30 in der Deutschen Stunde für Bayern. Ausschnitte aus Programm und Berichtsteil der Bayrischen Radiozeitung.

von Radiosendungen über naturwissenschaftliche und technische Themen erstaunlich stabil, in der Regel gab es mindestens eine Sendung pro Woche. Die Ausweitung der Sendestunden und vor allem die rasante Zunahme der Hörer hatte darauf keinen sichtbaren Einfluss.[49] Auch Atomphysik wurde über Ätherwellen vermittelt. In einer Folge von zwei Vorträgen, die der bereits erwähnte Kasimir Fajans hielt, konnten sich die Hörer über den „Aufbau der Materie" unterrichten, zunächst „Das Radium, seine Umwandlungen und Strahlen", dann „Der Bau der Atome" (Abb. 4). Mit Hilfe der Radiozeitschrift, die eine mehrseitige ergänzende Lektüre bot, wurden insbesondere detaillierte Abbildungen zur Verfügung gestellt – zum Ausgleich der fehlenden Bildlichkeit des neuen Mediums. Auf diese Weise fand die elaborierte Theorie des planetaren Atoms nach Rutherford, Bohr und Sommerfeld Eingang selbst in das Radio.[50] Dies macht noch einmal ganz deutlich, wie sich der Diskurs in der von Forman betrachteten Fachöffentlichkeit vom dem in der breiteren Öffentlichkeit unterschied: Während Forman beobachtet, dass sich seit 1923 die Zweifel an der Realität anschaulicher Atommodelle nicht allein durch neue Forschungsergeb-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

nisse sondern vor allem durch das „geistige Milieu der Weimarer Zeit“ allgemein verbreiteten, zeigt das Beispiel von Sommerfelds Münchner Kollegen Kasimir Fajans wie unbeeindruckt davon man im Frühjahr 1925 in Radiosendungen die Selbstverständlichkeit der Vermittlung moderner Atomphysik der kritisierten Form betrieb, also genau in der Zeit als Max Born und Werner Heisenberg versuchten, mit größtem Eifer eine neue Mechanik zu finden.[51]

Wenn wir mit Ludwik Fleck anerkennen, dass auch die Öffentlichkeit an der Wissenschaft – und selbst an wissenschaftlichen Entwicklungen wie der Atomphysik – beteiligt ist, was indes in verschiedenen Formen geschehen kann, so muss der Wissenschaftshistoriker den Blick für jede Epoche auch auf die öffentliche Wissenschaftskultur richten und darauf gefasst sein, komplexe Beziehungen zwischen dem zu finden, was üblicherweise mit den Begriffen Wissenschaft und Öffentlichkeit umrissen wird. Für ein umfassendes Bild dieses Beziehungsgeflechts sind weitere detaillierte Studien etwa zu den verschiedenen Zeitschriften oder anderen Vermittlungsorganen und -foren nötig, denn gerade diese gehörten zum prägenden ‚environment‘ der Wissenschaft.

1 (a) Paul Forman, The doublet riddle and atomic physics circa 1924, *Isis* 59 (1968), 156–174. (b) Ders., The discovery of the diffraction of x-rays by crystals. A critique of the myths, *Archive for the History of Exact Sciences* 6 (1969), 38–71. (c) Ders., Alfred Landé and the anomalous Zeeman effect, 1919–1921, *Historical Studies in the Physical Sciences* 2 (1970), 153–261. (d) Ders., Weimar culture, causality and quantum theory, 1918–27: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment, *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971), 1–115. (e) Ders., Scientific internationalism and the Weimar physicists: The ideology and its manipulation in Germany after World War I, *Isis* 64 (1973), 151–80. (f) Ders., The financial support and political alignment of physicists in Weimar Germany, *Minerva* 12 (1974), 39–66. (g) Ders., The reception of an acausal quantum mechanics in Germany and Britain, in: S. H. Mauskopf (Hrsg.), *The reception of unconventional science*, Boulder: Westview Pr. 1979, S. 11–50.

2 Paul Forman, *The environment and practice of atomic physics in Weimar, Germany: A study in the history of science* (Ph.D. dissertation University of California at Berkeley, 1967), Michigan: University Microfilms 1968.

3 Für eine jüngere Darstellung der „schwachen“ und „starken“ Formulierung der Forman-These vgl. Michael Stöltzner, Die Kausalitätsdebatte in den Naturwissenschaften. Zu einem Milieuproblem in Formans These, in: Heike Franz et al. (Hrsgg.), *Wissensgesellschaft. Transformationen im Verhältnis von Wissenschaft und Alltag*, Bielefeld Institut für Wissenschafts- und Technikforschung IWT 2001, S. 85–128.

4 (a) Karl von Meyenn (Hrsg.), *Quantenmechanik und Weimarer Republik*, Braunschweig/Wiesbaden Vieweg 1994, hierin auch die Übersetzung der einschlägigen Arbeiten Formans. Erstveröffentlichung der „These“ in deutscher Sprache: (b) Paul Forman, Kausalität, Anschaulichkeit und Individualität, oder: Wie Wesen und Thesen die der Quantenmechanik zugeschriebenen, durch kulturelle Werte vorgeschrieben wurden, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Sonderheft 22 (1981), 393–406.

5 Paul Forman, Kausalität, Anschaulichkeit, and Individualität, or How Cultural Values Prescribed the Character and the Lessons Ascribed to Quantum Mechanics, in: Nico Stehr/Volker Meja (Hrsgg.), *Society and Knowledge: Contemporary Perspectives in the Sociology of Knowledge*, New Brunswick: Transaction Books 1984, S. 333–347, zitiert nach Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 4), S. 182–200, Zitate S. 187, 188 und 189 f.

6 Forman, Weimar culture (wie Anm. 1(d)), S. 113.

7 Vgl. etwa die Diskussion in Meyenn, Quantenmechanik (wie Anm. 4) oder die anderen Beiträge in diesem Heft.

8 Quellen wie akademische Ansprachen vor der Universität (Rektoratsreden, Jahresfeiern etc.), allgemeinere Vorträge auf wissenschaftlichen Großveranstaltungen (z. B. Naturforscherversammlungen) oder auch die Wissenschaftsvermittlung in der Zeitschrift *Die Naturwissenschaften* werden in der For-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

schung zur Wissenschaftspopularisierung als ‚inter-specialist communication' kategorisiert. Vgl. Joske Bunders/Richard Whitley, Popularization within the sciences. The purposes and consequences of inter-specialist communication, in: Terry Shinn/Richard Whitley (Hrsgg.), *Expository science. Forms and functions of popularization*, Dordrecht Reidel 1985, S. 61–78.

9 Forman, Weimar culture (wie Anm. 1(d)), deutsch in Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 4), S. 68 u. 79.

10 (a) Peter Gay, *Die Republik der Außenseiter. Geist und Kultur in der Weimarer Zeit*, 1918–1933, Frankfurt Fischer 1970; (b) Detlev Peukert, *Die Weimarer Republik. Krisenjahre der klassischen Moderne*, Frankfurt Suhrkamp 1987.

11 Forman, Weimar culture (wie Anm. 1(d)), deutsch in Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 4), S. 67, 91 u. 96; die Zahl der Zeitschriftenexemplare kann mit Sperlings Zeitschriften-Adressbuch für die Mitte der 1920er Jahre grob auf etwa 300.000 bis 500.000 abgeschätzt werden, die Zahl der Leser in Familie, Bibliothek oder Cafes kann entsprechend höher veranschlagt werden.

12 Forman, Weimar culture (wie Anm. 1(d)), deutsch in Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 4), S. 65 f.

13 Gelegentliche Aufforderungen zu Leserzuschriften in populärwissenschaftlichen Zeitschriften und zum Rundfunkprogramm bieten einen begrenzten Zugriff. Der Beginn einer systematischen Öffentlichkeitsbefragung auch zu Themen aus Wissenschaft und Technik kann in der britischen Sozialforschungsorganisation Mass Observation gesehen werden, die 1937 gegründet wurde und sich ab 1940 mit dem „treatment of science", den „everyday feelings about science" oder der Frage, „Where is science taking us?", zuwandte. Vgl. Peter Broks, *Understanding popular science*, Maidenhead: Open University Pr. 2006, S. 71 f. und 75 f.

14 Die Zeitschrift *Umschau*, die den Anspruch, eine „Übersicht über die Fortschritte und Bewegungen auf dem Gesamtgebiet der Wissenschaft, Technik, Litteratur und Kunst" zu geben, im Untertitel zeigte, führte bereits im ersten Jahr ein Preisausschreiben zu der Frage „Was ist Bildung?" durch, wodurch nicht zuletzt die Leserinteressen erkundet werden sollten. *Die Naturwissenschaftliche Wochenschrift* führte im Rahmen einer breiteren Neuausrichtung 1901 die Rubrik „Leserfragen" ein. Die *Umschau* musste die zahlreichen Fragen 1925 in eine Beilage auslagern, 1928 waren es beispielsweise über 900 Fragen.

15 Mitchell G. Ash, Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander. Programmatische Überlegungen am Beispiel Deutschlands, in: Jürgen Büschenfeld (Hg.), *Wissenschaftsgeschichte heute. Festschrift für Peter Lundgreen*, Bielefeld: Verl. für Regionalgeschichte 2001, S. 117–134 (mit leichten Veränderungen auch erschienen in: vom Bruch, Rüdiger/Kaderas, Brigitte (Hg.), *Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts*, Stuttgart: Steiner 2002, S. 32–51).

16 M. Norton Wise, *Forman reformed* (unveröffentlichtes Manuskript), Los Angeles ca. 1996, ursprünglich ein Beitrag zu einer Tagung im Jahre 1988.

17 Forman, *Environment* (wie Anm. 1), Abschnitt I. 4. e, S. 171–205, hier S. 171 und 180.

18 Ibid., S. 176.

19 Quelle: *Sperlings Zeitschriften-Adressbuch*.

20 Vgl. ausführlicher Arne Schirrmacher, Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert, *Geschichte und Gesellschaft* 34 (2008), 73–95, hier S. 84–88.

21 Neben *Kosmos* erschien ab 1910 die Halbmonatsschrift Natur, eine von abtrünnigen *Kosmos*-Autoren gegründete Konzeptkopie. Unterschiede bestanden lediglich in einer stärker lebensphilosophischen Ausrichtung. Vgl. (a) Andreas Daum, *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914*, München: Oldenbourg 1998, S. 371–375; (b) Arne Schirrmacher, Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik, in Sybilla Nikolow/Arne Schirrmacher (Hrsgg.), *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*, Frankfurt/New York: Campus 2007, S. 39–73; hier 55–57.

22 *125 Jahre Ullstein. Presse- und Verlagsgeschichte im Zeichen der Eule*, Berlin: Ullstein 2003, S. 64 f.

23 Ludwik Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, Frankfurt: Suhrkamp 1980, Kapitel 4; hier S. 156.

24 Philipp Lenard, Über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit, *Annalen der Physik* 12 (1903), 714–744.

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

25 August Becker, Über die Konstitution der Materie, *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* N.F. 3 (1904), 532.
26 (a) Jean Perrin, Les hypothèses moléculaires, *Revue Scientifique* 15 (1901), 449–461. Zur Einordnung der Zeitschrift vgl. (b) Dominique Pestre, Les revues de vulgarisation scientifique en France 1918–1940. Un panorama, *Cahier d'histoire et de philosophie des sciences* 24 (1988), 71–81.
27 Zum großen Anteil der Astronomen, vgl. Daum, *Wissenschaftspopularisierung* (wie Anm. 21), S. 385–390.
28 Kasimir Fajans, Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Atome, *Naturwissenschaften* 1 (1913), 237–241; hier S. 240.
29 (a) Heinrich Baerwald, Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen, *Naturwissenschaften* 1 (1913), 355–359 und 384–388; (b) Ernst Gehrcke, Atommodelle und Serienspektren, *Naturwissenschaften* 4 (1916), 586–590.
30 Vgl. ausführlicher Schirrmacher, Weg (wie in Anm. 21).
31 Ludwik, *Entstehung* (wie Anm. 23). Auf die in diesem Buch gemachten Ausführungen zur Denkstiltheorie und ihrer Anwendung auf „Zeitschriftenwissenschaft" kann hier nicht eingegangen werden, vgl. Schirrmacher, Popularisierung (wie Anm. 20).
32 Zumeist werden pädagogische Gründe angeführt, ohne dass eine Abwägung der am Modell erklärbaren Sachverhalte mit den irreführenden Qualitäten des Modells durchgeführt wird.
33 Einschlägig: Peukert, *Weimarer Republik* (wie Anm. 10).
34 (a) Volker Drehsen/Walter Sparn (Hrsgg.), *Vom Weltbildwandel zur Weltanschauungsanalyse. Krisenwahrnehmung und Krisenbewältigung um 1900*, Berlin: Akademie Verl. 1996; (b) Wolfgang Hardtwig (Hrsgg.): *Ordnungen in der Krise. Zur politischen Kulturgeschichte Deutschlands 1900–1933*, München: Oldenbourg 2007; (c) Moritz Föllmer/Rüdiger Graf (Hrsgg.), *Die »Krise« der Weimarer Republik. Zur Kritik eines Deutungsmusters*, Frankfurt: Campus 2005.
35 Grund für ein solches Aufgehen mag es gewesen sein, den noch vorhandenen Abonnentenstamm zu nutzen. Dies war etwa bei den *Naturwissenschaften* der Grund dafür, sie als Nachfolgerin der *Naturwissenschaftlichen Rundschau* zu deklarieren und dessen Herausgeber pro forma eine Zeit lang noch zu erwähnen. Vgl. Heinz Sarkowski, *Der Springer Verlag. Stationen seiner Geschichte 1: 1842–1945*, Berlin: Springer 1992, S. 192.
36 So in den Jahren vor 1933 Werner Leszynski, der, als er 1933 seine Stelle aufgeben musste, zunächst unter Pseudonym einen erfolgreichen Kriminalroman schrieb und dann in die USA emigrierte.
37 (a) N.N. *Wissen und Fortschritt* 1 (1927), 1. Vorgänger der seit 1916 erscheinenden Zeitschrift *Technik für Alle* waren seit 1910 die *Technischen Monatshefte*. Zur Urania vgl. (b) Nick Hopwood, Producing a socialist popular science in the Weimar republic, *History Workshop Journal* 41 (1996), 117–153; (c) Thomas Schmidt-Lux, *Wissenschaftliche Weltanschauung und Religion. Ein Beitrag zur Theorie des Säkularisierungsprozesses und seiner institutionellen Akteure am Beispiel der URANIA*, Dissertation Universität Leipzig 2006.
38 Vgl. etwa die Beiträge in *Koralle* von Erwin Schrödinger „Das Rätsel des Lichts" Okt. 1929, „Das Gesetz der Zufälle" Dez. 1929, „Was ist eigentliche Elektrizität" Jun. 1930, und „Wissenschaft – Kunst – Spiel" Dez. 1930, die Erwähnung von Schrödinger-Gleichung und Pauli-Prinzip in einer Kurzmeldung im Okt. 1929, und den Artikel über Materiewellen von Alfred Stern, „Die Materie als Analogon des Lichtes" Okt. 1931, der mit den Worten schließt: „Korpuskel und Wellen gehören also überhaupt zusammen – als zwei einander ergänzende Seiten einer physikalischen Wirklichkeit.", S. 476.
39 Fritz Wassmann, Irrwege schlechter Zeiten: Astrologie, Chiromantie, Kartomantie, Siderismus, *Koralle* 8 (1932/33), 60–64.
40 (a) D. Grebe, Welteislehre und Himmelsforschung, *Kosmos* 22 (1925), 289–292; (b) Hermann von Socher, Welteislehre. Astronomie der Nichtastronomen, *Koralle* 8 (1932/33), 302–304. Vgl. auch Christina Wessely, Die Welteislehre. Zur Popularisierung eines technischen Weltbildes, *Blätter für Technikgeschichte* 65 (2003), 9–27.
41 Erwin Schrödinger, Das Rätsel des Lichts, *Koralle* 5 (1929/30), 294–298; hier S. 298.
42 Paul Kirchberger, Ein Fortschritt in der Atomtheorie, *Kosmos* 25 (1928), 109–112.
43 H. Schütze: Wie sieht das Atom aus?, *Kosmos* 26 (1929), 281–283, Farbtafel S. 280.
44 Darüber hinausgehend findet man in den Zeitschriften der Vermittlung wissenschaftlichen und technischen Wissens die Tendenz gelegentliche Sensationsberichterstattung in Zeitungen zu korrigieren und zu kontextualisieren, etwa im Oktober 1929, als eine deutsche Zeitung berichtete, auf einer Ta-

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

gung der Amerikanischen Chemischen Gesellschaft sei gesagt worden, dass das Wasserstoffatom explodieren könne, vgl. Irrtum aus Amerika, *Koralle* 5 (1929/30), 331.

45 Vgl. auch Dieter Hoffmann, „… you can't say to anyone to their face: your paper is rubbish." Max Planck as Editor of the Annalen der Physik, *Annalen der Physik* 17 (2008), 237–301. Schwieriger ist hingegen eine entsprechende Zuordnung politischer Ausrichtungen, *Kosmos* bediente vielfach ein eher konservatives, der Naturbeobachtung verbundenes Publikum, während Koralle sich betont progressiv inszenierte und die Potentiale der Emanzipation von der Natur durch Naturwissenschaft und Technik beschreibt.

46 Erwin Schrödinger, Wissenschaft – Kunst – Spiel, *Koralle* 6 (1930/31), 404–405 und 425–426; hier S. 426.

47 Vgl. die Beiträge in Nikolow/Schirrmacher, *Wissenschaft* (wie Anm. 21).

48 Hans Christian Förster, Siebzig Jahre TELI: Im Widerstreit zwischen Tradition und Fortschritt, in: Technisch-Literarische Gesellschaft e.V. (Hrsg.), *Kompass für die Zukunft. Journalismus im Spannungsfeld der Wissens- und Mediengesellschaft*, Berlin: Vistas 1999, S. 203–216.

49 Nach einer Auswertung der Sendungen des Münchner Senders für die Jahre 1925–1936 und anderer Sender für die ersten Jahre. Ein Sonderfall ist zudem die Deutsche Welle, die als Wissenschaftssender für ganz Deutschland konzipiert war, vgl. Joachim-Felix Leonhard, *Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik*, 2 Bde., München: Dt. Taschenbuch-Verl. 1997, S. 123–134.

50 *Bayrische Radio-Zeitung* 2 (1925), 437 f und 579 f.

51 (a) Forman, Weimar culture (wie Anm. 1(d)), deutsch in Meyenn, *Quantenmechanik* (wie Anm. 4), S. 161; programmatisch zu einer neuen zu findenden Mechanik vgl. (b) Max Born, Über Quantenmechanik, *Zeitschrift für Physik* 26 (1924), 379–395.

Anschrift des Verfassers: Dr. Arne Schirrmacher, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Boltzmannstr. 22, 14195 Berlin, e-mail: aschirrmacher@mpiwg-berlin.mpg.de

 © 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ACTA HISTORICA LEOPOLDINA

Herausgegeben von BENNO PARTHIER, Mitglied der Akademie,
im Auftrag des Präsidiums der
Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Nummer 64 2014

Wissenschaftsakademien im Zeitalter der Ideologien

Politische Umbrüche – wissenschaftliche Herausforderungen – institutionelle Anpassungen

Arbeitstagung des Projektes zur Geschichte der Leopoldina
vom 22. bis 24. November 2012 in Halle (Saale)

Herausgegeben von

Rüdiger VOM BRUCH (Berlin), Sybille GERSTENGARBE (Halle/Saale),
Jens THIEL (Berlin) und Simon RENKERT (Berlin)

In Verbindung mit

Elmar KÖNIG (Halle/Saale, Berlin) und Sophia SCHEMEL (Halle/Saale)

Mit 12 Abbildungen und 3 Tabellen

**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2014
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart**

Zwischen akademischer Rede und öffentlichem Diskurs: Kommunikationsstrategien der Akademien in der Zwischenkriegszeit

Arne Schirrmacher (Berlin)

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Im Auftrag der Akademien der Wissenschaften in Berlin, Göttingen, Heidelberg, Leipzig, München und Wien, die sich als Kartell zusammengeschlossen hatten, erschien seit 1925 ein „Korrespondenzblatt der deutschen Wissenschaft und Technik" unter dem Haupttitel *Forschungen und Fortschritte*, das insbesondere auch die Forschung der Kaiser-Wilhelm-Institute einem weiten, vor allem auch internationalen Publikum zugänglich machen sollte. Die hier verbreiteten Artikel konnten von den einseitig bedruckten Bögen leicht entnommen werden und durften kostenfrei in Zeitungen abgedruckt werden. Der Beitrag bettet diese federführend von der Berliner Akademie mit ihrer Reichszentralstelle für wissenschaftliche Berichterstattung betriebene ‚PR-Agentur der Akademien' in verschiedene Kontexte ein: in das nach dem Ersten Weltkrieg reiche Angebot wissenschaftlicher und technischer Zeitungskorrespondenzen, in den Kontext einer (zweiten) „Leserevolution", welche die Weimarer Periode zur Epoche der Leser (und Hörer) populärwissenschaftlicher Medienerzeugnisse gemacht hat, deren Umfang im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts erst spät erreicht wurde, und auch in den Wandel der akademischen Rede (und Schrift) vor dem Hintergrund der veränderten Erwartungen und Ansprüche sich ausdifferenzierender Publika, die mehr und mehr nach Einblick nicht nur in die Ergebnisse, sondern auch in die Erzeugungspraktiken der Wissenschaft verlangten.

Abstract

On behalf of the German Academies in Berlin, Göttingen, Heidelberg, Leipzig, Munich and Vienna, which had joined into a Cartel, a "correspondence of German science and technology" appeared under the title *Forschungen und Fortschritte* [research and progress] since 1925. It communicated to great extent also research of the Kaiser-Wilhelm Institutes reaching out for wider and international audiences. The articles of this correspondence could easily be clipped from sheets printed on one side only and reprinting was free. I will put this 'PR department' of the Academies, which was led by the Berlin institution and run by a Reich agency for scientific reporting (*Reichszentralstelle für wissenschaftliche Berichterstattung*), into three contexts: *First*, into the context of the numerous correspondence bureaus and news agencies specializing on scientific and technological matters; *secondly*, relating them to the 'reading revolution' during the Weimar period that extended particularly to popular science on a scope not matched for a long time; and *thirdly*, I identify the changes in academic talk (and writing) as a relevant context, within which more and more differentiated audiences asked for insights not only into the findings of science but also into their very practices of knowledge production.

1. Wissenschaftliche Propaganda?

Am 18. September 1925 antwortete Emil Kiessling (1896–1985), Papyrologe an den Staatlichen Museen Berlin, auf den Brief eines Verbindungsbruders aus seiner Heidelberger Studentenverbindung. Adressat war Karl Kerkhof (1877–1945), der nun in den Räumen der Berliner Akademie der Wissenschaften Unter den Linden die Reichszentrale für naturwissenschaftli-

che Berichterstattung leitete. Der promovierte Physiker hatte nach seinem Studium eine Zeit bei dem staatlichen Internationalen Bibliographischen Büro gearbeitet, wurde dann Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und später u. a. Delegierter für die Internationale Meterkonvention in Paris.[1] Als Leiter der Anfang 1920 gegründeten Reichszentrale hatte er nun Kiessling nach seiner Einschätzung zu der Möglichkeit wissenschaftlicher Propaganda gebeten. Streng vertraulich schilderte dieser dem lieben Bundesbruder das Erfolgsrezept seines „in der Bolschewistenzeit" in München gegründeten Propagandabüros. Die Sache hätte funktioniert dank einer „Arbeitsteilung", die neben „Propaganda in der Stadt", durch das Streuen passender Gerüchte, und „[d]urch Verteilung von Witzblättern, die die Räterepublik ins Lächerliche zogen", vor allem „Propaganda in der Zeitung" betrieben hätte: „Ganz unauffällig wurde hier und da ein Satz eingefügt, der Maßnahmen unser Gegner ins Lächerliche zog, ohne dass der Propagandazweck dem Lesenden auffiel", schildert Kiessling das Vorgehen. „Natürlich musste dies geschickt psychologisch gehandhabt werden." „Was nun die wissenschaftliche Propaganda anbelangt", schlussfolgerte er, „so müssen, um zu wirken, auch die oben skizzierten Grundsätze, natürlich in anderer Form eingehalten werden."[2]

Keine zwei Wochen später war die erste Nummer des neuen „Korrespondenzblattes der deutschen Wissenschaft und Technik" unter dem Titel *Forschungen und Fortschritte* erschienen. Wie Kerkhof im Jahresbericht 1927 schrieb, geschah dies „mit Unterstützung der deutschen wissenschaftlichen und technischen Körperschaften", also Akademien, Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstitute, wie denen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, und sollte „die Spitzenleistungen der deutschen Wissenschaft und Technik im Interesse der deutschen Kulturpolitik weiten Kreisen besonders des Auslandes zur Kenntnis [...] bringen".[3]

Auch Emil Kiessling, der gerade seine Dissertation zu antiker Rechtsgeschichte abgeschlossen und sich bei der Fertigstellung des Presigkeschen *Wörterbuchs der griechischen Papyrusurkunden* Verdienste erworben hatte, gehörte spätestens drei Monaten nach Erscheinen des Korrespondenzblatts zu dessen Team und zeichnete für die Schriftleitung verantwortlich, einen Posten, den er erst nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten abgeben sollte.[4] Das Projekt *Forschungen und Fortschritte* steht indes bereits für die zweite Phase der Reichszentrale, die 1919, noch vor der Gründung der Notgemeinschaft, maßgeblich von Max Planck (1858–1947) in der Preußischen Akademie der Wissenschaften verwirklicht worden war.[5] Dieser war der Vorsitzende der Leitungskommission, der u. a. anfangs auch Fritz Haber (1868–1934) und Heinrich Rubens (1865–1922), später zudem Walther Nernst (1864–1941) und Max von Laue (1879–1960) angehörten, und Planck hatte auch das Preußische Kultusministerium bereits im August 1919 darauf hingewiesen, dass „die Auf-

1 Zu Kerkhof vgl. *Reichshandbuch* 1930, Bd. *1*, S. 398f.

2 Emil Kiessling an Karl Kerkhof, 19. 9. 1925. In überarbeiteter und von persönlichen Dingen befreiter Form wurde dieser Brief am 19. Oktober 1925 noch einmal direkt an die Reichszentrale adressiert, es ist daher anzunehmen, dass die Argumente einem weiteren Kreis von Personen dargelegt werden sollten. Insbesondere wird hier argumentiert: „Die Wichtigkeit der Propaganda für die deutsche Wissenschaft, mit der das Ansehen unserer gesamten deutschen Kultur steigt, oder fällt, braucht nicht betont zu werden, und die Feinde wissen, warum sie die deutsche Wissenschaft unterdrücken wollen. Andrerseits darf von unserer Regierung kein Mittel unversucht bleiben, den Plänen unserer Feinde entgegenzutreten." Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Akademiearchiv, Bestand Preußische Akademie der Wissenschaften (im Folgenden: BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW), Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung (im Folgenden: II, RZ), 48/1.

3 Jahresbericht 1927, S.7.

4 Zu Kiessling vgl. Auerbach 1979, Bd. *2*, und Habermann 2001.

5 Künzel 1984, S. 74ff., Hoffmann 2000, S. 60ff., Behrends 1995, S. 60ff.

rechterhaltung der von allen Seiten, wenn auch zum Teil nur widerwillig, als mustergültig anerkannte Organisation der wissenschaftlichen Berichterstattung“ höchste Priorität habe.[6] Die ersten fünf Jahre standen so ganz im Zeichen einer innerwissenschaftlichen Selbstverteidigung gegen den Boykott der deutschen Wissenschaft nach Versailles. Dies betraf vor allem den Ausschluss Deutschlands von den internationalen Bibliographien – für eine solche hatte Kerkhof zuvor gearbeitet – und die Nichtbelieferung mit ausländischen wissenschaftlichen Zeitschriften.

Ausgangpunkt war die Eingabe der deutschen Gesellschaften für Geologie, Mineralogie, Paläontologie, Physik und Chemie sowie der Berliner für Mathematik vom 12. Juni 1919. Hier deutete man das Eingehen von Referateorganen „infolge des Ausfalls an ausländischen Abonnenten, der Austauschexemplare der ausländischen Zeitschriften und der Steigerung der Druckkosten. Vorgeschlagen wurde eine Arbeitsgemeinschaft der Referateorgane auf naturwissenschaftlichem Gebiet“. Die Eingabe wurde am 3. und 4. Oktober 1919 auf der Kartellversammlung der Akademien behandelt und Planck am 4. Dezember 1919 von der Berliner Akademie zum Vorsitzenden einer entsprechenden Kommission gewählt. Er erhielt am 11. Dezember das Verfügungsrecht über 10 000 Mark für Zwecke der wissenschaftlichen Berichterstattung vom Kultusministerium.[7] Im offiziellen Gründungsdokument hieß es dann: „Am 1. Januar 1920 wurde auf Antrag des Regierungsrats Dr. Kerkhof und unter Befürwortung der Preußischen Akademie der Wissenschaften sowie anderer wissenschaftlicher Gesellschaften vom Reichsministerium des Inneren und dem Preußischen Kultusministerium die ‚Reichsanstalt für wissenschaftliche Berichterstattung‘ gegründet.“[8]

Der Reichszentrale gelang es, den Fortbestand des deutschen Referatewesens sicherzustellen, das vor dem Aus stand, als die ausländischen Abnehmer wegfielen, und sie richtete einen photographischen Reproduktionsservice ein, so dass ein einzelnes Exemplar im Zugriff der Reichzentrale die Literaturverfügbarkeit für alle deutschen Wissenschaftler garantierte. Ja sogar die Kollegen aus neutralen und mittel- und osteuropäischen Ländern griffen auf das ihnen gemachte Angebot gern zurück, auf diese Weise wurde die „Herstellung von Photogrammen“, in Kerkhofs Worten „eines der unauffälligsten und wirksamsten Propagandamittel“ dessen, was er auch als „Außenkulturpolitik“ bezeichnete.[9]

Das neue Projekt war „ein zuverlässiges Nachrichtenblatt für die deutsche Wissenschaft und Technik“ mit dem Ziel „die deutschen Forschungsergebnisse über die Kreise der eigentlichen Fachgelehrten hinaus allen Gebildeten zur Kenntnis zu bringen, und so dem Auslande immer wieder vor Augen zu halten, daß ohne Berücksichtigung der deutschen Forschungsergebnisse auch im Auslande eine auf den neuesten Erkenntnissen beruhende wissenschaftliche Weiterarbeit ausgeschlossen sei.“[10]

Dafür, dass sich die Reichszentrale für naturwissenschaftliche Berichterstattung Mitte der 1920er Jahre der Öffentlichkeit im In- und Ausland zuwandte, können gleich mehrere Faktoren angeführt werden. Es ist sicherlich nicht falsch, dass parallel zu einer gewissen politischen Stabilisierung, der fortschreitenden wirtschaftlichen Gesundung Deutschlands und

6 Max Planck an Hugo Krüss (1879–1945), zitiert nach Siegmund-Schultze 1993, S. 36.
7 BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 8, Bl. 1–3, Protokoll; ibid., II-V-134, S. 119.
8 Ebenda, II-V-177. Zu Kerkhofs Vorarbeiten insbesondere zum Boykott der deutschen Wissenschaft und Abwendungsstrategien vgl. Kerkhof 1921, 1922.
9 Ebenda, II-XIV-41, Bl. 117.
10 Jahresbericht der Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung 1931/32 (vertraulich), Berlin: Märkische Druckanstalt 1932, S. 7. Ebenda, II, RZ 9.

AHL 64.indb 127 03.06.2014 16:03:10



FORSCHUNGEN
UND FORTSCHRITTE

KORRESPONDENZBLATT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Erscheint monatlich zweimal. Bezugspreis vierteljährl. M. 5,—. Zahlstellen: Direktion der Disconto-Gesellschaft, Berlin W 8, Unter den Linden 35 und Postscheck-Konto Berlin 19470. Nachdruck nur Abonnenten gestattet.

1. Jahrg. Berlin, 1. Oktober 1925 Nr. 1/2.

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE Bibliothek

KAISER WILHELM INSTITUT FÜR BIOLOGIE BIBLIOTHEK 116

TECHNIK / ERFINDUNGEN

Ein neuer Stahl.

Kürzlich ist der deutschen Technik die Herstellung einer neuen Stahlsorte gelungen, welche bei gleichen Festigkeitseigenschaften eine um 40—60% höhere Streckgrenze als die bisher bekannten Stähle hat. Wir sind in der Lage, eine von der Deutschen Allgemeinen Zeitung hierüber gebrachte Notiz noch ergänzen zu können. Die Prüfungen des neuen Stahls sind danach endgültig abgeschlossen; das Endergebnis hat die Erwartungen noch wesentlich übertroffen. Der Stahl wird nach den vorliegenden Feststellungen bei sämtlichen Eisenkonstruktionen rund 40% an Gewicht sparen. Bemerkenswert ist, daß sich der Herstellungspreis nicht höher stellt als bei dem üblichen Konstruktionsstahl. Hieraus ergibt sich ohne weiteres, daß der neuen Erfindung [illegible] Mitarbeitern einer alten Berliner Firma [illegible] Aktien-Gesellschaft für Eisengie[illegible]

Telephon- und der Grammophon-Technik außerordentliche Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

Bei der Verwendung derartiger dünner Metallhäutchen als hochempfindliches Strahlungsmeßgerät zu astronomischen oder militärischen Zwecken wird als Anzeigemerkmal entweder der schwache elektrische Strom verwertet, den zwei mit einander verbundene verschiedenartige Metallstreifen von äußerster Feinheit liefern, wenn ihre Verbindungsstelle durch [illegible] erwärmt wird; oder es wird die [illegible] Durchlässigkeit für den elektri[illegible] die ein hauchdünner Met[illegible] Temperatur durch [illegible] mit hochempfin[illegible] Weise Erw[illegible] Grad [illegible] be[illegible]

Abb. 1 Erste Ausgabe des Korrespondenzblatts *Forschungen und Fortschritte* vom 1. Oktober 1925 auf einseitig bedruckten Bögen

einer zunehmenden Verständigung mit den Westmächten die Boykottbestrebungen abnahmen. Elke Behrends (*1963) Interpretation in ihrer Studie zur technisch-wissenschaftlichen Dokumentation in Deutschland von 1900 bis 1945, derzufolge Kerkhofs Eigeninteresse am Fortbestand der Reichszentrale und damit seiner Stellung ausschlaggebend war, er also nach einem neuen Legitimationsfeld suchte, erscheint mir indes allenfalls einen Faktor darzustellen.[11] Vermutlich Kerkhof selbst konstatierte in einer vertraulichen Denkschrift im Januar 1925, dass die bisher ergriffenen „Gegenmaßregeln" noch nicht ausreichten, „die der deutschen Wissenschaft gebührende Stellung und Anerkennung in der Welt wiederzugewinnen. […] Es werden andere Wege zu beschreiten sein; im besonderen bleibt die Möglichkeit, die Auslandspresse, namentlich die der neutralen Länder für die Vorgänge auf dem Gebiet der deutschen Wissenschaft zu interessieren."[12]

Ich möchte daher im Folgenden drei Kontexte vorstellen, in denen die Rolle und Bedeutung des Korrespondenzblatts der deutschen Wissenschaft betrachtet werden sollte, wobei ich vor allem auch ihre innerdeutsche Bedeutung einbeziehe, die bisher in der Forschung kaum thema-

11 Behrends 1995, S. 71.

12 Denkschrift „Die Deutsche Wissenschaft und das Ausland (Denkschrift der Reichszentrale für naturwissenschaftliche Berichterstattung)" vom 29. 1. 1925, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 45/5.

AHL 64.indb 128 03.06.2014 16:03:11

tisiert worden ist. Es sind dies die Kontexte des Korrespondenzwesens, also der spezialisierten Presseagenturen, der der Weimarer Leserevolution in Hinblick auf populärwissenschaftliche Literatur und dem damit nicht unverbundenen Wandel der Rolle der akademischen Rede. Mit letzterem Punkt kommt schließlich auch ein spezifischer Wandlungsprozess in den Blick, der sich auch an der Leopoldina mit den Bestrebungen Emil Abderhaldens (1877–1950) schon Mitte der 1920er Jahre, vor allem aber dann seit Anfang der 1930er Jahre vollzog.

2. Korrespondenzen – „heimliche Herrscher" in der Wissenschaftsvermittlung?

Die Betrachtung des Korrespondenzwesens im Bereich der wissenschaftlichen Berichterstattung bettet die Frage, ob die Reichszentrale mit Kerkhof und Kiessling als eine Art PR-Agentur des Kartells der Akademien gesehen werden sollte und ob *Forschungen und Fortschritte* das Mittel ihrer geschickten Propaganda war, in einen medialen Kontext ein. Zunächst einmal war die Herausgabe einer auf Naturwissenschaft und Technik spezialisierten Korrespondenz, die insbesondere kleineren Zeitungen half, ihre Spalten mit hochwertigem Lesestoff zu füllen, nichts Außergewöhnliches im System der Vermittlungsmedien. So hatte der zunächst im Bereich der Belletristik tätige Stuttgarter Verleger Tony Kellen (1869–1948) Anfang des Jahrhunderts mit seiner Zeitschrift *Kosmos* bewiesen, welch wirtschaftlicher Erfolg sich mit populärwissenschaftlichen Zeitschriften machen ließ. 1908 gab er auch eine *Kosmos-Korrespondenz* (späterer Titel *Der Zeitungs-Kosmos*) heraus, welche die Tagespresse „mit zuverlässigen naturwissenschaftlichen Artikeln" versorgte.[13]



Kosmos-Korrespondenz

Die Kosmos-Korrespondenz erscheint wöchentlich. Einzel-Abdruck gestattet zum Teilenpreis von 5 Goldpfg. Kenntlichmachung der entnommenen Beiträge durch kos. Bedingung.

Herausgegeben von der Franckh'schen Verlagshandlung, Stuttgart

Abonnements nach besonderer Vereinbarung. Das Abonnement gilt als verlängert, wenn nicht spätestens 6 Wochen vor Vierteljahresschluß Kündigung erfolgt. Erfüllungsort Stuttgart.

18. Jahrgang Nummer 13 1. April 1925

kos. Das Wandern der Kontinente. Der Geograph Alfred Wegener betrachtet die jetzigen Kontinente nebst ihren untermeerischen Sockeln als Teilstücke einer alten, früher zusammenhängenden Festlandsmasse, die durch Abspaltung in mehrere Glieder zerlegt wurde. Insbesondere sieht er in der Ähnlichkeit der Landumrisse, die am auf-

kos. Die Verlängerung des menschlichen Lebens. Infolge der Verbesserung der gesundheitlichen Verhältnisse ist das Durchschnittsalter des Menschen jetzt erheblich höher als z. B. vor hundert Jahren. Aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika besitzen wir genaue Zahlen, die wir einer lehrreichen Abhandlung des „Kosmos"

Abb. 2 Titel-Schriftzug einer naturwissenschaftlichen Korrespondenz, die das Verlagshaus Franckh in Ergänzung zu seiner populärwissenschaftlichen Zeitschrift *Kosmos* 1908 lanciert hatte.

Neben solchen Korrespondenzen, mit denen Geld zu verdienen war, erschienen auch Gratiskorrespondenzen etwa der Industrie, die geschickt Werbung streuen wollte, und solche, die zumindest ein Zuschussunternehmen waren; *Forschungen und Fortschritte* sollte etwa nicht mehr als ein Drittel seiner Kosten durch den Abonnementspreis refinanzieren, die restlichen beiden Drittel übernahmen im Wesentlichen das Innenministerium und das Aus-

13 Kellen 1929, S. XIf. Zur Entwicklung der Zeitschrift *Kosmos* vgl. Daum 1998 und Schirrmacher 2008b.

AHL 64.indb 129 03.06.2014 16:03:11

wärtige Amt.[14] Während man im politischen Bereich von großen Agenturen wie dem „Berliner Dienst“ oder der „Telegraphen-Union“ die Nachrichten gleich in den verschiedenen „Parteifärbungen“ von „demokratisch“ bis „deutsch-national“ beziehen konnte, waren in dem Bereich Naturwissenschaft und Technik insbesondere nach dem Ersten Weltkrieg viele meist kleine Büros tätig, nicht selten als Versuch eines unbeschäftigten Ingenieurs oder Naturwissenschaftlers, im populären Schreiben ein Auskommen zu finden. Dass es vor der Inflation in Deutschland mehr als hundert populärwissenschaftliche Korrespondenzen gegeben habe, die Wissenschaftsvermittlung als Geschäftsmodell entdeckt hätten, ist sicherlich übertrieben,[15] doch lassen sich in einschlägigen Verzeichnissen, wie Kürschners Literatur-Kalender, unter den etwa hundert erwähnten Zeitungs-Korrespondenzen zumindest eine Handvoll auf Wissenschaft und Technik spezialisierte Korrespondenzen finden, darunter vor dem Ersten Weltkrieg etwa Ernst Tiessens (1871–1949) *Allgemeinen Wissenschaftlichen Berichte* und Friedrich Huths (1861–?) *Technische Korrespondenz*. Im Jahre 1925, als Kerkhof die Korrespondenz insbesondere zur Kommunikation der Forschungen der Akademien und der Kaiser-Wilhelm-Institute etablierte, gab es neben der *Wissenschaftlichen Korrespondenz* von Moritz Loch und der *Naturwissenschaftlichen Korrespondenz* von Hans Walter Frickhinger (1889–1955) auch noch den 1924 gegründeten „wissenschaftlichen Nachrichtendienst“ *Pallas* von Paul Neuburger (1891–1959) als kommerzielle Konkurrenz. 1930 wiederum bot neben der *Kosmos*-Korrespondenz *Frateko* und *Pallas* auch Helmuth Wendlandts (1894–?) „Zentralnachrichtenbüro für Chemie, Technik und Naturwissenschaft“ *Chemotek* seine Dienste kostenpflichtig an. Daneben finden sich jeweils etwa ein Dutzend weitere Agenturen, die diese Themen innerhalb eines breiteren Portefeuilles bedienten.[16]

Die für die Öffentlichkeit weitgehend unsichtbaren Agenturen und ihre meist nur maschinenschriftlich verbreiteten Korrespondenzen, die für den Verbrauch mittels Schere und Klebstoff gedacht waren, haben wenig Spuren in Bibliotheken und Archiven hinterlassen; ihren Einfluss sollten wir dennoch nicht unterschätzen, wie ein Vergleich mit dem Fall der literarischen Agenturen nahelegt, welche bereits als „heimliche Herrscher des Literaturbetriebs“ apostrophiert wurden.[17] Auf der 17. Hauptversammlung der deutschen Zeitungsverleger im Jahre 1911 klagte man bereits über die „wie Pilze aus der Erde“ schießenden Korrespondenzen, vor allem, „da sich die Behörden und Regierungen daran [gewöhnt hätten], wenn sie etwas in die Blätter bringen wollten, an die Korrespondenzen und nicht an die Blätter selbst heranzutreten“.[18]

Insofern ergänzten die Akademien 1925 mit dem Korrespondenzblatt nur ein Strukturelement der Verbindung von Wissenschaft und Öffentlichkeit, das in anderen Bereichen schon längst vorhanden war, und zwar in Form einer subventionierten Agentur der deutschen Wissenschaft unter ihrer Federführung. Dabei erfüllte das Korrespondenzblatt eine doppelte Funktion, verfolgte doch die Reichszentrale vor allem das Ziel einer „Außenkulturpolitik“. Entsprechend gingen von den 5500 Exemplaren der *Forschungen und Fortschritte* 1927 ganze 3440 ins Ausland, allein 650 nach Belgien (aufgrund des großen Interesses der „flamischen Kreise“), aber beispielsweise auch 272 in die USA.

14 Nach dem Voranschlag für 1934 wurde mit Einnahmen aus Abonnements von 17000 RM, einem Zuschuss des Reichsministeriums des Inneren von 16994 RM, und einem Zuschuss vom Auswärtigen Amt von 16000 RM gerechnet. BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 25.

15 So Stummvoll 1935, S. 80.

16 *Kürschners Literatur-Kalender* 1913, 1925 und 1930.

17 Fischer 2001.

18 Groth 1928, S. 447.

Andererseits hatte diese Publikation „durch ihre Berichterstattung in kurzer und erschöpfender Form auch im Inland großen Beifall gefunden". Bald sollten aber über 100 inländische Zeitungen laufend Belegexemplare an die Reichszentrale senden – neben denen von 75 ausländischen – und daher war ihre Rolle für die Öffentlichkeitsdarstellung der deutschen Wissenschaft zu Hause wohl nicht unerheblich. Immerhin versorgten mehr als 2000 Exemplare auch deutsche Redaktionen, Schulen und andere Stellen.[19]

Nur wenige Wochen nach Erscheinen der ersten Ausgabe hatte der Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Adolf von Harnack (1851–1930), der Reichszentrale mitgeteilt, dass er nicht nur die Idee und ihre Verwirklichung für „außerordentlich glücklich" halte, sondern er sich auch erlauben wolle, „vorzuschlagen, daß die Veröffentlichungen nicht nur der ausländischen, sondern auch der deutschen Presse zugänglich gemacht werden". Diese Wortmeldung findet sich in einer Liste von etwa sechzig „Anerkennungsschreiben", die in den ersten fünf Jahren eingegangen waren, unter ihnen auch ein Lob für die „auch für unseren Betrieb so wichtige Zeitschrift" des Präsidenten der Leopoldina, Johannes Walther (1860–1937), die sich freilich nicht am Kartell der Akademien und somit der Zuarbeit zu Forschungen und Fortschritte direkt beteiligte.[20]

Ein mögliches Vorbild für Kerkhofs Projekt war der 1920 in den USA gegründete *Science News Service*, der von Wissenschaftlern und dem erfolgreichen Zeitungsverleger und Philanthropen Edward W. Scripps (1854–1926) angestoßen worden war. Sie reagierten auf eine Legitimationskrise der Naturwissenschaften, welche in den USA durch den Ersten Weltkrieg eine neue, vor allem zentralisierte Institutionalisierung erhalten hatten, sichtbar am *National Research Council*, aber auch bei der *National Academy of Sciences*.[21] Ebendiese, nationale Akademie und Forschungsrat, waren neben Scripps sowie der *American Association for the Advancement of Science* an der Gründung des *Science Service* beteiligt. Statt Max Planck und Fritz Haber später in Deutschland, waren es hier insbesondere der Astronom George Ellery Hale (1868–1938) und der Physiker und spätere Nobelpreisträger Robert Millikan (1868–1953), die die Gründung vorangetrieben hatten.

Ob es Kontakte zum *Science Service* vor dem ersten Erscheinen von *Forschungen und Fortschritte* gegeben hat, ist nicht belegt; dass Kerkhof die erste Nummer aber gleich an den deutschen Korrespondenten von *Science Service Inc.* in Berlin sandte, ist jedoch einem Antwortschreiben zu entnehmen, indem der Korrespondent sogleich ein Telefonat anregte.[22]

Die Größe und Reichweite des amerikanischen Pendants konnte die Reichszentrale freilich nicht erreichen, gegenüber allen entsprechenden europäischen Versuchen sollte sie aber eine, zumindest organisatorische Überlegenheit reklamieren können. Weder dem 1926 gegründeten und in *Nature* und *Science* sogleich kritisch kommentierten Pariser *Office d'Information scientifique et technique*, zu dessen Verwaltungsrat der *secrétaire perpétuel* der *Académie des sciences* Emile Picard (1856–1941) gehörte, noch dem holländischen Versuch sechs Jahre später, einen *European Science Service* in Amsterdam zu etablieren, sollte Erfolg beschieden sein.[23] Zum europäischen Konkurrenzprojekt bemerkte Kerkhof im Jahresbericht 1932 nur lakonisch, dass man dort „anscheinend ohne Erfahrungen im Pressewesen von falschen Vor-

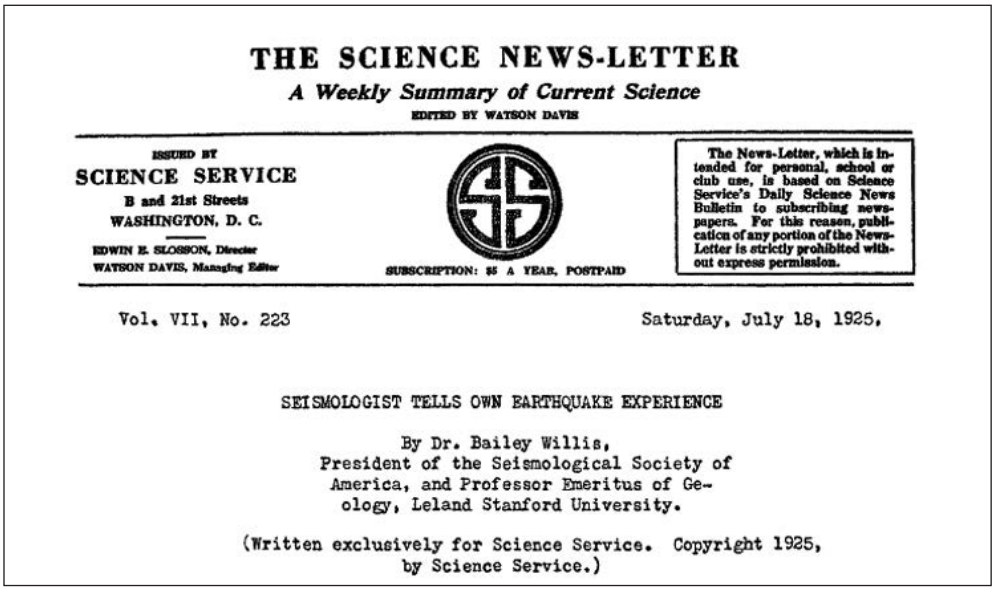
19 Jahresbericht 1927, S. 7f.

20 Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung, 1919–1929 (vertraulicher Bericht), S. 14 und 17. BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 45/6.

21 Rhees 1979, Ch. I, Part II.

22 Maxim Bing an Karl Kerkhof, 25. 10. 1925, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 48/1.

23 Science *64*, 91f. (1926), Bericht in Chemisch Weekblad 29 (1932).



THE SCIENCE NEWS-LETTER

A Weekly Summary of Current Science

EDITED BY WATSON DAVIS

ISSUED BY
SCIENCE SERVICE
B and 21st Streets
WASHINGTON, D. C.

EDWIN E. SLOSSON, Director
WATSON DAVIS, Managing Editor

SUBSCRIPTION: $5 A YEAR, POSTPAID

The News-Letter, which is intended for personal, school or club use, is based on Science Service's Daily Science News Bulletin to subscribing newspapers. For this reason, publication of any portion of the News-Letter is strictly prohibited without express permission.

Vol. VII, No. 223 Saturday, July 18, 1925.

SEISMOLOGIST TELLS OWN EARTHQUAKE EXPERIENCE

By Dr. Bailey Willis,
President of the Seismological Society of America, and Professor Emeritus of Geology, Leland Stanford University.

(Written exclusively for Science Service. Copyright 1925, by Science Service.)

Abb. 3 Beitragstitel aus dem wöchentlichen Newsletter des *Science Service* vom 18. Juli 1925

aussetzungen ausgegangen ist", auch habe man davon „in letzter Zeit nichts mehr gehört".[24] Die demgegenüber von Kerkhofs Korrespondenzblatt der deutschen Wissenschaft an den Tag gelegte Kontinuität entspricht zugleich auch eine Epoche staatlich protegierter Wissenschaftskommunikation, die nicht zuletzt für das Verhältnis von Wissenschaftsakademien und Öffentlichkeit bezeichnend wurde.

Ein wesentlicher Unterschied zu den amerikanischen Aktivitäten war, dass in *Forschungen und Fortschritte* keine *news*, sondern vollständige Berichte im Vordergrund standen. Unter den über siebzig Artikeln über naturwissenschaftliche Fortschritte (ohne Medizin, Technik und Exkursionen), denen ähnlich viele der Geisteswissenschaften gegenüberstanden, finden sich viele Beiträge der ersten Vertreter der deutschen Wissenschaft. Ob von Albert Einstein (1879–1955; als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Berlin) zu den Ursachen der Mäanderbildung der Flussläufe, von Max Planck (als ständigem Sekretär der Preußischen Akademie der Wissenschaften) über „physikalische Gesetzlichkeit", von Fritz Haber (als Direktor des KWI für physikalische Chemie und Mitglied der Preußischen Akademie) zu Versuchen, chemische Elemente in andere zu verwandeln, oder auch von Lise Meitner (1878–1968; ohne Angaben zu Mitgliedschaften) zum gleichen Thema, all dies Beispiele allein aus dem Jahrgang 1926. Während die Prominenz der Autoren von übergeordneter Bedeutung war, sollten sich für Form, Länge und Anspruch bzw. notwendiges Fachwissen zum Verständnis keine einheitlichen Standards herausbilden. Während Einsteins Text sich auf 26 Zeilen beschränkte, nahmen anderer Beiträge mehrere Druckseiten in Anspruch. Mehrere Beiträge Plancks entstammten Vorträgen vor studentischem Publikum, während ansonsten häufig Akademiereden Vorlage für Beiträge wa-

24 Jahresbericht 1932, S. 11.

AHL 64.indb 132 03.06.2014 16:03:11

ren.[25] Auch spielte offenbar der Faktor Aktualität nur eine untergeordnete Rolle, wenn etwa Max Born (1882–1970) 1930 zur Quantenmechanik der atomaren Stoßprozesse Ergebnisse präsentiert, mit denen er vier Jahre zuvor in der Physik für Aussehen gesorgt hatte, da sie die Interpretation der Quantenmechanik entscheidend veränderten.[26]

3. Eine wissenschaftliche „Leserevolution" – Wissenschaft und Öffentlichkeit in der Weimarer Republik

Um die Größe der Resonanz zu beurteilen, auf die das Informations-, wenn nicht gar Propagandaangebot aus dem Büro Unter den Linden stieß, ist ein zweiter Kontext von Bedeutung, der des öffentlichen Interesses an Wissenschaft und Technik in der Weimarer Republik. Wie eine Übersicht der ermittelbaren Auflagenzahlen der bedeutendsten populärwissenschaftlichen Zeitschriften im 20. Jahrhundert deutlich zeigt, war die Zeit der Weimarer Republik diejenige des wohl größten und vielfältigsten Leserinteresses an populärwissenschaftlicher Literatur. Auf verschiedenen Niveaus der Popularität und Spezialisierung stellt man fest, dass nicht nur die Verkaufszahlen der Jahre vor dem Ersten Weltkrieg verdoppelt worden waren, auch sollte in Deutschland erst in den 1980er Jahren die Nachfrage das Weimarer Niveau überflügeln, freilich mit Literatur, die wir eher als Edutainment bezeichnen würden.[27]

Die Schwierigkeit, die Publikation *Forschungen und Fortschritte* in die Wissenschaftspublizistik einzuordnen, besteht nicht nur darin, die doppelte Zielrichtung auf das Inland und Ausland zu berücksichtigen, sondern auch in der Frage, um was für eine Schriftgattung es sich eigentlich handelt. Neben dem Begriff „Korrespondenzblatt" trugen die Seiten bald auch den Titelzusatz „Nachrichtenblatt"; zusätzlich zu der einseitig bedruckten Ausgabe zum Ausschneiden, die für fünf Mark im Quartal den kostenfreien Abdruck erlaubte – andere Korrespondenzen verlangten freilich Zeilenhonorare –, gab es die doppelseitig bedruckte B-Ausgabe für 3 Mark. Dennoch blieb der Zeitschriftenstatus des Blattes lange unklar, was sich etwa daran ablesen lässt, dass viele hier veröffentlichte Texte aus bekannter Feder sich nicht in den Schriftenverzeichnissen der Autoren wiederfinden.

Wenn wir *Forschungen und Fortschritte* auch als populärwissenschaftliche Zeitschrift betrachten, dann war diese ein hoffnungslos veraltetes Beispiel. Auftreten und Stil entsprachen etwa dem der *Umschau* kurz vor der Jahrhundertwende, während Mitte der 1920er Jahre mehr noch als Franckhs *Kosmos* die Ullstein-Zeitschrift *Koralle* definiert hatte, wie anspruchsvolle Wissenschaftsvermittlung aussehen sollte. Beide Zeitschriften waren etwa zum gleichen Quartalspreis wie Kerkhofs Blatt zu erwerben. Auch die Wissenschafts- und Technikberichterstattung der Qualitätspresse, die sich in den 1920er Jahren zum Teil bereits eigene Wissenschaftsredaktionen leistete, wie beispielsweise die *Frankfurter Zeitung* mit ihrer wöchentlichen Beilage *Das Technische Blatt*, präsentierte ihre Themen moderner als die Beiträge in *Forschungen und Fortschritte*.

Ein Forschungsdesiderat wird hier schnell offenkundig: die Frage nach dem Einfluss eines sich professionalisierenden Wissenschaftsjournalismus. Viele Details und Vermutungen

25 Max Planck hatte wiederholt durch Vorträge die Mathematisch-Physikalische Arbeitsgemeinschaft der Berliner Universität unterstützt.
26 Born 1930, 1926.
27 Schirrmacher 2013.

AHL 64.indb 133 03.06.2014 16:03:11



FORSCHUNGEN UND FORTSCHRITTE

KORRESPONDENZBLATT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Erscheint monatlich zweimal. Bezugspreis vierteljährl. M. 5.—. Zahlstellen: Direktion der Disconto-Gesellschaft, Berlin W 8, Unter den Linden 35 und Postscheck-Konto Berlin 1946. Nachdruck nur Abonnenten gestattet.

1. Jahrg. Berlin, 1. Oktober 1925 Nr. 1/2

TECHNIK / ERFINDUNGEN

Ein neuer Stahl.

Kürzlich ist der deutschen Technik die Herstellung einer neuen Stahlsorte gelungen, welche bei gleichen Festigkeitseigenschaften eine um 40—60% höhere Streckgrenze als die bisher bekannten Stähle hat. Wir sind in der Lage, eine von der Deutschen Allgemeinen Zeitung hierüber gebrachte Notiz noch ergänzen zu können. Die Prüfungen des neuen Stahls sind dahach endgültig abgeschlossen; das Endergebnis hat die Erwartungen noch wesentlich übertroffen. Der Stahl wird nach den vorliegenden Feststellungen bei sämtlichen Eisenkonstruktionen rund 40% an Gewicht sparen. Bemerkenswert ist, daß sich der Herstellungspreis nicht höher stellt, als bei dem üblichen Konstruktionsstahl. Hieraus erhellt ohne weiteres, daß der neuen Erfindung, welche den Mitarbeitern einer alten Berliner Firma, der Berliner Aktien-Gesellschaft für Eisengießerei und Maschinenbau vorm. Freund, gelungen ist, ein überaus großer Wert zukommt. Zuletzt sei noch bemerkt, daß es sich um keinen Edelstahl, sondern um einfachen Kohlenstoffstahl handelt, so daß es kaum einen Industriezweig geben dürfte, für den die neue Erfindung nicht von erheblicher Bedeutung wäre.

Glasklar durchsichtige Metallhäutchen von ein millionstel Zentimeter Feinheit (30 Atomschichten Dicke).

Neue Verwendungsmöglichkeiten von größter Tragweite für Wissenschaft und Technik.

Aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg kommt die Nachricht, daß es einem Mitarbeiter derselben, Regierungsrat Dr. Carl Müller, gelungen ist, durch Verfeinerung von Metallen eine bedeutsame Wegstrecke zur Mikrowelt der Atome vorzudringen, nämlich hauchdünne, freie, gleichmäßige Häutchen aus edlen und unedlen Metallen bis zu ein millionstel Zentimeter Feinheit herab herzustellen, die ohne porös zu sein, klar durchsichtig erscheinen wie kein geschliffenes optisches Glas.

Wissenschaft und Technik erhalten in diesen hauchdünnen, durchsichtigen Metallhäutchen einen gänzlich neuen Baustoff, der in seiner Verwendung auf dem Gebiete der Strahlungsuntersuchungen und der Temperaturmessungen, für die Blattmetallindustrie, für die Erfordernisse des Rundfunks und des sprechenden Films, des Fernsehens und der Bildtelegraphie, der Telephon- und der Grammophon-Technik wesentlich-bedeutende Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

Bei der Verwendung derartiger dünner Metallhäutchen als hochempfindliches Strahlungsmessgerät zu astronomischen oder militärischen Zwecken wird als Anzeigemerkmal entweder der schwache elektrische Strom verwertet, den zwei mit einander verbundene verschiedenartige Metallstreifen von äußerster Feinheit liefern, wenn ihre Verbindungsstelle durch Bestrahlung erwärmt wird; oder es wird die Verringerung der Durchlässigkeit für den elektrischen Strom ausgenutzt, die ein hauchdünner Metallstreifen aufweist, wenn seine Temperatur durch Bestrahlung steigt. In Verbindung mit hochempfindlichen Stromanzeigern können auf diese Weise Erwärmungen von weniger als ein millionstel Grad gemessen worden. Dieses Verfahren wird z. B. benutzt, um aus den Sternbildchen in großen Fernrohren die Temperaturen der Gestirne beispielsweise die unseres Nachbarplaneten Mars, zu ermitteln.

Militärische Anwendungen werden sich für die neuen verfeinerten Metallhäutchen z. B. in der Steuerung der durch die Firma Zeiss, durch Professor Paschen und amerikanische Physiker entwickelten Methoden und Geräte vor allem zur verbesserten Ueberwachung von Häfen gegen nächtlich nahende, feindliche Schiffe, zur Signalisierung mit unsichtbarer Wärmestrahlung und zur nächtlichen Geländeüberwachung und nächtlicher Fingrengandeckung ergeben. Der Wahrnehmungsvorgang ist hierbei ähnlich dem, wenn von unseren Hautnerven im Dunkeln ein genäherter Eisblock oder ein heißer Körper schon aus einigen Abstande durch die verhältnismäßig Hautbestrahlung wahrgenommen wird; nur daß die Meßgeräte bedeutend empfindlicher sind. Vielseitige wissenschaftlich und technisch bedeutsame Entwicklungsmöglichkeiten liegen auch in der Richtung der verfeinerten und beschleunigten Messung hoher Temperaturen, beispielsweise an Oefen; denn alle wissenschaftlichen und industriellen Temperaturmessungen oberhalb 1200°C beruhen letzten Endes und größtenteils auch direkt auf Strahlungsmessungen der vorbesprochenen Art.

Noch wesentlich umfangreicher und industriell dringlicher ist indes das Interesse, das die Blattmetallindustrie, die Rundfunk- und Grammophontechnik (Fixierung der menschlichen Stimme und Sprache im Lautarchiv), sowie alle jene mit dem Problem des sprechenden Films, der Bildtelegraphie und des Fernsehens verknüpften Bestrebungen an der Herstellung möglichst feiner Metallhäutchen haben.

Die lautgetreue, unverzerrte Wiedergabe der wichtigen, oberhalb des menschlichen Zieohtones, Klavierklänge und Orchesterklangmischungen erfordert als idealen schwingenden Schallerzeuger (Membran) ein hauchdünnes Metallhäutchen, dessen Gewicht kleiner als die mitschwingende Luft ist, und das infolgedessen jedem, den kleinsten Anstoß trägheitslos und nachhallfrei folgt.

Umschau 1897.

DIE UMSCHAU

ÜBERSICHT ÜBER DIE FORTSCHRITTE UND BEWEGUNGEN AUF DEM GESAMTGEBIET DER WISSENSCHAFT, TECHNIK, LITTERATUR UND KUNST

Wöchentlich eine Nummer. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Postzeitungspreisliste No. 7911.

Herausgegeben von DR. J. H. BECHHOLD.

Preis vierteljährlich M 2.50. Jahres-Abonnement Preis M. 10.— Im Ausland nach Cours.

Verlag von: H. Bechhold Verlag, Frankfurt a. M. Neue Krönz 19/21.

Verantwortlicher Redakteur: Otto Adolf Wolters, Frankfurt a. M.

№ 33. I. Jahrg. Nachdruck aus dem Inhalt der Zeitschrift ohne Erlaubnis der Redaktion verboten. 1897. 14. August.

Telegraphie ohne Draht.

Von Dr. Bernhard Dessau.

Aus den Tageszeitungen und auch aus der „Umschau" wissen unsere Leser bereits von der Erfindung eines jungen Italieners, des 22jährigen Guglielmo Marconi, welche die Übertragung elektrischer Signale selbst auf bedeutende Entfernungen ohne Zuhilfenahme eines Leitungsdrahtes ermöglichen soll. Die Reklame und das geheimnisvolle Dunkel der ersten Mitteilungen liessen freilich nicht erkennen, ob man es hier mit etwas wirklich Neuem oder lediglich mit der Wiederaufnahme älterer Bestrebungen zu thun habe. Versuche einer Telegraphie ohne Draht waren ja in Amerika bereits vor anderthalb Jahrzehnten gemacht worden. Dort erstrebte man namentlich die Möglichkeit eines Nachrichtenaustausches zwischen fahrenden Eisenbahnzügen und den Stationen. Zu diesem Zwecke wurde längs der ganzen Linie zwischen den Schienen, sowie unter einem Wagen jedes Zuges ein isolierter Draht ausgespannt; die Herstellung oder Unterbrechung eines elektrischen Stromes in dem einen dieser Drähte musste dann jedesmal in dem benachbarten Drahte einen kurzandauernden sogenannten Induktionsstrom wachrufen und man brauchte also nur die beiden Drähte mit galvanischen Batterien, mit Stromunterbrechern und einem Telegraphen oder Telephon auszurüsten, um nach Belieben zwischen den Zügen und den Stationen Signale austauschen zu können. Edison verbesserte dieses System so weit, dass der Draht zwischen den Schienen durch einen der gewöhnlichen Telegraphendrähte längs der Bahn ersetzt werden konnte; in einer Zuschrift an die „North American Review" bezeichnete er damals diese seine Erfindung als „eine der wichtigsten und folgenreichsten unseres Jahrhunderts" — es ist aber von dem Edisonschen „Telegraphen ohne ununterbrochenen Draht" wieder ganz stille geworden. Erst in den letzten Jahren wurden die Versuche in England wieder aufgenommen und das System soweit vervollkommnet, dass die Entfernung zwischen den beiden Leitungsdrähten, zwischen welchen eine Übertragung stattfinden sollte, sich schon nach Hunderten von Metern, ja nach einigen Kilometern beziffern konnte, aber freilich nur, wenn jeder der beiden Drähte sich auch über eine beträchtliche Länge erstreckte; und darum konnte dieses System gerade für den Zweck, welchem die Versuche galten — nämlich für den Nachrichtenaustausch von Schiffen untereinander oder mit der nahen Küste — keine rechte Verwendung finden. Zu dem gleichen Zwecke unternahmen dann vor drei Jahren die Herren W. und E. Rathenau und H. Rubens in Berlin auf Anregung des Reichsmarineamts Versuche nach einem anderen Verfahren. Demselben liegt folgende Erscheinung zu Grunde. Bekanntlich besteht eine gewöhnliche Telegraphenleitung nur aus einem einzigen Drahte; für den Stromschluss dient ihr das feuchte Erdreich, in welches von den Enden des Drahtes zwei Metallplatten versenkt sind. Die Beobachtung zeigt nun, dass der Strom im Boden nicht auf den kürzesten Weg zwischen den beiden Platten beschränkt, sondern nach allen Richtungen, wenn auch mit geringerer Stärke, verzweigt ist; es gelingt deshalb, wenn man abseits von jenem kürzesten Wege zwei andere Platten in den Boden versenkt, einen Teil des Stromes gewissermassen abzufangen und durch einen die beiden Platten ausserhalb verbindenden Draht zu senden; noch besser vermag man dies, wenn der Versuch im Wasser anstatt im Erdreich angestellt wird. Von dem Drahte, welcher die primären Platten mit einander verbindet, kann man also nach demjenigen, welcher die sekundären Platten verbindet, Signale senden; bei den Versuchen,

Umschau 1897. 33

Abb. 4 Vergleich des Korrespondenzblatts *Forschungen und Fortschritte* von 1925 mit der Zeitschrift *Umschau* aus dem Jahr 1897

stehen hier im Raum, doch weder sollten wir davon ausgehen, dass bereits die Medien- und Marktlogik Form und Selektion der Themen voll im Griff hatte, noch wäre es richtig anzunehmen, dass das, was die Wissenschaft meldete, mehr oder weniger unverändert ihren Weg in Zeitung und Zeitschrift gefunden hat. Der Wissenschaftsjournalismus war im Kommen, aber es war eine vielschichtige Entwicklung von Fort- und Rückschritten.[28]

Forschungen und Fortschritte sind hierfür ein gutes Beispiel. Kerkhofs Ziel war, eine gewisse „Vollständigkeit" zu erzielen, was nur möglich würde, „wenn die wissenschaftlichen Körperschaften, die Akademien der Wissenschaften, die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaften usw. ihre Unterstützung dem Unternehmen angedeihen lassen. Es wird zweckmäßig sein", formuliert er in einem Brief an den Vorstand des Verbandes deutscher Hochschulen Rudolf Schenck (1870–1965), „für die einzelnen wissenschaftlichen Gesellschaften besondere Korrespondenten gegen entsprechende Vergütung zu bestellen".[29] Entsprechend überwogen in den ersten Ausgaben des Korrespondenzblatts von Redakteuren aufbereitete Berichte von neuen Forschungen neben namentlich gekennzeichneten Beiträgen von Forschern und manchem ungekennzeichneten Beitrag (etwa über Friedrich Preisigkes [1856–1924] und Emil

28 Die Geschichte des Wissenschaftsjournalismus stellt ein Forschungsdesiderat dar, vgl. bisher etwa Förster 2007, Schirrmacher 2008a, Daum 2008.

29 Brief Karl Kerkhof an Rudolf Schenck, 2. 1. 1925, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 48.

AHL 64.indb 134 03.06.2014 16:03:12

Kiesslings Papyrusforschung). Die meist nur mit Kürzeln gekennzeichneten Beiträge verraten selten die Autoren. Eine identifizierbare Person ist etwa Walther Meissner (1882–1974), der 1907 von Planck promoviert worden war und – wie Kerkhof später auch – Mitarbeiter der Physikalisch-Technischen-Reichsanstalt in Berlin wurde;[30] dort hatte die Reichszentrale in den Jahren 1920 bis 1923 auch zunächst ihre Büros.

Bereits in dem ersten Heft meldete „Dr. W. M." aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, „daß es einem Mitarbeiter derselben [...] gelungen ist, durch Verfeinerung von Metallen eine bedeutende Wegstrecke zur Mikrowelt der Atome vorzudringen". Gleich im folgenden Artikel berichtete „Dr. Walter Meißner-Berlin" über die Theorie des „Ultraphons", worauf eine Meldung zur „Gewinnung und Verflüssigung von Helium" folgte, die mit „W. Meißner-Berlin" gekennzeichnet ist und die auf dessen eigene Arbeiten einging, ohne dass dies allerdings erkennbar wurde.[31]

Dieses Journalisten- oder Referentenmodell wurde aber sehr schnell aufgegeben, und die Redakteurskürzel verschwanden nach Juni 1926. Rückblickend schrieb Kerkhof dazu: „Es zeigte sich jedoch bald, dass die Art der Berichterstattung, wie sie in den ersten Heften durchgeführt wurde, nämlich die Berichte über die Forschungsergebnisse deutscher Gelehrter durch besondere Referenten in einer solchen Form abzufassen, dass sie von der Presse unmittelbar übernommen werden konnten, nicht der daran geknüpften Erwartung entsprach."[32]

Das lag nicht zuletzt an den internationalen Zielen: Eine glaubwürdige Berichterstattung über die deutschen Fortschritte würde noch am ehesten den Anschein einer Kulturpropaganda vermeiden, wenn die bedeutendsten Wissenschaftler direkt berichteten und nicht durch eine journalistische Bearbeitung gingen.[33]

Ein ähnliches Argument scheint aber auch gegenüber der deutschen Öffentlichkeit gegolten zu haben. Abgesehen von der Boulevardpresse lässt sich feststellen, dass Zeitungen und Zeitschriften Originalbeiträge renommierter Forscher vorgezogen haben oder die Autoren zumindest aus der Wissenschaft selbst kommen sollten. Daher finden wir nicht nur in *Forschungen und Fortschritte* Beiträge etwa aus der Feder von Otto Hahn (1879–1968), Max Planck oder auch Emil Abderhalden, sondern genauso gelang es dem Ullstein-Verlag mehrfach, etwa Erwin Schrödinger (1887–1961) zu längeren Beiträgen in der *Koralle* zu gewinnen, aber auch den Astronomen Erwin Freundlich (1885–1964) und den Biologen Jacob von Uexküll (1864–1944). Statt des Kürzels eines Redakteurs am Ende der Artikel standen bevorzugt Professoren- und höhere Staatsbeamtentitel am Anfang.

Als Resultat ergibt sich, dass die Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung zwar eine eigenständige Rolle im vielfältigen Vermittlungsdiskurs populärwissenschaftlichen Wissens auch innerhalb Deutschlands in der Zwischenkriegszeit gespielt hat, sie aber sowohl in Inhalt und Form nicht unbedingt zur Avantgarde der Wissenschaftspublizistik gezählt werden kann. Als Korrespondenz wurde das Organ der Reichszentrale freilich von vielen regionalen Zeitungen verwendet,[34] während größere bzw. überregionale Blätter wie das *Berliner Tageblatt*, die *Vossische Zeitung* oder die *Frankfurter Zeitung* schon vor dem Ersten Weltkrieg

30 *Forschungen und Fortschritte 1*, S. 1–3, 3, 4 (1925).

31 Jahresbericht 1923, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 9.

32 Dokument „Betr.: ‚Forschungen und Fortschritte'" für das Auswärtige Amt vom 13. 2. 1929, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 30.

33 Ebenda.

34 Beispielsweise kann der Beitrag vom 20. März 1930 von Ernst Gehrcke (1878–1960) „Die Krisis der Physik", *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 119f., im *Chemnitzer Tageblatt* am 30. März 1930 gefunden werden.

eigene Wege für hochwertige Wissenschafts- und Technikberichterstattung etabliert hatten. Die subventionierte Reichszentrale hat daher wohl am stärksten kleinen privaten Korrespondenzbüros Konkurrenz gemacht, sie jedenfalls konnte sich schließlich dauerhaft etablieren.[35]

4. Zum Wandel in der akademischen Rede und Schrift im Lichte der Öffentlichkeit

Der dritte Kontext, in den ich die Reichzentrale und ihr Korrespondenzblatt stellen möchte, betrifft den Wandel der akademischen Rede seit Mitte der 1920er Jahre, insbesondere in Hinblick auf die Öffnung der Akademien gegenüber der Öffentlichkeit. Dies betrifft auch die Geschichte der Leopoldina und Emil Abderhaldens Bemühungen, der Leopoldina ein neues öffentliches Selbstverständnis zu geben.

Blättert man etwa in den Jahrgängen 1928 und 1929 der *Forschungen und Fortschritte*, findet man eine große Zahl von Artikeln, die auf Wissenschaftlerreden basieren, insbesondere öffentliche Akademiereden, Fest- und Jubiläumsvorträge. Von Anfang an hatte das Blatt eine Rubrik für Vorträge bzw. Sitzungsberichte wissenschaftlicher Körperschaften, meist der Akademien. So finden wir Theodor Wiegands (1864–1941) Festvortrag zum Friedrichstag der Preußischen Akademie der Wissenschaften über antike Kulturdenkmäler, Otto Hahns Vortrag „Über die Elemente und Atomarten der letzten Reihe des Periodischen Systems" am gleichen Ort, dessen Vortrag über „30 Jahre Radiumforschung" von der Hauptversammlung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in München oder auch Max von Laues öffentlichen Vortrag zur Röntgenbeugung an Kristallen, wieder in der Preußischen Akademie.[36] Es kann wohl davon ausgegangen werden, dass die wenigsten Beiträge Originalbeiträge für das Korrespondenzblatt waren, und dass die große Mehrzahl Auszüge oder Adaptionen von Vorträgen oder ausführlicheren Publikationen waren, auch wenn sich nur bei etwa einem Viertel der Beiträge konkrete Hinweise auf die zugrundeliegende akademische Rede oder Publikation finden.

Waren die Sitzungsberichte der Akademien hohen innerwissenschaftlichen Standards verpflichtet und fungierten vielfach als führende Fachzeitschriften, wie etwa die Berliner Sitzungsberichte im Bereich der Physik durchaus auf Augenhöhe mit den *Annalen der Physik* standen, boten sich die Dienste der Reichszentrale an, um mit der Öffentlichkeit zu kommunizieren und das, was die häufig neu eingerichteten öffentlichen Vortragsveranstaltungen bezweckten, auch überregional und international zu streuen.

Dies deckt sich natürlich mit den Bestrebungen Emil Abderhaldens an der Leopoldina, der ja bereits 1922 zu Reformen aufgerufen hatte. Solange die Akademie nicht „weit sichtbar in aktive Tätigkeit tritt", würde man kaum das Interesse an ihr in „weiten Kreisen" wecken können. Mit seiner Ernennung zum Sekretar der medizinischen Sektion unter dem neuen

35 Abgesehen von kurzzeitigen Überlegungen, die Reichszentrale 1929 nach zehn Jahren wieder zu schließen. Daraufhin wurde durch die Auflage eines Jubiläumsfonds versucht, die finanzielle Lage zu verbessern. Vgl. Unterstützungsschreiben von Vertretern der Universitäten, Akademien und der Industrie. Während Max Planck in seiner Funktion als ständiger Sekretär der Berliner Akademie genannt ist, unterzeichnete Emil Abderhalden lediglich als hallescher Geheimer Medizinalrat. Gedruckte Stellungnahme ohne Titel, Berlin 1928/29, BBAW, Akademiearchiv, Bestand PAW, II, RZ 8.

36 Hahn „Über die Elemente und Atomarten der letzten Reihe des Periodischen Systems", 18. 10. 1928, Max von Laue: „Auszug aus einem öffentlichen Vortrag" an der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 27. 11. 1929. Dort auch Hahn am 31. 10. 1929 zu „Die radioaktiven Substanzen im Dienst chemischer und physikalischer Forschung".

AHL 64.indb 136 03.06.2014 16:03:12

Präsidenten Johannes Walther im Jahre 1924, wurde sein Einfluss auf die Öffnung der Leopoldina gegenüber der Öffentlichkeit wirksam. Die Einführung von wissenschaftlichen Sitzungen sollte an die Aktivität des Kartells anschließen, und die erste öffentliche Festsitzung 1925 in der Universitätsaula war ein erster Schritt, in öffentliche Diskurse einzutreten. Dies war freilich eine Entwicklung, die erst an Kraft gewann, nachdem Abderhalden 1931 selbst Präsident der Leopoldina geworden war. Nun öffnete er die monatlichen Vortagssitzungen für jedermann und die seit 1935 jährlich stattfindenden Festsitzungen wurden zumindest für die hallesche Bevölkerung und die Lokalpresse zum Ereignis.[37]

Abderhalden war auch als Autor in *Forschungen und Fortschritte* recht aktiv, zumindest seit 1928, als er einen Text „Über das Wesen der Fermentbildung" als Professor der Universität Halle beitrug. Der einzige seiner Texte, der auf einen Leopoldina-Vortrag explizit hinweist, erschien im August 1932, die drei weiteren Beiträge in den Jahren zwischen 1933 und 1936 identifizierten ihn wieder lediglich als halleschen Professor. Damit stellte sich auch in Bezug auf die Öffnung der Leopoldina gegenüber der Öffentlichkeit die Frage, warum sie nicht zu den sechs Wissenschaftsakademien des Kartells hat aufschließen können, etwa über entsprechende Berücksichtigung durch die Reichszentrale. Für die Leser der *Forschungen und Fortschritte*, ob direkt im Nachrichtenblatt oder vermittelt in der Zeitung, blieb Abderhalden so in erster Linie der Professor aus Halle. Dies mag umso erstaunlicher sein, als die Stoßrichtung in Hinblick auf die Anerkennung deutscher Wissenschaft im Ausland von Reichzentrale und der sich großdeutsch gerierenden Leopoldina weitgehend deckungsgleich war, begründete doch Abderhalden in der ersten Festsitzung unter Kriegsbedingungen, dass es notwendig sei, „dass Nova Acta-Hefte mit möglichst hochwertigem Inhalt erscheinen. Sie bieten im Ausland die beste Propaganda für den ungebrochenen Willen deutscher Forscher, ihre Forschungsarbeiten fortzuführen". Zugleich sah er die „vornehmste Aufgabe" der Akademie „in der Erfüllung ihres Dienstes am Volke", hierzu stünde auch die Bibliothek jedermann offen.[38]

Zusammenfassend lassen sich Entwicklung und Probleme der Wissenschaftskommunikation der wissenschaftlichen Körperschaften und damit insbesondere auch der Akademien in der Zeit zwischen den Weltkriegen daher in drei Thesen bündeln: *Erstens* suchten insbesondere außeruniversitäre Wissenschaftsinstitutionen wie die Akademien und die Kaiser-Wilhelm-Institute nach dem verlorenen Ersten Weltkrieg nach Kommunikationsstrategien mit einer Öffentlichkeit, die sich nicht nur immer stärker für Wissenschaft und Technik interessierte, sondern die auch für ihre Legitimation im demokratischen Staat eine immer wichtigere Rolle spielte. *Zweitens* stieß anders als im literarischen oder feuilletonistischen Bereich die Einführung von Korrespondenzwesen, Nachrichtenagenturen und Fachjournalismus auf den Primat der fachlichen Autorität des Wissenschaftlers, der im deutschen Verständnis allein den kulturellen Anspruch seiner Erkenntnis repräsentieren konnte. Wo immer es ging, war zuvorderst der Forscher gefragt, seine Ergebnisse zu erklären, ob vom Ullstein-Verlag für die *Koralle* oder von der Reichszentrale im Dienste einer „Außenkulturpolitik". Und *drittens* scheint es, dass wissenschaftliche Propaganda sich im Gegensatz zu Kiesslings Rat an Kerkhof noch immer am besten betreiben ließ, wenn der Wissenschaftler so objektiv wie möglich erscheint.

37 Gerstengarbe et al. 1995, S. 192 und 193.

38 Ebenda, S. 193. Ob es doch Versuche gegeben hat, mit der Reichszentrale in Kontakt zu treten, könnte vielleicht das Archiv der Leopoldina zeigen. Wie die Aktivitäten der Leopoldina im Einzelnen in der Öffentlichkeit wahrgenommen wurden, sollte sich prinzipiell den Zeitungen entnehmen lassen.

AHL 64.indb 137 03.06.2014 16:03:12

Es war, so könnte man zuspitzen, wohl doch Können und nicht Scheinen, was den Ruf der deutschen Wissenschaft gefördert hat.

5. Epilog

Forschungen und Fortschritte hatte sich als ein Erfolgsmodell etabliert und sollte über vierzig Jahre lang erscheinen, von einer zweijährigen Unterbrechung ab März 1945 einmal abgesehen. Das lag aber auch daran, dass das Konzept des Korrespondenzblatts mehrfach angepasst wurde. Bereits nach wenigen Monaten war der ursprüngliche Plan, Meldungen von Redakteuren verfassen zu lassen, die möglichst in den wissenschaftlichen Institutionen zu installieren waren, fallengelassen worden. Stattdessen wurde versucht, die führenden Gelehrten selbst als Autoren zu gewinnen. Auch wurde akzeptiert, dass *Forschungen und Fortschritte* vielfach wie eine eigene Zeitschrift angesehen wurde und nicht nur als Korrespondenz zur Weiterverbreitung in Zeitungen.

Diese Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit wurde erst grundlegend in Frage gestellt, als 1940 der Reichzentrale ernsthafte Konkurrenz in Form des *Deutschen Wissenschaftlichen Dienstes* erwuchs, des von dem ordentlichen Professor für „Arische Kultur- und Sprachwissenschaft“ Walther Wüst (1901–1993) herausgegebenen Sprachrohrs der Forschungsgemeinschaft Deutsches Ahnenerbe. Der *DWD* mit seiner „Korrespondenz für die gesamte Kultur- und Naturwissenschaft“, die ursprünglich als „Kampfschrift gegen das englisch-amerikanische Welt- und Geschichtsbild“ tituliert worden war, sollte indes vom Organ der Reichszentrale überlebt werden; während der *DWD* sein Erscheinen im September 1944 einstellte, erreichten von der Januar-Ausgabe der *Forschungen und Fortschritte* noch im Frühjahr 1945 einige Exemplare ihre Bezieher zumindest im in Trümmern liegenden Berlin.

In diesem ersten Heft 1945 erschienen Jubiläumsaufsätze zum 25-jährigen Bestehen der Reichszentrale etwa von Max Planck, Otto Hahn und Emil Abderhalden, außerdem hatten zwanzig weitere „der ältesten und treuesten Mitarbeiter, führende Männer der deutschen Wissenschaft“ beigetragen. Im Frühjahr 1947 erschien dies Heft als vorgeblich getreuer Wiederabdruck erneut, doch waren sechs Beiträge weggelassen worden, die sich mit biologischen, physiognomischen, historischen oder osteuropäischen Themen beschäftigten. Dies war offensichtlich nicht aufgrund offen nationalsozialistisch-ideologischer Inhalte der Fall, sondern zeigte eher die Themen, über die man generell erst einmal schweigen wollte. Nur Otto Hahns Beitrag über Uran und Kernspaltung blieb trotz (oder wegen?) der nun real gewordenen Atombombe unverändert erhalten.[39] All das hat Karl Kerkhof nicht mehr erlebt,

39 Es wurden wiederabgedruckt die Beiträge von Max Planck, Rudolf Schenk, Emil Abderhalden, Walther Löhlein (1882–1954), Max Harmann (1876–1962), Hans Fischer (1881–1945), Paul Guthnick (1879–1947), Otto Hahn, Norbert Krebs (1876–1947), August Schmauss (1877–1954), Albert Defant (1884–1974), Otto Franke (1863–1946), Leopold Wenger (1874–1953), Ulrich Wilcken (1862–1944), Alfred Bertholet (1868–1951), Albert Betz (1885–1968) und Fritz Machatscheck (1876–1957). Ausgelassen wurden Otto Grosser (1873–1951) zu „Normale und pathologische Entwicklung beim Menschen“, Heinrich von Srbik (1878–1951) zu „Wien und Versailles 1692 bis 1697“, Willy Hellpach (1877–1955) zu „Europäische Physiognomik“, Ernst Schwarz (1895–1983) zu „Die volksgeschichtlichen Grundlagen des Sudetendeutschtums“, Wilhelm Unverzagt (1892–1971) zu „Neue Ausgrabungen in der Festung Belgrad“ und Josef Koch (1885–1967) zu „Martin Grabmann 70 Jahre“. Forschungen und Fortschritte *21* (1945) Heft 1–6, S. 1, und *21/23* (1947) Heft 1/2/3, S. 1.

er hatte am 1. Mai 1945, wie es in seinem Korrespondenzblatt hieß, „in den Wirren der Besetzung Berlins den Tod gefunden".[40]

Als Zeitschrift, und nur noch als solche fungierte *Forschungen und Fortschritte* in der Nachkriegszeit, in der sie 1949 kurzzeitig sogar eine Auflage von 21 000 Exemplaren erreichte,[41] fügte sie sich fortan in ein dichtes Netzwerk von wissenschaftsvermittelnden Organen ein. Doch auch hier hat ihre Bedeutung vor allem in der Rolle als Kommunikationsmedium für die Forschungen und die Forscher an Akademien und Kaiser-Wilhelm-Instituten bzw. Max-Planck-Instituten gelegen. Die Zeitschrift sollte sich bis weit in die 1960er Jahre halten, in denen sich freilich eine ganz neue kritische Öffentlichkeit etabliert hatte.[42]

Literatur

Auerbach, Inge: Catalogus Professorum Akademiae Marburgensis. 2 Bde. Marburg: Elwert 1979

Born, Max: Quantenmechanik der Stoßvorgänge. Zeitschrift für Physik *38*, 803–827 (1926)

Born, Max: Die Quantenmechanik der atomaren Stoßprozesse. Forschungen und Fortschritte *6*, 432f. (1930)

Habermann, Wolfgang: Die deutsche Delegation beim Internationalen Papyrologenkongreß in Oxford im Jahre 1937 und der für das Jahr 1939 geplante Papyrologenkongreß in Wien. Archiv für Papyrusforschung und verwandte Gebiete *1*, 102–171 (2001)

Behrends, Elke: Technisch-wissenschaftliche Dokumentation in Deutschland von 1900 bis 1945. Wiesbaden: Harrassowitz 1995

Daum, Andreas: Geschichte des Wissenschaftsjournalismus. In: Hettwer, Holger, Lehmkuhl, Markus, Wormer, Holger, und Zotta, Franco (Hrsg.): WissensWelten. Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis. S. 155–175. Gütersloh: Bertelsmannstiftung 2008

Fischer, Ernst (Hrsg.): Literarische Agenturen. Die heimlichen Herrscher im Literaturbetrieb? Wiesbaden: Harrassowitz 2001

Gerstengarbe, Sybille, Hallmann, Heidrun, und Berg, Wieland. „Die Leopoldina im Dritten Reich". In: Seidler, Eduard, Scriba, Christoph, und Berg, Wieland (Hrsg.): Die Elite der Nation im Dritten Reich – Das Verhältnis von Akademien und ihrem wissenschaftlichen Umfeld zum Nationalsozialismus. Leopoldina-Symposion vom 9. bis 11. Juni 1994 in Schweinfurt. Acta Historica Leopoldina Nr. *22*, 168–204 (1995)

Förster, Hans Christian: Am Anfang war die TELI. Journalismus für Wissenschaft und Technik. Berlin: 2007 Online: http://teli.de/geschichte/2007-brosch/html/brosch-index.html [25. 05. 2013]

Groth, Otto: Die Zeitung. Ein System der Zeitungskunde (Journalistik). Bd. *1*. Mannheim: J. Bensheimer 1928

Hodenberg, Christina von: Die Journalisten und der Aufbruch zur kritischen Öffentlichkeit. In: Herbert, Ulrich (Hrsg.): Wandlungsprozesse in Westdeutschland. S. 278–311. Göttingen: Wallstein 2002

Hoffmann, Dieter: Das Verhältnis der Akademie zu Republik und Diktatur. Max Planck als Sekretär. In: Fischer, Wolfram (Hrsg.): Die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1914–1945. S. 53–85. Berlin: Akademie-Verlag 2000

Kellen, Tony: Bücher der Franckh'schen Verlagshandlung Stuttgart. Stuttgart: Franck 1929

Kerkhof, Karl: Die internationalen naturwissenschaftlichen Organisationen vor und nach dem Weltkriege und die deutsche Wissenschaft. Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik *15*, 229ff. (1921)

Kerkhof, Karl: Der Krieg gegen die deutsche Wissenschaft. Eine Zusammenstellung von Kongreßberichten und Zeitungsmeldungen. (Als Manuskript gedruckt.) BBAW-Archiv, Reichszentrale 45. (1922)

Künzel, Friedrich: Max Plancks Wirken an der Berliner Akademie der Wissenschaften als Ordentliches Mitglied und Sekretar zwischen 1894 und 1947. Berlin: Diss. HU 1984

Reichshandbuch: Reichshandbuch der deutschen Gesellschaft. Das Handbuch der Persönlichkeiten in Wort und Bild. 2 Bde. Berlin: Deutscher Wirtschaftsverlag 1930

Rhees, David J.: A New Voice for Science. Science Service under Edwin E. Slosson, 1921–29. Master Thesis, University of Northern Carolina, Chapel Hill: 1979

40 Ebenda.

41 Stamm 1947.

42 Vgl. etwa Hodenberg 2002.

AHL 64.indb 139 03.06.2014 16:03:12

Schirrmacher, Arne: Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert. Geschichte und Gesellschaft *34*, 73–95 (2008a)
Schirrmacher, Arne: Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu. Zur Bedeutung der populären Wissenschaftsvermittlung im späten Kaiserreich und in der Weimarer Republik. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte *31*, 353–371 (2008b)
Schirrmacher, Arne: Popular sience as cultural dispositif: On the German way of science communication in the twentieth century. Science in Context *26*/3, 473–508 (2013)
Siegmund-Schultze, Reinhard: Mathematische Berichterstattung in Hitlerdeutschland. Der Niedergang des „Jahrbuchs über die Fortschritte der Mathematik". Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1993
Stamm, Willy (Hrsg.): Der Leitfaden für Presse und Werbung. Essen: Stamm 1947
Stummvoll, Josef: Tagespresse und Technik. Die technische Berichterstattung der deutschen Tageszeitung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Beilagen. Leipzig: Risse 1935

Dr. Arne Schirrmacher
Institut für Geschichtswissenschaften
Humboldt-Universität zu Berlin
Unter den Linden 6
10099 Berlin
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 30 209370528
Fax: +49 30 209370652
E-Mail: Arne.Schirrmacher@hu-berlin.de

AHL 64.indb 140 03.06.2014 16:03:12

Heft 1/2007

Berichte zur WISSENSCHAFTS-GESCHICHTE

www.interscience.wiley.com/journal/bwg

Inhalt

Editorial

Bettina Wahrig / Mitchell Ash — *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte:* Zum dreißigsten Jahrgang 5

Freie Beiträge

Arne Schirrmacher — Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger 13

Uta Hartmann — Über den Briefwechsel zwischen Karl Jaspers und Heinrich Behnke 33

Fabian Krämer — Die Individualisierung des Hermaphroditen in Medizin und Naturgeschichte des 17. Jahrhunderts 49

Forschungsberichte und Spezialbibliographien

Florike Egmond — The Clusius Project: Carolus Clusius and Sixteenth-century Botany in the Context of the new Cultural History of Science 66

Dokumentation und Information 67–73

Irmgard Müller — Die Zukunft der wissenschaftlichen Editionen. Internationale Forschungstagung 7.–9.12.2006 in Basel. 69

Sabine Anagnostou — A Passion for Plants – Die Leidenschaft für Pflanzen. Bericht über das Symposium des Instituts für Geschichte der Pharmazie, Philipps-Universität Marburg, vom 13. bis 14. Dezember 2006 im Alten Rathaus in Marburg. 70

Cornelia Lüdecke — Erforschung der Antarktis um 1950. 2. Workshop der SCAR History Group, 21.–22. September 2006, Außenministerium in Santiago, Chile. 73

Rezensionen 31–32, 48, 75–79

Gerhard Rammer — Katharina Zeitz: Max von Laue (1879–1960). Seine Bedeutung für den Wiederaufbau der deutschen Wissenschaft nach dem Zweiten Weltkrieg. (Pallas Athene, Bd 16) Stuttgart: F. Steiner 2006. 31

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 30 (2007) 13–31 bwg.wiley-vch.de

DOI: 10.1002/bewi.200701228

Arne Schirrmacher

Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland

Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger*

Summary: *Physics and Politics in the Early Federal Republic of Germany. Max Born, Werner Heisenberg and Pascual Jordan between Scientific and Political Discourse.* – Contrasting the historiography of two major developments in 20th century German history, the creation of quantum mechanics in 1925 and the dispute on the nuclear armament of the Federal Republic of Germany in 1957, the question is raised to which extent the scientific culture was able to bridge political disagreement within the German physicists' community. A twofold story of the private and public exchange between Max Born, Werner Heisenberg and Pascual Jordan among others on the scientists' position to nuclear armament on the one hand and the writing of the history of quantum mechanics on the other hand displays different types of relating scientific work and moral responsibility. Neither politics nor science went on unaltered after the disputes between physics and politics in the early Federal Republic of Germany.

Keywords: Election campaigns, German rearmament, Peace movement, Physics, Politics, Public, Quantum mechanics, Responsibility of scientists, Sciences; XXth century.

Schlüsselwörter: Bundesrepublik Deutschland, Friedensbewegung, Naturwissenschaften, Öffentlichkeit, Physik, Politik, Quantenmechanik, Verantwortung von Wissenschaftlern, Wahlkampf, Wiederbewaffnung; XX Jh.

Dieser Artikel versucht eine Verbindung herzustellen zwischen zwei herausragenden Entwicklungen der deutschen Geschichte im 20. Jahrhundert: einer wissenschaftlichen Revolution aus den zwanziger Jahren und einem politischen Umbruch aus den fünfziger Jahren. Die 1925 durch die *Dreimännerarbeit* von Max Born (1882–1970), Werner Heisenberg (1901–1976) und Pascual Jordan (1902–1980) in ihren wesentlichen Zügen begründete Quantenmechanik sollte noch viel mehr als die spektakulärere Relativitätstheorie die Tür öffnen für breite wissenschaftliche Forschungen und technische Anwendungen, die das Leben und Denken der Menschen im 20. Jahrhundert geformt haben. Die aus ihr sich speisende Kernphysik und vor allem die Atombombe stellen die Verbindung zur zweiten Entwicklung dar: Die seit 1957 in und außerhalb des Parlaments geführten heftigen Debatten über die Atombewaffnung

* Für wertvolle Anregungen und hilfreiche Diskussionen zu früheren Versionen dieses Artikels danke ich Dieter Hoffmann.

© 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

der Bundesrepublik Deutschland. Sie waren eine Bewährungsprobe der deutschen Demokratie und eine tiefgreifende politische Zäsur der Nachkriegsgeschichte. Auch an dieser Auseinandersetzung waren Naturwissenschaftler beteiligt, nicht zuletzt die Autoren der *Dreimännerarbeit*. Aber so wie ihre persönlichen, wissenschaftlichen und politischen Entwicklungen in den drei Jahrzehnten nach 1925 nicht in den gleichen Bahnen verlaufen waren, so nahmen sie auch in den Debatten um die Atombewaffnung unterschiedliche Positionen ein, die insbesondere durch ihr jeweiliges Selbstverständnis als Wissenschaftler geprägt waren.

Die Beschäftigung mit dem politischen Engagement der Physiker in diesem Beitrag soll einerseits die Konstitution der Klammer der Wissenschaftlichkeit beleuchten, die Wissenschaftler wie Born, Heisenberg und Jordan über viele weltanschauliche und politische Differenzen hinweg zusammenhielt. Ihre Festigkeit hatte jedoch Grenzen und im Diskurs zwischen Born und Jordan in der Adenauerzeit wurden diese zuweilen überschritten. So sprengte die Politik die Klammer der Wissenschaft vor allem dann, wenn sie für außerwissenschaftliche Zwecke instrumentalisiert wurde. Andererseits hatten die politischen Aktivitäten und Auseinandersetzungen auch Rückwirkungen auf die Wissenschaft selbst. Ich möchte daher hier die These aufstellen, daß die in der Nachkriegszeit entstandenen Darstellungen über die Auffindung der Quantenmechanik nicht unbeeinflußt waren von den politischen Positionen der drei Göttinger ‚Väter der Quantenmechanik'.

Von geringerer Bedeutung wird es im Folgenden sein, eine Bewertung der politischen Leistungen der Physiker oder eine Aufklärung ihrer individuellen Beiträge zur Quantenmechanik vorzunehmen[1]. Vielmehr geht es darum aufzuzeigen, welche Bedeutung Wissenschaft und wissenschaftliche Prominenz in der Politik gewannen (und auch wieder verloren) und wie sich politisches Engagement auch in der Bewertung wissenschaftlicher Leistungen niederschlug.

Quantenmechanik ohne Heisenberg?

Am 3. Juli 1948 schrieb Pascual Jordan einen langen Brief an Max Born, in dem er seine Erinnerungen an die gemeinsame Arbeit an der Quantenmechanik schilderte, die in seine Zeit als Assistent bei Born fiel. Schon bevor Born Heisenbergs Manuskript zur „quantentheoretischen Umdeutung" kinematischer und mechanischer Beziehungen erhielt, hätte Born bereits seinerseits „eine symbolische Multiplikation von quantentheoretischen ‚Übergangsamplituden' erwogen" und zwar im Anschluß an eine sechs Wochen zuvor eingereichte Arbeit von Jordan und ihm. Jordan bekräftigte: „Sie erzählten mir davon", daran erinnere er sich „mit Bestimmtheit"[2]:

> Nur war uns damals noch nicht recht klar, wozu diese Multiplikation dienen sollte, – dass man die Bewegungsgleichungen damit analogisieren könnte, haben wir nicht sogleich gesehen; aber wenn Sie noch etwas mehr Zeit gehabt hätten, so wäre es wohl kaum vermeidbar gewesen, dass Sie das klar erkannt hätten.

Daß ihrer beider Anteil „wenig gesehen worden ist", hätte daran gelegen,

> dass Sie durch Amt und Familie an Göttingen gebunden waren, während die jüngeren Beteiligten [damit war vor allem Heisenberg gemeint] viel herumreisten, sich in Kopenhagen trafen usw. Bei mir andererseits war natürlich mein Sprachfehler hemmend, der mich in der Vertretung unserer Gedanken – vom Publizieren unverständlicher Arbeiten abgesehen – ganz auf private Unterhaltung und Diskussion im engsten Freundeskreisen beschränkte. (Übrigens geht es mir jetzt merklich besser, sodass ich jetzt nach dem Kriege häufig öffentliche Vorträge gehalten habe, ohne merklich behindert zu sein – was allerdings auch sehr nötig war, denn sonst hätte ich meine äußere Existenz nicht durchhalten können.)…

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Wie bei der Heisenberg-Bohr-Begegnung[3] haben wir vielleicht auch bei der Zuschreibung der Anteile von Born, Heisenberg und Jordan an der Quantenmechanik ein durch historische Quellen nicht vollständig aufklärbares Problem. Betrachten wir deshalb die ‚Polyphonie', so klingt der politische Kontrapunkt zum eingangs zitierten Brief Jordans an Born auch eher disharmonisch: Nach einer freundlichen Antwort auf Jordans Erinnerungen schreibt Born noch im gleichen Monat: „Heute habe ich eine ganz andere Frage. Mein offizielles Entnazifizierungsverfahren hat zu einem 90%ig, aber nicht 100%ig befriedigenden Ergebnis geführt" und er fährt fort[4]:

> Meine Frage ist nun, ob Sie es für möglich halten würden, in ein paar *ganz kurzen* Zeilen irgendeine positive gutachterliche Bemerkung dazu beizutragen – *z*[um] *B*[eispiel] durch Bestätigung irgendeines Punktes aus meiner eigenen Darstellung, die ich in Abschrift beilege.

Und noch einmal die Bedeutung betonend:

> Falls Sie aber irgendeine Äußerung für vertretbar halten, so würde der Wert für mich so groß sein, dass ich deshalb es doch nicht von vornherein unterlassen wollte, Sie darum zu bitten.

Die beiden Stimmen reiben sich, die „Bestimmtheit", mit der Jordan von Borns symbolischer Notation wußte, und das Drängen nach politischer Entlastung. Konnte Born Jordans Darstellung zur Quantenmechanik trauen, wenn er nun las, wie Jordan sich in seinem beigefügten „Politischen Lebenslauf" als Beinahe-Emigrant, als NSDAP- und SA-Mitglied zwecks Bekämpfung derselben von innen oder als lebensbedrohlich verfolgter Oppositioneller darstellte? Beschönigen und Weglassen braucht nicht auf das Persönliche oder Politische beschränkt zu sein, es kann ebenso auf die Wissenschaft übergreifen. Born jedenfalls hat sich weder Jordans Erinnerungen an die Quantenmechanik zueigen gemacht noch seiner Bitte um „irgendeine positive gutachterliche Bemerkung" entsprochen[5].

Damit hätte Jordan rechnen können; denn bereits drei Jahre zuvor, kurz nach dam Waffenstillstand, hatte er schon einmal Born, Bohr und Pauli „a short coherent account of what I did during these black 12 years" geschickt, der in seiner Apologetik dem späteren „Politischen Lebenslauf" in nichts nachstand[6]. Born hatte ihm damals statt einer Antwort eine Liste seiner Verwandten und Freunde geschickt, die von den Nazis ermordet worden waren[7].

Formen politischen Grenzgängertums

Werner Heisenberg, Max Born und Pascual Jordan betraten nach dem Zweiten Weltkrieg die politische Bühne auf unterschiedliche Weise. Keiner von ihnen wollte jedoch die Grenze zwischen den Sphären des Wissenschaftlers und des Politikers dauerhaft überschreiten. Sie waren deshalb Grenzgänger, zu Hause in ihrer Wissenschaft, wo sie auch bleiben wollten.

Werner Heisenberg war vielleicht der erste, der konkret Schritte unternahm, nach dem Zweiten Weltkrieg die Stimme der Wissenschaft in der Politik vernehmbar zu machen. Sein Grenzgängertum in politische Gebiete war durch die politischen Beschränkungen der Kernphysik begründet. Michael Eckert und Cathryn Carson haben sein Scheitern als Berater Adenauers ausführlich beschrieben[8]. Schon in der britischen Besatzungszone konstituierte sich in Göttingen zum Wiederaufbau der Forschung eine Beratergruppe von Wissenschaftlern, die von dem *German Scientific Advisory Council* als Partner anerkannt wurde. Der im März 1949 gegründete Deut-

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

sche Forschungsrat, mit Heisenberg als Präsident und Spiritus Rector, sollte nach dessen Vorstellungen dann direkt dem Bundespräsidialamt als offizielles wissenschaftliches Beratungsgremium zuarbeiten. Doch dieser Plan scheiterte an der Länderhoheit in Wissenschaftsfragen und der anrüchigen Ähnlichkeit zum Reichsforschungsrat. Eine Fusion mit der konkurrierenden Notgemeinschaft zur Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) schuf schließlich eine Institution, in der Heisenbergs Berater-Modell kein Platz mehr hatte.

Heisenberg hatte offensichtlich klare Vorstellungen, wie wissenschaftliche Expertise und Autorität Einfluß auf die Politik, vor allem natürlich die Wissenschaftspolitik, gewinnen sollte. Nicht Institutionen wie die DFG mit ihrer Selbstverwaltung, sondern elitärere Kreise, die im Konsens und nicht in Kampfabstimmungen ihre Entscheidungen trafen – etwa nach dem Vorbild der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft –, sollten ein Mitspracherecht in der Politik aufgrund ihrer offensichtlichen Qualifikation erhalten. Diese eher autoritativen und meritokratischen Züge von Heisenbergs Demokratieverständnis kollidierten aber schnell mit den Regeln der repräsentativen parlamentarischen Demokratie. Heisenberg entwickelte jedoch zu Konrad Adenauer ein gewisses Vertrauens- und Einflußverhältnis und wurde dessen Emissär für die Verhandlungen über eine Europäische Verteidigungsgemeinschaft (EVG) wie für die UNESCO bei der Planung des CERN. Daneben spielte die offiziell von der DFG eingesetzte, aber hauptsächlich aus ehemaligen Mitgliedern des Uranvereins bestehende ‚Kommission für Atomphysik' eine Rolle bei den Beratungen um die EVG und das CERN. Während Adenauer Heisenberg auf eine langjährige Rücksichtnahme auf seine Politik bewegen konnte, sollte sich für Heisenberg das besondere Vertrauensverhältnis letztlich nicht auszahlen.

Heisenbergs Überzeugung, daß seine wissenschaftlichen Meriten auch zu einer Vorrangstellung und Einflußnahme im Politischen berechtigten, mußte, wie Michael Eckert überzeugend gezeigt hat, scheitern. Es war für Heisenberg ein langer Prozeß, bis er in den 1960er Jahren einsah, daß Wissenschaftler wie andere Personen Interessengruppen formieren mußten, um ihre Anliegen zu artikulieren und breite öffentliche Unterstützung zu erhalten, aber „[m]ass mouvements were never Heisenbergs's thing". Aus dem Vertauten Adenauers sollte schließlich ein Bewunderer Willy Brandts werden[9].

Während Werner Heisenberg und Carl-Friedrich von Weizsäcker (geb. 1912) die Zeit in britischer Internierung in Farm Hall nutzten, sich erste Gedanken für die wissenschaftliche und politische Nachkriegsentwicklung Deutschlands zu machen[10], hatte sich Max Born bereits seit zwölf Jahren mit den britischen Vorstellungen von Demokratie vertraut gemacht[11]. Für Born war Großbritannien nicht Exil mit der Hoffnung auf Rückkehr sondern Neuanfang mit der Hoffnung auf Zukunft in einem neuen Staat. Er und seine Familie wurden britische Staatsbürger, seine Kinder schlossen hier ihre Ausbildung ab und gründeten ihrerseits Familien[12]. Daß Born und seine Frau überhaupt in das „Land der Massenmörder unserer Stammesgenossen" übersiedelten, war der deutschen Politik geschuldet, die sich noch weigerte, Pensionen ins Ausland auszubezahlen, und Borns Pensionsansprüche in Großbritannien waren zu gering[13].

Born und seine Frau Hedwig, die sich den Quäkern besonders verbunden fühlte, bauten sich in Bad Pyrmont, dem deutschen Zentrum der *Gesellschaft der Freunde* und dem Ort früherer Verlobungstage, einen bescheidenen Alterswohnsitz. Durch

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

die Bekanntgabe der Verleihung des Nobelpreises an Born wenige Monate später wurde der Plan eines zurückgezogenen Lebensabends allerdings zunichte gemacht. Der Preis gab seiner fast vergessenen Stimme in Deutschland wieder Gewicht, das er für ein politisches Engagement einsetzte. Bereits in den letzten Jahren in Großbritannien hatte sich Born für den Frieden eingesetzt. Er war Mitglied der als Reaktion auf den Atombombenabwurf gegründeten amerikanischen *Society for Social Responsibility in Science* (SSRS) und einer Reihe britischer Vereinigungen von Wissenschaftlern, die sich für den Frieden einsetzten[14]. In Deutschland trat er mit seinem Engagement gegen Atomrüstung und die Wiederbewaffnung vor allem in der Bewegung ‚Kampf dem Atomtod' in das Bewußtsein der Öffentlichkeit. Er, der sich von der Erforschung der Anwendungen der Kernphysik ferngehalten hatte, äußerte sich in vielen Beiträgen und öffentlichen Veranstaltungen zur Verantwortung des Wissenschaftlers[15].

Born initiierte mit Bertrand Russell (1872–1970) den Einstein-Russell-Appell am 9. Juli 1955 (ein Vierteljahr nach Einsteins Tod), der den Beginn der Wissenschaftlerbewegung in Deutschland markierte. Hierzu hatten Heisenberg und Hahn ihre Unterschrift noch verweigert. Sechs Tage später fand die ‚Mainauer Kundgebung' mit ihrer Warnung vor den Gefahren eines Atomkriegs statt, die Born mit Otto Hahn (1879–1968), Heisenberg, von Weizsäcker und anderen vorbereitet hatte. Im September schlossen sich mit den Deutschen Physikalischen Gesellschaften die deutschen Physiker kollektiv beiden Appellen an.

Die „Erklärung der 18 Atomwissenschaftler", gemeinhin als ‚Göttinger Erklärung' bekannt, ist wesentlich das Resultat einer gescheiterten Kommunikation zwischen Wissenschaft und Politik[16]. In den Pariser Verträgen hatte Adenauer auf Entwicklung, Herstellung und Besitz von Atomwaffen einer aufzubauenden Armee eines souveränen Deutschlands verzichtet und stattdessen bis 1956 die Linie einer personalstarken konventionellen Armee vorangetrieben. Sie kollidierte mit der Abschreckungsdoktrin, die die NATO entwickelte und die in Atomminister Franz Joseph Strauß ihren deutschen Fürsprecher fand. Adenauer akzeptierte im Sommer 1956 die ‚Nuklearisierung' der NATO und machte Strauß zum Verteidigungsminister. Von Weizsäcker, Heisenberg und Hahn reagierten auf diese politische Kehrtwende und initiierten im ‚Arbeitskreis Kernphysik' der Deutschen Atomkommission eine konzertierte Briefaktion an Verteidigungsminister Strauß und Atomminister Siegfried Balke.

Ein Gespräch mit Franz Joseph Strauß im Januar 1957 blieb ohne greifbares Ergebnis. Als aber Konrad Adenauer auf der Bundespressekonferenz am 5. April die sogenannten ‚taktischen' Atomwaffen als „im Grunde nichts anderes als eine Weiterentwicklung der Artillerie" bezeichnete und sie als „beinahe normale Waffen" verharmloste, fühlten sich die Physiker, zunächst von Weizsäcker und Walther Gerlach (1889–1979); dann die auf der Bad Nauheimer Tagung des Fachausschusses Kernphysik und Kosmische Strahlung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft versammelten Wissenschaftler „verpflichtet, öffentlich auf einige Tatsachen hinzuweisen, die alle Fachleute wissen, die aber der Öffentlichkeit noch nicht hinreichend bekannt zu sein scheinen". Insbesondere seien auch die „taktischen" ihrer Wirkung nach nichts anderes als „normale Atombomben". Die wesentliche Mitteilung der Göttinger Erklärung war die Meinung der Unterzeichner, daß sich ein kleines Land wie die Bundesrepublik „heute noch am besten schützt und dem Weltfrieden noch

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

am ehesten fördert, wenn es ausdrücklich auf den Besitz von Atomwaffen jeder Art verzichtet". Unterzeichnet hatten 18 Wissenschaftler, unter ihnen die Wegbereiter der Quanten-, Atom- und Kernphysik Otto Hahn, Max von Laue (1879–1960), Max Born, Walther Gerlach, Werner Heisenberg, Fritz Strassmann (1902–1980) und Carl Friedrich von Weizsäcker[17].

Zu öffentlichem Protest gegen die Atomgefahr hatte aber nicht erst die Göttinger Erklärung geführt. Die erste Organisation, die sich ganz der Bekämpfung der Atomgefahr widmete, war der *Kampfbund gegen Atomschäden* und die ihm nahestehende Zeitschrift *Das Gewissen*, in der unter anderen Robert Jungk (1913–1994), Günter Anders (1902–1992) und auch Physiker wie Max Born und Karl Bechert (1901–1981) schrieben[18]. Dieser Kreis wurde ein Vorläufer der Bewegung *Kampf dem Atomtod*, die sich im Frühjahr 1958 konstituierte und deren gleichnamiger Aufruf am 10. März an die Presse übergeben wurde. Zu der von Erich Ollenhauer initiierten ‚Aufklärungskampagne', die den Auftakt für eine breit angelegte außerparlamentarische Oppositionsbewegung bilden sollte, gab es ein Vorbereitungstreffen, zu dem von den drei eingeladenen ‚Göttingern' Born, Heisenberg und von Weizsäcker nur Born erschien[19].

Die Göttinger Erklärung sollte eine besondere Einzelstellung behalten, spätere Versuche galten Born als zu „schlapp und unbrauchbar"[20]. Zu der ersten der seit 1957 stattfindenden Pugwash-Konferenzen waren die Göttinger Achtzehn eingeladen worden, von Weizsäcker nahm an der zweiten im Februar, Born an der dritten im September 1958 teil, wo dieser sich für eine ‚Wiener Erklärung' einsetzte, die dann auch von allen Göttinger Achtzehn aufgegriffen wurde. Daran waren auch die Physiker Gerd Burkhardt (1911–1969) und Werner Kliefoth (1901–1969) beteiligt, die zusammen mit Born, Hahn, von Laue und von Weizsäcker und weiteren als deutsche Pugwash-Gruppe die *Vereinigung Deutscher Wissenschaftler* (VDW) gründeten.

Bei Pascual Jordan finden sich nach 1945 lange keine eigentlich politischen Auftritte. Aber in zahlreichen Publikationen und Vorträgen äußerte er sich früh pointiert ebenso wie zu Themen wie Astronomie, Atomenergie und Gravitation auch zu Elite, Ideologie oder Vermassung, publiziert unter anderem in Organen wie *Hamburger Ärzteblatt*, *Zeitwende*, *Wort und Wahrheit*, *Jahrbuch des Baltischen Deutschtums*, *Burschenschaftliche Blätter* oder *Internationales Jahrbuch für Politik*. Wie schon Anfang der 1930er Jahre unter einem Pseudonym und insbesondere im Dritten Reich bediente Jordan so auch nach 1945 sehr verschiedenes Publikum mit auf deren Interessen zugeschnittenen Vorträgen und Publikationen[21], was nicht zuletzt zur Sicherstellung seines angestrebten Lebensstandard diente[22].

Der eigentliche Wendepunkt zu einer direkten politischen Betätigung war Jordans 1956 erschienene Schrift *Der gescheiterte Aufstand. Betrachtungen zur Gegenwart*. Im Kapitel „Natur als Sinnbild" kehrte Jordan zu biologischen Assoziationen zurück, die er während des Dritten Reiches entwickelt hatte. Analog dem „Zellstaat", der höhere biologische Organismen charakterisiere, zeige sich in der Geschichte, daß die Zeiten und Nationen, die durch besondere kulturelle Höhen beeindruckt hätten, gerade jene gewesen seien, in denen die persönliche Ungleichheit besonders offenkundig und im Sinne von Über- und Unterordnung verwirklicht sei[23]. Das Kapitel „Das Ende der Ideologie" geriet schließlich zu einem regelrechten Trommelfeuer kontroverser Thesen, etwa daß es Kernenergie ohne den Krieg nicht gegeben

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

hätte. Das „neue Zeitalter", das Jordan beschrieb, hätte „auf allen Gebieten menschlichen Lebens, auch in der Beurteilung und Gestaltung politisch-gesellschaftlicher Verhältnisse" einen neuen Denkstil durchzusetzen: den „empirischen". Moralischen Fortschritt gab es für Jordan nicht, Fortschritt könne allein Fortschritt der Technik sein, denn „im Gegensatz zum moralischen Fortschritt des Menschheit – eine Erfindung der Ideologen – ist der Forschritt der Technik eine Realität".

Nach einer Kritik von „Gleichheitsideologie" und „Vermassung" bekennt Jordan sich zu einer konservativen Einstellung, derentsprechend „jeder Versuch abwegig und überheblich erscheinen [muß], nach erfundenen Prinzipien die Welt, die Schöpfungswirklichkeit, neu konstituieren zu wollen". Damit erklärt sich der Titel von Jordans Schrift: Der Aufstand, der gescheitert ist, war der der Ideologien gegen Gott. Ihn „gescheitert zu sehen", war für Jordan „die erschütternde und doch befreiende Gewißheit, die uns das Miterleben dieser Jahre gibt". Jordans Zukunftsvorstellungen, die er in diesem Buch verbreitete, haben reichlich Kritik erfahren[24] und auch im Urteil heutiger Wissenschaftshistoriker oder Politikhistoriker erscheinen Jordans Ausführungen bizarr[25].

Physiker im Bundestagswahlkampf

In mehreren 100.000 Exemplaren wurde im Bundestagswahlkampf 1957 Jordans Broschüre *Wir müssen den Frieden retten!* an viele Haushalte, vornehmlich Ärzte, Juristen und andere Multiplikatoren der deutschen Gesellschaft, verteilt[26]. Ihr Ziel war es, die Legitimität der Göttinger Erklärung zu zerstören. „Was uns heute versprochen wird", schrieb Jordan mit bezug auf die Göttinger Erklärung, das ist „eine so begeisternde, so zündende Versprechung, daß dagegen der ‚Führer' und seine ‚Idee' verblassen müssen". Die Bevölkerung gerate geradezu in einen „Rauschzustand"[27]. Jordan hielt es für seine Pflicht, „das deutsche Volk zu warnen vor den Ratschlägen des ‚Göttinger Mainfestes'", und er sah sich „in der menschlich schmerzhaften Lage, 18 Kollegen widersprechen zu müssen". Das Argument war, daß die Göttinger Achtzehn eine weit geringere politische Urteilsfähigkeit hätten als der Durchschnittsbürger. Gegen den „Mythos von der Allwissenheit der Atomphysiker" schrieb Jordan, daß die Atomphysiker „im Durchschnitt zweifellos weniger zuständig und befähigt" seien als der „durchschnittliche demokratische Staatsbürger. Denn dieser liest immerhin aufmerksam die Zeitung"[28]. Prägnanter noch schrieb Jordan im *Düsseldorfer Mittag*: „Ein Chirurg, ein Pianist oder ein prominenter Fußballspieler hat für die Beurteilung *dieser* Frage", der Frage, ob die Sowjetunion auf ein Abrüstungssignal selber abrüsten würde, oder ob eine militärische Überlegenheit vielmehr zu einem Atomkrieg führen würde, „genauso viel fachliche Zuständigkeit wie ein Atomphysiker: nämlich *gar keine*". Der Ratschlag der Göttinger Achtzehn sei „eine an die Bevölkerung der Bundesrepublik gerichtete Aufforderung zum kollektiven Selbstmord". Abschließend gestand sich der Physiker Jordan selbst aber das Urteil zu, festzustellen, daß zwar die SPD demokratisch legitim auf eine politische Kursänderung hinwirken dürfte, nicht aber „ein Gremium von unpolitischen Wissenschaftlern"; denn das sei ein „bedenkliches Heraustreten aus den Formen demokratischer Ordnung"[29].

Waren solche Vorwürfe rhetorisch als Verallgemeinerungen noch ohne direkten Angriff, so wurden in einem Artikel zu *Ursachen und Auswirkungen der Atom-Pa-*

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

nik aus den politisch Urteilsunfähigen schließlich in offener Polemik Betrüger und Verführer[30]:

> Wenn 18 prominente Forscher uns versichern, die Sowjets würden eine waffenlose Bundesrepublik nicht angreifen, so ist das natürlich eine Versicherung, die größte Erleichterung bewirken muß – bei all denen, die es glauben.

Der ‚Anti-Göttinger'[31] konstatierte an anderer Stelle[32]:

> Die extreme Weltfremdheit, welche bei der Gestaltung des Göttinger Manifests federführend war – der Mangel an Übersicht über die Weltlage – ist der auffälligste Charakterzug dieses Manifestes.

Adenauer gelang es in einer siebenstündigen Aussprache im Palais Schaumburg, die fünf anwesenden ‚Göttinger' Hahn, Gerlach, von Laue, von Weizsäcker und Wolfgang Riezler (1905–1962), denen zehn Regierungsvertretern gegenübersaßen, zu einem gemeinsamen Kommuniqué zu bewegen, das vorgeblich die Frontstellung der Atomforscher in einen Dialog auflöste; im Ergebnis schwiegen die Physiker vor der Bundestagswahl auch zu ungerechtfertigten Angriffen[33].

Lediglich Hedwig Born war der Kragen geplatzt, als sie erfuhr, daß Jordan für den in wenigen Wochen zu wählenden Bundestag kandidierte. Jordans Vorwurf an die Göttinger Achtzehn, daß diese den Rahmen der Demokratie verlassen hätten, wollte sie ihnen nicht – und erst recht nicht von Jordan – vorhalten lassen. Sie machte sich die Mühe, Jordans ältere Bücher „und zwar die ungereinigten Erstausgaben" auszugraben, und entdeckte dabei, wie Max Born später Jordan mitteilte, „eine Menge Ihrer Kraftsprüche"[34], darunter auch solche zu seinem Verständnis von Demokratie und Krieg in den dreißiger und vierziger Jahren, die sie in Zeitungen lancierte[35]. 1941 hatte Jordan etwa proklamiert, daß der „parlamentarisch-demokratische Gedanke" tot sei[36], sechs Jahre zuvor hatte er Krieg als „das vornehmlichste Mittel zur Schaffung objektiver historischer Tatbestände" angesehen[37].

Am 15. September 1957 wurde Pascual Jordan in den 3. Deutschen Bundestag gewählt und zog auf dem sicheren Platz 6 der Niedersächsischen Landesliste – die Hamburger CDU hatte sich geweigert – in das Parlament ein[38]. Er hatte vier Wochen vor der Wahl eine Einladung „von verantwortlichster Seite" erhalten, also von Adenauer selbst oder von Franz Joseph Strauß[39]. Im August 1957 hatte Adenauer gewünscht, Jordan solle sich für die neue Regierung aufstellen lassen"[40], nachdem in der sich aufheizenden öffentlichen Atomdebatte Carl Friedrich von Weizsäcker Verhandlungen über eine Kandidatur scheitern ließ. Nun hielt es Jordan für seine Pflicht, „in die Lücke einzuspringen"[41].

Jordan war nicht der einzige Physiker im 3. Deutschen Bundestag. Der Mainzer Professor für theoretische Physik, Karl Bechert, hatte ohne sicheren Listenplatz sogar aus eigener Kraft ein Direktmandat für die SPD in Hessen gewonnen und dabei die atomare Bedrohung in den „Mittelpunkt aller politischen Aufklärung" gestellt[42]. Dem Born-Schüler Jordan stand nun der nur ein Jahr ältere Sommerfeld-Schüler Bechert gegenüber. Bechert war Sommerfelds Assistent, bevor er 1933 den Gießener Lehrstuhl für Physik übernahm, 1946 kam er an die Universität Mainz.

Die Politik erreicht die Physik

Die unterschiedlichen politischen Engagements von Heisenberg, Born und Jordan mußten früher oder später direkt aufeinandertreffen. Eine Auseinandersetzung vor der breiten Öffentlichkeit wurde offenbar vermieden – Hedwig Borns Enthüllungen

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

blieben unbeantwortet, und die Göttinger Achtzehn äußerten sich gegenüber der Presse nicht zu Jordan. Aber sowohl innerhalb der physikalischen Fachöffentlichkeit, auf Versammlungen und in Publikationen, als auch in individuellen Auseinandersetzungen sollten die gegensätzlichen Standpunkte aufeinandertreffen und ausgefochten werden. Hier wird das eingangs erwähnte Bild der Klammer, die die Gemeinschaft der Physiker üblicherweise zusammenhält, konkretisiert. Ein Beispiel für ihr Zerbrechen geben einige Briefe von Jordan und den Borns.

Nicht Heisenberg – der bald mit seiner ‚Weltformel' an die Öffentlichkeit treten sollte[43] – oder Born, sondern Walther Gerlach als Vorsitzender der DPG und Vertreter der Göttinger Achtzehn sollte schließlich nach der Wahl den Konflikt mit Jordan öffentlich machen. Auf seiner Eröffnungsrede der Physikertagung in Heidelberg am 27. September 1957 verwies er ausdrücklich auf den Text der Göttinger Erklärung, die sich als „eine freie Entscheidung, eine auf Wissen beruhende Entscheidung des Gewissens" verstanden hatte, und erklärte[44]:

> Umso mehr waren wir betroffen, als einer unser Kollegen – Pascual Jordan (Hamburg) – diese Erklärung in den innenpolitischen Wahlkampf zog. Wir waren betroffen, aber wir schwiegen. Ich hätte auch heute geschwiegen, wenn nicht in der weitverbreiteten Schrift Jordans *Wir müssen den Frieden retten* eine krasse Unwahrheit stünde: Mit Anführungszeichen, mit besonderem Druck hervorgehobene Sätze, die in dem sogenannten Göttinger Manifest auch dem Sinn nach nicht enthalten sind. Wir achten das Recht, das jedem zusteht, das (wie Pascual Jordan es ausdrückt) deutsche Volk zu warnen vor den Ratschlägen des Göttinger Manifestes, aber wir sprechen dem das Recht hierzu ab, der es mit wissentlicher Entstellung des Göttinger Manifests tut.

Wie sehr Gerlach mit seiner Ansprache Born aus dem Herzen gesprochen hatte, zeigt ein Brief, in dem dieser Gerlach für dessen Rede dankte, seine Zurückweisung von Jordans „Schwindeleien" sei „prächtig" gewesen[45]. Vor den Physikern hatte Jordan seine politische Haltung im August mit einer Stellungnahme *Über die Notwendigkeit des Umdenkens in den modernen Entwicklungen der Physik* begründet, die in der Rubrik ‚Ausprache über Atomgefahren' der Mitgliederzeitschrift der DPG abgedruckt wurde. Durch einen Vergleich mit der Entwicklung der Physik von der klassischen Mechanik zur Quantenmechanik wollte er den Fachkollegen erklären, warum er die Göttinger Erklärung für einen „gefährlichen Mißgriff" hielt. Wenn man die in sich geschlossene und logische klassische Mechanik mit der Perrin zugeschriebenen Ansicht verbindet, daß der Fortschritt der Technik zwangsläufig zu Wohlstand, Gleichheit und Freiheit führe, dann scheiterten beide Theorien an der Erfahrung. Die Bohrsche ältere Quantentheorie beziehungsweise Russells „halbklassische" Deutung, daß nur eine Wahl zwischen „Paradies und Tod" bestünde, waren Schritte, darauf zu reagieren, aber erst die aus einem radikalen Umdenken hervorgegangenen neuen Theorien hätten eine wirkliche Lösung gebracht: die Quantenmechanik in der Wissenschaft und die Rüstungsdoktrin des Atomzeitalters in der Politik[46].

Eine Antwort Borns auf Jordans „blöden" Artikel, die auch bei anderen der Göttinger Achtzehn Zustimmung gefunden hatte, erschien unter dem gleichem Titel wie Jordans nur ohne die Einschränkung auf die Physik[47]. Wie wenig Jordans Analogie und seine Art des Umdenkens Born überzeugten, demonstrierte er, indem er Jordans Argumentationsfigur auf die Wissenschaftler in der Hitlerzeit anwandte, wobei er zugab, ein Beispiel zu geben, das „an den Haaren herbeigezogenen" war, „aber nicht mehr als Jordans Betrachtung". Die klassische Auffassung, daß Menschen, die sich mit der Wissenschaft beschäftigen, „weiser" würden, widerlegte die Hitlerzeit, in

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

der sich „einige scharfsinnige Wissenschaftler […] dem abstoßenden, grausamen Nazisystem verschrieben und es unterstützten". Das nach Jordans Rezept fällige Umdenken wäre das Eingeständnis, „daß die Wissenschaft nicht zur Weisheit führt und mit einer höchst fragwürdigen Lebensauffassung vereinbar ist". Born fügte aber in die Argumentation noch einen Zwischenschritt ein, der direkt auf Jordan zielte: Die These, daß die „Abirrungen" der NS-Wissenschaftlern vielleicht nur Täuschungsmanöver unter dem Druck des Terrors gewesen wären, sah Born bereits dadurch als widerlegt an, daß sich dieselben Wissenschaftler bei der Frage der atomaren Bewaffnung „auf die Seite derer stellten, welche Gewalt, Krieg, Massenmord als selbstverständliche Erscheinungen betrachteten"[48].

In Borns Augen war die Analogie zur Entwicklung der Quantentheorie ein Ablenkungsmanöver von der viel fragwürdigeren Grundannahme in Jordans Argumentation, daß in 500.000 Jahren menschlicher Geschichte „die Spezies homo ununterbrochen das Bild einer Betätigung und Entfaltung in Form ständiger gewalttätig ausgetragener Gegensätze" geboten habe[49]. Born schien eine solche Haltung „der höchste, phantastischste Grad von Konservatismus oder Atavismus". Nicht zu den „Gesetzen des Dschungels" wollte Born zurückkehren, sondern vielmehr der auf ethischen Überzeugungen sich gründenden Zivilisation eine Chance geben[50]. Jordan vermied es daraufhin, seinen Standpunkt offen zu vertreten, und erklärte sich etwa in einem Vortrag in München für unparteiisch gegenüber zwei sich widerstrebenden Meinungen[51].

Zu größter Verärgerung führten bei Born und Gerlach aber die Unterstellungen von politischen Stellungnahmen und Aufforderungen in der Göttinger Erklärung, die sich darin gar nicht fanden. Während Jordan die Zeitungsveröffentlichungen Hedwig Borns und die Replik Max Borns in den *Physikalischen Blättern* auf sich beruhen ließ, mochte er die öffentliche Kritik Gerlachs nicht stehen lassen. Er beauftragte im August 1958 einen Rechtsanwalt, von Gerlach einen Widerruf zu erwirken[52]. So stritt sich schließlich Jordans Anwalt mit Gerlach über die Regeln des Zitierens in der deutschen Sprache: Jordan zog sich auf die ungewöhnliche Deutung zurück, daß Anführungszeichen direkte Rede kennzeichneten, „und zwar um direkte Anrede des deutschen Volkes an die Machthaber im Kreml"[53]. Gerlach wurde am 30. April 1959 vom Amtsgericht München wegen einer Beleidigungsklage des Bundestagsabgeordneten Jordan vorgeladen. Nach einigen Monaten sollte das Verfahren eingestellt werden.

Briefe über Politik, Wissenschaft und Moral

Die öffentlichen Kontroversen und das Gerichtsverfahren waren ein klare Zeichen dafür, daß die einigende Klammer der Wissenschaftlichkeit zerbrochen war. Mochte Jordan den Bruch mit Gerlach in Kauf nehmen, mit Max Born und seiner Frau versuchte er ihn möglichst zu verhindern. Wie weit das gelang, zeigen drei eindringliche und doch völlig verschiedene Dokumente zum Verhältnis von Politik, Wissenschaft und Moral von Jordan, Max Born und Hedwig Born[54].

Jordan schrieb am 21. Oktober 1957 an Max Born und bezog sich zunächst auf einen Brief von dessen Gattin, die ihn wegen seiner Äußerungen zum Göttinger Manifest kritisiert hatte. Er versicherte, daß er „in keiner Einzelheit" seiner Kritik den „tiefen menschlichen Respekt" verleugnen wollte, den er sowohl für die Personen

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

wie für die Motive der Unterzeichner „unveränderlich empfinde“, und machte für das Scheitern seines Bestrebens das „Ungenügen“ seines „Könnens“ gegenüber seinem „Wollen“ verantwortlich. Aus Besorgnis vor einer durch einen Regierungswechsel verursachten Vergrößerung der Kriegsgefahr fühlte er sich verpflichtet, seine Bedenken zu äußern. Er sah das Manifest als Werk Heisenbergs und von Weizsäkkers, und hätte er um Weizsäckers Absicht gewußt, für den Bundestag zu kandidieren, hätte er sich gar nicht geäußert. Das „stärkste Hemmnis“ bei der Verfassung seiner Schriften gegen die Göttinger Achtzehn sei Borns Unterschrift gewesen. Dieser möge aber nun verstehen, daß die von ihm „gehegte ernstliche Befürchtung großer Gefahren“ Jordan dazu führen mußte, sich zu äußern, wobei er sich nur dadurch zu öffentlicher Aufmerksamkeit verhelfen konnte, indem er seine Warnung „in starker Unterstreichung“ formulierte. Das Risiko, dabei Borns Sympathien zu verspielen, habe für ihn „ein selber auferlegtes schmerzliches Opfer“ bedeutet. Doch war diese Darstellung seiner Zwänge und Opfer kaum dazu angetan, bei den Borns auf Verständnis zu stoßen. Sie entschlossen sich nach längerem Nachdenken, in getrennten Briefen zu antworten.

Max Born griff Jordans Brief als Gelegenheit zur Aussprache auf. Er unterstütze zunächst voll und ganz, was seine Frau Jordan geschrieben hatte. Jordans „menschlichen Respekt“ ihm gegenüber sah Born als Vertrauen in seine Aufrichtigkeit und Ehrlichkeit, welches seit ihrem ersten Zusammentreffen bestanden hätte. Er machte deutlich, daß es ihm nicht um unterschiedliche politische Meinungen ginge, sondern um die „Mittel“ der Auseinandersetzung, die gerade nicht nur in „starken Unterstreichungen“ bestanden hätten, sondern „von schlimmer Art“ gewesen seien. In einer bemüht sachlichen, möglichst methodisch und logisch argumentierenden Weise versuchte Born, Jordans Irrtümer herauszustellen. Nicht die Kritik an ihren politischen Urteilen, sondern das Absprechen der politischen Urteils*fähigkeit* insgesamt war sachlich für ihn keine akzeptable Aussage. Allein mit Blick auf Personen wie Otto Hahn und Max von Laue (oder Born selbst) sei es offenkundig, wie „absurd“ und „kränkend“ Jordans Behauptung war, daß ihre politische Urteilsfähigkeit geringer als die eines durchschnittlichen Staatsbürgers wäre. Wenn man aber nach Jordans eigener politischer Urteilsfähigkeit frage, und Born betonte, daß er nicht gern auf alte Geschichten zurückkäme, ihm aber nichts anderes übrigbleibe, dann zeigten dessen Schriften deutlich, daß sich sein eigenes politisches Urteil als „völlig falsch“ erwiesen hätte. Jordan müßte sich fragen lassen, mit welchem Recht er sich nun zum „Sachverständigen über delikate politische Fragen“ erklären und andere als „politisch unmündig“ disqualifizieren könne. Born fand in Jordans Glauben, „daß Gewalt und Macht die einzig gültigen Argumente im Leben der Menschen sind“, den Kardinalfehler, den er selbst auf die Wissenschaft anwende, die ihm „hauptsächlich ein Mittel zu Macht“ bedeutete, was sich durch Textstellen aus dessen *Gescheitertem Aufstand* belegen ließe. Sein Eintreten für die Adenauersche „Politik der Stärke“ war in Borns Analyse nur eine logische Folge aus diesem Denkfehler. Wiederholt betonte Born, daß er Jordan gar nicht wegen dessen Meinungen kritisiere, sondern wegen seiner Inkonsistenz und Unaufrichtigkeit:

> Niemand kann Ihnen einen Vorwurf daraus machen, dass Sie bei Ihrer Ansicht und ähnlichen Meinungen (wie, „dass der demokratische Gedanke endgültig tot ist“) geblieben sind, sofern Sie sich ehrlich weiter dazu bekennen. Aber da es Ihnen auf die Macht an sich anzukommen scheint, wer sie auch in Händen haben mag, so sind Sie nun wieder bei den herrschenden Mächten, Kirche und Demokratie, zu finden.

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Dementsprechend erschiene es überzeugender anzunehmen, daß Jordan weniger zu einer politischen Betätigung im Bundestag gedrängt worden wäre, sondern er vielmehr seinem eignen „Drang zur Macht" gefolgt wäre.

In der Beziehung zwischen Born und Jordan hatte offenbar die gemeinsame Wissenschaft die vornehmliche sozialkonstituierende Klammer bedeutet: geteilte Werte in der Wissenschaft brachten auch die Menschen zusammen. Nun aber fragte Born:

> Was ‚verehren' Sie denn an mir? Etwa meine kleinen Beiträge zu Physik? Oder meine philosophischen Ansichten? […] Ich teile doch Ihre Einstellung, die Sie ‚positivistisch' nennen, gar nicht…

Auch Hedwig Born machte in ihrem Brief deutlich, daß ein „tiefes Missverstehen" Jordans von Dingen, die ihr und ihrem Mann wesentlich waren, beinahe zum vollständigen Abbruch der Kommunikation geführt hätte. Wenn sie aber Jordans Bücher lese, wie da menschliches Leid abgetan werde, packte sie „reines Entsetzen" vor seinem Mangel an Mitgefühl. In Jordans Welt, die er in seien Zukunftsbildern prognostizierte, wolle sie nicht leben, „weil es außer Macht und Technik keine Werte und Ziele mehr gibt, für die es sich zu leben lohnt". Sie konstatiert in seinem *Gescheiterten Aufstand* eine Regression in gefühlloses und unmenschliches statistisches Denken, wenn er die Nachteile und Vorzüge eines Atomkriegs mit dem Zweiten Weltkrieg vergleiche[55]. Hatte Max Born ihm die Frage nach den gemeinsamen Grundlagen gestellt, so stellte Hedwig Born die Frage nach den gemeinsamen Zielen:

> Wofür leben wir denn? Was lieben wir? […] das Wahre, Gute, Schöne, das ein Ziel in sich selbst ist und nicht als Ziel die Macht des eigenen Staates oder des Ego hat.

Versucht man die aus den Briefen ersichtlichen Positionen von Pascual Jordan, Max Born und Hedwig Born typologisch zu charakterisieren, so kann man von drei Typen der Verantwortungswahrnahme sprechen[56]. Die Briefe zeigen, daß sich Jordan primär *politisch* verhielt, indem er die Argumentation als politisches Kampfmittel betrachtete, die ihrem Ziel verpflichtet sich auch gelegentlich unsauberer Methoden bedienen durfte. Born versuchte in sachlicher, methodisch und logisch argumentierender Weise den Disput auf eine *wissenschaftliche* Diskursebene zu transferieren, wie sie in der Physik gilt. Dort, so hoffte er, ließe sich eine sich auf allgemeine Prinzipien stützende und daher nachweislich „richtige" Lösung der Meinungsverschiedenheiten finden. Hedwig Born, die der für sie abweisend-abstrakten Wissenschaft ihres Mannes häufig reserviert gegenüberstand, argumentierte schließlich an anschaulichen Beispielen der nicht zu leugnenden grausamen Strahlenwirkungen von Atomwaffen *moralisch*. Sie bot Jordan aber an, wenn er sich aus seiner „Flucht in statistisches Denken" zu lösen vermöge, auf ihn zugehen zu wollen. Auch Max Born wich von seiner nüchternen Perspektive des Wissenschaftlers am Briefende etwas ab: Was die Politik betraf, so schien es ihm, daß Jordan „immer noch besser in ein totalitäres System nach Sowjet-Muster" passen würde, und er sah wenig Sinn darin, mit Jordan „diese Dinge" zu diskutieren. Er würde aber auf Jordans Äußerungen im Bundestag warten und dann sehen können, ob Jordan kompromißlos auf seiner „reinen Machtlogik" beharren würde oder nicht.

Physiker in der Bundestagsdebatte

Born sollte vergeblich auf eine Äußerung Jordans im Bundestag warten[57]. Wenn auch Jordan nicht selber im Bundestag gesprochen hat, so wurde doch über ihn gesprochen: in der großen Aussprachen über die Atombewaffnung der Bundesrepublik, die lan-

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

desweit die Bürger vor den Radiogeräten und Fernsehläden versammelten[58]. Die Bundestagsdebatten sollten zeigen, daß Jordan keine geeignete Waffe Adenauers zur Verteidigung seiner Atombewaffnung war. Karl Bechert warf der Regierung vor, mit den Schriften eines Mannes Propaganda gemacht zu haben, der den Atomkrieg verharmloste. Der Doktrin ihres Abgeordneten Jordan habe die CDU nie widersprochen, der die Schrecken des Atomkriegs durch fünfjähriges Eingraben unter die Erde beseitigen wollte. Damit hatte er ein Thema aufgegriffen, das wenige Tage zuvor erneut durch die Presse gegangen war, die auch auf den Widerspruch seiner Einschätzung der Strahlenwirkungen zu dem Urteil der vom Bundestag berufenen Strahlenkommission hinwies, in der Walther Gerlach tätig war. Während Bechert im Bundestag bezeichnenderweise nicht auf die ihm sicherlich bekannte Haltung Jordans im Nationalsozialismus verwies, machte die regierungskritische *Frankfurter Rundschau* auf Jordans damalige Systemnähe und seine „braune Biophysik" aufmerksam und wiederholte die von Hedwig Born ausgegrabenen „Kraftsprüche"[59].

Auf Bechert antwortete von der CDU/CSU der Mediziner und Theologe Berthold Martin:

> Nur ein Naturwissenschaftler [Bechert war damit gemeint, aber ebenso könnte man das auf Jordan beziehen] konnte in diesem naiven Sinn von Tatsachen sprechen. Meine Damen und Herren, lassen Sie mich doch erst einmal erklären, was eine Tatsache ist. Das ist nämlich eine philosophische Angelegenheit.

Damit war die Expertise der Naturwissenschaftler endgültig desavouiert, und der Herr Professor Jaspers, „der einer der maßgebenden Denker in Deutschland ist", wurde als eine viel geeignetere Galionsfigur von Adenauer instrumentalisiert. Jaspers hatte bereits in einem Radiovortrag im Herbst 1956, der im Mai 1957 in der Zeit des Wahlkampfes publiziert wurde, die „Ratlosigkeit" der Atomforscher und die „Ahnungslosigkeit ihres politischen Denkens" herausgestellt. Seine allgemeinen philosophischen Überlegungen über die von ihm identifizierten Grundgefahren der Menschheit und ihre Zuspitzung auf die Frage „totale Herrschaft oder Atombombe" wurden von Adenauer und seinen Debattenrednern gegen die Wissenschaftler verwendet[60]. Jaspers sollte als Beobachter der deutschen Nachkriegspolitik aber schließlich ein immer düstereres Bild von der Entwicklung der Demokratie in Deutschland unter Adenauer gewinnen. Ähnlich wie Heisenberg Anfang der 1950er Jahre war Jaspers in der Atomauseinandersetzung Adenauer von Nutzen, beide hatten sich aber dann von ihm abwendet[61].

Fazit I: Politik

Werner Heisenberg, Max Born und Pascual Jordan geben drei unterschiedliche Beispiele politischen Grenzgängertums in der Bundesrepublik Deutschland: als Berater der Regierung, als kritischer Beobachter und Aktivist und als freiwilliger Unterstützer im politischen Kampf und Mandatsträger neben der Wissenschaft. Heisenberg war gescheitert mit seinem aus vergangenen Erfahrungen gewonnenen Modell, die Wissenschaft in die Politik zu integrieren. Seine „primacy" was „doomed to failure". Bei Jordan kann man von einem Scheitern im Sieg sprechen, als er Abgeordneter geworden war, wollte niemand seine wilden Szenarien, Atomkriege zu überleben oder den Mars zu kolonialisieren, mehr hören. Er verbrachte als Hinterbänkler vier Jahre im Bundestag. Im Ausschuß für ‚Atomkernenergie und Wasserwirtschaft' war er bis 1959 ordentliches Mitglied, danach nur noch stellvertretendes Mitglied[62]. Von der

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Familie der Physiker hatte er sich weit entfernt; er wurde später aber wieder aufgenommen. Born war sicherlich auch *politisch* mit seinen Aufrufen und seiner Friedenspolitik weitgehend gescheitert. Vielleicht kann man aber dem Staatsbürger Großbritanniens, der in Deutschland lebte, als einzigem der drei zugestehen, zumindest *moralisch* nicht gescheitert zu sein. Es waren vor allem die Verfolgten des Nationalsozialismus, Theologen wie Martin Niemöller, Schriftsteller wie Günther Anders oder Wissenschaftler wie Max Born, die sich den „Luxus des Gewissens" leisteten und dem drohenden Atomtod den Kampf ankündigten, während die, die sich in unterschiedlicher Weise mit dem Nationalsozialismus arrangiert hatten, für eine Politik der Stärke Partei ergriffen oder sich erneut mit politischen Urteilen zurückhielten.

Während Heisenberg zu einem Wandel in Politikverständnis und politischer Position fähig war, hatte Jordan offenbar nie eine seiner Positionen zurückgenommen, sondern immer nur versucht, sie in ein jeweils passendes Licht zu rücken. Als in den 1960er Jahren die Studenten ihren Lehrern Fragen nach deren Vergangenheit stellten, wurde auch Jordan mit seinen Äußerungen wieder konfrontiert und zur Stellungnahme aufgefordert, was er aber nicht tat[63]. Vielmehr konnten Zeitungsleser weiter neue „Kraftsprüche" von ihm lesen, etwa als Jordan auf der ‚Stahlhelm'-Jahrestagung am 28. und 29. August 1959 in Oldenburg vor 1000 Teilnehmern die Hauptrede hielt und sich in konservativ-reaktionären Aussprüchen erging, die vor der „Gefahr der Vernichtung durch den in zügigem Angriff befindlichen Weltkommunismus" warnten und nach wirkungsvollen Gegenmaßnahmen riefen. Das Bild des deutschen Soldaten und insbesondere der Stahlhelm-Geist wären „die beste Medizin für das deutsche Volk", das wieder zurück müßte „zur soldatischen Opferbereitschaft"; zum „Schutz des Volkes" sei dies allemal besser als der „Entspannungsjournalismus" oder der „Geist einer Angstpresse"[64]. Auch diese Auftritte Jordans blieben anderen Physikern nicht verborgen. Für Max Born, der nach seiner Neujahrsansprache 1959 im Rundfunk in einen brieflichen Schlagabtausch mit Franz Joseph Strauß eingetreten war[65], und für seine Frau waren sie weitere Bestätigung für die wahre Richtung der Adenauerschen Politik und Jordans Rolle darin (Abb. 1).

Auch später zu den Fragen der Notstandsgesetze, den ersten Bemühungen um eine neue Ostpolitik, der Vertriebenen-Denkschrift der EKD oder der Anerkennung der Oder-Neiße-Linie sollten sich Born und Jordan auf verschiedenen Seiten der Auseinandersetzung wiederfinden, und die alten Konfrontationen waren keineswegs vergessen. Born griff 1964 noch einmal zum offenbar wirksamsten Mittel, Jordan zu mäßigen: Mittlerweile hätte man ja wohl „die Verderblichkeit der Adenauerschen Politik in weiten Kreisen eingesehen, schrieb Born und fuhr unvermittelt fort[66]:

> Was Ihre Haltung während der „1000 Jahre" anbetrifft, so existiert eine Sammlung Ihrer Kraftaussprüche in Büchern und Schriften während der Nazizeit, […] Am besten läßt man diese Dinge ruhen – natürlich vorausgesetzt, daß Sie nicht wieder aggressiv gegen Andersgesinnte werden.

Doch im allgemeinen suchte Born den Graben zu Jordan wieder zu überbrücken, etwa lobte er ihn für sein Buch *Der Naturwissenschaftler und die religiöse Frage* von 1963 ausdrücklich, es sei „faszinierend", und er hätte die Göttinger „gute Zeit" gut beschrieben. 1965 bot der 82jährige Born ihm förmlich an, die Gegnerschaft zu beenden[67]:

> Es tut mir leid, daß wir durch Verschiedenheit der politischen Ansichten und Schicksale etwas entfremdet worden sind. Ich vermute, daß Sie ähnliche Empfindungen haben. Wir sollten aber darüber hinwegkommen und freundlich von einander gedenken [sic!].

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim



Abb. 1: Brief von Max und Hedwig Born an Walther Gerlach vom 28. September 1959 auf Zeitungsausschnitt (Nachlaß Gerlach, Deutsches Museum)

Fazit II: Physik

Als in den 1960er Jahren Wissenschaftshistoriker begannen, die Geschichte der Quantenmechanik genauer zu erforschen, verweigerte sich keiner der Autoren der *Dreimännerarbeit*, seine Erinnerungen mitzuteilen. Die für das Projekt *Sources for History of Quantum Physics* unter der Leitung von Thomas S. Kuhn entstandenen Interviews indes geben ein weiteres Beispiel für eine historische Polyphonie aus zum Teil nicht zueinander passenden Darstellungen, wobei Heisenbergs Stimme mit fast 20 Stunden aufgezeichnetem Interview diejenigen von Born und Jordan mit $5\,^1/_2$ beziehungsweise $8\,^1/_2$ Stunden stark in den Hintergrund schob[68]. Als Kuhn 1962 mit Born einen Interviewtermin ausmachte und vorschlug, Jordan hinzuzuziehen, beschied ihm Born, er wolle Jordan nicht als Teilnehmer am Interview in seinem Haus haben; gegen Friedrich Hund, der schließlich dabei war, hatte er „no objections of this kind"[69]. Warum in Bezug auf die Geschichte der Quantenmechanik die Differenzen zwischen Born und Jordan unüberbrückbar blieben, wird aus der Vorgeschichte zu Bartel van der Waerdens 1962 begonnenen Werk zur Entwicklungsgeschichte der Quantenmechanik deutlich, das Born angeregt hatte und das die wesentlichen Veröffentlichungen zur Quantenmechanik enthalten und kommentieren sollte[70].

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Bei dem Versuch, die genauen historischen Schritte der Entwicklung der Ideen zur Quantenmechanik unter anderem anhand der Briefe Heisenbergs nachzuvollziehen, kam auch Jordan ins Spiel. Born war der Meinung gewesen, daß Heisenberg einen Potenzreihenansatz zur Störungsrechnung von Jordan und ihm übernommen hätte[71]. Jordan hatte sich aber in seinen Augen als verläßliche Quelle der historischen Wahrheit diskreditiert. In Borns Argumentation ist es nun aufschlußreich zu sehen, daß sein politisch-moralisches Engagement auch einen Niederschlag auf seine Sicht der Entdeckung der Quantenmechanik gefunden hat. In einer Abkehr weg von der Frage nach der persönlichen wissenschaftlichen Leistung des einzelnen Forschers und Hinwendung zu der persönlichen oder gemeinsamen Verantwortung der Wissenschaftler für ihre Wissenschaft fällt auch auf die Dreimännerarbeit ein ganz neues Licht: Neue wissenschaftliche Theorien müssen nicht nur gefunden, sie müssen auch verantwortet werden[72].

Ich möchte Heisenberg natürlich nicht unrecht tun, aber es ist halt in meinem Gedächtnis fixiert, daß sein erster Versuch, der in einem Brief aus Kopenhagen stand, in Ordnung war. Man könnte das ja wohl Jordan vorlegen, aber dieser scheint mit Heisenberg nicht so gut zu stehen, und ich bin seinem Charakter nach nicht sicher, daß er sachlich und unpersönlich antworten würde. Schließlich kommt es auch nicht so sehr darauf an, wer von uns die richtige Störungsrechnung zuerst gehabt hat. Wir haben alle Drei die Arbeit als verantwortlich gezeichnet.

1 Dazu findet sich in der Literatur auch eine *Kopenhagen*eske Polyphonie: Nach Ernst Peter Fischer (Werner Heisenberg. Das selbstvergessene Genie, München 2001, S. 56–61) hätten Born und Jordan lediglich die mathematische Ausgestaltung der revolutionären Ideen von Heisenberg durchgeführt, nach Helmut Rechenberg (Max Born, in: Karl von Meyenn, Hrsg.: Die großen Physiker. München 1997, S. 249–262) erwuchsen die Ideen indes alle aus einem von Born langangelegten Programm, etwa die, daß man nur beobachtbare Größen benutzen sollte, während für Jürgen Ehlers und Engelbert Schücking („Aber Jordan war der Erste". Zur Erinnerung an Pascual Jordan [1902–1980]. *Physik Journal* 1, Heft 11 / 2002, S. 71–74) allein Jordan als der „principal architect" der Quantenmechanik gilt, von ihm wären fünf der sieben „fundamentalen Ideen" der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie. Für einen jüngeren Versuch einer ausgewogenen Bewertung vgl. Jeremy Bernstein: Max Born and the quantum theory. *American Journal of Physics* 73 (2005), 999–1008.

2 Jordan an Born, 3. Juli 1948, Born Collection, Edinburgh University Library, Box 10. – Ich danke Herrn Prof. Gustav V. R. Born für die Gewährung der Einsichtnahme in Teile der privaten Edinburgher Born Collection.

3 Klaus Hentschel (a): Endlich einmal historische Polyphonie. In: Michael Frayn: Kopenhagen. Stück in zwei Akten. Mit zehn wissenschaftsgeschichtlichen Kommentaren. Göttingen: Wallstein 2001, S. 175–181; (b): What history of science can learn from Michael Fray's „Copenhagen". *Interdisciplinary Science Reviews* 27 (2002), 211–216.

4 Jordan an Born, 23. Juli 1948, Nachlaß Born Berlin, Mappe 353, Blatt 7–8.

5 In seinen Lebenserinnerungen verweist Born zwar auf Jordans Mittelungen, betont aber, nur die Dinge wiederzugeben, bei denen ihrer beiden Erinnerungen übereinstimmen. Max Born: Mein Leben. München 1975, S. 296 ff.

6 Jordan an Bohr, Mai 1945, AHQP, abgedruckt in Dieter Hoffmann: Jordan im Dritten Reich – Schlaglichter. MPI Preprint 248, Berlin 2003.

7 Erwähnt in Born an Jordan, 30. Oktober 1957, Nachlaß Born Berlin, Mappe 1003, Bl. 1–2.

8 Michael Eckert: Primacy doomed to failure: Heisenberg's role as scientific adviser for nuclear policy in the FRG. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 21 (1990), 29–58. Cathryn Carson: New models for science in politics: Heisenberg in West Germany. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 30 (1999), 115–172.

9 C. Carson (wie Anm. 8), 169.

10 Vgl. Dieter Hoffmann (Hrsg.): Operation Epsilon. Die Farm-Hall-Protokolle oder: Die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe. Berlin 1993, S. 44–50.

11 Vgl. dazu etwa Hedwig Born: Vom Geiste und den Methoden der Demokratie. Wie sie sich deutschen Augen im englischen Alltag offenbaren. *Die Sammlung* 8 (1953), Heft 1, 26–36, abgedruckt in Hedwig

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

und Max Born: Der Luxus des Gewissens: Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter. München 1969, S. 151–170.

12 Zu den wissenschaftlichen Auswirkungen von Borns Emigration vgl. Gustav V. R. Born: The effect of the scientific environment in Britain on refugee scientists from Germany and their effect on science in Britain. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 7 (1984), 129–143.

13 Einstein an Born, 12. Oktober 1953, abgedruckt in: Albert Einstein – Hedwig und Max Born: Briefwechsel 1916–1955. München 1969, S. 259. Zu den Modalitäten der Pensionen vgl. Aniko Szabo: Vertreibung, Rückkehr, Wiedergutmachung. Göttinger Hochschullehrer im Schatten des Nationalsozialismus. Göttingen 2000, S. 417 f.

14 Born Collection Edinburgh, Box 27, Mappe „Peace movements".

15 Vgl. Hans Karl Rupp: Außerparlamentarische Opposition in der Ära Adenauer. Der Kampf gegen die Atombewaffnung in den fünfziger Jahren. Köln 1970; und Wolfgang Kraushaar: Die Protest-Chronik 1949–1959. Eine illustrierte Geschichte von Bewegung, Widerstand und Utopie. Hamburg 1996. Borns relevante Schriften sind gesammelt in Max Born (a): Physik und Politik. Göttingen 1960, und (b): Von der Verantwortung des Naturwissenschaftlers. Gesammelte Vorträge. München 1965.

16 Vgl. zuletzt Richard Beyler: The demon of technology, mass society, and atomic physics in West Germany, 1945–1957. *History and Technology* 19 (2003), 227–239; Elisabeth Krauss: Von der Uranspaltung zur Göttinger Erklärung. Otto Hahn, Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker und die Verantwortung des Wissenschaftlers. Würzburg 2001; Alexandra Rese: Wirkung politischer Stellungnahmen von Wissenschaftlern am Beispiel der Göttinger Erklärung zur atomaren Bewaffnung. Frankfurt 1999; Ilona Stölken-Fitschen: Atombombe und Geistesgeschichte. Eine Studie der fünfziger Jahre aus deutscher Sicht. Baden-Baden 1995.

17 H. K. Rupp (wie Anm. 15), 73–78, A. Rese (wie Anm. 15), 46–57.

18 *Das Gewissen. Unabhängiges Organ zur Bekämpfung des Atom-Missbrauchs und der Atom-Gefahren*, erschien zwischen 1956 und 1966. Vgl. H. K. Rupp (wie Anm. 15), 70–72.

19 H. K. Rupp (wie Anm. 15), 127–133.

20 H. K. Rupp (wie Anm. 15), 65.

21 Richard Beyler: Targeting the organism. The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology, 1932–1947. *Isis* 87 (1996), 248–273.

22 Engelbert Schücking: Jordan, Pauli, Politics, Brecht, and a variable gravitational constant. *Physics Today*, October 1999, 26–31; hier S. 28.

23 Pascual Jordan: Der gescheiterte Aufstand. Betrachtungen zur Gegenwart. Frankfurt am Main 1956, S. 107–110; die folgenden Zitate hier S. 126, 147 f., 150, 155 und 81.

24 Für eine ausführliche zeitgenössische Auseinandersetzung vgl. Fritz Katz: Mißdeutete und mißbrauchte Wissenschaft. Eine Auseinandersetzung mit Pascual Jordan. Göttingen 1957.

25 Nach M. Norton Wise (Pascual Jordan. Quantum mechanics, psychology, National Socialism. In: Monika Renneberg / Mark Walker [Hrsgg.]: Science, technology and National Socialism. Cambridge 1994, S. 224–254; hier S. 252) ist das Buch „a document fit for present-day ‚survivalists' and religious cults of doom and redemption", nach Mark Cioc (Pax atomica. The nuclear defense debate in West Germany during the Adenauer era. New York 1988, S. 81 f.) kombiniert Jordan „social Darwinism and science fiction" in einer Weise, der nicht einmal seine Partei folgen wollte.

26 Pascual Jordan: Wir müssen den Frieden retten! Köln 1957. Die Auflagenhöhe wird genannt bei Ernst Hass: Offener Brief an Prof. Dr. Pascual Jordan. *Das Gewissen* 2 (1957), Oktoberheft.

27 P. Jordan (wie Anm. 26), 3.

28 P. Jordan (wie Anm. 26), 14 f.

29 Pascual Jordan: Die Verantwortung des Wissenschaftlers. *Internationales Jahrbuch der Politik* 56/57, Heft 4 (1957), 50–55, zuerst abgedruckt in *Der Mittag* 38 (Nr. 96) vom 25. April 1957.

30 Pascual Jordan: Ursachen und Auswirkungen der Atom-Panik. *Politische Informationen* 4 (1957), 2–6; hier S. 3.

31 J. Nowack: Der Anti-Göttinger. Der Atomphysiker Pascual Jordan kandidiert für die CDU. *Rheinischer Merkur* 212, Nr. 35 (13. 9. 1957), 15.

32 Pascual Jordan: Atom-Angst, gefährlicher Ratgeber. *Das Fenster: Bilder und Berichte von Mensch und Zeit* 6, Heft Mai 1957 (Erscheinen im Oktober 1957 eingestellt).

33 *Der Spiegel* 11, Nr. 17 (24. April 1957), 12, zitiert nach W. Kraushaar (wie Anm. 14), 1617. Ausführliche Darstellung in A. Rese (wie Anm. 15), S. 64-69.

34 Max Born an Pascual Jordan, 30. Oktober 1957, Nachlaß Born Berlin 1003, Bl. 1–2.

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

35 Hedwig Born: Pascual Jordan, Propagandist im Sold der CDU. *Deutsche Volkszeitung. Wochenzeitung für demokratischen Fortschritt* vom 20. August 1957, auch in: *Hannoversche Presse* vom 2. September 1957.
36 Pascual Jordan: Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens. Braunschweig 1941, S. 107. Vgl. zum „Reinigungsprozeß" von Jordans Büchern M. N. Wise (wie Anm. 25), 250 f., und zu den Jordans Autoritarismus zugrundeliegenden biologischen Überlegungen R. Beyler (wie Anm. 20).
37 Pascual Jordan: Physikalisches Denken in der neuen Zeit. Hamburg 1935, S. 59.
38 Vgl. den Artikel „Der Bundestag ist schon gewählt" in *Die Zeit* vom 22.08.1957 und den Leserbrief „Hat die Presse Einfluß?"in *Die Zeit* vom 29.08.1957 sowie die folgende Anmerkung.
39 Jordan an Ernst Brüche, 18.09.1957, Nachlaß Brüche, Landesmuseum für Technik und Arbeit Mannheim.
40 Werner Kliefoth an Hedwig Born, 10.08.1957, Abschrift in Nachlaß Gerlach, Mappe 83.
41 Jordan an Brüche (wie Anm. 39). Zur Entwicklung der Position von Weizsäckers vgl. Carl Friedrich von Weizsäckers: Mit der Bombe leben. Hamburg 1958.
42 Meldung in *Das Gewissen* 2, Oktoberheft 1957 (vgl. Anm. 18).
43 Heisenberg hatte sich aus der politischen Diskussion etwas zurückgezogen, seine in der Presse lancierten ‚Weltformel' sorgte für eine Kontroverse, in der er sich wissenschaftlich mehr und mehr auf eine Außenseiterposition manövrierte.
44 *Physikalische Verhandlungen* 8 (1957), 160.
45 Born an Gerlach, 2. Oktober 1957, Nachlaß Gerlach 83.
46 Pascual Jordan: Über die Notwendigkeit des Umdenkens in den modernen Entwicklungen der Physik. *Physikalische Blätter* 13 (1957), 361–366.
47 Max Born: Über die Notwendigkeit des Umdenkens. *Physikalische Blätter* 14 (1958), 26–29.
48 M. Born (wie Anm. 47), 27.
49 P. Jordan (wie Anm. 46), 364.
50 M. Born (wie Anm. 47), 27 f.
51 Born an Ernst Brüche, 7. Februar 1958, Nachlaß Brüche, Mannheim.
52 Nachlaß Gerlach, Mappe 94.
53 Pascual Jordan: Entgleisung. Entgegnung von Professor Dr. Pascual Jordan, Hamburg, auf eine Kritik von Professor Dr. W. Gerlach, München. *Politisch-Soziale Korrespondenz*, 15. Januar 1958.
54 Die Briefe sind: Jordan an Max Born, 21. Oktober 1957, Nachlaß Born 353, Bl. 14, Staatsbibliothek Berlin, Max Born an Jordan, 30. Oktober 1957, ebendort 1003, Bl. 1 f., Hedwig Born an Jordan, 30. Oktober 1957, Nachlaß Gerlach 94, Deutsches Museum, München.
55 Hedwig Born hatte sich bereits zuvor in einem Zeitungsartikel gegen das statistische Denken gewandt; siehe Hedwig Born: Mord an Unbekannt. Verdunklung der Ethik durch Statistik. *Deutsche Volkszeitung* vom 13. 08. 1957, abgedruckt in H. Born / M. Born (wie Anm. 11), 171 f.
56 Zum Typenkonzept der Verantwortungswahrnahme vgl. E. Kraus (wie Anm. 16), 13–32.
57 Deutscher Bundestag: Register zu den Verhandlungen des Deutschen Bundestages und zu den Anlagen, 3. Wahlperiode 1957, Sprechregister. Bonn 1961, S. 287.
58 Dokumentiert in Verhandlungen des Deutschen Bundestages, 3. Wahlperiode. Stenographische Berichte Bd 39, Bonn 1958, S. 1122–1126.
59 Karl Bechert: Unter der Erde. *Hamburger Echo* vom 16. August 1957; Thomas Gnielka: Fünf Jahre unter der Erde leben. Pascual Jordan verniedlicht die Atomgefahren / Der Professor und die Macht. *Frankfurter Rundschau* vom 20. März 1958.
60 Der Radiovortrag wurde publiziert als Karl Jaspers (a): Die Atombombe und die Zukunft des Menschen. München 1957, und bildete die Grundlage für das umfangreichere Buch (b): Die Atombombe und die Zukunft des Menschen. Politisches Bewußtsein in unserer Zeit. München 1958, das sich in einem Exkurs (S. 268–277) ausführlich mit der politischen Geltung der Göttinger Erklärung befaßt.
61 Jaspers hatte sich bereits Anfang der 1950er Jahre mit der philosophischen Situation des Atomzeitalters beschäftigt und war zu dem Schluß gekommen, daß in einer Welt mit Zwangsarbeit, Vertreibung und Völkermord man nicht dieses alles tolerieren und zugleich die Atombombe ausschließen könne; siehe Karl Jaspers: Rechenschaft und Ausblick. Reden und Aufsätze. München 1951, S. 314 f. Er wandte sich in den 1960er Jahren völlig von deutschen Politikern ab und legte 1967 seine deutsche Staatsbürgerschaft nieder.
62 Vgl. Rudolf Vierhaus / Ludolf Herbst (Hrsgg.): Biographisches Handbuch der Mitglieder des Deutschen Bundestages 1949–2002. München 2002, S. 393.

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

63 Eintrag zu Jordan in: Braune Universität. Deutsche Hochschullehrer gestern und heute. Eine Dokumentation zusammengestellt und eingeleitet von Rolf Seeliger. 5 Bde, München 1964–1968.
64 Vgl. Pascual Jordan beim Stahlhelm. *Süddeutsche Zeitung* vom 2. September 1959. Zitate nach W. Kraushaar (wie Anm. 15), 2254.
65 Born an die Göttinger Achtzehn, Brief vom 1. April 1959, Nachlaß Gerlach 94.
66 Born an Jordan, 18. Februar 1964, Nachlaß Born Berlin 1003.
67 Born an Jordan, 26. November 1963, Nachlaß Born Edinburgh, Box 10, und 4. Oktober 1965, NL Jordan Berlin, Mappe 444, Bl. 13–14.
68 Thomas Kuhn u.a.: Sources for history of quantum physics. An inventory and report. Philadelphia 1967.
69 Brief Born an Kuhn, 14. Juli 1962, und Interview 18. Oktober 1962, AHQP.
70 Erschienen als Bartel L. van der Waerden (Hrsg.): Sources of quantum mechanics. Amsterdam 1967.
71 Anhand der erhaltenen Briefe konnte van der Waerden Born zeigen, daß die Störungsrechnung wiederum in zwei Schritten entstand: „am 18. 09. [1925] die erste Fassung der Störungsrechnung, die von Heisenberg selbst herrührt, und am 12. 10. die zweite Fassung, die von Ihrem Ansatz SpS^{-1} ausgeht, als ‚Neuigkeit'." Van der Waerden an Born, 29. 05. 1962, Nachlaß Born, Edinburgh, Box 10.
72 Born an van der Waerden, 25. 05. 1962, Nachlaß Born, Edinburgh, Box 10.

Anschrift des Verfassers: Dr. Arne Schirrmacher, Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte, Deutsches Museum, D-80306 München

 © 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

GÖTTINGER JAHRBUCH

Unter Förderung der Stadt und des Landkreises Göttingen
herausgegeben vom
Geschichtsverein für Göttingen und Umgebung e.V.

ISSN 0072-4882

Band 56, 2008

GOLTZE DRUCK · GÖTTINGEN

INHALT

„Die ganze Nacht hindurch neue Abschriften" – Protest und Kommunikation.
Von Peter Aufgebauer 7

England und Ernst August. Die Göttinger Sieben und das Ende der Personalunion.
Von Frauke Geyken 17

Die Protestation der Göttinger Sieben.
Von Hermann Wellenreuther 31

Die Göttinger Sieben als Identitätsstifter. Überlegungen zu Notwendigkeit und Grenzen der Nutzbarmachung historischer Vorbilder.
Von Miriam Saage-Maaß 45

Verantwortung made in Göttingen? Die Erklärung der Göttinger Achtzehn von 1957.
Von Arne Schirrmacher 57

Die Zahl Sieben in der christlichen Kunst.
Von Thomas Noll 73

200 Jahre Königsallee. Das Geburtstagsgeschenk der Stadt Göttingen an Jérôme Bonaparte.
Von Jan Volker Wilhelm 115

Adolf Grotefend (1812–1847). Ein vergessener niedersächsischer Porträtist.
Von Helmut Stange 133

Vom Stadtturm auf die Berge der Kanaren. Zur Baugeschichte der Göttinger Astronomie.
Von Eberhard Wiehr 149

„Nachbleibsel der Sündfluth". Das „Naturalien-Cabinet" des Göttinger Tuchfabrikanten Johann Heinrich Grätzel, das erste Museum Göttingens 1737.
Von Günther Beer 171

Göttinger Laudationes
Thomas Buergenthal, ein Göttinger Bürger. Von Jürgen Gansäuer 191
Julius Hatschek, Staatsrechtler (1872–1926). Von Werner Heun 199
Julius Hatschek, Staatsrechtler (1872–1926). Von Klaus Wettig 203

Fundberichte
Archäologische und geowissenschaftliche Forschungen im Solling – Ergebnisse der Kampagne 2007. Von Hans-Georg Stephan 205
Ausgrabungen und Fundbergungen der Stadtarchäologie im Stadtgebiet von Göttingen im Jahre 2007. Von Betty Arndt 215

Chronik der Stadt Göttingen 2007 221

Tätigkeitsberichte 2007
Stadtarchiv Göttingen 237
Städtisches Museum Göttingen 238
Kreisheimatpflege im Landkreis Göttingen 239
Geschichtsverein für Göttingen und Umgebung e.V. 240
Genealogisch-Heraldische Gesellschaft Göttingen e.V. 245
Göttinger Vereinigung Naturforschender Freunde e.V. 246

Verzeichnis der Mitglieder des Geschichtsvereins für Göttingen und Umgebung e.V. 247

Verzeichnis der Mitarbeiter 259

Verantwortung made in Göttingen?[1]

Die Erklärung der Göttinger Achtzehn von 1957

Von Arne Schirrmacher

Die „Erklärung der 18 Atomwissenschaftler" vom 12. April 1957 traf Politik, Öffentlichkeit und auch größte Teile der Wissenschaft völlig überraschend. Die wenigen Zeilen, die von Otto Hahns Sekretärin der Deutschen Presse Agentur um 9 Uhr morgens am Telefon diktiert worden waren, riefen bei den Presse-Profis eine solche Verunsicherung hervor, dass die Agentur eine Stunde später noch einmal mit der Max-Planck-Gesellschaft in Göttingen telefonierte, nur um wirklich sicherzustellen, dass sie nicht etwa einer von der Sowjetunion lancierten Falschmeldung aufgesessen wäre.[2]

Rückblickend muss uns diese Überraschung verwundern, denn weder war die Frage der Atombewaffnung neu – sie wurde seit Herbst 1956 in der Presse ausführlich thematisiert – noch war das Engagement der Physiker spontan, ja wir können es vielmehr als eine logische Entwicklung aus den politischen Ereignissen rekonstruieren. Es war auch nicht neu, dass Wissenschaftler, insbesondere der Georgia Augusta, in die Politik eingriffen. Einerseits lag die Schlüter-Affäre keine zwei Jahre zurück, in der die Universität gegen die Berufung des in vielerlei Hinsicht als rechtsextrem bekannten Leonard Schlüter zum niedersächsischen Kultusminister protestiert hatte.[3] Andererseits – und das stellt eine Verbindung zu den Göttinger Sieben her – hatten die Atomforscher, gewollt oder ungewollt, auf eine Erinnerungskultur aufgesattelt, die die Figur des Göttinger Universitätslehrers als aufrechten Streiter gegen staatliche Willkür etabliert hatte.[4] Vielleicht erklärt gerade dieser Umstand die große Wirkung der Göttinger Achtzehn des Jahres 1957, die ich im Folgenden erörtern und in ihren zeitlichen Kontext einordnen möchte. Zum Schluss des Beitrags will ich schließlich versuchen, den Bogen von den Göttinger Achtzehn zurück zu Göttinger Sieben zu schlagen und eine Beziehung zwischen beiden herzustellen.

Die große Wirkung der vermeintlich schlichten Erklärung der Atomforscher offenbart zunächst ein typisches historisches Problem: So genau Chronologie und Einzelheiten der Geschehnisse für diesen Fall auch bekannt sein mögen, so wenig ergibt sich daraus eine natürliche oder offensichtliche Erklärung dafür, dass gerade das Göttinger Manifest zu einer so wichtigen Zäsur in der Geschichte der Bundesrepublik wurde. Es markiert die Wende von den durch Kanzlerdemokratie und „Konsensjournalismus" geprägten Jahren bis etwa 1957

---

[1] Der Text basiert in weiten Teilen auf einem Vortrag, gehalten zum 50. Jahrestag der „Göttinger Erklärung" am 12. April 2007 in der Aula der Universität Göttingen im Rahmen einer gemeinsam von der Universität Göttingen und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft veranstalteten Gedenkveranstaltung.

[2] RUPP, Hans Karl, Außerparlamentarische Opposition in der Ära Adenauer. Der Kampf gegen die Atombewaffnung in den fünfziger Jahren, Köln 1970, S. 74; KRAUS, Elisabeth, Von der Uranspaltung zur Göttinger Erklärung. Otto Hahn, Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker und die Verantwortung des Wissenschaftlers, Würzburg 2001, S. 205.

[3] MARTEN, Heinz-Georg, Der niedersächsische Ministersturz. Protest und Widerstand der Georg-August-Universität Göttingen gegen den Kultusminister Schlüter im Jahre 1955, Göttingen 1987.

[4] Vgl. dazu ausführlich SAAGE-MAAß, Miriam, Die Göttinger Sieben – demokratische Vorkämpfer oder nationale Helden? Zum Verhältnis von Geschichtsschreibung und Erinnerungskultur in der Rezeption des Hannoverschen Verfassungskonfliktes, Göttingen 2007.

zu den Aufbruchjahren seit Ende der fünfziger und insbesondere seit den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts, in denen eine kritische Öffentlichkeit und eine außerparlamentarische Opposition prägend wurden, was sich auch auf das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit auswirkte.[5]

Der vorliegende kurze Beitrag kann nicht detailliert auf die umfangreichen politikwissenschaftlichen, historischen oder wissenschaftsgeschichtlichen Forschungen eingehen, die die verschiedenen Aspekte der Göttinger Erklärung jeweils unterschiedlich gedeutet und gewichtet und die zunächst politische, gesellschaftliche und persönliche, dann aber auch wissenschaftliche und nicht zuletzt moralische Beweggründe ihrer Autoren in den Vordergrund gestellt haben.[6] Jedoch möchte ich drei Perspektiven aufzeigen, die mir geeignet erscheinen, zu einem Verständnis der Bedeutung der Göttinger Erklärung beizutragen. Ich will aus wenigen sprachlichen Bausteinen (wissen/schaf(f)t/macht/politik) drei Variationen bilden: Zunächst die Konfrontation von Wissenschaft und Machtpolitik, dann die Umgruppierung Wissenschaft macht Politik und schließlich die dritte Variante: Wissen schafft Macht – für bzw. gegenüber der Politik.

Wissenschaft und Machtpolitik

Für die These, dass die „Erklärung der 18. Atomwissenschaftler" die Folge einer gescheiterten Kommunikation zwischen Wissenschaft und Politik war, spricht zunächst, dass allein vierzehn der Göttinger Achtzehn verschiedenen Atomkommissionen auf Länder-, Bundes- oder internationaler Ebene angehörten und somit in den politischen Diskurs durchaus integriert waren. Konsens waren die Pariser Verträge, in denen Adenauer für die neue Armee der jungen, nun souveränen Bundesrepublik darauf verzichtet hatte, Atomwaffen zu entwickeln, herzustellen und zu besitzen, und auf deren Basis er zunächst das Ziel einer personalstarken konventionellen Armee verfolgte. Als sich der Kanzler 1956 zusammen mit seinem neuen Verteidigungs- und ehemaligen Atomminister Franz Josef Strauß dennoch für eine „Nuklearisierung" stark machte, beteiligten sich Ende 1956 zehn der späteren Göttinger Achtzehn an einer sogenannten konzertierten Briefaktion des „Arbeitskreises Kernphysik" an Franz Josef Strauß und Atomminister Siegfried Balke. Die Physiker kündigten hier bereits an, notfalls an die Öffentlichkeit zu gehen, sollte Strauß ihre Bedenken gegen eine Atombewaffnung der Bundeswehr nicht ernst nehmen. Eine gemeinsame Aussprache Ende Januar erzielte keine Einigung, sondern hatte die Atomwissenschaftler lediglich „zum Schweigen gebracht, aber nicht überzeugt", wie es Carl Friedrich von Weizsäcker beschrieb. Strauß glaubte, die Wissenschaftler unter Kontrolle zu haben, jedenfalls teilte er Adenauer mit, dass diese nicht ohne Rücksprache an die Öffentlichkeit gehen würden, eine Zusage, die er freilich von den Physikern niemals erhalten hatte.[7]

---

[5] HODENBERG, Christina von, Konsens und Krise. Eine Geschichte der westdeutschen Medienöffentlichkeit 1945–1973, Göttingen 2006; SCHIRRMACHER, Arne, Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert, in: Geschichte und Gesellschaft 34 (2008), S. 73–95.

[6] Vgl. grundlegend RUPP, Opposition (wie Anm. 2); neuere Studien sind: BEYLER, Richard, The demon of technology, mass society, and atomic physics in West Germany, 1945–1957, in: History and Technology 19 (2003), S. 227–239; KRAUS, Uranspaltung (wie Anm. 2); RESE, Alexandra, Wirkung politischer Stellunnahmen von Wissenschaftlern am Beispiel der Göttinger Erklärung zur atomaren Bewaffnung, Frankfurt 1999; STÖLKEN-FITSCHEN, Ilona, Atombombe und Geistesgeschichte. Eine Studie der fünfziger Jahre aus deutscher Sicht, Baden-Baden 1995.

[7] WEIZSÄCKER, Carl-Friedrich von, Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter, Göttingen 1986 (7. Aufl.), S. 23.

Als aber Konrad Adenauer auf der Bundespressekonferenz am 4. April die sog. „taktischen" Atomwaffen als „im Grunde nichts anderes als eine Weiterentwicklung der Artillerie" bezeichnete und sie als „beinahe normale Waffen" verharmloste, fühlten sich die Physiker, zunächst von Weizsäcker und Gerlach, dann die auf der Bad Nauheimer Tagung des Fachausschusses Kernphysik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft versammelten Wissenschaftler verpflichtet einzuschreiten. Sie wollten „öffentlich auf einige Tatsachen hinweisen, die alle Fachleute wissen, die aber der Öffentlichkeit noch nicht hinreichend bekannt zu sein scheinen." Insbesondere seien auch die „taktischen" Waffen ihrer Wirkung nach nichts anderes als „normale Atombomben". Vor allem aber wollten die Unterzeichner der Göttinger Erklärung ihre Überzeugung zum Ausdruck bringen, dass sich ein kleines Land wie die Bundesrepublik „heute noch am besten schützt und den Weltfrieden noch am ehesten fördert, wenn es ausdrücklich auf den Besitz von Atomwaffen jeder Art verzichtet".[8]

Wenn aber die Atomwissenschaftler den Gang in die Öffentlichkeit angekündigt hatten, warum waren Adenauer und Strauß durch ihre Erklärung derart schockiert? In ihren ersten eher unbeholfenen Reaktionen bestritten sie zunächst die Kompetenz der von ihnen zum Teil selbst eingesetzten Kommissionsmitglieder generell, unterstellten ihnen, praktisch die Auflösung der NATO anzustreben, und bezichtigten sie gar der – wenn auch unbeabsichtigten – Dienstleistung für den Kommunismus. Geschickteres politisches Kalkül setzte sich erst nach drei Tagen durch, als man versuchte, die Erklärung umzudefinieren in eine berechtigte Forderung, die sich an alle Großmächte richtete, und nicht als konkrete Aufforderung an die Adenauer-Regierung zu werten sei.



17.4.: »Wissen Se wat – Se wissen überhaupt nichts – wenn Se wat wissen wollen – dann fragen Se mich!« Karikatur aus der Wochenzeitung »Die Tat«.

Abb. 1: Karikatur in „Die Tat" vom 17. April 1957[9]

Für die Deutung des Geschehens als Konfrontation von Wissenschaft und Machtpolitik spricht meines Erachtens auch die zumindest mittelfristige Lösung, die in einer Aussprache am 17. April im Palais Schaumburg erreicht wurde (Abb. 1). Adenauer gelang es nämlich in einer nicht weniger als sieben Stunden dauernden Sitzung die fünf anwesenden „Göttinger" Hahn, Gerlach, von Laue, von Weizsäcker und Wolfgang Riezler, denen zehn Regierungsvertreter gegenübersaßen, zu einem gemeinsamen Kommuniqué zu drängen, das vorgeblich die

[8] Text der Erklärung enthalten etwa in RUPP, Opposition (wie Anm. 2), S. 74f.

[9] KRAUSHAAR, Wolfgang, Die Protest-Chronik 1949–1959. Eine illustrierte Geschichte von Bewegung, Widerstand und Utopie, Hamburg 1996, Bd. 3, S. 1616.

Frontstellung der Atomforscher in einen Dialog auflöste; im Ergebnis schwiegen nun die Physiker bis nach der im September 1957 stattfindenden Bundestagswahl.[10]

Dennoch war den Göttinger Achtzehn gelungen, was in den Jahren zuvor erstaunlicher Weise nicht geschehen war: Trotz medienwirksamer Berichte etwa über die Wasserstoffbombentests auf dem Bikini-Atoll 1954 und Aufrufen von kirchlichen Gruppen gegen Kernwaffen und Atomkrieg verharrte die deutsche Öffentlichkeit seltsam unbeteiligt; lediglich ein Drittel gab in Meinungsumfragen im September 1955 an, in einem neuen Krieg den Einsatz von Atom- oder Wasserstoffbomben zu fürchten, während rund die Hälfte hierzu keinen Grund sah. Erst mit dem 12. April 1957 und durch das Engagement von Naturwissenschaftlern begann in der Bundesrepublik eine breite öffentliche Debatte über die Atombewaffnung.[11]

Damit komme ich zur zweiten Variation:

Wissenschaft macht Politik

Dass Wissenschaftler auch Politik machten, galt für die Bundesrepublik fast von Anfang an. Bereits in dem im März 1949 gegründeten Deutsche Forschungsrat wollte Werner Heisenberg als dessen Präsident und Spiritus Rector direkt dem Bundespräsidialamt als Mitglied eines offiziellen wissenschaftlichen Beratergremiums zuarbeiten. Doch dieser Plan scheiterte an der Länderhoheit in Wissenschaftsfragen und der anrüchigen Ähnlichkeit des Gremiums zum Reichsforschungsrat. Eine Fusion mit der konkurrierenden Notgemeinschaft zur Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) schuf schließlich eine Institution, in der Heisenbergs Berater-Modell keinen Platz mehr hatte.[12]

Heisenberg hatte klare Vorstellungen, wie wissenschaftliche Expertise und Autorität Einfluss auf die Politik gewinnen sollten. Nicht Institutionen wie die DFG mit ihrer Selbstverwaltung, sondern elitärere Kreise, die im Konsens und nicht in Kampfabstimmungen ihre Entscheidungen trafen – etwa nach dem Vorbild der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft –, sollten ein Mitspracherecht in der Politik aufgrund ihrer offensichtlichen Qualifikation erhalten. Diese eher autoritativen und meritokratischen Züge von Heisenbergs Demokratieverständnis kollidierten aber schnell mit den Regeln der repräsentativen parlamentarischen Demokratie. Heisenberg entwickelte jedoch zu Adenauer ein gewisses Vertrauens- und Einflussverhältnis und wurde dessen Emissär für die Verhandlungen über eine Europäische Verteidigungsgemeinschaft (EVG) wie für die UNESCO bei der Planung der europäischen Kernforschungsorganisation CERN. Daneben spielte die offiziell von der DFG eingesetzte, aber hauptsächlich aus ehemaligen Mitgliedern des Uranvereins bestehende „Kommission für Atomphysik" eine Rolle bei den Beratungen über die EVG und das CERN. Während Adenauer Heisenberg zu einer langjährigen Rücksichtnahme auf seine Politik bewegen konnte, sollte sich für Heisenberg das besondere Vertrauensverhältnis letztlich nicht auszahlen (Abb. 2).[13]

Heisenbergs Überzeugung, dass die wissenschaftlichen Meriten zu einer Vorrangstellung und Einflussnahme auch im Politischen berechtigten, musste scheitern. Es war für ihn ein langer Prozess, bis er in den sechziger Jahren einsah, dass Wissenschaftler wie andere Personen Interessengruppen formieren mussten, um ihre Anliegen zu artikulieren und breite

---

[10] RUPP, Opposition (wie Anm. 2), S. 78–80.

[11] Zu den Umfrage-Werten vgl. RUPP, Opposition (wie Anm. 2), S. 66f.

[12] ECKERT, Michael, Primacy doomed to failure: Heisenberg's role as scientific adviser for nuclear policy in the FRG, in: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 21 (1990), S. 29–58; CARSON, Cathryn, New models for science in politics: Heisenberg in West Germany, in: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 30 (1999), S. 115–172.

[13] HERMANN, Armin, Werner Heisenberg, Reinbek 1976, S. 97–107.



Abb. 2 : Konrad Adenauer ernennt Werner Heisenberg zum Vorstandsvorsitzenden der Alexander von Humboldt Stiftung, 10. Dez. 1953 (Ullstein)

öffentliche Unterstützung zu erhalten, aber – wie es eine amerikanische Wissenschaftshistorikerin formulierte – „mass mouvements were never Heisenberg's thing".[14] Aus dem Vertrauten Adenauers sollte schließlich ein Bewunderer Willy Brandts werden.

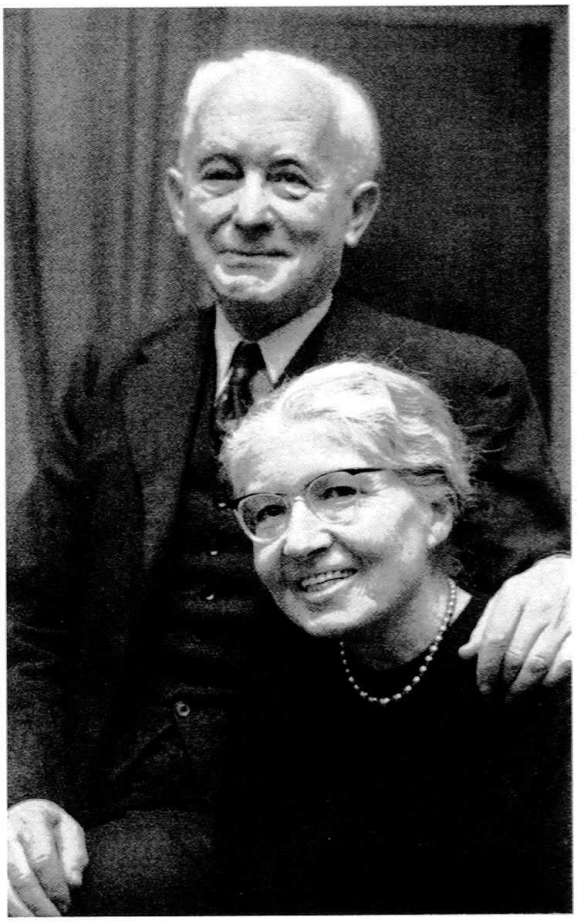
Während hauptsächlich Werner Heisenberg und Carl-Friedrich von Weizsäcker und in geringerem Maße Otto Hahn bereits am Kriegsende die Zeit in britischer Internierung auf dem Landsitz Farm Hall genutzt hatten, sich erste Gedanken über die wissenschaftliche und politische Nachkriegsentwicklung Deutschlands zu machen, hatte sich Max Born schon zwölf Jahre lang mit den britischen Vorstellungen von Demokratie in eigener Erfahrung vertraut gemacht.[15] Für Born war – und das wird häufig vergessen – Großbritannien nicht Exil mit der Hoffnung auf Rückkehr, sondern Neuanfang mit der Hoffnung auf Zukunft in einem demokratischen Staat. Er und seine Familie wurden britische Staatsbürger, seine Kinder schlossen hier ihre Ausbildung ab und gründeten ihrerseits Familien. Dass Born und seine Frau 1954 überhaupt in das „Land der Massenmörder" seiner „Stammesgenossen" übersiedelten, wie Einstein den Entschluss der Borns kritisierte, war von der deutschen Politik verursacht, die sich zu dieser Zeit noch weigerte, Pensionen ins Ausland auszubezahlen, und Borns Ansprüche in Großbritannien waren zu gering.[16]

---

[14] CARSON, Models (wie Anm. 12), S. 169.

[15] HOFFMANN, Dieter (Hg.), Operation Epsilon. Die Farm-Hall-Protokolle oder Die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe, Berlin 1993, S. 44–50. BORN, Hedwig, Vom Geiste und den Methoden der Demokratie. Wie sie sich deutschen Augen im englischen Alltag offenbaren, in: Die Sammlung. Zeitschrift für Kultur und Erziehung 8:1 (1953), S. 26–36, abgedruckt in BORN, Hedwig/BORN, Max, Der Luxus des Gewissens: Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter, München 1969, S. 151–170.

[16] Einstein an Born, Brief vom 12. Okt. 1953, abgedruckt in BORN, Max/EINSTEIN, Albert, Hedwig und Max Born: Briefwechsel 1916–1955, München 1969, S. 259. Zu den Modalitäten der Pensionen vgl. SZABO, Aniko, Vertreibung, Rückkehr, Wiedergutmachung. Göttinger Hochschullehrer im Schatten des Nationalsozialismus, Göttingen 2000, S. 417f.



Hedwig Born · Max Born

Der Luxus des Gewissens

Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter

Nymphenburger Verlagshandlung

Abb. 3: Frontispiz und Titel des Buches von 1969[17]

Die Borns bauten sich in Bad Pyrmont, dem Ort früherer Verlobungstage und dem deutschen Zentrum der Quäker, denen sich Hedwig Born verbunden fühlte, einen bescheidenen Alterswohnsitz. Nachdem aber Max Born wenige Monate später der Nobelpreis zugesprochen worden war, machte dies den Plan eines zurückgezogenen Lebensabends zunichte. Der Preis gab seiner fast vergessenen Stimme in Deutschland wieder Gewicht, das er nun für politisches Engagement einzusetzen trachtete (Abb. 3).

Bereits in seinen letzten Jahren in Großbritannien hatte sich Max Born öffentlich für den Frieden engagiert. Er war Mitglied der als Reaktion auf den Atombombenabwurf gegründeten amerikanischen *Society for Social Responsibility in Science* (SSRS) und einer Reihe britischer Vereinigungen von Wissenschaftlern, die sich für den Frieden einsetzten.[18] Seit 1951 pflegte Max Born einen Briefwechsel mit dem englischen Mathematiker und Philosophen Bertrand Russell. Sie verfolgten die Idee, dass gerade Nobelpreisträger „eine Warnung publizieren sollten." Im Februar 1955 versuchte Max Born als ersten Deutschen Otto Hahn für die *Society* und die Idee zu werben, Heisenberg und von Weizsäcker sollten dabei jedoch nicht ins Vertrauen gezogen werden.[19] Als ein Vierteljahr nach Einsteins Tod am 9. Juli 1955 der

[17] Born/Born, Luxus (wie Anm. 15), S. 2f.

[18] University of Edinburgh, Special Collections, Born Collection (Edinburgh Born), Box 27, Mappe „Peace movements".

[19] Brief von Max Born an Otto Hahn vom 1. Feb. 1955, Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz Berlin, Handschriften (SPK Berlin), Nachlass Born 973.

sogenannte Einstein-Russell-Appell erschien, hatte Hahn seine Unterschrift noch verweigert. Sechs Tage später fand jedoch in der „Mainauer Kundgebung" die Warnung vor den Gefahren eines Atomkriegs einen für die Deutschen akzeptablen Ausdruck; neben Born und Hahn waren nun auch Heisenberg, von Weizsäcker und andere an der Formulierung beteiligt. Im September schlossen sich mit den Deutschen Physikalischen Gesellschaften die deutschen Physiker kollektiv beiden Appellen an. Dieser Beginn der Wissenschaftlerbewegungen in Westdeutschland 1955 entfaltete, wie wir gesehen hatten, noch keine größere politische Wirkung.

Borns und Hahns politisches Engagement entsprang einem humanitären Impuls. Hahn hatte sich nach Abwurf der Atombombe aus Mitverantwortung kurzzeitig mit dem Gedanken an Suizid getragen, auch Born fühlte sich „mitverantwortlich für die Greuel", hatte er doch als Hochschullehrer viele der Physiker wissenschaftlich ausgebildet, die an den verschiedenen Atombombenprojekten beteiligt waren, ohne ihnen – so sein späterer Selbstvorwurf – das nötige Maß an Verantwortungsgefühl mitgegeben zu haben.[20] In Deutschland trat Born mit seinem Engagement gegen Atomrüstung und die Wiederbewaffnung vor allem in der Bewegung „Kampf dem Atomtod" für die Öffentlichkeit in Erscheinung und war im Rundfunk und auf Marktplätzen präsent.

Dass Physiker aber noch in weit direkterer Weise Politik gemacht haben, möchte ich kurz an zwei Beispielen erwähnen, die im Vergleich zu den Göttinger Achtzehn heute weit weniger bekannt sind.

Mit Max Born und Werner Heisenberg waren zwei der Väter der Quantenmechanik unter den Göttinger Achtzehn, auch der dritte Autor der berühmten Göttinger „Dreimännerarbeit" von 1925, Pascual Jordan, beteiligte sich 1957 an der politischen Debatte, aber nicht als Unterstützer der Göttinger Achtzehn, sondern als deren Gegner. Während seine Göttinger Kollegen im Wahlkampf schwiegen, griff Jordan die Erklärung in schärfster Weise in den Medien, in Flugschriften und Vorträgen an: Der „Anti-Göttinger", wie ihn die Zeitungen bald nannten (Abb. 4), hielt es für seine „schmerzliche Pflicht", „das deutsche Volk zu warnen vor den Ratschlägen des ‚Göttinger Manifestes'", denn für „die Beurteilung ernster politischer Tagesfragen sind die Atomphysiker im Durchschnitt zweifellos weniger zuständig und befähigt als der durchschnittliche demokratische Staatsbürger. Denn dieser liest immerhin aufmerksam die Zeitung [...]." Die Göttinger Erklärung war für ihn gar „ein bedenkliches Heraustreten aus den Formen demokratischer Ordnung und normaler demokratischer Willensbildung."[21]

Wie es mit Jordans eigenem Verhältnis zur Demokratie stand, insbesondere zu Zeiten des Nationalsozialismus, kann hier nur angedeutet werden; nicht nur beteiligte er sich bereits vor 1933 an nationalistischer Propaganda und versuchte danach, die Idee des „Führerstaats" in seinen biophysikalischen Theorien zu verankern, oder konstatierte, dass „der parlamentarisch-demokratische Gedanke" tot sei, auch nach Kriegsende wandte er sich gegen „Vermassung" und „Gleichheitsideologie".[22] 1957 wurde er indes Adenauers Physiker für den Bun-

---

[20] Brief von Max Born an Otto Hahn vom 1. Feb. 1955, SPK Berlin, Nachlass Born 973.

[21] Vgl. ausführlicher SCHIRRMACHER, Arne, Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger, in: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 30 (2007), S. 13–31.

[22] WISE, M. Norton, Pascual Jordan: quantum mechanics, psychology, National Socialism, in: RENNEBERG, Monika/WALKER, Mark (Hgg.), Science, technology and National Socialism, Cambridge 1994, S. 224–254; BEYLER, Richard H., Targeting the organism. The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology, 1932–1947, Isis 87 (1996), S. 248–273; HOFFMANN, Dieter, Pascual Jordan im Dritten Reich – Schlaglichter, Preprint 248, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 2007; SCHIRRMACHER, Physik (wie Anm. 21).

Das Portrait

Der Anti-Göttinger

Der Atomphysiker Pascual Jordan kandidiert für die CDU / Von Dr. J. Nowak



In der Ausgabe des „Rheinischen Merkur" vom 17. 7. 1957 wurde bittere Klage über das „fatale Wahlrecht" geführt, mit dem sich gute, aber eigenwillige Köpfe durch die Parteibürokratie ausmanövrieren lassen müssen. Kein Wort ist davon abzustreichen, aber manchmal geschehen doch noch Zeichen und Wunder. Die CDU in Niedersachsen ist kein Landesverband, sie ist eine Dachorganisation von 3 Landesverbänden (Hannover, Braunschweig und Oldenburg). Sie muß daher, wenn sie ihre niedersächsische Landesliste aufstellt, in erster Linie mit den Wünschen dreier Landesverbände zurechtkommen. Sie hat es deshalb besonders schwer, wenn sie einen ausgesprochenen Außenseiter, wie hoch auch sein geistiger Rang sein mag, so placieren will, daß er gewählt wird. Dennoch hat der Ausschuß, der die niedersächsische Landesliste aufzustellen hatte, ein Beispiel gesetzt. Er hat Pascual Jordan, der in der Hamburger Universität den Lehrstuhl für theoretische Physik innehat, in die Reihe der Kandidaten aufgenommen, deren Wahl als gesichert gelten kann.

„Atombombe" eintreten wollten; er äußert dann folgende Kritik:

„Die Grundlage des Manifestes und sein Hineinplatzen ist härteste innen- und außenpolitische Auseinandersetzungen ist zu erklären aus schlichter Unkenntnis der weltpolitischen Lage. Man ist in Deutschland ja weithin geneigt, einen Atomphysiker als eine Art höheren Wesens anzusehen, ausgestattet mit Allwissenheit. Zwar wird niemand so weit gehen, einen Atomphysiker um sein Eingreifen zu bitten, wenn eine Blinddarmoperation dringlich ist. Aber für die Erteilung politischer Richtlinien und Ratschläge schreibt man jetzt den Atomphysikern überragende Fähigkeiten zu. Dieser Mythos von der Allwissenheit der Atomphysiker ist leider korrekturbedürftig.

„Ich will es offen sagen: Auch wir Atomphysiker sind gegenüber den furchtbaren Gefahren der Weltlage nichts anderes als hilflose Menschen. Man kann und muß sogar noch mehr sagen: Für die Beurteilung ernster politischer Tagesfragen sind die Atomphysiker im Durchschnitt zweifellos weniger zuständig und befähigt als der durchschnittliche demokratische Staatsbürger. Denn dieser liest immerhin aufmerksam die Zeitung, um sich über das politische Geschehen auf dem laufenden zu halten. Dagegen kenne ich hervorragende, international berühmte Wissenschaftler, die fast niemals Zeitung lesen, weil ihnen die Zeit dafür zu kostbar ist . . . Aber wenn aus solcher unpolitischen Einstellung heraus dann auf einmal weitreichende politische Akte unternommen werden, dann ist wirklich die ganze Naivität gutgläubiger

Abb. 4: Artikel im Rheinischen Merkur vom 13. Sept. 1957

destag, in den er über einen sicheren Listenplatz einrückte. Doch Jordans Versuch, Politik zu machen, scheiterte gleichsam im Sieg. Weder an seine maßlose Kritik an den Göttinger Achtzehn noch an seine Vorstellungen, man könne Atomkriege überstehen, wenn man fünf Jahre in unterirdischen Bunkern ausharre, wollte die CDU während dessen Abgeordnetenzeit von 1957–61 ernsthaft erinnert werden. Doch der Hinterbänkler Jordan war nicht der einzige Atomphysiker im Bundestag: Karl Bechert hatte ohne sicheren Listenplatz sogar aus eigener Kraft ein Direktmandat für die SPD in Hessen gewonnen und dabei „die atomare Bedrohung in den Mittelpunkt aller politischen Aufklärung" gestellt.[23] Es wäre sicher sehr aufschlussreich, die Karrieren des Born-Schülers Jordan und des nur ein Jahr älteren Sommerfeld-Schülers Bechert einmal genauer gegenüberzustellen.

Ebenso wie die Haltungen und Beweggründe von Karl Bechert oder Pascual Jordan, die beide nicht zu den Unterzeichnern des Göttinger Erklärung gehörten, bislang kaum betrachtet wurden, sind auch die Achtzehn Göttinger meist nur durch einige Galionsfiguren in der Geschichtsschreibung vertreten. Ihnen allen gebührt aber unsere Erinnerung, und alle von ihnen hatten jeweils eigene Motivationen und Erwartungen bei ihrer Unterstützung der Erklärung, die es genauer zu untersuchen lohnen würde (Abb. 5).

[23] N.N., Das Gewissen 2 (1957), Oktoberheft, S. 1.



11. JAHRGANG, HEFT 17

DER SPIEGEL

24. APRIL 1957

DAS DEUTSCHE NACHRICHTEN-MAGAZIN

Fritz Bopp, 47 | Max Born, 74 | Rudolf Fleischmann, 53 | Walther Gerlach, 67 | Otto Hahn, 78 | Otto Haxel, 48

Werner Heisenberg, 55

Max von Laue, 77

Josef Mattauch, 61

Hans Kopfermann, 61

Heinz Maier-Leibnitz, 46

Friedrich Adolf Paneth, 69

Wolfgang Paul, 43 | Wolfgang Riezler, 51 | Fritz Straßmann, 55 | Wilhelm Walcher, 46 | Friedrich v. Weizsäcker, 44 | Karl Wirtz, 46

BONN

ATOMEINSATZ

Ein Divisionskommandeur der Bundeswehr hat sich während der Nato-Stabsübung „Schwarzer Löwe", bei der die Abwehr eines sowjetischen Großangriffs auf Europa theoretisch durchgespielt wurde (SPIEGEL Nr. 13/1957), geweigert, amerikanische Atombomben anzufordern, weil ihr Einsatz schwere Verluste unter der deutschen Zivilbevölkerung verursacht hätte. Ein Oberst der Bundeswehr protestierte schriftlich dagegen, daß sein Kommandierender General mehrere bereits eingekesselte sowjetische Divisionen unnötigerweise durch einen Atomschlag vernichtete, nur weil man nach Erfüllung des Kampfauftrags noch einige solcher Bomben auf Lager hatte.

ATOMWARNUNG

Die Achtzehn

„Daß der Schritt so viel Auffälliges gewonnen hat, legt eben keinen günstigen Beweis für die Empfindlichkeit der Gewissen ab."

Georg Gottfried Gervinus, einer der „Göttinger Sieben" von 1837.

Göttingen ist berühmt als Stadt der aufrechten Hochschullehrer, die vor Fürsten- und Kanzlerthronen Männerstolz bewiesen. Die „Göttinger Sieben" des Jahres 1837 gingen lieber ihrer Ämter verlustig oder gar in die Verbannung, als daß sie die verfassungsaufhebende Willkür ihres hannoverschen Souveräns schweigend hinnahmen.

Die koalitionsarithmetisch erklügelte Berufung des dreiunddreißigjährigen Göttinger Skandalhelden Leonard Schlüter zum niedersächsischen Kultusminister scheiterte vor zwei Jahren nicht am Widerspruch der mundfaulen Öffentlichkeit, sondern am Protest der Nobelpreisträger der Georgia Augusta. In einem Land, das gleichermaßen autoritäts- und wissenschaftsgläubig ist, scheint nur die Wissenschaft noch in der Lage, der Regierung Widerpart zu bieten, nachdem Bundestagsopposition, Bundesländer und Bundesverfassungsgericht, von einer höheren Instanz zu schweigen, kein wirksames Gegengewicht zum machtbewußten Bundeskanzler zu behaupten vermochten.

Als der verantwortliche Regierungschef die taktischen Atombomben eine „Weiterentwicklung der Artillerie" nannte, telephonierte man sich zusammen. Die Besorgnis der Wissenschaftler schlug sich in einem Manifest nieder, das für die Bundesrepublik den freiwilligen Verzicht auf Atomwaffen jeder Art empfahl. In dem rührenden Bestreben, pfiffig zu sein wie die Kinder der Politik, hatte der achtundsiebzigjährige Otto Hahn die Erklärung erst am Freitag vorletzter Woche an die Deutsche Presse-Agentur geben lassen, um der Regierung keine Gelegenheit zur Entgegnung vor Montag zu bieten. Natürlich war der sensationelle Text so lange nicht aufzuhalten.

Der Bundeskanzler reagierte mit einer verletzenden schriftlichen Gegenerklärung, in der es hieß: „Zur Beurteilung dieser Erklärung muß man Kenntnisse haben, die diese Herren nicht besitzen. Denn sie sind nicht zu mir gekommen."

Vier Nobelpreise lagen gegen die vierzehn Ehrendoktorhüte Konrad Adenauers, der selbst keine Doktorarbeit abgeliefert hat, in der Waagschale: die Nobelpreise für Physik der Jahre 1914 (Max von Laue), 1932 (Werner Heisenberg), 1944 (Otto Hahn) und 1954 (Max

Abb. 5: Spiegel-Titel vom 24. April 1957 mit den 18 Unterzeichnern.

Dennoch ist wohl bereits deutlich geworden, aus welch unterschiedlichen Gründen Wissenschaft Politik gemacht hat. Bei Hahn, Born oder auch Walther Gerlach standen humanitäre oder auch moralische Beweggründe im Vordergrund; bei Heisenberg eher ein fachwissenschaftlicher Aspekt, der sich in seinem Konzept der meritokratischen Beraterrolle des Wissenschaftlers widerspiegelte. Genuin politische Ideen waren lediglich bei Carl Friedrich von Weizsäcker ausschlaggebend, der 1958 mit der Schlagzeile „Mit der Bombe leben" und seinem Engagement für den Zivilschutz versuchte, pragmatische politische Lösungen voranzutreiben.[24]

Heute erinnert die Göttinger Erklärung aber nicht nur daran, dass Wissenschaftler an der Politik der ersten Nachkriegsjahrzehnte beteiligt waren und dass die Konfrontation von wissenschaftlichen Werten und Machtpolitik erst über den Gang in die Öffentlichkeit ausgehandelt werden konnte. Sie erinnert uns auch daran, dass das Wissen, das die Naturwissenschaften schaffen politisch relevant ist. Ich komme damit zu meiner dritten Variation:

Wissen schafft Macht – für bzw. gegenüber der Politik

Dass Wissen Macht schafft, ist natürlich ein Allgemeinplatz in Zeiten, in denen etwa das Wissen um Atom- oder Gentechnologie zu politischen Machtfaktoren ersten Ranges geworden ist. Worum es hier geht, ist weniger die inhaltliche Potenz des Wissens als vielmehr die argumentative Macht, die das Verfügen über Wissen und wissenschaftliche Erfahrung bedeutet. Dies will ich in vier Thesen erläutern.

Der vielleicht überzeugendste Satz in der Göttinger Erklärung war: „Taktische Atomwaffen haben die zerstörende Wirkung normaler Atombomben." Oder in ähnlichem Gestus: „Wir kennen keine technische Möglichkeit, große Bevölkerungsmengen vor dieser Gefahr zu schützen."[25] Es waren klare und glaubhafte Aussagen von Fachleuten für das angesprochene Thema. Dagegen konnten die rhetorischen Klimmzüge Adenauers, der davon sprach, dass es lediglich um „besondere normale Waffen in der normalen Bewaffnung" der Truppe ginge, als er Atomraketen meinte, in den Augen der Öffentlichkeit nicht bestehen.[26] Meine erste These ist:

Wissen schafft Macht durch Tatsachen, die politischem Kalkül Grenzen setzen.

Die großen parlamentarischen Aussprachen über die Atombewaffnung, die im März 1958 stattfanden und in bislang nicht dagewesenem Maße die Bürger vor den Radiogeräten und Fernsehläden versammelten, waren von der Macht wissenschaftlicher Tatsachen bestimmt. Der theoretische Physiker und SPD-Abgeordnete Karl Bechert sprach über das Unglück in Windscale (nun Sellafield), über Strontium 90, über Erbänderungen und auch über die Frage wie man Menschen unter der Erde jahrelang ernähren wollte, wenn man Pascual Jordans Propaganda ernst nähme.

Es ist interessant, in den Bundestagsprotokollen nachzulesen, wie Adenauers CDU auf die Argumente und Tatsachen des Physikers und Politikers Bechert reagierte. Nicht Jordan antwortete – er sollte in seinen vier Jahren keinen einzigen Wortbeitrag im Bundestag abgeben –, sondern der Mediziner und Theologe Berthold Martin, der die neue Verteidigungsstrategie Adenauers vorführte:

---

[24] WEIZÄCKER, Carl Friedrich von, Mit der Bombe leben (Sonderdruck der Artikelserie in der Zeit über „Die gegenwärtigen Aussichten einer Begrenzung der Gefahr eines Atomkrieges"), Hamburg 1958.

[25] Vgl. Anm. 7.

[26] RUPP, Opposition (wie Anm. 2), S. 37 und 77.

„Nur ein Naturwissenschaftler konnte in diesem naiven Sinn von Tatsachen sprechen. (Pfui-Rufe bei der SPD. – Zurufe von der CDU/CSU.) – Meine Damen und Herren, lassen Sie mich doch erst einmal erklären, was eine Tatsache ist. Das ist nämlich eine philosophische Angelegenheit. (Lachen bei der SPD. – Zurufe von der CDU/CSU.)"[27]

Auf diese Weise sollte die Expertise der Naturwissenschaftler desavouiert werden, und Professor Karl Jaspers, „der einer der maßgebenden Denker in Deutschland ist",[28] wurde als eine viel geeignetere Galionsfigur von Adenauer instrumentalisiert. Jaspers hatte bereits in einem Radiovortrag im Herbst 1956, der im Mai 1957 in der Zeit des Wahlkampfes publiziert wurde, die „Ratlosigkeit" der Atomforscher und die „Ahnungslosigkeit ihres politischen Denkens" herausgestellt. Seine allgemeinen philosophischen Überlegungen über die von ihm identifizierten Grundgefahren der Menschheit und ihre Zuspitzung auf die Frage „totale Herrschaft oder Atombombe" wurden von Adenauer und seinen Debattenrednern gegen die Wissenschaftler verwendet. Jaspers sollte als Beobachter der deutschen Nachkriegspolitik schließlich ein immer düstereres Bild von der Entwicklung der Demokratie in Deutschland unter Adenauer gewinnen. Ähnlich wie Heisenberg Anfang der fünfziger Jahre, so war nun Jaspers in der Atomauseinandersetzung Adenauer von Nutzen, beide wandten sich aber später von ihm ab.[29]

Die zweite These fasst den Zusammenhang von Politik und Atomphysik enger:

Moderne Wissenschaft wie Atomphysik und Quantenmechanik schafft Macht durch Argumente.

Wenn die Auseinandersetzung über die Atombewaffnung auch zu einer philosophischen, wenn nicht ideologischen wurde, dann galt es Argumente zu mobilisieren, die falsche Ideologien entlarvten und für neue philosophische und moralische Herausforderungen ein geeignetes Umdenken einzuleiten. Beide Seiten, der „Anti-Göttinger" Jordan und der „Göttinger" Born versuchten darzustellen, warum gerade die Atomphysiker zur Debatte über die Rüstungsdoktrin gefragt seien. Nicht, oder nicht nur, weil sie die Tatsachen kennen würden, sondern, weil die Problematik der Atomrüstung sich mit den üblichen Methoden der Politik nicht lösen ließe. So konnten die Physiker in ihrer Gesellschaftszeitschrift „Physikalische Blätter" lesen, dass das Umdenken, das in der aktuellen verfahrenen politischen Situation von Nöten sei, verglichen werden könne mit dem radikalen Umdenken, das in der Physik mit Relativitätstheorie und Quantenmechanik notwendig gewesen sei. Physiker hätten bewiesen, dass radikales Umdenken zum Ziele führen könne, wo mit kleineren Veränderungen das alte Vorstellungsgebäude nicht mehr zu reparieren war. Von den Physikern könnte die Politik das dringend benötigte Umdenken lernen.[30]

---

[27] DEUTSCHER BUNDESTAG, Verhandlungen des Deutschen Bundestages, 3. Wahlperiode. Stenographische Berichte Bd. 39, Bonn 1958, S. 1122–1126, hier 1125. Zu Jordans Schweigen vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG, Register zu den Verhandlungen des Deutschen Bundestages und zu den Anlagen, 3. Wahlperiode 1957, Sprechregister, Bonn 1961, S. 287.

[28] DEUTSCHER BUNDESTAG, Verhandlungen (wie Anm. 27), S. 1126.

[29] Der Radiovortrag wurde publiziert unter JASPERS, Karl, Die Atombombe und die Zukunft des Menschen, München 1957, und bildete die Grundlage für das umfangreichere Buch JASPERS, Karl, Die Atombombe und die Zukunft des Menschen. Politisches Bewußtsein in unserer Zeit, München 1958, das sich in einem Exkurs ausführlich mit der politischen Geltung der Göttinger Erklärung befasst, S. 268–277.

[30] Jeweils in der Rubrik „Aussprache über Atomgefahren" JORDAN, Pascual, Über die Notwendigkeit des Umdenkens in der Physik, in: Physikalische Blätter 13 (1957), S. 361–366, BORN; Max, Über die Notwendigkeit des Umdenkens, in Physikalische Blätter 14 (1958), S. 26–29.

So argumentierte Max Born auch im März 1959 gegenüber Franz Josef Strauß: Er müsse doch wissen, dass Abschreckung ein instabiler Zustand sei, und dürfe nicht an den überlieferten politischen Methoden festhalten. Born habe in seiner Wissenschaft „zweimal die Lage erlebt, die anscheinend ebenso aussichtslos war wie die heutige politische Lage". Und doch wurde jedesmal ein Ausweg gefunden, im Falle der Quantenmechanik war Born selbst daran beteiligt. „Um aus einer festgefahrenen, toten Situation (einem ‚Patt') herauszukommen," schrieb Born, „mußten radikale neue Gedanken und Begriffe entwickelt werden."[31]

Das Problem dieses Transfers von Lösungen aus der Physik in die Politik war allerdings, dass Jordan gerade glaubte, die Analogie von Quantenmechanik und Abschreckungsdoktrin ziehen zu können, während Born im Gegenteil diese für das alte, zu überwindende Denken ansah. In dem bereits erwähnten Briefwechsel zwischen Max Born und Franz Josef Strauß, der sich nach Borns durchaus politischer im Radio übertragenen Neujahrsansprache 1959 entwickelt hatte, finden wir auch folgende aufschlussreiche Stelle: „Ich erlaube mir," schrieb Born am 23. Januar,

> „Ihnen den Text meiner Neujahrsansprache beizulegen und dazu zwei Abhandlungen. Vielleicht erlaubt Ihnen Ihre Zeit, einen kurzen Blick in die Einleitungen zu werfen. Sie werden sehen, daß ich mich bemühe, die Unhaltbarkeit des dialektischen Materialismus in der Physik nachzuweisen. Ich weiß, daß man meine Schriften drüben liest, und ich glaube, daß dies ein Weg ist, die Selbstsicherheit der physikalisch-technischen Leitung und dadurch die Anmaßung der Kommunisten im allgemeinen zu untergraben und damit unsere geistige Welt zu verteidigen, was mit Raketen und Atombomben nicht möglich ist."

Strauß, der sich von diesen Bemühungen „beeindruckt" zeigte, sollte noch einige Monate lang mit Born Briefe wechseln, in denen es um die Inanspruchnahme wissenschaftlicher Argumente für politische Zwecke ging (Abb. 6).[32]

Dies führt zu meiner dritten These, die hier aus Platzgründen nur angedeutet werden kann:

Dass Wissen und wissenschaftliche Methode Macht schafft, zeigte sich in den 1960er Jahren, als eine Verwissenschaftlichung der Politik im Sinne einer politischen Steuerung erfolgte.

Die zeithistorische Forschung hat in jüngerer Zeit dargelegt, in welch umfassendem Maße in den sogenannten langen 1960er Jahren, die um 1957 begannen, Planungen für nahezu alle gesellschaftlichen und politischen Aufgaben entstanden. So sollten mittels kybernetischer Modelle Probleme bis hin zur „Menschenführung" gelöst werden. Die sozial-liberale Koalition schließlich war nicht nur ein Regierungswechsel, sondern ein tieferer Einschnitt im Staatsverständnis, der moderne Sozialstaat wurde mit dem planenden Staat gleichgesetzt, in dem gesellschaftlicher Wandel durch wissenschaftliche Politik gesteuert werden sollte.[33]

Meine Überlegungen würden schließlich einen wichtigen Aspekt auslassen, würde ich nicht die Rückwirkung der Relevanz der Wissenschaft für die Politik auf die Wissenschaft thematisieren, daher lautet die vierte These:

Wenn Wissen Macht schafft, dann muss auch die Verantwortung, die mit dieser Macht verbunden ist, auf die Wissenschaft zurückwirken.

---

[31] Brief Max Born an Franz Josef Strauß vom 7. März 1959, SPK Berlin, Nachlass Born 1164.

[32] Brief Max Born an Franz Josef Strauß vom 23. Jan. 1959 und Brief Franz Josef Strauß an Max Born vom 15. Feb. 1959, SPK Berlin, Nachlass Born 1164. Born hatte bereits früher eine Diskussion über den Dialektischen Materialismus mit seinem Physikerkollegen Leon Rosenfeld geführt, vgl. FREIRE Olival, Science, philosophy and politics in the fifties. On Max Born's unpublished paper entitled "Dialectical materialism and modern physics", Historia Scientiarum 10:3 (2001), S. 248–254.

[33] Vgl. etwa METZLER, Gabriele, Konzeptionen politischen Handelns von Adenauer bis Brandt. Politische Planung in der pluralistischen Gesellschaft, Paderborn 2005.

Bad Pyrmont, den 15.Mai 1959
Marcardstraße 4

Herrn
Bundesminister Dr. h.c. Franz Josef Strauss
Ministerium für Verteidigung

B o n n / Rhein

Sehr geehrter Herr Minister!

Für Ihren ausführlichen Brief vom 10.April danke ich Ihnen sehr. Ich habe meine Antwort aufgeschoben, da ich in den Zeitungen las, daß Sie eine Reise nach den Vereinigten Staaten unternommen haben. Auf demselben Wege erfuhr ich kürzlich von Ihrer Rückkehr.

Ich sehe wohl, daß unsere Standpunkte so verschieden sind, daß eine Einigung kaum denkbar scheint. Gleichwohl möchte ich Ihnen noch einmal schreiben, weil Ihr Brief Anklagen gegen mich oder besser gegen uns - die Göttinger Achtzehn und ihre Gesinnungsgenossen - enthält.

1. Sie sagen, ich hätte zwar Hitlers "Mein Kampf" richtig verstanden, aber die ebenso bedrohlichen Schriften Lenins, Stalins und der Nachfolger nicht.

Ich habe früher Marx und Engels gelesen, und ich beschäftige mich jetzt mit Teilen der großen Sowjet-Enzyklopädie im Zusammenhang mit meinem Ihnen bekannten Kampf gegen den dialektischen Materialismus.

Abb. 6: Beginn eines Brief von Max Born an Franz Josef Strauß vom 11. Mai 1959[34].

Auch dies kann auf zwei ganz verschiedene Weisen gesehen werden: Etwa in der Beschäftigung mit konkreten Anwendungen. So kann die Deutsche Physikalische Gesellschaft heute einen bald 10 Jahren bestehenden Arbeitskreis „Physik und Abrüstung" vorweisen, der sich physikalischen Fragen der Abrüstung widmet. Aber die Rückwirkung kann sich in noch weit unmittelbarerer Weise zeigen, und zwar im Selbstverständnis eines jeden Wissenschaftlers gegenüber seinen Ergebnissen. Als in den 1960er Jahren Wissenschaftshistoriker begannen, die detaillierte Geschichte der Quantenmechanik aufzuarbeiten, war eine Frage, welche Anteile der Quantenmechanik jeweils auf Born, Heisenberg oder Jordan allein zurückgingen. Max Born äußerte sich dazu in einem Brief an einen der ersten Historiker der Quantenmechanik, den niederländischen Mathematiker Bartel von der Waerden, in dem es um die erfolgreiche Anwendung einer mathematischen Methode in der Quantenmechanik ging, der sogenannten Störungsrechnung. Born schrieb, dass er sich, im Gegensatz zu Heisenberg, an ein Detail anders erinnere. Man könnte Jordan zur Klärung befragen, aber bei ihm war sich Born nicht sicher, „daß er sachlich und unpersönlich antworten würde." Born gibt der Diskussion dann aber eine neue Wendung, indem er schreibt:

[34] SPK Berlin, Nachlass Born 1164.

„Schließlich kommt es auch nicht so sehr darauf an, wer von uns die richtige Störungsrechnung zuerst gehabt hat. Wir haben alle Drei die Arbeit als verantwortlich gezeichnet."[35]

Born hatte somit aus der Göttinger Erklärung und der daraus erwachsenen Debatte gelernt, dass auch für wissenschaftliche Probleme Lösungen nicht nur gefunden werden müssen, sondern, wichtiger noch, dass für diese auch eine Verantwortung zu tragen sei. Die heute so häufig beschworene Wissensgesellschaft bedeutet nicht nur, dass wissenschaftliches Wissen in allen Bereichen der Gesellschaft Bedeutung erlangt hat, die Wissensgesellschaft impliziert auch eine Verantwortungs-Gesellschaft. In diesem Sinne ist mit der Göttinger Erklärung vom 12. April 1957 mehr als ein einzelnes historisches Ereignis verbunden. Vielmehr bildete sie eine Zäsur in der Geschichte der Bundesrepublik, durch die das Verhältnis von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit grundsätzlich neu bestimmt wurde.

Epilog: Verantwortung made in Göttingen?

Die Göttinger Achtzehn sind ebenso wie die Göttinger Sieben Markenzeichen geworden, die für Verantwortungsdiskurse genutzt werden können, wobei bereits der Protest des Jahres 1957 an die Erinnerungskultur von 1837 anknüpfte. So drängt sich die Frage nach Parallelen zwischen den Ereignissen um den Verfassungskonflikt der 1830er Jahre und den Atomrüstungsprotest der 1950er Jahre auf. Aber natürlich können wir einen historischen Vergleich über die Jahrhunderte hinweg kaum auf methodisch sicherem Boden durchführen. Dennoch, es zeichnen sich vielleicht einige Strukturen der Auseinandersetzungen und Typen von Konsequenzen in Umrissen ab, die nicht ohne Reiz sind:

So kann man Parallelen ziehen zwischen der Aufhebung der zugesicherten Verfassung nach der Machtübertragung auf Ernst August I. und der Aufgabe des allgemein vertretenen Standpunkts Adenauers, keine Atomwaffen in Deutschland zuzulassen. Vertrauen in zugesichertes politisches Verhalten wurde enttäuscht. Auch läßt sich bei genauerem Hinsehen feststellen, dass die Göttinger sich 1837 wie 1957 aus recht verschiedenen Motiven zusammenfanden und keine wirklich einheitliche Position vertraten. Das minderte interessanter Weise in beiden Fällen nicht die unvorhergesehene Sprengkraft, die die Veröffentlichung der Aktionen entfaltete. Insbesondere in der überregionalen Wirkung kann man eine weitere Parallele sehen.

Das gleiche mag – wenngleich abgemildert – auch für die unmittelbare staatliche Reaktion zutreffen, das harte Durchgreifen gegenüber den Göttinger Sieben auf der einen Seite, das Einbestellen der Göttinger Achtzehn, Maßnahmen, sie mundtot zu machen oder auch ihre Urteilsfähigkeit in Zweifel zu ziehen, auf der anderen Seite. Ebenso führte dies in beiden Fällen zu Solidarisierungseffekten für breitere Bewegungen: Die Göttinger Sieben wirkten noch in der Paulskirche; die Atomforscher, eine Stütze der breiten „Kampf dem Atomtod!"-Bewegung, die vor 50 Jahren Millionen in Deutschland auf die Straßen und Marktplätze brachte, um als außerparlamentarische Opposition Politik zu machen, versammelten sich bezeichnenderweise 1959 zu einem Europäischen Kongress schließlich auch in der Paulskirche.[36]

Es gibt allerdings auch einen großen Unterschied zwischen den Göttinger Sieben und den Göttinger Achtzehn und der betrifft ironischerweise gerade den Namensgeber der Protestie-

[35] Vgl. WAERDEN, Bartel L. van der (Hg.), Sources of quantum mechanics, Amsterdam 1967; Brief Max Born an Bartel van der Waerden vom 25. Mai 1962, Edinburgh Born, Box 10.

[36] Der Europäische Kongress gegen Atomrüstung tagte im Januar 1959 in London in der St. Pancras Town Hall und in der Frankfurter Paulskirche, wo die Abschlussveranstaltung mit Bertrand Russell und Max Born stattfand. Vgl. KRAUSHAAR, Wolfgang (Hg.), Frankfurter Schule und Studentenbewegung, Hamburg 1998, Bd. 1, S. 145f.

renden: Göttingen. So gereichte die Aktion der Göttinger Sieben der Stadt und der Universität gerade nicht zur Ehre. Die besseren Professoren gingen, gute neue kamen nicht nach, die Studenten zogen es vor, an andere Universitäten zu wechseln. Im Studienjahr 1847/48 waren nicht mehr als 582 Studenten immatrikuliert.[37] 120 Jahre später hingegen förderten die sogenannten „Göttinger" – die freilich als Briten aus Bad Pyrmont angereist waren oder nach München und Starnberg sich berufen lassen sollten und dort ihre vielleicht größere politischen und wissenschaftlichen Wirkungen entfalteten – in einem interessanten Austauschverfahren gleichermaßen den Ruf der Atomphysiker und den der Universität Göttingen. Daher greift „Verantwortung made in Göttingen" als Formel sicherlich viel zu kurz. Denn Verantwortung hat keinen Jahrestag, Verantwortung ist kontinuierlich zu beweisen, auch in Göttingen.

[37] HUNGER, Ulrich, Die Georgia Augusta als hannoversche Landesuniversität. Von ihrer Gründung bis zum Ende des Königreichs, in: BÖHME, Ernst/VIERHAUS, Rudolf (Hgg.), Vom Dreißigjährigen Krieg bis zum Anschluß an Preußen. Der Wiederaufstieg als Universitätsstadt (1648–1866), Göttingen 2002, S. 139–216.

Teil IV.

Geschichte der Wissenschaftskommunikation im 20. Jahrhundert in europäisch vergleichender Perspektive

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE
Max Planck Institute for the History of Science

2009

PREPRINT 385

Arne Schirrmacher (ed.)

Communicating Science in 20th Century Europe

A Survey on Research and Comparative Perspectives

B) A preliminary landscape of 20th century science periodicals

Typically, the communication between science and public in a given time period with a certain political and societal stability becomes organized in a system of science communication. These different systems relating to different conditions are to to be identified. Informed by studies on system theory and knowledge (Luhmann 1990, Salvaggio/Barbesino 1996) the project mainly follows the two leads of Ludwik Fleck on the genesis and development of scientific findings and its various literary forms of communication, resp. (Fleck 1979). The first developed since the 1980s into a fruitful line of conceptional research (Golinski 1990, Harwood, 1993), while the second was only recently taken up, though there was of course independent analysis on the scientific publication systems (Meadows 1980, Holl 1996, Nikolow/ Schirrmacher 2007b). The focus of the approach, however, lies on a historical analysis of the modes of dissemination and at times the co-creation of knowledge by a bidirectional communication process between science and public (for detail see Schirrmacher 2008).

Such (historical) systems of science communication are characterized by

- a set of different media of science communication (e. g. journals, book series, newspaper sections or supplements, radio programs ...) addressing different core audiences in specific forms (genre, style, language, technicality, use of mathematics, graphs, images...),
- a differentiation of science communication with respect to the interest/involvement of the readers/consumers with science, i. e. scientists of other fields, educated classes, hobby researchers, interested groups, generally rather non-interested groups etc.,
- thus a differentiation into various markets segments, which is also mirrored by parameters like circulation, prizing, and the relation of subscription to street vending,
- life-cycles of organs of science communication, in particular for journals and newspaper sections that have been introduced at some time, probably underwent changes in title, quality, length and often terminated or were (at least formally) absorbed into competing publications.

In this way, for the example of journals, typically a leading journal for the community of all scientists (Nature, La Nature, Die Naturwissenschaften, ...) can be identified in most countries as well as a small number of prominent popular science journals and book series, which are often differentiated for an educated readership (Science Progress, Die Umschau, La revue scientifique, Ibérica, Wszechświat ...) and a readership more interested in illustrated and less technical presentation (Popular Science Magazine, Koralle, La science et la vie, El mundo científico, Tygodnik ilustrowany ...). See the following Table for a first overview of relevant sources.

Some Popular Science Journals and Book Series in 20th century Europe

	Britain (with US*)	France	Germany (GDR*)	Poland	Spain
Journals	*Scientific American, 1845- Nature, 1869- *Popular Science Monthly, 1872- Science Progress, 1894-1900, 1906-39, 1946- Knowledge, 1881-1917 Conquest. The Magazine of Popular Science, 1919-1926 Discovery. A Monthly Popular Journal of Knowledge, 1920-40, 1944-66 *Science News/Science Newsletter, 1922- Armchair Science, 1929-1940 New Scientist, 1956- *Discover, 1980- Focus/BBC Focus, 1992-	Cosmos, 1852-1914 La Nature, 1873-1961 La Revue Scientifique (Revue Rose), 1884-1959 Science & Vie 1913- La Science Moderne, 1924-1931 Ciel & espace, 1950 - Atomes,1946 -1970 Science & Avenir, 1947- Nucléus, 1960-1970 Science Progrès, 1963-1972 La Recherche, 1970 - Découverte, 1972 - Pour la Science [French Sci. American], 1977- Ça m'intéresse, 1981-	Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1887-1922 Prometheus, 1889-1921 Die Umschau, 1897-1986 Kosmos, 1904-1999 Natur, 1910-1927 Naturwissenschaften, 1913- Urania, 1924-1933 Die Koralle, 1925-1944 Wissen und Fortschritt, 1827-1943 Orion, 1946-1960 *Urania, 1947-1991 Naturwissenschaftliche Rundschau, 1948- *Wissenschaft und Fortschritt, 1951-1993 *Wissen und Leben, 1956-1962 Bild der Wissenschaft, 1964- Spektrum der Wissenschaft [German Sci. American], 1978- P. M., 1978-	Biblioteka Warszawska. Pismo poświęcone naukom, sztukom i przemysłowi, 1841-1914 Tygodnik Ilustrowany. Pismo obejmujące, ważniejsze wypadki współczesne, życiorysy znakomitych ludzi, 1859-1939 Wszechświat. Pismo przyrodnicze, 1882-1914, 1927- Kosmos. Czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodnikow , 1876-1926 Przyroda i Technika. Miesięcznik poświęcony naukom przyrodniczym, rozwojowi przemysłu i rolnictwa , 1922-1939 Wiedza i Życie, 1926-1939, 1946-1962, 1963- Problemy. Miesięcznik poświęcony zagadnieniom wiedzy i życia, 1945- Świat Nauki [Polish Sci. American], 1991-	El mundo científico 1899-1912 La Ilustració Catalana, 1903-1917 Ciencia popular 1906-1907 Boletín de la Sociedad Astronómica de Barcelona (1910-1921) Ibérica. El progreso de las ciencias y sus aplicaciones, 1913-2004 Ciencia. Revista Catalana de Ciencia i Tecnología, 1926-1932, 1980-1991 Las Ciencias. La Asociación española para el progreso de la ciencias, 1975- Investigación y ciencia [Spanish Sci. American], 1977- Muy Interesante. La revista mensual para saber más de todo, 1981-
Book Series/ main Authors	Cambridge Manuals of Science and Literature XXth Century Science Series Home University Library Readable Books in Natural Knowledge Sixpenny Library	Bibliothèque de Merveilles (Hachette) Que sais-je?, 1941- Camille Flammarion (1842-1927) Marcel Boll (1886-1958) Henry de Gaffigny (1863-1934) Baudry de Saunier (1865-1938)	Sammlung Göschen Aus Natur und Geisteswelt (Teubner) Kosmos-Bändchen Wege zum Wissen (Ullstein) Verständliche Wissenschaft (Springer) Orion-Bücher Rowohlts deutsche Enzyklopädie, 1955-	Biblioteka Przemyslowa (Gebethner & Wolff), 1894-1947 Książki dla Wszystkich, 1901-13, 1918-47 Wiedza i Zycie (Books series) Biblioteka Popularnonaukowa	Biblioteca de Enseñanza Popular (1890-1910) Manuales Soler (1900-1950) Biblioteca de iniciación cultural (1920-1950) Josep Estalella (1879-1938) Joan Amades (1890-1959) Josep Comas Sola (1868-1937) Luis Miravitlles (1930-1995)

C) Notes on literature for some European regions*

Overview:

Research on "science popularization", "Wissenschaftspopularisierung", "vulgarisation scientifique", "divulgazione della scienza", "popularyzacja nauki" etc. have been carried out for various European countries for the 19th century or rather for the period covering the second half of the 19th century and up to World War I (Tuner 1980, Burnham 1987, Lightman 1997, Daum 1998, Béguet 1990, Bensaude-Vincent/Rasmussen 1997, Govoni 2002, Zasztowt 1988). Comparative perspectives are just currently pursued for the 19th century (cp. session 8A at 2008 joint meeting of HSS/BSHS/CSHS in Oxford) and mainly around 1900 for the European periphery (Papanelopoulou/Nieto-Galan/Perdriguero 2008).

As the "linear" or "diffusion" model of science popularization has been criticized repeatedly (Shinn/Whitley 1985, Hilgartner 1990) and rather close couplings between science, public, media and politics have been identified (Weingart 2001, 2005), alternative approaches that e. g. focus on an exchange relation of resources between science and public have been employed only recently in case studies from the 20th century (Nikolow/Schirrmacher 2007a). Further book-length studies on 20th century science communication were carried out for the US case (LaFollette 1989, 2008).

Great Britain (with US influences):

The discussion on chances and problems of popularization of knowledge and popular science is most extensive in the English language. The tradition can be traced back to the 17th century (Browne 1646) and classical texts of the early 19th century (Dick 1833). On the other side the first university textbook account on the topic has appeared recently (Broks 2006), that provides an almost up-to-date guide to the main literature. British and American developments, though different in some respect, cannot be separated, as books and journals as well as audiovisual media were distributed without restrictions. Also concerning the 20th century the state of research is advanced but, interestingly, much further for the US case (ch. 5 of Burnham 1987, LaFollette 1989, 2008) than for the British. Here a "misconception" or "myth" was spread, that "scientists deliberately turned their backs on non-specialist writing" and thus "abandoned the Victorian tradition of engagement with the public." (Bowler 2006, 160f.). Instead a great number of scientists, often on instigation of active publishers, produced a huge literature of popular accounts of their fields at least in the first half on the 20th century, which has scarcely been historically studied. When and to what extent science journalism changed the situation is currently discussed (Bowler 2006, Hughes 2007, Bauer/Gregory 2007); in addition the first comprehensive studies about science on radio and in documentary film and television have appeared recently (LaFollette 2008, Boon 2008).

* I am greatly indebted for essential help to Agustí Nieto-Galan on Spain and to Leszek Zasztowt on Poland.

France

In France the interest in "vulgarisation scientifique" dates back to the 1960s, when already the necessity of science communication to the public was stressed and critical views on its relation to ideology were raised (Canguilhem 1961, Pradal 1968, Jurdant 1969) leading to the first book-length studies (Jurdant 1973). Since the 1980s an extensive literature on science popularization emerged with studies on specific journals (Denieuil 1982, Pestre 1988) or newspapers (Guéry 1985), on theoretical considerations (Hadj/Belisle 1985, Jacobi 1987, Schiele/Jacobi 1988, Fayard 1988) and on single popularizers (Bensaude-Vincent 1989, Fuentes/Cotardière 1994). A special bibliography on science popularization appeared in 1994 (Lamouroux 1994). In the French case studies on developments in the 20th century appeared early (Bensaude-Vincent/Blondel 1988, Pestre 1988, Bensaude-Vincent/Rasmussen 1997) and also general histories of science and public extended into the 20th century (Raichvarg/Jaques 1991, Raichvarg 2005). Nonetheless the view of a decline of science popularization around 1900 that ended a golden age became widespread (Béguet 1990, 1994, Laszlo 1993, Fox 2008). Recent interest focused on topics like the political impact of public images of science (Bensaude-Vincent 1999, 2003) and the role of television (Babou 2001, 2004).

Germany (and German speaking countries)

The interest in science popularization in Germany arose comparatively late. Though much work had been pursued on adult education in the 1970s and 1980s and some earlier discourse on the problem of "understandability" can be found (Glaser 1965, Gadamer 1978) as well as a discussion from the side of literary studies (Berentsen 1986) and on single popularizers (Szukaj 1996), a corresponding attempt to a historical analysis of popular science and science popularization, as it has been discussed in other counties, only came with the dissertation of Daum (Daum 1998), quickly followed by a comparative British-German study (Schwarz 1999), a study on Austria (Michler 1999) and a German-Austrian comparison (Felt 2000). A common trait of all these studies was to link the era of "Wissenschaftspopularisierung" with the political era before World War I, c. 1850-1914. The German research also focused much on humanities (Goschler 2000) and tried to apply this concept back up to early modern times and even antiquity (Kretschmann 2002). Systematic investigations into the history of science communication after World War I have started only in recent years (Ash/Stifter 2002, Nikolow/Schirrmacher 2007a, Daum 2008).

Poland

The popularisation of science as a research field became in Poland an important question after the Stalinist epoch (that was characterized by a rather close orientation and imitation of Soviet structures), i. e. beginning in the 1960s and 1970s. While communist rule broadly promoted the Marxist idea of a scientific consciousness and a kind of society of knowledge topics of general education remained at the center of concern (Miąso 1960, Reymont 1961, Kmiecik 1963, Moese 1963). It was, however, specific for Poland that besides topics like the education of workers (Krajewska 1979), also the role of the Catholic Church could be discussed (Poniatowski 1961). A first collective volume on theoretical questions of science communication appeared at the end of the 1970s (Wincenty 1979). In the difficult years of the 1980s that were

determined both by the Solidarność movement and by martial law systematic and substantial historical studies on science popularization in the 18th and 19th century were begun and continued with the early years of the Third Republic. Here the historical scope also widened into the first half of the 20th century (Zasztowt 1983, 1987, 1988, 1992, Polish Academy of Sciences 1990, Potoczny 1998, Gorczyńska 1999). The current discourse is, however, mainly determined by the Polish efforts to establish or rather catch up with a modern knowledge society (Pawłowski 2004, Jabłoński 2006, Jaskowska 2006) and only few recent historical or theoretical studies can be identified (Connelly 2000, Płonka-Syroka 2005).

Spain

Research on science popularization (*divulgación*) started in Spain only in the post-Franco period when in the 1980s the new social and cultural history also considered science (Prats 1982, Ordoñez/Elena 1990). Since the 1990s a number of collective volumes appeared that contained predominantly 18th and 19th century case studies (Perdiguero 1992, Lafuente 1992, Arquiola/Martinez Perez 1995, Lafuente/Pimentel 2002). Roughly a the same time a debate on the question of the "image of science" in modern Spain arose (Lafuente/Elena 1996, Lafuente/Saraiva 1998, Nieto-Galan 1998) that brought the role of the public into the view of more and more authors. Thus since 2000 the discussion of science popularization became a rather important issue in general presentations of Spanish (and Catalan) history of Science (Nieto-Galan/Roca-Rosell 2000, Bertomeu-Sánchez/Garcia Belmar 2002, Martínez Vidal/ Pardo Tomás 2004, Bertomeu-Sánchez/Nieto-Galan 2006) as well as in biographies (Roca-Rosell 2004) and genuine studies of Spanish history of science from the point of view of public presentation (Pohl 2007, González 2007).

Other regions

A book-length study is also available for Italy (Govoni 2002) as well as a study of science content in newspapers that includes a comparison of the situation in Italy, Britain and Bulgaria (Bucchi/Mazzolini 2007). Currently, the STEP initiative (Science and Technology in the Periphery) both pushed research on the history of science communication into the times of the 20th century and started to pursue a comparative approach of several southern, northern and eastern European countries like Portugal, Sweden, Hungary, Denmark and Italy (Nieto-Galan/Papanelopoulou 2006, Papanelopoulou/Nieto-Galan/Perdiguero 2008).

Volume 21 • Number 3 • March 2012

Science & Education

Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Education



Editor: Michael R. Matthews

Thematic Issue:
Popular Science Between News and Education: A European Perspective

Guest Editor:
Arne Schirrmacher

Springer

Included in Social Sciences Citation Index®

Science & Education

Volume 21 · Number 3 · March 2012

Thematic Issue: Popular Science Between News and Education: A European Perspective

Guest Editor: Arne Schirrmacher

Popular Science Between News and Education: A European Perspective
Arne Schirrmacher **289**

Science and Technology in Greek Newspapers, 1900–1910. Historiographical Reflections and the Role of Journalists for the Public Images of Science and Technology
Eirini Mergoupi-Savaidou · Faidra Papanelopoulou · Spyros Tzokas **293**

Riding the Wave to Reach the Masses: Natural Events in Early Twentieth Century Portuguese Daily Press
Ana Simões · Ana Carneiro · Maria Paula Diogo **311**

'Science to the Glory of God'. The Popular Science Magazine *Ibérica* and its Coverage of Radioactivity, 1914–1936
Néstor Herran **335**

Teaching and Learning Science in Hungary, 1867–1945: Schools, Personalities, Influences
Tibor Frank **355**

State-Controlled Multimedia Education for All? Science Programs in Early German Radio
Arne Schirrmacher **381**

BOOK REVIEWS

Michael Ruse: ***Science and Spiritutality: Making Room for Faith in the Age of Science***
Peter Slezak **403**

James Hannam: ***God's Philosophers. How the Medieval World Laid the Foundations of Modern Science?***
Igal Galili **415**

Peter Harrison (ed): ***The Cambridge Companion to Science and Religion***
Keith Thomson **423**

Elaine Howard Ecklund: ***Science vs. Religion: What Scientists Really Think***
Michael Reiss **429**

Tonie Stolberg and Geoff Teece: ***Teaching Religion and Science***
Colin Gauld **433**

Massimo Pigliucci: ***Nonsense on Stilts: How to Tell Science from Bunk***
Ron Good **435**

Alan Sokal: ***Beyond the Hoax: Science, Philosophy and Culture***
Allan Franklin **441**

Further articles can be found at www.springerlink.com

Indexed/abstracted in *Science Citation Index Expanded (SciSearch), Social Science Citation Index, SCOPUS, Astrophysics Data System (ADS), Google Scholar, EBSCO, CSA, Academic OneFile, Arts & Humanities Citation Index, Contents Pages in Education, Current Abstracts, Current Contents/Social & Behavioral Sciences, ERIC System Database, ERIH, Gale, International Bibliography of Book Reviews (IBR), International Bibliography of Periodical Literature (IBZ), ISIS Current Bibliography of the History of Science, Journal Citation Reports/Science Edition, Journal Citation Reports/Social Sciences Edition, MathEDUC, Multicultural Education Abstracts, OCLC, Social SciSearch, Sociology of Education Abstracts, Studies on Women & Gender Abstracts, Summon by Serial Solutions, Vocational Education and Training Abstracts*

Instructions for Authors for *Sci & Educ* are available at http://www.springer.com/11191



Sci & Educ (2012) 21:289–291
DOI 10.1007/s11191-011-9347-2

Popular Science Between News and Education: A European Perspective

Arne Schirrmacher

Published online: 1 March 2011
© Springer Science+Business Media B.V. 2011

Typically, scholars that do research on models and structures of science education understand their work as rather independent of issues like popularization and journalism. Further academic pursuits that ask about the history of popular science including its specific audiences and genres on the one hand and that try to explore the preferable ways for journalists to write about news from science and technology on the other hand may exist in their own right. Systematic science education, one may hold, in particular as it is related to institutions such as schools and universities must be confounded neither with popular readings that blend entertainment with telling stories about science nor with science news within the daily press. While the latter would be too unsystematic to count as education, the former may not really teach new skills but rather amount to second-order discussion on scientific developments. Education, popularization, and journalism may hence appear as distinguishable endeavors that all relate to science but do not necessary function in connection.

The collection of five papers in this special issue intends to disproof this view—at least to some extent. The argument becomes particularly strong from a wider European perspective, and rather than concentrating on the "big" science nations like Britain, Germany and France one may consider the developments in the European periphery, where educational institutions (even in the twentieth century) still had to develop a wide availability and an independent standing (Daum 2009; Papanelopoulou et al. 2009). Within the process of creating a general scientific literacy the Greek, Portuguese, and Spanish cases show to what extent popularization and science news in the daily press have contributed to a complex educational project. Along the same lines it is often hard to distinguish popular books on science from early science textbooks, a distinction that is just so obvious for academic professionalism in the "big" science nations. For this reason it appears reasonable not to divide the various discourses on science too quickly into education, popularization, and science news and better to concentrate on the circulation of knowledge—or on "knowledge in transit" (Secord 2004)—in which all three fields may participate and interact. This view opens up a particular diverse field. Events like earth quakes or solar

A. Schirrmacher (✉)
Max Planck Institute for the History of Science, Boltzmannstr. 22, 14195 Berlin, Germany
e-mail: aschirrmacher@mpiwg-berlin.mpg.de

eclipses draw attention from all sides and may also help institutionalize structures in the respective scientific fields. Old as well as newly established organizations like those of the Spanish Jesuits having a strong tradition in education, the transformation of the Hungarian educational system and its international relations, or even the early German radio trying to invent new models to meet a high aim of culture that included scientific knowledge combined and bridged education, popularization, and journalism in different ways. All these developments, however, always related to national contexts of society, culture, and politics.

In the first case study on Greece Mergoupi-Savaidou, Papanelopoulou, and Tzokas investigate the creation of a general scientific literacy within a country that never excelled in modern scientific of technological fields. Here the daily press played a central role in the circulation of scientific knowledge and produced surprisingly rich accounts of science and technology at the beginning of the twentieth century. The authors pay particular attention both to historiographical questions related to studying newspapers as historical sources, viz. questions of transmission, reception, and appropriation, and the particular social, cultural, and political context in which Greece was constructing its own national identity between West and East, a process in which rhetoric on science and technology was strongly employed.

By shifting the focus on natural events that had special impact on the development of Portuguese institutions of scientific research—in particular earthquakes, volcanoes, and weather events—, newspapers as means of circulating scientific knowledge are investigated by Simões, Carneiro, and Diogo both for metropolitan and rural audiences in Lisbon and on the Azores, resp. In different ways they contributed to and reflected on the integration of Portugal into international scientific networks, seismologic stations, observatories, and other scientific institutions. Science popularization provided not only some basic scientific literacy to larger audiences but it also played a strong role in integrating and consolidating Portuguese science within its society after the turn to the twentieth century.

Observatories were also important for science dissemination in pre-Civil War Spain. Jesuits dominated for centuries the Spanish educational system and also the most important popular science journal after 1914 *Ibérica* was published by members of the Society of Jesus based at the Ebro observatory. Herran explores the impact or rather the tension between Catholicism and modernism for the years between 1914 and 1936 by focusing on the discourse on radioactivity in the journal. In this way *Ibérica* can be used to exhibit the ways in which religious or other ideological frames shaped science education and science communication.

The last two papers of this special issue deal with Hungary and Germany and take two views on particular structures of education, in a more traditional institutional way for Hungary and in a more unconventional media related way for Germany. Using a rather long-term perspective, Frank in his contribution on Hungary explores the creative and innovative scene of fin-de-siècle Budapest and Hungarian science education, starting with physicist and science organizer Loránd Eötvös. His example shows the strong Hungarian bonds to the German educational system, both pre-World War I and after. Subsequent generations of scientists and mathematicians can be connected with Eötvös' activities at Budapest University which largely defined a school of internationally recognized scientists who went to Germany before or after World War I and later left for the US after the rise of Nazism (Frank 2009).

My case study on Germany in the Weimar period in turn discusses to what extent new media, in this case radio, were able to complement established institutions of higher and further education like schools and universities with novel possibilities that would so to

speak allow workers to attend school at night or that would extend the lecture hall of university professors to any rural home in the country. In putting German science radio into relation to the respective developments in other European countries and the US the article exhibits the special German case were popular science and science education can be found in a particular rich and seamlessly connected field that offered knowledge to all by means of mass media. This example finally also elucidates that the position of popular science between scientific education and science news is not a phenomenon of the scientific periphery but in particular in the course of the twentieth century a general phenomenon that may be of interest for any scholar of science education.

I would like to extend my warmest thanks to Michael R. Matthews, the editor of *Science & Education*, for the suggestion to transform a number of presentations and discussions of the symposium on "Communicating Science in twentieth century Europe—Comparative Perspectives" held at the XXIIIth International Congress of History of Science and Technology in Budapest in 2009 into a special issue and for his advice and assistance in many ways.

References

Daum, A. (2009). Varieties of popular science and the transformations of public knowledge: some historical reflections. *Isis, 100*, 319–332.

Frank, T. (2009). *Double exile. Migrations of Jewish-Hungarian professionals through Germany to the United States, 1919–1945*. Oxford: Oxford University Press.

Papanelopoulou, F., Nieto-Galan, A., & Perdriguero, E. (Eds.). (2009). *Popularizing science and technology in the European periphery, 1800–2000*. Aldershot: Ashgate.

Secord, J. (2004). Knowledge in transit. *Isis, 95*, 654–672.

Sci & Educ (2012) 21:381–401
DOI 10.1007/s11191-010-9328-x

State-Controlled Multimedia Education for All?

Science Programs in Early German Radio

Arne Schirrmacher

Published online: 10 December 2010
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

Abstract While science education and popularization by means of print media developed in quite similar forms in many nations, the advent of radio resulted in initiatives to bring science on the air that were rather heterogeneous from country to country. The German case stands out with respect to quantity, variety and ambition, and also for its special mechanism of planning and controlling educational programs on science and technology. Hence it is argued that a closer look at how the chances of the new medium were discussed and implemented in Weimar Germany can provide a scale of reference for the development of science communication on the radio in other countries. For this reason a brief summary of the the respective developments in the United States and Europe is presented, before discussing in some detail Germany's particular institutional organization, program structures, combination of radio broadcasts and print material into a kind of multimedia, and various formats and genres.

1 Introduction

When radio was established in many countries as a new medium for news, entertainment and education in the early 1920s, visionary speeches on the great educational impact of the wireless communication were abundant. Particularly strong was the claim that radio would revolutionize education. Workers could go to school at night, farmers in remote areas could have access to education, and even the nation's universities would be opened to the whole people. Controversial content, however, which was connected in any way to political issues like discussions of current living conditions or economic judgments on local initiatives, was often excluded from the airwaves. In contrast it was rather unproblematic to agree on broadcasts on science and technology; unlike selecting people from the arts or literature, recognition as a scientist was both simple to evaluate for the program makers and easy to present to the listeners. Having a professor, an Academy president or a Nobel laureate on the program was always a good choice and could easily be presented as (further) education.

A. Schirrmacher (✉)
Max Planck Institute for the History of Science, Boltzmannstr. 22, 14195 Berlin, Germany
e-mail: aschirrmacher@mpiwg-berlin.mpg.de

Furthermore, scientific visions of a bright future were a good environment for commercials and a respectable currency to pay for private and state sponsorship of radio.

For all these reasons it comes as no surprise that science programs can be identified on almost all stations right from the very beginnings of radio. This is even less surprising if one takes into account that early listeners of radio required a certain technical aptitude to be able to receive the program, given the shortcomings of unstable reception and equipment that had to be put together by the listener. Moreover, for many people the advent of radio meant the beginning of an interest in science and technology; tinkering around with radio kits may have superseded battle play with tin soldiers.

Apart from this general outlook, however, radio developed very different forms of and opportunities for science programs in the various early radio countries. Germany's self-understanding as a *Kulturnation* (cultural nation) and America's "unrestrained commercialism" (LaFollette 2002a, p. 5) probably mark two of the most influential contexts within which a system of radio with entertainment and education had to find its working scheme in the 1920s and 1930s. In any case, radio was a "medium"; but between which groups and interests did it actually communicate? A look into the rich historical literature on radio does not give a general answer, particularly where science is concerned.[1] Surprisingly, despite the fact that the history of radio has received such a great deal of attention in recent decades, studies of science communication on the air are still scarce.[2] What is more, the available comprehensive studies of program history do not always help to elucidate the quantity and quality of science popularization on the radio since the typical categories in which science would be subsumed consist simply of radio talks in general, educational programs or courses, broadcasts for schools or teachers more particularly, or special target group broadcasts and highbrow entertainment.[3]

In this article I try to contribute to a clearer picture of the quantity and quality of science programs in early radio and attempt to show through a case study on Weimar Germany the extent to which radio makers planned to create a new means of education directed toward schools and businesses as well as a general public interested in further education. The case of early German radio was by far the most ambitious attempt to use the ether to educate a whole people.

To this aim I proceed in four steps: First of all, I discuss what (media) changes radio brought forth, when print encountered radio not only in competition for the interested reader or listener, but rather opened the opportunity for alliances like models for integrating print material and broadcasts into a kind of multimedia. This includes the question of whether radio and print adapted to one another with respect to formats and presentation, or whether they instead became specialized, for example due to different attainable speeds of communication. Then (in Sect. 3) I present a comparative sketch of the different modes of instituting science communication on the radio that shows how differently nations such as the United States, Germany, France or even the Netherlands or Portugal set up the organization and control of radio programs, thereby providing rather different degrees of room for educational content. This comparison elucidates the special case of science-rich

[1] On Germany see Dussel (2004) and Führer (1997), on the US Douglas (2001), on Britain Crisell (2002), on France Brochand (1994), on Italy Monteleone (1999), and on Spain Díaz (1997).

[2] With the exception of LaFollette, who in recent years has produced seminal studies for the US case, in particular (LaFollette 2002a, b, 2006) and her recent book-length account (LaFollette 2008).

[3] In Leonhard (1997, 352) the definition of talks was: "a speech or speech-music transmission of arbitrary content denoted as talk and potentially for all listeners; a spoken transmission of other kind like a discussion or series, that is primarily educational.".

radio in Weimar Germany. The formats and genres of science communication that emerged in the German example are presented next (Sect. 4). Here the particularly strong and diverse programming on science also included special programs for schools and for vocational training. Finally, the question is raised as to the impact early radio had on establishing science—or rather special topics thereof—within broader cultural discourses, and to what extent certain ways of treating science in the media became persistent, at least as far as they were represented on the air and in radio magazines (Sect. 5). I conclude that in all of these ways radio educated a broad public, not only on curricular knowledge but in a more general sense on the cultural meanings of scientific knowledge.

2 The Many Prospects for a New Medium

The history of early radio appears as a rather contingent development that was strongly influenced by the political and economical conditions after the Great War. While at least in principle radio opened many opportunities, ranging from fostering democracy by easily making many voices heard, or even by giving everybody the opportunity to send out his or her views, to simply making money by selling consumer products and media content to a unprecedentedly vast clientele, in reality stations were not set up so easily and did not simply pick their content from readily available sources. In the United States, for example, two major networks quickly dominated the scene. One can try to analyze radio by looking at the main actors—program makers, radio stations and equipment suppliers—and how they pushed their issues in a triangle of content, commerce and control. For each national case apparently a different configuration emerged. Program makers in Germany, for example, were not only concerned with content but had also to deal with political control, while the electro-technical industry could generally not expect much commercial success without attractive content.

For science communication it is important to notice that the beginnings of radio fell into a period when the old models of science popularization were already transformed into new forms that reflected, roughly speaking, a shift from presenting neat accounts of the wonders of science to explaining how science works and to what extent a general scientific outlook may determine modern life (Schirrmacher 2008). As the British Science Guild put it in a notice to *Nature* in 1904 (Turner 1980, p. 601):

> [The] purpose is to stimulate, not so much the acquisition of scientific knowledge, as the appreciation of its value, and the advantage of employing the methods of scientific inquiry, the study of cause and effect, in affairs of every kind.

Around the same time we find in France "the extinction of the ideology of an *instruction amusante*," due to the exit of the first generation of science writers that had espoused a "militancy of popularizers in the 1850s to the 1890s" (Beguet 1994, p. 19). In Germany, too, a decisive turn occurred, which replaced the old model of popularizing science that was established, authorized and validated, with new interest in the ways science and technology work and perform. In this vein, for example, the Teubner publishing house advertised a book series called *Aus Natur und Geisteswelt* (On Nature and the World of Ideas), that was to be a "collection of scientific-popular accounts of all areas of knowledge." It sold over 400 titles between its launch in 1898 and the beginning of the Great War. In advertisements it was promulgated that the collection intended "to impart to the readers an understanding of how modern science has managed to shed light on important questions of general interest" (Schirrmacher 2007, p. 53).



Fig. 1 1926 Title page of *Kosmos* with a typical cover depicting a rather traditional view of nature and science writing

These examples of early signs of a new attitude to science, or even a "scientification" of society, now met a science-based medium of communication, such that few of the early adopters of radio and its technology were able to enjoy its value without some interest in science (which might have excused the shortcomings of reception). With this context in mind, I would like consider three avenues that early radio *could* have taken in order to establish itself as a medium to educate vast audiences on science, before moving on to sketch the actual developments in Germany.

2.1 Adapting from Print

If we look at Süddeutscher Rundfunk AG, the southern German radio station in Stuttgart during the year 1925, we find an example of seamless adaption. In the same city the Franck publishing house was printing the journal *Kosmos*, which was founded in 1904 and persisted on the market for the whole century, becoming the best-selling popular science publication in Germany for many decades, for example selling 200,000 copies per month in the 1920s (Fig. 1). Science writer Kurt Floericke, who had studied science in the 1890s and then undertook extended expeditions on many continents before joining the editorial staff of *Kosmos*, thus had a been writing articles in the journal for 20 years, mainly on botany and zoology, before taking to the airwaves.[4]

Floericke participated in the weekly lecture series the Kosmos society organized for its members who subscribed to the journal.[5] In 1925 the Süddeutsche Rundfunk AG broadcast

[4] On Floericke (1869–1934) see *Kosmos, 26* (1929), p. 19.

[5] For a discussion of *Kosmos* in German culture cp. (Schirrmacher 2011).

the Kosmos lectures every Monday at 7:30 p.m., thus for a prime time listening audience. Floericke alone spoke eight times that year on topics like animal hibernation, polar animals, and the love life of birds, while others covered the miracles of coal, the history of paper, gravitational deviations in the Earth's crust, or the German forest.[6]

Interestingly, this practice of extending authors and content from print to radio became rather the exception than the rule. And even in this exceptional case radio programs did not correspond directly with the printed articles; nor did the journal directly reference any related broadcasts. From my analysis of roughly 1200 popular science programs in German radio during the Weimar period almost no other clear pattern of a simple adaption of format and personnel from print to radio can be identified, so that we must assume that the new medium was also run mainly by new people looking for new formats. There was a probably strong tendency for authors who had established themselves in one medium to resist changing to another later.

2.2 The Chance of Multimedia

The first German station on air was the Berlin Funkstunde AG, which began regular broadcasts on October 29, 1923. In its third month of operation Hugh Iwan Gramatzki (who had studied science at Karlsruhe, was an engineer before the Great War and naval officer in combat before turning to astronomy and popularization) presented his first program on astronomy—at least according to available program listings, which were very sporadic in the first month. He realized immediately that he could not compensate for the lack of visual presentation by auditive means alone. Gramatzki, however, when speaking about the moon a couple of months later, solved the problem in a multimedia fashion. His listeners were now prepared—or at least those who read the radio magazine *Der Deutsche Rundfunk* (Fig. 2), a very affordable illustrated magazine. In some ways the magazines resembled teaching materials, including illustrations, introductory texts and summaries. In a later contribution to *Der Deutsche Rundfunk* Gramatzki explained the "simplest solution, at least for the time" he had found to the "plight," i.e., having the illustrations published beforehand in the radio magazine. In addition, this was a welcome means to direct the listeners' full attention to the broadcast, with ears and eyes well provided for. Finally, the immaterial voice was complemented by a material reminder that kept the message alive (Gramatzki 1924).

In this way the pedagogical advantage of the combination of media is obvious and the reciprocal reference between print and broadcast might have been favorable for both media. However, the problem of non-simultaneity remained, as the pictures in the radio magazine could not convey too much of the scientific content of the radio broadcast (without rendering the broadcast unnecessary), nor could the radio speaker presuppose that the listener actually had the illustrations at hand.

2.3 Radio: The Faster Medium?

The speed of reporting should be at least one definite advantage of radio over print. But if we look at the reporting of the spectacular balloon flight by Auguste Piccard into the stratosphere on May 27, 1931, German radio does not seem to have been prepared. Otto Willi Gail of the Munich Funkstunde was present at the start in nearby Augsburg, as were

[6] According to the programm listings in *Der Deutsche Rundfunk. Rundschau und Programm für alle Funk-Teilnehmer, 3* (1925).



Fig. 2 The radio magazine *Der Deutsche Rundfunk*, providing visuals for a science program on Berliner Funk-Stunde by chief engineer H. I. Gramatzki, broadcast on March 31, 1924, about the surface of the moon (journal dated March 30, 1924)

many newspaper reporters, who—in contrast to Gail—tried to locate Piccard after his flight by plane. Gail had studied physics and electrical engineering at the Munich Technical University right after the war; he first became a business clerk and writer on space travel as both fiction and popular science before entering radio in 1928.[7] His broadcast on Picard's flight was excellent, a critic wrote, but 24 hours late (Fig. 3). Instead of taking a chance on reporting Piccard's unknown fate—had he survived the flight?—late at night, this was left to the morning editions of the newspapers. Later Gail tried to make good on this missed opportunity by bringing Piccard into the radio station for a special broadcast.[8]

Interestingly, the example of radio in Weimar Germany does not mirror the development often described as medialization (Weingart 1998, 2001). A supposedly widespread pattern, according to which news values generally would quickly dominate content and quality once the media revolution of the mass media had started, does not apply here (or at least needs substantial differentiation). In the German example, control and cultural values still determined a medium for which it was apparently not so vital to beat the press in speed—instead, radio followed its own rules. Before delving more deeply into the emerging opportunities of science communication between medialization and (scientific) autonomy in Weimar Germany, I should first put into context the particular development of German radio more generally. In this way the mechanisms can be exhibited that in the German case produced an unprecedented amount of educational programming.

3 National Modes of Instituting Science Communication on the Radio

The history of radio is a unique story for every single country, as each gave different weights to the main actors: program makers, radio stations, equipment suppliers and politicians. In the triangle of content, commerce and control I will try to briefly sketch their respective positions. However, this portrayal is limited to the different beginnings of radio in Western countries, in order to exhibit the rather special German development.

[7] His early works on science fiction and popular science include (Gail 1925, 1928).

[8] Reports in the the *Bayrischer Radiozeitung, 8:24* (1931), 8–12, Fig. 3 on p. 8, critique on p. 12.



Der Flug in die Stratosphäre

Sowohl im Freiballon als auch im Flugzeug sind schon über 13 Kilometer Höhe erreicht worden, doch ist beabsichtigt, die großen Flugrouten in noch höhere luftverdünnte Schichten, in die sog. „Stratosphäre" zu verlegen, um noch größere Reisegeschwindigkeiten zu erzielen.

Die Stratosphäre, welche von etwa 15 bis 25 Kilometer Höhe angenommen wird, bietet den für den sicheren Luftverkehr sehr bedeutsamen Vorteil, daß sie von Witterungseinflüssen, wie Stürme, Regen, Schnee oder Nebel ständig frei ist und infolge der viel geringeren Luftdichte dem Flugzeug einen geringeren Widerstand entgegenstellt, als die Luftschichten in Erdnähe.

Die zu überwindenden Nachteile sind jedoch die in diesen Regionen herrschende große Kälte (?) und der Mangel an Sauerstoff, welcher für die Insassen und für den Betrieb der Motoren unbedingt notwendig ist. Diese Schwierigkeiten sind jedoch nicht so groß, als daß sie nicht durch technische Hilfsmittel überwunden werden könnten. Alle führenden Fachleute sind sich darüber einig, daß das Fliegen in 15—25 Kilometer Höhe ohne Gefährdung der Insassen möglich ist.

Das Stratosphärenflugzeug wird in seiner äußeren Form den bisher gebräuchlichen Flugzeugtypen ähnlich sein, jedoch in seinem Inneren eine Reihe neuer, sehr wichtiger Apparate und Maschinen erhalten müssen.

Der Führerraum sowie die Kabine für die Fluggäste müssen von außen hermetisch abgeschlossen sein. Durch künstliche Lüftung und Temperaturregler müssen der Luftdruck sowie die Luftzusammensetzung und die Temperatur stets in normalen Grenzen gehalten werden. Besondere Sauerstoffgeneratoren werden die Innenräume ständig mit Frischluft versehen, während die verbrauchte kohlensäurehaltige Luft von Luftreinigern angesaugt und aufgezehrt wird. Die Motoren, deren Leistungen bekanntlich in großer Flughöhe stark abnehmen, werden Spezialkompressoren erhalten, durch welche den Zylindern ein vorgewärmtes und verdichtetes Gasluftgemisch zugeführt wird, so daß die Motoren auch in großer Höhe mit ihrer Normalleistung arbeiten können. Schließlich muß der Propeller durch automatische Verstellung seiner Schaufeln eine veränderliche Steigung erhalten, damit sein Wirkungsgrad den jeweiligen Verhältnissen angepaßt werden kann. *v. R.*

Der Rundfunk allen voran?

Oder: 24 Stunden zu spät!

Am Mittwoch, den 27. Mai 1931, in den ersten Morgenstunden war Prof. Piccard mit seinem Assistenten Dr. Kipfer zu dem denkwürdigen Flug gestartet, der uns alle eine Nacht voll banger Erwartung und Sorge verbringen ließ.

Otto Willi Gail, der den Start in Augsburg miterlebte, hatte ihn nur wenige Stunden später den Hörern des Bayerischen Rundfunks schildern können. Als dann in den Abendstunden die weiteren Meldungen über den Verlauf der abenteuerlich anmutenden Fahrt kamen, als man nicht mehr wußte, ob Piccard in seiner Metallkugel überhaupt noch am Leben war und der Ballon von einem stetigen Wind immer weiter nach Süden getrieben wurde, da rasselte im Funkhaus ununter-

Rechts:
Der Ballon Piccards

1. Ventil.
2. Reifleine, doppelt gesichert.
3. Reifbahn.
4. Lochtaschengurt.
5. Hülle aus einfachem gelben Ballonstoff, einseitig gummiert.
6. Parabelbogengurt.
7. Füllansatz.
8. Ansatzring.
9. Stoffstutzen für Reifgurt.
10. Stoffstutzen für Ventilleine.
11. Fischelansatz mit Aufsteh-vorrichtung.
12. Auslaufleinen.
13. Korbringleinen mit Knebel.
14. Korbring.
15. Kugelförmige Aluminiumgondel.

Fig. 3 *Bayrische Radiozeitung* reporting on Piccard's stratosphere flight (*top*) and discussing the missed opportunity of radio reporting it (*below*); also note the many details on atmospheric structure and balloon technology. Issue of June 7, 1931

3.1 The Liberal Model with Some State Intervention: US Radio

The main example of how a liberal system of radio developed in Western countries is the American one. Thanks to the seminal work of Marcel C. LaFollette we already have a rather clear picture of the development of science communication in early radio under the liberal and commercial conditions provided by this democratic society.[9] In the US, too, it took until the 1920s for radio to become a medium of mass communication with many

[9] Here I follow mainly (LaFollette 2002a); for more details and a stronger emphasis on individual actors, see (LaFollette 2008).

stations on the air. Receivers improved steadily and became affordable for broad sectors of the population. Broadcasting was in the hands of privately organized corporations and hence we should assume that, as in print, commercial aims must also have had their influence on science programs. At that time, however, many observers expressed the hope that the public good and commercial interests could be reconciled.

As in many other countries, in the US as well, it was believed that radio was destined to become a national institution for education that allowed experts to inform an interested and willing audience in talks. Workers could "go to night school" (LaFollette 2002a, p. 8) in this way and scientists would demonstrate their "latest discoveries," or at least this was the vision NBC founder Davis Sarnoff entertained in a newspaper article in 1926. Radio stations that specialized in education did not fare well in the US, however, and financing turned out to be the biggest problem for stations like the University of Pittsburgh station that broadcast radio talks by university professors from 1924 to 1930 on topics ranging from modern physics and chemical catalysis to science in the kitchen. Interestingly, commercial reasons were what made it possible to print some of the lectures and distribute them to listeners, as advertisers discovered this audience as a particularly interesting group of prospective customers for various goods (LaFollette 2002a, p. 9).

Since broadcasting stations were private—and in principle anyone could run one, as in the print business—revenues could be made only by advertising. In practice, however, only two big players emerged in the US: the networks NBC and CBS. NBC grew out of the industrial sector, while CBS had its roots in artist agencies. For programs other than entertainment, that is, educational programs in general, the funding question was paramount—thus hopes that the new medium would allow workers to go to night school by listening to the radio were disappointed. For science content, therefore, a sponsor was always needed, be it the National Advisory Council on Radio in Education or the Science Service, both of which relied on donations, or be it General Electric, General Motors or the US Rubber Company. Public radio did not arrive until half a century later in 1970.

As a consequence, rhetoric and reality were not always in sync in the early decades of US radio. Nobel Prize winner Robert Millikan, speaking in 1931 for the National Advisory Council on Radio in Education (NACRE) funded by the Rockefeller and Carnegie Foundations, pointed out that "radio seems to be already showing that it contains within it the possibility of exerting an influence toward introducing more rational, less emotional thinking and acting into American life." At the same time some of the most widely heard science broadcasts were the intermission talks on "dramatic stories of science." Was the New York Philharmonic really necessary to lure an audience into listening to a few minutes of popularized science? (LaFollette 2002a, pp. 10–11, 25–26).

3.2 Western Europe

In France the first broadcasts, which came from the Eiffel tower, were the weather forecasts introduced during its military use in the Great War, together with some music presented by a soldier. In 1922, however, the main enterprises of the electro-technical industry jointly founded a private radio station named *Radiola*, which would later become Radio Paris and Radio France. *Radiola* stood for a close connection of the electro-technical industry and the radio program, as both the receivers produced by the company Société française radioélectrique (SFR) and the radio station that served to promote the purchase of these receivers were called *Radiola*—the renowned presenter Marcel Laporte, however, was known as "Radiolo" (Laporte 1925). In the beginning advertising was not allowed, but programs sponsoring was widespread. In contrast to the Radiola-Radiolo system, which

Table 1 Chart of some different models of early radio organization

Country	Organized by	System features	Characteristics
United States	Networks	Commercials, industry sponsors, foundations, donations	Entertainment ⇒ science as "intermission talks"
Britain	BBC Company, later BBC Corporation	Fees (no commercials)	Independence
France	Electro-technical industry	RADIOLA System Postal university etc.	Program = promotion for equipment
Netherlands	Listeners' associations	Proportional air time	Participation, plurality
Germany	State	Fees (subsidized by the state) no market, no participation	(high) culture, education ⇒ science as an integral part
Portugal	Amateurs	A number of independent individuals	Diverse agendas
…			

hardly emphasized educational content, the university of the postal service (École superior de postes, télégraphes et téléphones) took up this brief when it set up a station in 1923. However, it transmitted on the medium wave band rather than long wave and hence required receivers that were not manufactured in France, but available from Western Electric in the US (Brochand 1994, p. 318). These and other projects would later lead to the three major radio stations Radio Paris, Paris PTT and Tour Eiffel, all of which approached science programs in rather different ways (Raichvarg 2009).

In Britain the slightly earlier developments in the US had prompted a decision for a different private approach. Basically six larger companies formed the British Broadcasting *Company*, which was awarded the license under the condition that it adopted a rather high-quality program with no advertising, following a public service philosophy and a cooperative scheme for broadcasting. Money was earned from listeners' license fees as well as from selling receivers, at least initially. As early as 1927, however, the state bought the stations and formed the BBC under a Royal Charter, now registered as the British Broadcasting *Corporation*, which was meant to be free from commercial pressures as well as from political intervention (Crisell 2002). And many more national ways of institutionalizing radio and its programs could be added (Table 1).[10]

3.3 The Atypical State-Controlled System: German Radio

While it seems that everywhere else radio started by private initiative and was market driven at least in part, in Germany there was no connection between industry and programming, and nor could any private person or association go on the air. Although after the Great War a democratic order was established, the radio that started in 1923 did not show anything democratic or liberating. The fragile republic with frequent changes of the politicians in charge accustomed itself to a law-and-order attitude, meaning strict supervision

[10] In the Netherlands, which also started with company stations promoting their product, again a remarkably different model can be found. The radio program was organized and produced by listeners' associations. And when more and more associations, often aligned with some religion, ideology, etc., demanded broadcasting time, a typically Dutch proportional system was introduced (Häusermann 2004, pp. 38–40). In Portugal it was instead a small number of amateurs starting in 1924 that determined the first 10 years of radio broadcasting before state radio was introduced in 1935 (Silva 2011).



Fig. 4 Hans Bredow (1879–1957) in a broadcasting studio

of all radio organization and content. Industrialist Hans Bredow (Fig. 4) became Director for Telegraphy at the National Postal Service and a constant promoter of radio with a high cultural profile.[11] Censorship was banned by the new constitution, which made for a rather free and diverse press, but there was the exception of film and, one might have guessed, later of radio as well. Control boards were set up to keep political controversy off the air; concerning cultural or scientific content, the authorities tried to arrange for balanced coverage. Strictly enforced listeners' fees not only financed the program and infrastructure, they actually substantially subsidized state finance. The only unknown missing in this equation seems to have been the audience.

In *Der Deutsche Rundfunk* Hans Bredow explained in January 1925:

> Only a well thought-out series of lectures, that treat scientific questions with utmost care and explain step by step, can raise general understanding in the audience. It is not impossible that some day we will have the lectures of our professors broadcast directly from the their lecterns and in this way open our universities to the whole nation.[12]

And like universities, schools and all general educational institutions, radio and science communication by means of radio was also a matter of the state. Market forces only affected the equipment, so that unlike in France, the radio industry and programming were completely separate and content did not have to compete. Furthermore, amateur radio was also blocked; local radio clubs would meet only to listen to radio, but not to make it. It was characteristic for the German case that there was no public participation in the founding of radio. Although the German stations that reflected the federal structure were stock corporations, 51% of the shares were always held by the German state through the postal

[11] On Bredow's own view, see (Bredow 1949, 1956). Although the simplification of the German development to a single actor distorts the whole picture and is usually instrumentalized to create founding myths (Häusermann 2004, p. 47), here it might be sufficient to show the extent to which Bredow instilled the idea of a German nation of culture into his work.

[12] Paraphrase of Bredow's address in a report, *Der deutsche Rundfunk, 3* (1925), 20–21, on p. 21. My translation as in all following cases.

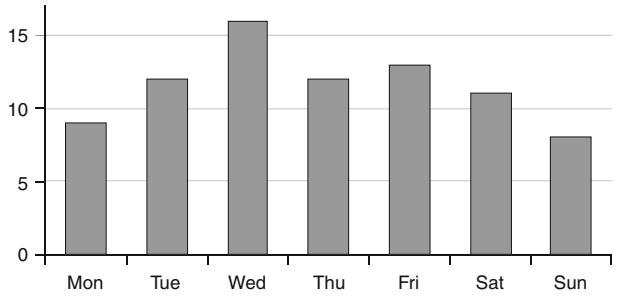


Fig. 5 Distribution of science programs on days of the week for Munich's "Deutsche Stunde in Bayern" in 1925 (total of 81 broadcasts)

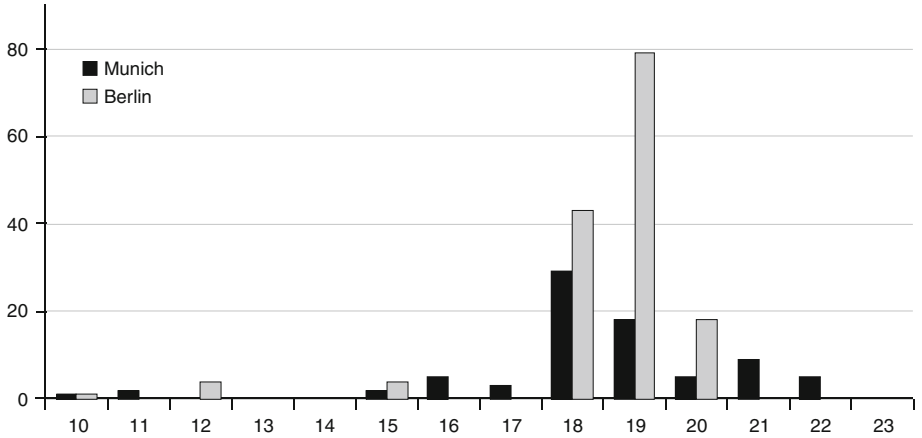


Fig. 6 Distribution of science programs over the day for Munich's "Deutsche Stunde in Bayern" and Berlin's "Funkstunde" in 1925 (total number of broadcasts: 81 for Munich and 149 for Berlin)

service; after 1932 German radio became fully nationalized (Häusermann 2004, pp. 49–55).

How did this state-controlled program look? Although it was quite different from station to station, the quantity of science programs was high everywhere. While the Stuttgart station had its weekly Kosmos lectures, the Munich Funkstunde AG in 1925 spread the programs over the whole week (Fig. 5). It is also telling that science programs were generally broadcast in prime time, as in Berlin and Munich (Fig. 6).

This was not due to the listeners' demand—there were many complaints about the evening program and workers and employees requested "light" entertaining music—but it was the radio policy of the *Kulturnation* to provide "higher things."[13] The rather general reason also had a particular motive. It was no accident that the new head of the Central Institute for Training and Education of the German Radio (*Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht*) Hermann Schubotz, who came from the ministry of culture, spoke on "Broadcasting and Knowledge Communication" at a conference that was organized to fight "trash and dirt literature and the rampage of the cinema."[14] It was in particular the

[13] For a lucid analysis of "higher things" and entertainment in Weimar radio see (Führer 1997, pp. 742–753).

[14] The conference was titled "Tagung des Berliner Auschusses zur Bekämpfung der Schund- und Schmutzliteratur und des Unwesens im Kino" and took place on Oct. 15, 1926 (Schubotz 1926).

new medium of cinema that did not perform to the liking of officials. Hence, cheap diversion was to be avoided at all cost on German radio. Schubotz, who was a convinced democrat, was responsible for the *Deutsche Welle*,[15] a nationwide radio station with the task of promoting its program, in the words of Ernst Voss, "to a level that is the highest conceivable in cultural respects," clearly echoing Bredow's words (Leonhard 1997, p. 124).

4 Genres of Science Communication on German Radio

While the quote from Hans Bredow, stating that radio would eventually let the whole nation attend university, reflected a widespread rhetoric of the educational potential of radio that can be found in many nations, the Germans probably came closest. First of all, this meant clearly renouncing the growing group of journalists and professional popularizers (like Floericke and others from *Kosmos* etc.), and those journalists who had founded a technical-literary association (TELI) of science writers to establish themselves in the growing print media and newspaper sections on popular science (Förster 2007). On the air the authentic scientists or engineers were supposed to speak for themselves, with the program listings duly reporting not only the name of the speaker, but also his—and it was mostly a he—qualification and affiliation. Secondly, it must be taken into consideration that early radio did not mean that every household had a receiver with a loudspeaker. Besides the many amateurs with their headphones, constantly adjusting their receivers for good reception, public community listening was organized, which made the radio experience in the early years rather similar to going to a concert or a talk (or to night school). Consequently, the most ambitious efforts for educational radio were exerted with the aim of providing schools and communities with "Volksbildungsmitteln" with means to educate the people.

4.1 Pedagocical, Vocational and General Educational Programming

The German effort of radio education materialized most visibly in 1926 in a special nationwide station *Deutsche Welle*. Every listener in Germany would now, in principle at least, have the choice between two programs at the same time, which meant in the words of one of the managers of the Deutsche Welle: "Then the radio listener has the opportunity—according to his respective needs or present mood—either to be entertained, or to listen to a talk communicating science, or to work on his extended vocational training." (Roeseler 1926, p. 1). This triad of pedagogical, vocational, and general educational programs was to occupy correspondingly earlier or later hours in the timetable of *Deutsche Welle* (Table 2).

From noon into the afternoon pedagogical programs aimed at teachers, parents and schoolchildren dealing with foreign languages, stenography, elocution etc. In the later hours of the afternoon vocational programs were aired. Clerks were lectured on the basics of economics, small businessmen on accounting, one country gentleman explained to farmers the necessity of processing seeds, another the essentials of grape harvesting. A young inventor and radio pioneer (Manfred von Ardenne) introduced the listener to putting together and fixing high-frequency amplifiers, and an engineering professor discussed electrical technology for small businesses and the home. There were also programs for lawyers, physicians and civil servants as well as career portraits and prospects of various

[15] There is no direct link to today's foreign radio service of Germany with the same name.

Table 2 Broadcasting schedule of Deutsche Welle for the week of Oct. 25–30, 1926 (simplified)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
12:00			French for schoolchildren		Elocution	
12:30	Slaughtering for country household			From the lab of domestic science		
3:00	English for beginners	Spanish for beginners	English for beginners	Stenography	Spanish	Stenography
3:30	English, advanced		English, advanced	On free will and crime	Elocution: deep breathing	On work in public welfare
4:00	On vocational teaching in high schools	Classic drama on stage: Schiller	Work in speech therapy	On the metaphysical meaning of the free will	The vocational structure of the German people	Engineering and technology in the metal industry
4:30	Child has stolen money from mother…	From the pedagogical world	From the Central Institute … Notices	From the Central Institute for Training and Education: Reports	Excursions in pedagogy (by a sociologist)	From the pedagogical journal literature
5:00 5:30	Chess for beginners	**The physical investigation of the microcosm**	**The physical investigation of the microcosm**		**The physical investigation of the microcosm**	Romantic buildings in Berlin and Potsdam
6:00	Animal nutrition	German technology	Basic law	Pig breeding and keeping	Electrical heating	Small electrical engines
6:30	Accounting for small business		National economy	Economy for business people	Economy research in practice	Pernicious tumors in the mouth
7:00	Music of Japan	Bird protection	Poetry hour	Beethoven's early sonatas	The working class artist	German opera Mozart, Schreker
7:30	Art in Germany	The hour with books		On Chinese militarism		On modern German literature
8:00						Ancient comedy

Pedagogical, vocational and general educational programs occupy different time slots. Even general educational programs were often organized in series of talks, e.g. the talks on "The physical investigations of the microcosm" (Tue, Wed, Fri 5–6). (Source: D. *W. Funk. 1*, 1926, p. 47)

fields. Finally, from around 5:00 p.m. (sometimes even earlier, especially on Saturdays) until 8:00 p.m. general educational broadcasting occupied prime time. Here programs on science and technology appeared side by side with those on music, arts, history, literature, politics and philosophy. Many topics were dealt with in series of talks, often extending over several weeks with up to three broadcasts per week. Table 2 shows, for example, the first three programs on "The physical investigation of the microcosm" on Tuesday, Wednesday and Friday at 5:00 p.m., a series that continued on Fridays for four more weeks. The timing, topic and title indicate that this series was neither for schools nor for vocational training but rather meant to reach a general audience. Another example can be taken from the very first week after Deutsche Welle had started its regular service: three talks on the origins, problems and crisis of human races were broadcast at the same times. The author was eugenicist Hermann Muckermann of the Kaiser Wilhelm Institute for Anthropology. Further series were on the literary qualities of the Old Testament or the reasons for the decline of the Ancient empires. Typically, the journal of the Deutsche Welle "D. W. Funk" would complement the lecture series with some introductory pages that sometimes reproduced pictures and diagrams taken from textbooks. For the programs of vocational training a special series of *Rundfunktexthefte* (radio booklets) appeared in print.[16]

Although one might think that the *Deutsche Welle* would monopolize and unify science communication on Weimar radio, it is a remarkable fact that, despite this national educational station in place, the nine federal broadcasting stations did not reduce their air time on science. The Berlin *Funkstunde* kept its science content of an average of two or three broadcasts every week. Thus we find instead many innovative approaches for formats of science communication within the strict state-controlled framework. Plurality, not uniformity, reigned radio science (as was also the case for science in German popular print, see Schirrmacher 2011). In this way commercial competition was replaced in part by a contest among the various regional stations, which actually had to compete more and more for listeners as the reception quality for distant stations steadily improved. To some extent, however, this may also explain why radio did not compete openly with print media. Furthermore, the question of speed of publication, as exemplified in the Piccard example, was not a central issue for German radio makers.

4.2 New Formats for Broadcasts: Plauderei, Hörbericht, Mikrophonstreifzug

While *Deutsche Welle* stuck mainly to the format of talks or series of talks, the federal stations often tried to find more innovative formats for science programs. A typical and widespread format—which was actually adapted from newspaper writing[17]—was the "Plauderei", something between chat, causerie and gossip. Since it was not a formal lecture, but rather *about* science and scientists, the journalists and popularizers found a way back in. Interestingly, these "Plaudereien" were not necessarily superficial. One series by the engineer Joachim Böhmer at the Berlin station was even called "the critical engineer," although the content was not "critical" in the sense of questioning the autonomy of science in a radical sense, but in its in-depth investigations of what science was able to do. Apart

[16] The examples and topics mentioned are taken from a sample of the broadcasts of the first 6 weeks of *Deutsche Welle* after the official launch of its regular program on September 20, 1926, as reported in *D. W. Funk, 1* (1926), 1–66.

[17] German science and science fiction writer Hans Dominik wrote many *Plaudereien* for newspapers, cf. the collection (Dominik 1903).

Table 3 Selection of program called "Plaudereien" in German radio (source: radio magazines *Der Deutsche Rundfunk 3* (1925) to 5 (1927), 13 (1935) and Hör Zu! 1956)

Author	Year	Title	Station and Date
Joachim Boehmer, Ingenieur	1925	Der kritische Ingenieur (Technische *Wochenplauderei*)	Berlin, Mon, Feb 1, 18:40
Prof. F. Schmidt (TH Karlsruhe)	1926	Photographische *Plaudereien,* II. Vortrag	Frankfurt, Wed, May 5, 20:00
Georg Zimmermann, Dipl.-Ing.	1926	Technische *Plauderstunde*: Flüssige Kohle. Ein großer Erfolg deutscher Forscherarbeit	Munich, Sun, Dec. 19, 16:20
Paul Frank, San. Rat Dr.	1926	Medizinisch-hygienische *Plauderei*	Berlin, Sat, Feb 13, 18.45
Max Mengeringhausen	1927	Technische *Plauderstunde*: Die Reise nach dem Mond	Munich, Mon, Jun 6, 15:15
Heinz Gelhar	1935	Die Geburtsstunde des Fernsehens. *Plauderei* über Paul Ripkow	Munich, Fri, Jul 19, 18:55
Hans Gerhard Meyer	1956	So sehe ich meine Zeit: Eine technische *Plauderei*	Berlin (RIAS I), Wed, Feb 15, 16:40

from the typical topics of the natural sciences, issues of hygiene and medical questions were also presented as "Plaudereien" (Table 3).

Another genre of radio science was the format "Hörbericht Wissenschaft," audible reports on science which were meant to be a "brief and relaxed comprehensible form" of topical science communication. It was introduced in 1929 by the Deutsche Stunde from Munich. The radio magazine *Bayrische Radiozeitung* criticized the first couple of broadcasts as "a bit sluggish and unpleasant;" only after the presenter had reduced the scope of his exposition in the later editions did it became comprehensible and enjoyable.[18] When Otto Willi Gail later took over the presentation things improved. Gail, a physicist and engineer who also wrote a number of science fiction novels, can be seen as one of the early radio reporters, who left the studio to speak from authentic places of science and technology but also from the living room. In 1934 he began staging his reports as debates with colleagues; in 1935 he began his "microphone excursions though the research scene of science," visiting scientific workers in the lab (Table 4). Gail thus became one of the most prominent science reporters in the 1930s; his way of presenting science, it seems, did not only thrive in the first years of National Socialism. Many others, however, were no longer heard after 1933.[19] The apparently seamless incorporation of radio into the propaganda system of National Socialist Germany was largely facilitated by the structures of state control built into the system from the beginning. And, interestingly, the amount and breadth of science programs in German radio remained on a high level.[20]

[18] Anon. [hws] (1930), Was wir hörten: Wissenschaft im Hörbericht, *Bayrische Radiozeitung, 7:2* (1930), p. 8.

[19] Although radio in Nazi Germany is a strongly researched field of German history, information on popular science is almost absent (Zimmermann 2007, Marßolek/von Saldern 1998). Research is especially needed to exhibit the changes in the personnel of science communication in all media as the limited changes in the formal structures hardly reflect this.

[20] Both lines of argument can be found: either that the National Socialism had a certain link to scientific and technological topics, or that besides the omnipresent propaganda, rather unideological reports on nature and science might have provided a "break room" ("Pausenraum") within the system (Herf 1984, Würmann/Warner 2008).

Table 4 Some examples of "Hörberichte" etc. by Otto Willi Gail on the Munich station Deutsche Stunde in Bayern (with the descriptions of topics as given in the program listings)

Year	Title	List of topics	Date, time
1929	Hörbericht Technik	Droll patents/a thousandth of a second/ airplanes landing on moving ships/ skidding motorcars	Fri, Nov 8 19:30
1932	Technische Zeitfragen:	Zigzag ways of technology/windmills become modern again/ice as building material/television with light rays/ magnetic street cleaning	Mon, Apr 11 18:45
1934	Arbeiter im Laboratorium: Ein Streifzug durch die Forschungsstätten der Wissenschaft. I. Teil	The royal couple in the glass bottle/in the interior of a crankshaft/steel is torn to pieces/a ten thousandth of a millimeter/the man who makes elephants	Thu, Nov 15 19:35
1936	Der Physiker geistert durch den Haushalt. Ein Gespräch mit Otto Willi Gail		Thu, Jul. 16 19:45

5 Radio and Scientific Culture in Germany

In the first years the number of listeners rose to many millions, thus making radio a new cultural factor that found a place and played a role within a wider national culture. Although evidence of the direct impact of scientific and educational programs is scarce, we can nevertheless relate the presentation and reception of science described so far with general accounts of science in Weimar culture.[21]

Much has been written on the crisis years of Weimar Germany; historians of science, particularly in the field of physics, have discussed the interaction of science and society. Special attention was paid to the so-called Forman thesis, that theoretical and atomic physicists in Weimar Germany were confronted with a "hostile intellectual environment." And scientists then, it is stipulated, tried to adapt to this "cultural milieu" that was marked by a philosophy of life, the dismissal of causality and a questioning of determinism (Forman 1971, Carson et al. 2011). Interestingly, on the radio we do not find such a confrontation of science and culture; instead we find a perfect immersion of science into culture in general. The Munich program of April 28, 1931 serves as a good example, when a concert, a women's program and a program for farmers were followed seamlessly by a talk on "The Constitution and Decay of Atoms" by the Munich professor Kasimir Fajans. This talk on atomic physics was aired between 6:30 and 7:15, and was followed by a language course in Italian, after which an opera performance was broadcast. The radio magazine devoted much room for illustrations for both the talk—multimedia again—and exactly the same amount covering the transmission later that evening of Cimarosa's opera *The Secret Marriage*. Here the stage photos and text occupy precisely the same amount of space as the α- and β-ray track photos, the radium letters and explanatory texts (Fig. 7).[22]

[21] The first surveys including the public's views about science can be found in Britain in the 1940 s, (Broks 2006, pp. 71–72).

[22] *Bayrische Radiozeitung,* 13/1931 (Mar. 29, 1929), pp. 437–438, modified title taken from program listing.



Fig. 7 *Bayrische Radiozeitung*, covering topics as diverse as opera and atomic physics side by side with illustrations of the same size

This result should not be misinterpreted, however. The variety of subjects and multiple types of broadcasts that can be found did not mean that there were no choices made, nor political and cultural influences acting on the program. Even the *Deutsche Welle*, with its sophisticated structure, oversight and control, created a program that was balanced only on a superficial level. When after 2 years of operation the station analyzed its program, it was easy to show how well the general educational talks had covered all areas of importance, ranging from science and technology over music, arts and literature to political education and religion (Fig. 8). However, 1 year earlier the *Deutsche Welle* had already confessed that there was a kind of "hidden systematics" for its science programs, so that it comes as no surprise that, despite the lack of listeners' democratic participation, some of the most widely discussed topics of the time are mirrored in the programming:

> Intentionally we confined ourselves to a certain hidden systematics […] which became only apparent in the course of the events: Just recall the lectures on "race research," "cell and heredity," "theory of descent," "the race elements of the German people" […] (Roeseler 1927, 2)

In this way Weimar radio probably played an important role in amplifying the otherwise already present discourse on race and heredity that would be exploited for political reasons a few years later.[23]

The German airwaves in the interwar period saw not only much science that was closely integrated into the prevailing ideas of high culture. In general, German science underwent a difficult, yet very successful period after the lost World War. It hence appears tempting to

[23] For a discussion of the programs with eugenic topics cf. (Rolfes 1992, pp. 137–146).

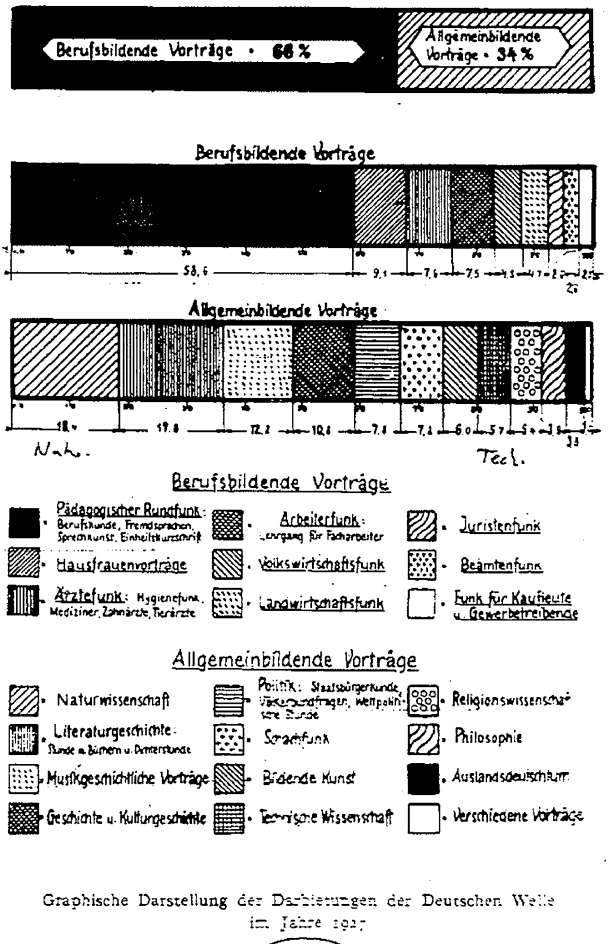


Fig. 8 Deutsche Welle program analysis published in *D. W. Funk 1928*, 1–3, here p. 1. The *first bar* relates vocational and general educational talks, the *second* and *third bars* differentiate the vocational and general educational programs with respect to branches of the sciences or humanities, resp. In the case of general educational programs ("Allgemeinbildende Vorträge") one sees a rather balanced coverage of science, political education, religion; literature, languages, philosophy; music, art, programs on German culture abroad; history, technology, and various other talks

consider the extent to which the phenomenon of radio, or rather the radio experience, exerted any influence back on science and thus gave rise to "science media couplings" (Weingart 2001). At the very least we have many examples of radio influencing scientists. Some of them were able to earn good money working for radio, which helped them in their research or early careers. Some of them—perhaps an entire generation—were drawn into science by putting together a radio kit. Scientist-philosopher Hans Reichenbach was initially quite interested in radio technology; then he lectured on science on the air and later transformed radio talks on quantum and relativity theory into books. Manfred von Ardenne, who was just 18 years old when he first presented a program on radio technology and

its deeper scientific basis in 1925, would later make important inventions in amplifier and electron optics technology.[24]

In a different way the focus of the *Deutsche Welle* on heredity and eugenics may also have contributed to ideas, motivations and recognition of scientific research, as it amplified the perception of a crisis that spread from economic to biological fields. While the prominence of programs on race and heredity was the result of a free choice of the program makers, probably on the basis of a growing public discourse which these programs may have further fostered, it seems rather ironic that the *Deutsche Welle* was shut down as an educational station at the end of 1932, as a consequence of a controversial reorganization of German radio for the purpose of establishing a strong national station, the "Deutschlandsender." This transformation came just in time to create opportunities for abuse for propaganda purposes when the Nazis took power in early 1933 (Rolfes 1992, pp. 52–55; Lerg 1980). As mentioned before, the new political rule did not reduce science broadcasts on the radio—indeed, their quantity remained constant. The experiment of a state-controlled multimedia education for all, however, sooner or later became deflected by political forces incorporating political propaganda.

6 Conclusion

The history of early German radio shows a unique approach to mass education by a new means of communication. Its great independence from most of the factors that were decisive for print media, first of all its market orientation and competitive character, allowed for a wealth of programs on science and technology aimed at many audiences, ranging from pupils, professionals and people interested in vocational training to an imagined broad audience that was assumed to be keen on further education. This clearly reflects the great value attributed to education and high culture in Germany, but at the same time shows a rather extreme case of what kinds and formats of (popular) science were possible. In this sense the German example may provide a scale of reference for assessing other national models of science communication on the radio. The most interesting feature of German radio was probably the models of multimedia education that the regional stations tried to establish with their radio magazines, as did the educational station *Deutsche Welle*, which was supported by a Central Institute for Training and Education of the German Radio. This organization actually ran a 1-year test phase before the program officially started, published a journal with introductions and illustrations for particular broadcasts, separate radio booklets and instruction manuals on using radio in schools and for community listening, as well as books on related pedagogical issues.[25] As this orchestrated combination of different media is obviously more than a plurimediality of different media coexisting side by side (Wilke 2000, p. 303), here it has been called multimedia.

[24] For example, (Reichenbach 1930) is a publication of radio talks broadcast by the Berlin station in winter 1929/1930. Ardenne's program at the same station on April 30, 1925, at 18:40 was "Die Physik der Glühkathodenröhre" and was identified as part of the educational series "Hans-Bredow-Schule," section "Bildungskurse der Funk-Stunde, Technik.".

[25] Cf. the journals *Z. I. Funk. Rundfunk-Mitteilungen des Zentralinstituts für Erziehung und Unterricht und der Deutschen Welle, 1* (1925) and *2* (1926) and *Deutsche Welle. Offizielles Organ der Rundfunk-Gesellschaft Deutsche Welle Berlin, 1* (1926) to *5* (1932), containing many advertisements for print material related to the educational program.

A direct impact of this initiative to educate a whole people by means of the new medium is difficult to assess, mainly due to a lack of appropriate sources.[26] Sometimes the radio magazines included a section reviewing the program of the preceding week, thus representing the listeners' voice to some extent.[27] A more general cultural influence of radio science, however, becomes visible when science was treated on the air on an equal footing with music, arts or literature. This is reflected by the side-by-side reports including pictures of such different cultural topics as opera and atomic physics in the radio magazines (Fig. 7), an attitude that persisted in Germany for a long time.[28] In the United States the tradition of industry-sponsored intermission talks for the live broadcasts of classical concerts exemplifies a rather different format of science communication, which clearly has to be explained by the very different ways of instituting radio and thus programs on popular science in this medium. As a consequence the differences in the public pictures and the public understanding of science found in various national cultures are at least to some extent the result of different national modes of educating people on the cultural meanings of scientific knowledge, which can be distinguished rather clearly in the case of radio.

Acknowledgments The author thanks the editor and an anonymous referee for valuable suggestions.

References

Beguet, B. (1994). La vulgarisation scientifique au XIXe siècle. In B. Beguet (Ed.), *La science pour tous* (pp. 5–48). Paris: Réunion des Musées Nationaux.

Bredow, H. (1949). *Mein Weg zum Rundfunk. Ein Lebensrückblick*. Wiesbaden: Bredow-Funkarchiv.

Bredow, H. (1956). *Im Banne der Ätherwellen. Vol. 2: Funk im Ersten Weltkrieg. Entstehung des Rundfunks*. Stuttgart: Mundus.

Brochand, C. (1994). *Histoire générale de la radio et de la telèvision en France*. Paris: La Documentation Française.

Carson, C., Kojevnikov, A., & Trischler, H. (Eds.). (2011). *Weimar culture and quantum mechanics. Selected papers by Paul Forman and contemporary cerspectives on the Forman thesis*. London: World Scientific.

Crisell, A. (2002). *An introductory history of British broadcasting* (2nd ed.). London: Routledge.

Díaz, L. (1997). *La radio en España, 1923–1997* (3rd ed.). Madrid: Alianza.

Dominik, H. (1903). *Wissenschaftliche Plaudereien. Entdeckungen und Erfindungen, Fortschritte der Wissenschaft und Industrie*. Berlin: Steinitz.

Douglas, G. H. (2001). *The early days of radio broadcasting*. London: McFarland.

Dussel, K. (2004). *Deutsche Rundfunkgeschichte* (2nd ed.). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.

Forman, P. (1971). Weimar culture, causality and quantum theory, 1918–27: Adaption by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. *Historical Studies in the Physical Sciences, 3*, 1–115.

Förster, H. C. (2007). *Am Anfang war die TELI. Journalismus für Wissenschaft und Technik*. Berlin: Technisch-literarische Gesellschaft.

[26] Accounts on the impact of radio programs that can be found in individual biographies, letters and interviews, and listeners' responses, some of which were printed in radio magazines or even collected in archives tend to be unsystematic; more systematic surveys are not available for the period discussed, but see note 21.

[27] A section "What we listened to" can be found, for example, in *Bayrische Radiozeitung*, cf. note 18.

[28] Similar examples can be found for the postwar years in both German states, e.g. in the East German Radio magazine *Unser Rundfunk*, reported in its Feb. 29 issue of 1954 (p. 7) on broadcasts of a Slovak national opera and progress on antibiotics research side by side. On German postwar radio see (Dussel 2004, chaps. 4 and 5).

Führer, K. C. (1997). A medium of modernity? Broadcasting in Weimar Germany, 1923–1932. *The Journal of Modern History, 69*, 722–753.
Gail, O. (1925). *Der Schuß ins All. Ein Roman von morgen*. Breslau: Bergstadtverlag.
Gail, O. (1928). *Mit Raketenkraft ins Weltenall. Vom Feuerwagen zum Raumschiff*. Stuttgart: Thienemann.
Gramatzki, H. J. (1924). Der Rundfunkvortrag mit Bildern. *Der Deutsche Rundfunk, 2*, 1034.
Häusermann, J. (2004). *Geschichte des Hörfunks. Script zur Vorlesung im Aufbaustudiengang Medienwissenschaft—Medienpraxis*. Tübingen: Published by author. http://homepages.uni-tuebingen.de/haeusermann/geschichte-hoerfunk-03-04.pdf.
Herf, J. (1984). *Reactionary modernism. Technology, culture, and politics in Weimar and the Third Reich*. Cambridge: Cambridge University Press.
LaFollette, M. C. (2002a). A survey of science content in U.S. radio broadcasting, 1920 s through 1940 s: Scientists speak in their own voices. *Science Communication, 24*, 4–33.
LaFollette, M. C. (2002b). A survey of science content in U.S. television broadcasting, 1940 s through 1950 s: The exploratory years. *Science Communication, 24*, 34–71.
LaFollette, M. C. (2006). Taking science to the market place. Examples of Science Service's presentation of chemistry during the 1930 s. *Hyle, 12*, 67–97.
LaFollette, M. C. (2008). *Science on the air. Popularizers and personalities on radio and early television*. Chicago: Chicago University Press.
Laporte, M. (1925). *Les mémoires de Radiolo*. Paris: Grasset.
Leonhard, J.-F. (1997). *Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik* (Vols. 2). Munich: Deutscher Taschenbuchverlag.
Lerg, W. (1980). *Rundfunk in Deutschland, Vol. 1, Die Rundfunkpolitik der Weimarer Republik*. Munich: Deutscher Taschenbuchverlag.
Marßolek, I., & von Saldern, A. (Eds.). (1998). *Zuhören und Gehörtwerden I. Radio im Nationalsozialismus zwischen Lenkung und Ablenkung*. Tübingen: Edition discord.
Monteleone, F. (1999). *Storia della radio e della televisione in Italia*. Venice: Marsilio.
Raichvarg, D. (2009). Science in the French popular media in the 1930 s and 40 s: Radio, songs and cabaret. In A. Schirrmacher (Ed.), *Communicating science in 20th century Europe. A survey on research and comparative perspectives (MPI-Preprint 385)* (pp. 187–195). Berlin: Max Planck Institute for the History of Science.
Roeseler, H. (1926). Die zukünftige Tätigkeit der "Deutschen Welle". *D. W. Funk, 1926*(1), 1–2.
Roeseler, H. (1927). Ein Jahr "Deutschen Welle". *D. W. Funk, 1927*(1), 1–3.
Rolfes, G. (1992). *Die Deutsche Welle—ein politisches Neutrum im Wiemarer Staat*. Frankfurt: Peter Lang.
Schirrmacher, A. (2007). Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik. In S. Nikolow & A. Schirrmacher (Eds.), *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert* (pp. 39–73). Frankfurt: Campus.
Schirrmacher, A. (2008). Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert. *Geschichte und Gesellschaft, 34*, 73–95.
Schirrmacher, A. (2011). From Kosmos to Koralle. On the culture of science reading in imperial and Weimar Germany. In (Carson 2011).
Schubotz, H. (1926). Rundfunk und Wissensvermittlung. *D. W. Funk, 1926*(4), 125–127.
Silva, A. (2011). From point-to-point to mass communication. The radio in Portugal from 1898 to 1939. *HoST, Journal of History of Science and Technology* (in preparation).
Turner, F. (1980). Public science in Britain, 1880–1919. *Isis, 71*, 589–608.
Weingart, P. (1998). Science and the media. *Research Policy, 27*, 869–879.
Weingart, P. (2001). *Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*. Weilerswist: Velbrück.
Weingart, P. (2005). *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*. Weilerswist: Velbrück.
Wilke, J. (2000). Grundzüge der Median- und Kommunikationsgeschichte. Von den Anfängen bis ins 20. Jahrhundert. Cologne: Böhlau.
Würmann, C., & Warner, A. (2008). *Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland*. Bern: Lang.
Zimmermann, C. (2007). *Medien im Nationalsozialismus. Deutschland, Italien und Spanien in den 1930er und 1940er Jahren*. Vienna: Böhlau.

Science in Context **26**(3), 473–508 (2013). Copyright © Cambridge University Press
doi:10.1017/S026988971300015X

Popular Science as Cultural *Dispositif*: On the German Way of Science Communication in the Twentieth Century

Arne Schirrmacher

Humboldt-Universität zu Berlin
E-mail: arne.schirrmacher@hu-berlin.de

Argument

German twentieth-century history is characterized by stark changes in the political system and the momentous consequences of World Wars I and II. However, instead of uncovering specific kinds or periods of "Kaiserreich science," "Weimar science," or "Nazi science" together with their public manifestations and in such a way observing a narrow link between popular science and political orders, this paper tries to exhibit some remarkable stability and continuity in popular science on a longer scale. Thanks to the rich German history of scientific leadership in many fields, broad initiatives for science popularization, and a population and economy open to scientific progress, the media offered particularly rich popular science content, which was diversified for various audiences and interests. Closer consideration of the format, genre, quality, and quantity of popular science, and of the uses and value audiences attributed to it, along with their respective evolution, reveals infrastructures underpinning science communication. Rather than dealing with specific discourses, the conditions of science communication are at the center of this article. Therefore I focus on the institutions, rules, laws, and economies related to popular science, as well as on the philosophical, moral, and national propositions related to it, and also on the interactions among this ensemble of rather heterogeneous elements. This approach allows a machinery of popular scientific knowledge to be identified, in Foucauldian terms a *dispositif*, one which is of a particularly cultural nature.

Introduction

Directly after Germany's defeat in the Great War, Max Planck – probably the best-known German scientist of the day – spoke in the Berlin Academy of Science on the Fatherland, the military, and Germany's outlook: "When our enemies have deprived our fatherland of its military and might, when severe crises hit the interior and probably even more severe ones are approaching, there is one thing that no exterior nor interior enemy has ever taken: it is the standing that German science holds" (Planck 1918). Similarly, representatives from politics, industry, and finance considered science to be the only asset left to the Germans that allowed them "to rise from humiliation," to be able to "once again carry our heads high" (von Schwabach 1927, 369), or claimed that "although it can be questioned whether we still amount to a great power, the Germany

of the future must in any case survive as a great power of intellect and knowledge" (Schreiber 1922, 8). Therefore, "We have to devote every *Groschen* we can spare to science. It is the best-invested capital we own" (Duisberg 1923, 614).[1]

In a country that had to invent a new political system after the war was lost, the monarchy overturned, and borders redrawn, and after the country was no longer allowed to unite itself behind army and militarism, science became the rallying cry. Cultivating Germany's scientific legacy meant first of all to ensure that all institutions engaged in science maintain as much continuity as possible. The strong system of secondary education and universities was reformed only cautiously, and research laboratories like the Kaiser Wilhelm Institutes, which had been founded just before the war, kept their names and mission. Accordingly, popular science in lectures, newspaper articles, journals, and books was not revolutionized either, but evolved on the strong basis of established models. Now, however, it carried much greater discursive weight as it served as a substitute power in intellectual, political, and popular spheres. A good example for this is the response in 1919 to the awarding of three Nobel Prizes to German scholars, Max Planck, Fritz Haber, and Johannes Stark, which was hailed as a "German victory" and broadly publicized and discussed in the press (Metzler 1996; Friedman 2001).

Like classical music, art, or literature, science came naturally to the Germans, a fact historians have explained by "specific German conditions and traditions" that were exhibited, for instance, in the process and rhetoric of German unification in the nineteenth century, and in Kaiser Wilhelm II's obsession with technology at the turn of the century (Nipperdey 1990, 602; König 2007).

After World War II, when science and its technological application had demonstrated their destructive potentials even more emphatically, a number of parallels are still striking when it comes to popular science. Even before the Allied Forces were able to establish the beginnings of a Western, more pragmatic and less philosophical view on science and technology in occupied Germany in the West, and the Soviets a socialist interpretation of the scientific rules of power in the Eastern occupation zone, the leading organs of popular science had reappeared in all of Germany.

The foundation of two German states in 1949 with the establishment of a socialist political system in the East and a capitalist one in the West did not immediately entail two different understandings of popular science; indeed, the early postwar editors struck familiar chords, celebrating popular science as a cultural value not to be tainted by politics, and the Iron Curtain was still permeable for science in print. Only by the end of the 1950s and the early 1960s did the American influence in the West and the socialist interpretation of the political role of science in the East result in gradually

[1] For a discussion of science as a source of power for national reconstruction after World War I and to put the quotations into broader context, cf. vom Brocke 1990, 203f., as well as Forman 1973. More generally, on the international rhetoric about and the national cultural understanding of the German physics community in the twentieth century, see Metzler 2000.

divergent reorganizations and hence separation of the kinds of popular science in newspapers, journals, and on the air (Gruhn 1979; Zimmermann 1994; Warnecke 1998; Heumann 2009).

For a rather long time, popular science in Germany – and more generally, the ways of thinking and interpreting *Wissenschaft* (which is both science and humanities) – followed established patterns charged with cultural meaning, and these prevailed across deep political upheaval and profound social crises well into the post-World War II era. It is this cultural continuity in the twentieth century that, despite all talk of "Weimar culture" or "Nazi science," needs deeper scrutiny; this paper attempts to elucidate this phenomenon for the field of science communication.

Cultural continuities and political breaks: The workings of a German cultural *dispositif*?

For historians periodization serves as the basic framework of national histories and is a fundamental part of the trade; thus, the above observation of continuities may seem to complicate things in asserting that political breaks and war times do not adequately delineate the sequence of cultural periods. Although historians of German popular science have put forward different interpretations of the main periods into which the overall development could be divided, there is consensus that the revolutions of 1848 in the German states, which demanded civil liberties and national unity and which was driven by intellectuals and commoners, marked a starting point of a bourgeois culture of science popularization. In the aftermath, when the conservative aristocracy had defeated the revolution, many liberally minded revolutionaries were, if not exiled, at least excluded from state employment and had to find work elsewhere. One possibility was to sell scientific knowledge to the public, and in this way the popularization of science became a project of the aspiring middle class, interwoven with ideas of national unification, liberalism, and the freedoms of press and speech (Daum 1998; Schwarz 1999; Kretschmann 2002). As a consequence, the process towards German unification in 1870/71 was a political development that did not change popular science, aside from fostering it further. In this way a specific kind of popularization prospered, at least until the emergence of mass media. At the turn of the century, these new media created a new visuality enabled by technical progress, which allowed, in particular, pictures to be included in greater numbers and higher quality, and also made production much more affordable.

In my interpretation, a period of science popularization ended around 1900 when, besides the changes in media, more importantly, different interests in science and attitudes towards its nature and application also became predominant. This new period "after popularization" may be called the period of science communication, as it became more dialogical and less missionary (Schirrmacher 2008). Interestingly, major changes in the production of popular science literature, and with it changes in attitudes towards

science in general, which often have been explained as results from the experience of the Great War and Weimar culture, actually began well before 1914. As I will show below, practically all popular science journals survived the war, and not even the political revolution in 1919 touched this field directly. It was rather the times of the economic crisis and hyperinflation in 1923 that severely affected many publications of popular science simply for economic reasons, while neither the beginning of the Great Depression in 1929, nor the Nazi seizure of power in 1933, nor did even the beginning of World War II in 1939 influence this sector to any comparable degree. As a consequence, it was only sometime in the second half of the twentieth century that the understanding of the relationship between science and the public underwent another transformation. This has been widely discussed as the rise of the "knowledge society," in which the position of the scientists and the public discourse about science became further democratized (Lane 1966; Böhme and Stehr 1986; Funtowicz and Ravetz 1993; Weingart 2001; Szöllösi-Janze 2004; Bensaude-Vincent 2009).

More precisely, I date the relevant transition back to the end of the 1950s, when in West Germany protest against nuclear armament brought scientists to address the public at demonstrations (or as experts testifying to the parliament), particularly in the years 1957 and 1958 (Schirrmacher 2007). Unmistakably, an American influence was at work here: The best-selling journal *Bild der Wissenschaft*, for example, founded in 1964, was edited by the German physicist and Disney author Heinz Haber (Haber 1956), who also presented science broadcasts on German television from 1959 on. But in East Germany things changed as well. An interest in science became an integral and propagandistic part of "Socialist man," especially after the stabilization of the regime in the early 1960s. The previous period had seen some struggles over control of public science publications, but in 1962, soon after the erection of the Berlin wall in 1961, the colorful popular postwar journal *Wissen und Leben,* established by political fiat in 1956 to monopolize the field to the disadvantage of traditional, more independent publications, became obsolete and disappeared in this form. As such, it appears that the main transformations of popular science do not coincide with the general political periodization.

The main question this paper addresses is the following: Why did the two German catastrophes of the twentieth century not entail greater transformation in the popular discourse on science, and how can it be explained that the time between the turn of the century and the end of the 1950s turned out to be a rather stable period for a specific ensemble of kinds, agents, producers, and distributors of popular science in Germany, all of which evolved rather steadily? The answer, I would like to suggest, hinges on an analysis of the structures, resources, conditions, and uses (or misuses) of speaking and writing on science that occurred in a culturally defined space, which, in fact, depended to a great extent on media and economy as well as opportunities for participation. Historians and sociologists have long emphasized the cultural interpretation of popular science (see e.g. Whalen 1981; Cooter and Pumfrey 1994; Gregory and Miller 1998; Bauer et al. 2011). One aspect concerns the individual scientist who presents, incorporates, or lets resonate his or her insights with larger scientific or non-scientific

audiences and hence experiences a cultural context. More importantly, however, it is the question as to how processes of institutionalizing scientific, scientifically inspired, and even pseudo-scientific and other kinds of popular knowledge take place in a wider setting, and what factors determine or limit their respective cultural impacts. When we describe the production and consumption of popular science by means of an ensemble of elements, rules, conditions, and costs that generate, maintain, stabilize, or restrict the discourse on scientific knowledge, and which may in its own right create popular knowledge, we have to deal not only with authors and readers (source and recipients) but also with entities like publishers, agencies, libraries, and state regulations. They have the power to define the practices, rules, and economies of popular science that actually apply between authors and readers and beyond.

The naive "linear model" of popularization was unmasked long ago as a means to define the popular discourse in ways to support (hidden) strategic aims of scientists such as money, prestige, or influence (Shinn and Whitley 1985; Hilgartner 1990). Now, more complex frameworks in terms of resource exchange between science and public, "knowledge in transit," and approaches originating from systems theory, which employ discursive links between science, politics, economy, and media have been suggested (Ash 2001 and 2002; Secord 2004; Weingart 2001 and 2005; Weingart et al. 2007). As I completely agree that the relationship between science and public (or rather sciences and publics) is a complex one with many elements, and that the communication, or rather negotiation processes, deal with various kinds of scientific, popular-scientific, or even pseudo-scientific knowledge or knowledge claims that may convey interest and knowledge in many ways, in this article I would like to focus not on the complexity of specific discourses, but rather on the question of the *conditions* of the discourses. I will ask: what is the machinery of popular science and what infrastructures can explain the continuities in the German case. And in order to do this, I will borrow a term from Michel Foucault. Taking up his distinction between "*discours*" and "*dispositif*," I will try to characterize the *cultural dispositif*, which explains the rules and restriction of the discourses and which, at the same time, reminds us to consider the questions of power and the kinds and boundaries of knowledge of a certain epoch.[2]

In Foucault's own words, a dispositif is "a thoroughly heterogeneous ensemble consisting of discourses, institutions, architectural forms, regulatory decisions, laws, administrative measures, scientific statements, philosophical, moral and philanthropic propositions," or rather, "the net one can establish between these elements" (Foucault et al. 1980, 194; French original Foucault et al. 1977, 62f.).[3] For Foucault it is the nature

[2] Hereafter, the term "dispositif" is used as a regular term and its origin from the French is not indicated by italics. This is for two reasons: first, in order to allow the reader to recognize the notion of "cultural dispositif" as the key notion of my argument (the rule of italicizing foreign words would not allow me to put emphasis on the combined words); and second, it reflects a growing tendency to accept "dispositif" as a loan word in scholarly texts, as it is employed in combinations like "cinematic dispositif," "urban dispositif," etc.

[3] While there is probably no fully consistent usage of this notion in Foucault's own writings, there has emerged a standard reading in Foucault scholarship, which I follow here (cf. Revel 2002). As Foucault largely avoided

of these connections which lies at the center of his analysis. He identifies as a "major function" of a dispositif that, "at a given historical moment," it may be "responding to an urgent need" and hence has a strategic nature, which renders it "inscribed in a play of power" as well as "linked to one or many bounds of knowledge."[4] In English translation the closest equivalents to dispositif are found to be "machinery," "apparatus," or, more precisely, "social apparatus." While in Gilles Deleuze's reading a dispositif is a certain "multilinear ensemble" composed of "lines" of different nature which determine the visibility of topics and problems, the ability of their enunciation, the power associated with knowledge claims, and the subjectivity related to this (Deleuze 1992, 159ff.), scholars writing on popular science have used the term more recently in a rather general way to capture social apparatuses at work, for example, in evaluating or "benchmarking" science or in determining modes of public participation in technological choices (e.g. Bensaude-Vincent 2009, 364; 2012, 87f.).

In the following sections, it is not the popularized, vulgarized, communicated, or translated science itself that is at the center of attention, as it necessarily would be in the case in a discourse analysis, but rather the ensemble of institutions that define the conditions of this science communication. The term cultural dispositif thus serves, firstly, to identify major parts of the ensemble of discursive and non-discursive elements, which may be seen as the infrastructures of scientific knowledge in society and its communication. Clearly, there are "institutions" of popular science. There are publishers, broadcasting boards, associations of science writers and journalists, etc., and in most cases these are associated with economies of money, mission, and prestige. Among the "architectural forms" we can count images, diagrams, pictures or frames like title pages, or radio fanfare and other forms of presentation used in science communication. The fact that instances of scientific progress were identified as cultural contributions, which newspapers printed in the feuilleton, the culture section – while advances in technology were mostly reported as business news –, exhibits that there are also some "philosophical propositions and moral judgments" that played a role. Furthermore, there are "laws" both in a judiciary sense, for example, requiring all radio scripts to be approved by a politically run committee, and in a moral sense, which, for instance, deemed sensationalism inappropriate in Germany while elsewhere

speaking of systems or structures, he first employed the notion of "épistémè" (e.g. in his 1966 book *Les mot et les chose*) to describe types of discourses in a given historical epoch, a notion that has some resemblance to Thomas Kuhn's use of "paradigms." In the 1970s Foucault gradually replaced this notion with "dispositif" in order to include non-discursive elements like practices and institutions (Foucault 1980, 196f.). In the second quote I translate differently from (Foucault 1980, 194); instead of "The apparatus itself is the system of relations that can be established between these elements . . ." I avoid the word system and keep the notion "réseau" or "net" as the original reads "Le dispositif lui-même, c'est le réseau qu'on peut établir entre ces éléments" (Foucault et al. 1977, 62).

[4] The last part of the quote is my translation. The full sentence is "Le dispositif est donc toujours inscrit dans un jeu de pouvoir, mais toujours lié aussi à une ou à des bornes de savoir, qui en naissent, mais, tout autant, le conditionnent" (Foucault et al. 1977, 63).

it drove the public's interest in scientific topics. While "scientific statements" are already at the center of the discourses themselves, there are still philosophical and theological statements on a "world picture," a term often promoted, for instance, by Max Planck, which influenced the discourses on science. In this way, quite a number of elements from Foucault's list can be identified. And, secondly, the notion cultural dispositif describes the interactions among these elements, or rather its net (*réseau*), which provides a basic stability, reconfiguring and, in this way, giving rise to (long-term) dynamics. This part concerns the workings of the dispositif, which will be expounded in the following sections.

On the infrastructures of science communication

Starting from the material media of popular science, this section proceeds from products to producers and to the production environment of popular science, and finally addresses the dynamics of popular discourses on science. Journals and newspaper articles were long the dominant media communicating science, and by focusing on them in particular, but also on the rules governing the publishing business of popular science, and on the political and societal influences and constraints, an infrastructure of popular science in Germany is sketched that reflects some essential qualities of the entire epistemic and cultural machinery. The chosen historical perspective will expose this apparatus to be very much a cultural dispositif that underlies the cultural interpretation of science in Imperial Germany, just as it did in the Weimar Republic, and which even remained powerful in the Third Reich and persisted in the early periods of both postwar German states.

Looking at media – mainly print media like newspapers, journals, books, and book series, but also radio and film – the criteria that seem to describe the contours of popular science are number; publication frequency; size; number of pages; use of drawings, photos and color; and even paper quality (at least the popular science journal *Umschau* was printed in two versions, one of them the "luxury" copy). Besides format and quality, more economic factors like circulation, distribution (e.g. subscription vs. newsstand vending), and pricing exhibit key properties of a basic machinery underlying popular science. Next, it is important to characterize the different audiences and discourses (or discourse arenas) appropriately, especially since the middle classes diversified over the course of the twentieth century into various groups and layers, thus splitting up the audiences that had been addressed more uniformly under the popularization paradigm of dissemination in the nineteenth century. And finally, from the many questions these elements and their interactions may raise, I will focus on four topics: an (epistemological) order of publics for science, an economic order of audiences, the sociocultural definition of target groups (also for advertisement), and a cultural economy of prestige.

(1) My first observation is that the above mentioned indicators do not occur arbitrarily, but may be explained to large extent as reflecting an *order of audiences or publics*, which can be reached by communications on science and which reflect its economical weight and cultural impact. It is particularly important to realize that there is a full hierarchy, which can be ordered roughly into magnitudes of powers of ten. In this way a crude scheme emerges, which is reflected by the typical circulation numbers of print material including both science publications and popular material. Using distinctions between "esoteric" and "exoteric" circles (Fleck [1935] 1979), "attentive" and "non-attentive" or "interested" and "residual" publics (Almond 1950; Miller 1983), as well as "mass publics" or a "broad" public (Weingart 2005), one can distinguish at least five levels (I) to (V) (for detail cf. Schirrmacher 2008 and 2011). Two of these are part of science and three differentiate what usually is conflated as "the public." A "research science" (I) or a group of scientists within a certain discipline (or an even more specialized field) communicates its findings in specialized science journals that typically have a circulation in the order of hundreds. A more interdisciplinary audience was served by *Die Naturwissenschaften*, which consistently reached some thousand scientists or a "scientific public" (II).

The concept of an "attentive public" (III) has been used in various aspects of politics and science policy in an attempt to identify that part of the public that plays the greatest role, e.g. in political decisions, and hence constitutes the most "powerful" public. Here it describes those outside the scientific profession who still try to follow new developments in a field rather closely. As circulation numbers of typically around one or a few ten thousands show, this specialized audience was still rather small when compared to the mass market. The latter was served mainly by newspapers and illustrated weeklies, some of which carried quite a lot of stories on scientific and technical issues, like the million-selling *Berliner Illustrirte* (Deilmann 2004). Between the levels of attentive public (III) and a mass or "broad public" (V), a further intermediate level is discernible: an "interested public" (IV). This is often less striking from the levels of circulation numbers, which lay somewhere in the middle ground between ten thousands of the "attentive public" and the millions of the new mass media, than from the quality and attitude of articles presenting science to an audience that is interested in only certain aspects of science, and in most cases only occasionally. Here the reader had to be convinced at the newsstand, from week to week or from month to month, that exciting and entertaining news or valuable knowledge should not be missed. Members of the attentive public, in contrast, were generally regular subscribers to a journal.

Clearly, specific ways of writing on science and technology correspond to each of these five levels of popularity. They differ, first of all, in terms of technicality: in their use of different kinds of illustrations and genres of presentation like derivation, description, narration, and discussions of potential impacts. This fully developed hierarchy of audiences and organs appears to be a property specific to the German case, and hence shows a crucial part of the machinery of science communication in a particularly complex way, with its workings acting on various levels, and with different speeds and power.

(2) The second point concerns a similar observation taken from the point of view of the producers of popular science media, and hence of certain institutions that are also elements of the dispositif. The layered structure of magnitudes is not only a feature of science communication, but can also be identified with respect to its position within an economy, not only of production and money, but also an economy of the reading public's attention and, consequently, also within the variety of publications offered by a typical publishing house. What we find is an *economically determined market* of science communication publications.

The Ullstein Press is a good example of a major German institution producing and distributing various forms of public knowledge. *Ullstein Verlag* was a family-owned enterprise, which grew from the middle of the nineteenth century on over generations, rising from a paper-selling business into one of Gemany's top three press imperia, rivaled only by Scherl and Mosse, two publishing houses of similar origin. They transformed the German capital into a "newspaper city" with a central newspaper district. The amount of paper transmuted into news media skyrocketed tenfold between 1900 and 1930, putting Ullstein alone in need of 4,500 freight cars full of printing paper a year. Illustrated weekly magazines and newspapers sold on the street, which were generally allowed only from 1904 on, were soon in high demand; inexpensive books followed a few years later. Expropriated and put under direction of the National Socialist party in 1934, the family enterprise was reinstated after 1945 but ran into problems ten years later, and was eventually taken over (de Mendelssohn 1982, 178; Freyburg and Wallenberg 1977).

Fig. 1 shows the print output of Ullstein Press, revealing the following picture. Various quality newspapers and their supplements can be seen in the top section, along with tabloid newspapers. Below we find large-format illustrated magazines, both general ones like the *Berliner Illustrirte*, a weekly launched in the 1890s that became the first mass medium in Imperial Germany – and which remained the most visible cover at the German newsstands and most popular general interest magazine during the Weimar Republic, and those for specialized audiences, in particular for women. Next come literary, critical, and popular science journals of smaller format, while at the very bottom there are specialized technical journals on traffic and building construction as well as printed registers and timetables. The message of this illustration, which was meant to show the production of Ullstein to advertising clients, is that each product in this ensemble represents an audience, a market, and an advertising opportunity, although the items differ dramatically in the number of readers, the frequency of production, the kind of illustrations, pricing, size, etc. They also provide very different amounts of space to cover scientific knowledge and popular treatment thereof. However, from the quality paper *Vossische Zeitung* (top right), a newspaper read mostly by the liberal elites with a long tradition dating back to the seventeenth century, and the best-selling *Berliner Illustrirte* (center) to the colorful popular science journal *Koralle*, which first appeared in 1925 after the period of hyperinflation, down to *Verkehrstechnik* and *Bauwelt*, somewhat older titles presenting specialized information

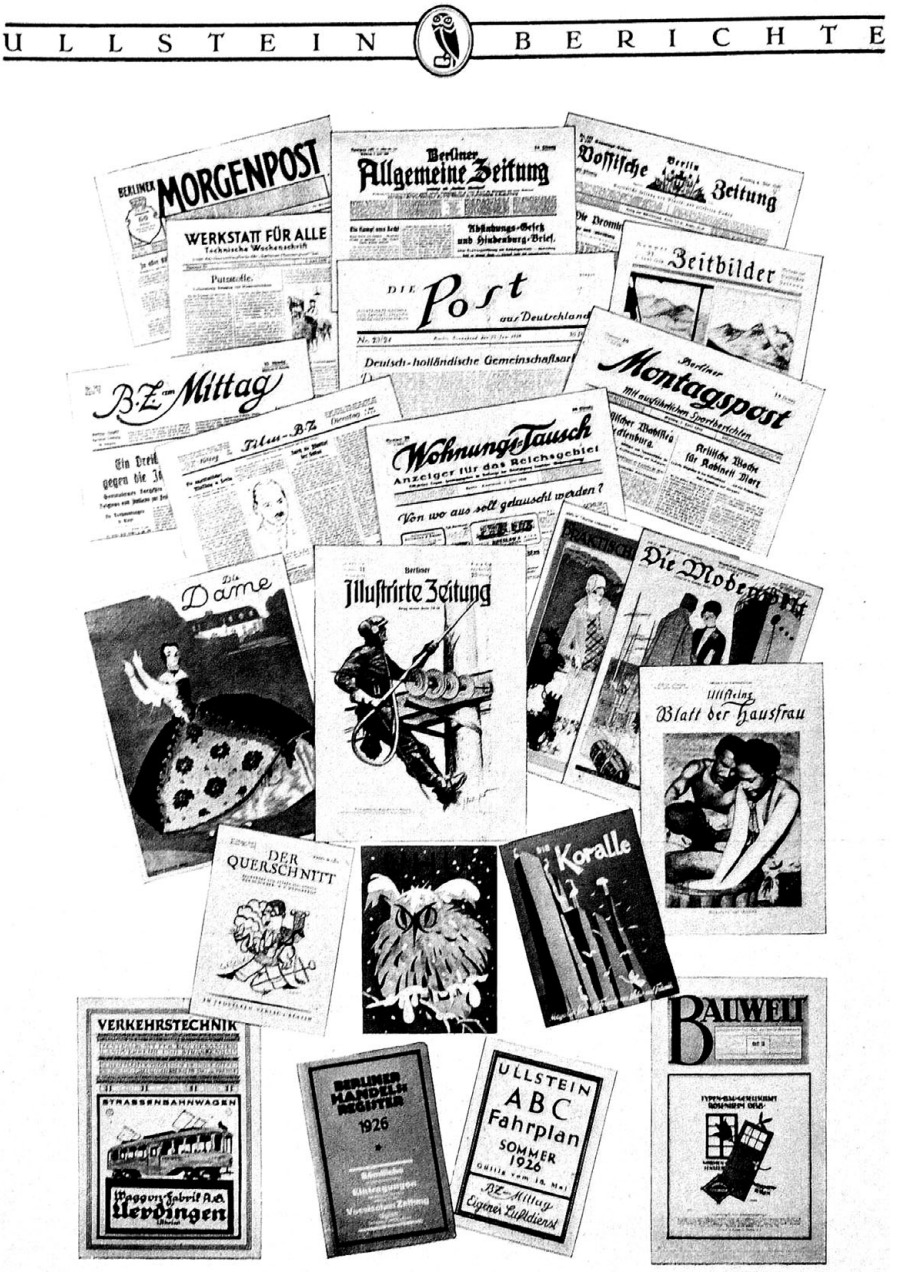


Fig. 1. Collection of Ullstein newspapers, illustrated magazines, more specific popular journals as well as specialized publications [Source: *Ullstein Berichte* 1927].

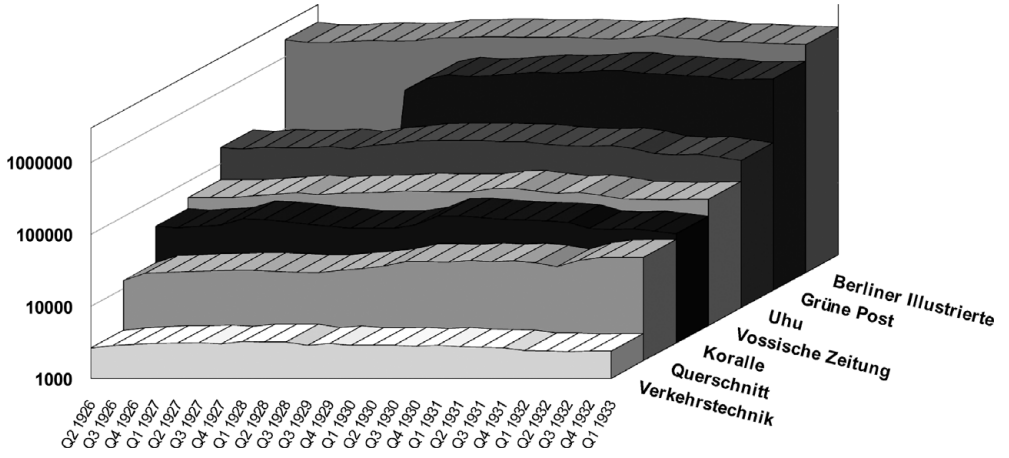


Fig. 2. Circulation of selected Ullstein journals, illustrated magazines, and newspapers during the years 1926–1933 (logarithmic scale) [Source: *Ullstein Berichte*].

on transport and construction technology, at least four levels of discourse on scientific knowledge can be discerned.

Interestingly, this corresponds in a rather surprising way to the orders of audiences described above in powers of ten: As fig. 2 shows, on the level of millions of copies sold, illustrated weeklies like *Berliner Illustrirte* (popular with the urban population) and *Grüne Post* (an equivalent for the rural population launched in 1927) ranked highest. On the level of some tens of thousands we find *Querschnitt*, a literary magazine; *Koralle*, the popular science journal mentioned above; and *Uhu*, an eclectic magazine with a saucy mix of cultural criticism, literary snippets, erotic pictures and curiosities – including some science and technology. Critical writers like Heinrich Mann and Erich Kästner provided the texts, often combined with at times provocative images. While *Uhu* attracted mainly a younger male readership, women were served by two brands of their own, *Die Dame* and *Blatt der Hausfrau*, each offering a different kind of female role model (fig. 1). Then came the more specialized journals on transportation and construction that only sold in thousands, so again we can recognize a roughly logarithmic hierarchy.

In order to characterize the level to which Ullstein's *Koralle*, a prototype of a Weimar period popular science journal, penetrated the market, I have also included in the diagram the quality daily newspaper *Vossische Zeitung*. This paper was also well known for its good coverage of technology; from 1896 to 1917 a special weekly supplement was included, while later the main part of the paper incorporated a science and technology section (Stummvoll 1935; Schirrmacher 2011). The *Vossische* was a means used by scientists like Max Planck, Erwin Schrödinger, and Max Born (to name just a few physicists whose articles appeared in this newspaper around 1930) to speak occasionally to a larger audience.

(3) The advertisement market also tells much about a third point. While historical studies on science popularization have often focused on the particularly interested or attentive public, which typically subscribed to popular science magazines, the more occasional reader, who might buy a journal at the newsstand from time to time when the title page piqued his or her interest in a particular issue – for the same reason he would visit a science museum or an exhibition –, already will have been subjected to a much richer context in which the scientific content is embedded. A telling expression of this context can be found in the advertisements placed in the journals, for – in contrast to the more specialized publications – these were the major economic factor in the success of a publishing enterprise.

A certain degree of insight into the economics of popular science publishing can be gained from the *Ullstein Berichte*, a free circular intended mainly to inform prospective advertising customers. *Koralle* is portrayed here as "the most beautiful popular science monthly magazine. Advertisements that should reach a cultivated, critical and technically interested audience appear first and foremost in Koralle" (*Ullstein Berichte*, April 1927, 12). From this we can infer that a cultivated, critical, and technically interested audience now had emerged that was not yet available or not of sufficient size at the beginning of the century, much less in the nineteenth century. At least this idealized picture of the modern reader coincided with some success for the publication. Although not quite as strong as its sister publication *Uhu*, *Koralle* demonstrated that its readers were of comparable value to Ullstein. According to the *Ullstein Berichte*, *Uhu* offered well-funded customers and promised to be "bright," "unique," "amusing," and "full of fun" (*Ullstein Berichte*, Oct. 1928, 14). Popular science, like literary criticism and other middlebrow periodicals, was part of a considerable prestigious culture within which knowledge, mass consumption, and the individual's self-image were closely associated with an understanding of science and technology as important building blocks of the German nation and its power, and thus also contributing to national welfare.

With the rising number of white-collar workers in Germany, often in technological industries or modern businesses, and with their individualist urban attitudes accompanied by prosperity and leisure time, interest in luxury goods like cigarettes, chocolate, cameras, and cars – to name some typical products advertised in *Koralle* and *Uhu* – reading and talking about popular science was also a means of sociocultural positioning; in other words, knowledge, consumption, and standing mingled in a joint discourse within the boundaries defined by the cultural dispositif.

(4) Besides numbers, market segments, and advertising target groups, it is thus possible to identify another infrastructure of popular science with respect to the content of the print media. Not, however, in the sense of distinguishing scientific fields, but rather in recognizing a cultural economy of prestige, which is important to readers, publishers, and writers. In my analysis of the processes that influence the possibilities and limit the subjects and genres of twentieth-century science communication, three notions turn out be central to characterizing this economy: relevance, resonance, and

reputation. Particularly in the market-driven media of science communication, content has to exhibit *relevance* to the reader. Clearly, there is a wide variety of ways to attain relevance, be it a connection to readers' experiences, the promise of usefulness and empowerment, or the appeal to cultural values. A real interest is, however, rarely generated without any *resonance* of the scientific knowledge to be communicated and some stock of knowledge (not necessarily scientific) already present in the public. As typical examples for this one can identify X-rays around 1900 and vitamins in the 1920s, as well as the discussion of strange rays, parapsychological effects, and the belief in the existence of panacea or an elixir of life (Schirrmacher and Thoms 2007). Finally, great differences can be made out in the style of presentation of science for different audiences. A discomfort with sensationalist types of writing was widespread not only among German scientists, but also among popularizers and specialized journalists. The fear of damaging one's *reputation* with colleagues is a determining factor of the history of science communication, and one which is often underrated.[5]

There is even an economy of reputation such that many science popularizers coming from a science background had to balance positive and negative factors in their accounts.[6] While the more interested and attentive audiences longed for authoritative accounts by writers with clear scientific qualifications, the science world did often not reward popular writing. At this point one can see how the economy of prestige and authority, when combined with values from the scientific community and the expectations of audiences, implicitly defined rules and boundaries for the possible discourses. This is an example for the workings of the cultural dispositif, whose very rules, which are not necessarily visible on the surface, imply the power to shape, restrict, or obviate discourses.

Science communication in Germany in the 1920s and 1930s

In returning to the introduction, where I stressed the role of science for German national identity after the lost Great War, and in returning to the question of breaks and continuities in the history of popular science, I will now deal with the Weimar period in some detail. Figure 3 presents the available data on circulation of the major German popular science journals, once more reproducing a typical multileveled structure, in particular for the period of the 1920s. It thus suggests that certain infrastructures

[5] A notable exception is Paul Forman, who initially formulated his ideas in 1971, giving rise to the controversial "Forman thesis," which postulated a certain interchange between science and the public, in which the scientists' motivation was said to lie in the "prestige" achieved, whereby they attempted "to alter the public image of science and to bring this image back into consonance with the public's altered values" (Forman 1971, 6; Carson et al. 2011).

[6] And this balance is different in different countries since in Britain, for example, a major self-improvement industry provided science readings written by educated writers from or close to science, which hardly ever took place in Germany (Bowler 2009).

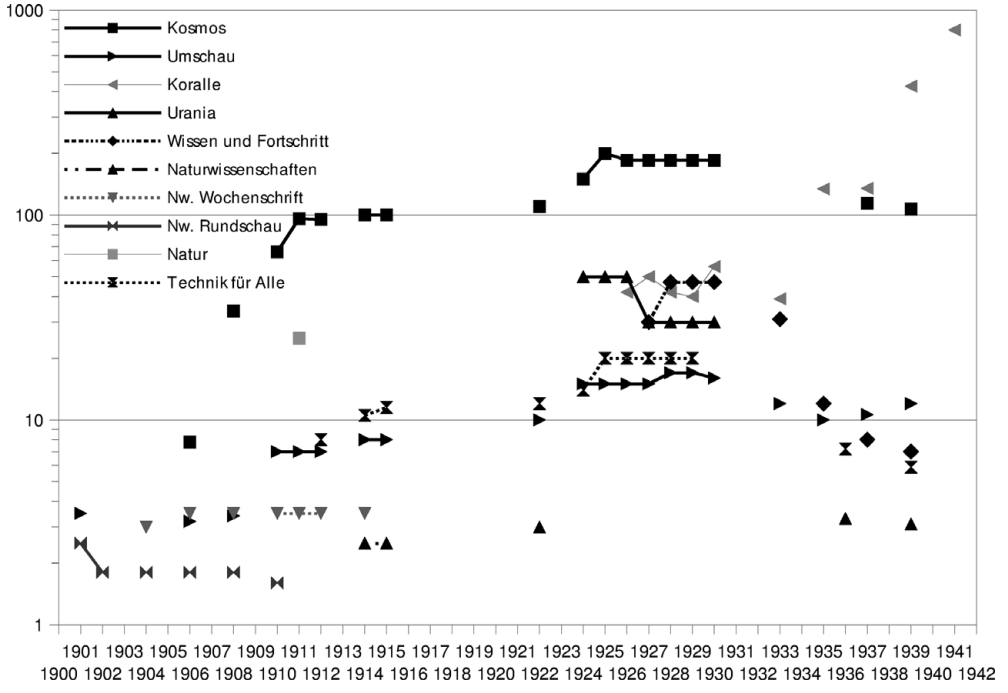


Fig. 3. The main German popular science journals, 1901–1941 (circulation in 1,000s, logarithmic scale). Missing points merely indicate a lack of available data; lines interpolate. Data collected from various sources, mainly *Sperlings Zeitschriften-Adressbuch* (Sperling 1902–47).

underlie the nature of popular science in Germany, and I interpret the emergent pattern as a footprint, or rather, a signature of those agencies of popular science which are elements of the cultural dispositif.

In the 1920s the journal *Die Naturwissenschaften* sold a few thousand copies, while *Umschau*, a kind of precursor to *Kosmos*, yet slightly more technical and slightly less commercial as it was edited by a university instructor, and *Technische Monatshefte*, the technology sister journal to *Kosmos* from the same publisher,[7] both achieved a circulation of around ten thousand. *Kosmos*, in turn, stabilized at a circulation of an unprecedented two hundred thousand copies. Three further journals coexisted between the last two levels, *Urania*, *Koralle*, and *Wissen und Fortschritt*, each of which sold some ten thousand copies. All of these journals can be understood as specific elements linking science and technology on the one hand, and popular interests and attitudes on the other.

[7] The publisher Franck'sche Verlagshandlung produced *Technik für Alle*, as a magazine dedicated to technology and hence a complementary publication to *Kosmos*, which tended to ignore anything technological. *Technik für Alle* had actually first appeared in 1916 and then spun off the *Technische Monatshefte,* which appeared from 1910 on, but it was not until the Weimar Republic that it expanded considerably.

Only few of these publications, however, reflected anything that might be seen as a Weimar type of popular science, and even these examples point in very different directions. The dramatic political change from monarchy to democracy had hardly redefined popular science. The only exception was *Urania*, which represented a socialist interpretation of the role of science and technology in a society that was linked to the political strength enjoyed mainly by the social democratic party (SPD) and to a lesser extent by more radical communist political parties (USPD, KPD) in the 1920s.[8] Besides this creation of a "socialist popular science" (Hopwood 1996) of a considerable, but hardly predominant influence, which was meant to recruit workers to participate in discussions about the perspectives and uses of science to improve society, *Koralle* aligned much more with a capitalist interpretation of the modern man. To whom, as we have already seen, science readings carried more symbolic value and prestige, as did the luxury goods that were advertised on adjacent pages of the journal. *Wissen und Fortschritt* also tended in this direction, combining it, however, with a critical assault on a prevailing "Americanism" in science and technology in favor of a self-confident German alternative (Schirrmacher 2011, 446). Similarly, in the years before the Great War, too, a small number of journals had already tried to create a kind of ideological Kaiserreich science popularization. These were published by the secular Monist League and the anti-Darwinist Kepler Association (Daum 1998, 210ff.). Again, these publications found an audience in the middle levels but never dominated.[9]

More important than these specific voices of popular science (or rather of the instrumentalization of science to ideological ends), however, was the larger group of constant agencies of science communication and the ensemble in general. Fig. 3 visualizes very well the congruence of the pattern for the decade from 1905–1915 with that of 1920–1930, only that the pattern is shifted by roughly a factor of two in total numbers – very clearly so for *Kosmos*, *Technik für Alle*, and *Umschau*.[10] Reading these patterns in the graphical representation as a signature of the cultural dispositif, which is discernible in the same way for the years before World War I as it is for the Weimar period, and with some blurring in the second half of the 1930s as well, it appears that the dispositif ensures a continuity in the discourses on science across stark political and economic crises like the world economic crisis in the late 1920s and the takeover of power by the National Socialists in 1933. Science communication was supported primarily by the ideals and interests of the German *Bürgertum*, the middle classes, which adapted ever more to a consumer society after the turn of the century, while cherishing

[8] SPD is *Sozialdemokratische Partei Deutschlands*, from which the left-wing members split into the USPD as the "independent" or *Unabhängige* SPD in 1917, and KPD is *Kommunistische Partei Deutschlands*.

[9] Circulation numbers for *Neue Weltanschauung*, a "journal of philosophy and science" and *Unsere Welt*, an "illustrated weekly on science and world view," are reported sparsely and inconclusively, and presumably lie on a middle level; they were thus not included in fig. 3. Furthermore the relation of the journals to the well-organized Monist and Kepler organizations distinguishes these organs from more independent publications.

[10] Note that due to the logarithmic scale, a certain factor, e.g. of two, always represents the same shift in the vertical direction, therefore the structural (geometric) congruence relies on this representation.

scientific knowledge as a cultural asset. This view, or rather this hegemonic discourse, helped to marginalize alternative popular discourses on science that related to political, religious, or ideological aims.

For the times of the Weimar Republic, the graph clearly shows that this was a period of unprecedented consumption of popular science writing in journals, newspapers, and books, roughly double the level of both the period before the Great War and the years after the end of the first German democracy in 1933 (and even long after World War II). At the same time, however, the ensemble of organs and hence audiences remained surprisingly constant. One of the differences was that the greater variety of small journals that appeared in the Kaiserreich was now replaced by a larger number of publications on the middle level in the interwar years. The impact of fascist policies was limited, however, and resulted in centrifugal forces, which saw circulation of one publication skyrocket, here *Koralle*, which increasingly became a general interest illustrated magazine without its previous focus on science, while others were decimated, like *Wissen und Fortschritt*, which in 1937 sold merely a seventh of the almost fifty thousand copies it had printed in its strongest period around 1930. But again, *Kosmos* and *Umschau*, as well as *Die Naturwissenschaften* and, though to lesser degree, *Technik für Alle* still maintained most of their readerships even into the first year of World War II.

Given this pattern of different levels of audiences and speakers of science and their different interests and uses of scientific knowledge, the relation between "science" and "the public" in the twentieth century developed a variety of multiple linkages of various kinds and strengths. Just consider the many possibilities, for example, of a research scientist writing an overview article in a newspaper, or a science writer on a specific experiment in a middlebrow popular science monthly, and so on. So far I have simply argued on the basis of available circulation numbers and hence the corresponding audiences. But since the previous section suggested that various respective links to an economic market of science, to socioculturally defined target groups, not to mention to a cultural economy of prestige and power linked with writing and reading (speaking and listening) about popular science, must be taken into account in the same way, we arrive at a whole network of relations and linkages within a (social) apparatus, whose elements may move in different but coordinated ways – this is what constitutes a dispositif – but which also possesses the propensity for gradual transformation.

Testing the resilience of the dispositif: discursive shifts

With help of a bibliography of newspaper articles from the German language quality press, it is possible to present some statistics characterizing the changes in the main topics and keywords of articles on science and technology, at least for the longer articles from the period covered by the bibliography. This gives us a glimpse of how the cultural dispositif provided some general stability for the discourses, while at the same time allowing for gradual transformations. I will consider a sample of newspaper articles on

science and technology from the quality press that reached roughly the same quantitative level of audiences as the journals. In the context of political, economic, cultural and other news, however, the articles – and in particular their titles – had to address the more general scope of readers' interest than was the case for the more specialized journals. In particular, they had to use the appropriate terminology. This analysis of the titles of popular science newspaper articles may therefore serve only as a first step towards a content and discourse analysis. Any deeper investigation into the role, reception and reverberation of popular science in twentieth-century culture must consider the content of the communications sooner or later. As this paper focuses on the interplay of elements Foucault comprised into the notion of a dispositif, stressing its role with respect to the conditions of science communication, detailed case studies of specific content (or of authors, journalists, individual reading experiences etc.) are beyond the scope of this paper. However, I still argue that titles of newspaper articles serve as a good indication for changes in the terminological frames of reference of the publishing sector, thus indicating some shifts in the culture of popular science. Some of these shifts relate to specific political and economic contexts, while others show more general and long-term changes of constant reconfiguration in a nonetheless durable cultural dispositif.

From a sample of roughly 1,400 articles reporting on innovations in basic science and technology (Dietrich 1908–44),[11] an analysis of the titles was performed not with respect to scientific subfields, but rather according to the way the relevance of the news was coded, which can be identified by the frequency of certain terms and words. For obvious reasons, the percentages were aggregated into five-year periods, selected to roughly coincide with political and economic eras as well as periods of war (see fig. 4).

As the most frequent label, we find the term "new" (*neu* or *Neues*), which was in widespread usage over the period of 35 years considered. Approximately 10 per cent of all articles in the sample emphasized the novelty of the reported scientific content. On first sight, it appears awkward that articles in a *news*paper have titles like "Something new about X-rays" or "New information on submarine construction," while the superlative "newest," as in "The chemistry of atoms: Newest advances in atomic fragmentation," may express some special relevance (although the discovery of nuclear fission had already been reported eight months before in *Die Naturwissenschaften*).[12] As one rarely finds the term in scientific journals, the reason for its usage must have to do with the place of science in the newspaper. Here it was often part of the so-called "little feuilleton," as distinct from the larger articles of literary criticism and cultural reflection, a section of the newspaper that did not focus primarily on the latest events

[11] The rationale behind the selection of the sample was to include all main scientific fields, i.e. physics, chemistry, and biology as well as technological science, but to focus only on their more basic results, as these resonate stronger with cultural values. More specifically, the fields were the structure of matter, the material basis of heredity, new synthetic materials, and steel-reinforced concrete.

[12] In German the short noun "Neues," which occurs in many headlines, can mean something new, new information, or news about. Berliner Tageblatt, Jun. 18, 1909; Tägliche Rundschau, Apr. 19, 1922; Leipziger Neueste Nachrichten, Sep. 24, 1939 (Hahn and Straßmann 1939).

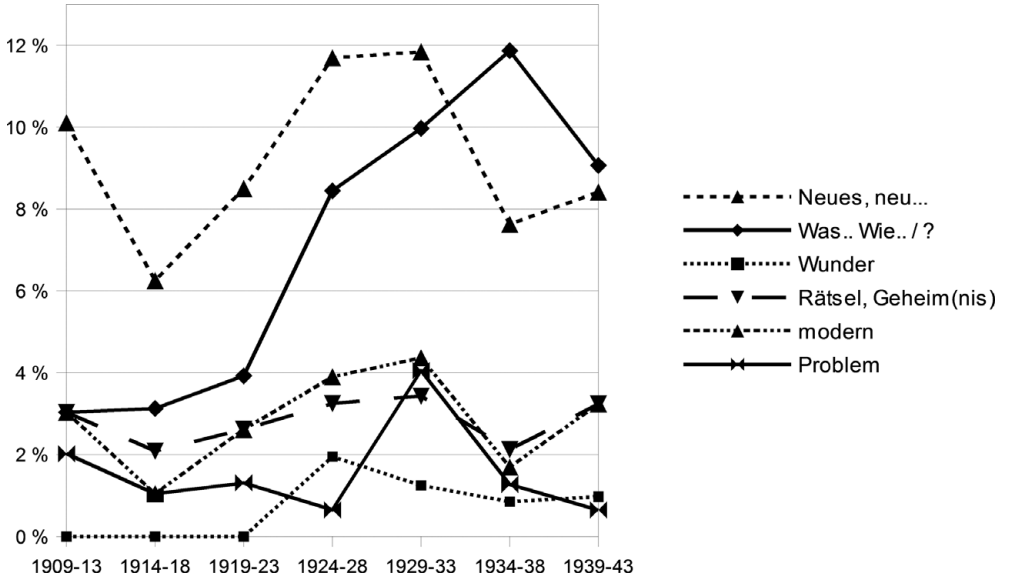


Fig. 4. Title words in quality newspapers of articles on basic science innovations (sample of c. 1,400 articles. [Source: *Bibliographie der deutschen Zeitschriften-Literatur*]. Percentage of total articles for five-year periods.

(Groth 1928, 899f.). Another host of articles uses "new" in the sense of novel theories that overthrow old doctrines. Particularly frequent was the talk of "new physics," as in the case of Einstein, or in the case of reports on and excerpts of Max Planck's speeches on the "World picture of the new physics."[13] Moderate changes in the use of "news" and "new" amount to a decline during both the Great War and the Third Reich, while the so-called golden years of science in the Weimar period are characterized by a particularly frequent use of this marker of novelty.

During the Kaiserreich, qualifications like "modern" and "mystery," or "secret" (*Rätsel*, *Geheimnis*) were less frequent, and the term "miracle" (*Wunder*) did not occur in the sample until 1925. "Mystery" was frequently found in matter and atoms, for example, "Mystery of matter" and "Mystery of the atom," "Mystery of the atomic interior," and "Mystery of the atomic nucleus."[14] "Secrets," however, were discovered more often with respect to heredity than to atoms and matter.[15]

[13] On Einstein, e.g. Neue Züricher Zeitung, Jan. 5, 1910, or Magdeburger Zeitung, Feb. 20, 1919. On "world picture," e.g. in Wiener Neueste Nachrichten, Mar. 29, 1929; Chemnitzer Tageblatt, May 29, 1929; Hartungsche Zeitung, Jul. 11, 1929; and Weser-Zeitung, Nov. 1, 1929.

[14] Fränkischer Kurier, Sep. 22, 1912; München-Augsburger Abendzeitung, Mar. 7, 1914; Kölnische Zeitung, five articles between Jul. 24, 1921 and Dec. 28, 1926; Deutsche Allgemeine Zeitung, Nov. 11, 1933; Kölnische Zeitung, Sep. 23, 1938; Dresdner Neueste Nachrichten, Feb. 6 and 7, 1943.

[15] Vossische Zeitung, Jun. 2, 1918; Hamburger Fremdenblatt, Sep. 19, 1927; Hannoversches Tageblatt, Jan. 12, 1929; Rhein-Westfälische Zeitung, Jul. 7, 1937; Hannoverscher Kurier, Oct. 29, 1941.

While the talk of secrets of nature did not vary much in quantity, the use of the label "modern" quadrupled from World War I to the late 1920s and early 1930s, only to drop sharply after the Nazi takeover, thus suggesting an understanding of science as part of a "modern" period in German history. Again, "modern physics" was the most frequent combination, making up almost half of the "modern" articles selected for the sample. However, these were found only from 1924 on, suggesting that a public discourse on modernity in physics was linked with the discussions on quantum mechanics and its implications on causality and "world picture"; some of the articles were authored by prominent scientists like Bertrand Russell and Werner Heisenberg.[16] Further fields that were labeled "modern" included heredity theory, X-ray technology, and chemistry. The use of the term "problem" also mirrors a correlation, this one between scientific problem solving and the political or economic problems that affected the whole basis of German society during the global economic crisis, demonstrated by a clear peak during these years. As the contemporary understanding of problem predominantly referred to the scientific procedure as such,[17] the increased discussion of problems can be interpreted as growing attention to scientific procedures. Articles such as on "Problems of ship building from steel-reinforced concrete" and "New problems of heredity research" convey that, although some old questions have just been answered, the work is actually still in progress.[18] Interestingly, the alternative term "result" (*Ergebnis*) which does not necessarily imply further open questions, is absent from popular science newspaper headlines up to 1926, at least in my sample, becoming more frequent in the 1930s, e.g. "Results from the theory of human heredity" and "New results in medical X-ray technology."[19]

Just as it may not seem surprising that the words "new," "modern," and "problem" occurred less frequently after 1933, it is most interesting to see that the explosion of titles asking questions or explaining "what" (*was*) something scientific or technical actually is and "how" (*wie*) it works, respectively. These range from questions on the nature of phenomena like "What are X-rays?"; "What is an electron?"; and "What is matter?" to questions like "How is physics possible as a science?"; "How does one prove the existence of hormones?"; and "How do hereditary factors act?"[20] The strong statistical signal in this case, in contrast to the other examples, signifies a more general,

[16] E.g. Deutsche Allgemeine Zeitung, Nov. 23, 1924; Neue Züricher Zeitung, Dec. 1, 1928; Bremer Nachrichten, Feb. 1, 1932; Kölnische Zeitung, Jul. 11, 1937; Münchner Neueste Nachrichten, Dec. 30, 1941. Russel in Rhein-Mainische Volkszeitung, Jun. 11, 1931, and Heisenberg in Berliner Tageblatt, Dec. 25, 1931 and Nov. 10, 1933.

[17] According to *Meyers großes Konversations-Lexikon* from 1905, problem means "every scientific 'question' or 'task' that awaits an answer or solution." Meritorious is not only the solving of known problems but also the establishing of new ones, as this is the way all science (Wissenschaft) evolves (Meyer 1905, Vol. 16, 363).

[18] Frankfurter Zeitung, Nov. 10, 1918; Der Tag [Berlin], Dec. 13, 1929.

[19] Königsberger Allgemeine Zeitung, May 21, 1933; Frankfurter Zeitung, Jun. 20, 1935.

[20] Vossische Zeitung, Oct. 25, 1915; Chemnitzer Tageblatt, Mar. 27, 1929; Frankfurter Zeitung, Sep. 15, 1942; Münchner Neueste Nachrichten, May 1, 1924; Neue Leipziger Zeitung, Aug. 18, 1935; Kölnische Zeitung, Sep. 14, 1941.

long-term shift in the public understanding of scientific and technological issues as reflected in their presentation by newspapers.

In the case of newspapers, where popular science was presented along with political, economic, and other fields of topical interest, science writers may have changed the wording of headlines to give new connotations to various terms mentioned, especially those related to political language, in order to avoid prompting negative reactions. For instance, in the early years of Nazi rule, "modern" was a term that would not necessarily be understood as positive, given the way much progressive art and literature was maligned. Still, fig. 4 demonstrates an impressive elasticity of the discursive ensemble: there is dynamics, but overall the variation in the frequencies of the key words remains within a certain range; for instance, "new" occurs in 6 to 12 per cent and "modern" in 1 to 3 per cent of all headlines in the sample.

Similar results may be found for the related media of science communication, namely journals and books and the somewhat mixed category of book series. The last of these media constituted a huge market in the first half of the twentieth century as inexpensive popular primers on all kinds of knowledge. Ullstein publishing house, for example, was also very active in this field. The series of inexpensive *Wege des Wissens* (ways of knowledge) books included almost a hundred titles issued within the five years between 1924 and 1928, covering various fields of science, technology, and the humanities, which amounted to roughly a million books on German shelves from this series alone.[21]

Media changes

As a second test of the resilience of the machinery of popular science, one can analyze its reaction to the incorporation of new media, which created both new institutions of popular science and new discursive transformations. The major new channel of science communication in Weimar Germany was radio, and its broadcast format introduced a "secondary orality" (Ong 1982, 133), while abandoning the visuality of the print media. German radio started in 1923 and quickly reached ever larger audiences, which thus can be incorporated into the hierarchy developed to portray the print media. The new medium and its ways of dealing with science had to adapt to a rather different setting of cultural, political, and economic forces, however, at least in Germany. Within five years, listening to regional radio stations became quite a natural habit in German households, so that radio soon reached audiences larger than any popular science journal might have hoped for. But in terms of its organization, programming, and business, radio was not a private enterprise, aside from the technical equipment necessary for broadcasting. German radio operated under official control, and state boards strongly enforced an educational mission for the new medium, which included a prominent

[21] The number of printed copies ranged between 5,000 and 22,000, according to the Ullstein Archive.

role for science programming. Here, the power of the state was able to act directly to shape science communication through regulatory power. Controlled in this way, all regional stations as well as the *Deutsche Welle*, a nationwide station for pedagogical, vocational, and general educational programs established in 1926, further amplified the dose of popular science for the German public – interestingly, without detriment to the print media.

Some crucial features of science on the air were quite novel, however, and went well beyond the possibilities science enjoyed in print. First of all, it is striking to observe that science broadcasts were aired mainly during prime time, and that they relied mostly on authoritative personnel identified as university professors, engineers, or high-ranking civil servants. Secondly, radio was financed not by advertising but by listeners' fees and thus did not compete economically with print. Direct adaptions of print formats like the "Kosmos lectures," which were organized by a society related to the journal *Kosmos*, were the exception. Long and controversial discussions on the appropriate audio formats of science communication on the air led to much experimenting by the various local stations. The fact that radio magazines were soon published, supplying not only program listings, but also rich text and visual material related to the broadcasts they announced, is a third important feature of science on the radio. In some ways the opportunities of multimedia were exploited, although the asynchronicity of visual and audio information remained a problem.

Finally, there were also direct political and cultural influences on programming. On the one hand *Deutsche Welle*, for example, had a sophisticated structure and oversight, which created a very balanced program on a superficial level, covering all topics ranging from history, law, and philosophy to science, technology, and medicine (Schubotz 1928). On the other hand, there was a kind of "hidden systematics" in science programming, "which only became apparent in the course of the events: Just recall the lectures on 'race research,' 'the cell and heredity,' 'the theory of descent,' 'race elements of the German people' . . ." (Roeseler 1927, 2).

Although one can find hardly anybody on the control boards or radio staff promoting race theories in a propagandist way, radio nonetheless amplified a discourse that was already widespread in print. This is an example where the rather mechanical picture of an apparatus or machinery at the heart of Foucault's notion of dispositif comes into play. It allows us to understand how even completely unforeseen and unintended effects are produced by the apparatus.[22] Radio in the Weimar Republic – according to its high cultural aspirations – excluded politics and propaganda as widely as possible and controlled this with a strong infrastructure of laws and oversight. Precisely this setting turned out to be predestined for abuse as a propaganda infrastructure, especially

[22] Foucault's example is the creation of a criminal milieu and its negative effects as an unintended result of the strategy of "imprisonment, that apparatus which had the effect of making measures of detention appear to be the most efficient and rational method that could be applied to the phenomenon of criminality" (Foucault et al. 1980, 195).

after 1932 when radio became fully centralized and state-owned (Führer 1997; Dussel 2004). This, however, affected popular science and technology to a lesser degree than one might expect.

In summary, German radio extended the infrastructures of popular science considerably, given the central role allocated to pedagogical, vocational, and general educational broadcasts in its programming. It can hence be seen as an institution for providing "state-controlled multimedia education for all" (Schirrmacher 2012), although at the end of the day Weimar science radio did not live up to the possibilities of the new medium, but rather established an additional new organ and model that contrasted, but did not compete, with private enterprise print formats. Typically enough, science communicators, in particular professional ones, were largely split between (established) science in print and (experimental) science on the air; to a large extent this was merely a matter of the generation to which the given communicator belonged. In any case, the overall presence of science and technology in the general culture was much more pervasive than before the advent of radio, which coincided with the end of the era of hyperinflation, and no signs of a supposed general hostility towards the work of physicists and mathematicians, occasionally proclaimed in the literature, can be found (Forman 1971; Carson et al. 2011). Popular science had become an even stronger part of German culture. To this extent Planck's 1918 appeal to use science as a leverage for national reconstruction had proved successful.

Was there a popular science specific to the Third Reich?

The continuous rise and final takeover of fascist powers in Germany in the early 1930s, which were linked to technocratic and inhuman policies that resulted in broad and well-orchestrated preparation for war and mass extermination, have been the subject of considerable historical analysis extending beyond simplistic explanations attributing responsibility to a single dictator or a collective national aberration. The extent to which a cultural interpretation can explain the technological side of this catastrophe remains disputed, as theses of an influential "reactionary modernism" closely linked to the unstable political situation of the Weimar Republic, or even a general deviant "German thinking" radically different from some "'Western' mentalities and sensibilities" have been put forward repeatedly, yet without conclusive corroboration in more specific case studies (Herf 1984, 2000; Rose 1998). While research on the roles of scientific and technological elites in Nazi Germany has been rather extensive in recent years (e.g. Beyerchen 1977; Mehrtens and Richter 1980; Macrakis 1993; Meinel and Voswinckel 1994; Kaufmann 2000; Maier 2002) and the popular culture of the Third Reich has also found attention (Wulf 1989; Dietz and Fessner 1996; Würmann and Warner 2008), research on popular science in this period is scarce. On the basis of an analysis of *Kosmos* and *Neue Welt* it has been suggested that adaptation to both mass taste and political system helped *Kosmos* to remain successful, while adherence to fastidious programs

like the marriage of science and religion in the *Neue Welt*, a journal of the Kepler Association, was doomed to failure, primarily because it ignored the rule to avoid political debate in times of authoritarian power (Müller 2008).

General writings incorporated science and technology to some extent in Nazi Germany, but more on a level of symbolic importance, like, for example, in widespread technologically inspired fiction about developments in the near future (hence not really works of science fiction), and often in terms of heroic tales about victories of German technology and engineers (Härtel 2008). However, this literature did not belong to the field of popular science as discussed so far, nor did it entail many changes in the way publications on science communication (between levels of science and the public audience) and popular science dealt with knowledge.

A look at the journal *Technik für Alle*, the technology sister publication of the Franck publishing house's *Kosmos*, shows that even in the emblematic field of technology the reach of Nazi propaganda was comparatively weak. Neither did the standard topics and their balance change much – rail, air, ship, and car transport, mechanical and electrical engineering, materials etc. – nor did openly ideological or propagandistic articles appear, at least not before 1938. With the beginning of World War II, in particular, some reflections on the (national) role of science and technology began cropping up. In the editorial of the April 1942 issue, for example, one can read that within the community of the German nation (*Volksgemeinschaft*) even the men of technology have to take on leadership duties (*Führeraufgabe*), for which they must prepare. Simple allegiance would not suffice, however: "Only a man who considers his surroundings with open senses and is able to examine and judge in an unbiased and critical manner should be allowed to lead others." Especially in times of war, the engineer "has to keep track of things and has to find a critical differentiation between those tasks that have to be solved and those problems that can be deferred." The journal pledged to contribute to this end (*Technik für Alle*, 1942/43, 1). Three months later, the same journal ran a discussion of the "traditional values of German technology," arguing that the superiority of German weapons was due to the broad basis on which the technological achievements rested. And this basis, it was implied, was cultural: "Although we are not yet so far that the entire German nation, and not only the active engineers, thinks truly and fundamentally in a technical way, we are well on our way there . . ." If it were only a matter of tinkering, the Briton, American, or Bolshevik could also manage this. "But they lack the tradition of technology" (*Technik für Alle*, 1942/43, 113). Nonetheless, a regular column in the journal was entitled "Technology of the World."

Even this cursory analysis reveals that many lines of continuity can be found besides those of personnel and of genres. There are further continuities with respect to the long tradition of German science and technology, to the critical and independent viewpoint of the scientist and engineer, and the plea for accurate presentation of scientific and technological knowledge. This was characteristic at least of organs of popular science that reached out to an attentive or interested audience, and this was also true for radio programs, which often were more demanding than entertaining.

While German fascism eroded the social role of the middle class to large extent, the middle-class mentality did survive in its cultural sphere (*Bürgerlichkeit*), at least as far as the cultural understanding of science and technology was concerned, and this safeguarded the role of the cultural dispositif. Understanding science first and foremost as culture remained a German disposition long after the end of Nazi rule, but eventually lost its sway when American and Soviet influences gained ground in the early 1960s.

Therefore it remains questionable in what sense a specific Third Reich popular science can be defined, although this is so obvious for political commentary and many other fields. Clearly, the political system had a major impact on popular science articles dealing with the fields of heredity, anthropology, and other topics closely related to National Socialist ideology; however, this was not true in the case of technology, which was otherwise just as susceptible to political influence. At least part of the answer to this peculiarity lies in a certain function popular science served to fulfill, which has been characterized as the break room (*Pausenraum*) or regeneration space (*Regenerationsraum*) the regime granted in an ideologically rather innocuous field (Würmann and Warner 2008). Did popular science serve as a means of rest and recovery for a nation at total war? The mere fact that many kinds of popular culture – cinema, music, light reading, various journals and illustrated magazines – were more or less widely available to the German people, despite war restrictions, suggests this. Many recollections of military war routine, in fact, stress these qualities of escapist readings on ingenious rationality and pure knowledge. Here, again, science may have played an important role for German self-consolidation, be it in the battle trenches or before the academy after a lost war.

Science communication in the postwar Germanies

When we consider the footprint of popular science journals in the second half of the twentieth century in terms of quantity (fig. 5), the known signature appears again (as in musical notation, where the chord appears familiar although the key signature has changed). With *Kosmos* and *Umschau* two constants of a century-long German tradition of popular readings prevailed; however, these did not reflect any of the stark changes in the understanding and experience of science and technology in this age of its unprecedentedly pervasive application, visibility, and symbolic value. While *Umschau* at least displayed a space-age bump during the Apollo program in the late 1960s, *Kosmos* neither drew more readers from any such event, nor did it lose many. Exactly the same development can be found on the lower-selling levels that were occupied with the old organ of inner-specialist communication *Die Naturwissenschaften* and the new journal (though with an old name) *Naturwissenschaftliche Rundschau*, which was closer to *Umschau*, although it never caught up with this traditional journal, dating back to the late nineteenth century.

Only the immediate postwar years show some dynamics and some efforts toward a new start. In occupied Germany the American military government licensed Erich

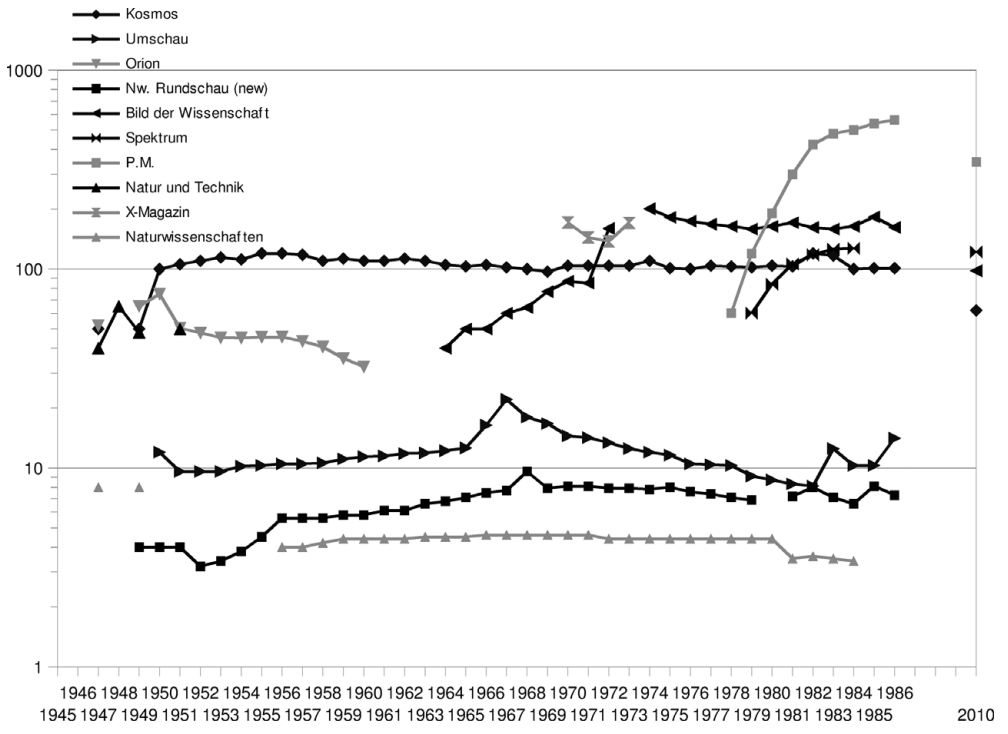


Fig. 5. The main West German popular science journals, 1945–1986 and 2010 (circulation in 1,000s, logarithmic scale). Missing points merely indicate a lack of available data; lines interpolate. Data collected from various sources, mainly *Stamm Leitfaden durch Presse und Werbung* (Stamm 1947-).

Lasswitz's *Orion* in April 1946, as did the French roughly a year later with *Natur und Technik*, a journal edited by Franz zur Nedden (1881–1954), a state-employed engineer in the interwar period who became prominent by organizing the second World Power Conference in Berlin in 1930.[23] *Natur und Technik* briefly became the best-selling popular science journal in Germany, even topping *Kosmos* in 1948; however, it did not survive the aftermath of the currency reform beyond 1950. *Orion* fared better, at least until 1960, and thus occupied a niche that had been filled by *Koralle* in the interwar

[23] Erich Lasswitz (1880–1959), with his postwar journal *Orion*, which mostly emulated the prewar style of popular science journals, would be a good starting point for a closer analysis of the actors in the businesses of science communication and their strong lines of tradition. Lasswitz had previously been the science editor of a leading liberal newspaper, the Frankfurter Zeitung, from 1919 to 1943, and he embodies an even longer continuity of German popular science, as his father Kurd Lasswitz (1848–1910) had been a prominent figure of the second generation of popular science writers and the first generation of science fiction writers in Germany, while his son soon joined him in writing articles for *Orion* (Daum 1998, 389; Fischer 1984; Kaufmann and Reineke 2004).

years. The way these new publications introduced themselves to readers – or rather did not – spoke volumes. Stressing its mission of communicating knowledge instead of "cheap popularization," only at the end of the first year did *Natur und Technik* tell its audience that the "editorial staff had deliberately refrained from speaking on its own behalf in past issues despite requests to the contrary from the readership" (*Natur und Technik* 1947, 523).

A silent consensus seems to have existed, which identified popular science as basic food for the (German) mind, and its supply had to be restored without much ado. In the same vein *Orion*, which emulated the uncontroversial qualities of Weimar science journals, aimed at supplying "the immense need in the knowledge of the individual as of the community." It also emphasized a recurrent quality of popular science: Like the beautiful constellation "in the past nights of blackout and darkness," now the popular science journal *Orion* shall "brighten the darkness a bit and lead us into the bright kingdom of knowledge" (*Orion* 1946, 1). *Kosmos* and *Umschau*, however, greeted their readers with less pathos, or rather less apologetically, after the involuntary interruption, which had lasted less than two years in the case of *Kosmos*. They emphasized the constant need for objective reporting on the advances of science instead, and the only new situation they saw was that one had to fill an information gap caused by the war.

The turn to ethereal realms of knowledge, culture, and philosophy was, in fact, a typical strategy in postwar Germany. With so many (civilized) connections deliberately broken between society, politics, culture, science, technology, and other spheres during the Nazi era, popular science – like other great themes from literature, art, and music that were regarded as great German achievements – served to hold things together. A renaissance of classical literature, in particular of Goethe, talk of the *Abendland* (Occident), and an emphasis on the philosophical and world-view role of science attempted to gloss over hard questions about ideology, involvement, and perpetration (Hürten 1985; Schildt 1999). In West Germany Werner Heisenberg was to become the emblematic figure reinterpreting collaboration as a tactical concern, like spreading the myth that work for a German atomic bomb during war times was actually work on nuclear energy for a later peace (Walker 1995). Although he did not become a science communicator in the narrower sense of writing many popular articles, he still very much defined the general image of science and scientists in his talks, addresses, and radio appearances (Carson 2010).

In the Soviet occupation zone Georg Schneider (1909–1970), a Marxist and Lyssenkoist who had emigrated to the Soviet Union in 1931, became an official of the Communist Party and director of the Ernst Haeckel Institute in Jena in the beginning of 1947. He was the driving force behind reviving the kind of socialist popular science from the Weimar period. The first new issue of *Urania* was numbered volume 10, since volume 9 had been the last of its predecessor in 1933. As Schneider was not very successful in finding the journal's old staff, and since it proved difficult to recruit old readers, the continuity was largely symbolic. In any case, this strategy allowed for condemnation of the fascist period and rendered philosophical gloss

superfluous. Interestingly, this enterprise was not much to the liking of the official party organizations, as it still demonstrated a noted "tendency to scientific neutrality" unsuitable for a community that wanted to put science to the service of a greater political good (Schmidt-Lux 2008, 242). For the most part *Urania* emulated the more independent Weimar model of popular science and abstained from a truly political agenda.

A first "attack" against the (still bourgeois) "fortress of science" called for in 1951 by the *Freie Deutsche Jugend* (FDJ), the official Socialist youth movement of the German Democratic Republic, led to the rival publication of *Wissenschaft und Fortschritt*, which was intended mainly to improve vocational qualifications. The popularization of science was meant to serve economy first, and culture second, by covering the "feats and inventions" of the "most advanced research of the world: Soviet science." The reader should be enabled to "apply profitably" this knowledge as "all questions would be addressed that are of importance for the development of society . . . from the evolution of nature and mankind to problems with the five-year plan, from questions of electrical engineering to the teachings of Michurin and Lyssenko" (*Wissenschaft und Fortschritt* 1981, 5; 1951, 1–2). Still, a truly popular – not only popularizing and widely sponsored – journal was missing, one to which readers would turn without exhortation.

A Society for the Dissemination of Scientific Knowledge (*Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse*), was founded in 1947, modeled on the Soviet All-Union Society for the Dissemination of Political and Scientific Knowledge, which was supposed to become the party branch for "popular scientific propaganda."[24] This organization tried hard to take over the *Urania* project, but to no avail. In a 1955 report the co-founder and first secretary of the society Werner Rothmaler (1908–1962), who was trained as a botanist and spent time as an explorer, declared that there was simply no popular science journal in the German Democratic Republic. Therefore, he argued, one should be established. Still in 1957, when a history of science popularization was written, both the Weimar and the postwar *Urania* journals were ignored outright (Rothmaler 1955; Schlösser 1957).

Twelve years after this part of Germany had come under Soviet influence, key agencies of popular science were still not operating in concert with the new political powers, exhibiting once more the perseverance of the old culturally determined model. The problem was recognized, at least internally (Mädicke 1956). According to the official view, however, *Wissen und Leben* became the first popular science journal in the GDR, with the goal to "empower the workers to fulfill their duties in the socialist project quicker and better" (Bibrack 1956). Given the tight network of political organizations, which included the Society for the Dissemination of Scientific Knowledge, it was generally a top-down execution of political command that would now define GDR science communication, especially after *Urania* was eventually

[24] On the Soviet All-Union Society for the Dissemination of Political and Scientific Knowledge, cp. the article in this issue by James T. Andrews.

brought into line. The society organized talks on popular science and politics in the factories, agricultural collectives, and administrative offices in order to provide a Socialist general education. Later it would actually incorporate *Wissen und Leben* once it had played its part in creating Socialist popular science. In 1962, shortly after the erection of the Berlin wall stopped qualified workers from turning their back on the regime, one central organ appeared sufficient: the now tamed *Urania*. In 1966 Urania became the name of the society and later of the science television programs it produced as well (Urania 1979; Zimmermann 1985; Schmidt-Lux 2008).

In the East party politics took over the organization of radio in the same way, eventually yielding a centralist structure controlled by the Society for the Dissemination of Scientific Knowledge, which produced the public science programs for the radio of the GDR. Here it was not a few philosopher scientists but armies of science workers – at least rhetorically – who took charge, trying to paint a positive picture of the scientific potential of the Socialist project.

Science also remained an integral part of the general program at all federal stations in West Germany, only it moved ever further from prime time toward late-night slots and – to no surprise – merged with philosophy and discussions of world view. The scientists on the air in the West celebrated their universal knowledge – untainted by inferior politics. It would take until roughly 1960 for radio to turn to science as a process and the worker in the laboratory when a more critical approach eventually came to the fore. In general the dominant state control in the case of radio and television linked its opportunities much more closely to political influence, precluding the unreactive posture practiced by print media in the West.

From the perspective of the machinery of popular science, however, the two German offerings exhibited a rather similar mechanics, which, in addition, opened a natural field for competition, as airwaves moved more freely than printed paper. A typical format both sides aired was the radio university, with weekly broadcasts of talks on select fields. Particularly in times of intensified confrontation, e.g. after Sputnik, more programmatic lecture series were launched. In the East, for example, Berliner Rundfunk (Radio Berlin) started its series "Science at the service of peace" in January 1958, which drew weighty speakers from abroad like John Bernal, Linus Pauling, Leopold Infeld, and Abram Joffe. A few months later Sender Freies Berlin (Radio Free Berlin) countered this with its own series on "Atomic research – its influence on science and politics," starring Carlo Schmid (a respected German constitutional lawyer and social democratic politician taking Bernal's role) and scientists of matching weight like Victor Weißkopf and Wolfgang Gentner, to name a few. As pompous as both series appeared, it was fare only for the culturally alert and sophisticated as they were aired late at night, at 10:40 and 11:15 p.m., respectively. This fact reminds us again of a specific German quality of radio (and television): its non-commercial nature, which remained intact until the 1980s. For this reason, two main factors that characterized the Weimar conditions, the economic forces, and the interplay of knowledge and prestige, now affected only the case of print media in West Germany.

In the East, entrenched state control blocked much dynamics for a further evolution of science communication in all media, while West German popular science eventually developed a closer resemblance to the American example. I mentioned Heinz Haber and his role for modernizing popular science in West Germany in the introduction. His popular journal *Bild der Wissenschaft* adapted his American experience to German interests, and his presence on the television screen defined a new genre of German science reporting (Heumann 2009; Ludes et al. 1994). The picture of science Haber drew became the dominant one over a period of ten years, and for the first time his journal was able to achieve the level of popular science in the print media that had been established in Germany in the 1920s. The relation of the journal's success to the expansion of the education system in the 1960s in Germany may seem obvious; the fact that old-fashioned *Kosmos* remained unaffected, less so. A considerable part of the German public still subscribed to the interpretation of science as a cultural asset embodied in this long-selling publication and remained true to an understanding of knowledge as a cultural value.

The fact that new print media established new levels of even broader audiences, which can be observed in the 1960s and 1980s in particular, corresponds to the development in the early years of the twentieth century. It is about new audiences, new links between the public and science, and new genres that extend the machinery of science communication, without, however, leading to predatory competition. At the same time, however, national particularities in the types of science communication increasingly began to disappear. *Scientific American* started selling its articles in customized national editions in the 1970s and has since presented science in all major languages. In this sense the success of the German edition of *Scientific American*, which quickly surpassed *Kosmos* and later even beat *Bild der Wissenschaft*, signifies a new era of popular science. Furthermore, in the 1980s *P. M.* (short for "Peter Mossleitner's interesting magazine"), a more sensationalist magazine, which addressed the young generation in particular, reached out for the next level of popularity. For a younger audience popular science and technology turned into a matter of having fun and playing with gadgets. Entertaining items, quickly read and just as quickly forgotten, replaced the desire for deep knowledge. As such, the cultural value attributed to science vanished ever more rapidly.

Conclusion

When the aged, frail Max Planck was the only German allowed to participate in the Newton tricentennial in London in 1946, which fell in the immediate postwar era, he could not be introduced to the illustrious congregation as an honorable scientist from the host's fiercest enemy, Germany. Rather, due to broad reverence for the icon of modern science, the president of the Royal Society declared that Planck came "from the world of science" (Heilbron 1986, 197). Nothing could have been truer to

Planck's role in shaping the understanding of science as the sincere quest for a "world picture." In his influential and often reprinted talks on "The unity of the physical world picture" from 1908, and in particular "The world picture of the new physics" of 1929, he provided an interpretation of science as a highly cultural asset, more or less untainted by earthly affairs. As quantum mechanics had proven, the world picture had developed such that it "moved ever further away from the world of perception and, correspondingly, is approaching the real, in principle unrecognizable world." It therefore had to be "purged of all anthropomorphic elements," to preclude that any notion be employed that "is related in any way to the skills of human ways of measurement" (Planck 1909; Planck 1929, 45).

This message resonated well with the convictions and expectations of an (attentive) public. Planck's 1929 talk saw four editions in the years of 1929 and 1930 alone, was reprinted five times during the Third Reich and four more times in the first ten years after World War II.[25] It encoded a philosophical proposition, which may have been subjected to some reinterpretation with the further developments of science and ideological claims on it, yet in principle it remained a key element of the Germans' common understanding of science.

At the same time Planck was welcomed in London, the British were demanding that the Kaiser Wilhelm Society be reorganized and renamed. This society had been founded in 1911 and had since established leading institutions of basic research; however, some of these had played crucial roles in German war efforts in both world wars (while much involvement in Nazi crimes became public only much later). In this situation Max Planck acquiesced to suggestions to name the society after him, as he may have realized – just as in 1918 – that science was one of the few assets left for Germany to regain some standing as a cultural nation, and that his name had the currency to promote this perspective.

After the war Germany became a test case of how a deeply rooted cultural dispositif would adjust when exposed to two externally induced political orders. As mentioned, both American and Soviet brands of popular science did not fully take the lead until the 1960s – just recall *Urania*'s initial lack of party line in the East and *Orion*'s distinct continuity before *Bild der Wissenschaft* in the West. Instead, a German version survived and lasted, with only gradual adjustments, for more than a decade in both German states. This tradition went back to the beginning of the century, when the differentiation of audiences and uses of popular science were developing an ensemble of organs and institutions, all of which were linked, in one way or another, to cultural values attributed to science. This was still visible, for example, in the Planck celebrations on the occasion of his 100th birthday in 1958, when parallel events in East and West Berlin vied for attention, with each side claiming to offer the true

[25] The talks were also included in collections of Planck's writing that saw numerous printings as well. The 1929 text, which was never modified in later editions, was part of a fight of positivism and remained his definitive philosophical position (Heilbron 1986, 139f.).

interpretation of German science in the context of politics and culture (Hoffmann 1999).

If one compares the program listings of East and West German radio and television of the 1950s and 1960s, again, science and technology occupied much the same spots in the program and time slots. What we saw in the case of the radio university and highbrow late-night lecture series also holds for early television documentaries (Zimmermann 1994; Warnecke 1998; Ilsmann and Kirpal 2005). In the longer run, however, the propaganda use of Socialist science and the discrepancy between this concept and technological competitiveness with the West made popular science of the East German variety stale and implausible. It lost even its escapist qualities, which had allowed readers a break from propaganda.

After the fall of the Iron Curtain and German reunification in 1990, the months of publication were numbered for both *Urania* and *Wissen und Fortschritt*. But at the same time other qualities of German popular science – like its standing as a national asset, cultural value, and rejection of sensationalism – were gradually disappearing in the West as well. *P. M.* tapped new and larger reservoirs of young readers, who subscribed not to those old qualities, but to what has come to be known as "edutainment." *Umschau* had ceased publication in 1986, and *Kosmos* was merged with a 1980s environmentalist magazine *Natur* in 1999, so both icons of German twentieth-century popular science constancy fell just short of completing their century of popular science. But who would have guessed that they would come so close at all; that one could create and entertain a culturally pervasive idea of science popular with so many and so enduring?

Acknowledgments

Research for this paper was supported by a fellowship at the Max Planck Institute for the History of Science and a grant from the European Science Foundation, which allowed me to discuss my work within an ESF exploratory workshop at the Humboldt University in Berlin. I am especially indebted to Jürgen Renn for his interest and support during the fellowship and I am grateful to Alexandre Métraux, as well as the two reviewers, for their comments and criticism.

References

Almond, Gabriel. 1950. *The American People and Foreign Policy*. New York: Harcourt, Brace, and Company.

Ash, Mitchel. 2001. "Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander. Programmatische Überlegungen am Beispiel Deutschlands." In *Wissenschaftsgeschichte heute: Festschrift für Peter Lundgreen*, edited by Jürgen Büschenfeld, 117–134. Bielefeld: Verlag für Regionalgeschichte.

Ash, Mitchell. 2002. "Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Zur Einführung." In *Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart*, edited by Mitchell Ash and Christian Stifter, 19–43. Vienna: WUV-Universitäts-Verlag.

Bauer, Martin W., Rajesh Shukla, and Nick Allum, eds. 2011. *The Culture of Science: How the Public Relates to Science Across the Globe*. London: Routledge.

Bensaude-Vincent, Bernadette. 2009. "A historical perspective on science and its 'others'." *Isis* 100:359–368.

Bensaude-Vincent, Bernadette. 2012. "Nanotechnology: a new regime for the public in science?" *scientiae studia (Sao Paulo)* 10:85–94.

Beyerchen, Alan D. 1977. *Scientists under Hitler. Politics and the Physics Community in the Third Reich*. New Haven and London: Yale University Press.

Bibrack, J. 1956. "Wissen und Leben. Populärwissenschaftliche Zeitschrift für Stadt und Land." *Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse* 9:2.

Böhme, Gernot, and Nico Stehr, eds. 1986. *The Knowledge Society. The Growing Impact of Scientific Knowledge on Social Relations*. Dordrecht: Reidel.

Bowler, Peter. 2009. *Science for All: Scientists and Popular Science Writing in Early Twentieth-Century Britain*. Chicago: Chicago University Press.

vom Brocke, Bernhard. 1990. "Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der Weimarer Republik. Ausbau zu einer gesamtdeutschen Forschungsorganisation (1918–1933)." In *Forschung im Spannungsfeld von Politik und Gesellschaft. Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm / Max-Planck-Gesellschaft*, edited by Rudolf Vierhaus and Bernhard vom Brocke, 197–355. Stuttgart: DVA.

Carson, Cathryn. 2010. *Heisenberg in the Atomic Age: Science and the Public Sphere*. Cambridge: Cambridge University Press.

Carson, Cathryn, Alexei Kojevnikov, and Helmuth Trischler, eds. 2011. *Quantum Mechanics and Weimar Culture: Revisiting the Forman Thesis, with Selected Papers by Paul Forman*. London: World Scientific.

Cooter, Roger, and Stephen Pumfrey. 1994. "Separate spheres and public places. Reflections on the history of science popularization and science in popular culture." *History of Science* 32:237–267.

Daum, Andreas. 1998. *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914*. Munich: Oldenbourg.

Deilmann, Astrid. 2004. *Bild und Bildung. Fotografische Wissenschafts- und Technikberichterstattung in populären Illustrierten der Weimarer Republik (1919–1932)*. Osnabrück: Der andere Verlag.

Deleuze, Gilles. 1992. "What is a dispositif?" In *Michel Foucault: Philosopher*, edited by Timothy J. Armstrong, 159–168. New York: Prentice-Hall.

Dietrich, 1908–1944. *Internationale Bibliographie der Zeitschriftenliteratur, Unterreihe: Beilage-Bände, Monatliches Verzeichnis von Aufsätzen aus deutschen Zeitungen*. Leipzig and Osnabrück: Dietrich.

Dietz, Burkhard, Michael Fessner and Helmut Maier, eds. 1996. *Technische Intelligenz und "Kulturfaktor Technik". Kulturvorstellungen von Technikern und Ingenieuren zwischen Kaiserreich und früher Bundesrepublik Deutschland*. Münster: Waxmann.

Duisberg, Carl. 1923. *Abhandlungen, Vorträge und Reden aus den Jahren 1882–1921*. Berlin: Chemie-Verlag.

Dussel, Konrad. 2004. *Deutsche Rundfunkgeschichte*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.

Fischer, William B. 1984. *The Empire Strikes Out: Kurd Lasswitz, Hans Dominik, and the Development of German Science Fiction*. Bowling Green OH: Bowling Green University Press.

Fleck, Ludwik. [1935 (first German edition)] 1979. *The Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: University of Chicago Press.

Forman, Paul. 1971. "Weimar culture, causality and quantum theory, 1918–27: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment." *Historical Studies in the Physical Sciences* 3:1–115.

Forman, Paul. 1973. "Scientific internationalism and the Weimar physicists: The ideology and its manipulation in Germany after World War I." *Isis* 64:151–180.

Foucault, Michel et al. 1977. "Le jeu de Michel Foucault (entretien avec D. Colas, A. Grosrichard, G. Le Gaufey, J. Livi, G. Miller, J. Miller, J.-A. Miller, C, Millot, G. Wajeman." *Bulletin périodique du champ freudien* No. 10:62–93.

Foucault, Michel et al. 1980. "The Confession of the Flesh" (interview). In *Power/Knowledge Selected Interviews and Other Writings*, edited by Colin Gordon, 194–228. New York: Pantheon.

Freyburg, W. Joachim, and Hans Wallenberg. 1977. *Hundert Jahre Ullstein. 1877–1977*. Berlin: Ullstein.

Friedman, Robert M. 2001. *The Politics of Excellence: Behind the Nobel Prize in Science*. New York: Times Books.

Führer, Karl Christian. 1997. "A medium of modernity? Broadcasting in Weimar Germany, 1923–1932." *Journal of Modern History* 69:722–753.

Funtowicz, Silvio O., and Jerome R. Ravetz 1993. "The Emergence of Post-Normal Science." In *Science, Politics and Morality: Scientific Uncertainty and Decision Making*, edited by Rene von Schomberg, 85–123. Dordrecht: Kluwer.

Gregory, Jane, and Steve Miller. 1998. *Science in Public: Communication, Culture, and Credibility*. London: Plenum Trade.

Groth, Otto. 1928. *Die Zeitung. Ein System der Zeitungskunde (Journalistik)*, Vol 1. Mannheim: J. Bensheimer.

Gruhn, Werner. 1979. *Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR*. Erlangen: Deutsche Gesellschaft für Zeitgeschichtliche Fragen.

Haber, Heinz. 1956. *The Walt Disney Story of Our Friend the Atom*. New York: Simon and Schuster.

Hahn, Otto, and Fritz Straßmann. 1939. "Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle." *Die Naturwissenschaften* 27(Jan 6):89–95.

Härtel, Christian. 2008. "Vom Schraubstock zum Schreibtisch. Populärliteratur für die Volksgemeinschaft am Beispiel Hans Dominiks." In *Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland*, edited by Carsten Würmann and Ansgar Warner, 183–195. Bern: Peter Lang.

Heilbron, John L. 1986. *The Dilemmas of an Upright Man: Max Planck as Spokesman for German Science*. Berkeley: University of California Press.

Herf, Jeffrey. 1984. *Reactionary Modernism: Technology, Culture, and Politics in Weimar and the Third Reich*. Cambridge: University Press.

Herf, Jeffrey. 2000. "'Reactionary Modernism' and After. Modernity and Nazi Germany Reconsidered." In *Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus. Bestandsaufnahme und Perspektiven der Forschung*, edited by Doris Kaufmann, 65–76. Göttingen: Wallstein.

Heumann, Ina. 2009. "'Mit Sicherheit und Würde der Öffentlichkeit über ihre Arbeit berichten'. Wissenschaftskommunikation in 'Bild der Wissenschaft' und 'Scientific American' (1964–1974)." In *Das Medium Wissenschaftszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert. Verwissenschaftlichung der Gesellschaft - Vergesellschaftung von Wissenschaft*, edited by Sigrid Stöckel, Wiebke Lisner, and Gerlind Rüve, 207–228. Stuttgart: Steiner.

Hilgartner, Stephen. 1990. "The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses." *Social Studies of Science* 20:519–539.

Hoffmann, Dieter. 1999. "The divided centennial: The 1958 Max Planck celebration(s) in Berlin." In *Commemorative Practices in Science: Historical Perspectives on the Politics of Collective Memory*, edited by Pnina G. Abir-Am, 138–149. Chicago: University of Chicago Press.

Hopwood, Nick. 1996. "Producing a socialist popular science in the Weimar republic." *History Workshop Journal* 41:117–153 .

Hürten, Heinz. 1985. "Der Topos vom christlichen Abendland in Literatur und Publizistik nach den beiden Weltkriegen." In *Katholizismus, nationaler Gedanke und Europa seit 1800*, edited by Albrecht Langner, 131–154. Paderborn: Schöningh.

Ilsmann, Andreas, and Alfred Kirpal. 2005. "Die DDR als Wissenschaftsland? Themen und Inhalte von Wissenschaftsmagazinen im DDR-Fernsehen." In *Politische Identität - Visuell*, edited by Wilhelm Hoffmann and Franz Lesske, 111–132. Münster: LIT.

Kaufmann, Doris, ed. 2000. *Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus. Bestandsaufnahme und Perspektiven der Forschung*. Göttingen: Wallstein.

Kaufmann, Walter, and Eva Reineke, eds. 2004. *Wer war der Herr mit der Zigarre? Der Ingenieur und Publizist Erich Laßwitz (1880–1959)*. Murnau: Edition Wolf & Fuchs.

König, Wolfgang. 2007. *Wilhelm II. und die Moderne. Der Kaiser und die technisch-industrielle Welt*. Paderborn: Schöningh.

Kretschmann, Carsten. 2002. *Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel*. Berlin: Akademie.

Lane, Robert E. 1966. "The decline of politics and ideology in a knowledgeable society." *American Sociological Review* 21:649–662.

Ludes, Peter, Heidemarie Schumacher, and Peter Zimmermann, eds. 1994. *Geschichte des Fernsehens in der Bundesrepublik Deutschland*, vol. 3: *Informations- und Dokumentationssendungen*. Munich: Fink.

Macrakis, Kristie. 1993. *Surviving the Swastika: Scientific Research in Nazi Germany*. New York: Oxford University Press.

Mädicke, Horst. 1956. "Zu einigen Problemen unserer künftigen Arbeit." *Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse* 12:2–4.

Maier, Helmut, ed. 2002. *Rüstungsforschung im Nationalsozialismus. Organisation, Mobilisierung und Entgrenzung der Technikwissenschaften*. Göttingen: Wallstein.

Mehrtens, Herbert, and Steffen Richter. 1980. *Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie. Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte des Dritten Reichs*. Frankfurt am Main: Surkamp.

Meinel, Christoph, and Peter Voswinckel, eds. 1994. *Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten*. Stuttgart: GNT-Verlag.

de Mendelssohn, Peter. 1982. *Zeitungsstadt Berlin, Menschen und Mächte in der Geschichte der deutschen Presse*. Frankfurt am Main: Ullstein.

Metzler, Gabriele. 1996. "'Welch ein deutscher Sieg!' Die Nobelpreise von 1919 im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft." *Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte* 44:173–200.

Metzler, Gabriele. 2000. *Internationale Wissenschaft und nationale Kultur. Deutsche Physiker in der internationalen Community 1900–1960*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Meyer. 1905. *Meyers großes Konversations-Lexikon*, 6. ed. Leipzig: Bibliographisches Institut.

Miller, Jon D. 1983. *The American People and Science Policy. The Role of Public Attitudes in the Policy Process*. New York: Pergamon Press.

Müller, Dorit. 2008. "Populärwissenschaftliche Zeitschriften im 'Dritten Reich'." In *Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland*, edited by Carsten Würmann and Ansgar Warner, 23–44. Bern: Peter Lang.

Natur und Technik. 1947–50. *Natur und Technik. Halbmonatsschrift für alle Freunde der Wissenschaft, Forschung und Praxis*. Berlin: Wedding Verlag.

Nipperdey, Thomas. 1990. *Deutsche Geschichte*, vol. 1: *Arbeitswelt und Bürgergeist*. Munich: Beck.

Ong, Walter. 1982. *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*. London: Methuen.

Orion. 1946–60. *Orion. Naturwissenschaftlich-technische Zeitschrift für Jedermann*. Munich: Oldenburg.

Planck, Max. 1909. *Die Einheit des physikalischen Weltbildes*. Leipzig: Hirzel.

Planck, Max. 1918. "Ansprache." *Sitzungberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften* (session of Nov. 14, 1918):993.

Planck, Max. 1929. *Das Weltbild der neuen Physik*. Leipzig: Barth.

Revel, Judith. 2002. *Le vocabulaire de Foucault*. Paris: Ellipses.

Roeseler, Hans. 1927. "Ein Jahr Deutschen Welle." *D. W. Funk* (1):1–3.

Rose, Paul Lawrence. 1998. *Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project: A Study in German Culture*. Berkeley: University of California Press.

Rothmaler, Werner. 1955. "Unsere nächsten Aufgaben." *Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse* 3:6–12.

Schildt, Axel. 1999. *Zwischen Abendland und Amerika. Studien zur westdeutschen Ideenlandschaft der 50er Jahren*. Munich: Oldenbourg.

Schirrmacher, Arne. 2007. "Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger." *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 30:13–31.

Schirrmacher, Arne. 2008. "Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert." *Geschichte und Gesellschaft* 34:73–95.

Schirrmacher, Arne. 2011. "From Kosmos to Koralle. On the Culture of Science Reading in Imperial and Weimar Germany." In *Quantum Mechanics and Weimar Culture: Revisiting the Forman Thesis, with Selected Papers by Paul Forman*, edited by Cathryn Carson, Alexei Kojevnikov, and Helmuth Trischler, 433–452. London: World Scientific Publishing.

Schirrmacher, Arne. 2012. "State-controlled multimedia for all? Science programs in early German radio." *Science and Education* 21:381–401.

Schirrmacher, Arne, and Ulrike Thoms. 2007. "Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle. Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs." In *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*, edited by Sybilla Nikolow and Arne Schirrmacher, 97–110. Frankfurt am Main/New York: Campus.

Schlösser, Hans. 1957. "Über fortschrittlich-bürgerliche Bestrebungen, im deutschen Volk wissenschaftliche Kenntnisse zu verbreiten." *Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse* 7–12

Schmidt-Lux, Thomas. 2008. *Wissenschaft als Religion. Szientismus im ostdeutschen Säkularisierungsprozess*. Würzburg: Ergon.

Schreiber, Georg. 1922. *Deutsche Kulturpolitik und Katholizismus*. Freiburg im Breisgau: Herder.

Schubotz, Hermann 1928. "Zwei Jahre Deutsche Welle." *D.W. Funk* 1–3.

von Schwabach, Paul. 1927. *Aus meinen Akten*. Berlin: Flemming & Wiskott.

Schwarz, Angela. 1999. *Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870–1914)*. Stuttgart: Steiner.

Secord, James. 2004. "Knowledge in transit." *Isis* 95:654–672.

Shinn, Terry, and Richard Whitley. 1985. *Expository Science: Forms and Functions of Popularization*. Dordrecht: Reidel.

Sperling. 1902–47. *Sperlings Zeitschriften-Adressbuch. Handbuch der deutschen Presse; die wichtigsten Zeitschriften und politischen Zeitungen Deutschlands, Österreichs und des Auslandes*, published by Börsenverein der Deutschen Buchhändler. Leipzig: Börsenverein.

Stamm, 1947–. *Stamm. Leitfaden durch Presse und Werbung; Verzeichnis und Beschreibung periodischer Publikationen, Rundfunkanstalten und Werbemöglichkeiten in Deutschland*. Essen: Stamm.

Stummvoll, Josef. 1935. *Tagespresse und Technik. Die technische Berichterstattung der deutschen Tageszeitung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Beilagen*. Leipzig: Risse.

Szöllösi-Janze, Margit. 2004. "Wissensgesellschaft in Deutschland: Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse." *Geschichte und Gesellschaft* 30:277–313.

Technik für Alle. 1916/17–1942/43. *Technik für Alle. Monatshefte für Technik und Industrie*. Stuttgart: Franck.

Ullstein Berichte. 1926–1933. *Ullstein Berichte*. Berlin: Ullstein.

Urania. 1979. *30 Jahre DDR und das Wirken der Urania für den Sozialismus*. Report issued by the President of the Urania Society, Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse. Leipzig: Urania-Verlag.

Walker, Mark. 1995. *Nazi Science. Myth, Truth and the German Atomic Bomb*. New York: Plenum.

Warnecke, Peter. 1998. "Augen auf! Wissenschaftsmagazine des Fernsehens der DDR, 1959–1991." In *Zwischen Service und Propaganda. Zur Geschichte und Ästhetik von Magazinen im Fernsehen der DDR, 1952–1991*, edited by Helmut Heinze and Anja Kreutz, 193–230. Berlin: Vistas.

Weingart, Peter. 2001. *Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*. Weilerswist: Velbrück.

Weingart, Peter. 2005. *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*. Weilerswist: Velbrück.

Weingart, Peter, Martin Carrier, and Wolfgang Krohn, eds. 2007. *Nachrichten aus der Wissensgesellschaft. Analysen zur Veränderung der Wissenschaft*. Weilerswist: Velbrück.

Whalen, Matthew D. 1981. "Science, the public, and American culture: A preface to the study of popular science." *Journal of American Culture* 4:14–26.

Wissenschaft und Fortschritt. 1951–1993. *Wissenschaft und Fortschritt. Populärwissenschaftliche Monatsschrift der Freien Deutschen Jugend*. Berlin: Verlag Junge Welt.

Wulf, Joseph. 1989. *Kultur im Dritten Reich. Eine Dokumentation in fünf Bänden*. Berlin: Ullstein.

Würmann, Carsten, and Ansgar Warner, eds. 2008. *Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland*. Bern: Peter Lang.

Zimmermann, Hartmut, ed. 1985. *DDR-Handbuch*. Köln: Verlag Wissenschaft und Politik.

Zimmermann, Peter, ed. 1994. *Fernseh-Dokumentarismus. Bilanz und Perspektiven*. Constance: UVK.

Ausblick

Science in Context **26**(3), 393–404 (2013). Copyright © Cambridge University Press
doi:10.1017/S0269889713000112

Introduction: Communicating Science: National Approaches in Twentieth-Century Europe

Arne Schirrmacher

Humboldt-Universität zu Berlin
E-mail: arne.schirrmacher@hu-berlin.de

In a recent book on *The Publics of Science; Experts and Laymen Through History*, Agustí Nieto-Galan introduced his subject of a (mostly Western) history of public science, covering the times from the Scientific Revolution to the twenty-first century, with reference to Sigmund Freud. In one of his essays of cultural critique, Freud had, so to speak, put culture itself on his couch, and this session also featured talk about science and technological application. *Civilization and Its Discontents* identified a factor of disillusionment in the progress of science and technology, which gave rise to "The Uneasiness in Culture" (the literal translation of the title of Freud's German essay *Das Unbehagen in der Kultur*), and this uneasiness tainted a great deal of the happiness science and technology were intended to cultivate (Nieto-Galán 2011; Freud 1930). New technology and inventions like telephones, ocean liners, or drugs, Freud argued, were mostly remedies for negative developments technology had just created; for instance, without modern transportation people would stay close to each other and not need any telephone. (However, he did not address the issue of whether scientific knowledge itself may have provided some satisfaction.) The modern individual, as analyzed by Freud, was therefore constantly ill at ease with modern scientific and technological culture.

Roughly the same line of thought is found by Nieto-Galán in Eric Hobsbawm's *The Age of Extremes: A History of the World, 1914–1991*.[1] In this book history is told through processes of failure, in particular of communism, capitalism, and nationalism, and in a chapter on the natural sciences he describes "a background glow of suspicion and fear" that accompanied progress in this sphere. Here it is the twentieth century which "was not at ease with the science which was its most extraordinary achievement, and on which it depended." Four "feelings" dominated the perception of the modern world: "that science was incomprehensible; that both its practical and moral consequences were unpredictable . . . , that it underlined the helplessness of the individual," and that "it was inherently dangerous" since it "interfered with the natural order of things"

[1] The European edition of Hobsbawm's book had a different subtitle, "The Short Twentieth Century," as a complement to the notion of the "long" nineteenth century 1789–1914.

(Hobsbawm 1994, 530). As a consequence, a characteristic (and essentially Anglo-American) phenomenon emerged particularly in the second half of the twentieth century: science fiction. Apparently, it transformed the bad feelings towards modern life into pleasure in technological tales of the future.

Regardless of how widespread such feelings and dispositions that Freud had already diagnosed in Vienna back in 1930 actually were throughout the world during the twentieth century, and whatever effects they may have entailed with respect to the role of science and the popular discussion about science, the obvious flaw – at least in Hobsbawm's attempt at a twentieth-century "history of the world" – is probably due to his reliance on too narrow a basis of research. With John C. Burnham's *How Superstition Won and Science Lost: Popularizing Science and Health in the United States*, a narrative of the "victory of superstition" was introduced, one that relied on the American case and which seems to have found its way into more global historiography. The narrative included the claim that "Americans willingly capitulated to the new superstition" and that a process was at work, that followed, despite "the chaos of history," a clear pattern: "in the United States, the popularization of health, psychology, and the natural sciences all followed courses that in basic outline were parallel." "Diffusion," "popularization," "dilution," and "trivialization" were the four stages of this pattern (Burnham 1987, 8 and 226).

This upshot, however, is not corroborated by newer research; neither in the British case (Broks 2006, with discussion of Burnham 59–63; Bowler 2006 and 2009; Boon 2008; cf. also Tobey 1971), nor in the American one, a result that also extends to popularizers from media other than print (Lewenstein 1987 and 1992; LaFollette 1989 and 2008). Rather, twisted versions of the pattern have been put forward that show instances of scientists themselves creating superstition – clearly, for selfish reasons and in ways not ethically justifiable – and that hint at political and commercial interests seizing power over popularization discourses (cf. e.g. Oreskes and Conway 2010). In any case, the generalization of Burnham's findings for the United States cannot be taken for granted; in Germany, for instance, it was not the public, but the scientists themselves who were found to have "capitulated" to popular and philosophical currents fostering acceptance of indeterminism and *Lebensphilosophie* (philosophy of life) during the 1920s (Forman 1971; Carson et al. 2011). Therefore, influencing, reasoning, or even bringing about "capitulations" can work either way in the relationship between science and the public, and it appears reasonable to speak of *science communication* as a two-way process,[2] keeping in mind that this notion requires the same kind of clarification and historicizing as "popularization." Certainly, as long as one understands the communication between science and its publics as "popularization" and then identifies the "fight against superstition" as a core issue of this "popularization,"

[2] This view has been stressed in the recent German literature by considering "science" and "public," often together with "politics," as (mutually beneficial) *resources* that can be mobilized (Ash 2001; Weingart 2001; Weiss 2006; Nikolow and Schirrmacher 2007).

Bunham's conclusions may be consistent; in the last twenty years, however, scholars have increasingly reached agreement that this issue is no longer at the center of the historical studies of "popular science," as the relationship between science and the public has emerged as a more complex one.

The present issue acknowledges this complexity while at the same time it looks out into the world. The authors contributing to the present collection, however, take a European perspective, which combines a wide variety of societies with a number of stark political ruptures, on the one hand, with some shared historical and cultural traditions these European nations entertained, on the other. As in any other cultural field, the popular understanding of science was subject to national developments within Europe, yet attention was still paid to what was happening in the neighboring countries, particularly in those countries on the periphery. Studying Britain, France, Germany, and Russia, all nations with strong national identities, as well as Italy and Spain, which despite regional conflicts had at least a strong core in this regard, we do not expect a single pattern of science communication to emerge. Rather, we hope to exhibit the dimensions along which a comparative account will bear fruit. From this European perspective, lines of development that seem strong in the American case emerge relatively late in the game. There has been a lot of "Americanization" of popular science over the world in recent decades – just recall the 18 foreign-language (and "localized") editions of *Scientific American*, including Romanian, Brazilian Portuguese, and Arabic ones –, but there were also national approaches to communicating science for most of the twentieth century.

In the following I will briefly introduce, first, what concepts have been replacing the rather schematic models and mechanisms that are usually referred to as "popularization"; second, why studying "national approaches" is a fruitful route to a comparative (and analytical) history of science in culture and society; and third, what perspectives are worth following when studying national approaches to science communication.

Communicating Science

The question as to whether one can still speak of "popularization" when looking at the role of science in the "Age of Extremes," which produced both subtle cultural critique and rough propaganda, or whether one should better frame all analysis in terms of the transformation, transfer, and "transit" of knowledge that can be of different kinds and origins – from scientific institutions, just as from any other places of discourse in society relating to science – has not yet been answered conclusively. The historiographical considerations on this are copious, however;[3] bibliographies of secondary literature

[3] From the host of historiographical discussions available I mention, starting with the more recent ones (Topham 2009; Daum 2009; Gavroglu et al. 2008; Govoni 2008; Schirrmacher 2008; Bowler 2006; Secord 2004; Felt 2002 and 2000; Bensaude-Vincent and Rasmussen 1997).

have been gathered,[4] and at the same time a small canon of seminal papers has emerged that exhibits the key problems.[5] Anyone in need of orientation in this ongoing discourse finds in Andreas Daum's "short review" a concise and thorough point of entry as well as a bridge leading from the rich scholarship on nineteenth-century popular science (of the central nations) to the still only vaguely charted stocks, roles, and uses of scientific knowledge in modern societies (all over the globe) (Daum 2009, 320).

One historiographical insight, however, appears to be rather widespread in most of the newer discussions, a kind of *communicative turn*. James Secord observed a shift of focus towards "science as a form of communicative action" in general, and suggests putting knowledge in the center of considerations. Expanding on this, Jonathan Topham has phrased the program of an integrative framework as follows:

> My argument was that the category "popular science" carries so much historical baggage as to be seriously compromised for use of a term of historical analysis. In particular, it does not define a topic of study in a way that is either intellectually rigorous or heuristically rewarding. In its place, I have suggested the need to develop an approach in which all scientific knowledge is understood as part of a communicative process, involving appropriation, resistance and cultural contestation. This has the benefit of reintegrating "science popularization" with other forms of communication in science, including education and international communication, and it also provides a range of new historiographical resources, drawn from, among other places, the cultural history of the book, translation studies and the history of education. (Topham 2009, 19–20)

By the time these lines were published within an introduction to an edited volume on *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000* (Papanelopoulou et al. 2009), which provided a wide survey of the roles and uses of popular science in those European nations that were not among the few big players in science and technology, other collective efforts in this direction were already under way by various other groups, some of which had already produced collections of essays. A volume on *Science and the Public as Mutual Resources* propelled the analysis into the twentieth century; science communication now had its pushes and pulls and did not happen without a "transaction cost" (viz. loss of scientific reputation); pseudoscience and science fiction had to be integrated; new fields of science either needed the public as an object and a resource to become established, like ethnology in Germany, or took shape in different ways due to the public attention they received, like knowledge

[4] The bibliography of secondary sources in (Papanelopoulou et al. 2009) is particularly rich, see also the comprehensive citations in (Daum 2009); for a survey of secondary literature by European countries cf. (Schirrmacher 2009, 204–206).

[5] The top three now classic articles in my opinion are (Whitley 1985), demonstrating that the "dominant view" of popularization is too simplistic; (Hilgartner 1990), highlighting the instrumental uses of popularization; and (Cooter and Pumfrey 1994), disentangling the different forms and practices of knowledge conflated as "popular science" or combined under the "umbrella term" of popularization, which have been developed for rather different purposes and therefore may pertain to "separate spheres."

on eugenics in Britain and Austria (Nikolow and Schirrmacher 2007). The volume *Beyond Borders: Fresh Perspectives in History of Science*, although it showed a wide sweep of transnational studies through many centuries, also emphasized questions of comparison, communication, and appropriation (Simon and Herran 2008). The emergent mass media, too, made a difference in the processes of communicating about science and public knowledge. This was discussed in two topical issues of different journals, first *Making the Paper: Science and Technology in Spanish, Greek and Danish Newspapers Around 1900*, and, with the addition of popular science magazines and broadcasting, *Popular Science Between News and Education: A European Perspective* (*Centaurus* 51:2, edited by Peter Kjaergaard, 2009; *Science and Education* 21:2, edited by Arne Schirrmacher, 2012). Finally, the *Isis* Focus Section "Historicizing 'Popular Science'" complemented strong historiographical reflections (*Isis* 100:2, edited by JonathanTopham, 2009).

The last of these publications included Daum's historical reflections in "Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge," which pointed out three imbalances in the current scholarship. Apart from focusing too much attention on purely scientific knowledge and (secondary) literature in English, there is in particular "the chronological focus on the nineteenth century, which has not sought to distinguish more precisely how the goals, rhetoric, and practices of popular science changed during that century as well as on their way into the 'Age of the Extremes' and today's knowledge society" (Daum 2009, 322–323). The key question with regard to the vicissitudes of the twentieth century hence remains: how can we come to grips with popular science "after popularization"? This question arises, first, because "popularization" as an actor's category increasingly disappeared in a number of European nations around 1900, and second, because it turns out that "popularization" is no longer a proper analytical category in this period (Schirrmacher 2008).

National Approaches

In twentieth-century cultural history as well, the natural arena of discourse remained the nation, particularly since many European countries had just consolidated during the preceding decades. Unification, as in the cases of Germany or Italy, transformed geographic regions into nation states and created national cultures. And in so doing, science and technology played important roles that invited reflection on a national, rather than global scale, as had been characteristic for earlier centuries.[6] Media for influencing public opinion, and above all the mass media, were – if not local

[6] For the purpose of the present project it may suffice to use the term "national approach," particularly in order to exhibit comparative perspectives. While the role of science and technology in the process of nation-building is a central issue (cf. Jessen and Vogel 2002), discussion of nationalism and internationalism as (national) debates and political agendas in themselves, within a more general historical context and the roles of science and technology for "national identity" in a global perspective, have been discussed in greater detail elsewhere (cf. Metzler 2000; Harrison and Johnson 2009).

undertakings – restricted to the nation state; therefore science communication in newspapers and on the air, which aimed at a broad public, represented national approaches toward communicating science.

First in the present issue, Paola Govoni's case study tells a story of "The Building of a Scientific Community in Italy, 1860s-1930s," delineating the particular national aspects of the Italian story of institutionalization, (gendered) competition and discourse on *scienza popolare.* This is done in comparison with the British example, which served as a model and yet relied on very different (national) conditions. A particular characteristic of Italy's history of unification, at least in the field of education, was an "anomalous trend" of openness towards women, which broke off after World War I, a phenomenon that Govoni traces in the development of popular science. But the British history of popular science in the twentieth century also requires further elaboration and the debunking of certain myths, an agenda Peter Bowler continues to pursue in his contribution to the present collection (also cf. Bowler 2006 and 2009). Focusing on the interwar years and three popular science magazines, he demonstrates that while there is no room for Burnham's superstition thesis in the British case, on the other hand, a close nexus of popular science and (self-)education was distinctive for the British nation; however, the body of female writers in this field, which was so strong in Victorian times, had largely disappeared. In contrast, the French developments around the same period showed strongly coordinated activities by the scientific community and the state on the dissemination of science. Bernadette Bensaude-Vincent shows that these joint projects often produced paradoxical results. The project of a national encyclopedia, an *Encyclopédie française,* and the opening of the *Palais de la découverte* with its novel hands-on approach, addressing a general public and younger audiences, respectively, ran into symptomatic troubles. Eventually these contributed, paradoxically, to establishing the "cliché of the increasing gap" between science and the public.

Unlike Britain and France in the twentieth century, Germany had to cope with two stark changes of political regime after two lost wars; strangely enough, the relationship between science and the German public was a rather close one. National standing and pride, which could no longer be found in the state or its military power, was defined through German culture, in which science played a central role. In my own contribution to this collection of essays, I try to explain these surprising continuities in popular demand for digestible science communication from the 1900s to the 1980s – and thus after 1949 in two German states – in terms of an underlying cultural dispositif, viz. a machinery in which an ensemble of actors and agencies, common philosophical or moral propositions and legal conditions, as well as state interference or non-interference, acquired a momentum that allowed specific forms of science communication to survive the two German catastrophes. Scarcely less dramatic were the political events in Imperial Russia and the Soviet Union, but again the focus on popular science allows aspects of cultural history to be discerned which are otherwise left in the dark. First of all, James Andrews demonstrates in his essay that it was not the 1917 revolution in Russia that directly transformed popularization activities, but rather Stalin's "great break"

of 1928. As such, Andrews advances the concept of a "contiguous communicative 'public sphere'" that existed between 1861 and 1928, which was then replaced by the promotion of applied science and technology for the masses. Like the contributions on Germany and Russia, the final essay by Agustí Nieto-Galan on the role of science popularization under the Franco regime in Spain also carries the discussion far into the second half of the twentieth century. On the basis of a single individual, physical chemist turned popular science writer Miguel Masriera, the impact of the Spanish dictatorship on science communication is traced. Wavering between "soft" cultural resistance and critical collaboration, Masriera embodies a type of "citizen-scientist" (a term that was initially coined for German Nazi scientists, cf. Walker 1989), who during the Cold War both served to legitimize the regime domestically but could still enjoy international recognition abroad.

This small collection of essays can hardly be called exhaustive, yet it allows the reader to travel through the twentieth century while visiting a good selection of places, and thus may claim to provide a rough portrait of Europe. It is fleshed out and complemented by additional work published elsewhere and will hopefully stimulate further attempts to paint a larger and more detailed picture. Further pieces of the picture have emerged, partly in exchange and collaboration with authors of this issue: some of the Polish organs and uses of popular science (Zasztowt 2009; Włodarczyk 2009; Zasztowt et al. 2012), some of particularly French kinds of popular and public science like song and cabaret (Raichvarg 2009), and some of Spanish popular paleontology, which analyzed the remains of the oldest Homo sapiens and declared him a "Spanish national" (Hochadel 2009 and 2013). Another fascinating case study combining a truly European understanding of scientific culture with a peripheral geographic location and a host of efforts to communicate science to a diverse people is Israel, which established two different popular science programs on TV, one in Hebrew and one in Arabic, thus representing a rather different national approach to science communication (Katz-Kimchi 2012 and 2013).

Dimensions of Science Communication

This European survey would be rather unrewarding, however, without some historiographical insights both from the individual contributions and from its synopsis. It appears to me that there are a number of *dimensions* of science communication along which the different cases can be measured, some of them probably with a wider and others with a more restricted range. There are political, cultural, religious, and epistemological dimensions as well as dimensions pertaining to the medium and to the question of who can speak for science, which is at the same time a question of power and also of gender.

The national approaches sketched above differentiate between those that are more defined by political power, as in the Soviet and Spanish cases, and those more deeply

defined with reference to (national) culture, most strongly so in Germany (even in the German Democratic Republic things changed only slowly towards the Soviet model), but to a great extent in Italy and Britain as well. The political dimension is particularly apparent in the cases of legitimization of regimes like Francoism in Spain. On this scale France occupies a kind of middle position, as its *culture scientifique* was very much a "state affair," equally cultural and political, given its state support and associated agenda (Bergeron 2000).

The religious dimension turns out to be very instructive for comparing dictatorial regimes like Stalin's anti-religious Soviet Union, where, as Andrews explains, popularizers were seen as "godless activists" (*bezbozhniki*), and Franco's Spain, which in Nieto-Galan's analysis exhibited a "strong religious-laden scientific culture of Francoism" that was able to dwell on a rich Jesuit tradition of (popular) science (Herran 2012). (This insight points to Poland as a most interesting case to be studied in the comparative perspective.)

The epistemological dimension was strongest in France, where a necessary divorce of science and opinion was postulated, for example, in Bachelard's epistemology of rupture, which declared a (necessary) scientification of life and called for a scientific organization of society or even a "scientific consciousness" as a major guiding principle (Bachelard 1938). In the second half of the twentieth century a good number of activities followed this rationale, with the French state spending a great deal on actions promoting a *culture scientifique et technique* (CST) and establishing local centers for this (CCSTs, cf. Knuth 1992; Crozon and Maitte 2001). More generally, this dimension pertains to questions of knowledge and the fabrication of meaning, and, as such, the co-creation of facts and meaning through the interaction of esoteric and exoteric circles (Fleck 1979), the process that is at the very heart of science communication.

There is one dimension we know rather little about so far: the media dimension. This is because it was not until the twentieth century that different media such as print, radio, television, and recently also the Internet, began competing with each other, while in the nineteenth century we find only the scientific theater coexisting with printed material (Pallo 2009; Molvig 2010). It remains to be asked what roles the different qualities and possibilities of print, audio, and audiovisual media played; how popular representations of science in writing, illustration, and motion pictures or newsreels created a new understanding of science and scientific practice (or even became part of knowledge production);[7] and whether media choice, media change, and media competition served to improve science communication or led to its deliberate use for extra-scientific purposes. In the following, we touch upon such questions only occasionally: when looking at the British example for the range of genres in popular science journals – from armchair fare to self-education material, juxtaposing

[7] Reichert for instance, stresses "that cinematic practices not only *influence* the creation of knowledge, but rather determine it *in a constitutive way*. The cinematic method does not simply illustrate facts and circumstances of knowledge, but essentially produces them" (Reichert 2007, 14; emphasis in the original).

encyclopedias and exhibitions in the French case, and extending the patterns established about the different levels of popularity of science communication in Germany, as provided by the various journals, magazines, and newspapers, to the new medium of radio.

The final dimension in my list concerns authorship and authority and addresses the question: Who can speak for science? There are the scientists themselves, or delegated representatives, who communicate directly out of the scientific community; and there are professional science writers, or even hack writers, who try to monopolize the field of popular science. Professional science journalism generally emerged rather late, and the more science was seen as a part of (high) culture, the more scientific qualifications were expected of the authors (Bauer and Bucchi 2007; Förster 2007; Daum 2008). Clearly, there were interactions between groups of authors, and characteristic paths individuals took, one leading "from academic prestige to popular science," as Nieto-Galan exemplifies in his case study; another the result of excluding women scientists from Italian universities, which made them become popular science writers, as Govoni discusses. Still another mechanism was Socialist collectivism, which forced all science communicators to join the programs of state organizations: in the Soviet Union the *All-Union Society for the Dissemination of Political and Scientific Knowledge*, and in the Soviet satellite states, which included East Germany, the respective sister organizations, allowing them to monopolize and control the discourses of popular science.

All six of these dimensions provide a perspective on science communication that elucidates the history of popular science. They can be understood as "tracers" that make visible both the historical evolution of science and the concurrent developments within the different national public spheres.

References

Ash, Mitchell. 2001. "Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander. Programmatische Überlegungen am Beispiel Deutschlands." In *Wissenschaftsgeschichte heute: Festschrift für Peter Lundgreen*, edited by Jürgen Büschenfeld, 117–134. Bielefeld: Verlag für Regionalgeschichte.

Bachelard, Gaston. 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

Bauer, Martin W., and Massimiano Bucchi, eds. 2007. *Journalism, Science and Society. Science Communication between News and Public Relations.* London: Routledge.

Bensaude-Vincent, Bernadette, and Anne Rasmussen, eds. 1997. *La science populaire dans la presse et l'édition. XIX^e^ et XX^e^ siècles*. Paris: CRNS éditions.

Bergeron, Andrée. 2000. *La culture des savoirs: culture scientifique et technique et universités*. Paris: Palais de la découverte.

Boon, Timothy. 2008. *Films of Fact. A History of Science in Documentary Films and Television*. London: Wallflower Press.

Bowler, Peter. 2006. "Experts and Publishers: Writing Popular Science in Early Twentieth-Century Britain, Writing Popular History of Science Now." *British Journal in the History of Science* 39:169–187.

Bowler, Peter. 2009. *Science for All: Scientists and Popular Science Writing in Early Twentieth-Century Britain*. Chicago: Chicago University Press.

Broks, Peter. 2006. *Understanding Popular Science*. Maidenhead: Open University Press.

Burnham, John C. 1987. *How Superstition Won and Science Lost: Popularizing Science and Health in the United States*. Rutgers: University Press.

Carson, Cathryn, Alexei Kojevnikov, and Helmuth Trischler, eds. 2011. *Quantum Mechanics and Weimar Culture: Revisiting the Forman Thesis, with Selected Papers by Paul Forman*. London: World Scientific.

Cooter, Roger, and Stephen Pumfrey. 1994. "Separate Spheres and Public Places. Reflections on the History of Science Popularization and Science in Popular Culture." *History of Science* 32:237–267.

Crozon, Michel, and Bernard Maitte. 2001. "La Culture Scientifique en France: institutions, enjeux." *Esprit* (n° 278) 10:105–119.

Daum, Andreas. 2008. "Geschichte des Wissenschaftsjournalismus." In *WissensWelten. Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis*, edited by Holger Hettwer, Markus Lehmkuhl, Holger Wormer, and Franco Zotta, 155–175. Gütersloh: Bertelsmannstiftung.

Daum, Andreas. 2009. "Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge: Some Historical Reflections." *Isis* 100:319–332.

Felt, Ulrike. 2000. "Why Should the Public 'Understand' Science? A Historical Perspective on Aspects on the Public Understanding of Science." In *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*, edited by Meinolf Dierkes and Claudia von Grothe, 7–38. Amsterdam: Harwood Academic Publishing.

Felt, Ulrike. 2002. "Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Wechselwirkungen und Grenzverschiebungen." In *Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart*, edited by Mitchell G. Ash and Christian Stifter, 47–72. Vienna: WUV-Universitäts-Verlag.

Fleck, Ludwik. 1979. *The Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: University of Chicago Press.

Forman, Paul. 1971. "Weimar Culture, Causality and Quantum Theory, 1918–27: Adaption by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment." *Historical Studies in the Physical Sciences* 3:1–115.

Förster, Hans Christian. 2007. *Am Anfang war die TELI. Journalismus für Wissenschaft und Technik*. Berlin: TELI.

Freud, Sigmund. 1930. *Das Unbehagen in der Kultur*. Vienna: Internationaler Psychoanalytischer Verlag.

Gavroglu, Kostas, Manolis Patiniotis, Faidra Papanelopoulou, Ana Simões, Ana Carneiro, Maria Paula Diogo, José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar, and Agustí Nieto-Galan. 2008. "Science and Technology in the European Periphery: Some Historiographical Reflections." *History of Science* 46:153–175.

Govoni, Paola. 2008. "The Historiography of Science Popularisation: Reflections Inspired by the Italian Case." In *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000*, edited by Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan, and Enrique Perdriguero, 21–42. Aldershot: Ashgate.

Harrison, Carol E., and Ann Johnson, eds. 2009. *National Identity: The Role of Science and Technology* (Osiris, new series, vol. 24). Chicago: Chicago University Press.

Herran, Néstor. 2012. "'Science to the Glory of God': The Popular Science Magazine Ibérica and its Coverage of Radioactivity, 1914–1936." *Science and Education* 21:335–353.

Hilgartner, Stephen. 1990. "The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses." *Social Studies of Science* 20:519–539.

Hobsbawm, Eric J. 1994. *The Age of Extremes: A History of the World, 1914–1991*. New York: Pantheon.

Hochadel, Oliver. 2009. "Atapuerca - the Making of a Magic Mountain. Popular Science Books and Human-Origins Research in Contemporary Spain." In *Communicating Science in 20th Century Europe. A Survey on Research and Comparative Perspectives*. (MPI Preprint 385), edited by Arne Schirrmacher, 149–163. Berlin: Max Planck Institute.

Hochadel, Oliver. 2013. "A Boom of Bones and Books: The 'Popularization Industry' of Atapuerca and Human-Origins Research in Contemporary Spain." *Public Understanding of Science*, 22(5):530–537.

Jessen, Ralph, and Jakob Vogel, eds. 2002. *Wissenschaft und Nation in der europäischen Geschichte*. Frankfurt: Campus.

Katz-Kimchi, Merav. 2012. "Screening Science, Producing the Nation: Popular Science Programs on Israeli Television (1968–1988)." *Media, Culture & Society* 34:519–536.

Katz-Kimchi, Merav. 2013. " 'Blue and White' Science and Technology: Nationality and Popular Science on Israeli Television (1968–1988)." In *Televising Modernity: International Case Studies in Television Programming*, edited by Melissa Chakars and Stewart Anderson, forthcoming. Manchester: Manchester University Press.

Knuth, Daniel. 1992. *La place du chercheur dans la vulgarisation scientifique – Rapport demandé par la Délégation à l'information scientifique et technique*. Paris: Ministère de la recherche et de l'espace.

LaFollette, Marcel C. 1989. *Making Science Our Own: Public Images of Science 1910–1955*. Chicago: University of Chicago Press.

LaFollette, Marcel C. 2008. *Science on the Air: Popularizers and Personalities on Radio and Early Television*. Chicago: University of Chicago Press.

Lewenstein, Bruce V. 1987. "Public Understanding of Science in America, 1945–1965." Ph.D. diss., University of Pennsylvania.

Lewenstein, Bruce V. 1992. "The Meaning of 'Public Understanding of Science' in the United States after World War II." *Public Understanding of Science* 1:45–68.

Metzler, Gabriele. 2000. *Internationale Wissenschaft und nationale Kultur. Deutsche Physiker in der internationalen Community 1900–1960*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Molvig, Ole. 2010. "Theaters of Science: On Stage and Behind the Scenes at the Berlin Urania." In *The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, edited by David Aubin, Charlotte Bigg, and H. Otto Sibum, 325–344. Durham: Duke University Press.

Nieto-Galan, Agustí. 2011. *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*. Madrid: Marcial Pons.

Nikolow, Sybilla, and Arne Schirrmacher, eds. 2007. *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*. Frankfurt am Main/New York: Campus.

Oreskes, Naomi, and Erik Conway. 2010. *Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York: Bloomsbury Press.

Pallo, Garbor. 2009. "Genres of popular science. Urania and the scientific theater." In *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000*, edited by Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan, and Enrique Perdriguero, 157–174. Aldershot: Ashgate.

Papanelopoulou, Faidra, Agustí Nieto-Galan, and Enrique Perdriguero, eds. 2009. *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000*. Aldershot: Ashgate.

Raichvarg, Daniel. 2009. "Science in the French Popular Media in the 1930s and 1940s: Radio, Songs and Cabaret." In *Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on Research and Comparative Perspectives*. (MPI Preprint 385), edited by Arne Schirrmacher, 187–195. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science.

Reichert, Ramón. 2007. *Im Kino der Humanwissenschaften. Studien zur Medialisierung wissenschaftlichen Wissens*. Bielefeld: Transcript.

Schirrmacher, Arne. 2008. "Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert." *Geschichte und Gesellschaft* 34:73–95.

Schirrmacher, Arne, ed. 2009. *Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on Research and Comparative Perspectives*. (MPI Preprint 385). Berlin: Max Planck Institute for the History of Science.

Secord, James. 2004. "Knowledge in Transit." *Isis* 95:654–672.

Simon, Josep, and Néstor Herran, eds. 2008. *Beyond Borders: Fresh Perspectives in History of Science*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.

Tobey, Ronald C. 1971. *The American Ideology of National Science, 1919–1930*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Topham, Jonathan. 2009. "Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science." In *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000*, edited by Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan, and Enrique Perdriguero, 1–20. Aldershot: Ashgate.

Walker, Mark. 1989. *German National Socialism and the Quest for Nuclear Power 1939–1949*. Cambridge: Cambridge University Press.

Weingart, Peter. 2001. *Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*. Weilerswist: Velbrück.

Weiss, Sheila Faith. 2006. "Human Genetics and Politics as Mutually Beneficial Resources: The Case of the Kaiser Wilhelm Institute for Anthropology, Human Heredity and Eugenics during the Third Reich." *Journal of the History of Biology* 39:41–88.

Whitley, Richard. 1985. "Knowledge Producers and Knowledge Acquirers: Popularization as a Relation Between Scientific Fields and Their Publics." In *Expository Science. Forms and Functions of Popularization*, edited by Terry Shinn and Richard Whitley, 3–28. Dordrecht: Reidel.

Włodarczyk, Jarosław. 2009. "Popularization of Science in Poland before and after the Collapse of the Soviet Bloc." In *Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on Research and Comparative Perspectives*. (MPI Preprint 385), edited by Arne Schirrmacher, 119–126. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science.

Zasztowt, Leszek. 2009. "Science for the Masses: The Political Background of Polish and Soviet Science Popularization in the Post-War Period." In *Communicating Science in 20th Century Europe. A Survey on Research and Comparative Perspectives*. (MPI Preprint 385), edited by Arne Schirrmacher, 133–145. Berlin: Max Planck Institute for the History of Science.

Zasztowt, Leszek, Jarosław Włodarczyk, and Magdalena Jabłońska. 2012. "A Closer Look at the Popularization of Science in Poland during the Stalinist Period: The Magazine Problem, 1945–1956." *Organon* (*IHN PAN Warsaw*) 44:131–151.

Anhang

Gesamtverzeichnis der verwendeten Literatur und Quellen

Quellen

Axel-Springer-Verlag, Ullstein-Archiv
- Ullstein-Berichte
- Chronik und Kalkulationen, Ullstein-Buchverlag
- Chronik des Hauses Ullstein, 1862-1937

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Akademiearchiv
- Bestand PAW, Reichszentrale für wissenschaftlice Berichterstattung

Berliner Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz
- Nachlass Max Born
- Nachlass Pascual Jordan

Deutsches Museum, Archive
- Nachlass Arnold Sommerfeld
- Nachlass Walter Gerlach
- Verwaltungsarchiv: Chemie 1271
- Bildarchiv

Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim, Archiv
- Nachlass Ernst Brüche

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte
- Archive for the Histor yof Quantum Physics, Mikrofilm-Sammlung

Science Museum, Archives
- Paper Technical Files of Inv. 1926-371/377
- Files William Lawrence Bragg

Springer-Verlag, Heidelberg, Verlagsarchiv
- Sammlung zu Buchreihe "Verständliche Wissenschaft"
- Korrespondenz zur Zeitschrift "Die Naturwissenschaften"

Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
- Nachlass David Hilbert

University of Edinburgh, Archives
- Max Born Private Papers (nun Churchill College Cambridge)

Literatur

30 Jahre DDR und das Wirken der Urania für den Sozialismus. Materialien der erweiterten 8. Tagung des Präsidiums der Urania, hg. vom Präsidium der Urania, Leipzig 1979.

Abele, Johannes und Marc Bovenschulte: Wissenschaftskommunikation. Monitoring-Bericht im Rahmen der konzeptionellen Unterstützung der Innovations- und Technikanalyse, Teltow 2005.

Almond, Gabriel: The American People and Foreign Policy, New York 1950.

Altpeter, P.: Der Zusammenhang der Materie, Kosmos 7 (1910), 341–343.

Altpeter, P.: Moleküle und Atome, Kosmos 5 (1908), 169–172.

Andrew Pickering (Hg.), Science as practice and culture, Chicago 1992.

Arquiola, E./Martinez Perez, J. (Hg.): Ciencia en expansión. Estudios sobre la difusión de las ideas científicas y médicas en España (siglos XVIII-XX). Madrid 1995.

Asendorf, Christoph: Ströme und Strahlen. Das langsame Verschwinden der Materie um 1900, Gießen 1989.

Ash, Mitchell G.: Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander. Programmatische Überlegungen am Beispiel Deutschlands, in: Jürgen Büschenfeld (Hg.): Wissenschaftsgeschichte heute. Festschrift für Peter Lundgreen, Bielefeld 2001, S. 117–134.

Ash, Mitchell G.: Wissenschaftspopularisierung und bürgerliche Kultur im 19. Jahrhundert, Geschichte und Gesellschaft 28 (2002), S. 322-334

Ash, Mitchell G.: Wissenschaftswandlungen in politischen Umbruchzeiten. 1933, 1945 und 1990 im Vergleich, Acta Historica Leopoldina. 39 (2004), S. 75-95; Meinel/Voswinckel, Peter (Hg.), Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten, Stuttgart 1994.

Ash, Mitchell: Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Zur Einführung, in: Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, hg. von Mitchell Ash und Christian Stifter, 19-43. Wien 2002.

Ash, Mitchell G. und Christina Stifter: Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, Wien 2002.

Auerbach, Felix: Die Weltherrin und ihr Schatten, Jena 1902.

Auerbach, Inge: Catalogus Professorum Akademiae Marburgensis, 2 Bde., Marburg 1979.

Babou, Igor: Histoire d'une confrontation. Le discours télévisuel à propos de science, Actes du XIIe Congrès national des Sciences de l'Information et de la Communication, Paris 2001.

Bachelard, Gaston: La formation de l'esprit scientifique, Paris 1938.

Baerwald, Hans: Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen, Naturwissenschaften 1 (1913), S. 355–359, 384–388.

Bauer, Martin W. und Massimiano Bucchi (Hg.): Journalism, Science and Society. Science Communication between News and Public Relations. London 2007.

Bauer, Martin W., Rajesh Shukla und Nick Allum (Hg): The Culture of Science: How the Public Relates to Science Across the Globe. London 2011 .

Bauer, Thomas: Deutsche Programmpresse 1923 bis 1941. Entstehung, Entwicklung und Kontinuität der Rundfunkzeitschriften, München 1993.

Bayertz, Kurt: Naturwissenschaft und Sozialismus. Tendenzen der Naturwissenschafts-Rezeption in der deutschen Arbeiterbewegung des 19. Jahrhunderts, Social Studies of Science 13 (1983), S. 355-394

Bechert, Karl: Unter der Erde, Hamburger Echo 16. Aug. 1957.

Bechstein, O.: Von der Zertrümmerung des Atoms, Prometheus 32 (1921), S. 321–323.

Beck, Ulrich und Christoph Lau (Hg.): Entgrenzung und Entscheidung. Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung?, Frankfurt 2004

Beck, Ulrich, Wolfgang Bonß und Christoph Lau: Theorie reflexiver Modernisierung, Frankfurt 2001.

Becker, August: Über die Konstitution der Materie, Naturwissenschaftliche Wochenschrift N.F. 3 (1904), S. 532.

Becker, Frank: Amerikanismus in Weimar. Sportsymbole und politische Kultur 1918–1933, Wiesbaden 1993.

Béguet, Bruno (Hg.): La science pour tous. Sur la vulgarisation scientifique en France de 1850 à 1914, Paris 1990;

Béguet, Bruno: La vulgarisation scientifique au XIXe siècle, in: ders (Hg.), La science pour tous (exposition, présentée au Musée d'Orsay du 14 mars au 12 juin 1994), Paris 1994, S. 5-48

Behrends, Elke. Technisch-wissenschaftliche Dokumentation in Deutschland von 1900 bis 1945, Wiesbaden1995.

Bell, Daniel: The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting, New York 1973, S. 346;

Ben-David, Joseph: The scientist's role in society, Chicago 1971.

Bensaude-Vincent, Bernadette und Anne Rasmussen (Hg.): La science populaire dans la presse et l'édition. XIXe et XXe siècles. Paris 1997.

Bensaude-Vincent, Bernadette: A historical perspective on science and its "others". Isis 100 (2009), S. 359-368.

Bensaude-Vincent, Bernadette: Camille Flammarion: Prestige de la science populaire, Romantisme 65 (1989), S. 93-104.

Bensaude-Vincent, Bernadette: In the Name of Science, in: John Krige und Dominique Pestre (Hg.): Science in the Twentieth Century, Amsterdam 1997, S. 319-338

Bensaude-Vincent, Bernadette: Nanotechnology: a new regime for the public in science?, scientiae studia (Sao Paulo) 10 (2012), S. 85-94.

Bensaude-Vincent, Bernadette und Christine Blondel: Deux strategies divergentes de vulgarisation: Georges Claude et Paul Langevin, Cahier d'histoire et de philosophie des scineces (1988), S. 33-52.

Berentsen, Antoon: Vom Urnebel zum Zukunftsstaat: Zum Problem der Popularisierung der Naturwissenschaften in der deutschen Literatur (1890-1910), Berlin 1986.

Bergeron, Andrée: La culture des savoirs: culture scientifique et technique et universités. Paris2000.

Bernhard, Georg: Die Geschichte des Hauses, in: Osborn, Max: 50 Jahre Ullstein, 1877-1927, Berlin (1927), S. 1-146,

Bernstein, Jeremy: Max Born and the quantum theory, American Journal of Physics 73 (2005), S. 999-1008.

Bertomeu-Sánchez, J./Garcia Belmar, A. (Hg.): Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de Valencia, Valencia 2002.

Bertomeu-Sánchez, J./Nieto-Galan, A. (Hg.): Chemistry, Medicine, and Crime: Mateu J.B. Orfila (1787-1853) and His Times, Sagamore Beach (USA) 2006.

Beyerchen, Alan D: Scientists under Hitler. Politics and the Physics Community in the Third Reich. New Haven and London 1977.

Beyler, Richard: Targeting the organism. The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology, 1932-1947, Isis 87 (1996), S. 248-273.

Beyler, Richard: The demon of technology, mass society, and atomic physics in West Germany, 1945-1957, History and Technology 19 (2003), S. 227-239,

Bibrack, J: Wissen und Leben. Populärwissenschaftliche Zeitschrift für Stadt und Land, Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse 9 (1956), S. 2.

Bigg, Charlotte: Brownian Motion and Microphysical Reality c. 1900, Precirculated paper for the workshop on "New path of physical knowledge: Science and the changing sense of reality c. 1900", Berlin 2004.

Bigg, Charlotte: The reception of Bohr's atom in France, 1913-1925, unveröffentlichtes Manuskript, 1996.

Bloor, David: Knowledge and Social Imagery, London 1976.

Böhme, Gernot und Nico Stehr (Hg.): The Knowledge Society. The Growing Impact of Scientific Knowledge on Social Relations, Dordrecht 1986.

Böhme, Gernot, Wolfgang van der Daele und Wolfgang Krohn: Die Finalisierung der Wissenschaft, Zeitschrift für Soziologie 1 (1973), S. 128-144

Bohr, Niels: Collected Works, Bd. 3, Amsterdam 1976.

Bohr, Niels: On the Quantum Theory of Radiation and the Structure of the Atom, in: Philosophical Magazine 30 (1915), S. 394–415.

Bohr, Niels: Über den Bau der Atome, Naturwissenschaften 11 (1923), S. 606–624.

Boon, Timothy: Films of Fact. A History of Science in Documentary Films and Television, London 2008.

Born, Gustav V. R.: The effect of the scientific environment in Britain on refugee scientists from Germany and their effect on science in Britain, Berichte zur Wissenschafts-geschichte 7 (1984), S. 129-143.

Born, Hedwig: Mord an Unbekannt. Verdunklung der Ethik durch Statistik, Deutsche Volks-zeitung vom 13. 8. 1957, abgedruckt in Hedwig Born und Max Born: Der Luxus des Gewissens: Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter, München 1969, S. 171-172.

Born, Hedwig: Pascual Jordan, Propagandist im Sold der CDU, Deutsche Volkszeitung. Wochenzeitung für demokratischen Fortschritt 20. Aug. 1957.

Born, Hedwig: Vom Geiste und den Methoden der Demokratie. Wie sie sich deutschen Augen im englischen Alltag offenbaren, Die Sammlung. Zeitschrift für Kultur und Erziehung 8:1 (1953), S. 26-36, abgedruckt in Hedwig Born und Max Born: Der Luxus des Gewissens: Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter, München 1969, S. 151-170.

Born, Max: Das Atom, Naturwissenschaften 8 (1920), S. 213–26.

Born, Max: Der Aufbau der Materie, Berlin 1920.

Born, Max: Die Brücke zwischen Chemie und Physik, Naturwissenschaften , S. 373–382.

Born, Max: Die Quantenmechanik der atomaren Stoßprozesse, Forschungen und Fortschritte 6 (1930), S. 432f.

Born, Max: Physik und Politik, Göttingen 1960.

Born, Max: Quantenmechanik der Stoßvorgänge, Zeitschrift für Physik 38 (1926), S. 803–827.

Born, Max: The restless universe, Glasgow 1935.

Born, Max: Über die Notwendigkeit des Umdenkens, Physikalische Blätter 14 (1958), S. 26-29.

Born, Max: Über Quantenmechanik, Zeitschrift für Physik 26 (1924), S. 379-395.

Born, Max: Vom mechanischen Äther zur elektrischen Materie, Naturwissenschaften 7 (1919), S. 136–141.

Born, Max: Von der Verantwortung des Naturwissenschaftlers. Gesammelte Vorträge, München 1965.

Born, Max und Albert Einstein: Albert Einstein, Hedwig und Max Born: Briefwechsel 1916-1955, München 1969.

Bowler, Peter: Experts and Publishers: Writing Popular Science in Early Twentieth-Century Britain, Writing Popular History of Science Now, British Journal in the History of Science 39 (2006), S. 169-187.

Bowler, Peter: Science for All: Scientists and Popular Science Writing in Early Twentieth-Century Britain. Chicago 2009.

Bragg, William Henry: Röntgenstrahlen und Kristallstruktur, Umschau 19 (1915), S. 972–976.

Bragg, William Lawrence, R. W. James und C. H. Bosanquet: The intensity of reflexion of X-rays by rock-salt, Phil. Mag. 41 (1921), 309-227.

Bredow, Hans: Im Banne der Ätherwellen. Bd. 2: Funk im Ersten Weltkrieg. Entstehung des Rundfunks, Stuttgart 1956.

Bredow, Hans: Mein Weg zum Rundfunk. Ein Lebensrückblick. Bredow-Funkarchiv, Wiesbaden 1949.

Brendecke, Arndt: Die Jahrhundertwenden. Eine Geschichte ihrer Wahrnehmung und Wirkung, Frankfurt, New York (1999);

Brochand, Christian: Histoire générale de la radio et de la télèvision en France. La Documentation Française, Paris 1994.

Broks, Peter: Understanding popular science, Maidenhead 2006

Browne, Thomas: Pseudodoxia epidemica, or Enquieries in very many received tenets and commonly presumed truth, Edinburgh 1646 (kommentierte Ausgabe Oxford 1986, 2 Bde.).

Bucchi, Massimiano/Mazzolini, Renato: Big Science, Little News: Science Coverage in the Italian Daily Press, 1964-1997, Public Understanding of Science 12 (2007), 7-24.

Bugge, Güther: Zerfallende Materie, Kosmos 8 (1911), 18–20.

Bunders, Joske und Richard Whitley: Popularization within the sciences. The purposes and consequences of inter-specialist communication, in: Terry Shinn und Richard Whitley (Hg.): Expository science. Forms and functions of popularization, Dordrecht 1985, S. 61-78.burt der Wissensgesellschaft, Berlin 2001.

Burnham, John C: How Superstition Won and Science Lost: Popularizing Science and Health in the United States. Rutgers 1987.

Cahan, David: The Zeiss Werke and the ultramicroscope. The creation of a scientific instrument in context, in: Buchwald, Jed Z. (Hg.): Scientific credibility and technical standards in 19th and early 20th century Germany and Britain, Dordrecht 1996, S. 67-115.

Cahn, Michael (Hg.): Der Druck des Wissens. Geschichte und Medium der wissenschaftlichen Publikation, Wiesbaden 1991.

Callon, Michel (Hg.): La Science et ses Réseaux. Genèse et Circulation des Faits Scientifiques,Paris 1989.

Canguilhem, Georges: Nécessité de la 'diffusion scientifique', Revue de l'enseignement supérieur 3 (1961), S. 5-15.

Carpenter, Kenneth: Beriberi, white rice, and vitamin B, Berkeley 2000.

Carson, Cathryn, Kojevnikov, Alexei, Trischler, Helmuth (Hg.) : Weimar Culture and Quantum Mechanics. Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis, London 2011.

Carson, Cathryn: Bildung als Kulturgut. Physik in der westdeutschen Nachkriegskultur, in: Hoffmann, Dieter: Physik im Nachkriegsdeutschland, Frankfurt 2003, S. 73-85

Carson, Cathryn: Heisenberg in the Atomic Age: Science and the Public Sphere. Cambridge 2010.

Carson, Cathryn: New models for science in politics: Heisenberg in West Germany, Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 30 (1999), S. 115-172.

Cassidy, David C.: Werner Heisenberg. Leben und Werk, Heidelberg 1995.

Churchland, Paul M. und Clifford A.Hooker: Images of Science. Essays on Realism, and Empiricism with a Reply from Bas C. van Fraassen. Chicago, London 1985.

Cioc, Mark: Pax atomica. The nuclear defense debate in West Germany during the Adenauer era, New York 1988

Collins, Harry: Actors' and Analysts' Categories in the Social Analysis of Science, in: Meusburger, Peter (Hg.): Clashes of knowledge. Orthodoxies and heterodoxies in science and religion, New York (2008), S. 101-110.

Connelly John: Captive University. The Sovietization of East German, Czech, and Polish Higher Education, 1945-1956, Chapel Hill/London 2000.

Cooter, Roger und Stephen Pumfrey: Separate spheres and public places. Reflections on the history of science popularization and science in popular culture, History of Science 32 (1994), S. 237-267.

Crary, Jonathan: Techniken des Betrachters. Sehen und Moderne im 19. Jahrhundert. Dresden, Basel 1996.

Crisell, Andrew: An introductory history of British broadcasting, 2. Aufl. Routledge, London 2002.

Crookes, William: Der Spiritualismus und die Wissenschaft: Experimentelle Untersuchungen über die psychische Kraft, Leipzig 1872.

Crookes, William: Strahlende Materie oder der vierte Aggregatzustand, Leipzig 1879.

Crozon, Michel, and Bernard Maitte: La Culture Scientifique en France: institutions, enjeux, Esprit (n° 278) 10 (2001), S. 105-119.

Daston, Lorraine: Wunder, Beweise und Tatsachen. Zur Geschichte der Rationalität. Frankfurt/Main 2001.

Daum, Andreas: Geschichte des Wissenschaftsjournalismus, in: Hettwer, Holger et al.: WissensWelten. Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis, Gütersloh 2008, S. 155–175.

Daum, Andreas: Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848-1914, München 1998

de Mendelssohn, Peter: Zeitungsstadt Berlin, Menschen und Mächte in der Geschichte der deutschen Presse. Frankfurt 1982.

Debye, Peter: Zerstreuung von Röntgenstrahlen, in: Annalen der Physik 46 (1915), 809–823 (zuerst in: Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse, 1915, S. 70–76).

Debye, Peter und Paul Scherrer: Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht I., Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1916, S. 1–15, (auch Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 277–283).

Debye, Peter und Paul Scherrer: Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht II., Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1916, S. 16–26, (auch Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 284–290)

Debye, Peter und Paul Scherrer: Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht III. Über die Konstitution von Graphit und amorpher Kohle, Nachrichten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse 1917, S. 180–188 (auch Physikalische Zeitschrift 18 (1917), S. 291–301).

Deilmann, Astrid: Bild und Bildung. Fotografische Wissenschafts- und Technikberichterstattung in populären Illustrierten der Weimarer Republik (1919-1932), Osnabrück 2004.

Deleuze, Gilles: What is a dispositif?, in: Michel Foucault: Philosopher, hg. von Timothy J. Armstrong, 159-168, New York 1992.

Denieuil, Pierre-Noel: Vulgarisation et socieété - Analyse de la revue La Science et la Vie de 1913 à 1938, Culture technique 7 (1982), S. 124-146.

Díaz, Lorenzo: La radio en España, 1923-1997, 3. Aufl., Madrid 1997.

Dick, Thomas: On the improvement of society by the diffusion of knowledge, Philadelphia 1833.

Dietrich: Internationale Bibliographie der Zeitschriftenliteratur, Unterreihe: Beilage-Bände, Monatliches Verzeichnis von Aufsätzen aus deutschen Zeitungen. Leipzig and Osnabrück 1908-1944.

Dietz, Burkhard, Michael Fessner und Helmut Maier (Hg.): Technische Intelligenz und "Kulturfaktor Technik". Kulturvorstellungen von Technikern und Ingenieuren zwischen Kaiserreich und früher Bundesrepublik Deutschland. Münster 1996.

Dominik, Hans: Wissenschaftliche Plaudereien. Entdeckungen und Erfindungen, Fortschritte der Wissenschaft und Industrie, Berlin 1903.

Douglas, George H.: The early days of radio broadcasting. McFarland, London 2001.

Drehsen, Volker und Walter Sparn (Hg.):Vom Weltbildwandel zur Weltanschauungsanalyse. Krisenwahrnehmung und Krisenbewältigung um 1900, Berlin 1996.

Dröge, Franz und Andreas Wilkens: Populärer Fortschritt. 150 Jahre Technikberichterstattung in deutschen illustrierten Zeitschriften, Münster 1991.

Drummond, Jack C.: The nomenclature of the so-called accessory food factors (vitamins), Biochemical Journal 14 (1920), S. 660.

du Bois-Reymond, Emil: Über die Grenzen des Naturerkennens, Leipzig 1872.

Duisberg, Carl: Abhandlungen, Vorträge und Reden aus den Jahren 1882-1921. Berlin 1923.

Dussel, Konrad: Deutsche Rundfunkgeschichte, 2. Auf., Konstanz 2004.

Dussel, Konrad: Vom Radio zum Fernsehzeitalter. Medienumbrüche in sozialgeschichtlicher Perspektive, in: Schildt, Axel: Dynamische Zeiten. Die 60er Jahre in den beiden deutschen Gesellschaften, , Hamburg 2000, S. 673-694

Eckert, Michael: Primacy doomed to failure: Heisenberg's role as scientific adviser for nuclear policy in the FRG, Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 21 (1990), S. 29-58.

Ede, Andrew: Microscope, Ultra-, in: Bud, Robert/Warner, Deborah (Hg:): Instruments of Science. An Historical Encyclopedia. New York, London 1998, S. 400f.

Ehlers, Jürgen und Engelbert Schücking: "Aber Jordan war der Erste". Zur Erinnerung an Pascual Jordan (1902-1980), Physik Journal 1, Heft 11 (2002), S. 71-74

Eichholz, Daniela: Popularisierung von Wissenschaft in der Wissensgesellschaft. Eine Exploration von Theorien und Dokumenten, Dortmund 2010

Einstein, Albert: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (gemeinverständlich), Braunschweig 1917

Einstein, Albert: Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen, Annalen der Physik 17 (1905), S. 549–560.

Ewald, Paul Peter: Max von Laue 1879–1960, in: Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society, London 6 (1960), S. 135–156.

Fajans, Kasimir: Aufbau der Materie. II. Der Bau der Atome (Zu dem Vortrag von Prof. Dr. K. Fajans am Dienstag, 28. April, 6.30 Uhr abends), Bayrische Radio-Zeitung 2 (1925), S. 579–581.

Fajans, Kasimir: Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Materie, Naturwissenschaften 1 (1913), S. 237–241.

Fajans, Kasimir: Die Struktur der Atome, Umschau 19 (1915), S. 661–666 und 687–690.

Falkenburg, Brigitte: Teilchenmetaphysik, Mannheim 1994.

Fäßler, Peter E.: Eine symbiotische Beziehung? Zur Kooperation zwischen Deutschem Hygiene-Museum und NS-Regime, in: Hüntelmann, Axel C./Vossen, Johannes/Czech, Herwig: Gesundheit und Staat. Studien zur Geschichte der Gesundheitsämter in Deutschland, 1870-1950, Husum (2006), S. 63-75.

Fayard, Pierre: La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation, Lyon 1988.

Felt, Ulrike: Why should the public 'understand' science? A historical perspective on aspects on the public understanding of science, in: Meinolf Dierkes u. Claudia von Grothe, Between understanding and trust. The public, science and technology, Amsterdam 2000, S. 7-38.

Felt, Ulrike: Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Wechselwirkungen und Grenzverschiebungen, in: Mitchell G. Ash und Christian Stifter (Hg.), Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Von der Wiener Moderne bis zur Gegenwart, Wien 2002, S. 47-72

Felt, Ulrike, Helga Nowotny und Klaus Taschwer: Wissenschaftsforschung. Eine Einführung, Frankfurt 1995.

Feyerabend, Paul: Erkenntnis für freie Menschen, Frankfurt 1979

Feyerabend, Paul: Wider den Methodenzwang. Skizze einer anarchistischen Erkenntnistheorie, Frankfurt 1976;

Finley, David G.: Educating the public about interference to radio observatories, in: Raymond Cohen und William Sullivan (Hg.), Preserving the astronomical sky, San Francisco 2001, S. 377-384

Fischer, Charlotte Froese: Douglas Rayner Hartree: His Life in Science and Computing, New Jersey 2004.

Fischer, Ernst (Hg.): Literarische Agenturen. Die heimlichen Herrscher im Literaturbetrieb?, Wiesbaden 2001.

Fischer, Ernst Peter: Werner Heisenberg. Das selbstvergessene Genie, München 2001

Fischer, Heinz-Dietrich: Deutsche Zeitungen des 17. bis 20. Jahrhunderts, Pullach 1972.

Fischer, William B.: The Empire strikes out. Kurd Lasswitz, Hans Dominik, and the development of German science fiction, Bowling Green, Ohio 1984

Flatau, Elke: Albert Einstein als wissenschaftlicher Autor, MPI-Preprint 293, Berlin 2005.

Fleck, Ludwik: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv, Frankfurt/M. 1980 (Erstdruck Basel, 1935)

Fleck, Ludwik: The Genesis and Development of a Scientific Fact. Chicago 1979.

Föllmer, Moritz und Rüdiger Graf (Hg.): Die »Krise« der Weimarer Republik. Zur Kritik eines Deutungsmusters, Frankfurt 2005.

Forman, Paul: Alfred Landé and the anomalous Zeeman effect, 1919-1921, Historical Studies in the Physical Sciences 2 (1970), S. 153-261.

Forman, Paul: Kausalität, Anschaulichkeit und Individualität, oder: Wie Wesen und Thesen die der Quantenmechanik zugeschriebenen, durch kulturelle Werte vorgeschrieben wurden, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 22 (1981), S. 393-406.

Forman, Paul: Kausalität, Anschaulichkeit, and Individualität, or How Cultural Values Prescribed the Character and the Lessons Ascribed to Quantum Mechanics, in: Nico Stehr/Volker Meja (Hg.), Society and Knowledge: Contemporary Perspectives in the Sociology of Knowledge, New Brunswick 1984, 333-347.

Forman, Paul: Scientific internationalism and the Weimar physicists: The ideology and its manipulation in Germany after World War I, Isis 64 (1973), S. 151-80.

Forman, Paul: The discovery of the diffraction of x-rays by crystals. A critique of the myths, Archive for the History of Exact Sciences 6 (1969), S. 38-71.

Forman, Paul: The doublet riddle and atomic physics circa 1924, Isis 59 (1968), S. 156-174.

Forman, Paul: The environment and practice of atomic physics in Weimar, Germany: A study in the history of science (Ph.D. dissertation University of California at Berkeley, 1967), Michigan: University Microfilms 1968.

Forman, Paul: The financial support and political alignment of physicists in Weimar Germany, Minerva 12 (1974), S. 39-66.

Forman, Paul: The reception of an acausal quantum mechanics in Germany and Britain, in: S. H. Mauskopf (Hg.), The reception of unconventional science, Boulder 1979, S. 11-50.

Forman, Paul: Weimar culture, causality and quantum theory, 1918-27: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment, Historical Studies in the Physical Sciences 3 (1971), S. 1-115.

Forman, Paul, John L. Heilbron und Spencer Weart: Physics ca. 1900, Historical Studies in the Physical Sciences 5 (1975), S. 1-185

Förster, Hans Christian: Am Anfang war die TELI. Journalismus für Wissenschaft und Technik, Berlin 2007, online: http://teli.de/geschichte/2007-brosch/html/brosch-index.html [25.05.2013]

Förster, Hans Christian: Siebzig Jahre TELI: Im Widerstreit zwischen Tradition und Fortschritt, in: Technisch-Literarische Gesellschaft e. V. (Hg.), Kompass für die Zukunft. Journalismus im Spannungsfeld der Wissens- und Mediengesellschaft, Berlin 1999, S. 203-216.

Foucault, Michel: Die Ordnung des Diskurses, Frankfurt/M. 1991.

Foucault, Michel et al. : Le jeu de Michel Foucault (entretien avec D. Colas, A. Grosrichard, G. Le Gaufey, J. Livi, G. Miller, J. Miller, J.-A. Miller, C, Millot, G. Wajeman, Bulletin périodique du champ freudien No. 10 (1977), S. 62-93.

Foucault, Michel et al.: The Confession of the Flesh (Interview), in: Power/Knowledge Selected Interviews and Other Writings, hg. von Colin Gordon, 194-228. New York 1980.

Fox, Robert: Practices and publics in the golden age of scientific popularization in France, 1850-1914, talk at BSHS/CSHS/HSS meeting, Oxford, July 4-6, 2008.

Fraassen, Bas C. van, Empiricism in the Philosophy of Science, in: Churchland/Hooker, Images, 1985, S. 245–308.

Francé, Raoul: Aus dem Liebesleben der Pflanzen, Berlin 1925, 30. Aufl. 1930.

Franck, James und Hertz, Gustav: Über Kinetik von Elektronen und Ionen in Gasen, in: Physikalische Zeitschrift 17 (1916), S. 409–416, 430–440.

Franck, James und Hertz, Gustav: Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierungsspannung desselben, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 16 (1914), S. 457–467.

Frank, Tibor: Double Exile. Migrations of Jewish-Hungarian Professionals through Germany to the United States, 1919-1945, Oxford 2009.

Franz, H/Kogge, W/Wilholt, T: Wissensgesellschaft. Transformationen im Verhältnis von Wissenschaft und Alltag, , Bielefeld (2001

Frei, Norbert und Johannes Schmitz: Journalismus im Dritten Reich. München, 3. Auflage (1989

Freire, Olival: Science, philosophy and politics in the fifties. On Max Born's unpublished paper entitled "Dialectical materialism and modern physics", Historia Scientiarum 10:3 (2001), S. 248-254.

Freud, Sigmund: Das Unbehagen in der Kultur, Wien 1930.

Freund, Bärbel und Wolfram Karl Köck: Wissenschaftsvermittlung durch Fernsehen zwischen Information und Unterhaltung, in: Ludes, Peter/Schumacher, Heidemarie/Zimmermann, Peter: Geschichte des Fernsehens in der Bundesrepublik Deutschland. Bd. 3: Informations- und Dokumentationssendungen, München 1994, S. 175-201,

Frevert, Ute: Fürsorgliche Belagerung. Hygienebewegung und Arbeiterfrauen im 19. und frühen 20. Jahrhundert«, Geschichte und Gesellschaft 11 (1985), S. 420–446.

Freyburg, W. Joachim und Hans Wallenberg: Hundert Jahre Ullstein. 1877-1977, Berlin 1977.

Friedeberger, Walter und Mauritz Dittrich: Werner Rothmaler - Forscher und Lehrer (1964),, S. 37; Mädicke, Horst, Zu einigen Fragen der Parteilichkeit in der wissenschaftlichen Aufklärung, Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kentnisse 1958, Nr. 1 (1958), S. 21-25.

Friedman, Robert M.: The Politics of Excellence: Behind the Nobel Prize in Science. New York 2001.

Frisch, Karl: Du und das Leben. Eine moderne Biologie für jedermann, Berlin 1937, 18. Aufl. 1966.

Fuentes, Patrick und Philippe de la Cotardière: Camille Flammarion 1842-1925, Paris (1994).

Führer, Karl Christian: A medium of modernity? Broadcasting in Weimar Germany, 1923-1932, Journal of Modern History 69 (1997), S. 722-753.

Fullbrook, Mary: Generationen und Kohorten in der DDR. Protagonisten und Widersacher des DDR-Systems aus der Perspektive biographischer Daten, in: Schüle, Annegret /Ahbe, Thomas/Gries, Rainer: Die DDR aus generationengeschichtlicher Perspektive. Eine Inventur, Leipzig (2006), S. 113-129

Funtowicz, Silvio O. und Jerome R. Ravetz; The Emergence of Post-Normal Science, in: René von Schomberg (Hg.), Science, Polities, and Morality. Scientific Uncertainty and Decision Making, Dordrecht u.a. 1993.

Gadamer, Hans-Georg: Über die Unverständlichkeit der Wissenschaft, Bücherei und Bildung (Fachzeitschrift des Vereins der Bibliothekare an öffentlichen Büchereien e.V.) 22 (1970), S. 21-27.

Gail, Otto Willi: Der Schuß ins All. Ein Roman von morgen, Breslau1925.

Gail, Otto Willi: Mit Raketenkraft ins Weltenall. Vom Feuerwagen zum Raumschiff, Stuttgart 1928.

Galison, Peter: Image and Logic. A Material Culture of Microphysics, Chicago 1997.

Galison, Peter: Images Scatter into Data, Data Gather into Images, in: Latour, Bruno (Hg.): Iconoclash. Beyond the Image Wars in Science, Religion and Art on the Occasion of the Exhibition Iconoclash Karlsruhe, 4 May – 4 August 2002. Karlsruhe 2002, S. 300–323.

Gavroglu, Kostas, Manolis Patiniotis, Faidra Papanelopoulou, Ana Simões, Ana Carneiro, Maria Paula Diogo, José Ramón Bertomeu Sánchez, Antonio García Belmar und Agustí Nieto-Galan: Science and Technology in the European Periphery. Some Historiographical Reflections, History of Science 46 (2008) S. 153-175.

Gay, Peter: Die Republik der Außenseiter. Geist und Kultur in der Weimarer Zeit, 1918 - 1933, Frankfurt 1970.

Gebelein, Helmut: Alchemie, München 2. Aufl. 1996.

Gehrcke, Ernst: Atommodelle und Serienspektren, Naturwissenschaften 4 (1916), S. 586–590.

Geiger, Hans: Der Angriff auf das Atom, Kosmos 33 (1936), S. 78–81.

Gernot Böhme und Nico Stehr (Hg.): The knowledge society. The growing impact of scientific knowledge on social relations, Dordrecht 1986,

Gerstengarbe, Sybille, Heidrun Hallmann und Wieland Berg: Die Leopoldina im Dritten Reich, in: Scriba, Christoph: Die Elite der Nation im Dritten Reich. Das Verhältnis von Akademien und ihrem wissenschaftlichen Umfeld zum Nationalsozialismus, Halle 1995, S. 168–204.

Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse: 10 Jahre Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse, Erfurt 1964.

Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse: Mitteilungsblatt [seit 1958: Mitteilungen], Berlin 1954-1965.

Giddens, Anthony: The Consequences of Modernity, Stanford 1990.

Giere, Ronald (Hg.): Cognitive Models of Science, Minneapolis 1992.

Gieryn, Thomas F.: Boundary-work and the demarcation of science from non-science: Strains and interests in professional ideologies of scientists, American Sociological Review 48 (1983), S. 781-795

Glaser, Ernst: Kann die Wissenschaft verständlich sein? Von der Schwierigkeit ihrer Popularisierung, Wien und Düsseldorf 1965.

Glotz, Peter: Das Visuelle Zeitalter, in: Hoffmann, Hilmar (Hg.): Gestern begann die Zukunft. Entwicklung und gesellschaftliche Bedeutung der Medienvielfalt, Darmstadt 1994, S. 38-44.

Gnielka, Thomas Fünf Jahre unter der Erde leben. Pascual Jordan verniedlicht die Atomgefahren / Der Professor und die Macht, Frankfurter Rundschau vom 20. März 1958.

González Silva, Matiana: Una Inyección de genes para España. La genética humana en las páginas de El País (1976-2002) Ph.D. thesis, Universitat Autònoma de Barcelona 2007.

Goodman, Nelson: Ways of Worldmaking. Indianapolis 1978.

Görtemaker, Manfred: Geschichte der Bundesrepublik Deutschland. Von der Gründung bis zur Gegenwart, München 1999

Goschler, Constantin: Einleitung, in: ders. (Hg.):Wissenschaft und Öffentlichkeit in Berlin, 1870-1930, Stuttgart 2000, S. 7-29.

Govoni, Paola: Un pubblico per la scienza. La divulgazione scientifica nell'Italia in formazione, Roma 2002.

Govoni, Paola: The Historiography of Science Popularisation. Reflections Inspired by the Italian Case, in: Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000, hg. von Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan und Enrique Perdriguero, S. 21-42. Aldershot 2008.

Graetz, Leo: Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwickelung, Stuttgart 1918.

Graetz, Leo: Die Elektrizität und ihre Anwendungen, Stuttgart 1883, 23. Aufl. 1928.

Gramatzki, Hans J.: Der Rundfunkvortrag mit Bildern. Der Deutsche Rundfunk 2 (1924) S. 1034.

Grebe, D.: Welteislehre und Himmelsforschung, Kosmos 22 (1925), S. 289-292.

Gregory, Jane und Steve Miller: Science in Public: Communication, Culture, and Credibility, London 1998.

Groth, Otto: Die Zeitung. Ein System der Zeitungskunde (Journalistik), Bd. 1, Mannheim 1928.

Gruhn, Werner: Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR, Erlangen 1979.

Gruhn, Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR, Erlangen (1979);

Guéry, Louis: L'information scientifique, technique et médicale dans la presse-quotidienne régionale et départementale, Paris, Paris (1985).

Gutsche, Willibald: Jahrhunderterwartungen in Deutschland, in: Fritz Klein und Karl Otmar von Aretin (Hg.): Europa um 1900 : Texte eines Kolloquiums, Berlin (1988);

Haber, Heinz: The Walt Disney Story of Our Friend the Atom. New York: 1956.

Habermann, Wolfgang: Die deutsche Delegation beim Internationalen Papyrologenkongreß in Oxford im Jahre 1937 und der für das Jahr 1939 geplante Papyrologenkongreß in Wien, Archiv für Papyrusforschung und verwandte Gebiete 1 (2001), 102-171.

Habermas, Jürgen: Der philosophische Diskurs der Moderne, Frankfurt 1985.

Habermas, Jürgen: Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchungen zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft, Frankfurt 1962.

Habermas, Jürgen: Theorie des kommunikativen Handelns, 2 Bde., Frankfurt 1981.

Hacking, Ian: Do We See Through a Microscope?, in: Pacific Philosophical Quarterly 62, (1981), S. 305–322.

Hacking, Ian: Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften, Stuttgart 1996.

Hacking, Ian: Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Science. Cambridge 1983.

Hadj, S. Ait El/Belisle, C. (Hg..), Vulgariser : un defi ou un mythe? La communication entre spécialistes et non spécialistes, Lyon 1985.

Hagner, Michael (Hg.): Ecce Cortex. Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns, Göttingen 1999.

Hahn, Otto und Fritz Straßmann: Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle, Die Naturwissenschaften 27(1939), S. 89-95.

Hardtwig, Wolfgang (Hg.): Ordnungen in der Krise. Zur politischen Kulturgeschichte Deutschlands 1900-1933, München 2007.

Harrison, Carol E. und Ann Johnson (Hg.): National Identity. The Role of Science and Technology (Osiris, new series, vol. 24). Chicago 2009.

Härtel, Christian: Vom Schraubstock zum Schreibtisch. Populärliteratur für die Volksgemeinschaft am Beispiel Hans Dominiks, in: Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland, hg. von Carsten Würmann und Ansgar Warner, S. 183-195, Bern 2008.

Hartmann, Ludo Moritz: Das Volkshochschulwesen. Seine Praxis und Entwicklung nach Erfahrungen im Wiener Volksbildungswesen, München (1910);

Hartree, Douglas R.: Ballistic calculations, Nature 106 (1920), S. 152-154.

Hartree, Douglas R.: On some approximate numerical applications of Bohr's theory of spectra, Proc. Camb. Phil. Soc. 21 (1923), S. 625-641

Harwood, Jonathan: Styles of scientific thought. The German genetics community 1900–1933, London 1993.

Häusermann, Jörg: Geschichte des Hörfunks. Script zur Vorlesung im Aufbaustudiengang Medienwissenschaft – Medienpraxis, Tübingen 2004 [http://homepages.uni-tuebingen.de/haeusermann/geschichte-hoerfunk-03-04.pdf].

Heddenhausen, Heinz: Spiegelt der Spiegel wirklich? Nachdenkliche Spiegelfechtereien eines Laien, Uhu 6 (1930), S. 88-92,

Heilbron, John L: The Dilemmas of an Upright Man: Max Planck as Spokesman for German Science, Berkeley 1986.

Heilbron, John L.: Lectures on the History of Atomic Physics 1900–1922, in: Charles Weiner: History of Twentieth Century Physics, New York 1977, S. 40–108.

Heisenberg, Werner: Gesammelte Werke. Abteilung C: Allgemeinverständliche Schriften, 5 Bde.V: Wissenschaft und Politik, München 1984ff.

Heisenberg, Werner: Über den anschaulichen Inhalt der quantenmechanischen Kinematik und Mechanik, in: Zeitschrift für Physik 14 (1927), S. 172–198.

Hell, Stefan W. und M. Kroug: Ground-state Depletion Fluorescence Microscopy, a Concept for Breaking the Diffraction Resolution Limit, in: Applied Physics B 60 (1995), S. 495–497.

Hell, Stefan W.: Neues Gesetz zur Auflösung in der Lichtmikroskopie ermöglicht Bilder in bisher ungekannter Schärfe, Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft 2005, http://mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/jahrbuch/2005/biophysikalische_chemie/forschungsSchwerpunkt/index.html (15.4.2007).

Hennig, Jochen: Versinnlichung des Unzugänglichen. Oberflächendarstellungen in der zeitgenössischen Mikroskopie, in: Heßler, Martina (Hg.): Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006, S. 99–116.

Hentschel, Klaus: Endlich einmal historische Polyphonie, in: Michael Frayn: Kopenhagen. Stück in zwei Akten. Mit zehn wissenschaftsgeschichtlichen Kommentaren, Göttingen: Wallstein, 2001, S. 175-181.

Hentschel, Klaus: Interpretationen und Fehlinterpretationen der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie durch Zeitgenossen Albert Einsteins, Basel 1990;

Hentschel, Klaus: What history of science can learn from Michael Frayn's "Copenhagen", Interdisciplinary Science Reviews 27 (2002), S. 211-216.

Herf, Jeffrey: "Reactionary Modernism" and After. Modernity and Nazi Germany Reconsidered, in: Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus.

Bestandsaufnahme und Perspektiven der Forschung, hg. von Doris Kaufmann, S. 65-76, Göttingen 2000.

Herf, Jeffrey: Reactionary modernism. Technology, culture, and politics in Weimar and the Third Reich, Cambridge 1984.

Hermann, Armin: Die Funktion von Briefen in der Entwicklung der Physik, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 3 (1980), S. 55-64.

Hermann, Armin: Werner Heisenberg, Reinbek 1976

Herran, Néstor: "Science to the Glory of God": The Popular Science Magazine Ibérica and its Coverage of Radioactivity, 1914–1936", Science and Education 21 (2012), S. 335-353.

Heßler, Martina (Hg.): Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006.

Hettwer Holger und Franco Zotta: Von Transmissionsriemen und Transportvehikeln. Der schwierige Weg der Wissenschaftsjournalisten zu sich selbst, in: Hettwer, Holger/Lehmkuhl, Markus/Wormer, Holger/Zotta, Franco: WissensWelten. Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis, (2008);

Heumann, Ina: "Mit Sicherheit und Würde der Öffentlichkeit über ihre Arbeit berichten". Wissenschaftskommunikation in "Bild der Wissenschaft" und "Scientific American" (1964-1974), in: Das Medium Wissenschaftszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert. Verwissenschaftlichung der Gesellschaft - Vergesellschaftung von Wissenschaft, hg. von Sigrid Stöckel, Wiebke Lisner und Gerlind Rüve, Stuttgart 2009, S. 207-228.

Hickethier, Knut: Das "bewegte Auge der Daphnie" und die "geschnitzte Botschaft". Bildung und Kultur im NWDR-Fernsehen, in: Rüden, Peter v./Wagner, Hans U.: Die Geschichte des Nordwestdeutschen Rundfunks, Bd. 2, , Hamburg (2008), S. 336-346..

Hickethier, Knut: Medien, in: Führ, Christoph/Furck, Karl-Ludwig: Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Bd. 6/1: 1945 bis zur Gegenwart, München 1998.

Hickethier, Medien, in: Führ, Christoph/Furck, Karl-Ludwig: Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Bd. 6/1: 1945 bis zur Gegenwart, , München (1998), S. 585-630

Hilbert, David: Mathematische Probleme, Archiv für Mathematik und Physik 3. Reihe, Bd. 1 (1901), S. 44–63 and 213–37 (reprinted in David Hilbert: Gesammelte Abhandlungen, Vol. 3, Berlin 1935, S. 290–329).

Hilgartner, Stephen: The Dominant View of Popularization. Conceptual Problems, Political Uses, Social Studies of Science 20 (1990), S. 519–539.

Hobsbawm, Eric J.: The Age of Extremes: A History of the World, 1914-1991, New York 1994.

Hochadel, Oliver: A Boom of Bones and Books: The "Popularization Industry" of Atapuerca and Human-Origins Research in Contemporary Spain, Public Understanding of Science 22 (2013), S. 530-537.

Hochadel, Oliver: Atapuerca - the Making of a Magic Mountain. Popular Science Books and Human-Origins Research in Contemporary Spain, in: Communicating Science in 20th Century Europe. A Survey on Research and Comparative Perspectives. (MPI Preprint 385), hg. von Arne Schirrmacher, S. 149-163, Berlin 2009.

Hodenberg, Christina von, Konsens und Krise. Eine Geschichte der westdeutschen Medienöffentlichkeit 1945-1973, Göttingen 2006

Hodenberg, Christina von: Die Journalisten und der Aufbruch zur kritischen Öffentlichkeit, in: Herbert, Ulrich, Hg.: Wandlungsprozesse in Westdeutschland, Göttingen 2002, S. 278–311.

Hoffmann, Dieter (Hg.), Operation Epsilon. Die Farm-Hall-Protokolle oder Die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe, Berlin 1993.

Hoffmann, Dieter, Pascual Jordan im Dritten Reich – Schlaglichter, Preprint 248, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 2007.

Hoffmann, Dieter: Das Verhältnis der Akademie zu Republik und Diktatur. Max Planck als Sekretär, in: Fischer, Wolfram et. al. (Hg.): Die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1914-1945, Berlin: 2000, S. 53–85.

Hoffmann, Dieter: The divided centennial: The 1958 Max Planck celebration(s) in Berlin, in: Commemorative Practices in Science: Historical Perspectives on the Politics of Collective Memory, hg. von Pnina G. Abir-Am, S. 138-149, Chicago 1999.

Hoffmann, Dieter: "... you can't say to anyone to their face: your paper is rubbish." Max Planck as Editor of the Annalen der Physik, Annalen der Physik 17 (2008), S. 273-301.

Holl, Franck: Produktion und Distribution wissenschaftlicher Literatur. Der Physiker Max Born und sein Verleger Ferdinand Springer 1913-1970, Archiv für Geschichte des Buchwesens 45 (1996).

Holmes, Frederic Lawrence, Jürgen Renn und Hans-Jörg Rheinberger: Reworking the bench. Research notebooks in the history of science, Dordrecht 2003;

Hon, Giora: Franck and Hertz versus Townsend: A Study of Two Types of Experimental Error, in: Historical Studies in the Physical Sciences 20 (1989), S. 79–106.

Hon, Giora: From Propagation to Structure: The Experimental Technique of Bombardment as a Contributing Factor to the Emerging Quantum Physics, in: Physics in Perspective 5 (2003), S. 150–173.

Hopwood, Nick: Producing a socialist popular science in the Weimar republic, History Workshop Journal 41 (1996) 117-153.

Hövel, Paul, Vom Biedermeier zum Atomzeitalter. Ein Beitrag zur Geschichte des Julius Springer-Verlages von 1842 bis 1965, Berlin 1982

Hunger, Ulrich, Die Georgia Augusta als hannoversche Landesuniversität. Von ihrer Gründung bis zum Ende des Königreichs, in: Böhme, Ernst/Vierhaus, Rudolf (Hg.), Vom Dreißigjährigen Krieg bis zum Anschluß an Preußen. Der Wiederaufstieg als Universitätsstadt (1648–1866), Göttingen 2002, S. 139-216.

Hürten, Heinz: Der Topos vom christlichen Abendland in Literatur und Publizistik nach den beiden Weltkriegen, in: Katholizismus, nationaler Gedanke und Europa seit 1800, edited by Albrecht Langner, S. 131-154. Paderborn 1985.

Ilsmann, Andreas und Alfred Kirpal: Die DDR als Wissenschaftsland? Themen und Inhalte von Wissenschaftsmagazinen im DDR-Fernsehen, in: Politische Identität - Visuell, hg. von Wilhelm Hoffmann and Franz Lesske, S. 111-132, Münster 2005.

Jabłoński, Arkadiusz: Budowanie społeczeństwa wiedzy: zarys teorii społecznej Karla R. Poppera [Building of the Knowledge Society: an Outline of the Social Theory of Karl. R. Popper], Lublin 2006.

Jackson, Lesley: From Atoms to Patterns: Crystal Structure Designs from the 1951 Festival of Britain, London 2008.

Jacobi, Daniel: Textes et images de la vulgarisation scientifique, Bern 1987.

Jacobi, Daniel und Bernhard Schiele: Vulgariser la science, Paris 1988.

Jakubowski-Tiessen, Manfred et al.: Jahrhundertwenden. Endzeits- und Zukunftsvorstellungen vom 15. bis 20. Jahrhundert, Göttingen 1999

Jaspers, Karl, Die Atombombe und die Zukunft des Menschen, München 1957.

Jaspers, Karl, Die Atombombe und die Zukunft des Menschen. Politisches Bewußtsein in unserer Zeit, München 1958.

Jaspers, Karl: Rechenschaft und Ausblick. Reden und Aufsätze, München 1951

Jenkin, John: William and Lawrence Bragg, father and son. The most extraordinary collaboration in science, Oxford 2008.

Jessen, Ralph und Jakob Vogel (Hg.): Wissenschaft und Nation in der europäischen Geschichte, Frankfurt 2002.

Jonathan Harwood: Forschertypen im Wandel 1880-1930, in: Rüdiger vom Bruch/Brigitte Kaderas: Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 162-168.

Jonathan Harwood: Styles of scientific thought. The German genetics community 1900-1933, London 1993.

Jordan, Pascual: Atom-Angst, gefährlicher Ratgeber, Das Fenster: Bilder und Berichte von Mensch und Zeit, 6. Jg., Mai 1957

Jordan, Pascual: Der gescheiterte Aufstand. Betrachtungen zur Gegenwart, Frankfurt 1956

Jordan, Pascual: Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens, Braunschweig 1941

Jordan, Pascual: Die Verantwortung des Wissenschaftlers, Internationales Jahrbuch der Politik 56/57, Heft 4 (1957), S. 50-55

Jordan, Pascual: Entgleisung. Entgegnung von Professor Dr. Pascual Jordan, Hamburg, auf eine Kritik von Professor Dr. W. Gerlach, München, Politisch-Soziale Korrespondenz, 15. Jan. 1958.

Jordan, Pascual: Physikalisches Denken in der neuen Zeit, Hamburg 1935

Jordan, Pascual: Über die Notwendigkeit des Umdenkens in der Physik, Physikalische Blätter 13 (1957), S. 361-366.

Jordan, Pascual: Ursachen und Auswirkungen der Atom-Panik, Politische Informationen 4 (1957), S. 2-6

Jordan, Pascual: Wir müssen den Frieden retten!, Köln 1957.

Jurdant, Baudouin: Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique, Strasbourg 1973.

Jurdant, Baudouin: Vulgarisation scientifique et idéologie, Communications 14 (1969), S. 150-161.

Kahn, Fritz: Das Ultramikroskop, Kosmos 14 (1917), S. 90–95.

Katz-Kimchi, Merav: "Blue and White" Science and Technology: Nationality and Popular Science on Israeli Television (1968-1988), in: Televising Modernity. International Case Studies in Television Programming, edited by Melissa Chakars and Stewart Anderson, Manchester 2013.

Katz-Kimchi, Merav: Screening Science, Producing the Nation: Popular Science Programs on Israeli Television (1968-1988), Media, Culture & Society 34 (2012), S. 519-536.

Katz, Fritz: Mißdeutete und mißbrauchte Wissenschaft. Eine Auseinandersetzung mit Pascual Jordan, Göttingen 1957.

Kaufmann, Doris (Hg.): Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus. Bestandsaufnahme und Perspektiven der Forschung, Göttingen 2000.

Kaufmann, Walter und Eva Reineke (Hg.): Wer war der Herr mit der Zigarre? Der Ingenieur und Publizist Erich Laßwitz (1880–1959), Murnau 2004.

Kay, Lily E.: The molecular vision of life. Caltech, the Rockefeller Foundation, and the rise of the new biology, New York 1993.

Kellen, Tony: Bücher der Franckh'schen Verlagshandlung Stuttgart, Stuttgart 1929.

Kelleret: Reiner al. (Hg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. Bd. 1. Theorien und Methoden, Opladen 2006.

Kemp, Martin: Seeing and Picturing. Visual Representation in Twentieth-Century Science, in: John Krige und Dominique Pestre (Hg.): Science in the Twentieth Century. Amsterdam 1997, S. 361–390.

Kerkhof, Karl: Der Krieg gegen die deutsche Wissenschaft. Eine Zusammenstellung von Kongreßberichten und Zeitungsmeldungen (als Manuskript gedruckt) Berlin 1922 (BBAW-Archiv, Bestand Reichszentrale, Nr. 45).

Kerkhof, Karl: Die internationalen naturwissenschaftlichen Organisationen vor und nach dem Weltkriege und die deutsche Wissenschaft, Internationale Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 15 (1921) Sp. 229ff.

Kirchberger, Paul: Ein Fortschritt in der Atomtheorie, Kosmos 25 (1928), S. 109-112.

Kleinert, Andreas: Paul Weyland, der Berliner Einstein-Töter, in: Helmuth Albrecht, (Hg.): Naturwissenschaft und Technik in der Geschichte, Stuttgart, (1993), S. 198-232;

Klinkerfuß, Friedrich: Das Rätsel der Materie, Kosmos 9 (1912), S. 193–196.

Klumak, Robert: Physikalische Umschau, Kosmos 5 (1908), 161–164.

Kmiecik, Zenon: Ruch oświatowy na wsi. Królestwo Polskie 1903-1914 [Educational movement in the country. The Kingdom of Poland 1903-1914], Warszawa 1963.

Knight, Donald R. und Alan D. Sabey: The Lion Roars at Wembley. British Empire Exhibition 60th Anniversary, 1924-1925, London 1984.

Knoche, Michael: Wissenschaftliche Zeitschriften im nationalsozialistischen Deutschland, in: Estermann, Monika/Knoche, Michael: Von Göschen bis Rowohlt. Beiträge zur Geschichte des deutschen Verlagswesens, Wiesbaden 1990.

Knorr Cetina, Karin: Wissenskulturen. Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen, Frankfurt (2002),

Knuth, Daniel: La place du chercheur dans la vulgarisation scientifique – Rapport demandé par la Délégation à l'information scientifique et technique, Paris 1992.

Koenen, Erik: Ein „einsamer" Wissenschaftler? Erich Everth und das Leipziger Institut für Zeitungskunde zwischen 1926 und 1933. Ein Beitrag zur Bedeutung des Biographischen für die Geschichte der Zeitungswissenschaft, Medien & Zeit 20:1 (2005), S. 38–50.

Kohlrausch, K. W. F.: Neue Forschungen über den Atombau, Umschau 30 (1926), S. 245–248 und 269–271.

Kohring, Matthias: Die Wissenschaft des Wissenschaftsjournalisten. Eine Forschungskritik und ein Alternativvorschlag, in: Müller, Christian: SciencePop. Wissenschaftsjournalismus zwischen PR und Forschungskritik, , Graz (2004), S. 161-183.

König, Wolfgang: Massenproduktion und Technikkonsum. Entwicklungslinien und Triebkräfte der Technik zwischen 1880 und 1914, in: König, Wolfgang/Weber, Wolfhard: Propyläen Technikgeschichte Bd.4: Netzwerke Stahl und Strom, 1840-1914, Berlin 1992.

König, Wolfgang: Wilhelm II. und die Moderne. Der Kaiser und die technisch-industrielle Welt, Paderborn: 2007.

Kracauer, Siegfried: Die Angestellten. Aus dem neuesten Deutschland, Frankfurt (1930)

Kragh, Helge: Quantum generations. A history of physics in the twentieth century, Princeton 1999

Kragh, Helge: The theory of the periodic system, in: Anthony P. French und P. J. Kennedy (Hg.): Niels Bohr: A Centenary Volume, Cambridge/Mass. 1985, S. 50-67.

Krajewska, Jadwiga: Czytelnictwo wśród robotników w Królestwie Polskim 1870-1914 [Reading habit in the workers' circles in the Kingdom of Poland 1870-1914], Warszawa 1979.

Kramers, Hendrik A. und Helge Holst: Bohrs atomteori almenfatteligt fremstillet, Kopenhagen 1922, 21929.

Kramers, Hendrik A. und Helge Holst: Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues, Berlin 1925.

Kramers, Hendrik A. und Helge Holst: De bouw der Atomen, Amsterdam 1927, 21930.

Kramers, Hendrik A.: Das Korrespondenzprinzip und der Schalenbau des Atoms, Naturwissenschaften 11 (1923), S. 550-559.

Kraus, Elisabeth Von der Uranspaltung zur Göttinger Erklärung. Otto Hahn, Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker und die Verantwortung des Wissenschaftlers, Würzburg 2001

Kraushaar, Wolfgang (Hg.), Frankfurter Schule und Studentenbewegung, Bd. 1, Hamburg 1998.

Kraushaar, Wolfgang, Die Protest-Chronik 1949-1959. Eine illustrierte Geschichte von Bewegung, Widerstand und Utopie, 3 Bde., Hamburg 1996.

Krauss, Elisabeth: Von der Uranspaltung zur Göttinger Erklärung. Otto Hahn, Werner Heisenberg, Carl Friedrich von Weizsäcker und die Verantwortung des Wissenschaftlers, Würzburg 2001;

Kretschmann, Carsten (Hg.): Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel, Berlin 2002

Krüger, Jens und Ruß-Mohl, Stephan: Popularisierung der Technik durch Massenmedien, in: Boehm, Laetitia/Schönbeck, Charlotte: Technik und Bildung, , Düsseldorf (1989))));

Krüger, Jens und Stephan Ruß-Mohl: Popularisierung der Technik durch Massenmedien, in: Boehm, Laetitia/Schönbeck, Charlotte: Technik und Bildung, Düsseldorf 1989, S. 387-415.

Kuhn, Thomas S.: Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894–1912, New York 1978.

Kuhn, Thomas S.: Die Entstehung des Neuen, Frankfurt/M. 1977.

Kuhn, Thomas S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt 1967, (engl. 1962)

Kuhn, Thomas S. et. al.: Sources for history of quantum physics. An inventory and report, Philadelphia 1967.

Künzel, Friedrich: Max Plancks Wirken an der Berliner Akademie der Wissenschaften als Ordentliches Mitglied und Sekretar zwischen 1894 und 1947, Berlin, Diss. HU. 1984.

LaFollette, Marcel C. : Making science our own. Public images of science 1910-1955, Chicago und London 1989

LaFollette, Marcel C.: A Survey of Science Content in U.S. Television Broadcasting, 1940s through 1950s: The Exploratory Years, Science Communication 24 (2002), S, 34-71.

LaFollette, Marcel C.: Making Science Our Own: Public Images of Science 1910-1955, Chicago 1989.

LaFollette, Marcel C.: Science on the Air: Popularizers and Personalities on Radio and Early Television, Chicago 2008.

LaFollette, Marcel C.: Taking science to the market place. Examples of Science Service's presentation of chemistry during the 1930s, Hyle 12 (2006), S. 67-97.

Lafuente, Antonio: La cultura técnica como espectáculo. Las Exposiciones Universales, Política Científica 31, 22-25, 1992.

Lafuente, Antonio/Elena, Alberto: Los científicos ante su imagen y su público', Claves de Razón Práctica, 67, 48-55, 1996.

Lafuente, Antonio/Pimentel, Juan: La construcción de un espacio público para la ciencia: Escrituras y escenarios en la Ilustración española, in: Peset, J. L. (Hg.), Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla. Siglo XVIII Salamanca 2002.

Lafuente, Antonio/Saraiva, Yago (Hg.): Imágenes de la ciencia en la España contemporánea, Madrid 1998.

Lamouroux, Mireille (Hg.): La vulgarisation scientifique: Bibliographie, Créteil 1994.

Lane, Robert E: The decline of politics and ideology in a knowledgeable society, American Sociological Review 21 (1966), S. 649-662.

Laporte, M.: Les Mémoires de Radiolo, Paris 1925.

Latour, Bruno: Science in action. How to follow scientists and engineers through society, Cambridge, Mass. 1987.

Lefèvre, Wolfgang, Jürgen Renn und Urs Schöpflin (Hg.): The Power of Images in Early Modern Science. Basel 2003.

Lembrecht, Christina: Wissenschaftsverlage im Feld der Physik. Profile und Positionsverschiebungen 1900-1933, Archiv für Geschichte des Buchwesens. 61 (2007), S. 111-200.

Lenard, Philipp: Große Naturforscher. Eine Geschichte der Naturforschung in Lebensbeschreibungen, München 1929.

Lenard, Philipp: Über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit, in: Annalen der Physik 12 (1903), S. 714–744.

Lenard, Philipp: Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vorlesung, Leipzig 1906, 2. Aufl. 1920.

Lenard, Philipp: Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation, Leipzig 3. Aufl. 1921.

Lenard, Philipp: Wissenschaftliche Abhandlungen, 4 Bde., Leipzig 1942ff.

Leonhard, Joachim-Felix et al. (Hg.): Medienwissenschaft. Ein Handbuch zur Entwicklung der Medien und Kommunikationsformen, Bd. 2, Berlin, New York 2001.

Leonhard, Joachim-Felix: Programmgeschichte des Hörfunks in der Weimarer Republik, 2 Bde., München 1997.

Lerg, Wolfgang: Rundfunk in Deutschland, Bd. 1, Die Rundfunkpolitik der Weimarer Republik, München 1980.

Lewenstein, Bruce V.: Public Understanding of Science" in America, 1945-1965. Ph.D. Diss., University of Pennsylvania 1987.

Lewenstein, Bruce V.: The Meaning of "Public Understanding of Science" in the United States after World War II, Public Understanding of Science 1 (1992), S. 45-68.

Ley, Hermann: Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse im Funk und Fernsehen, Jg. (1961),Nr. 2, S. 9-10

Liebert, Wolf-Andreas: Wissenstransformationen. Handlungssemantische Analysen von Wissenschafts- und Vermittlungstexten, Berlin (2002),

Lightman, Bernard (Hg.): Victorian Science in Context, Chicago 1997.

Lightman, Bernard: Victorian popularizers of science. Designing nature for new audiences, Chicago 2007.

Link, Jürgen: Elementare Literatur und generative Diskursanalyse, München 1983.

Lodge, Oliver: Der Weltäther, Braunschweig 1911.

Lorenz, Richard: Die Realität der Moleküle, Umschau 17 (1913), S. 44–49.

Ludes, Peter, Heidemarie Schumacher und Peter Zimmermann (Hg.): Geschichte des Fernsehens in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3: Informations- und Dokumentationssendungen. München 1994.

Luhmann, Niklas: Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt 1990

Lukrez (Titus Lucretius Carus): Of the Nature of Things; a Metrical Translation by William Ellery Leonard, New York 1916 (zahlreiche Reprints, online unter http://classics.mit.edu/Carus/ nature_things.html).

Lukrez: Über die Natur der Dinge. Aus dem Lateinischen übersetzt von Hermann Diels. Berlin 1957.

Lüthy, Christoph: The invention of atomist iconography, in: Wolfgang Lefèvre, Jürgen Renn und Urs Schöpflin (Hg.), The power of images in early modern science, Basel 2003, S. 117–138.

Macrakis, Kristie: Surviving the Swastika: Scientific Research in Nazi Germany, New York 1993.

Mädicke, Horst: Zu einigen Problemen unserer künftigen Arbeit, Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse 12 (1956) S. 2-4.

Maier, Helmut (Hg.): Rüstungsforschung im Nationalsozialismus. Organisation, Mobilisierung und Entgrenzung der Technikwissenschaften, Göttingen 2002.

Marchal, Michael: Kultur- und Programmgeschichte des öffentlich-rechtlichen Hörfunks in der Bundesrepublik Deutschland. Ein Handbuch. Bd.1: Grundlegung und Vorgeschichte, München (2004);

Marsch, Ulrich: Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Industrieforschung in Deutschland und Großbritannien, 1880-1936, Paderborn (2000), S. 49ff.; z

Marßolek, Inge und Adelheid von Saldern (Hg.): Zuhören und Gehörtwerden I. Radio im Nationalsozialismus zwischen Lenkung und Ablenkung, Tübingen 1998.

Marten, Heinz-Georg: Der niedersächsische Ministersturz. Protest und Widerstand der Georg-August-Universität Göttingen gegen den Kultusminister Schlüter im Jahre 1955, Göttingen 1987.

Martinez, Ruben: Plum Pudding and the Folklore of Physics, Vortrag auf dem History of Science Society Annual Meeting, Cambridge/Mass. 2003, Zusammenfassung verfügbar

unter
http://www.hssonline.org//Meeting/program/archiveprogs/2003%20Abstracts.htm.

Martínez Vidal, Àlvar/Pardo Tomás, José: Un programa, dues acadèmies: Jaume Bonells i el foment de la medicina i de les ciències naturals a Barcelona, in: Nieto-Galán/Roca-Rosell 2000, 137-164.

Max-Planck-Gesellschaft: Jahrbuch 2005, Göttingen 2005.

McCollum, Elmer: A history of nutrition. The sequence of ideas in nutrition investigation, Boston 1957.

Meadows, Jack: The growth of science popularization. A historical sketch, Impact of Science on Society 36:4 (1986), S. 341-46.

Mehrtens, Herbert und Steffen Richter(Hg.): Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie. Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte des Dritten Reichs, Frankfurt 1980.

Meinecke, W.: Die Größe des Atoms, Umschau 24 (1920), S. 251–253.

Meinel, Christoph und Peter Voswinckel (Hg.): Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten, Stuttgart 1994.

Merritt, Davis und Maxwell E. McCombs: The two W's of journalism. The why and what of public affairs reporting, London (2004

Metzler, Gabriele, Konzeptionen politischen Handelns von Adenauer bis Brandt. Politische Planung in der pluralistischen Gesellschaft. Paderborn 2005.

Metzler, Gabriele: 'Welch ein deutscher Sieg!' Die Nobelpreise von 1919 im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte 44 (1996), S. 173-200.

Metzler, Gabriele: Internationale Wissenschaft und nationale Kultur. Deutsche Physiker in der internationalen Community 1900-1960, Göttingen 2000.

Meyenn, Karl von (Hg.): Quantenmechanik und Weimarer Republik, Braunschweig, Wiesbaden 1994

Meyer, Max Wilhelm: Atome und Weltkörper, Kosmos 2 (1905), S. 135–138.

Meyer, Max Wilhelm: Das Radium und die neueren Ansichten über die Welt der Atome, Kosmos 1 (1904), S. 23–26.

Meyer, Max Wilhelm: Die Urkraft des Universums, Natur 1 (1909/10), S. 11–14.

Meyer, Max Wilhelm: Radiologische Umschau, Kosmos 5 (1908), S. 2–5.

Meyer, Max Wilhelm: Wie ich Urania-Meyer wurde, Hamburg 1908.

Meyer: Meyers Konversations-Lexikon, 6. Aufl., Leipzig 1905.

Miąso, Józe: Uniwersytet dla wszystkich [University for All], Warszawa 1960.

Michael Gibbons (Hg.): The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies, 1994.

Michler, Werner: Darwinismus und Literatur. Naturwissenschaftliche und literarische Intelligenz in Österreich 1859-1914, Wien 1999

Mie, Gustav: Moleküle, Atome, Weltäther, Leipzig 1904.

Milde, Jutta: Vermitteln und Verstehen. Zur Verständlichkeit von Wissenschaftsfilmen im Fernsehen, Wiesbaden 2009

Miller, Arthur I.: Imagery and Representations in Twentieth-Century Physics, in: Mary Jo Nye (Hg.): The Cambridge History of Science, Vol. 5: The modern Physical and Mathematical Sciences. Cambridge u.a. 2003, S. 191–215.

Miller, Arthur I.: Imagery in Scientific Thought: Creating Twentieth Century Physics. Boston 1984.

Miller, Arthur I.: Visualization lost and regained: The genesis of the quantum theory 1913–1927, in: Wechsler, J. (Hg.), On aesthetics in science, Cambridge, Mass., 1978, S. 73–101.

Miller, Jon D: The American People and Science Policy. The Role of Public Attitudes in the Policy Process. New York 1983.

Mitchell, William James Thomas: The Pictorial Turn, in: ders.: Picture Theory. Chicago, London 1994, S. 11–34.

Moeller, Frank: Aufbruch ins 20. Jahrhundert. Gegenwartserfahrungen und Zukunftserwartungen der wilhelminischen Elite zur Saekularwende 1900, Geschichte in Wissenschaft und Unterricht (GWU) 50 (1999);

Moese, Henryk: Z historii upowszechniania wiedzy. Od starożytności do oświecenia [On the diffusion of Knowledge. From Antiquity to the Enlightenment], Kwartalnik Historii Nauki i Techniki [Quarterly Journal on the History of Science and Technology] 1963, Vol. 8, No. 2, 179-213.

Molvig, Ole: Theaters of Science: On Stage and Behind the Scenes at the Berlin Urania, in: The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture, hg. von David Aubin, Charlotte Bigg und H. Otto Sibum, Durham 2010, S. 325-344.

Monteleone, Franco: Storia della radio e della televisione in Italia, Venedig 1999.

Moses, A. Dirk: Das Pathos der Nüchternheit. Die Rolle der 45er-Generation im Prozess der Liberalisierung der Bundesrepublik, Frankfurter Rundschau 2 July 2002.

Müller-Wille, Staffan: Early Mendelism and the subversion of taxonomy: Epistemological obstacles as institutions, Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences 36 (2005), S. 465–487.

Müller, Corinna: Frühe deutsche Kinematographie. Formale, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklungen, 1907-1912, Stuttgart 1994.

Müller, Dorit: Populärwissenschaftliche Zeitschriften im "Dritten Reich", in: Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland, hg. von Carsten Würmann and Ansgar Warner, S. 23-44, Bern 2008.

Müller, Dorit: Präsentationsformen von Wissen im Lehr- und Kulturfilm der Weimarer Republik, Non Fiktion. Arsenal der anderen Gattungen 2 (2007), S. 34-46.

Müller, Hans Dieter (Hg.): Facsimile-Querschnitt durch "Das Reich", München (1964);

Murdoch, John E.: Album of Science. Antiquity and Middle Ages, New York 1984.

N. N.: Das Geräusch der Atombewegung, Wissen und Fortschritt 2 (1928), S. 269.

N. N.: Das Wundermetall, Wissen und Fortschritt 3 (1929), S. 349–350.

N. N.: Georg Joachim Göschen. Sein Verlag 1785–1935 und die Sammlung Göschen (Hundertfünfzig Jahre Verlag G. J. Göschen), Berlin 1935

N. N.: Größe der Atome und Elektronen, Umschau 9 (1905), S. 934.

N. N.: Irrtum aus Amerika, Koralle 5 (1929/30), S. 331.

N. N.: Moderne Bildung, Kosmos 1 (1904), S. 1-2.

Nagaoka, Hantaro: Kinetics of a system of particles illustrating the line and the band spectrum and the phenomena of radioactivity, Philosophical Magazine (London) 7 (1904), S. 445–455.

Nagaoka, Hantaro: The structure of an atom, Zeitschrift der Mathematischen Gesellschaft Tokio 2 (1904), S. 140 und 240–247.

Nersessian, Nancy J.: The cognitive basis of model-based reasoning in science, in: Peter Carruthers u.a. (Hg.), The cognitive basis of science, Cambridge 2002, S. 133-153

Niederhäuser, Jürg: Wissenschaftliche Fachsprache und populärwissenschaftliche Vermittlung. Linguistische Untersuchungen zur fachexternen Wissenschaftskommunikation Bern 1996.

Nieto-Galan, Agustí: The images of science in modern Spain. Rethinking the ‘polémica’, in: Gavroglu, Kostas (Hg.): The Sciences in the European Periphery during the Enlightenment, Dordrecht 1998, 65-86.

Nieto-Galan, Agustí/Papanelopoulou, Faidra: Science, technology, and the public in the European periphery: A report of the 5th STEP meeting (1-3 June 2006, Mahon/Minorca), Journal of Science Communication 5 (4) 2006.

Nieto-Galan, Agustí/Roca-Rosell, Antoní (Hg.): La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona en els segles XVIII i XIX. Història, ciència i societat. IEC-RACAB, Barcelona 2000.

Nieto-Galan, Agustí: Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia, Madrid 2011.

Nikolow, Sybilla und Arne Schirrmacher (Hg.): Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt und New York 2007.

Nipperdey, Thomas: Deutsche Geschichte, Bd. 1: Arbeitswelt und Bürgergeist, München 1990.

Nissen, Martin, Populäre Geschichtsschreibung. Historiker, Verleger und die deutsche Öffentlichkeit (1848-1900), Köln 2009.

Nowack, J: Der Anti-Göttinger, Rheinischer Merkur 212 Nr. 35 (13. 9. 1957), S. 15.

Nowotny, Helga u.a. (Hg.): Re-thinking Science - Rethinking Society. Knowledge and the Public in the Age of Uncertainty, London 2001.

Nye, Mary Jo: Molecular Reality: A Perspective on the Scientific Work of Jean Perrin, London 1972.

Nyhart, Lynn K. und Thomas Broman (Hg.): Science and civil society, Chicago 2002

Oleson, Alexandra und John Voss (Hg.): On organization of knowledge in modern America, 1860-1920, Baltimore/London 1979.

Ong, Walter: Orality and Literacy: The Technologizing of the Word, London 1982.

Oppenheimer, Frank: The Exploratorium: A Playful Museum Combines Perception and Art in Science Education, American Journal of Physics 40 (1972) S. 978–984.

Ordoñez, Javier/Elena, Alberto (Hg.): La Ciencia y su Público: Perspectivas históricas, CSIC, Madrid 1990.

Oreskes, Naomi und Erik Conway: Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming. New York 2010.

Ott, Heinrich: Strukturbestimmung mit Röntgeninterferenzen, in: Wien, Wilhelm (Hg.): Handbuch der Experimentalphysik, Band 7/2. Leipzig 1928.

Pallo, Garbor: Genres of popular science. Urania and the scientific theater, in: Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000, hg. von Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan, und Enrique Perdriguero, S. 157-174. Aldershot 2009.

Papanelopoulou, Faidra, Nieto-Galan, Agustí., und Perdriguero Enrico (Hg.): Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000, Aldershot 2009.

Pauli, Wolfgang: Über das Modell des Wasserstoffmolekülions, Annalen der Physik 68 (1922), S. 177-240.

Perdiguero, Enrique: The popularization of medicine during the Spanish Enlightenment", in: Porter, Roy (Hg.): The popularization of medicine, 1650-1850, London, 160-193, 1992.

Perrin, Jean: Agitation moleculaire et mouvement brownien, Compte Rendus de l'Académie des Sciences 146 (1908), S. 967.

Perrin, Jean: Die Atome, Dresden 1914.

Perrin, Jean: Les hypothèses moléculaires, Revue scientifique 15 (1901), S. 449–461.

Perrin, Jean: Mouvement brownien et realité moléculaire, in: Annales de Chimie et de Physique 8 ser. 18 (1909), S. 5–114.

Pestre, Dominique: Les revues de vulgarisation scientifique en France 1918-1940. Un panorama, Cahier d'histoire et de philosophie des sciences 24 (1988), S. 71-81.

Peters, Dorothea: Die Welt im Raster. Georg Meisenbach und der lange Weg zur gedruckten Photographie, in: Gall, Alexander: Konstruieren, kommunizieren, präsentieren. Bilder von Wissenschaft und Technik, Göttingen (2007), S. 179-244.

Peukert, Detlev: Die Weimarer Republik. Krisenjahre der klassischen Moderne, Frankfurt 1987.

Pickering, Andrew (Hg.): Science as practice and culture, Chicago 1992.

Pinch, Trevor und Wiebke Bijker (Hg.): The Social Construction of Facts and Artifacts, in: Wiebke Bijker u.a. (Hg.), The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology. Cambridge 1987

Planck, Max: Ansprache, Sitzungberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften (1918)S. 993.

Planck, Max: Das Weltbild der neuen Physik, Leipzig 1929.

Planck, Max: Die Einheit des physikalischen Weltbildes. Leipzig 1909.

Plassmann, Joseph: Vorwort, in: Jahrbuch der angewandten Wissenschaften 30 (1920), S.

Płonka-Syroka, Bożena (Hg.): Antropologia wiedzy: perspektywy badawcze dyscypliny [The Anthropology of Knowledge: the Research perspectives of a Discipline] Wrocław 2005.

Pnina G. Abir-Am, The discourse of physical power and biological knowledge in the 1930s. A reappraisal of the Rockefeller Foundation's 'policy' in molecular biology, in: Social Studies of Science 12. 1982, S. 341-382,

Pohl, Stefan: La circulación de la energía. Una historia cultural de la termodinámica en la España de la segunda mitad del siglo XIX. Ph.D. thesis, Universitat Autònoma de Barcelona 2007.

Poniatowski, Zygmunt: Problematyka nauki w piśmiennictwie katolickim w Polsce 1863-1905 [The issues of science in the Catholic literature and writing 1863- 1905], Warszawa 1961.

Potoczny, Jerzy: Oświata dorosłych i popularyzacja wiedzy w plebejskich środowiskach Galicji doby konstytucyjnej (1867-1918) [Adult education and the popularization of knowledge in the plebeian circles in Galicia during the constitutional period, 1867-1918], Rzeszów 1998.

Pradal, J., La vulgarisation des sciences par l'écrit : Méthodes et moyens utilisés dans les États membres du C.C.C., Strasbourg 1968.

Prats, Llorenç: La Cultura popular a Catalunya: estudiosos i institucions, 1853- 1981, Barcelona 1982.

Priest, Hornig (Hg.): Encyclopedia of Science and Technology Communication, Thousand Oaks 2010.

Proske, Rüdiger: Die Anfänge des Dokumentarfilms im Deutschen Fernsehen, in: Zimmermann, Peter: Fernseh-Dokumentarismus. Bilanz und Perspektiven, Konstanz (1994), S. 81-88.;

Raichvarg, Daniel und Jean Jacques: Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences, Paris 1991.

Raichvarg, Daniel: Science in the French Popular Media in the 1930s and 40s: Radio, Songs and Cabaret. In A. Schirrmacher (Hg.): Communicating Science in 20th Century Europe. A Survey on Research and Comparative Perspectives (Preprint 385). Berlin: 2009, 187-195.

Raichvarg, Daniel: Sciences pour tous?, Paris 2005.

Ramsauer, Carl: Physik, Technik, Pädagogik. Erfahrungen und Erinnerungen, Karlsruhe 1949.

Rasmussen, Nicolas: Picture Control. The Electron Microscope and the Transformation of Biology in America, 1940–1960, Stanford 1997.

Rechenberg, Helmut: Max Born, in: Karl von Meyenn, Hg.: Die großen Physiker, München 1997, S. 249-262

Reichel, Peter: Der schöne Schein des Dritten Reiches. Faszination und Gewalt des Faschismus, Frankfurt (1993),

Reichenbach Carl: Physikalisch-physiologische Untersuchungen über die Dynamide des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme, des Lichtes, der Kristallisation, des Chemismus in ihren Beziehungen zur Lebenskraft, Braunschweig 1849.

Reichenbach, Hans: Ein neues Atommodell, Umschau 31 (1927), S. 281–284.

Reichert, Ramon: Im Kino der Humanwissenschaften. Studien zur Medialisierung wissenschaftlichen Wissens, Bielefeld (2007);

Reichert, Ramón: Im Kino der Humanwissenschaften. Studien zur Medialisierung wissenschaftlichen Wissens, Bielefeld 2007.

Reichshandbuch: Reichshandbuch der deutschen Gesellschaft; das Handbuch der Persönlichkeiten in Wort und Bild, 2 Bde, Berlin 1930.

Renn, Jürgen (Hg.): Einstein's Annalen Papers. The Complete Collection 1901-1922, Weinheim 2005.

Requate, Jörg: Öffentlichkeit und Medien als Gegenstände historischer Analyse, in: Geschichte und Gesellschaft 25 (1999), S. 5-32,

Rese, Alexandra, Wirkung politischer Stellungnahmen von Wissenschaftlern am Beispiel der Göttinger Erklärung zur atomaren Bewaffnung, Frankfurt 1999

Revel, Judith: Le vocabulaire de Foucault, Paris 2002.

Reymont, Stanisław: Warszawskie wydawnictwa popularne w latach 1880-1914 [Warsaw Popular Editions, 1880-1914], in Tazbir Stanisław (Hg.): Z dziejów książki i bibliotek w Warszawie [On the history of books and libraries in Warsaw], Warszawa 1961, 385-432.

Rhees, David J.: A new voice for science: Science Service under Edwin E. Slosson, 1921-29, M.A. Thesis Chapel Hill 1979.

Rheinberger, Hans-Jörg: Historische Epistemologie, Hamburg 2007.

Ringer, Fritz K.: The decline of the German mandarins: The German accademic community 1880-1933, Cambr. Mass. 1969.

Rinne, F.: Atombereiche in Kristallen«, Umschau 26 (1922), S. 571–573.

Rinne, F.: Heutige Anschauungen vom Bau der Kristalle, Umschau 24 (1920), S. 373–376.

Roeseler, H.: Die zukünftige Tätigkeit der "Deutschen Welle." D.W. Funk 1926 (1), 1-2.

Roeseler, Hans: Ein Jahr Deutschen Welle, D. W. Funk 1 (1927), S. 1–3.

Rolfes, Gabriele: Die Deutsche Welle - ein politisches Neutrum im Wiemarer Staat?, Frankfurt 1992.

Roca-Rosell, Antoni (Hg.): Josep Comas i Solà. Astrònom y divulgador. Ajuntament de Barcelona, Barcelona 2004.

Rose, Paul Lawrence: Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project: A Study in German Culture. Berkeley 1998.

Rosenberg, Charles: Towards an ecology of knowledge. On discipline, context and history, in: Alexandra Oleson u. John Voss (Hg.), On organization of knowledge in modern America, 1860-1920, Baltimore 1979, S. 440-455.

Rothmaler, Werner: Unsere nächsten Aufgaben, Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse 3 (1955) S. 6-12.

Royal Society: Handbook to the Exhibition of Pure Science. Arranged by the Royal Society, London 1924.

Rudolf Vierhaus und Ludolf Herbst (Hg.): Biographisches Handbuch der Mitglieder des Deutschen Bundestages 1949-2002, München 2002

Rupnow, Dirk et al. (Hg.): Pseudowissenschaft, Frankfurt 2008.

Rupp, Hans Karl, Außerparlamentarische Opposition in der Ära Adenauer. Der Kampf gegen die Atombewaffnung in den fünfziger Jahren, Köln 1970

Rutherford, Ernest: Die Atomtheorie in der Physik, Naturwissenschaftliche Rundschau 24 (1909), S. 481–485 und 496-501.

Saage-Maaß, Miriam, Die Göttinger Sieben - demokratische Vorkämpfer oder nationale Helden? Zum Verhältnis von Geschichtsschreibung und Erinnerungskultur in der Rezeption des Hannoverschen Verfassungskonfliktes, Göttingen 2007.

Sachse, Christian: Die politische Sprengkraft der Physik. Robert Havemann zwischen Naturwissenschaft, Philosophie und Sozialismus, 1956-1962, Münster 2006.

Salewski, Michael: "Neujahr 1900". Die Säkuarwende in zeitgenössischer Sicht, Archiv für Kulturgeschichte H. 53 (1971), S. 335-381.

Sapp, Gregg: Building a popular science library collection for high school students to adult learners, Westport, Conn. 1995.

Sarasin, Philipp, Geschichtswissenschaft und Diskursanalyse, Frankfurt/M. 2003.

Sarasin, Philipp: Reizbare Maschinen. Eine Geschichte des Körpers, 1785–1914, Frankfurt/M. 2001.

Sarkowski, Heinz: Der Springer Verlag. Stationen seiner Geschichte, Bd. 1: 1842–1945, Berlin 1992.

Schaxel, Julius: Entwicklung der Wissenschaft vom Leben, Jena 1924.

Scherrer, Paul: Das Raumgitter des Aluminiums, Physikalische Zeitschrift 19 (1918), S. 23–27.

Scherrer, Paul: Personal Reminiscences, in: Ewald, Paul P.: Fifty Years of X-Ray Diffraction. Utrecht 1962, S. 642–646.

Schickore, Jutta: Ever-present Impediments: Exploring Instruments and Methods of Microscopy, Perspectives on Science 10 (2001), S. 126–145.

Schiewe, Jürgen: Öffentlichkeit. Entstehung und Wandel in Deutschland, Stuttgart 2003

Schildt, Axel (Hg.): Dynamische Zeiten. Die 60er Jahre in den beiden deutschen Gesellschaften, Hamburg 2000.

Schildt, Axel und Arnold Sywottek: Modernisierung im Wiederaufbau. Die westdeutsche Gesellschaft der 50er Jahre, Bonn (1993);

Schildt, Axel: Zwischen Abendland und Amerika. Studien zur westdeutschen Ideenlandschaft der 50er Jahren, München 1999.

Schirrmacher, Arne (Hg.): Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on Research and Comparative Perspectives. (MPI Preprint 385). Berlin 2009.

Schirrmacher, Arne: Das leere Atom. Instrumente, Experimente und Vorstellungen zur Atomstruktur um 1903, in: Hashagen, Ulf/Blumtritt, Oskar/Trischler, Helmuth (Hg.), Circa 1903: Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums, München 2003, S. 127–152.

Schirrmacher, Arne: Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik, in: Nikolow, Sybilla/Schirrmacher, Arne (Hg.): Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/Main, New York 2007, S. 39–73.

Schirrmacher, Arne: Die Entwicklung der Sozialgeschichte der modernen Mathematik und Naturwissenschaft und die Frage nach dem sozialen Raum zwischen Disziplin und Wissenschaftler, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 26. 2003, S. 17-34

Schirrmacher, Arne: Die Rolle materieller Ressourcen in der Wissenschaftsgeschichte. Philipp Lenard und die Apparate, in: Christoph Meinel (Hg.), Instrument - Experiment: Historische Studien, Berlin, Diepholz 2000, S. 386-395

Schirrmacher, Arne: Kosmos, Koralle und Kultur-Milieu. Zur Bedeutung der populären Wissenschaftsvermittlung im späten Kaiserreich und in der Weimarer Republik, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 31 (2008), S. 353–371.

Schirrmacher, Arne: Looking into (the) matter. Scientific artefacts and atomistic iconography, in: Peter Morris und Klaus Staubermann (Hg.): Illuminating Instruments, Washington 2009, S. 133-157.

Schirrmacher, Arne: Nach der Popularisierung. Zur Relation von Wissenschaft und Öffentlichkeit im 20. Jahrhundert, Geschichte und Gesellschaft 34 (2008), S. 73-95.

Schirrmacher, Arne: Physik und Politik in der frühen Bundesrepublik Deutschland: Max Born, Werner Heisenberg und Pascual Jordan als politische Grenzgänger, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 30 (2007), S. 13-31.

Schirrmacher, Arne: Popular Science as Cultural Dispositif: On the German Way of Science Communication in the Twentieth Century, Science in Context 26:3 (2013), S.473-508.

Schirrmacher, Arne: The Establishment of Quantum Physics in Göttingen 1900-24. Conceptional Preconditions - Resources - Research Politics, in: Helge Kragh u.a., History of Modern Physics, Turnhout 2002, S. 295-309.

Schirrmacher, Arne und Ulrike Thoms: Neue Wissensofferten, alte Wissensbedürfnisse und verschiedene Transaktionsmodelle. Drei Thesen zum naturwissenschaftlichen Vermittlungsdiskurs, in: Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, edited by Sybilla Nikolow und Arne Schirrmacher, S. 97-110. Frankfurt 2007.

Schlösser, Hans: Über fortschrittlich-bürgerliche Bestrebungen, im deutschen Volk wissenschaftliche Kenntnisse zu verbreiten, Mitteilungsblatt der Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse (1957), S. 7-12

Schmid-Ruhe, Bernd: Fakten und Fiktionen. Untersuchungen zur Wissenschaftsberichterstattung im deutschsprachigen Feuilleton der Tagespresse des 20. Jahrhunderts, Konstanz (2005)

Schmid, Bastian: Dem neuen Jahrgang zum Geleit!, Natur 13 (1921), S. 1.

Schmidt-Lux, Thomas: Wissenschaft als Religion. Szientismus im ostdeutschen Säkularisierungsprozess. Würzburg 2008.

Schmidt-Lux, Thomas: Wissenschaftliche Weltanschauung und Religion. Ein Beitrag zur Theorie des Säkularisierungsprozesses und seiner institutionellen Akteure am Beispiel der URANIA, Leipzig 2006.

Schmidt-Schönbeck, Charlotte: 300 Jahre Physik und Astronomie an der Kieler Universität, Kiel 1965.

Schneider, Georg und Horst Buch: Die "Urania" und der Urania-Verlag (1964), in: Präsidium der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse (Hg.): 10 Jahre Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse, Erfurt 1964, S. 41-44, S. 43

Schreiber, Georg: Deutsche Kulturpolitik und Katholizismus. Freiburg im Breisgau 1922.

Schrödinger, Erwin: Das Gesetz der Zufälle, Koralle Dez. 1929.

Schrödinger, Erwin: Das Rätsel des Lichts, Koralle 5 (1929/30), S. 294-298.

Schrödinger, Erwin: Ist die Naturwissenschaft milieubedingt?, in: Schrödinger, Erwin: Zwei Vorträge zur Kritik der naturwissenschaftlichen Erkenntnis, Leipzig 1932.

Schrödinger, Erwin: Was ist eigentliche Elektrizität, Koralle, Jun. 1930.

Schrödinger, Erwin: Wissenschaft – Kunst – Spiel, Koralle Dez. 1930.

Schubotz, Hermann: Rundfunk und Wissensvermittlung. D.W. Funk 1926(4):125-127.

Schubotz, Hermann: Zwei Jahre Deutsche Welle, D.W. Funk (1928), S. 1-3.

Schücking, Engelbert: Jordan, Pauli, Politics, Brecht, and a variable gravitational constant, Physics Today, Okt. 1999, S. 26-31

Schulz, Kurt: Die technische Berichterstattung in Deutschland, Berlin (1931);

Schütt, K.: Die Bausteine der Materie (nach einem Vortrag von F. W. Aston), Umschau 29 (1925), S. 690–693 und 713–716.

Schütze, H.: Wie sieht das Atom aus?, Kosmos 26 (1929), S. 281-283.

Schwarz, Angela: Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870-1914), Stuttgart 1999.

Secord, James: Knowledge in Transit. Isis 95 (2004), S. 654–672.

Secord, James: Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation, Chicago 2000.

Seeliger, Rolf (Hg.): Braune Universität. Deutsche Hochschullehrer gestern und heute. Eine Dokumentation, 5 Bde., München 1964-1968.

Shapin, Stephen: Science and the public, in: R.C. Olby, et al., Hg.: Companion to the History of Modern Science, London/New York 1990, S. 990-1007.

Shinn, Terry und Richard Whitley (Hg.): Expository science. Forms and functions of popularization, Dordrecht 1985

Shinn, Terry: The industry, research, and education nexus, in: Nye, Mary Jo: The Cambridge Histroy of Science, Vol. 5: The modern physical and mathematical sciences, , Cambridge [u.a.] (2003), S. 133-153.

Sibum, Heinz Otto: Reworking the mechanical value of heat: instruments of precision and gestures of accuracy in early Victorian England, Studies in History and Philosophy of Science 26 (1994), S. 73-106

Siebert, Horst: Erwachsenenbildung in der Erziehungsgesellschaft der DDR, Düsseldorf 1970.

Sieg, Ulrich: Strukturwandel der Wissenschaft im Nationalsozialismus, Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 24 (2001), S. 255-270.

Siegmund-Schultze, Reinhard: Mathematische Berichterstattung in Hitlerdeutschland. Der Niedergang des „Jahrbuchs über die Fortschritte der Mathematik“, Göttingen 1993.

Sieverking, H.: Sichtbarmachung der Moleküle nach Laue und Wilson, Kosmos 10 (1913), S. 265–268.

Silva, A.: From point-to-point to mass communication. The radio in Portugal from 1898 to 1939, HoST, Journal of History of Science and Technology (2011).

Simon, Josep und Néstor Herran (Hg.): Beyond Borders: Fresh Perspectives in History of Science. Newcastle 2008.

Socher, Hermann von: Welteislehre. Astronomie der Nichtastronomen, Koralle 8 (1932/33), S. 302-304.

Sommerfeld, Arnold: Atombau und Spektrallinien, Braunschweig 1919.

Sommerfeld, Arnold: Atomic structure and spectral lines, London, 1923.

Sommerfeld, Arnold: Die Erforschung des Atoms, Umschau 28 (1924), S. 501–505.

Sommerfeld, Arnold: Wissenschaftlicher Briefwechsel, hg. von Michael Eckert und Karl Märker, Band 1, Berlin 2000, Band 2, Berlin 2004.

Sperling: Sperlings Zeitschriften-Adressbuch. Handbuch der deutschen Presse; die wichtigsten Zeitschriften und politischen Zeitungen Deutschlands, Österreichs und des Auslandes, published by Börsenverein der Deutschen Buchhändler, Leipzig 1902-47.

Spiekermann, Uwe: Der Naturwissenschaftler als Kulturwissenschaftler. Das Beispiel Werner Kollaths, in: Neumann, Gerhard/Wierlacher Alois/Wild, Rainer (Hg.), Essen und Lebensqualität. Natur- und kulturwissenschaftliche Perspektiven, Frankfurt/M., New York 2001, S. 247–274.

Spiekermann, Uwe: Vollkorn für die Führer. Zur Geschichte der Vollkornbrotpolitik im ›Dritten Reich‹, Zeitschrift für Sozialgeschichte des 20. und 21. Jahrhunderts 16 (2001), S. 91–128.

Spies, Paul: Molekel und Atome, Koralle 1 (1925/26), H. 4, S. 56-65.

Spies, Paul: Zustandsformen der Materie, Koralle 1 (1925/26), H. 2, S. 64-73.

Stamm, Willy (Hg.): Leitfaden durch Presse und Werbung; Verzeichnis und Beschreibung periodischer Publikationen, Rundfunkanstalten und Werbemöglichkeiten in Deutschland. Essen 1947-.

Stehr, Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften, Frankfurt (1994).

Stehr, Nico: Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften, Frankfurt 1994, S. 214ff.

Stern, Alfred: Die Materie als Analogon des Lichtes, Koralle Okt. 1931.

Stichweh, Rudolf: Niklas Luhmann (1927-1998), in: Dirk Kaesler (Hg.): Klassiker der Soziologie. Bd. 2. Von Talcott Parsons bis Pierre Bourdieu, München 1999, S. 206-229.

Stöckel, Sigrid, Wiebke Lisner und Gerlind Rüve (Hg.): Das Medium Wissenschaftszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert. Ver-wissenschaftlichung der Gesellschaft – Vergesellschaftung von Wissenschaft, Stuttgart 2009.

Stölken-Fitschen, Ilona, Atombombe und Geistesgeschichte. Eine Studie der fünfziger Jahre aus deutscher Sicht, Baden-Baden 1995.

Stöltzner, Michael: Die Kausalitätsdebatte in den Naturwissenschaften. Zu einem Milieuproblem in Formans These, in: Heike Franz et al. (Hg.): Wissensgesellschaft. Transformationen im Verhältnis von Wissenschaft und Alltag, Bielefeld 2001, S. 85-128.

Straumann, Lukas und Daniel Wildmann: Schweizer Chemieunternehmen im "Dritten Reich", Zürich 2001.

Stuber, Andre: Wissenschaft in den Massenmedien Die Darstellung wissenschaftlicher Themen im Fernsehen, in Zeitungen und in Publikumszeitschriften, Aachen (2005).

Stummvoll, Josef: Tagespresse und Technik. Die technische Berichterstattung der deutschen Tageszeitung mit besonderer Berücksichtigung der technischen Beilagen, Leipzig 1935,

Susan Leigh Star (Hg.), Ecologies of knowledge. Work and politics in science and technology, Albany, NY 1995.

Szabo, Aniko: Vertreibung, Rückkehr, Wiedergutmachung. Göttinger Hochschullehrer im Schatten des Nationalsozialismus, Göttingen 2000

Szöllösi-Janze, Margit: Wissensgesellschaft in Deutschland: Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse, Geschichte und Gesellschaft 30 (2004), S. 277-313.

Szukaj, Heike: Empfundenes und Erkanntes. Kurd Laßwitz als Wissenschaftspopularisator 1848-1910, Münster (1996); Werner Gruhn, Wissenschaft und Technik in deutschen Massenmedien. Ein Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der DDR, Erlangen 1979.

te Heesen, Anke: Cut & Paste um 1900. Der Zeitungsausschnitt in den Wissenschaften, Berlin 2002.

Teichmann, Jürgen: 150 Jahre Ohmsches Gesetz, Elektrotechnische Zeitschrift 97 (1976), S. 594-600.

Thoms, Ulrike: „Vitaminfragen - kein Vitaminrummel?“ Die deutsche Vitaminforschung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zur Öffentlichkeit, in: Sybilla Nikolow und Arne Schirrmacher: Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert, Frankfurt/New York 2007, S. 75-96.

Thomson J. J.: Elektrizität und Materie, Braunschweig 1904, 2. Aufl. 1909.

Thomson J. J.: Korpuskulartheorie der Materie, Braunschweig 1908.

Tippelt, Rudolf: Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung, Opladen 1999.

Tobey, Ronald C: The American Ideology of National Science, 1919-1930, Pittsburgh 1971.

Tobies, Renate: Mathematik an der Universität Jena. Trends zwischen 1945 und 1989, in: Hoßfeld, Uwe/Kaiser, Tobias/Mestrup, Heimz: Hochschule im Sozialismus. Studien zur Geschichte der Friedrich-Schiller-Universität 1945-1990, Köln (2007), S. 1374-1399.

Todorow, Almut: Das Feuilleton der "Frankfurter Zeitung" in der Weimarer Republik. Zur Grundlegung einer rhetorischen Medienforschung, Tübingen (1996)

Topham, Jonathan: Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain: A Historiographical Survey and Guide to Sources, Studies in the History and Philosophy of Science 31A (2000), S. 559-612.

Topham, Jonathan: Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science, in: Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800–2000, hg. von Faidra Papanelopoupou, Agustí Nieto-Galan und Enrique Perdriguero, Aldershot 2009, S. 1-20.

Topham, Jonathan: Scientific Readers: A View from the Industrial Age, Isis 95 (2004), S. 431-442.

Turner, Frank: Public science in Britain, 1880-1919, Isis 71 (1980), S, 589-608.

Ullstein Berichte: Ullstein Berichte, Berlin 1926-1933.

Ullstein: 125 Jahre Ullstein. Presse- und Verlagsgeschichte im Zeichen der Eule, Berlin: Ullstein 2003.

Ulrike Felt: "Öffentliche" Wissenschaft. Zur Beziehung von Naturwissenschaft und Gesellschaft in Wien von der Jahrhundertwende bis zum Ende der Ersten Republik, Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaft 7 (1996), S. 45-66.

Urania: 30 Jahre DDR und das Wirken der Urania für den Sozialismus. Report hg. vom Presidenten der Urania Gesellschaft, Gesellschaft zur Verbreitung Wissenschaftlicher Kenntnisse. Leipzig 1979.

van der Waerden, Bartel L. (Hg.): Sources of quantum mechanics, Amsterdam 1967.

Vaupel, Elisabeth und Stefan L. Wolff: Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme , Göttingen 2010.

Vinnikov, Victor: We Shall Know: Hilbert's Apology, in: Mathematical Intelligencer 21 (1999), S. 42–46.

Vogel, Jakob: Von der Wissenschafts- und Wissensgeschichte. Für eine Historisierung der "Wissensgesellschaft", in: Geschichte und Gesellschaft 30 (2004), S. 639-660

Vogel, Klaus (Hg.): Das Deutsche Hygiene-Museum Dresden, 1911 bis 1990, Dresden (2003);

Voigt, Woldmar: Lehrbuch der Kristallphysik (mit Ausschluß der Kristalloptik). Leipzig, Berlin 1910.

vom Brocke, Bernhard: Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der Weimarer Republik. Ausbau zu einer gesamtdeutschen Forschungsorganisation (1918-1933), in: Forschung im Spannungsfeld von Politik und Gesellschaft. Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm / Max-Planck-Gesellschaft, hg. von Rudolf Vierhaus und Bernhard vom Brocke, Stuttgart 1990, 197-355.

vom Bruch, Rüdiger und Kaderas, Brigitte (Hg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 32–51.

vom Bruch, Rüdiger und Otto Bernhard Roegele: Von der Zeitungskunde zur Publizistik. Biographisch-institutionelle Stationen der deutschen Zeitungswissenschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, Frankfurt am Main 1986.

vom Bruch, Rüdiger, Uta Gerhardt und Aleksandra Pawliczek (Hg.): Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2006.

vom Bruch, Rüdiger: Wissenschaft, Politik und öffentliche Meinung. Gelehrtenpolitik im Wilhelminischen Deutschland (1890-1914), Husum 1980.

von Schwabach, Paul: Aus meinen Akten. Berlin 1927.

von Weizsäcker, Carl Friedrich: Mit der Bombe leben (Sonderdruck der Artikelserie in der Zeit über "Die gegenwärtigen Aussichten einer Begrenzung der Gefahr eines Atomkrieges"), Hamburg 1958.

von Weizsäcker, Carl-Friedrich, Die Verantwortung der Wissenschaft im Atomzeitalter, 7. Aufl., Göttingen 1986.

Waerden, Bartel L. van der (Hg.) Sources of quantum mechanics, Amsterdam 1967

Walker, Mark: German National Socialism and the Quest for Nuclear Power 1939-1949. Cambridge 1989.

Walker, Mark: Nazi Science. Myth, Truth and the German Atomic Bomb, New York 1995.

Warnecke, Peter: Augen auf! Wissenschaftsmagazine des Fernsehens der DDR, 1959-1991, in: Zwischen Service und Propaganda. Zur Geschichte und Ästhetik von Magazinen im Fernsehen der DDR, 1952-1991, hg. von Helmut Heinze und Anja Kreutz, S. 193-230, Berlin 1998.

Wassmann, Fritz: Irrwege schlechter Zeiten: Astrologie, Chiromantie, Kartomantie, Siderismus, Koralle 8 (1932/33), 60-64.

Wazeck, Milena: Einsteins Gegner. Die öffentliche Kontroverse um die Relativitätstheorie in den 1920er Jahren, Frankfurt 2009

Weber, Heiko (Hg.): Monistische und antimonistische Weltanschauung. Eine Auswahlbibliographie, Berlin 2000.

Weingart, Peter, Martin Carrier und Wolfgang Krohn (Hg.): Nachrichten aus der Wissensgesellschaft. Analysen zur Veränderung der Wissenschaft, Weilerswist 2007.

Weingart, Peter: Die Stunde der Wahrheit? Vom Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Weilerswist 2001.

Weingart, Peter: Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit, Weilerswist 2005.

Weingart, Peter: Science and the media. Research Policy 27 (1998), S. 869-879.

Weiss, Sheila Faith: Human Genetics and Politics as Mutually Beneficial Resources: The Case of the Kaiser Wilhelm Institute for Anthropology, Human Heredity and Eugenics during the Third Reich, Journal of the History of Biology 39 (2006), S. 41-88.

Wessely, Christina: Die Welteislehre. Zur Popularisierung eines technischen Weltbildes, Blätter für Technikgeschichte 65 (2003), S. 9-27.

Weyl, Hermann: Was ist Materie?, Naturwissenschaften 12 (1924), S. 561–568, 586-593 und 604–611.

Whalen, Matthew D: Science, the public, and American culture: A preface to the study of popular science, Journal of American Culture 4 (1981), S. 14-26.

Wheaton, Bruce R.: Inventory of sources for history of twentieth century physics. Report and microfiche index to 700,000 letters, Stuttgart 1993.

Whitley, Richard: Knowledge Producers and Knowledge Acquirers: Popularization as a Relation Between Scientific Fields and Their Publics, in: Expository Science. Forms and Functions of Popularization, edited by Terry Shinn and Richard Whitley, S. 3-28. Dordrecht 1985.

Wien, Wilhelm, Über Elektronen«, Naturwissenschaftliche Rundschau 20 (1905), S. 545–549 und 557–561.

Wilke, Jürgen: Grundzüge der Medien- und Kommunikationsgeschichte. Von den Anfängen bis ins 20. Jahrhundert, Köln u.a. 2000.

Wilser, Ludwig und Francé, Raoul: An die Leser!, Natur 1 (1909/10), S. 1.

Wincenty, Okoń (Hg.), Teoria i praktyka upowszechniania wiedzy [Theory and Practic of the Diffussion of Knowledge], Warszawa 1979.

Wise, M. Norton: Pascual Jordan. Quantum mechanics, psychology, National Socialism, in: Monika Renneberg und Mark Walker (Hg.): Science, technology and National Socialism, Cambridge 1994, S. 224-254

Wittfogel, Karl August: Die Wissenschaft der bürgerlichen Gesellschaft. Eine marxistische Untersuchung, Berlin (1922);

Wittfogel, Karl August: Geschichte der bürgerlichen Gesellschaft, Berlin 1924.

Wittmann, Reinhard: Geschichte des deutschen Buchhandels, München 1991.

Wittner, Lawrence S.: Resisting the Bomb: A History of the World Nuclear Disarmament Movement 1954-1970. (Volume 2 of The Struggle Against the Bomb, 3 Bde., 1995-2003), Stanford 1997.

Włodarczyk, Jarosław: Popularization of Science in Poland before and after the Collapse of the Soviet Bloc, in: Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on

Research and Comparative Perspectives. (MPI Preprint 385), hg. von Arne Schirrmacher, S. 119-126. Berlin 2009.

Wolf, George und Carpenter, Kenneth C.: Early research into the vitamins: The work of Wilhelm Stepp, The Journal of Nutrition 127 (1997), S. 1255–1259.

Wulf, Joseph: Kultur im Dritten Reich. Eine Dokumentation in fünf Bänden. Berlin 1989.

Würmann, Carsten und Ansgar Warner (Hg.): Im Pausenraum des Dritten Reiches. Zur Populärkultur im nationalsozialistischen Deutschland, Bern 2008.

Zasztowt, Leszek: Popularyzacja nauki w Królestwiem Polskim na tle dyskusji teoretycznych przełomu XIX w. [Popularization of Science in the Kingdom of Poland in the context of theoretical discussions on the threshold of 19th C.], Rozprawy z Dziejów Oświaty [Dissertations on the History of Education] (1983), Vol. 25, 59-92.

Zasztowt, Leszek: Popularyzacja nauki w Królestwie Polskim 1864-1914 [Popularization of Science in the Kingdom of Poland, 1864-1914], in: Bogdan Suchodolski (Hg.): Historia Nauki Polskiej [A history of Polish science], Wroclaw 1987, IV:1-2, 599-633.

Zasztowt, Leszek: Popularyzacja nauki w Krolestwie Polskim w latach 1864-1905 [Popularisierung der Wissenschafen im Königreich Polen, 1864-1905], Wroclaw 1988, (mit engl. Zusammenfassung, S. 266-271).

Zasztowt, Leszek: Popularyzacja nauki w Polsce w latach 1918-1951 [Popularization of science in Poland, 1918-1951], in: Bogdan Suchodolski (Hg.): Historia Nauki Polskiej [A history of Polish science], Wroclaw 1992, V:1, 604-673.

Zasztowt, Leszek, Jarosław Włodarczyk und Magdalena Jabłońska: A Closer Look at the Popularization of Science in Poland during the Stalinist Period: The Magazine Problem, 1945–1956, Organon (IHN PAN Warsaw) 44, S. 131-151.

Zasztowt, Leszek: Science for the Masses: The Political Background of Polish and Soviet Science Popularization in the Post-War Period, in: Communicating Science in 20th Century Europe: A Survey on Research and Comparative Perspectives. (MPI Preprint 385), hg. von Arne Schirrmacher, Berlin 2009, S. 133-145.

Zimmer, E.: Wie sehen Atome aus?«, Kosmos 18 (1921), 65–68.

Zimmermann, Clemens: Medien im Nationalsozialismus. Deutschland, Italien und Spanien in den 1930er und 1940er Jahren, Wien 2007.

Zimmermann, Hartmut (Hg.): DDR-Handbuchm Köln 1985.

Zimmermann, Peter (Hg.): Fernseh-Dokumentarismus. Bilanz und Perspektiven. Konstanz 1994.

Zimmermann, Peter (Hg.): Geschichte des dokumentarischen Films in Deutschland, Konstanz (2005); Dorit , S. 23-44

Zimmermann, Peter (Hg.): Politischer Journalismus, Öffentlichkeiten und Medien im 19. und 20. Jahrhundert, Ostfildern 2006.

Zimmermann, Peter und Heinz Heller (Hg.): Blicke in die Welt. Reportagen und Magazine des nordwestdeutschen Fernsehens in den 50er und 60er Jahren, Konstanz (1995);

Zsigmondy, Richard/Siedentopf, Richard: Über Sichtbarmachung und Größenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen, mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser, in: Annalen der Physik 10 (1903), S. 1–39.

zur Neden, Franz und Carl Theodor Kromer (Hg.): Gesamtbericht. Zweite Weltkraft-konferenz, Berlin 1930.