

# Wie die Physikgeschichte in das Deutsche Museum kommt

Arne Schirmmacher

Wie kamen die um 1903 entstandenen „Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik“ in das Deutsche Museum? Wie wurden sie präsentiert? Deckte sich ihre Präsentation mit der Bedeutung, die die Wissenschaftler ihnen damals zuschrieben oder die wir ihnen heute zuschreiben? Mit diesen Fragen befasste sich ein Forschungsprojekt des Deutschen Museums zur Objektkultur in seiner Gründungszeit [1]. Die Lenard-Röhren und die mit ihnen verbundene „Leere des Atoms“ dienen hier als illustratives Beispiel.

Vor hundert Jahren, im Juni 1903, wurde auf Initiative des Ingenieurs Oskar von Miller das Deutsche Museum gegründet. Nach seiner Definition sollte sich das Museum der Präsentation von „Meisterwerken der Naturwissenschaften und Technik“ widmen und insbesondere die jeweils jüngsten und neuesten Instrumente und Artefakte der Physik, der Chemie oder der Ingenieurskunst einem breiten Publikum zugänglich machen.

Wie jedes Museum lebte und lebt das Deutsche Museum von seinen Objekten, die es ausstellt. Ihre Auswahl bzw. ihre Verfügbarkeit definiert die Grenzen, innerhalb derer sich wissenschaftliche Erkenntnisse vermitteln und technische Innovationen erklären lassen. So stand die Ausstellung wissenschaftlicher und technischer „Meisterwerke“ hier von Anfang an in einem Spannungsfeld, das durch die drei Ebenen charakterisiert werden kann: das Objekt, seine Phänomene und die Erkenntnisse, die es vergegenständlicht. Die Wissenschaft und Technik – und gerade die Physik – war um 1903 gekennzeichnet von einer Vielzahl von Umwälzungen in den Vorstellungen und Bildern, die sich die Forscher und auch die Öffentlichkeit von der Natur machten. Ein besonders interessantes Beispiel sind die damaligen Vorstellungen über Strahlung und Materie.

Dieser Artikel möchte daher ein doppeltes Jubiläum zum Anlass nehmen, um exemplarisch die oft

Nr.	Jahr	Name	Gegenstand (Beschreibung und event. Skizze)
312	1892	Lenard	Einrichtung der Kathodenstrahlen-Röhre von Lenard (Apparat)
313	1894	Lenard	Kathodenstrahlen-Röhre in freier Luft. Ablenkbarkeit, Absorbierbarkeit, Apparate einer Anordnung
314	1896	Lenard	Einige Kathodenstrahlen-Apparate, Kathodenstrahlen-Röhre (Lenard etc.)
315			Einige Kathodenstrahlen-Apparate, Kathodenstrahlen-Röhre (Lenard etc.)
316	1895	Lenard	Kathodenstrahlen-Röhre über die magnetische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen
317	1894	J. J. Thomson	Kathodenstrahlen-Röhre zur Bestimmung der Masse der Kathodenstrahlen (Lenard etc.)

verschlungenen und langen Wege der Objekte in das Deutsche Museum nachzuzeichnen und das zuweilen nicht ungetrübte Verhältnis des Wissenschaftlers zur Popularisierung seiner Arbeit zu beleuchten. Die 1903 begonnene Konzeption der Ausstellungen wird im Hinblick auf eine revolutionäre Erkenntnis über die Struktur der Materie betrachtet, und zwar der ersten experimentellen Bestimmung der Leere des Atoms aus Forschungen mit Kathodenstrahlen, die im gleichen Jahr veröffentlicht wurden.

## Das „leere“ Atom von 1903

Nicht erst seit Rutherford war bekannt, dass das Atom nur zu einem verschwindend kleinen Teil mit undurchdringlicher Materie erfüllt war. Philipp Lenard berichtete 1903 in den „Annalen der Physik“:

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 welchem 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.<sup>1)</sup> ([2], S. 141)

Aus seinen umfangreichen experimentellen Daten über die Absorption von Kathodenstrahlen durch

Gase, Flüssigkeiten und Festkörper unterschiedlichster Eigenschaften konnte Lenard den Grad der Leere sehr anschaulich angeben:

Beispielsweise ist demnach der Raum, in welchem ein Kubikmeter festes Platin sich befindet, leer, [...] bis auf höchstens ein Kubikmillimeter als gesamtes wahres Dynamidenvolumen. ([2], S. 143)

Damit war 1903 das „leere“ Atom entdeckt worden. Das Ergebnis der Leere, dass das Atom nur zu weniger als einem Milliardstel von Materie erfüllt ist, war dabei weit mehr als eine Hypothese oder Annahme, es war eine experimentell ermittelte Tatsache, an der sich eigentlich jedes Atommodell von nun an bewähren musste. Aber beginnen wir die Geschichte der Lenard-Röhren, denen wir diese Erkenntnis verdanken, im Deutschen Museum mit dem Anschaffungsvorschlag des zuständigen Referenten.

## Nr. 313 der Wunschliste

Mit den Angaben „1894, Lenard. Versuche über Kathodenstrahlen in freier Luft. Ablenkbarkeit, Absorbierbarkeit, Apparate und Anordnungen.“ hatte der Münchner Physiker Leo Graetz den Anschaffungsvorschlag für eine Röhre von Philipp Lenard auf Nr. 313 in eine Liste eingetragen, die seinen 1905 fertiggestellten Entwurf für die Gruppe „Elektrizität und Magnetismus“ darstellte (Abb. 1).

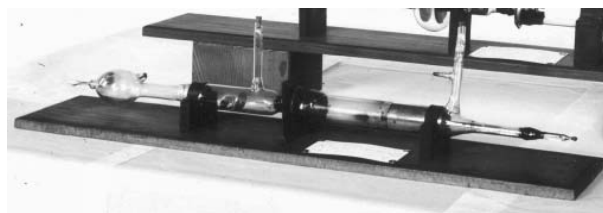
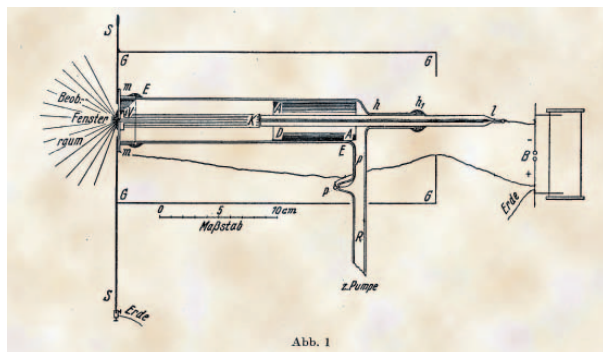
Abb. 1: Ausschnitt aus Leo Graetz' (im Hintergrund) Wunschliste von 1905 für die Gruppe „Elektrizität und Magnetismus“ im Deutschen Museum. (alle Abbildungen: Deutsches Museum, München)

1) Hervorhebungen im Original.

Dr. Arne Schirmmacher, Deutsches Museum, Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte, Museumsinsel 1, 80306 München

Graetz, Professor für Physik an der Münchner Universität, war wie Conrad Wilhelm Röntgen oder Wilhelm Ostwald einer der etwa fünfzig Referenten, die Listen „wünschenswerter Gegenstände“ für die ihnen von Miller übertragenen Gruppen zusammenstellten. Er war bekannt durch sein Buch „Die Elektrizität und ihre Anwendungen“, das 1883 herauskam und 1903 bereits seine zehnte Auflage erlebte.

**Abb. 2:** Philipp Lenards Zeichnung seiner Röhre aus der Publikation von 1894.



**Abb. 3:** Die Röhre (rechts) mit Beobachtungsröhre (links) in ihrem Aussehen um 1951, die nach Beschriftung Lenards im Dezember 1892 von ihm angefertigt und für die Publikation von 1894 verwendet wurde.

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 „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. 2).

Entsprechend der Liste war dieses in eine Entwicklungslinie von Kathodenstrahlröhren eingegliedert. In ihnen konnte man vielfältige Leuchterscheinungen der Elektrizitätsleitung in Gasen bewundern, welche der Brite William Crookes bereits 1879 als „Strahlende Materie“ popularisiert hatte. Lenards Verdienst war es – so konnte man es 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 durch-

dringen. Durch dieses „Lenard-Fenster“ aus Aluminiumfolie konnten die Kathodenstrahlen aus der Röhre austreten – sie wurden aus der „Gefangenschaft der Röhre“ befreit, wie es Sommerfeld später formulierte. Die Strahlen konnten 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 (Abb. 3).

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.

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. 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 Lenard-Röhre die nach ihm benannten neuen Strahlen entdeckte, wie dies Sommerfeld einmal behauptete, lässt sich nicht mehr mit Sicherheit klären ([3], S. 125). Fest steht aber zweierlei: Erstens besaß der spezielle Typ von Lenard-Röhre, die Röntgen nach Korrespondenz mit Lenard von einer Firma erhielt, die auch eine für Lenard angefertigte, ein Platinrohr, an dem sich besonders gut Röntgenstrahlen erzeugen ließen; und zweitens litt Lenard zeit seines Lebens darunter, diese Entdeckung verpasst zu haben, und argumentierte und polemisierte gegen Röntgens Priorität.

Gleich dreimal – im März, Juni und Juli 1906 – schrieb Oskar von Miller an Lenard, der gerade mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden war. Er erbat dessen „Original-Apparate für die Versuche mit Kathodenstrahlen in freier Luft“ sowie „Versuchsanordnungen zur Demonstration lichtelektrischer Wirkungen“. Zur baldigen festlichen Eröffnung

der Ausstellungen wollte man nicht auf Lenards Originalapparate verzichten, und von Miller betonte die Aufgabe, die sich sein Museum gestellt habe, „die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschungen und der Technik durch Originale und Nachbildungen hervorragender Meisterwerke und charakteristischer Entwicklungsstufen darzustellen“. Aber Lenard antwortete auf keinen dieser Briefe, zumal sie aus einer Institution kamen, die sich der Beratung und Mithilfe gerade Röntgens rühmen konnte, welcher bereitwillig seine Röhren ans Museum übergeben hatte. Sie wurden in einem eleganten großen Schrank präsentiert, der ein Porträt Röntgens trug.

Wie die Kathodenstrahlen lange in ihrer Röhre gefangen waren, so wurden Lenards wissenschaftliche Leistungen ohne ausstellbare Objekte 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 zwischen 1893 bis 1903 genauer zu betrachten, oder wäre Lenards Nobelvortrag zur Kenntnis genommen worden, so hätte man der gewünschten Lenard-Röhre auch eine ganz andere Bedeutung zuschreiben können.

### Enthüllungen über das Atom

Was aber sind Kathodenstrahlen? Materie in einem neuen Zustand, eine Schwingungserscheinung wie Licht oder etwas gänzlich Neues? Diese Frage glaubte Lenard bereits 1894 mit dem „Fundamentalversuch“ lösen zu können, „der für den Schall, für das Licht entschieden hat, ob dieselben Vorgänge in der Materie sind oder im Aether“. Sie unterschieden sich von Lichtstrahlen, da sie gerade nicht durch Glas, ganz offenbar aber durch Metallfolien hindurchgingen. Weil sie sich aber auch im äußersten Vakuum ausbreiteten, „geben [sie] sich somit als Vorgänge im Aether zu erkennen“. Nach Lenard waren sie longitudinale Ätherschwingungen und „Vorgänge von so außerordentlicher Feinheit [...], dass Dimensionen von molecularer Größenordnung in Betracht kommen“. Und „es scheint hier schon jedes einzelne

Molekül als gesondertes Hindernis aufzutreten“ ([4], S. 3, 12, 35).

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 Konstanten für die selbe Art von Kathodenstrahlen, – welches auch der Aggregatzustand des Mediums sei und aus welchem Stoff es auch bestehen möge“ ([4], S. 42). 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 ([5], S. 386).

Die Ergebnisse von Perrin über die negative Ladung der Strahlen und die Konvergenz der Vorstellungen über die „Corpuskeln“, „Elektronen“ oder „Quanten“ zu dem, was wir heute Elektron nennen, machten es unzweifelhaft, dass die in der Röhre erzeugten Kathodenstrahlen Elektronen waren, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegten. Damit aber musste die Frage geklärt werden, wie denn die Teilchen mit Ladung und Masse durch die feste Materie des Aluminiumfensters hindurchdringen konnten.

Die englische Sicht, Kathodenstrahlen als geschleuderte Ionen zu verstehen, wie man sie aus der Elektrolyse kannte, erforderte die Hypothese, dass solche Teilchen nicht durch das Metall hindurchgingen, sondern durch das Auftreffen auf der einen Seite ein gleiches Ion auf der anderen Seite herausgeschleudert würde. Lenard hatte ermittelt, dass die Strahlen, wenn sie in ein hohes Vakuum eintraten, dieses nicht verschlechtern und damit die Strahlen „nicht geschleuderte elektrisch geladene Moleküle“ seien, sondern „Elektrizität ohne Materie. [...] Wir haben gewissermaßen die Elektrizität selbst entdeckt.“ ([6], S. 179) Dass die strikte Trennung von Materie und Elektrizität 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 gera-

de mit der Anwesenheit von solchen Feldern im Atom erklärte hatte. Die Materie enthielt offenbar Elektrizität, und Kathodenstrahlen eigneten sich „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“ ([6], S. 188).

Ab etwa 1900 ermittelte Lenard das Absorptionsverhalten für Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeitsbereiche. Durch den Photoeffekt ließen sich langsame Kathodenstrahlen erzeugen, die  $\beta$ -Strahlen radioaktiver Substanzen waren besonders schnell (Abb. 4). Und all



**Abb. 4:** Röhre Lenards zur Erzeugung langsamer Kathodenstrahlen mittels UV-Licht aus dem Jahre 1899.

diese Messungen, so kündigte er in der Einleitung seiner Annalen-Arbeit von 1903 an, würden zu einer neuen Vorstellung vom Aufbau der Materie Anlass geben ([2], S. 124).

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 die schon zuvor festgestellte Unabhängigkeit von den chemischen Eigenschaften und die fast völlige Durchlässigkeit der Materie für die Strahlen.

### Die Leere im Kopf

Eine besondere Spielart des modernen „horror vacui“ war nun (nach der Leere der Röhre und der des Atoms selbst) eine gewisse „Leere im Kopf“: 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 spektroskopi-

schen 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 beantworteten würden.

In England optierte man etwa dafür, den klassischen Materiebegriff aufzugeben: „Matter is not merely explained, but it is explained away“ lautete 1904 die Losung auf dem Treffen der „British Association“. [7] Sollte man den Begriff der Materie nun völlig zugunsten von Äther und Elektrizität aufgeben? Leo Graetz jedenfalls hatte den Lesern der „Münchener Allgemeinen Zeitung“ bereits im Jahr der Museumsgründung eine Alternative präsentiert, und zwar „den Aether aus unseren Betrachtungen vielleicht eliminieren zu können und nur mit Elektronen und Materie zu tun zu haben“ [8].

In diesem Zeitraum der Unklarheit über den Status der Materie zwischen der Jahrhundertwende und dem Ersten Weltkrieg konkurrierten 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. In Frankreich und Japan entstanden Modelle, die eine Entsprechung zwischen Makrokosmos und Mikrokosmos mit Sonnen- oder Saturnmodellen annahmen ([9], S. 8).

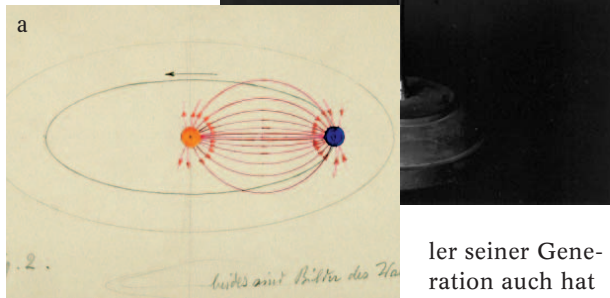
Diese Vorstellungen hatten auch in Deutschland Anhänger, als Lenard 1903 ein eigenes Atommodell vorschlug. Aus dem 1895 gefundenen Massengesetz folgerte er, „daß die verschiedenen Atome aller Materie aufgebaut seien aus einerlei Bestandteilen in verschiedener Zahl“, seinen „Dynamiden“, die weniger als ein Tausendstel der Atomgröße besaßen. Damit die neutralen Dynamiden die Kraftfelder im Atom erklärten, nahm Lenard an, dass sie rotierende Dipole seien ([2], S. 140). 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. Ein Erfolg wurde er dennoch nicht.

## Von Lenard zu Rutherford, Bohr und Sommerfeld

Wenn man die Moderne in der Physik vor allem als einen Entwicklungszeitraum versteht, in dem sich ausgehend von den spektakulären Entdeckungen der 1890er-Jahre Gegenstandsbereiche, Forschungsmethoden, Repräsentationsformen und Erklärungsrationale in der Physik fundamental verschoben, dann war Lenard zweifellos ein wichtiger Wegbereiter dieser Moderne, und er hat sie auch eine bestimmten Wegstrecke begleitet. Wie aber viele andere Wissenschaft-

2) Vgl. M. Eckert, Physikalische Blätter, April 1985, S. 87

**Abb. 5:**  
 ► a) Zeichnung Sommerfelds für ein Modell des Wasserstoffatoms vom März 1918.  
 ► b) Ein danach angefertigtes Modell aus Holz und Draht.



3) 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*, Yale University Press, New Haven (1977) bzw. Wissenschaftler unter Hitler, Ullstein, Berlin (1981); Mark Walker, *German National Socialism and the quest for nuclear power 1939-1949*. Cambridge Univ. Press, Cambridge (1989) bzw. *Die Uranmaschine*, Siedler, Berlin (1990); [5].

ler seiner Generation auch hat er diese Entwicklung nicht vollständig mitvollzogen; insbesondere der Mathematisierung und der Aufgabe strenger Kausalität und Anschaulichkeit ist er nicht gefolgt.

Generell scheint die Entwicklung zwischen 1903 und 1913 alles andere als gradlinig verlaufen zu sein. Ernest Rutherford jedenfalls, der das Kernatom 1911 experimentell bestätigte, hat sich etwa überhaupt nicht zu Lenards Atomvorstellungen geäußert – ja er scheint den Nobelpreisträger von 1905 völlig ignoriert zu haben [10]. Unter den Physikern und Chemikern in Deutschland gab es bis zum Ersten Weltkrieg keine übereinstimmende Haltung, die zu einer unumstrittenen Popularisierung fähig gewesen wäre.

Heute ist es uns vertraut, dass das adäquate Atommodell auf Rutherford zurückgeht, der 1911 nicht Elektronen durch Aluminiumfolien, sondern  $\alpha$ -Strahlen durch Goldfolien geschossen hatte. Mit

diesen Strahlen konnte man quasi „sehen“, dass die positive Ladung im Atom in einem Kern zusammengefasst ist. Aber Rutherfords Atom erging es zunächst nicht anders als Lenards. 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 nun „auch dem Nichtfachmann das Eindringen in die neue Welt des Atominneren ermöglichen“ ([11], S. 464). In ihrer Publikation als „Atombau und Spektrallinien“, die 1919 erschien, findet sich eine interessante Darstellung der Ergebnisse von Lenard und Rutherford zugleich:

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.

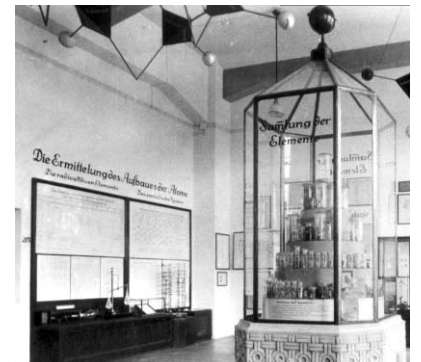
Lediglich die Vereinigung der positiven Ladungen im Kern unterschied die Vorstellungen, was „die sich öfter aufdrängende Beobachtung“ nur bestätigt, „daß wichtige wissenschaftlich reife Entdeckungen von verschiedenen Forschern unabhängig gemacht werden können“ ([12], S. 15).

### Das neue Bild der Materie im Deutschen Museum

Dass bei der Eröffnung im Jahre 1906 Atomvorstellungen im Deutschen Museum nicht vertreten waren, hatte einen einfachen Grund: Der „Aufbau der Materie“ war der Chemie zugeordnet, und ihr Referent, Wilhelm Ostwald, war der „letzte (inzwischen bekehrte) Gegner der Atome“ ([12], S. 3). 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. Im Zuge dieser Arbeiten entstanden bis Dezember 1918 ein Konzept für einen Raum über den „Bau der Materie“ und Modelle leerer Atome, mit denen den Besuchern das moderne Bild von der Materie vermittelt wurde.

Zwei „Ausführungen“ für das Wasserstoffatom, die Sommerfeld im März 1918 vorlegte, 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.“ Das Modell schließlich entstand in Diskussion mit Modellbauern und Künstlern nach Fig. 2 (Abb. 5).

Solche Modelle waren bereits Anfang der Zwanzigerjahre in den provisorischen Räumlichkeiten zu sehen und führten zu einer Kontroverse über die Adäquatheit der Darstellung.<sup>2)</sup> 1925 wurde schließlich im neuen Bau in der Abteilung Chemie der großzügige Saal „Aufbau der Materie“ präsentiert (Abb. 6). Die Verbindung von der Atomstruktur mit den Experimenten der neueren Physik wurde lediglich durch die Radioaktivität hergestellt. Lenards Erkenntnisse, wie auch seine Instrumente, fehlten indes noch immer. Und bereits zum Zeitpunkt der Neueröffnung wurde Sommerfelds Atommodellen bereits wieder



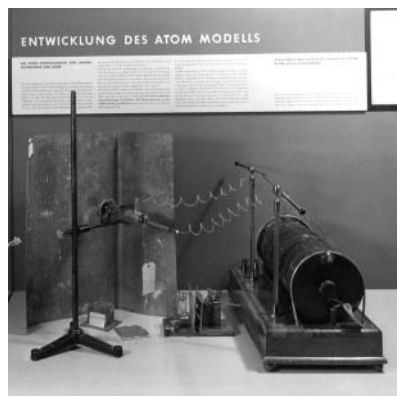
**Abb. 6:**  
 Ansicht des Saales „Aufbau der Materie“ um 1925.

von einer anderen Seite die Grundlage entzogen: In der Theorie der neuen Quantenmechanik gab es keine Bahnen der Elektronen mehr im Atom.

### „... nur ein Jahrmarkt für den großen Haufen ...“

Zu erneuten Kontakten mit Lenard kam es nach dem Ersten Weltkrieg, der Spuren in der Wissenschaft und im Selbstverständnis der Wissenschaftler hinterlassen hatte. Bei Lenard bedeutete er einen völligen Bruch mit seiner wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Weltansicht. Als früher Anhänger Hitlers wurde Lenard später im Nationalsozialismus zu einer Leitfigur „arischer“ Wissenschaft.<sup>3)</sup>

Eine überraschende Wendung schien der hoffnungslose Fall der Lenardschen Apparate 1924 zu nehmen, als sich Lenard an das Museum wandte, um nach Röntgens Tod „in historischem Interesse“ dessen Originalapparate „eingehend [zu] besichtigen“. Nach seinem Besuch am 17. Mai notierte er, 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



**Abb. 7:** Lenard-Röhre von 1892 in der Ausstellung um 1959.

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.“

Bei diesem Ergebnis musste von Millers geschickt eingefädelter Versuch scheitern, Lenard zur Herausgabe seiner Originalapparate zu bewegen, als dieser doch gerade selbst die Möglichkeit des Betrachtens von Originalen nutzte. Lenard antwortete denn auch auf die Frage nach seinen Apparaten, „ich meinte immer, dass Lebende nicht ins Museum gehören“.

Das Museum konzentrierte sich 1929 darauf, statt Originalen die derzeitigen Meisterexemplare dieser Gattung zu erwerben. Hochleistungsröhren mit Lenard-Fenster wurden von der Industrie gestiftet.

Als Lenard 1931 emeritiert wurde, lagerte er seine Röhren in Kisten im Packraum des Instituts. In einem angefügten Verzeichnis finden wir eine Rechtfertigung, warum Lenard nicht dem Wunsch des Deutschen Museums nachgekommen war: Das Museum sei auch 25 Jahre lang „ganz zufrieden“ gewe-

sen, 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 Schauausstellung gemacht waren, wohl am allerwenigsten“. 1939 äußerte sich Lenard in einer Ansprache 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, was eine „wesentliche Lücke in der Reihe der Kenntniseentwicklung“ verursachte.

1944 zerbrach bei einem Luftangriff die Lenard-Röhre, die in dem Röntgenschränk ausgestellt worden war. Es fehlte nun jegliches Objekt, das Lenards Entdeckungen von 1893 bis 1903 hätte repräsentieren können. Nach dem Scheitern der „Deutschen Physik“ und dem Untergang des Nationalsozialismus, mit dem Lenard sich so sehr identifiziert hatte, sollte sich der greise Wissenschaftler aus Heidelberg entfernen. Er starb 1947 in einem kleinen fränkischen Dorf. 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 in Berührung mit dem Museum kam. Er vermittelte den Kontakt zu einem Besitzer von Lenards Röhren, die nun 1956 dem Museum übergeben wurden.

Die Bilder und Metaphern, die man mit dem Atom verband, waren nun gänzlich andere. 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 präsentiert (Abb. 7) [13].

#### Literatur

- [1] U. Hashagen, O. Blumtritt und H. Trischler (Hrsg.), Circa 1903: Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums, München (2003)
- [2] P. Lenard, *Annalen der Physik* **12**, 714 (1903), zitiert nach *ders.*, *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Bd. 3, Leipzig (1944)
- [3] A. Sommerfeld, Die Entwicklung der Physik in Deutschland seit Heinrich Hertz, in: *Deutsche Revue* **43**, 122 (1918)
- [4] P. Lenard, *Annalen der Physik und Chemie* **51** (1894), S. 225, zitiert nach [2]
- [5] R. Neumann und G. 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)
- [6] P. Lenard: Über Kathodenstrahlen. Nobel-Vortrag, in: *Les Prix Nobel en 1905*, Stockholm (1906), mit späteren Kommentaren abgedruckt in [2]
- [7] Zitiert nach C. H. Wind, *Physikalische Zeitschrift* **6**, 485 (1905)
- [8] L. Graetz, *Allgemeine Zeitung* (Nr. 276), Beilage vom 2. 12. 1903, auch als Sonderdruck, München (1903), hier S. 13 f.
- [9] C. Schönbeck: Atommodelle um 1900, in: *Dies.* (Hrsg.): *Atomvorstellungen im 19. Jahrhundert*, München u. a. (1982)
- [10] Vgl. E. Rutherford, *Collected Papers*, hrsg. von J. Chadwick, 3 Bände, London (1962–63)
- [11] Vgl. A. Sommerfeld, *Wissenschaftlicher Briefwechsel*, Bd. 1: 1892–1918, hrsg. von M. Eckert und K. Märker, Berlin u. a. (2000)
- [12] A. Sommerfeld, *Atombau und Spektrallinien*, 1. Aufl., Braunschweig (1919)
- [13] Vgl. E. Maurer, *Der historische Teil der Abteilung Kernphysik*, in: *Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte* **26**, Heft 3, S. 21 (1960)