

ORDEN POUR LE MÉRITE
FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE

REDEN UND GEDENKWORTE

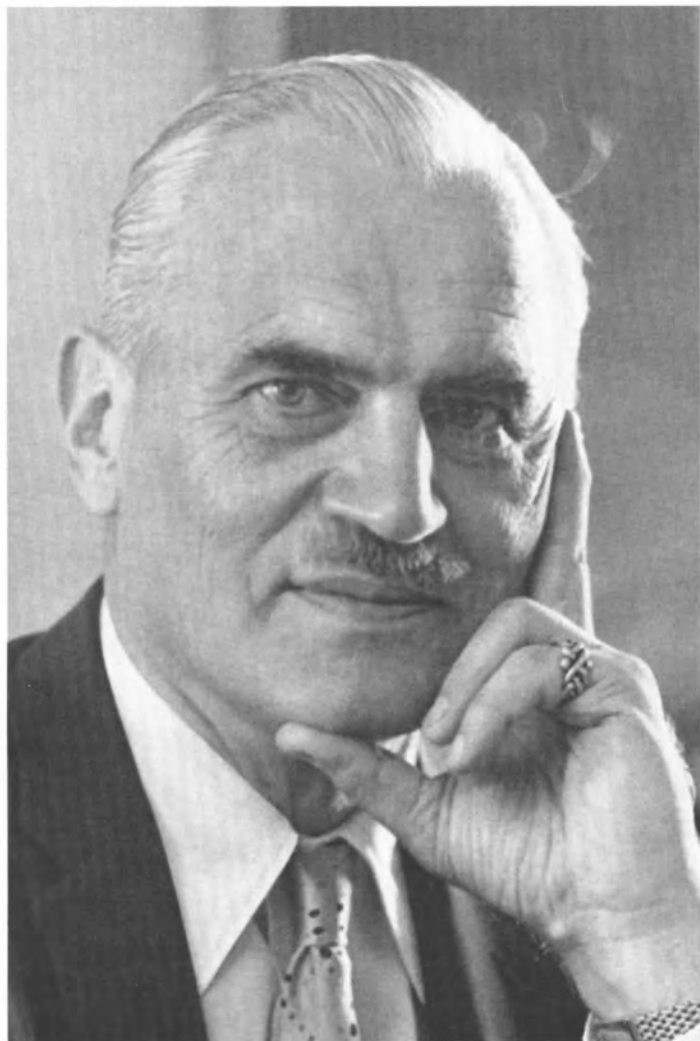
FÜNFTER BAND

1962

VERLAG LAMBERT SCHNEIDER · HEIDELBERG

ARTHUR H. COMPTON

10. 9. 1892 bis 15. 3. 1962



Arthur H. Compton

NIELS BOHR

7. 10. 1885 bis 18. 11. 1962



N. Bohr.

Gedenkworte für

ARTHUR H. COMPTON

und

NIELS BOHR

von

C. F. von Weizsäcker

Es fällt mir heute zu, über zwei verstorbene ausländische Mitglieder des Ordens Pour le mérite zu sprechen, die beide Physiker waren: Arthur Holly *Compton* und Niels *Bohr*.

Arthur H. Compton wurde am 10. September 1892 in Wooster, Ohio, in den Vereinigten Staaten von Amerika geboren. Sein Vater war Professor der Philosophie. Er studierte Physik und lehrte dieses Fach an mehreren Universitäten, am längsten von 1923 bis 1945 an der University of Chicago. Später war er Universitäts-Präsident in St. Louis. In vielfachen Funktionen diente er der Regierung seines Landes und, in seinen letzten anderthalb Lebensjahrzehnten, internationalen Organisationen. 1927 erhielt er den Nobelpreis für Physik.

Was ist seine Bedeutung in der Geschichte der Physik?

Der Erfolg der Feldtheorie des Elektromagnetismus und der

Atomtheorie der Materie hatte im Anfang unseres Jahrhunderts die beiden Begriffe des Feldes und des Teilchens als die strukturellen Grundbegriffe für das physikalische Geschehen hervortreten lassen. Die Bausteine der chemischen Atome, Kern und Elektron, nehmen nur einen sehr kleinen Raum ein; sie lassen sich in guter Näherung als Massenpunkte beschreiben. Ihre Wirkung aufeinander – Anziehung, Abstoßung, Emission und Absorption von Energie – wird durch das elektromagnetische Feld vermittelt, dessen uns im täglichen Leben geläufigste Erscheinungsform das Licht ist. Die Bewegung der Massenpunkte schien durch Newtons Mechanik, die des Feldes durch Maxwells Elektrodynamik korrekt beschrieben. Zum erstenmal wurde dieses Weltbild erschüttert, als Planck 1900 zeigte, daß die Gesetze der Wärmestrahlung zu dem Schluß nötigen, ein schwingungsfähiges System – ein sog. Oszillator – habe kein Kontinuum möglicher Schwingungsformen, sondern nur eine diskrete Folge voneinander unterschiedener Schwingungszustände mit einem jeweils scharf bestimmten Energiequantum. Dies war ein Bruch mit den Grundlagen der klassischen Physik. Aber Planck war in seinem ganzen Wesen ein Konservativer. Er versuchte von Anfang an den Bruch, zu dem sein Scharfblick und seine Aufrichtigkeit ihn genötigt hatte, wieder zu heilen. Dieser Versuch blieb vergeblich. So blieb es Jüngeren überlassen, die Physik einer neuen Gestalt entgegenzuführen, indem sie den Bruch vertieften. Der erste, der das tat, war 1905/6 der junge revolutionäre Genius Einstein. Er verknüpfte die Lichtwellen mit den Planckschen Oszillatoren und nahm an, ihr Energiequantum sei auch räumlich punktuell in »Lichtquanten« konzentriert; er belebte die alte Korpuskulartheorie des Lichts von neuem.

Compton nun hat 1923 den vielleicht schlagendsten experimentellen Beweis für die Richtigkeit von Einsteins Lichtquantenhypothese gefunden. Er beobachtete die Ablenkung von Röntgenstrahlen, also sehr kurzwelligem Licht, beim Durchgang durch Materie und zeigte, daß die quantitativen Gesetze dieser Ablenkung nicht verstanden werden können, wenn man annimmt, daß eine Lichtwelle an den Elektronen als atomaren Korpuskeln gestreut wird, wohl aber, wenn man auch das Licht als aus Teilchen bestehend beschreibt. 1925 zeigte er zusammen mit Simon in einer für die Grundlagen der neueren Quantenmechanik entscheidend wichtigen Arbeit, daß dabei in jedem Einzelprozeß die Erhaltungssätze von Energie und Impuls gelten.

Dieser sog. »Compton-Effekt« war eine der wichtigsten Anregungen für die Aufstellung der Quantenmechanik. Dabei fand der Effekt in den Arbeiten zuerst von Schrödinger und dann von Bohr eine verblüffende Deutung. Ich sagte, Comptons Beobachtungen ließen sich deuten, wenn man nicht nur die streuende Materie, sondern auch das Licht als korpuskular versteht. Schrödinger zeigte, daß man sie auch deuten kann, wenn man nicht nur das Licht, sondern auch die Materie als Feld, als Wellenphänomen versteht. Hiermit sind die beiden Bilder Teilchen und Feld nicht mehr auf verschiedene Objekte – Materie und Licht – verteilt, sondern jedes der Objekte läßt beide Beschreibungen zu. Dies hat endgültig Bohr verstanden.

Der Naturwissenschaftler tritt als Person hinter seinem Beitrag zur fortschreitenden objektiven Erkenntnis zurück. Und doch war Compton viel mehr als nur Physiker. Durch sein ganzes Leben zieht sich das bewußte Aufsichnehmen menschlicher Verantwortung. Er diente seinen Studenten, seiner

Universität, seiner Kirche, seiner Regierung. Im zweiten Weltkrieg nahm er führenden Anteil an der Herstellung der Atombombe. Es war wohl die schwerste politische und moralische Entscheidung seines Lebens, als einflußreicher Mitverantwortlicher nicht nur zur Herstellung, sondern auch zum Einsatz der Bombe zu raten. Er hat diese Entscheidung in einer Weise getroffen, die alles andere als leichtfertig war, und er hat sie später in einem Buch von bewegend sachlicher Haltung begründet. Er wußte, daß eben diese Entscheidung ihm und allen seinen Kollegen die Mitverantwortung für die Errichtung einer humanen, friedlichen Weltordnung nach dem Krieg auferlegte, und hat diesem Ziel seitdem den größeren Teil seiner Kraft geweiht. Das einzigmal, daß ich ihn persönlich getroffen habe, war, als er den Heimweg von einer langen Reise in politischer Mission nach Indien in Deutschland unterbrach, um sich auch hier an Ort und Stelle über die Zustände zu informieren.

Seine Arbeit und sein Verantwortungsbewußtsein bleiben durch ihre Folgen und als Vorbild in unserem Gedächtnis.

Niels Bohr wurde im Oktober 1885 in Kopenhagen geboren. Sein Vater war Professor der Physiologie an der dortigen Universität. Sein Bruder Harald Bohr wurde als Mathematiker weltberühmt. Niels Bohr wurde Physiker. Ein Studienaufenthalt in England bei J. J. Thomson und vor allem bei Rutherford gab ihm entscheidende Anregungen. Er wurde Dozent und Professor in Kopenhagen. 1921 erhielt er den Nobelpreis. Sein Institut wurde in den darauffolgenden Jahren zum Mittelpunkt der internationalen Atomphysik; Kopenhagen wurde, wie man scherzhaft sagte, das Mekka der Atomphysiker. Die führenden Physiker der nachfolgenden Generation, Heisen-

berg, Pauli, Dirac, Fermi, Jordan wurden seine persönlichen Schüler. Im zweiten Weltkrieg mußte er auf abenteuerliche Weise aus Dänemark fliehen. Nach dem Krieg kehrte er zurück und war, wie zuvor, der berühmteste und höchstgeehrte Bürger Dänemarks und väterlicher Berater der Physiker der Welt. 77jährig ist er nach einem bis zum letzten erfüllten Leben in Kopenhagen gestorben.

Bohr hat Plancks Quantentheorie in das Atommodell eingeführt. Er hat damit der Quantentheorie das adäquate Anwendungsgebiet und der Atomphysik die adäquate Begrifflichkeit gegeben. Sein großer Lehrer Rutherford hatte aus Experimenten das Atommodell erschlossen, nach dem das Atom einem kleinen Planetensystem gleicht, in dem um einen Kern die Elektronen wie Planeten kreisen. Bohr aber kannte das Gewicht theoretischer Argumente, und er sah, daß dieses Modell nach klassischer Physik theoretisch unmöglich war; die Elektronen müßten ständig Energie ausstrahlen und in kürzester Zeit in den Kern stürzen. Nun aber kommt der charakteristische schwere und kühne Schritt: wenn das experimentell wohlbegründete Modell nach der Physik, die wir heute klassisch nennen, theoretisch unmöglich war, so mußte nicht das Modell, sondern das Gesetzesschema dieser Physik unzulänglich sein. Ein bloßer Revolutionär, der den Wissensschatz der früheren Zeit über Bord wirft, mag einen solchen Schritt leichten Herzens tun. Eigentlich fruchtbar wird er aber, wenn er von einem Mann getan wird, der so gut wie Bohr wußte, welche »wunderbare Geschlossenheit«, um ihn selbst zu zitieren, die klassische Physik besaß, und der anstrebte, der neuen Physik eben durch Vertiefung des Bruches eine ebenso große, aber noch besser begründete Geschlossenheit zu geben.

In den 12 Jahren von 1913 bis 1925 verfolgte Bohr die Quantentheorie des Atombaus in die Breite bis in eine umfassende Theorie des periodischen Systems der Elemente und in die Tiefe in einer immer fortschreitenden Analyse ihrer in aller Gegensätzlichkeit bestehenden Korrespondenz zur klassischen Physik. Die endgültige Fassung der Quantentheorie, die sog. Quantenmechanik, war nicht unmittelbar sein Werk, sondern das seines Schülers Heisenberg, ergänzt durch die auf Einstein zurückgehende Forschungsrichtung von de Broglie und Schrödinger, und alsbald ausgeführt von der Anzahl bedeutender Physiker, die jene erstaunliche »Explosion von Genie« der zwanziger Jahre hervorbrachte.

Aber in doppelter Hinsicht ist doch auch die Quantenmechanik ohne Bohrs Beitrag völlig undenkbar. Erstens haben Bohrs Schüler zwar mathematisch präzise Antworten auf die schwebenden physikalischen Fragen gefunden, aber er war es, der sie alle erst fragen gelehrt hatte. Zweitens bot der mathematische Formalismus der Theorie zunächst die größten Deutungsschwierigkeiten. Born deutete die Wellenfelder statistisch, d. h. als abstrakte Angaben über die Wahrscheinlichkeit des Auftreffens von Teilchen. Heisenberg zeigte in der Unbestimmtheitsrelation, daß diese Deutung uns nötigt, auf den Begriff der Bahn eines Teilchens zu verzichten, obwohl der Ort oder der Impuls eines Teilchens zu irgendeiner Zeit grundsätzlich meßbar ist. Erst Bohr aber zeigte, daß die Notwendigkeit, Teilchenbild und Wellenbild zu verwenden, der eigentliche Grund der Unbestimmtheitsrelation ist. Er sprach von der Notwendigkeit, komplementäre Bilder zur Naturbeschreibung zu verwenden, und zeigte damit den Weg, die scheinbaren Widersprüche in der Quantenmechanik definitiv zu vermeiden.

Die Physik unseres Jahrhunderts nötigt uns zu einer Revision unserer philosophischen Grundbegriffe. Diese Revision ist nicht vollendet, sondern sie hat gerade erst begonnen. Zuerst zeigt sich ihre Notwendigkeit in Einsteins neuer Lehre von Raum und Zeit. Am tiefsten angegriffen ist sie in Bohrs Begriff der Komplementarität. Dieser Begriff deutet an, daß wir nicht von physikalischen Gegenständen an sich widerspruchsfrei sprechen können, wenn wir nicht stets im Auge behalten, daß sie Gegenstände in einer den Menschen erschlossenen Welt sind; dabei ist der Mensch nicht als bloßes Bewußtsein, sondern als ganzes leibhaftes Wesen gemeint, das vermittels seiner körperlichen Organe handeln und wahrnehmen kann. Bohr selbst hat auf vielfache Anwendungen dieses Begriffs in der Deutung des organischen Lebens, des menschlichen Denkens und der menschlichen Gesellschaft und angesichts der großen religiösen Gedankensysteme der europäischen wie der asiatischen Welt hingewiesen.

Ich habe nie einen von seinen Schülern in so freier, unbefangener und heiterer Weise und zugleich so vorbehaltlos verehrten Lehrer gesehen wie Niels Bohr. Jeder wußte, daß man ihm widersprechen durfte und sollte, so wie er anderen und sich selbst widersprach. Jeder wußte, daß er keine verständliche Vorlesung halten konnte und den mathematisch begabteren seiner Schüler auch in der Virtuosität der Handhabung des mathematischen Werkzeugs weit unterlegen war. Oft verstand man ihn nicht und sprach schmunzelnd von »Bohrscher Weisheit«. Aber man ahnt, wie der von Bohr so bewunderte Sokrates auf seine Schüler gewirkt haben mag, wenn man einmal seiner Kritik an einer Arbeit, die man ihm vorgelegt hatte, standhalten müssen. Da kam er zu spät zur vereinbarten Besprechung. Vielleicht weil er gerade eine an-

strengende Sitzung hinter sich hatte, um den Wissenschaftlern, die damals aus Deutschland emigrieren mußten, neue Arbeitsplätze zu sichern, und sah unendlich müde aus. Leise, mit ungewandter Höflichkeit, seiner selbst nicht sicher, stammelnd und sein Haar raufend, ständig die ständig wieder ausgehende Zigarre neu anzündend, fing er zu fragen an. Aber nach zwei oder drei Stunden war der anfangs so selbstsichere Schüler in tiefer Verwirrung. Bohr aber war nun voller Eifer und konnte, ohne jede böse Absicht, nur von der Sache hingekissen, mit dem freundlichsten Gesicht sagen: »Jetzt habe ich es verstanden, die Pointe ist gerade, daß alles genau umgekehrt ist, als Sie gesagt haben«. Natürlich hatte er recht. Wer aus solchen Erfahrungen zu lernen vermochte, der verließ Kopenhagen als ein anderer Mensch als der, als der er gekommen war.

Ich möchte glauben, wenn die Menschheit fast alle Namen, die in unserem Jahrhundert berühmt gewesen sind, wieder vergessen haben wird, so wird sie sich noch an diesen dänischen Professor erinnern, der vor einer Woche gestorben ist. Ob das so sein wird, weiß ich nicht. Sicher weiß ich, daß die Familie der Atomphysiker auf der ganzen Welt heute empfindet, sie habe ihren Vater verloren.