



Hertha Sponer

Eine Pionierin der Quantenphysik, die auf dem Boden der experimentellen Tatsachen blieb.

Elise M. Crull

Experimentelle Fortschritte waren für die Entwicklung der frühen Quantenphysik von entscheidender Bedeutung, insbesondere in der Spektroskopie und Elektronenbeugung. In der Experimentalphysik gehörte Hertha Sponer zu den Ersten, welche die Quantentheorie aufgriffen und weiterentwickelten. Sie spielte eine wesentliche Rolle bei der erstaunlichen Entdeckung, dass Materie wie Licht eine Welle-Teilchen-Dualität zeigt.

James Franck berichtete Niels Bohr in den 1910er- und 1920er-Jahren häufig von seinen neuen experimentellen Ergebnissen, die zu bedeutenden theoretischen Fortschritten in der Quantenphysik führten. Die Messdaten – aber auch die Planung und die genaue Durchführung der bahnbrechenden Experimente, aus denen sie stammten – waren indes nicht Franck selbst zu verdanken, sondern vielmehr einer Frau: Hertha Sponer. Sie war es auch, die sich damals maßgeblich sowohl um die universitäre Lehre als auch den täglichen Betrieb in den Göttinger Spektroskopielabors kümmerte [1, 2].

Sponer gelang es als Pionierin, gleich mehrere rätselhafte atomare Phänomene mithilfe der Quantenmechanik zu erklären, wie die Dualität der Materie und den Tunneleffekt. Sie war unter den Ersten, welche die Quantentheorie nutzten, um neue Experimentiertechniken zu entwickeln. In ihrer wohl bekannten Arbeit stellte sie eine präzise neue Methode vor, um diatomische Dissoziationsenergien zu messen, und gab dafür eine explizit quantentheoretische Erklärung zusammen mit bestätigenden Messdaten [3]. Diese Arbeit verfasste sie zwar gemeinsam mit dem Physiker Raymond Birge aus Berkeley, aber aus dessen Korres-

Quantenphysikerinnen

Alle Beiträge dieser Serie finden sich online in einem Dossier unter folgendem Link: <https://pro-physik.de/dossiers/quantenphysikerinnen>.



◀ Hertha Sponer (links) beim Abschied von James Franck (Mitte) vom Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin, heute Fritz-Haber-Institut, vor seiner Abreise an die Universität Göttingen. Von links nach rechts: Sponer, Albert Einstein, Hugo Grotian, Ingrid Franck (die Ehefrau von James Franck), Wilhelm Westphal, James Franck, Otto von Bayer, Lise Meitner, Peter Pringsheim, Fritz Haber, Gustav Hertz und Otto Hahn.

pondenz mit Edward Kemble und aus Interviews mit Sponer (und Franck) war später zu erfahren, dass Birge weder selbst Messdaten erhoben noch die theoretische Erklärung von Sponer in ihrer Arbeit gebilligt hat. Während Sponer die seltsame neue Physik aus Göttingen enthusiastisch vertrat, stand Birge dieser skeptisch gegenüber [2, 4]. Daher waren es in der gemeinsamen Arbeit gerade die von Hertha Sponer eingebrachten Gesichtspunkte, denen wir diesen Meilenstein der Molekülspektroskopie verdanken [3].

Dies ist nicht der einzige Fall, in dem ihre Beiträge zur Quantentheorie übersehen, heruntergespielt oder unterschlagen wurden – sogar von den Männern, welche die Quantentheorie von ihr gelernt hatten und sie als Gesprächspartnerin schätzten.

Tübingen, Göttingen, Berkeley...

Hertha Sponer wurde 1895 im schlesischen Neisse (heute Nysa) geboren und immatrikulierte sich 1917 an der Universität Tübingen, eine der wenigen deutschen Universitäten, die damals Studentinnen zuließen. Dort studierte sie Experimentalphysik bei Friedrich Paschen, dem führenden Spektroskopiker und frühen Anhänger von Bohrs Quantentheorie. 1918 wechselte sie nach Göttingen zu Peter Debye, bei dem sie 1920 promovierte. Im selben Jahr erhielten Frauen in Deutschland das Recht, zu habilitieren und Privatdozentin zu werden. Gegen große Widerstände erreichte sie als eine der ersten Frauen diese Qualifikation. Es gibt Belege, dass Max Planck, Robert Millikan und Robert Pohl akademische Positionen und Beförderungen für sie verhinderten. Selbst als weltbekannte Experimentalphysikerin setzten sich an der Duke University noch männliche Physiker aktiv gegen ihre Einstellung ein, was die Universität nicht davon abhielt, sie 1936 zu ihrer ersten Physikprofessorin zu ernennen [1].

Als James Franck, Sponers Kollege, enger Freund und späterer Ehemann, 1921 als Leiter des Zweiten Physikalischen Instituts an die Universität Göttingen kam, wurde Sponer seine „Assistentin“, allerdings nur dem Namen nach. Obwohl Franck der offizielle Leiter war, oblagen die Laboraufsicht, die Laborantenausbildung und nicht zuletzt die Durchführung von Experimenten meist Sponer. Tatsächlich beteiligte sich Franck selten direkt an den Expe-

perimenten und überließ sie Hertha Sponers äußerst kompetenten Händen [1, 2]. Daneben lehrte sie in Seminaren physikalische Grundlagen und führte so eine Generation von Wissenschaftlern – darunter Friedrich Hund und Edward Teller – in die Quantenphysik ein, zu einer Zeit, als diese Theorie noch nicht allgemein anerkannt war.

Sponer veröffentlichte insgesamt über 80 Fachartikel und arbeitete häufig mit prominenten Wissenschaftlern aus aller Welt zusammen. Dennoch taucht ihr Name in der Geschichte selten auf, und wenn doch, sind die wenigen Angaben häufig falsch oder irreführend. Sie wird bisweilen als „Francks Studentin“ (sie studierte jedoch nie bei ihm) oder „Francks Assistentin“ (was wie erwähnt nur kurzzeitig stimmte) oder einfach nur als „Francks zweite Frau“ tituliert. Beide heirateten zwar 1946, nachdem Franck Witwer geworden und in die USA ausgewandert war. Doch sie blieb geschätzte Kollegin und Wissenschaftlerin von vergleichbarem internationalen Ruf.

Die Frauen, die zur frühen Quantenphysik beitrugen, wurden davon abgehalten, sich der Theorie zu widmen. Die Gründe dafür waren vielfältig, doch vor allem war es Sexismus. Frauen wurden häufig in die Labore oder Klassenzimmer verbannt. Daher begeht die abgedroschene Erzählung von einer „Knabenphysik“ eine doppelte Unterlassungssünde: Sie trivialisiert die Beiträge von Experimentalphysikerinnen, spielt sie herunter oder ignoriert damit Frauen wie Hertha Sponer. Wie feministische Forscherinnen aufgezeigt haben, gelten die eher technisch und pädagogisch orientierten Rollen in der Wissenschaft tendenziell als weniger relevant, eben weil hier Frauen Wissenschaft betreiben durften [5].



Hertha Sponer

Entdeckung der Materiewellen

Ein entscheidender Moment in der Entwicklung der Quantentheorie, der im Detail nicht die gebührende Aufmerksamkeit erhalten hat, ist die Entdeckung, dass Materie auch eine Wellennatur besitzt. In einer

Reihe von Artikeln aus den Jahren 1920 und 1921 berichtete Carl Ramsauer über seltsame Ergebnisse [6]: Einfallende Strahlen langsamer Elektronen schienen nicht mit bestimmten Edelgasen zu interagieren, sondern wiesen stattdessen verschwindend kleine atomare Querschnitte auf.

In schneller Folge konnten andere Physiker ähnliche Phänomene nachweisen: Hans Ferdinand Mayer (1921), die Briten John Sealy Townsend und Victor Albert Bailey (1921–23), Gustav Hertz (1922) und die Amerikaner Clinton Davisson und Charles Kunsman (1922/23) [7–10]. In diesem Zusammenhang werden die Arbeiten von Rudolf Minkowski und Hertha Sponer [11, 13] sowie Sponer [12] aus den Jahren 1923/24 typischerweise nicht genannt – wohl auch, weil die meisten Physiker der Zeit



Hertha Sponer-Franck beim Experimentieren im Labor

diese experimentellen Ergebnisse als nicht überzeugend abtaten. In Göttingen aber wurde das Thema ernst genommen. Sponer erinnerte sich 1962, dass sie und Minkowski zwar nicht sofort verstanden, was sie von Ramsauers Arbeit halten sollten, aber dennoch sofort erkannten, dass sie von großer Bedeutung war [2].

Während sich die Experimentalphysiker auf mehr und bessere Daten für die Streuung von Elektronen mit niedriger Energie in Edelgasen konzentrierten, waren James Franck und Friedrich Hund damit beschäftigt, eine Theorie zu entwickeln, um diese Daten auf der Grundlage der klassischen Elektronentheorie zu erklären. Obwohl sie schließlich erkannten, dass eine rein klassische Erklärung nicht ausreichen würde, ging ihr Versuch bereits so weit, Bohrs Korrespondenzprinzip zu verwenden, um Kramers Arbeit zur Röntgenstreuung mit dem Ramsauer-Effekt in Verbindung zu bringen. Dieser Ansatz, in den bereits die Quantentheorie hineinspielte, warf jedoch so erhebliche Probleme auf, dass Franck und Hund Ende 1922 kapitulieren mussten [14].

Gemäß der gängigen Geschichte geht die Hypothese, dass Materie ähnlich wie Licht sowohl Wellen- als auch Teilchenverhalten aufweisen kann, auf die studentischen Arbeiten von Louis de Broglie aus den Jahren 1922 bis 1924 zurück. Obwohl die erste öffentliche Präsentation von de Broglies Wellentheorie erst 1927 auf der Solvay-Konferenz erfolgte, hatte Einstein sich in den dazwischenliegenden Jahren begeistert damit beschäftigt. Durch Einstein wurde auch Schrödinger auf de Broglie aufmerksam (und war somit motiviert, seine Wellenmechanik zu entwickeln), ebenso wie Francks Student Walter Elsasser [15]. Der junge Elsasser kam 1925 zu zwei tiefgreifenden Erkenntnissen, als er nach wochenlangen Diskussionen über die Ergebnisse von Ramsauer in der Göttinger Bibliothek saß und de Broglies Doktorarbeit las: Die „rätselhaften und zu dieser Zeit recht neuartigen Beobachtungen“ von Ramsauer standen mit denen von Davisson und Kunsman in Verbindung und bewiesen zusammen die Hypothese von de Broglie, dass

Materie tatsächlich wellenartig ist [15]. Elsasser schrieb darüber in „Die Naturwissenschaften“ und wurde damit zum Entdecker des Welle-Teilchen-Dualismus bei Elektronen gekürt [16]. So schön diese Geschichte auch sein mag, erweist sie sich als Mythos, wenn man Hertha Sponer mit einbezieht. Am 24. Juni 1926 schrieb Werner Heisenberg an Wolfgang Pauli [17]:

Sie kennen doch die neue Einsteinsche Arbeit über die Atome, die sich nach [der] Wellentheorie bewegen [18]? Wendet man diese Theorie auf langsame Elektronen an, erhält man die Ramsauerschen Edelgaskurven („Streuung des Lichts an kolloidalen Teilchen“) oder noch besser: Schießt man langsame Elektronen auf ein Kristallgitter, erhält man ein Spektrum 1. Ordnung, 2. Ordnung usw., die Experimente sind längst gemacht und stehen im Artikel von Minkowski und Sponer [13]... er benützt aber statt Kristallgitter Metall, das durchgeglüht war, also „Einkristalle“. Ob das Mist ist, was ich hier schreib', weiß ich nicht, behauptet wird es von Herrn Elsasser hier, und ich glaub's fast.

Heisenberg, der oft mit Sponer über Physik diskutierte, erinnerte sich daran, dass sie und Minkowski ähnliche Experimente wie Ramsauer durchgeführt hatten, bevor Elsassers Artikel erschien. Aber selbst Heisenberg übersah hier etwas Entscheidendes, vielleicht weil er zwar von den Experimenten wusste, aber die Arbeit nicht gelesen hatte: Darin führen Sponer und Minkowski eine detaillierte Auswertung vieler Elektronenstreuexperimente durch, einschließlich ihrer eigenen, weil sie (wie sie klar sagen) diese Daten heranzogen, um dasselbe Phänomen zu demonstrieren. Insbesondere verbinden sie Ramsauers Ergebnisse mit denen von Davisson und Kunsman, und in dieser Hinsicht nehmen sie Elsassers erste Einsicht vorweg. Obwohl sie das Phänomen nicht als Elektronenbeugung bezeichnen, machen sie einen entscheidenden Schritt in die richtige Richtung: Alle Versuche, diese Ergebnisse zu erklären, seien gescheitert, argumentieren Sponer und Minkowski, gerade weil sie an der klassischen Beschreibung festhielten. Ihr Artikel endet daher wie folgt [13]:

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Zusammenstöße von Elektronen mit Atomen trotz Gültigkeit des Energie- und Impulssatzes völlig unmechanisch verlaufen und anscheinend nur nach den Gesetzen der Quantentheorie beschrieben werden können.

Sponer und Minkowski erkannten nicht nur als Erste den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen von Ramsauer und Davisson-Kunsman, sondern identifizierten sie auch richtigerweise als echt quantenmechanisch. Die Erörterung dieses Zusammenhangs veranlasste Elsasser dazu, eine Erklärung nicht in den Quanteneigenschaften der Atome, sondern in den einfallenden Elektronen zu suchen [19]. So konnte er die Geschichte dort vollenden, wo Sponer und Minkowski aufgehört hatten: Da eine klassische (Teilchen-) Theorie der Elektronen im Niederenergiebereich völlig versagt, benötigt man eine vollständig quantentheoretische Beschreibung à la Bohr, in der neben diskreten auch wellenartige Eigenschaften eine Rolle spielen, so Sponer und Minkowski. Unter einer solchen Betrachtung muss eine wellenartige Erklärung dort Erfolg haben, wo eine teilchenartige versagt. Daher lassen sich die Ergebnisse von Ramsauer und

anderen am besten als Beugungsphänomene interpretieren, ergo Materie wird als dual interpretiert.

Fazit

Hertha Sponer wurde in der Geschichte der Quantenphysik und in den meisten historischen Darstellungen der Spektroskopie und Chemie nicht berücksichtigt. Trotz ihrer außergewöhnlichen Leistungen sprachen drei Dinge gegen sie. Erstens war sie Experimentalphysikerin in einer Zeit, für die Historiker lange fast ausschließlich theoretische Physik in den Mittelpunkt stellten. Zweitens wird sie oft als „Chemikerin“ bezeichnet und somit aus der Geschichte der Physik ausgeschlossen, obwohl sie tatsächlich nur Studienabschlüsse und Anstellungen in Physik hatte. Wichtig ist jedoch, dass sie an der Entstehung eines neuen Fachgebiets beteiligt war, das beide Bereiche umfasst: die Quantenchemie. Drittens war sie eine Frau. Keiner dieser Gründe für die Auslassung Sponers ist tatsächlich nachvollziehbar [20].

Literatur

- [1] M.-A. Maushart, „Um mich nicht zu vergessen“. Hertha Sponer – Ein Frauenleben für die Physik im 20. Jahrhundert, GNT-Verlag, Berlin 1997
- [2] H. Sponer und J. Franck, Interview mit Thomas S. Kuhn und Maria Goeppert Mayer, Niels Bohr Library & Archives, 1962, www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4609
- [3] R. T. Birge und H. Sponer, Phys. Rev. **28**, 259 (1926)
- [4] E. C. Kemble und R. T. Birge, Correspondence 1925 – 1927, Archive for the History of Quantum Physics, Mikrofilm 50/5-7
- [5] M. Rossiter, Women Scientists in America, Johns Hopkins University Press, Baltimore 1982
- [6] C. Ramsauer, Phys. Z. **22**, 613 (1921) und weitere
- [7] H. F. Mayer, Ann. Phys. **64**, 451 (1921)
- [8] M. Townsend und V. Bailey, Phil. Mag. **42**, 873 (1921), und weitere Veröffentlichungen in Phil. Mag. 1921 – 1923.
- [9] G. Hertz, Proc. Sect. Sci. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam **25**, 90 (1922)
- [10] C. J. Davison und C. H. Kunsman, Phys. Rev. **19**, 253 (1921)
- [11] R. Minkowski und H. Sponer, Z. Phys. **15**, 399 (1923)
- [12] H. Sponer, Z. Phys. **18**, 249 (1923)
- [13] R. Minkowski und H. Sponer, in: Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaften, Dritter Band, Springer, Berlin 1924, S. 67
- [14] M. Jähnert, Practicing the Correspondence Principle in the Old Quantum Theory, Springer, Cham 2019, Kap. 5
- [15] H. A. Medicus, Fifty Years of Matter Waves, Physics Today, Februar 1974, S. 38
- [16] W. M. Elsasser, Naturwissenschaften **13**, 711 (1925)
- [17] A. Hermann, K. Meyenn und V. F. Weisskopf (Hrsg.), Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u. a., Bd. 1: 1919 – 1929, Springer, Berlin 1979, S. 226 – 229
- [18] A. Einstein, Sb. Preuß. Akad. Wiss., Phys.-math. Kl., 1925, S. 18
- [19] A. Russo, Hist. Stud. Phys. Sci. **12**, 117 (1981), S. 143
- [20] Eine ausführlichere Darstellung findet sich in: E. Crull, Hertha Sponer, Maven of Quantum Spectroscopy, in: P. Charbonneau et al. (Hrsg.), Women in the History of Quantum Physics., Cambridge University Press, Cambridge 2025

Die Autorin

Elise M. Crull ist Associate Professor für Philosophie am City College of New York und am CUNY Graduate Center. Neben ihrer Arbeit zur zeitgenössischen Philosophie der Physik und Metaphysik veröffentlicht sie regelmäßig Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte und -philosophie. Im Jahr 2025 wurde sie für ihre Arbeit in der Geschichte und Philosophie der Physik zum Fellow der American Physical Society ernannt.

Prof. Dr. Elise M. Crull, ecrull@ccny.cuny.edu

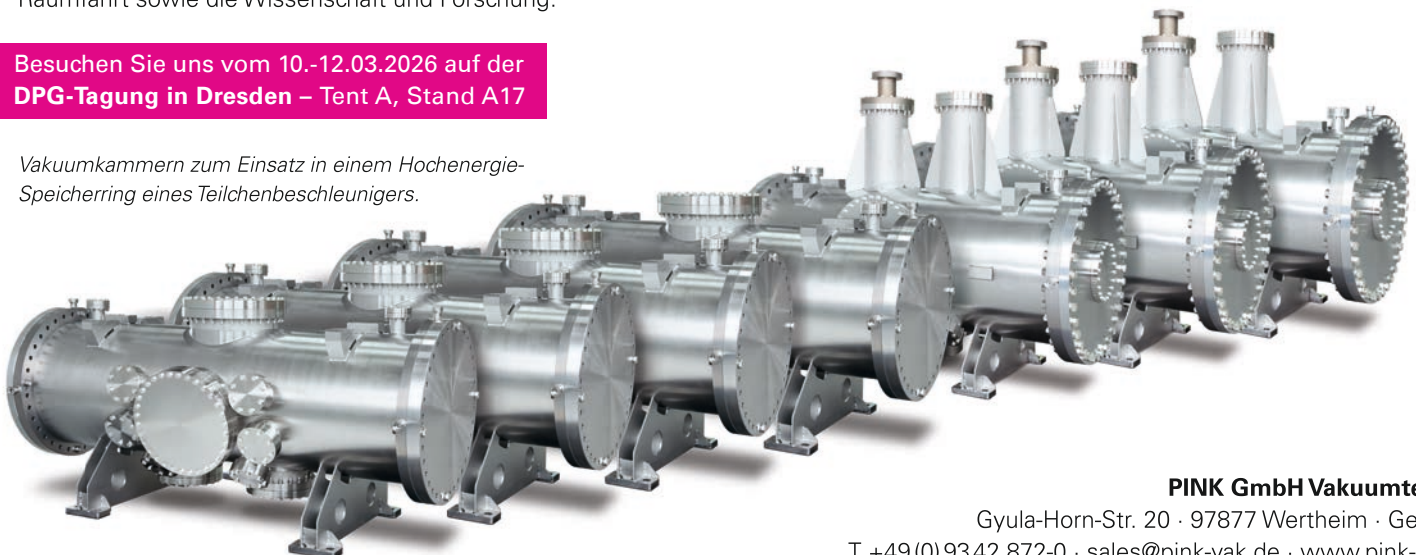


Die Spezialisten von UHV bis XHV

Wir produzieren seit 40 Jahren Anlagen und Systeme nach Kundenanforderung, u.a. für die Halbleiter- und Elektronikindustrie, die Medizintechnik, die Luft- und Raumfahrt sowie die Wissenschaft und Forschung.

Besuchen Sie uns vom 10.-12.03.2026 auf der DPG-Tagung in Dresden – Tent A, Stand A17

Vakuumkammern zum Einsatz in einem Hochenergie-Speicherring eines Teilchenbeschleunigers.



PiNK®
Vakuumtechnik

PiNK GmbH Vakuumtechnik

Gyula-Horn-Str. 20 · 97877 Wertheim · Germany
T +49 (0) 93 42 872-0 · sales@pink-vak.de · www.pink-vak.de