Niels Bohr (1885–1962)

QUANTENPHYSIK · GESCHICHTE UND PERSONEN

Wer im Frühjahr 1940 im Kopenhagener Institut für theoretische Physik ein bestimmtes Laborregal angesehen hätte, hätte dort eine unscheinbare Flasche mit einer orangefarbenen Flüssigkeit gefunden. Darin schwammen, aufgelöst in Königswasser, die goldenen Nobelmedaillen von Max von Laue und James Franck. Die beiden hatten sie zur Aufbewahrung nach Kopenhagen geschickt, und als die Wehrmacht am 9. April 1940 Dänemark besetzte, wurde die Sache gefährlich. Gold aus Deutschland auszuführen war verboten, und auf den Medaillen standen die Namen. Also lösten Niels Bohr und der Chemiker George de Hevesy sie kurzerhand auf. Nach dem Krieg holte de Hevesy das Gold aus der Flasche und schickte es nach Stockholm, wo daraus neue Medaillen geprägt wurden [1].

Die Geschichte sagt einiges über den Mann, dem das Institut gehörte. Niels Bohr war der Physiker, der die Quantentheorie ins Atom brachte, der jahrzehntelang mit Albert Einstein über ihre Deutung stritt und der aus Kopenhagen den Ort machte, an dem eine ganze Generation das neue Denken lernte. Und er war jemand, der Verantwortung für andere übernahm, auch wenn es unbequem wurde.

Ein Torwart, der lieber rechnete

Bohr kam am 7. Oktober 1885 in Kopenhagen zur Welt, in einer wohlhabenden, gebildeten Familie. Der Vater war Professor für Physiologie, die Mutter stammte aus einer bekannten jüdischen Bankiersfamilie. Niels und sein jüngerer Bruder Harald waren unzertrennlich und beide begeisterte Fußballer. Harald, später ein angesehener Mathematiker, gewann mit der dänischen Nationalmannschaft bei den Olympischen Spielen 1908 in London die Silbermedaille. Niels stand für den Akademischen Ballklub im Tor und soll bei einem Spiel, während der Ball in der gegnerischen Hälfte lief, eine Rechnung an den Pfosten gekritzelt haben. Ob das so stimmt, weiß man nicht, aber es passt.

Nach der Promotion in Kopenhagen ging er 1911 nach England, zuerst nach Cambridge zu J. J. Thomson, dann nach Manchester zu Ernest Rutherford. Rutherford hatte gerade herausgefunden, dass ein Atom aus einem winzigen, schweren Kern besteht, um den Elektronen kreisen. Das Bild hatte nur einen Haken. Nach den Gesetzen der klassischen Physik müssten kreisende Elektronen ständig Strahlung abgeben, Energie verlieren und innerhalb von Sekundenbruchteilen in den Kern stürzen. Atome dürfte es gar nicht geben.

1913: Das Atom bekommt Stufen

Bohrs Ausweg, den er 1913 in drei Aufsätzen veröffentlichte, war kühn bis zur Unverschämtheit [2]. Er erklärte einfach, dass Elektronen nur auf bestimmten Bahnen kreisen dürfen und auf diesen Bahnen keine Strahlung abgeben. Licht entsteht nur, wenn ein Elektron von einer Bahn auf eine andere springt, und die Energie des ausgesandten Lichts entspricht genau dem Unterschied zwischen den beiden Bahnen. Warum das so sein sollte, konnte er nicht begründen. Aber mit diesen Regeln ließen sich die Spektrallinien des Wasserstoffs, die man seit Jahrzehnten kannte und nicht verstand, erstaunlich genau ausrechnen.

Das Modell ist längst überholt, Elektronen kreisen nicht auf Bahnen wie Planeten. Trotzdem war es ein Wendepunkt, weil es zum ersten Mal zeigte, dass Plancks Quanten nicht nur ein Rechentrick für Wärmestrahlung waren, sondern den Bau der Materie bestimmen. Wie das Bild weiterentwickelt wurde, zeigt unser Artikel über die Atommodelle. Für seine Untersuchungen über den Bau der Atome erhielt Bohr 1922 den Nobelpreis für Physik.

Kopenhagen als Treffpunkt

Kaum war Bohr 1916 Professor in Kopenhagen geworden, begann er, für ein eigenes Institut zu werben. Mit Unterstützung der Carlsberg-Stiftung wurde es am 3. März 1921 eröffnet [3], ein bescheidenes Gebäude am Blegdamsvej, das bald zum wichtigsten Treffpunkt der Quantenphysik wurde. Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Paul Dirac, George Gamow und viele andere kamen als junge Leute für Monate oder Jahre, diskutierten nächtelang, spielten Tischtennis und gingen ins Kino.

Bohr selbst war dabei weniger der Lehrer, der Antworten gibt, als der Gesprächspartner, der Fragen stellt, und zwar so lange, bis sein Gegenüber erschöpft war. Er dachte laut, am liebsten im Gehen, und formulierte so vorsichtig und verschachtelt, dass Besucher manchmal nicht wussten, ob er ihnen gerade recht gab oder sie widerlegte. Heisenberg hat in seinen Erinnerungen beschrieben, wie ihn diese Gespräche zugleich zur Verzweiflung brachten und weiterbrachten. Aus diesem Umfeld ging 1925 und 1926 die neue Quantenmechanik hervor, und die Deutung, die sich daraus entwickelte, trägt bis heute den Namen der Stadt: die Kopenhagener Deutung.

Komplementarität, und der lange Streit mit Einstein

Im September 1927 stellte Bohr in Como am Comer See einen Gedanken vor, den er für seinen wichtigsten hielt [4]. Er nannte ihn Komplementarität. Ein Elektron oder ein Photon zeigt sich je nach Versuchsanordnung als Welle oder als Teilchen. Beide Bilder schließen sich aus, man kann nie beide zugleich beobachten, und doch braucht man beide, um das Ganze zu beschreiben. Für Bohr war das kein Mangel der Theorie, sondern eine

Grundeinsicht darüber, was Physik überhaupt aussagen kann. Als er 1947 in den dänischen Elefantenorden aufgenommen wurde und ein Wappen brauchte, wählte er das chinesische Yin-und-Yang-Zeichen und den Spruch „Contraria sunt complementa“, Gegensätze ergänzen einander.

Wenige Wochen nach Como begann auf der Solvay-Konferenz in Brüssel die berühmteste Debatte der Physikgeschichte. Albert Einstein hielt die neue Quantenmechanik zwar für richtig, aber für unvollständig. Beim Frühstück legte er Bohr jeweils ein raffiniertes Gedankenexperiment vor, das zeigen sollte, dass man Ort und Impuls eines Teilchens doch genauer bestimmen kann, als die Unschärferelation erlaubt. Bohr grübelte den Tag über und hatte meist bis zum Abendessen die Lücke gefunden. Drei Jahre später gelang es ihm sogar, ein besonders schlaues Argument Einsteins mit Einsteins eigener allgemeiner Relativitätstheorie zu widerlegen.

1935 legte Einstein zusammen mit Boris Podolsky und Nathan Rosen nach. Ihr Argument, nach den Anfangsbuchstaben EPR genannt, drehte sich um zwei weit entfernte Teilchen, die wir heute verschränkt nennen. Bohr antwortete noch im selben Jahr mit einem Aufsatz unter genau demselben Titel [5]. Wer recht hatte, ließ sich damals nicht entscheiden. Erst Experimente ab den Siebzigerjahren zeigten, dass die Verschränkung so funktioniert, wie die Quantenmechanik es vorhersagt. Freundschaftlich blieben die beiden bis zu Einsteins Tod, und Bohr soll noch am Abend vor seinem eigenen Tod eine Skizze von Einsteins Lichtkasten an die Tafel in seinem Arbeitszimmer gezeichnet haben.

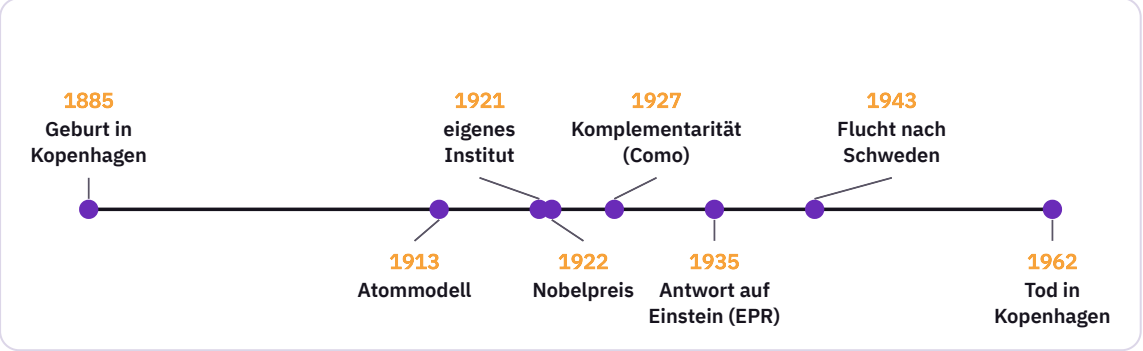


Abb. 1: Stationen im Leben von Niels Bohr. Eigene Darstellung.

Flucht im Bombenschacht

Während der Besatzungszeit blieb Bohr in Kopenhagen und half, wo er konnte, geflüchteten Wissenschaftlern Stellen im Ausland zu vermitteln. Im September 1941 besuchte ihn Werner Heisenberg, der in Deutschland am Uranprojekt arbeitete. Was die beiden auf ihrem Spaziergang besprochen haben, ist umstritten, Bohr jedenfalls war tief verstört. Mehr dazu steht in unserem Porträt von Werner Heisenberg.

Im Herbst 1943, als die Deportation der dänischen Juden bevorstand, wurde Bohr gewarnt. Wegen der Herkunft seiner Mutter war auch er in Gefahr. Er floh mit seiner Frau Margrethe noch in derselben Nacht im Boot über den Öresund nach Schweden. Die Briten

wollten ihn so schnell wie möglich in England haben und flogen ihn am 6. Oktober 1943 in einem unbewaffneten Mosquito-Bomber aus. Für einen Passagier gab es keinen Sitz, also lag Bohr im Bombenschacht. Sein Fliegerhelm war ihm zu klein, er hörte die Anweisungen der Crew zur Sauerstoffmaske nicht und bekam unterwegs offenbar zu wenig Luft. In Schottland holte man ihn geschwächt, aber lebend aus der Maschine [6]. Er erholte sich schnell, arbeitete zunächst in London und reiste Ende 1943 weiter in die USA, unter anderem nach Los Alamos, wo das Manhattan-Projekt die Atombombe baute.

Dort war Bohr weniger Bombenbauer als Mahner. Er versuchte, Churchill und Roosevelt davon zu überzeugen, dass man die Sowjetunion früh in eine internationale Kontrolle der Atomenergie einbinden müsse, um ein Wettrüsten zu verhindern. Churchill reagierte bei ihrem Treffen 1944 ablehnend und misstrauisch. 1950 wiederholte Bohr seine Forderung nach einer „offenen Welt“ in einem offenen Brief an die Vereinten Nationen.

Was bleibt

Niels Bohr starb am 18. November 1962 in Kopenhagen. Sein Institut trägt heute seinen Namen, ebenso das chemische Element 107, das Bohrium. Sein Sohn Aage Bohr erhielt 1975 selbst den Nobelpreis für Physik. Bohrs eigentliches Erbe ist aber schwerer zu fassen als ein Modell oder eine Formel. Er hat der Physik beigebracht, ihre eigenen Begriffe zu hinterfragen, also zu fragen, was es überhaupt bedeutet, etwas zu messen, und wo die Sprache an ihre Grenzen stößt. Diese Fragen sind nicht erledigt. Wer heute über die Deutung der Quantenmechanik nachdenkt, landet früher oder später wieder bei ihm.

Zum Weiterlesen

Quanten. Einstein, Bohr und die große Debatte über das Wesen der Wirklichkeit

Manjit Kumar · Berlin Verlag · ISBN 978-3-8270-1019-3

Die beste erzählende Darstellung des Streits zwischen Bohr und Einstein, von Kopenhagen über Solvay bis EPR. Liest sich wie ein Roman und ist doch genau.

Bei Amazon ansehen*

Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik

Werner Heisenberg · Piper · ISBN 978-3-492-22297-6

Heisenberg erinnert sich an die Gespräche mit Bohr in Kopenhagen und auf Wanderungen. Wer wissen will, wie Bohr gedacht und diskutiert hat, sollte dieses Buch lesen.

Bei Amazon ansehen*

---

* Werbelink: Kaufen Sie über diesen Link, erhalten wir von Amazon eine kleine Provision, am Preis ändert sich für Sie nichts. Mehr Empfehlungen auf unserer Seite Bücher zur Quantenphysik.

Quellen

1. S. Gignac: *The Invisible Prize.* American Institute of Physics, 13. August 2015. aip.org.
2. N. Bohr: *On the Constitution of Atoms and Molecules.* In: Philosophical Magazine, Series 6, 26 (1913), S. 1–25, doi:10.1080/14786441308634955.
3. Niels Bohr Institutet, Universität Kopenhagen: *The establishment of an institute.* nbi.ku.dk.
4. N. Bohr: *The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory.* In: Nature 121 (1928), S. 580–590, doi:10.1038/121580a0.
5. N. Bohr: *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?* In: Physical Review 48 (1935), S. 696–702, doi:10.1103/PhysRev.48.696.
6. R. White: *The Nuclear Scientist And The Warplane That Became Britain's Most Unlikely Airliner.* The War Zone, 13. Oktober 2023. twz.com.

Zitiervorschlag

```
quanten.de: Niels Bohr (1885–1962). Stand: Oktober 2026. URL:
https://quanten.de/niels_bohr.html (PDF:
https://quanten.de/pdf/niels_bohr.pdf)
```


Texte und Abbildungen © 2026 quanten.de. Nutzung mit Quellenangabe und Link gern, kommerzielle Nutzung nach Absprache: info@quanten.de

Weiterlesen: Atommodelle · Werner Heisenberg · Max Planck · 100 Jahre Quantenmechanik

Online-Fassung mit aktualisierten Quellen: https://quanten.de/niels_bohr.html