

Der realistische Bohr

Haben Physiker vor der Quantenmechanik wirklich an die Realität kleiner atomarer Planetensysteme geglaubt?

Arne Schirmacher

Mit seinem Atommodell von 1913 erklärte Niels Bohr auf einen Schlag die Atomspektren, aber es war nur der zweite Versuch auf seiner Suche nach der Realität der Atome, nachdem sich Hoffnungen auf ein einfacheres Modell zer schlagen hatten. Wie reagierten die Physiker auf seinen kühnen Vorschlag?

Wenige Themen der Physik sind so gut bekannt, wie das Atommodell eines dänischen Newcomers, das sofort eine anschauliche Vorstellung hervorruft. Als 28-Jähriger, nach seinem Studium in Kopenhagen, entwickelte er es, wie wir heute sagen würden, als Postdoc in England (Abb. 1). Niels Bohr erscheint heute als Zentrum einer Professorenfamilie – Vater Christian für Physiologie, Bruder Harald für Mathematik, und einer seiner Söhne, Aage, erhielt sogar wie er den Physik-Nobelpreis. Nach dem Ersten Weltkrieg wurde er das wissenschaftliche Aushängeschild Dänemarks schlechthin, wie auch das für ihn gebaute Institut ein wichtiges wissenschaftliches Zentrum in den 1920er- und 1930er-Jahren wurde, vor allem für die Quantentheorie.

Bohrs Weg zu seiner Atomtheorie ist schon lange von Historikern im Detail nachverfolgt worden, wobei sich wohl drei wesentliche Stadien seiner Arbeit abgrenzen lassen. Zunächst war Bohr gar nicht am Atombau interessiert, sondern kam 1911 mit einem Forschungsprojekt zur Elektronentheorie in Metallen nach England und so zu J. J. Thomson nach Cambridge und zu Ernest Rutherford nach Manchester. Die Frage nach gebundenen Elektronen in Metallen ließ ihn Ausschau halten nach speziellen Annahmen über ihre Anordnung und Bewegung, und zwar ganz im

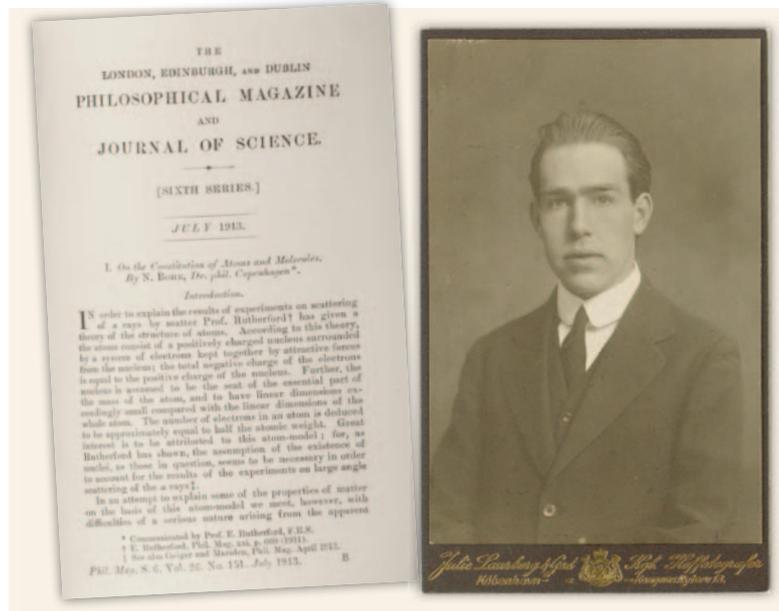


Abb. 1 Niels Bohr (1885 – 1962, hier um 1910) entwickelte mit drei aufeinander-

folgenden Arbeiten von 1913 sein berühmtes Atommodell.

Rahmen von Thomsons verbreiteten Modellvorstellungen. Zu Rutherford wechselte er aufgrund dessen aktuellen Arbeiten über Radioaktivität (und nicht, weil ihn dessen Atommodell mit Atomkern eher zugesagt hätte als Thomsons „Plum Pudding“-Modell) ([1]; [2], S. 40ff) Dann kam Bohr mit Rutherfords Mitarbeiter Charles G. Darwin über die Absorption von α -Teilchen in Metallen ins Gespräch, und hier setzten seine ersten Überlegungen zur Atomstruktur ein. Diese führten zum so genannten Manchester Memorandum, einer Ausarbeitung auf sechs Blättern, in aller Eile für Rutherford geschrieben ([3], S. 145ff) Es enthält Bohrs erste Version eines Atommodells, noch ganz im Stil Thomsons: Die Frequenzen der Lichtabstrahlung entsprachen bestimmten Oszillationen von Elektronen im Atom, nur dass Bohr Ideen hinzunahm, die er in seinen Forschungsarbeiten über Metalle gewonnen hatte. Demnach würden zur Erklärung der Materie die normale Mechanik und Elektro-

dynamik nicht ausreichen, vielmehr müssten sie, wie in der Theorie der spezifischen Wärme gerade gezeigt worden war, ergänzt werden durch Quantenbedingungen.

Für das Atom galt es entsprechend, die mechanische Instabilität zu beheben, die sich aus der Energieabstrahlung beschleunigter Elektronen ergab. Dazu nahm er in seiner ersten Theorie an, dass eine Proportionalität von kinetischer Energie und Rotationsfrequenz des Elektrons diese Quantenbedingung liefern könnte ($E_{\text{kin}} = K\nu$). Auf diese Weise glaubte Bohr, mehr oder weniger die Welt erklären zu können, d. h. nicht nur die Atomstruktur, sondern gleich das ganze Periodensystem, die möglichen chemischen Moleküle und auch eine Reihe von experimentellen Phänomenen wie die Regelmäßigkeiten der Atomvolumina ([3], S. 137).

Völlig außer Acht gelassen hatte er bislang die Serienspektren und die Balmer-Formel, was vielleicht weniger Ignoranz war als der vorherrschenden Meinung entsprach,

Dr. Arne Schirmacher, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Geschichtswissenschaften, Unter den Linden 6, 10099 Berlin

1) Etwa durch Ulrich Hoyer oder Helge Kragh [2, 3]. Eine Neuerscheinung von Finn Aaserud und John Heilbronn verspricht hier neue Einblicke (vgl. Hinweis auf S. 56)

dass deren Komplexität wenig Hoffnung auf einen einfachen Atombau machte. Wie nun Bohr schließlich zu seinen Postulaten der stationären Energieniveaus und den Quantensprüngen gekommen ist, hat in der Wissenschaftsgeschichte zu vielfältigen Rekonstruktionen geführt, ohne letzte Gewissheit zu liefern.¹⁾ Dieser entscheidende Schritt hatte indes große Auswirkungen für das realistische Verständnis des Atommodells – waren Atome wirklich kleine Planetensysteme?

„A little bit of reality“

Zweifellos war die Aussicht, ein für alle Mal zu erklären, wie Atome aufgebaut sind, der Grund für Bohrs Euphorie, die zum Manchester-Memorandum führte. Er schrieb seinem Bruder Harald im Juni 1912, dass er sich ein paar Tage Urlaub vom Labor genommen habe, um im Geheimen etwas über die Atomstruktur aufzuschreiben, und bat ihn darüber mit niemandem zu sprechen. Falls seine Überlegungen stimmten, dann hätte er etwas über die Atomstruktur herausgefunden, das nicht wie bei Thomsons Theorie in das Reich der

„Unmöglichkeit“ gehörte, sondern ein „kleines Stück der Realität“ der Atome offenbarte: „If I should be right it wouldn't be a suggestion of the nature of a possibility (i. e., an impossibility, as J. J. Thomson's theory) but perhaps a little bit of reality.“ ([3], S. 103).

Aus dem Geniestreich auf wenigen Blättern wurden 1913 drei Veröffentlichungen mit insgesamt 70 Druckseiten, ohne dass hier jedoch die Realität der Vorstellungen explizit behauptet wurde. Daher gibt Bohr selbst kein besonders strahlendes Beispiel eines Physikers, der wirklich an die Existenz kleiner atomarer Planetensysteme geglaubt hätte, zumindest nach dem neuen Modell. Noch weniger davon überzeugt war übrigens Rutherford, der zwar Bohrs Artikel beim Philosophical Magazine eingereicht hatte, Bohr aber unmissverständlich schrieb, dass er in dessen Hypothese eine gravierende Schwierigkeit sah, die auch Bohr klar sein dürfte. Wie sollte nämlich das Elektron entscheiden, mit welcher Frequenz es schwingen muss, wenn es von einem stationären Zustand in einen anderen übergeht. Muss man annehmen, dass die Elektronen vorher wissen, wo sie hingelangen werden? ([3], S. 103) Thomson wiederum sollte jahrelang so tun, als ob es Bohrs Modell gar nicht gäbe, er blieb einfach bei seinen Theorien.

Experimentelle Bestätigungen

Man könnte nun annehmen, dass diejenigen Wissenschaftler, die Bohrs Modell experimentell bestätigten, am ehesten an dessen Realität geglaubt hätten. Ironischerweise meinten aber etwa James Franck und Gustav Hertz, deren Experiment von 1914 heute als eine der anschaulichsten Nachweise für Energieniveaus im Atom gilt, gerade Bohr widerlegt zu haben – und zwar, weil ihr Bild der atomaren Vorgänge wesentlich mehr Bohrs erster Theorie entsprach als der veröffentlichten zweiten. Wie der Titel ihrer Arbeiten verdeutlicht, glaubten sie nämlich, die Ionisierungsspannung von Quecksilber

bestimmt zu haben, nicht den Übergang zwischen den niedrigsten stationären Zuständen (Abb. 2) [4]. Später sollten sie freilich ihre Fehlinterpretation einsehen und ihren Nobelpreis gerade für die Bestätigung Bohrs entgegennehmen!

Arnold Sommerfeld hatte zwar keine eigenen Experimente durchgeführt, aber er war es, der mit vielfältigen Erweiterungen der Theorie (Schwerpunktbewegung, relativistische Korrektur, Ellipsenbahnen) ihre empirischen Voraussagen bis hin zur Feinstruktur vervollkommnete ([5], S. 29ff). Auch geht wohl auf ihn das Atomsymbol zurück, das er in einer Skizze für den Direktor des Deutschen Museums, Oskar von Miller, angefertigt hatte (Abb. 3). In Vorträgen und populären Zeitschriftenartikeln hat Sommerfeld zudem Bohrs Atom popularisiert, sodass er prädestiniert erscheint, als Vertreter eines realistischen Verständnisses zu gelten. Als Ingenieur des Atoms, der mechanische Beschreibbarkeit und Quantenbedingungen in seinem Buch „Atombau und Spektrallinien“ mustergültig präsentierte, war er dennoch Pragmatiker. Solange eine Modellvorstellung sich als fruchtbar erwies, so lange nutzte er sie; aber immer wieder hat er auch bewiesen, dass er schnell auf neues Konzepte umsteigen konnte, sollten sie vielversprechender sein – ein gewisser Opportunismus scheint dem wissenschaftlichen Erfolg nicht abträglich zu sein [6].

Elektronenringe fotografieren?

Weit stärker als Sommerfeld sollte Peter Debye der Vorstellung atomarer Planetensysteme Realität beimessen. Zunächst erregte sein Modell für das Wasserstoffmolekül Interesse, bei dem sich die beiden Elektronen einen Ring auf der Mittelebene zwischen den Kernen teilten. Debye zeigte, dass die „Planetensystem-Hypothese“ vollständig ausreicht, um das ganze optische Verhalten des Wasserstoffs zu erklären“ ([7], S. 2). Ihm gelangen – wenn auch mehr durch Zufall und geschickte Störungsrechnung

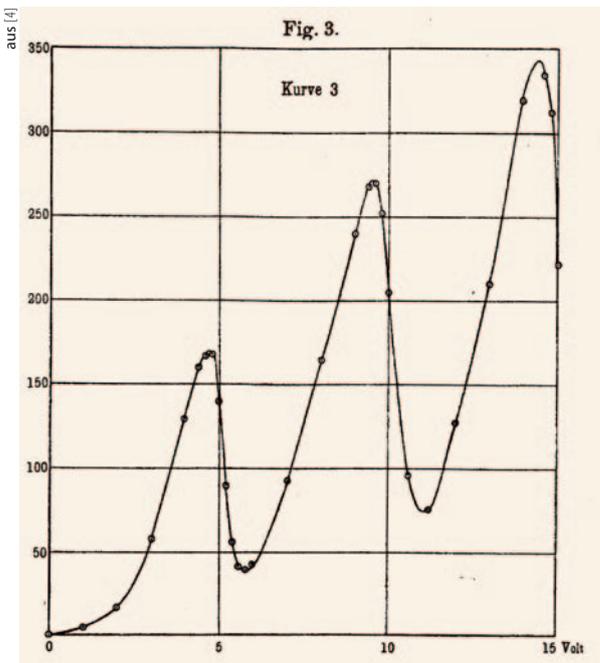


Abb. 2 Die von Franck und Hertz bei Versuchen mit Quecksilber gemessene Spannungskurve zeigt nur eine Energiedifferenz, die sie als Ionisierungsspannung ansahen. Erst später sollten genauere Messungen zeigen, dass eine Reihe von Energieniveaus vorhanden ist, die Bohrs Atommodell entsprechen.

– überraschend gute Voraussagen für die Dispersion. In Sommerfelds Rückblick zeigte es, „wie naiv-optimistisch man damals mit den Atom- und Molekülmodellen umging“ [8].

Noch stärker aber stützte sich Debye auf die Realität der Elektronenringe, als er eine „Ultramikroskopie des Atominneren“ vorschlug. Seine Idee war, die positiven Ergebnisse des Laue-Experiments an Kristallen auf regellos orientierte Bohr-Atome zu übertragen, denn er hatte bereits 1913 berechnet, dass trotz der Wärmebewegung Versuche zur Röntgenstrahlinterferenz aufschlussreiche Signale geben sollten (Abb. 4) [9]. „Wenn also Atommodelle mit Elektronenringen ... überhaupt der Wirklichkeit entsprechen, dann wird man erwarten müssen, daß die Atome selber bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen eventuell Interferenzen zeigen müssen, die auch dann nicht verwischt werden können, wenn die Atome selbst ganz regellos im Raume orientiert sind. ... auf diesem Wege muß es dann gelingen, die besondere Anordnung der Elektronen im Atom experimentell festzustellen. Eine solche Untersuchung hat also die Bedeutung einer Ultramikroskopie im Atominneren“ [10]. (Zum Begriff der Ultramikroskopie vgl. [11].)

Mit Paul Scherrer baute Debye in Göttingen nun eine Kamera, mit der sie Fotos der „Interferenzen an regellos orientierten Teilchen im Röntgenlicht und damit indirekt der Elektronenbahnen machen wollten. Nachdem erste improvisierte Versuche mit einer me-

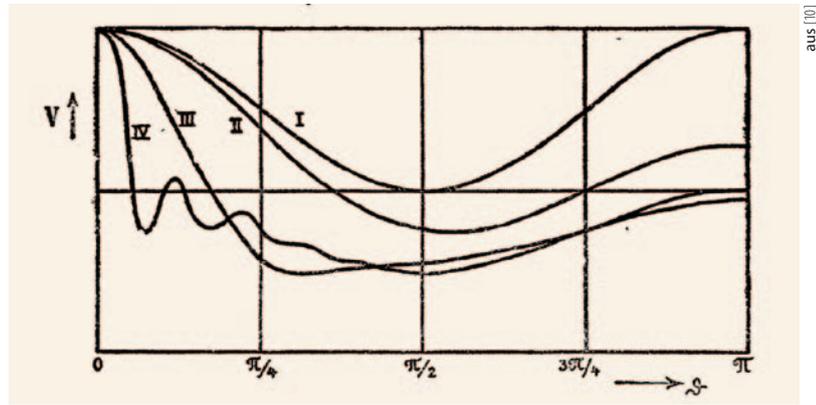


Abb. 4 Debye berechnete das Signal von Elektronenringen bei abnehmender Wellenlänge der Röntgenstrahlen.

dizinischen Röntgenröhre nichts ergeben hatten, wurden eigens eine wassergekühlte metallische Röntgenröhre mit Kupfer-Target und einer Art Lenard-Fenster aus Aluminium von 1/20 mm Dicke konstruiert, die die die Strahlung bereit stellte, und eine zylindrische Kamera (Abb. 5). Als Probe diente, nachdem Kohle und Papier keine Resultate geliefert hatten, fein gemahlene Lithium-Fluorid-Pulver.

Scherrer erinnert sich, dass beide erstaunt waren, gleich auf dem ersten Foto scharfe Linien zu sehen. Diese konnten kaum Folge der wenigen streuenden Elektronen in jedem einzelnen Atom sein, sondern nur von einer Kristallstruktur stammen. Durch Zufall hatten sie mit LiF ein besonders geeignetes Material gewählt ([12], S. 643). Obwohl ihnen schnell klar war, dass sie kein Signal der Elektronenringe sehen konnten, schrieben sie in ihrer ersten Veröffentlichung, dass in Hinblick auf die Erforschung „der Anordnung der Elektronen im Atom auf experimentellem We-

ge“ die Versuche „den erwarteten Erfolg“ gezeigt hätten, sie aber nun erst einmal einen Seitenweg verfolgen wollten: „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. In dieser vorliegenden ersten Mitteilung wollen wir uns auf die Beschreibung und Erklärung dieser einen Erscheinung allein beschränken; auf die eigentlichen Elektroneninterferenzen und verwandte Erscheinungen beabsichtigen wir in einer späteren Mitteilung näher einzugehen“ ([15]).

Was folgt, erinnert an Franck und Hertz, die lange von ihrer ursprünglichen Interpretation nicht hatten abgehen wollen. Ohne irgendeinen Hinweis auf Signale der Elektronenringe blieben Debye und Scherrer ihrem Projekt einer Ultramikroskopie des Atominneren treu und versuchten, „auf dem Wege zum Atominneren“ erst einmal das zu beschreiben, was heute als Debye-Scherrer-Verfahren der Röntgenstrukturanalyse bekannt ist. Die Mitteilung, dass sie keine Elektronenringe fotografieren konnten, sucht man in den folgenden Veröffentlichungen vergebens, stattdessen wurde im dritten Artikel von 1917 einfach ein Begriff ausgetauscht: Fortan galt als Ziel eine „Ultramikroskopie des Molekülinneren“ ([14], S. 291) und die Methode wurde entsprechend umgeschrieben. Später sollte immer

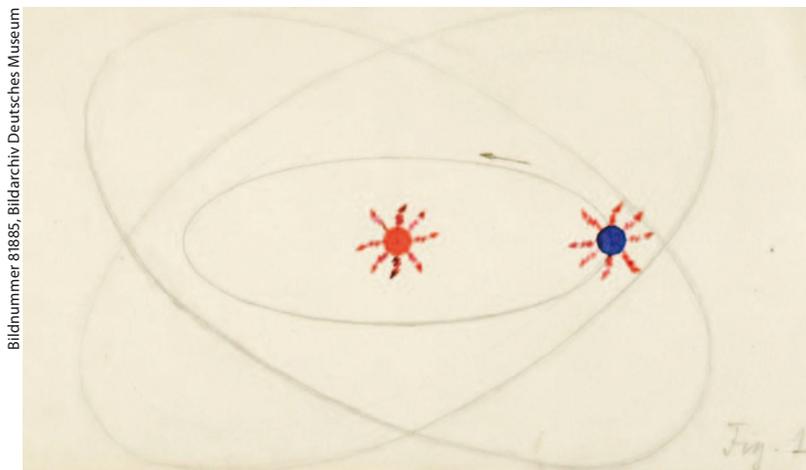


Abb. 3 Arnold Sommerfeld erweiterte Bohrs Atommodell entscheidend. Diese

Skizze des Wasserstoffatoms fertigte er 1918 für das Deutsche Museum an.

auf diese dritte Publikation verwiesen werden, wenn man die Pulvermethode meinte.

Eine nützliche Hoffnung

Debyes scheinbarer Erfolg mit dem Wasserstoffmolekül und sein hartnäckiges Verfolgen der Experimente lassen den Schluss zu, dass er im Gegensatz zu seinen britischen Kollegen, aber auch zu Bohr selbst, lange von einer realen Existenz atomarer Planetensysteme überzeugt war. Es ist schwer festzustellen, wie lange dies genau der Fall war, bzw. wie weit Debye die Hoffnung auf einen experimentellen Nachweis der Elektronenbahnen auch als Begründung für die Förderung seiner Forschung etwa durch das neugegründete Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik nutzte (das allerdings räumlich eigentlich nur aus Einsteins privatem Arbeitszimmer bestand). Im Juli 1918 hatten Debye und Scherrer unter dem schlichten Titel „Atombau“ einen Artikel in der Physikalischen Zeitschrift veröffentlicht, in dem das ursprüngliche Programm, „die Atome als Planetensysteme bewegter elektrischer Massen aufzufassen“, wiederholt wurde und er eine weiterentwickelte Methode darlegte, „um die wirkliche

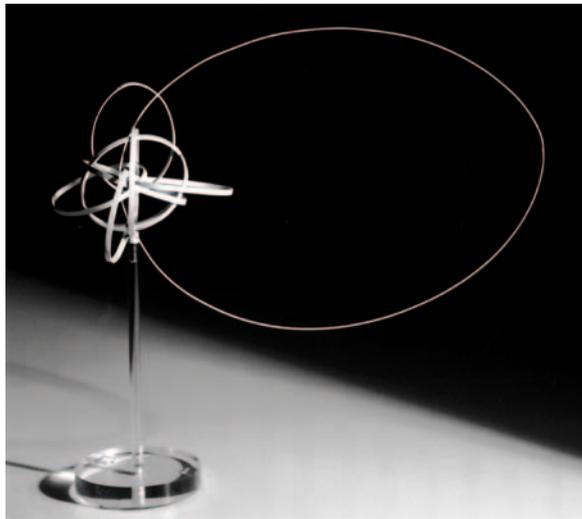


Abb. 6 Bohrs Atommodell hat vielerorts Anlass zur Konstruktion dreidimensionaler Lehr- und Ausstellungsmodelle gegeben. Hier ein Modell des Natriumatoms von William Bragg nach Schemazeichnungen von Niels Bohr, für das Douglas Hartree die Berechnungen angefertigt hatte ([11], S. 77 ff.).

Größe des zum Atom gehörigen aus Elektronen bestehenden Planetensystems zu bestimmen“ ([17], S. 474 und 483). Ebendieser Artikel bildete die Grundlage für Debyes Antrag bei Einstein zur Beschaffung von Geräten, mit denen sich Röntgenstrahlen beliebiger Wellenlänge und hinreichender Intensität erzeugen lassen. Mit den weiteren Unterschriften von Planck und Nernst wurde der Antrag auf dem kurzen Dienstweg schnell genehmigt ([16], S. 32 ff.). Wir können daraus zwar nicht folgern, dass Einstein, Planck und Nernst von der Realität von Bohrs Modell überzeugt waren, wohl aber, dass Versuche zu deren experimentellem Nachweis durchaus förderwürdig erschienen. Der Krieg indes verhinderte, dass Debye die Apparaturen noch erhielt, bevor er 1920 nach Zürich ging. Die Kamera ging ins Deutsche Museum nach München, und 1922 finden sich in einem Beitrag für „Die Naturwissenschaften“ noch einmal Überlegungen, „welche die Messungen der Elektronenabstände im Atom zum Ziele haben“, um so „einen direkten Aufschluß über das Atominnere zu gewinnen, nach denselben Prinzipien, wonach man z. B. aus gewissen Besonderheiten des Regenbogens auf die Größe der erzeugenden Wassertropfchen schließt“ ([17], S. 388 und 390). Auch andernorts zeigte sich die weiterbestehende Hoffnung, dass man die Realität der mittlerweile verfeinerten Atomvorstellungen in Modellen veranschaulichen könnte (Abb. 6).

Der springende Punkt

Historisch ist nachvollziehbar, dass Debye seine Experimente in die Linie der 1903 etablierten Ultramikroskopie und des Laue-Experiments gestellt hat, beides Verfahren, welche die Realität des Mikrokosmos nicht direkt abbilden, sondern nicht mehr größenadäquate Beugungsscheiben bzw. nicht winkeltreue reziproke Gitter zeigen. Physikalisch verwundert es aber dennoch, wie wenig der große konzeptionelle Sprung zwischen Bohrs erstem Atommodell, das Konzepte Thomsons und Rutherfords kombinierte, und seinem zweitem mit den Quantensprüngen diskutiert wurde (was auch heute häufig übergangen wird). Bohrs Hoffnung auf „a little bit of reality“ bezog sich auch darauf, dass die mechanische Frequenz des kreisenden Elektrons mit der optischen Frequenz der Lichtaussendung identisch war, und so hatte Rutherford, nachdem Bohr das zur Erklärung der Spektren über Bord hatte werfen müssen, den Finger in die Wunde gelegt: Woher sollte das (mechanisch) bestimmte Elektron im Atom in Voraus „wissen“, mit welcher Frequenz es bei einem Übergang in einen anderen Zustand schwingen muss? Nach John Heilbron und Thomas Kuhn liegt genau hierin der größte und originellste Bruch Bohrs mit der existierenden Tradition“ ([1], S. 266).

Bohrs neues Modell machte nur Sinn für Übergänge zwischen zwei vorgegebenen Zuständen, woraus sich über die Beziehung $E_1 - E_2 = h \nu$



Abb. 5 Mit dieser eigens angefertigten Kamera untersuchten Peter Debye und Paul Scherrer u. a. Lithium-Fluorid-Pulver, das sich als besonders geeignetes Material erwies und besonders scharfe Linien zeigte.

die Frequenz ergab; die die Kreisbewegung bestimmende mechanische Frequenz hatte aber keinen direkten physikalischen Sinn mehr in der Theorie. Dies kann als Hinweis darauf verstanden werden, dass all die Maschinerien der Mechanik und Astronomie, die in den Jahren zwischen 1922 und 1925 auf die Lösung des Quantenrätsels verwandt wurden, nur immer deutlicher die mechanische Krise der Bohr-Sommerfeldschen Atomtheorie zu Tage treten ließ. Sie scheiterten etwa schon bei der Berechnung des Wasserstoffmolekül-Ions H_2^+ , dem Problem, das Sommerfeld Wolfgang Pauli als Promotionsthema gegeben hatte [18].

Während Bohr mit Hilfe seines Korrespondenzprinzips, das für hohe Quantenzustände die Annäherung von mechanischer und optischer Frequenz ausdrückte, einige Fortschritte machte, mussten die Väter der Quantenmechanik gerade seine Trennung der mechanischen und optischen Frequenzen wieder zurückführen. Heisenbergs virtu-

elle Oszillatoren bzw. Fourier-Komponenten der Elektronenbewegung, die die Matrizenelemente ergaben, verpflanzten die Frequenzen so wieder zurück ins Atom. Der Preis dafür war allerdings der Verlust des Konzepts der Elektronenbahn im Atom – freilich hatte diese auch keiner fotografieren können.

Literatur

- [1] J. L. Heilbron und T. S. Kuhn, The Genesis of the Bohr Atom, HSPS **1**, 211 (1969)
- [2] H. Kragh: Niels Bohr and the Quantum Atom, Oxford University Press, Oxford (2012)
- [3] N. Bohr, Collected Works, Band 2, North Holland, Amsterdam (1981)
- [4] J. Franck und G. Hertz, Verh. DPG **16**, 457 (1914)
- [5] A. Sommerfeld, Die Bohr-Sommerfeldsche Atomtheorie, hrsg. u. komm. von M. Eckert, Springer, Berlin (2013)
- [6] S. Seth, Crafting the Quantum, Cambridge Univ. Press, Cambridge (2010)
- [7] P. Debye, Sitzungsber. Bayr. Akad. Wiss. math.-natw. Kl (1915), S. 1
- [8] A. Sommerfeld, Physik. Blätter **6**, 509 (1950)
- [9] P. Debye, Verh. DPG **15**, 678 (1913)
- [10] P. Debye, Ann. Physik **46**, 809 (1915)
- [11] A. Schirrmacher in: P. Morris und K. Stauber, Illuminating Instru-

ments, Smithsonian Institution Scholarly Press Washington (2009), S. 133

- [12] P. Scherrer in: P. P. Ewald, Fifty Years of X-Ray Diffraction, Oosthoek, Utrecht (1962), S. 642
- [13] P. Debye und P. Scherrer, Phys. Z. **17** (1916), 277, auch: Nachr. Akad. Wiss. Gött. math.-nat. Kl IIa, 1-15, S. 1f.
- [14] P. Debye und P. Scherrer, Phys. Z. **18** (1917), S. 291
- [15] P. Debye und P. Scherrer, Phys. Z. **19** (1918), S. 474
- [16] G. Castagnetti und H. Gönner, Einstein and the Kaiser Wilhelm Institute for Physics, MPI Preprint 261 (2004)
- [17] P. Debye, Naturwissenschaften **10**, 384 (1922)
- [18] W. Pauli, Ann. Physik **68** (1922), 177

DER AUTOR

Arne Schirrmacher (FV Geschichte der Physik, Kurator Physik Journal) promovierte 1994 in Physik an der LMU München. Er war Postdoc am Lawrence Berkeley Laboratory (USA) und MPI für Wissenschaftsgeschichte Berlin und von 1996 bis 2008 am Forschungsinstitut des Deutschen Museums. Seit 2008 arbeitet er in Berlin, zunächst am MPI für Wissenschaftsgeschichte und seit Dezember 2010 am Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte der Humboldt-Universität. Er ist derzeit Gastprofessor für das Programm „Vielfalt der Wissensformen“ am Berliner Helmholtz-Zentrum für Kulturtechniken.



Physik Journal Newsletter

Online-Meldungen der Redaktion, Neuigkeiten aus der DPG, TV-Tipps und mehr finden Sie in unserem Newsletter.

Sie möchten ihn erhalten?
Hinterlegen Sie Ihre E-Mail-Adresse und bestellen Sie den Newsletter unter:

www.dpg-physik.de/mitgliedschaft/aenderung.html

The screenshot shows the Physik Journal Newsletter interface. At the top, it says "Physik Journal Newsletter" and "Newsletter 12/2013". The main content includes:

- Sehr geehrter Herr Professor Max Planck,** followed by a paragraph about the LHC and the European particle physicist community.
- Ihr Physik Journal Team**
- Physik Journal Nachrichten** section with three items:
 - Höchste Priorität für den LHC:** Die europäischen Teilchenphysiker haben eine gemeinsame Strategie verabschiedet. [Mehr](#)
 - Meilenstein bei Wendelstein:** Die Schweißarbeiten an der stählernen Außenhaut des Fusionsexperiments Wendelstein 7-X sind abgeschlossen. [Mehr](#)
 - Mars Express bleibt mobil:** Die Mars Express-Mission feiert ihren 10. Geburtstag. Mehr als zwei Drittel der Oberfläche des Planeten sind mittlerweile hochaufgelöst und in 3D kartiert. [Mehr](#)
- WEBINAR 13. Juni:** Multiphysik-Simulationen in der Automobilindustrie. [Mehr](#)
- Buchrezension:** Ultracold Atoms in Optical Lattices. Als „dritte Quantenrevolution“ bezeichnen die Autoren die Entwicklungen an der Schnittstelle zwischen Atom- und Molekülphysik, Quantenoptik sowie der Physik der kondensierten Materie, die mit der Realisierung der Bose-Einstein-Kondensation in verdünnten Atomgasen Mitte der 1990er-Jahre einsetzen. [Mehr](#)
- Aus der Forschung:** Löcher in der Zeit. Temporales Cloaking für infrarote Datenpulse – Grundlage für [Mehr](#)

On the right side, there is a "Produkte des Monats" section with several items:

- Lecksucher** (with image)
- Wärmebildkamera** (with image)
- 200 MHz Transimpedanzverstärker (IU-Wandler)** (with image)
- Optische Designsoftware als App** (with image)
- Präzise, exakt, bewährt und jetzt rundum erneuert!** (with image of a yellow and black object)