

MÜNCHNER ZENTRUM FÜR WISSENSCHAFTS- UND TECHNIKGESCHICHTE

ARBEITSPAPIER  
Working Paper

Arne Schirmacher

Das leere Atom

Instrumente, Experimente und  
Vorstellungen zur Atomstruktur um 1903

Der folgende Text ist vorgesehen als Beitrag zu dem Band:

Oskar Blumtritt / Ulf Hashagen / Helmuth Trischler (Hgg.): Circa 1903. Wissenschaftliche und technische Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums (München 2003)

Arne Schirmmacher

## Das leere Atom Instrumente, Experimente und Vorstellungen zur Atomstruktur um 1903

Das Erste, das die Aufmerksamkeit eines Besuchers in der Abteilung über Atomphysik im Deutschen Museum heute auf sich zieht, ist ein Modell, das schrittweise vom Kristall zum Elementarteilchen die Stufen der Teilbarkeit der Materie illustriert. Neue Erkenntnisse über den Aufbau der Materie offenbaren sich hier, wenn als Kugeln dargestellte Moleküle, Atome oder Kernbausteine quasi ihrer (gedachten) Hülle entledigt und als Gebilde viel kleinerer Bestandteile offengelegt werden. Ein Ende der Stufenleiter ist erst durch die Annahme punktförmiger Elementarteilchen wie der Elektronen und Quarks erreicht.

Die Geschichte der Vorstellungen von der Materie, die das Ausstellungsmodell andeutet, ist eine von der stufenweisen Auflösung der aristotelischen Gleichsetzung von Materie und Raumerfüllung. Die Frage, ob es leeren, nicht von Materie erfüllten Raum geben könne, führte etwa im 17. Jahrhundert zu wissenschaftlichen und philosophischen Auseinandersetzungen zwischen den sog. "Plenisten" wie René Descartes und den "Vakuisten", vertreten insbesondere durch Evangelista Torricelli. Die Anekdote, dass nach Descartes ein Vakuum allenfalls in Torricellis Kopf anzutreffen sei, illustriert den frühen Gebrauch des Begriffs im übertragenen Sinne. Und im folgenden soll es auch um solche Vakua im weiteren Sinne gehen: um bestimmte Leerstellen im Beschreiben, Begreifen und Verstehen der modernen Materievorstellungen. Die Menschen lernten aber, sich mit dem *horror vacui* zu arrangieren und die Furcht vor der Leere gegen den Spaß am Spektakel zu tauschen, das etwa ein Otto von Guericke auf ihrem Marktplatz aufführte oder das heute der Elektronenstrahl auf unseren Fernsehschirm zaubert.

Das klassische Bild von der festen Materie ist meist das von Haufen aneinanderstoßender Atomkugeln, die durch Haken und Ösen, durch Anziehungskräfte oder andere Mechanismen Festigkeit erlangen (Abb. 1). Die Vorstellung idealer, elastischer und sphärischer Kugeln in der kinetischen Gastheorie führte zur mechanischen Erklärung der Phänomene der Wärme. Beides waren suggestive Vorstellungen einer anschaulichen Naturwissenschaft.

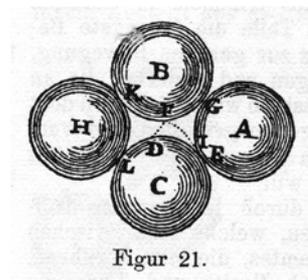


Abb. 1: Da es 1644 für Descartes kein Vakuum gab, nahm er zwischen den kugelförmigen Elementen noch eine andere Art von Materie an, die die Zwischenräume ausfüllt. (Aus René Descartes: Die Prinzipien der Philosophie.)

Der Wandel in der Materievorstellung, um den es in diesem Beitrag gehen soll, führte von diesen klassischen Vorstellungen weg zu abstrakten Bildern von im leeren Raum verteilten Teilchen, die durch intuitiv nicht mehr nachvollziehbare Wechsel-

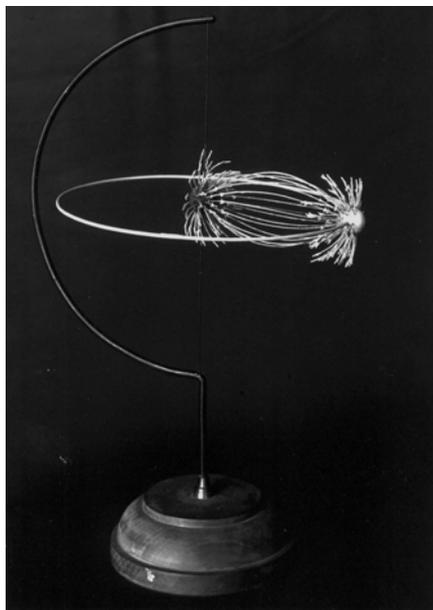


Abb. 2: Modell des Wasserstoffatoms nach Sommerfeld, 1918. Foto: DMA, BA 2936.

wirkungen mit einem Äther, mit elektromagnetischen Feldern oder durch Quantenbedingungen im geordneten Abstand gehalten und mit einer Stabilität versehen wurden, über die man nur staunen konnte. Sichtbarster Ausdruck dieses neuen entmaterialisierten Atoms war im Deutschen Museum ein Modell aus Holz und Metall, das Vermittlung der unmittelbar erfahrbaren Eigenschaften der Materie wie Stabilität und Undurchdringlichkeit schuldig bleiben musste (Abb. 2).

Wann hat sich dieser tiefgreifende Wandel der Vorstellung von der Materie vollzogen? Wann haben wir gelernt, mit dem modernen *horror vacui* zu leben, der nicht nur in der neuen Leere der festen Materie drohte, sondern sich auch in dem Erklärungs- und Anschauungsvakuum moderner physikalischer Theorien äußerte?

Ich möchte diesen Wandel als einen konkreten Beitrag der Physik zur Moderne interpretieren, der in deutlicher Parallele zu den Charakteristika der Moderne steht, die wir in der Mathematik (abstrakte Räume, Geometrien, die sich nicht auf die Realität beziehen brauchen), der bildenden Kunst (Auflösung der Gegenständlichkeit), der Musik (Atonalität) und auch anderswo finden. Insbesondere möchte ich in diesem Artikel auch betrachten, wie das Deutsche Museum die Apparate und Versuche, mit denen man die Leere des Atoms erkannte, sammelte und ausstellte. War das frühe Deutsche Museum ein Multiplikator für die modernen Vorstellung von der Materie? – Nein, aber die Instrumente, mit denen die Leere des Atoms zuerst zweifelsfrei ausgemessen wurde, sind gleich ein Duzend Mal gesammelt worden, und die Geschichte des Erwerbs der unterschiedlichen "Lenardröhren", die nun etwas genauer betrachtet werden soll, erstreckte sich über fünf Jahrzehnte. Das zentrale Objekt, das Oskar von Miller 1906 gerne für die Ausstellungseröffnung haben wollte, kam schließlich 1956 ins Haus und in der drei Jahre später eröffneten Ausstellung zur Kernphysik erstmals als Schlüsselobjekt zur Erforschung des Atoms zur Geltung.

"1894, Lenard. Versuche über Kathodenstrahlen in freier Luft. Ablenkbarkeit, Absorbierbarkeit. Apparate und Anordnungen."

Mit diesen Angaben hatte der Münchner Physiker Leo Graetz den Anschaffungsvorschlag für eine Röhre von Philipp Lenard in eine Liste als Nr. 313 eingetragen, die sich über Dutzende sorgfältig beschrifteter Bögen erstreckte (Abb. 3). Das war sein Entwurf für die Gruppe *Elektrizität und Magnetismus*. Wie Wilhelm Conrad Röntgen für die Wärme und Wärmetheorie oder Wilhelm Ostwald für die Chemie war Graetz einer der etwa fünfzig Referenten, die Listen "wünschenswerter Gegenstände" für ihre Gruppen zusammenstellten. Graetz war im Sommer 1903 in das *Provisorische Comité für die Errichtung eines Museums* gewählt worden und hatte im März 1905 seine Liste eingesandt, nachdem er bereits über eine Reihe von Objekten mit von Miller korrespondiert hatte.<sup>1</sup>

Graetz war Professor für Physik an der Münchner Universität wie Röntgen oder nach 1906 Arnold Sommerfeld, aber er hatte weder deren wissenschaftlichen Status noch ein entsprechendes Institut erhalten können. Nach seiner Habilitation musste er zwölf Jahre warten, was damals gerade bei jüdischen Wissenschaftlern nicht untypisch war, bis er als außerordentlicher Professor eingestellt wurde. Erfolg und Einfluss gewann Graetz denn auch auf andere Art und Weise: Er wurde ein überaus erfolgreicher Wissenschaftsautor insbesondere mit seinem Buch *Die Elektrizität und ihre Anwendungen*, das 1883 herauskam und 1903 bereits seine zehnte Auflage erlebte; viele weitere sollten folgen. Das Buch trug viel zur Verbreitung physikalischer Kenntnisse unter Ingenieuren und Medizinern bei und war ein Standardwerk für alle, die das Zeitalter der

Datumszahl	Name	Gegenstand (Beschreibung und event. Skizze)
312 1892	Letta	Einrichtung der Kathodenstrahlen-Licht-Strahlungs-Apparate (Röhren)
313 1894	Lenard	Apparat über Kathodenstrahlen in freier Luft. Ablenkbarkeit, Absorbierbarkeit, Apparate sind Anordnungen
314 1896	Carlson	Reihe Röhren. Eisen, Hydrogenium, Kathodenstrahl (Lichtstrahl etc)
315	"	Reihe Röhrenstrahlen, Kathodenstrahlen, Kathodenstrahlungs-Apparate, Hydrogenium, Hydrogenium, Kathodenstrahl
316 1895	Serrin	Multiplexanordnung über die reguläre Elektrifizierung der Kathodenstrahlen
317 1897	J.J. Thomson	Kathodenstrahlungsanordnungen zur Bestimmung der Diffusionsfähigkeit von Gasen. Einrichtung der Kathodenstrahlen-Röhre sind Apparate

Abb. 3: Ausschnitt aus der Liste zu erwerbender Exponate von Leo Graetz aus dem Jahr 1905. DMA, VA Mappe *Elektrizität, Aufbau*.

Graetz war Professor für Physik an der Münchner Universität wie Röntgen oder nach 1906 Arnold Sommerfeld, aber er hatte weder deren wissenschaftlichen Status noch ein entsprechendes Institut erhalten können. Nach seiner Habilitation musste er zwölf Jahre warten, was damals gerade bei jüdischen Wissenschaftlern nicht untypisch war, bis er als außerordentlicher Professor eingestellt wurde. Erfolg und Einfluss gewann Graetz denn auch auf andere Art und Weise: Er wurde ein überaus erfolgreicher Wissenschaftsautor insbesondere mit seinem Buch *Die Elektrizität und ihre Anwendungen*, das 1883 herauskam und 1903 bereits seine zehnte Auflage erlebte; viele weitere sollten folgen. Das Buch trug viel zur Verbreitung physikalischer Kenntnisse unter Ingenieuren und Medizinern bei und war ein Standardwerk für alle, die das Zeitalter der

<sup>1</sup> Liste "Electricität und Magnetismus", Deutsches Museum, Archiv (DMA), Verwaltungsarchiv (VA), Mappe "Elektrizität, Aufbau". Graetz sandte dieses vergleichsweise umfangreiche Referat im März 1905 an Miller, das eine "wertvolle Unterlage für die zu beschaffenden Museumsobjekte" darstellte; vgl. Franz Fuchs: Der Aufbau der Physik im Deutschen Museum. In: Abhandlungen und Berichte 25, Heft 3 (1957) S. 1-85, auf S. 34. Eine Liste der Referenten findet sich z. B. in Albert Stange: Das Deutsche Museum. Historische Skizze. München u.a. 1906. Briefe Graetz an das Comité 21.6., DMA, VA 2, und 10.9.1903, DMA, VA 1. Korrespondenz zwischen Miller und Graetz zur Übernahme der Gruppe Elektrizität und Magnetismus und über einzelne Objekte, 12.11. bis 27.12.1904, DMA, VA 0014.

Elektrizität für sich erkunden wollten.<sup>2</sup> Es ist dementsprechend nicht verwunderlich, wenn man viele Parallelen finden kann zwischen der Art, in der Graetz die Entwicklung der Erforschung der Elektrizität in seinem Buch darstellt, und der Gliederung der Objekte in seiner Liste für das Deutsche Museum. Das Buch antizipierte gewissermaßen einen Führer durch die späteren Ausstellungen.

Was war nun das zentrale Objekt der "Apparate und Anordnungen", das Graetz durch "Anfrage an Prof. Lenard, Kiel" erhalten wollte? In einer weiteren Spalte "Nachweis für die Beschaffung" seiner Liste hatte er auf die Bände 51 und 52 der *Annalen der Physik und Chemie* verwiesen, und hier findet sich in Philipp Lenards Artikel mit dem Titel *Über Kathodenstrahlen in Gasen von atmosphärischem Druck und im äußersten Vacuum* eine Abbildung einer Kathodenstrahlröhre (Abb. 4).

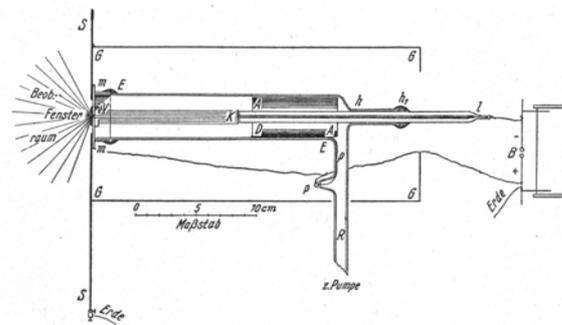


Abb. 4: Lenards Zeichnung seiner Röhre aus der Publikation von 1894.

Entsprechend der Liste war dieses Objekt unter der Überschrift "IX. Die Elektrizität in Gasen", Unterpunkt "a) verdünnte Gase" in eine Entwicklungslinie von Kathodenstrahlröhren eingegliedert. In diesen Röhren konnte man nach hinreichendem Abspumpen der Luft zwischen zwei Elektroden, an die man eine Spannung von einigen Tausend Volt angelegt hatte, zunächst blass blau leuchtende Strahlen sehen, die von der negativen Elektrode, der Kathode, ausgingen. Weiteres Abspumpen führte zu einem hell violett leuchtenden Lichtband; aber auch andere Farberscheinungen ließen sich erzeugen, wenn man die Luft durch andere Gase ersetzte.

Der britische Naturwissenschaftler William Crookes hatte diese Erscheinungen bereits 1879 in einer Schrift als "Strahlende Materie" popularisiert. Auf dieses Büchlein war Philipp Lenard aufmerksam geworden, als er achtzehnjährig auf seinem Schulweg das Schaufenster eines Buchladens betrachtete, und es entschied seine wissenschaftliche Karriere.<sup>3</sup> Lenards Verdienst war es — so konnte man es bereits Graetz' *Elektrizität* entnehmen —, durch eine neuartige Röhrenkonstruktion den Kathodenstrahlen ihren Charakter eines "Kuriosums" zu nehmen, denn bis dahin waren sie in den jeweiligen Röhren eingeschlossen und konnten das Glas nicht durchdringen.<sup>4</sup> Das "Fenster", das nun Lenard in seine Röhre eingebaut hatte, war nicht aus Glas, sondern aus einer dünnen Aluminiumfolie. Und durch dieses "Lenard-Fenster" konnten die Kathodenstrahlen aus der Röhre austreten — sie wurden aus der Gefangenschaft der Röhre befreit, wie es Som-

<sup>2</sup> Leo Graetz: *Die Elektrizität und ihre Anwendungen*. 10. Aufl. Stuttgart 1903.

<sup>3</sup> William Crookes: *Strahlende Materie oder der vierte Aggregatzustand*. Vortrag, gehalten auf der 49. Jahresversammlung der Britischen Association zur Förderung der Wissenschaften in Sheffield am 22. August 1879. Leipzig 1879. Philipp Lenard: *Erinnerungen eines Naturforschers, der Kaiserreich, Judenherrschaft und Hitler erlebt hat*. Typoskript, Heidelberg 1943, Privatbesitz, S. 23. Eine unvollständige Kopie befindet sich am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität Stuttgart. Eine Edition des Originals ist am Deutschen Museum in Vorbereitung.

<sup>4</sup> Graetz, *Elektrizität* (Fußn. 2), S. 295.

merfeld später formulierte.<sup>5</sup> Durch diese Fenster konnten die Strahlen in die Luft treten oder in einen zweiten Glaskolben gelangen, den man entweder völlig evakuieren und damit die Strahlen ins Vakuum fallen lassen, oder mit beliebigen Substanzen füllen konnte, um die Wirkung der Strahlung auf sie zu erforschen (Abb. 5). Das ursprüngliche "Kuriosum" war so zum grundlegenden Phänomen avanciert, das einer umfassenden Erforschung offen stand. Welche handwerkliche Meisterleistung es bedeutete, ein solches Fenster einzubauen, ohne dass die dünne Folie durch die Druckunterschiede sofort zerriss, haben jüngst Versuche des historischen Nachbaus gezeigt.<sup>6</sup>

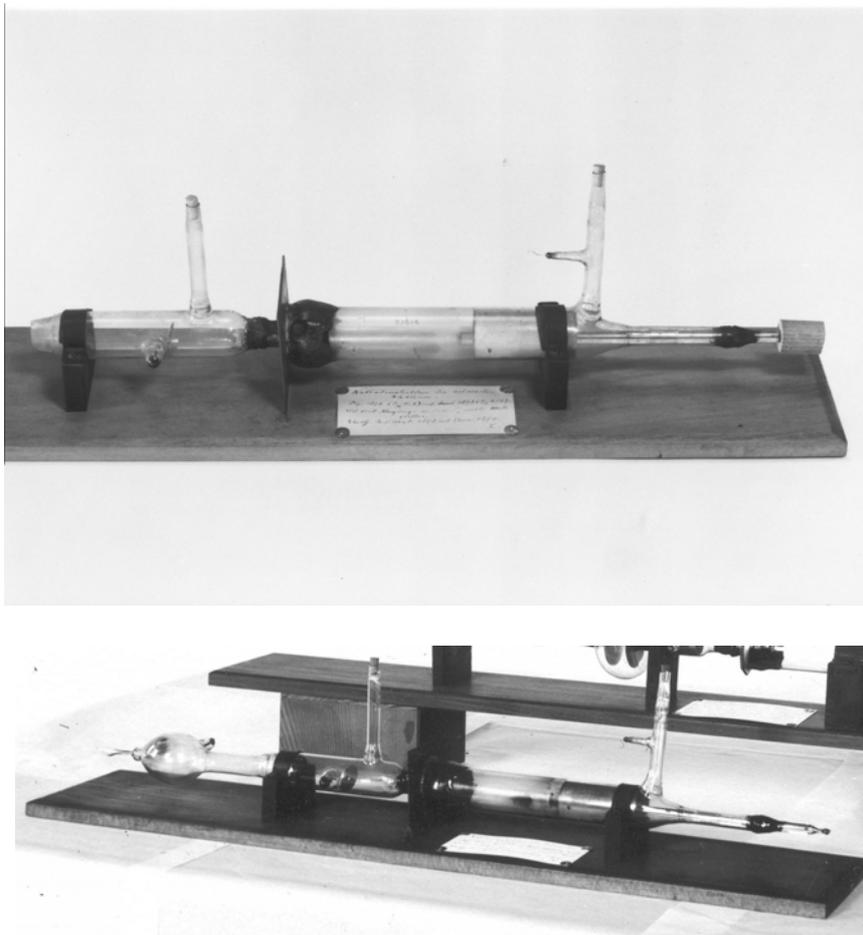


Abb.5: Die Abbildungen zeigen die Röhre (rechts) mit Beobachtungsröhre (links), die nach Beschriftung Lenards im Dezember 1892 von ihm angefertigt und für die Publikation von 1894 verwendet wurde. Oben in ihrem heutigen, beschädigten Zustand (Inv. Nr. 73614) und unten in ihrem Aussehen um 1931, als sie Lenard bei seiner Emeritierung ordnete und katalogisierte. Fotos: DMA, BA R5545-5 und NL 009.

<sup>5</sup> Arnold Sommerfeld: Atombau und Spektrallinien. Braunschweig 1919, S. 14.

<sup>6</sup> Ich danke Herrn Prof. Klaus Hübner für die Möglichkeit, die folgende unter seiner Anleitung entstandenen Staatsexamensarbeiten einzusehen: Susanne Walentin: Nachbau der Lenardschen Apparatur zur Untersuchung von Kathodenstrahlen; Marcus Hammer: Lenards Messungen zur Absorption von Kathodenstrahlen, beide Heidelberg 1996.

Dass die Kathodenstrahlen Metalle durchdringen können, hatte Heinrich Hertz 1892 bemerkt, dessen Assistent Lenard zu dieser Zeit war, und Hertz' Versuchsaufbau war der Eintrag vor der Lenard-Röhre in Graetz' Liste. Historisch und logisch der nächste Schritt waren für Graetz die Röntgenstrahlen, denen er entsprechend den nächsten Eintrag widmete: "1896. Neue Strahlen". Lenard selbst hatte offenbar nicht (oder nicht deutlich genug) bemerkt, dass noch andere Strahlen auch ohne Fenster die Kathodenstrahlröhren verlassen konnten. Ob Röntgen nun wirklich gerade mit einer Lenardröhre die nach ihm benannten neuen Strahlen entdeckte, wie dies Sommerfeld einmal behauptete, kann nicht mehr mit Sicherheit geklärt werden.<sup>7</sup> Fest steht aber zweierlei: Erstens besaß der spezielle Typ von Lenardröhre, die Röntgen nach Korrespondenz mit Lenard von einer Firma erhielt, die auch eine für Lenard anfertigten, ein Platinrohr, an dem sich besonders gut Röntgenstrahlen erzeugen ließen;<sup>8</sup> und zweitens litt Lenard zeit seines Lebens darunter, diese Entdeckung verpasst zu haben, und argumentierte und polemisierte gegen Röntgens Priorität.<sup>9</sup>

Im März, Juni und Juli 1906 schrieb Oskar von Miller gleich dreimal an Lenard, der Professor in Kiel war und gerade mit den Nobelpreis ausgezeichnet worden war. Er erbat dessen "Original-Apparate für die Versuche mit Kathodenstrahlen in freier Luft" sowie "Versuchsanordnungen zur Demonstration lichtelektrischer Wirkungen". Das Deutsche Museum wollte zur baldigen festlichen Eröffnung der Ausstellungen nicht auf Lenards Originalapparate verzichten, und von Miller betonte nochmals die Aufgabe, die sich sein Museum gestellt habe, nämlich "die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschungen und der Technik durch Originale und Nachbildungen hervorragender Meisterwerke und charakteristischer Entwicklungsstufen darzustellen".<sup>10</sup> Aber Lenard antwortete auf keinen dieser Briefe, zumal sie aus einer Institution kamen, die sich der Beratung und Mithilfe gerade Röntgens rühmen konnte. Dieser hatte dagegen bereitwillig seine Röhren, mit denen er die Röntgenstrahlung fand und erforschte, ans Museum übergeben, wo sie in einem eleganten großen Schrank, der zudem mit einem Porträt Röntgens versehen war, bei der Ausstellungseröffnung präsentiert wurden.

---

<sup>7</sup> Arnold Sommerfeld: Die Entwicklung der Physik in Deutschland seit Heinrich Hertz. In: Deutsche Revue 43 (1918) S. 122-132, hier S. 125. Röntgen verfügte testamentarisch die Vernichtung aller seiner Aufzeichnungen und Briefe aus dieser Zeit.

<sup>8</sup> Lenard behauptete nachträglich, Erscheinungen der Röntgenstrahlen bereits bemerkt zu haben. Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vorlesung. 2. Auflage, Berlin, Leipzig 1920, S. 27. Vgl. Lenard: Erinnerungen (Fußn. 3), S. 47, wo er dies auf den 4.11.1893 datiert, und Philipp Lenard: Wissenschaftliche Abhandlungen, 3 Bde., Bd. 3: Kathodenstrahlen, Elektronen, Wirkungen ultravioletten Lichtes, Leipzig 1944 (im Folgenden: WA), Anm. S. 70 mit Verweis auf Laborbuch E 17, S. 23, das sich im DMA, Nachlässe (NL) 009 befindet.

<sup>9</sup> Polemisch gegen Röntgen insbesondere in Lenard: Erinnerungen (Fußn. 3).

<sup>10</sup> Miller und Graetz an Lenard, 26.3.1906, Miller an Lenard, 27.6. und 7.7.1906, DMA, VA 1807. Miller wandte sich auch später erneut an Lenard, um eine ganze Reihe von Objekten zu erhalten; Miller an Lenard 12.8.1908, DMA, VA 1821.



Abb. 6: Ausstellungsvitrine mit Apparaten Röntgens aus dem Jahre 1906. Foto: DMA, BA 1476.

Bei genauerem Hinsehen erkennt man die Lenardröhre, mit der Röntgen experimentiert hatte, zuoberst im rechten Vitrinenteil (Abb. 6).<sup>11</sup> Aber wie die Kathodenstrahlen lange in ihrer Röhre gefangen waren, so wurden Lenards wissenschaftliche Leistungen, weil er keine eigenen Objekte für die Ausstellung im Deutschen Museum beisteuern wollte,<sup>12</sup> im gewissen Sinn auch Gefangene des Röntgenschranks: Seine Röhre und ihre Phänomene waren entweder — in Graetz' Lesart — eine Wegmarke in der Entwicklung der Kathodenstrahlröhren oder ein Objekt, das zur Entdeckung eines neuen Phänomens, der Röntgenstrahlen, führte. Hätte sich Graetz aber die Mühe gemacht, Lenards Forschungsprogramm und dessen Entwicklung von 1893 bis 1903 genauer zu betrachten oder wäre der Nobelvortrag Lenards 1906 zur Kenntnis genommen worden, so hätte man der gewünschten Lenardröhre noch eine ganz andere Bedeutung zuschreiben können.

<sup>11</sup> Allerdings war sie beschädigt und gerade das Platinrohr fehlte.

<sup>12</sup> Unklar ist, warum der erste Führer für das Deutsche Museum (Führer durch die Sammlungen. Leipzig um 1907, S. 89, auch spätere Aufl. (53.-55. Tausend) um 1914, S. 94) die Ausstellung einer Originalröhre von Lenard aus dem Jahr 1896 im Saal "Elektrische Strahlen und Wellen" behauptet, zumal Lenard selbst nie eine Röhre aus diesem Jahr erwähnt hat. Vielleicht war man sich bei Drucklegung sicher, eine Röhre von Lenard zu erhalten, oder man wollte die aus dem Röntgenschrank umstellen; dafür spräche die Tatsache, dass der Führer den Stand angibt, "der im Frühjahr 1908 erreicht sein wird" (1. Aufl., S. 8).

## Das Objekt und seine Phänomene — Philipp Lenards Experimente und das neue Bild vom Atom

Angeregt von Crookes kühner Behauptung, dass die Kathodenstrahlen neben dem festen, flüssigen und gasförmigen einen vierten Aggregatzustand der Materie darstellten, widmete sich Lenard über Jahrzehnte der genauen Erforschung dieser Erscheinung. Seine Veröffentlichung von 1894 in den *Annalen der Physik und Chemie*, die in Kurzform bereits im Januar 1893 in den Berichten der Berliner Akademie, und im April des gleichen Jahres im Britischen *The Electrician* veröffentlicht wurde, war eine vielbeachtete grundlegende Arbeit, in der Lenard zum ersten Mal über eine Vielzahl seiner Beobachtungen an Kathodenstrahlen berichtete. Welchen Mitteilungswert diese Forschungen auch für ein breiteres wissenschaftliches Publikum international hatte, zeigt beispielsweise der Bericht der französischen Zeitschrift *La Nature*, einer illustrierten *Revue des Sciences et de leurs Application aux Art et à l'Industrie* (vgl. Abb. 7).<sup>13</sup>

Was aber sind Kathodenstrahlen? Materie in einem neuen Zustand, eine Schwingungserscheinung wie Licht, oder etwas gänzlich Neues? Diese Frage glaubte Lenard lösen zu können, denn er konnte den "Fundamentalversuch" ausführen, "der für den Schall, für das Licht entschieden hat, ob

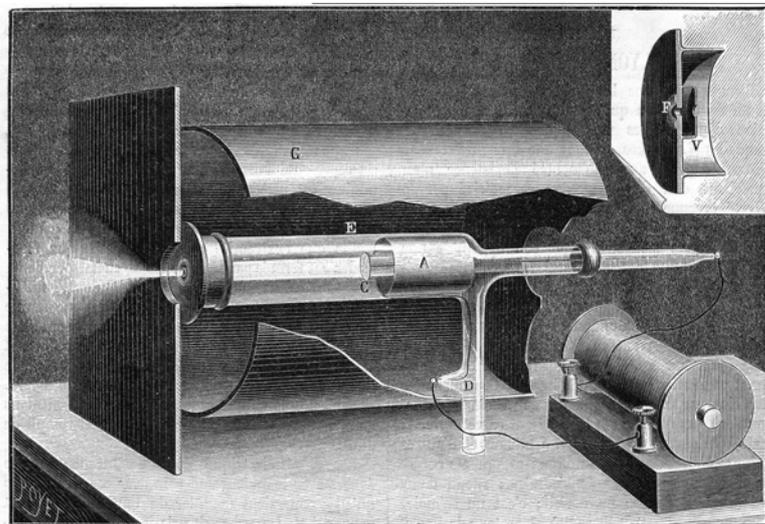


Abb. 7: Stich von Lenards Versuchsaufbau aus der Zeitschrift *La Nature* vom 28. 7. 1894.

dieselben Vorgänge in der Materie sind oder im Aether". Zunächst unterschieden sie sich deutlich von Lichtstrahlen, da sie gerade nicht durch Glas, ganz offenbar aber durch Metallfolien hindurchgingen. Weil sie sich aber wie das Licht auch im äußersten Vakuum ausbreiteten, "geben [sie] sich somit als Vorgänge im Aether zu erkennen". Als eine andere Art von Licht, das, wie Lenard glaubte, nicht transversalen, sondern longitudinalen Ätherschwingungen entsprach, waren die Strahlen auch photographisch wirksam. Es waren jedenfalls "Vorgänge von so außerordentlicher Feinheit [...], dass Di-

<sup>13</sup> Philipp Lenard: Über Kathodenstrahlen in Gasen von atmosphärischem Druck und im äußeren Vacuum. In: *Annalen der Physik und Chemie* 51 (1894), S. 225-267, zitiert nach WA (Fußn. 8), S. 1-37. Ders.: On the Kathode Rays in Gases at the Pressure of the Atmosphere and in the Highest Vacuum. In: *The Electrician* 30 (1893), S. 660-661. Ch.-Ed. Guillaume: Les Rayons Cathodiques. In: *La Nature* 22 (1894), S. 131-135. Dieser Artikel fand sich zwischen zwei Berichten über ein Automobilrennen und den Lachsfang in Kanada.

mensionen von molecularer Größenordnung in Betracht kommen". Und "es scheint hier schon jedes einzelne Molecül als gesondertes Hindernis aufzutreten".<sup>14</sup>

Die Ergebnisse seiner Absorptionsmessungen führten Lenard in den folgenden Monaten zur Entdeckung einer fundamentalen Gesetzmäßigkeit, dass nämlich "das Verhältnis zwischen dem Absorptionsvermögen und der Dichte für alle Medien angenähert gleich ist einer und derselben Constanten für die selbe Art von Kathodenstrahlen, — welches auch der Aggregatzustand des Mediums sei und aus welchem Stoff es auch bestehen möge".<sup>15</sup> Über einen Dichtebereich von über mehr als sieben Zehnerpotenzen: von verdünntem Wasserstoffgas bis zu massivem Gold galt diese Beziehung bis auf etwa 10% Genauigkeit. Eine solche umfassende Erforschung eines Phänomenbereichs sollte auch später zu den "besten Beispielen hoher Experimentierkunst" gezählt werden.<sup>16</sup>

Zur gleichen Zeit konnte Jean-Baptiste Perrin nachweisen, dass die Kathodenstrahlen negative Ladung transportieren, und Joseph John Thomson und eine Reihe anderer Forscher identifizierten sie um 1897 als Partikelstrahlen und entdeckten so das Elektron — für Lenard eine voreilige Folgerung, die er erst mit, wie er es nannte, "reinen Versuchen" wirklich zweifelsfrei ziehen konnte.<sup>17</sup> Um die Jahrhundertwende konvergierten aber die Vorstellungen über die "Corpuskeln", "Elektronen" oder "Quanten" zu dem, was wir heute Elektron nennen, und es bestand kein Zweifel mehr, dass die in der Röhre erzeugten Kathodenstrahlen Elektronen waren, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegten.<sup>18</sup> Damit aber musste die Frage geklärt werden, wie denn die Teilchen mit Ladung und Masse durch die feste Materie des Aluminiumfensters hindurchdringen konnten.

In England hatte man früh versucht, die Kathodenstrahlen als geschleuderte Ionen zu erklären, wie man sie aus der Elektrolyse kannte. Dann musste man aber auch postulieren, dass solche Teilchen nicht durch das Metall hindurch gingen, sondern durch das Auftreffen auf der einen Seite ein gleiches Ions auf der anderen Seite herausgeschleudert würde. Lenard hatte ermittelt, dass die Strahlen, wenn sie in ein hohes Vakuum eintraten, dieses nicht verschlechtern, was freilich der Fall hätte sein müssen, wenn Moleküle oder Ionen eindringen. Seine "Lösung des Dilemmas" war, der Elektrizität eine besondere Bedeutung zuzusprechen:

Die Strahlen sind nicht geschleuderte elektrisch geladene Moleküle, sondern sie sind einfach geschleuderte *Elektrizität*. Was man nie glaubte gesehen zu haben: Elektrizität

---

<sup>14</sup> Ebd. S. 3, 12 und 35.

<sup>15</sup> Philipp Lenard: Über die Absorption der Kathodenstrahlen. In: Annalen der Physik und Chemie 56 (1895) S. 255-275, zitiert nach Lenard, WA (Fußn. 8), S. 48f.

<sup>16</sup> Reinhard Neumann/Gisbert Freiherr zu Putlitz: Philipp Lenard (1862-1947). In: Wilhelm Doerr et al. (Hrsg.): Semper Apertus. Festschrift zum 600jährigen Jubiläum der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Berlin u.a. 1986, S. 386.

<sup>17</sup> J. J. Thomson zog 1897 insbesondere aus Lenards Dichtegesetzmäßigkeit den Schluss, dass die Materie aus universellen Konstituenten bestünde und wurde so zum Postulat des Elektrons geführt. Vgl. George P. Thomson: J.J. Thomson at the Cavendish Laboratory in his Day. London/Edinburgh 1967, S. 51f. Vgl. auch Lenards späteren Kommentar zu der Arbeit von 1894 in Lenard, WA (Fußn. 8), S. 1.

<sup>18</sup> Vgl. etwa Isobel Falconer: Corpuscles, electrons and cathode rays: J.J. Thomson and the 'discovery of the electron'. In: British Journal for the History of Science 20 (1987), S. 241-276.

ohne Materie, elektrische Ladung ohne geladene Körper. [...] Wir haben gewissermaßen die Elektrizität *selbst* entdeckt.<sup>19</sup>

Dass die Trennung von Materie und Elektrizität als unterschiedliche Entitäten aber nicht aufrecht zu erhalten war, hatte Lenard selbst gesehen, als er die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch elektrische und magnetische Felder studiert und die Diffusion der Strahlen durch Materie gerade mit der Anwesenheit von solchen Feldern im Atom erklärte hatte. Die Materie enthielt offenbar Elektrizität, und Kathodenstrahlen eigneten sich als "als kleine Prüfkörperchen [...], die wir das Innere der Atome durchfahren lassen, daß sie uns dann Kunde von diesem Innern bringen". Und diese Sonden bewiesen "die Existenz elektrischer Kräfte im Inneren der Atome".<sup>20</sup> Die moderne Elementarteilchenphysik hat im Prinzip nichts anderes gemacht, als diese Idee konsequent mit immer aufwändigeren Apparaturen zu verfolgen.

Hatte Lenard um 1894 die Absorption nur mit Kathodenstrahlen einer bestimmten Geschwindigkeit betrachtet, die einer festen Spannung des Induktors entsprach, so ermittelte er ab etwa 1900 das Absorptionsverhalten bezüglich Elektronenstrahlen für Strahlen aller Geschwindigkeitsbereiche. Und diese Messungen, so kündigte er in der Einleitung seiner Annalen-Arbeit von 1903 an, würde zu einer neuen Vorstellung vom Aufbau der Materie Anlass geben.<sup>21</sup> Es waren seine Forschungen über den Photoeffekt, die Lenard zur Verbindung von Absorption und Atomkonstitution zurückbracht hatten.

Fällt UV-Licht auf eine negativ geladene Elektrode, werden Elektronen freigesetzt, die jedoch eine geringere Geschwindigkeit haben als die in den Entladungsröhren erzeugten. Der Photoeffekt war damit zum Hilfsmittel geworden, mit dem sich die Atomstruktur erforschen ließ.<sup>22</sup> Lenard konstruierte spezielle Röhren, um Kathodenstrahlen über einen großen Energiebereich erzeugen zu können (Abb. 8).



Abb. 8: Röhre Lenards zur Erzeugung langsamer Kathodenstrahlen mittels UV-Licht aus dem Jahre 1899 (Inv. Nr. 73616). Foto: DMA, BA 5491.

<sup>19</sup> Philipp Lenard: Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vortrag. In: Les Prix Nobel en 1905. Stockholm 1906, mit späteren Kommentaren abgedruckt in Lenard, WA (Fußn. 8), S. 167-197, hier S. 179.

<sup>20</sup> Ebd., S. 188.

<sup>21</sup> Philipp Lenard: Über die Absorption von Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeit. In: Annalen der Physik 12 (1903), S. 714-744. Zitiert nach Lenard, WA (Fußn. 8), S. 124.

<sup>22</sup> Um zu erklären, dass die Elektronengeschwindigkeit nicht von der Lichtintensität abhing, nahm Lenard an, dass das UV-Licht lediglich der Auslöser für die Freisetzung von Elektronen war, die die festgestellte Geschwindigkeit bereits zuvor im Atom besaßen. Lenards Erklärung des Photoeffekts galt bis 1913 als allgemein akzeptierte "Wahrheit" in der Physik, wohingegen Einsteins Lichtquantenhypothese vor der Bohrschen Atomtheorie wenig Unterstützung fand. Vgl. Bruce R. Wheaton: Philipp Lenard and the photoelectric effect, 1889-1911. In: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 9 (1978), S. 299-322.

Auf der anderen Seite des Geschwindigkeitsspektrums waren die  $\beta$ -Strahlen radioaktiver Substanzen als besonders energiereiche Kathodenstrahlen identifiziert worden, die sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegten (Abb. 9). Die Kombination von in Entladungsröhren erzeugten Kathodenstrahlen mit den langsamen Elektronen des Photoeffekts und den schnellen der  $\beta$ -Strahlung bedeutete zugleich eine experimentelle und konzeptionelle Vereinheitlichung von Ergebnissen aus gleich drei modernen physikalischen Gebieten. Die Kombination umfangreicher Messreihen ergab nun eine charakteristische Abhängigkeit der Absorption der Kathodenstrahlen von ihrer Geschwindigkeit. Während für niedrige Geschwindigkeiten ihre Ablenkung durch die elektrischen und magnetischen Felder im Atom verursacht wurden, und man so den Wirkungsbereich dieser Felder bestimmen konnte, ergab sich für hohe Geschwindigkeiten zum einen die schon zuvor festgestellte Unabhängigkeit von den chemischen Eigenschaften und zum anderen eine fast völlige Durchlässigkeit der Materie für die Strahlen:

Die Ausbreitungsweise der Kathodenstrahlen in der Materie wirft ein eigentümliches Licht auf die *Raumerfüllung* der letzteren. Jedes materielle Atom beansprucht erfahrungsmäßig einen gewissen Raum, in welchen ein anderes Atom nicht eindringen kann. [...] Daß jedoch die Atome innerhalb dieser ihrer Volumina noch einen Aufbau aus feineren Bestandteilen [...] aufweisen müssen und zwar mit *vielen freien Zwischenräumen*, war durch die Ausbreitungsweise der Kathodenstrahlen nahegelegt von der Zeit an, als man in denselben fortbewegte Quanten sehen lernte. Ein genügend schnell bewegtes Strahlquantum kann frei Tausende von Atomen durchqueren, ohne daß seine Geschwindigkeit nach Größe und Richtung wesentlich sich änderte.

Auch konnte Lenard sehr anschaulich den Grad der Leere angeben:

Beispielsweise ist demnach der Raum, in welchem ein Kubikmeter festes Platin sich befindet, leer, [...] bis auf höchstens ein Kubikmillimeter als gesamtes wahres Dynamidenvolumen.<sup>23</sup>

Damit war 1903 das "leere Atom" entdeckt worden. Wichtig bleibt festzuhalten, dass dieses Ergebnis der Leere, dass das Atom nur zu weniger als einem Milliardstel von Materie erfüllt ist, keine Hypothese oder Annahme, sondern eine experimentell ermittelte Tatsache war, an der sich jedes Atommodell von nun an bewähren musste.

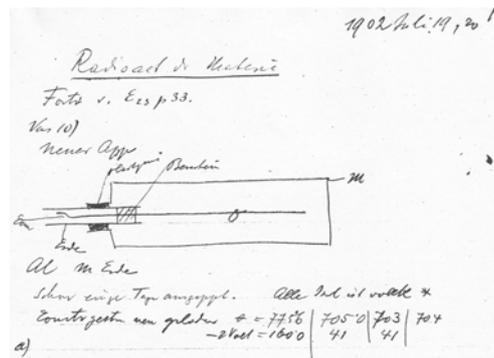


Abb. 9: Skizze eines einfachen Apparates für Absorptionsmessungen mit  $\beta$ -Strahlen aus Lenards Laborbuch E 24 von 1902. DMA NL 009.

<sup>23</sup> Lenard, Absorption 1903 (Fußn. 21), zitiert nach Lenard, WA (Fußn. 8), S. 141 und 143. Hervorhebungen im Original.

## Die Probleme der Atommoderne: Drei Aspekte eines modernen *horror vacui*

Der von uns betrachtete Entwicklungsstrang zur Moderne in der Physik ist mit Problemen des Vakuums oder der Leere gleich in dreierlei Hinsicht verknüpft. Zugespitzt formuliert können wir die drei Aspekte des modernen *horror vacui* die Leere der Röhre, die Leere des Atoms und die Leere des Kopfes nennen.

Zunächst einmal war die Beherrschung des Vakuums in der Erzeugerröhre essentielle Voraussetzung für Lenards Messungen. Die Röhre durfte lediglich zu einem bestimmten Grad evakuiert werden, und dieser Zustand musste konstant gehalten werden, damit sich die Art der Strahlung während einer Messreihe nicht veränderte. Für den "Fundamentalversuch" und zur Beobachtung der "reinen Elektrizität" in der Beobachtungsröhre war wiederum ein möglichst vollständiges Vakuum nötig. Der abgebildete Ausschnitt aus Lenards Laborbuch vom 22. Dezember 1892 zeigt die Omnipräsenz des

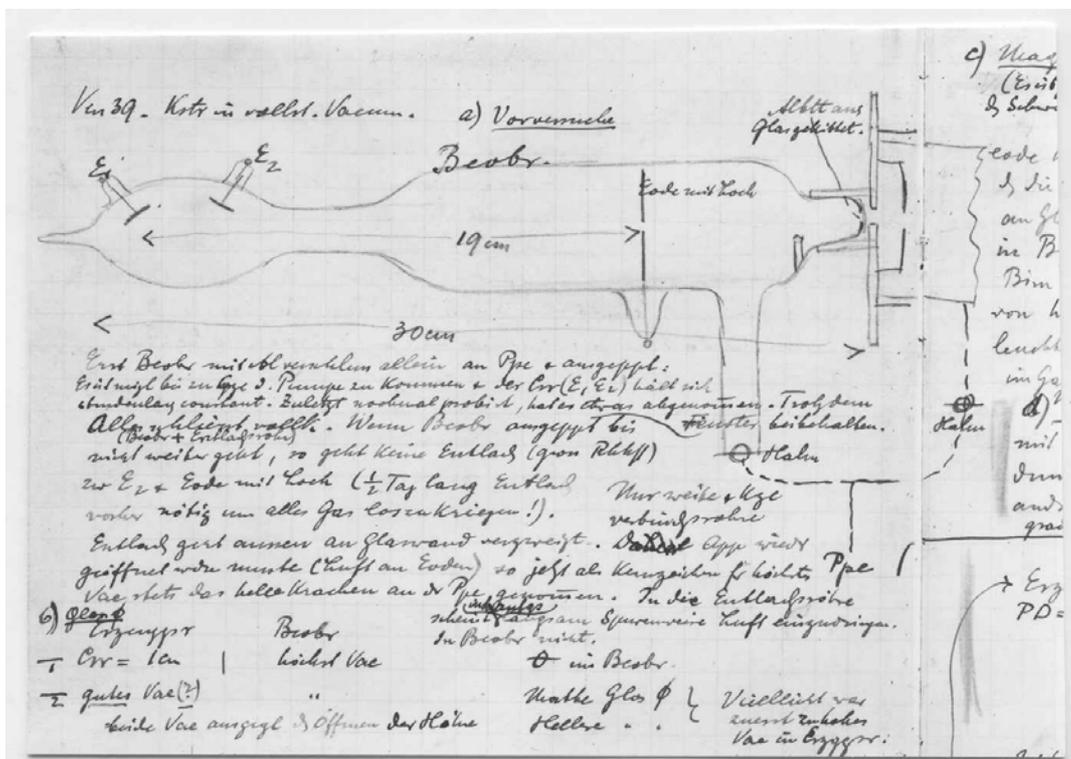


Abb. 10. Laborbucheintrag Lenards zu Experimenten mit Kathodenstrahlen im vollständigen Vakuum mit Skizze der Beobachtungsröhre und Angaben zum Vakuum vom 22. 12.1892, E 16, S.2, DMA, NL 009.

Kampfes um das Vakuum (Abb. 10). Das äußerste Vakuum wird durch das Verschwinden von Entladungserscheinungen an Elektroden und vor allem am Klang der Pumpe festgestellt: "[...] als Kennzeichen für höchstes Vac[uum] stets das helle Krachen an der P[um]pe genommen." Aber die Sicherheit eines guten Vakuums war immer trügerisch: "gutes Vac[uum] (?)".<sup>24</sup> Zur Zeit von Lenards Experimenten stand die Entwicklung der

<sup>24</sup> Auch sollte Lenard sein Verpassen der Entdeckung der Röntgenstrahlen immer wieder der Tatsache zuschreiben, dass die nach seinen Vorgaben von einer Firma hergestellte Röhre im Gegensatz zum

Vakuumentechologie noch am Anfang; aber industriell eingesetzte leistungsfähige Pumpen, wie sie etwa bei der Glühlampenfertigung verwendet wurden, läuteten bereits eine neue Ära der "Instrumentalisierung der Leere" ein.<sup>25</sup>

Die zweite moderne Herausforderung der Leere war die des Atoms. Wer das Elektron als Partikel ansah, und die Evidenz dafür war erdrückend nicht zuletzt durch den Photoeffekt, der musste mit Lenards Messungen die Leere des Atoms akzeptieren. Wie die Absorptionskurven jedoch zeigten, war das Atom für langsamere Elektronen weit undurchdringlicher als für schnelle. Das Atom bestand demnach nicht nur aus der raumfüllenden Materie, sondern auch aus starken elektrischen und magnetischen Feldern, denn diese lenkten langsame Elektronen viel stärker ab als energiereiche schnelle.

Die dritte Spielart des modernen horror vacui war nun in Anbetracht der experimentellen Ergebnisse die zu behebende "Leere im Kopf", um Descartes' Bild aufzugreifen: Wie konnte man sich vernünftigerweise stabile Materie aufgebaut aus lauter leeren Atomen vorstellen? Welche Rolle spielten die Elektronen im Atom? Gab es außer Elektronen und elektromagnetischen Feldern noch weitere Bestandteile des Atoms? Wie waren sie angeordnet? Wie erreichte das leere Atom seine Stabilität und seine reproduzierbaren spektroskopischen Eigenschaften? — Aber so wie der Wandel zur Moderne in vielen Bereichen kaum mit einer Lösung aller bisherigen Fragen einherging, sondern vielmehr neue Fragen aufwarf und neue Prioritäten formulierte, so war kaum zu erwarten, dass die neuen Modelle des Atoms alle diese Fragen wirklich beantworten würden.

Auf dem Treffen der British Association for the Advancement of Science im Jahre 1904 hielt der wissenschaftlich äußerst interessierte Premierminister Arthur J. Balfour eine vielbeachtete Rede, in der er mit Blick auf die sich entwickelnde Elektronentheorie und die "elektrische Weltanschauung" feststellte: "Matter is not merely explained, but it is explained away."<sup>26</sup> Sollte man den Begriff der Materie nun völlig zugunsten von Äther und Elektrizität aufgeben? Leo Graetz jedenfalls hatte den Lesern der Münchner Allgemeinen Zeitung bereits 1903 eine Alternative präsentiert, und zwar "den Aether aus unseren Betrachtungen vielleicht eliminieren zu können und nur mit Elektronen und Materie zu tun zu haben".<sup>27</sup>

In diesem Zeitraum der Unklarheit über den Status der Materie zwischen der Jahrhundertwende und dem Ersten Weltkrieg konkurrierten nun insbesondere drei Modelle oder Analogien darum, die Struktur des Atoms zu erklären. In Großbritannien setzte man auf das von Lord Kelvin und J. J. Thomson seit 1899 in verschiedenen Variationen vertretene plum pudding-Modell. Die Elektronen steckten wie Rosinen in einem Teig von positiver Ladung. In Frankreich und Japan wurden Modelle konstruiert, die eine Entsprechung zwischen Makrokosmos und Mikrokosmos annahmen. Perrins Sonnenmodell von 1901 konzentrierte die positive Ladung in einer Sonne und ließ die Elektronen als Planeten auf unterschiedlichen Bahnen darum kreisen. Hantarou Nagaoka nahm

---

Schwesterstück, dass an Röntgen ging, das Vakuum nicht gut genug hielt. Vgl. z. B. Lenard, *Erinnerungen* (Fußn. 3), S. 47.

<sup>25</sup> Vgl. dazu Harriet Unzeitig: *Zwischen Wissenschaft und Technik. Zu den Pumpenerfindungen Wolfgang Gaedes von 1900 – 1914*. Berlin 2000.

<sup>26</sup> Zitiert nach C. H. Wind: *Elektronen und Materie*. In: *Physikalische Zeitschrift* 6 (1905), S. 485-494. Ähnlich auch Augusto Righi: *Neuere Anschauungen über die Struktur der Materie*. Leipzig 1908, S. 6.

<sup>27</sup> Leo Graetz: *Über Materie, Aether und Elektrizität*. In: *Allgemeine Zeitung* (Nr. 276), Beilage vom 2. 12. 1903, auch als Sonderdruck, München 1903, hier S. 13f.

1903 den Planet Saturn mit seinen Ringen zum Vorbild und postulierte, dass die Elektronen auf einem Ring um den positiv geladenen Planeten rotierten.<sup>28</sup>

Diese beiden Vorstellungen hatten auch in Deutschland Anhänger, als Lenard 1903 ein eigenes Atommodell vorschlug. Er schilderte in seinem Annalen-Artikel einen "Versuch, die über die Ausbreitung der Kathodenstrahlen in der Materie gewonnene Erfahrungen miteinander und mit der übrigen Erfahrung durch Vorstellungen zu verbinden". Aus dem 1895 gefundenen Massengesetz folgerte er, "daß die verschiedenen Atome aller Materie aufgebaut seien aus einerlei Bestandteilen in verschiedener Zahl", eben seinen "Dynamiden", die weniger als ein Tausendstel der Atomgröße besaßen. Damit die Dynamiden, die für sich gesehen elektrisch neutral waren und zu neutralen Atomen führten, diese Kraftfelder erklärten, nahm Lenard an, dass sie ein Dipol ("Doppelpunkt") zweier entgegengesetzt elektrisch geladener Quanten seien; die Kraftfelder würden vor allem auf ein schnelle Rotation dieser "rotierenden Quantenpaare" zurückgehen.<sup>29</sup>

Vergleicht man Lenards Versuch, das Vorstellungsvakuum über die Materie zu füllen, mit den anderen Ansätzen, so war seiner nicht prinzipiell spekulativer oder von geringerer Erklärungskraft. Vor allem war er durch klare experimentelle Befunde motiviert. Aber ein Erfolg wurde er dennoch nicht.<sup>30</sup> Gründe dafür können in mehreren Richtungen gefunden werden: Das Thomsonsche Atom wurde auch in Deutschland gleich in mehreren populären Büchern schnell verbreitet, so 1904 in Elektrizität und Materie und 1908 in Die Korpuskulartheorie der Materie.<sup>31</sup> Auch die Metaphorik und die Konnotationen, die sich mit den Dynamiden verbanden, bereiteten Lenards Atommodell Akzeptanzprobleme: "Dynamismus" und "Dynamiden" waren mit partikulären Naturkräften, aber auch mit den parapsychologischen Erklärungen eines Freiherrn von Reichenbach verbunden.<sup>32</sup>

Es ist zu vermuten, dass sich Lenard aber eher von den Überlegungen des Karlsruher Professors für Maschinenbau, Ferdinand Redtenbacher, beeinflussen ließ, die dieser 1857 als "Grundzüge einer mechanischen Physik" unter dem Titel "Das Dynamidensystem" veröffentlichte. Durch spekulative Überlegungen gelangte Redtenbacher zum Postulat von Körper- und Ätheratomen, die sich zu Dynamiden kombinieren würden (Abb. 11). Er wollte so durch Atomkräfte Phänomene wie Wärme und Magnetismus erklären, und insbesondere die von Lenard beschriebene Rotationsbewegung der Dynamiden im Atom findet sich bereits hier.<sup>33</sup> Der Fortschritt in Lenards Dynamidenatom

---

<sup>28</sup> Charlotte Schönbeck: Atommodelle um 1900. In: Dies. (Hrsg.): Atomvorstellungen im 19. Jahrhundert. München u.a. 1982, S. 8.

<sup>29</sup> Lenard, Absorption 1903 (Fußn. 21), S. 140, in Lenard, WA (Fußn. 8).

<sup>30</sup> Jedoch hatte Lenard zur Spektroskopie, die später für die Bohr-Sommerfeld-Theorie essentiell wurde, keinerlei Folgerungen aus seinem Modell gezogen.

<sup>31</sup> Joseph J. Thomson: Elektrizität und Materie. Braunschweig 1904, 2. Aufl. 1909. Ders.: Die Korpuskulartheorie der Materie. Braunschweig 1909. Auch: Oliver Lodge: Elektronen oder die Natur und die Eigenschaften der negativen Elektrizität. Leipzig 1907, der verschiedene Atommodelle diskutiert.

<sup>32</sup> C. Steinberg: Die Dynamide: Electricität, Magnetismus, Licht, Wärme. Berlin 1846. Carl von Reichenbach: 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, 2. Auflage und engl. Übersetzung 1850.

<sup>33</sup> Ferdinand Redtenbacher: Das Dynamiden-System. Grundzüge einer mechanischen Physik, Mannheim 1857, S. 24 und 26. – Zu Redtenbacher zuletzt mit weiterführender Literatur Wolfgang König: Künstler

war freilich die Vereinheitlichung der Phänomene und die Begrenzung des Spekulativen. Seinen Absorptionskurven, die die Phänomene der Entladungsröhren mit denen des Photoeffekts und der Radioaktivität als Kathodenstrahlen verschiedener Geschwindigkeiten zusammenfassten, entsprechen die universellen Dynamiden, aus denen sich alle Materie konstituieren sollte, und die für die Erscheinungen von Licht, Magnetismus oder Radioaktivität nur einen einzigen gemeinsamen Baustein anzunehmen brauchten.

Es mag dahingestellt bleiben, wie groß die Wirkung der Ideen von Reichenbach oder Redtenbacher um 1903 noch waren, aber eine gänzlich andere Assoziation, die mit dem Begriff - Dynamiden verbunden war, wird sehr verbreitet gewesen sein: Der heute weniger bekannte Spross der Strauß-Musikerfamilie, Josef Strauß, hatte als sein Opus 173 den Walzer Geheimnisvolle Anziehungskräfte, besser bekannt als Dynamiden-Walzer, komponiert; dieser ist bis heute einer der beliebtesten Walzer der Strauß-Dynastie geblieben.<sup>34</sup> So kann das Pendant zu den "Rosinen" im plum pudding in den walzertanzenden "Quantenpaaren" aus positiver und negativer Ladung in Lenards Atom gesehen werden.



Abb. 11: Dynamide nach Redtenbacher, 1857.

## Philipp Lenard — ein Wegbereiter der Moderne in der Physik?

Für den in der Donaumonarchie aufgewachsenen Philipp Lenard mögen solche Assoziationen sympathisch gewesen sein; der Verweis auf geheimnisvolle Anziehungskräfte zur Erklärung des Atoms war aber kaum zukunftsweisend. Gegenüber der wachsenden Fraktion derer, die die Materie "wegerklären" wollten und ein "elektromagnetisches Weltbild" favorisierten, in dem die mechanischen Eigenschaften Sekundärphänomene der Elektrizität wurden und so einem mächtigen Trend zum Antimaterialismus Vorschub leisteten, blieb Lenard der klassischen mechanischen Physik verbunden.<sup>35</sup> In seiner Schrift *Über Äther und Materie* aus dem Jahre 1911 etwa, also zu einer Zeit, als Plancks Quantentheorie bereits größere Akzeptanz unter den Physikern gefunden hatte, fragte Lenard immer noch nach der Möglichkeit einer mechanischen Erklärung des Naturgeschehens.<sup>36</sup> Sein dynamisches Modell der Welt sollte gerade auf solchen quantitativen Ergebnissen "reiner Versuche" und deren Verknüpfung gründen, wobei Lenard von Heinrich Hertz' Mechanik beeinflusst wurde, dessen Herausgabe nach Hertz' Tod ihm überantwortet worden war. Die rein mathematische Fassung der Naturvorgänge mochte Lenard nicht befriedigen, und er blieb auf der Suche nach einem tieferem Sinn,

---

und Strichezieher. Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930. Frankfurt a.M. 1999, S. 16-28.

<sup>34</sup> Strauß wollte übrigens zunächst Ingenieur werden und war wohl während seines Studiums auf das neue Buch von Redtenbacher aufmerksam geworden oder hatte von den Lehren des auch in Wien lebenden von Reichenbach gehört.

<sup>35</sup> Zu den unterschiedlichen "Weltbildern" der Physik vgl. genauer Helge Kragh: *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century*. Princeton 1999, Kapitel 1.

<sup>36</sup> Thomas S. Kuhn: *Black-body theory and the quantum discontinuity*. New York 1978; Philipp Lenard: *Über Äther und Materie*. Heidelberg 1911.

der sich in einem spezifischen und anschaulichen Mechanismus offenbaren würde. Es sollte sich aber als ein Charakteristikum der Entwicklung der Physik in den folgenden Jahren herausstellen, dass gerade der Verzicht auf derartige Bilder und Mechanismen den weiteren Fortschritt in der Wissenschaft und die Vorhersagbarkeit und technische Beherrschbarkeit von physikalischen Erscheinungen überhaupt ermöglichte — man denke nur an die Quantenmechanik mit der prinzipiellen Unbestimmbarkeit der Bewegungsbahn der Elementarteilchen im Atom.

Ist Philipp Lenard folglich als Wegbereiter der Moderne in der Physik diskreditiert und als rückwärtsgewandter Traditionalist identifiziert? Sollte man ihn mit Blick auf seine spätere Opposition gegen Relativitätstheorie und Quantenmechanik gar als Vertreter einer "Gegenmoderne" bezeichnen?<sup>37</sup> Die Antwort auf diese Frage hängt naturgemäß davon ab, was man unter der Moderne in der Physik verstehen möchte, und wie man sie mit dem verbindet, was gemeinhin als moderne Physik bezeichnet wird.<sup>38</sup> Die Zustimmung zu bestimmten Theorien, Vorstellungen oder Erklärungsmethoden allein kann aber kaum als Eintrittsbillett zur Fraktion der Modernisten akzeptiert werden, da die Aufteilung in Modernisten und Traditionalisten oder Gegner der Moderne bereits bei der Relativitäts- und Quantentheorie nicht deckungsgleich wäre. Lenard selbst war von Anfang an ein konsequenter Gegner von Einsteins Relativität; das "quantenhafte Arbeiten" der Atome aber hat er konsequent vertreten, auch wenn er die komplizierte mathematische Formulierung der Quantenmechanik bekämpfte.<sup>39</sup> Ebenso geht eine Charakterisierung als *reluctant revolutionary*, als Revolutionärs wider Willen, die meist auf Max Plancks Entdeckung der Quantentheorie bezogen wird, bei Lenard wohl am Wesentlichen vorbei. Zwar stimmt es, dass er im Verlauf eines klar definierten Forschungsprogramms zu neuen Ergebnissen gelangt war, die seine bisherigen Vorstellungen von der Materie revolutionierten. Aber war es nicht gerade sein Ziel, einen mysteriösen vierten Aggregatzustand der Materie zu enträtseln? Zudem könnte man die Entwicklung der Experimentalmethoden und der Laborpraxis als einen Modernisierungsprozess beschreiben, zu dem Lenard mit der Konstruktion neuer Apparaturen, aber auch mit neuen Begrifflichkeiten wichtige Beiträge leistete.<sup>40</sup> Freilich wird man die Forschungspraxis seines Heidelberger Instituts in dieser Hinsicht kaum als modern bezeichnen können.

Versteht man die Moderne in der Physik hingegen als einen Entwicklungszeitraum, in dem sich ausgehend von den spektakulären Entdeckungen der 1890er Jahre Gegenstandsbereiche, Forschungsmethoden, Repräsentationsformen und Erklärungs-rationalitäten in der Physik fundamental verschoben, dann war Lenard zweifellos ein

---

<sup>37</sup> Zur Durchführung eines solchen Konzeptes der Scheidung in Vertreter der Moderne und der Gegenmoderne vgl. die Analyse der Entwicklung der Mathematik im gleichen Zeitraum bei Herbert Mehrrens: *Moderne - Sprache - Mathematik. Eine Geschichte des Streits um die Grundlagen der Disziplin und des Subjekts formaler Systeme.* Frankfurt a.M. 1990.

<sup>38</sup> Vgl. hierzu auch Gregor Schiemann: Was heißt "moderne Physik"? In: Dieter Hoffmann/Fabio Bevilacqua/ Roger Stuewer (Hrsg.): *The emergence of modern physics.* Pavia 1996, S. 437-451.

<sup>39</sup> Vgl. Philipp Lenard: *Deutsche Physik*, 3. Aufl. 1942/43, Bd. 2, S. 191 und 271, Bd. 3, S. 72, Bd. 4, S. 228

<sup>40</sup> Auch Lenards Experimentalmethode war wegweisend für die moderne Physik bis hin zur Kern- und Elementarteilchenphysik. Seine Begriffe des Absorptions- oder Wirkungsquerschnitts, der die Absorptionsfähigkeit eines Atoms mit einer effektiven Fläche beschreibt, und die Darstellung der Abhängigkeit der Absorption von der Geschwindigkeit oder Energie der Elektronenstrahlen in Form einer "Strukturfunktion" nach heutigem Sprachgebrauch waren grundlegend.

wichtiger Wegbereiter dieser Moderne, und er hat sie auch eine bestimmten Wegstrecke begleitet. Wie aber viele andere Wissenschaftler seiner Generation auch hat er diese Entwicklung nicht vollständig mitvollzogen; insbesondere der Mathematisierung und der Aufgabe strenger Kausalität und Anschaulichkeit ist er nicht gefolgt.

In diesem Zusammenhang wäre es interessant, die Rezeption von Lenards Atommodell und die wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Diskurse über den Aufbau der Materie für den Zeitraum zwischen dem leeren Atom von 1903 und dem Durchbruch des Bohrschen Atommodells von 1913 genauer zu betrachten.<sup>41</sup> Charakteristisch war jedenfalls, dass Ernest Rutherford, der ja das Kernatom 1911 experimentell bestätigte, sich überhaupt nicht zu Lenards Atomvorstellungen geäußert hat — ja er scheint überhaupt den Nobelpreisträger von 1905 völlig ignoriert zu haben, wie eine Durchsicht seiner gesammelten Werke zeigt.<sup>42</sup> Auch scheint es generell unter den Physikern und Chemikern in Deutschland bis zum Ersten Weltkrieg keine übereinstimmende Haltung gegeben zu haben, die zu einer unumstrittenen Popularisierung fähig gewesen wäre. Die stille Dominanz des Thomsonschen Atommodells war zum großen Teil seiner Variabilität und anschaulichen Stabilität geschuldet.

Heute scheint klar zu sein, dass das adäquate Atommodell auf Rutherford zurück geht, der 1911 nicht Elektronen, oder  $\beta$ -Strahlen, durch Aluminiumfolien, sondern  $\alpha$ -Strahlen, also Heliumionen, durch Goldfolien geschossen hatte. Mit diesen Strahlen konnte man quasi "sehen", dass die positive Ladung im Atom nicht, wie Lenard annahm, verteilt, sondern in einem Kern zusammengefasst ist. Aber Rutherfords Atom erging es zunächst nicht anders als Lenards.<sup>43</sup> Erst als Niels Bohr Rutherfords Modell mit der Quantentheorie erweiterte und Sommerfeld detaillierte Spektren daraus berechnen konnte, fand die Revolution des leeren Atoms statt.

Sommerfelds noch im Krieg gehaltenen "populären" Vorlesungen über Atommodelle und Atomistik sollten "auch dem Nichtfachmanne das Eindringen in die neue Welt des Atominneren ermöglichen".<sup>44</sup> In ihrer Publikation als *Atombau und Spektrallinien*, die 1919 erschien und bald zur "Bibel der Atomphysik" avancieren sollte, findet sich nun eine interessante Darlegung der Ergebnisse von Lenard und Rutherford zugleich:

---

<sup>41</sup> Dies soll an anderer Stelle geschehen.

<sup>42</sup> In Ernest Rutherford: *Collected Papers* (hrsg. von James Chadwick), 3 Bände. London 1962-63, findet sich lediglich eine Erwähnung einer Arbeit von Lenard und Wolff von 1888, also vor der Konstruktion der Lenardröhre (Bd. 1, S. 149). Nach David Wilson: *Rutherford. Simple Genius*. Cambridge, Mass. 1983, S. 109 und 121, wusste Rutherford über Lenards Versuch Bescheid, meinte jedoch, dass man seine Ergebnisse unterschiedlich interpretieren könne.

<sup>43</sup> Weder in *Nature* in England noch in der *Physikalischen Zeitschrift* oder den *Naturwissenschaften* in Deutschland wurde in den Jahren 1911-13 darüber berichtet. Vgl. John L. Heilbron: *The scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  particles and Rutherford's atom*. In: *Archive for History of Exact Sciences* 4 (1968), S. 247-307, S. 300.

<sup>44</sup> Vgl. Arnold Sommerfeld: *Wissenschaftlicher Briefwechsel*. Band 1: 1892-1918. Hrsg. von Michael Eckert/ Karl Märker. Berlin u.a. 2000, S. 464 f.

Die ganze Vorstellungsweise, die Lenard schon 1903 entwickelte, stimmt in auffälligster Weise überein mit der Kerntheorie, die Rutherford 1913 auf einem ganz anderen Tatsachenmaterial aufbaute [...] Man braucht nur statt Dynamide Kern, statt Dynamidenzahl pro Atom Kernladung zu sagen, um die Lenardschen Ergebnisse in die jetzt übliche Sprache zu übersetzen. Auch die subatomare Kleinheit, die Lenard berechnet, stimmt annähernd mit der Größenordnung der Kerne, wie sie sich nach Rutherford ergibt. Proportionalität der Dynamidenzahl mit der Masse des Atoms bedeutet dann Proportionalität der Kernladung mit dem Atomgewicht.

Lediglich einen Unterschied fand Sommerfeld, es war

der Umstand, daß bei einem Element von der Ordnungszahl  $Z$  [...] Lenard  $Z$  einzelne, räumlich eventuell getrennte Dynamiden, Rutherford dagegen einen einzigen,  $Z$ -fach geladenen Kern annimmt.

Sommerfeld sah darin "die sich öfter aufdrängende Beobachtung" bestätigt, "daß wichtige wissenschaftlich reife Entdeckungen von verschiedenen Forschern unabhängig gemacht werden können".<sup>45</sup>

## Das neue Bild von der Materie im Deutschen Museum

Bei so großer Übereinstimmung war nun auch die Zeit reif, sich an eine definitive Repräsentation des Atoms zu machen. Das Modell des Wasserstoffatoms (Abb. 2) stammt bereits von 1918 und war nach Sommerfelds Angaben für das Deutsche Museum angefertigt worden. Damit komme ich zum Deutschen Museum als Vermittlungsinstanz für die Vorstellungen von dem Aufbau der Materie zurück.

Dass bei Museumseröffnung im Jahre 1906 Atomvorstellungen im Deutschen Museum nicht vertreten waren, hatte einen einfachen Grund: Das Thema "Aufbau der Materie" war der Chemie zugeordnet worden, und der Referent für die Chemie war Wilhelm Ostwald, in Sommerfelds Urteil von 1919 der "letzte (inzwischen bekehrte) Gegner der Atome".<sup>46</sup> Im Januar 1918 hatte Oskar von Miller Sommerfeld gebeten, Vorschläge zur Darstellung der "neueren Theorien über die Zusammensetzung und den Aufbau der chemischen Elemente" zu machen. Dieser erklärte sich sofort bereit, zusammen mit Kasimir Fajans, der nun sein Münchner Kollege war, mitzuwirken.<sup>47</sup> Im Zuge dieser Arbeiten entstanden bis Dezember 1918 ein Konzept für einen Raum über den "Bau der Materie" und für den "Elementen-Schrank" Modelle leerer Atome, mit denen den Besuchern das moderne Bild von der Materie vermittelt wurde.

---

<sup>45</sup> Sommerfeld, Atombau (Fußn. 5), S. 15. Was sich hier als späte Anerkennung einer Priorität Lenards liest, muss allerdings noch unter einem ganz anderen Gesichtspunkt gesehen werden. Es gab in den vorangehenden Jahren eine intensive Diskussion über das Zitieren von deutschen und ausländischen Autoren in den physikalischen Zeitschriften. Wilhelm Wien versuchte gegen die "Ausländerei" verbindliche Richtlinien des Zitierens durchzusetzen und korrespondierte dazu insbesondere mit Sommerfeld und Lenard. Vgl. ausführlich: Stefan L. Wolff: Physicists in the 'Krieg der Geister': Wilhelm Wien's Proclamation. In: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, im Erscheinen.

<sup>46</sup> Sommerfeld, Atombau (Fußn. 5), S. 3.

<sup>47</sup> Miller an Sommerfeld, 28.1.1918, und Sommerfeld an Miller, 31.1.1918, DMA, VA 1271.

Zwei "Ausführungen" für das Wasserstoffatom, die Sommerfeld im März 1918 vorlegte (Abb. 12), versuchte er Miller zu erläutern: "Beide sind mit Kraftlinien versehen, in Fig. 1 nach Art von Blitzen gezeichnet, in Fig. 2 als glatte Verbindungslinien. [...] Beide Darstellungen lassen sich rechtfertigen." Während Sommerfeld nach einer Diskussion der Ausführung der Bahnen durch Draht und den Details der Bewegungen im Atom zum ersten Vorschlag tendierte, überließ er die Entscheidung dem ausführenden Künstler und erwähnte den

Architekten Friedrich von Thiersch, mit dem er sich gern berate, denn: "Ich gebe ohne Weiteres zu, dass meine Vorschläge künstlerisch etwas dürftig ausgefallen sind."<sup>48</sup> Offensichtlich war die Physik nicht in der Lage, allein eine angemessene Darstellung des Atoms zu produzieren.

Die Modelle waren bereits Anfang der Zwanziger Jahre in den provisorischen Räumlichkeiten zu sehen und führten zu einer Kontroverse über die Adäquatheit der Darstellung.<sup>49</sup> 1925 wurde schließlich im neuen Bau in der Abteilung Chemie der großzügige Saal "Aufbau der Materie" präsentiert. Betrachtet man die erhaltenen Abbildungen des Saals, fällt zweierlei auf: Zunächst dominierten letztlich doch wieder massive Stab- und Kugelmodelle von Molekülen, und das leere Atom in Sommerfelds Modellierung war in dem in einer Ecke aufgestellten Elementen-Schrank eher randständig (Abb. 13). Und weiter wurde die Verbindung von der Atomstruktur mit den Experimenten der neueren Physik lediglich durch die Radioaktivität hergestellt. Lenards Erkenntnisse, wie auch seine Instrumente, fehlten indes noch immer.

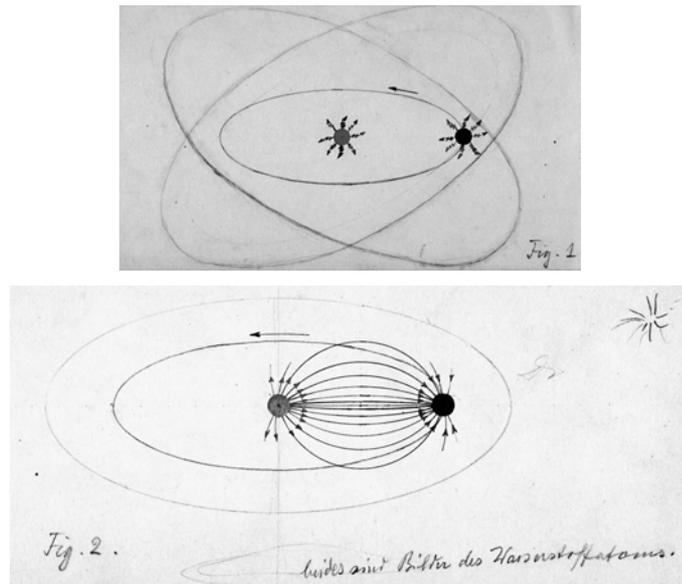


Abb. 12: Zeichnungen Sommerfelds für ein Modell des Wasserstoffatoms vom März 1918. DMA, HS 1968-609.

<sup>48</sup> Sommerfeld an Miller, 5.3.1918, DMA, VA 1271; Zeichnungen DMA, HS 1968-609.

<sup>49</sup> Für die Kritik des Ingenieurs August Nenning an den Atommodellen, die er ab 1923 wiederholt äußerte, vgl. Michael Eckert: Die "Deutsche Physik" und das Deutsche Museum. Eine Fallstudie über das Verhältnis von NS-Ideologie, Wissenschaft und Institution. In: Physikalische Blätter 41 (1985), S. 87-92.



Abb. 13: Ansichten des Saales "Aufbau der Materie" um 1925. Auf dem rechten Foto sieht man ganz rechts im Bild den "Elementenschrank", in dem sich Sommerfelds Modell des Wasserstoffatoms befand. Fotos: DMA, BA 51261 und R1795-7.

Zum Zeitpunkt der Neueröffnung wurden Sommerfelds Atommodellen bereits wieder von einer anderen Seite die Grundlage entzogen: In der Theorie der neuen Quantenmechanik gab es keine Bahnen der Elektronen im Atom mehr, sondern nur noch Wahrscheinlichkeiten, diese an einem vorgegebenen Ort anzutreffen. Nun wurden aufgeschnittene zwiebelartige Modelle etwa des Eisenatoms angefertigt, deren Schalenelemente keine Materie oder Kraftfelder mehr repräsentierten, sondern lediglich Zonen hoher Aufenthaltswahrscheinlichkeit und damit eine eher trügerische Stabilität und Raumerfüllung visualisierten.

### "... dass Lebende nicht ins Museum gehören". Der Weg von Lenards Röhren in das Deutsche Museum

Zu erneuten Kontakten zwischen Lenard und dem Deutschen Museum kam es nach dem Ersten Weltkrieg, der Spuren auch in der Wissenschaft und im Selbstverständnis der Wissenschaftler hinterlassen hatte. Bei Lenard bedeutete er einen völligen Bruch mit seiner wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Weltsicht. Wollte er noch in seiner Assistentenzeit nach England auswandern, weil ihm das deutsche akademische System nicht behagte, so wurden mit dem Kriegseintritt Englands die britischen Forscher zum Gegner erklärt, Freundschaften aufgekündigt und goldene Ehrenmedaillen eingeschmolzen. Seine Kritik an der allgemeinen Relativitätstheorie wandelte sich von durchaus nachvollziehbaren wissenschaftlichen Einwänden zu einem auf die Wissenschaft gemünzten offenen Antisemitismus. Als früher Anhänger Hitlers wurde Lenard später im Nationalsozialismus zu einer Leitfigur "arischer" Wissenschaft.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Auf Lenards Rolle in der deutschen Wissenschaft nach dem Ersten Weltkrieg kann hier nicht ausführlicher eingegangen werden. Vgl. dazu z. B.: Alan D. Beyerchen: Scientists under Hitler. Politics and the

Aussicht, an die Originalapparaturen zu gelangen, bestand weiterhin nicht, aber Oskar von Miller konnte Lenard wenigstens dafür gewinnen, Dokumente und Bücher für die Bibliothek des Deutschen Museums zu spenden.<sup>51</sup> Die eigenen Schriften, die Lenard dem Museum sandte, enthielten nun offene Polemik gegen Wissenschaftler wie Einstein und Thomson oder waren mit Widmungen versehen, die Lenards Opposition zur neuen politischen Lage demonstrierten und in der "schweren Zeit" auf die "gegenwärtige geistige Hauptstadt", in der sich das Museum befände, anspielte. Von Miller wandte sich offenbar auch an einen Heidelberger Kollegen Lenards, den Astronomen Max Wolf, damit dieser auf Lenard einwirke, seine Originalapparate dem Museum zu übergeben, denn Wolf antwortete in einem Brief Ende 1921, dass wohl nur eine "glückliche Gelegenheit" dazu führen könnte. "Aber es wäre wohl von mir unter den z. Zt. vorhandenen besonderen Verhältnissen, die ich Ihnen nicht schildern kann, erfolglos, solches ohne geeignete Gelegenheit zu versuchen." Man könne höchstens hoffen, dass er seine Apparaturen dem Museum "für später" versprechen würde.<sup>52</sup>

Eine überraschende Wendung schien der hoffnungslose Fall der Lenardschen Apparate 1924 zu nehmen, als sich Lenard von sich aus an das Museum wandte. Offensichtlich wollte er nach Röntgens Tod "in historischem Interesse" dessen Originalapparate "eingehend besichtigen". Die Notizen, die er sich nach seinem Besuch am 17. Mai gemacht hatte, zeigen, dass seine Befürchtungen völlig bestätigt wurden: Kaum "wirklich historische Stücke" waren zu finden, "sondern nur Jahrmarkt für den großen Haufen, zusammengeramscht von allerlei gutmütigen Entdeckern [...], wie von eitlen Böcken und bereitwilligen Geschichts-Moglern (Röntgen)". Röntgens Leistungen erschienen ihm überhöht, "[w]ährend doch die Entdeckung in Wirklichkeit doch nur mit einer bestimmten Röhre gemacht worden sein konnte. Die ganze Sache ist ohne histor[isches] Interesse in Bezug auf die Entdeckung, also ohne wissenschaftliches Interesse, wohl aber von Interesse in Bezug auf Herrn R[öntgen]'s Person."<sup>53</sup>

Bei diesem Ergebnis von Lenards Besuch im Deutschen Museum musste von Millers geschickt eingefädelter Versuch scheitern, ihn zur Herausgabe seiner Originalapparate mit dem Hinweis zu bewegen, dass dieser doch gerade selbst die Möglichkeit des Betrachtens von Röntgens Originalen nutzte und den Wert von Originalapparaturen im Museum zugeben müsse. Für Lenard war von Miller ein Vertreter "der elenden AEG-Judenschule, was man ihm immer schon recht aus seiner Spekuliererei auf Eitelkeit anmerkte". Er antwortete denn auch auf die Frage nach seinen Apparaten, "ich meinte immer, dass Lebende nicht ins Museum gehören". Er gestand aber zu, dass er bei seiner Emeritierung die Frage zu entscheiden habe, "was mit meinen App[araten] geschehen solle (Heidelberg oder München)".<sup>54</sup>

Um dennoch Lenardröhren für die Ausstellung zu erhalten, wählte man nun den Weg, statt Originalen die derzeitigen Meisterexemplare dieser Gattung zu erwerben.

---

physics community in the Third Reich. New Haven und London 1977; Mark Walker: German National Socialism and the quest for nuclear power 1939-1949. Cambridge 1989; Neumann/Putlitz, Lenard (Fußn.16).

<sup>51</sup> Miller an Lenard, 2.9.1918, DMA, NL 009.

<sup>52</sup> Max Wolf an Miller, 25.12.1921, DMA, Handschriften (HS) 1958-28/a,b.

<sup>53</sup> Handschriftliche Anmerkungen auf den Briefen von Miller an Lenard vom 28.4.1924, DMA, NL 009.

<sup>54</sup> Handschriftliche Anmerkungen auf den Briefen von Miller an Lenard vom 28.4.1924, 13.5.1924 und 16.5.1924, DMA, NL 009 und VA 1845.

1929 wurden "Hochleistungsröhren" mit Lenardfenster von der General Electric Company, der Siemens AG und der Firma Müller hatten gestiftet.<sup>55</sup>

Als nun Lenard 1931 in Heidelberg emeritiert wurde, beschriftete er seine alten Röhren sorgfältig, legte ein Verzeichnis an und verpackte sie in drei Kisten, die im Packraum des Instituts gelagert wurden. Dem Verzeichnis angefügt ist eine mehrseitige Rechtfertigung, warum Lenard nicht dem Wunsch des Deutschen Museums nachgekommen war: Das Museum sei auch 25 Jahre lang "ganz zufrieden" gewesen, seine Apparate nicht bekommen zu haben, und auch sollten "die drei Kisten samt Inhalt ruhig lagern bleiben", denn "ins Deutsche Museum, wie es ist, passen derlei ausgediente Dinge, die auch niemals zum Zweck einer Schaustellung gemacht waren, wohl am allerwenigsten".<sup>56</sup> Acht Jahre später jedoch äußerte sich Lenard noch einmal dazu, dass "ausnahmsweise ihm" der Grundsatz 'Lebende gehören nicht ins Museum' zugestanden worden sei. Nun war es das Deutsche Museum, dass sich zu wenig um die Objekte gekümmert hätte: "Das Bedenken, daß man dadurch eine wesentliche Lücke in der Reihe der Kenntnisenwicklung schafft, deren stillschweigende Schließung das Gesamtbild historisch unwahr gemacht hat, schien im Museum nicht aufgetreten zu sein".<sup>57</sup>

Als bei einem Luftangriff 1944 die Lenardröhre zerbrach, die in dem Röntgensschrank ausgestellt worden war, fehlte nun jegliches Objekt im Deutschen Museum, das Lenards Entdeckungen von 1893-1903 hätte repräsentieren können. Nach dem Scheitern der "Deutschen Physik" und dem Untergang des Nationalsozialismus, mit dem Lenard sich so sehr identifiziert hatte, wurde dem greisen Wissenschaftler befohlen, sich aus Heidelberg zu entfernen, und er starb 1947 in einem kleinen nahegelegenen Ort. Lenards Nachlass und auch seine Apparate, die er offenbar mitgenommen hatte, wurden von seiner Tochter an verschiedene Personen weitergegeben. Es mag ein Zufall gewesen sein, dass einer derer, die einen anderen Teil des Nachlasses übernommen hatten, 1955 als Angestellter des Deutschen Patentamts, das damals im Bibliotheksbau des Deutschen Museums untergebracht war, in Berührung mit dem Museum kam. Er vermittelte den Kontakt zu einem Besitzer von Lenards Röhren, die nun 1956 dem Museum übergeben wurden.<sup>58</sup>

---

<sup>55</sup> Verwaltungsbericht für das Geschäftsjahr 1928/29, DMA, VA. Vgl. auch Fuchs, Aufbau (Fußn. 1), S. 61.

<sup>56</sup> "Verzeichnis" vom Oktober 1931, S. 4, DMA, NL 009.

<sup>57</sup> Rede Lenards vom Juni 1939, die zur Übergabe einer Büste des Forschers an das Heidelberger Physikalische Institut verlesen wurde. Enthalten in Lenard, Erinnerungen (Fußn. 3), S. 191.

<sup>58</sup> Briefe Hermann Auer and Franz Berger, 23. 10. 1956, DMA, VA 1905. Ich danke Herrn Dr. Dieter Jung für Informationen über Berger und die Überlassung des Briefwechsels zwischen dem Deutschen Museum und Philipp Lenard.

Die Bilder und Metaphern, die man zu dieser Zeit mit dem Atom verband, waren nun gänzlich andere (Abb. 14). 1955 wurde im Deutschen Museum eine "Atomausstellung" eröffnet, die ein deutscher Reflex auf Eisenhowers Kampagne "Atoms for Peace" war und zehn Jahre nach Hiroshima die friedliche Nutzung der Kernenergie propagierte. Zu dieser Zeit war man auch dabei, eine Abteilung über Kernphysik im Deutschen Museum zu konzipieren.

Als diese Abteilung 1959 eröffnet wurde, war das Atomsymbol mit den spiralförmigen Bahnen zum Signum einer neuen Epoche geworden. Es hatte sich als Symbol etabliert, und die Leere des Atoms bildete kein Vorstellungshindernis mehr. Zum ersten Mal stellte das Deutsche Museum Lenards eigene Röhren aus, und sie wurden weder auf eine Entwicklungsstufe von Röhrenkonstruktionen beschränkt noch als Übergangsglied zu den Röntgenstrahlen subsumiert, sondern unter der Überschrift "Entwicklung des Atommodells" als Schlüsselobjekte zur Erforschung des Atoms ausgestellt (Abb. 15).<sup>59</sup>

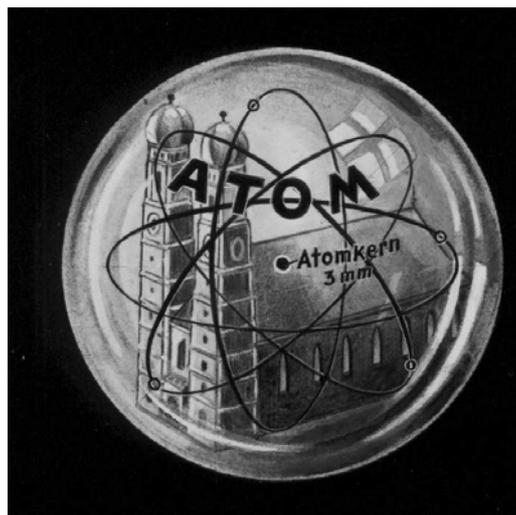


Abb. 14: Frauenkirche im Atom, Zeichnung von 1955.  
Foto: DMA, BA TiB 146.

<sup>59</sup> Vgl. Eduard Maurer: Der historische Teil der Abteilung Kernphysik. In: Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte 26 (1960), Heft 3, S. 21-32. Die Röhre (Abb. 5) blieb bis 2000 ausgestellt und befindet sich nun im Depot. Die Darstellung von Lenard als Vorläufer Rutherfords fiel einer Straffung der Darstellung anheim.

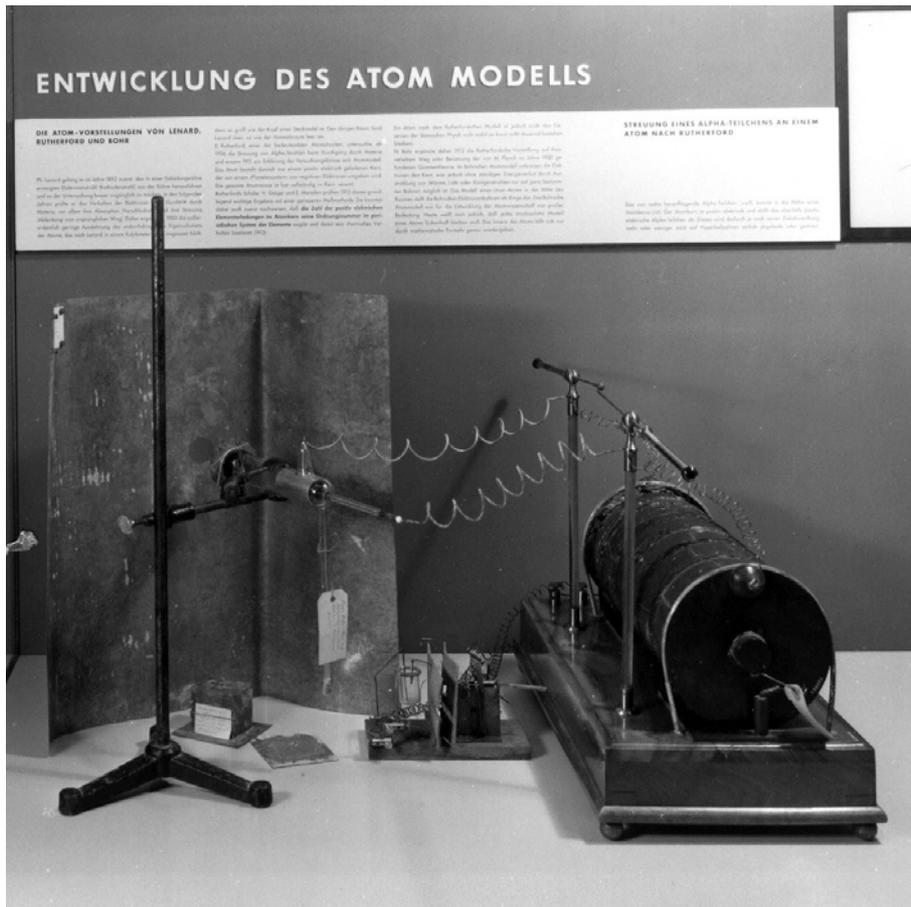


Abb.15: Lenardröhre von 1892 (Inv. Nr. 73611) in der Ausstellung um 1959. Foto: DMA, BA 3247.