

# Die Entdeckungsgeschichte des «Elektrons»

*Die meisten naturwissenschaftlichen Entdeckungen haben einen ersten und einen berühmten Entdecker...*

## Vorgeschichte:

600 v. Chr. THALES von Milet beschreibt das «Wunder im *Bernstein*» (gr. «*ηλεκτρον*» = **e l e c t r o n**). Bernstein ist der beste Isolator, der in der Natur vorkommt. THALES kann als Begründer der Naturwissenschaft betrachtet werden (durch seinen Glauben an die logische Interpretierbarkeit der Natur).

1600 William GILBERT entdeckt, dass nicht nur der Bernstein, sondern auch Glas, Wachs, Schwefel und Edelsteine die «*vis electrica*» zeigen.

1833 Michael FARADAY entdeckt die Gesetzmässigkeiten bei der Elektrolyse

$$\Delta Q = (\Delta m / M_A) F z$$

F = FARADAY'sche Zahl

z = Wertigkeit

1881 Hermann von HELMHOLTZ deutet die FARADAY-Gesetze als Konsequenz der Existenz einer **Elementarladung**.

**Die elektrische Ladung ist quantisiert:  $Q = N e$**

1882 Hendrik Antoon LORENTZ formuliert eine modellhafte Theorie der Leitfähigkeit und der magnetischen Eigenschaften von **Metallen**, welche von der Existenz beweglicher negativer Ladungsträger in den *Metallen* ausgeht. Sie wird später als sog. «*Elektronentheorie*» bezeichnet.

1890 George Johnstone STONEY schlägt die Bezeichnung «**e l e c t r o n**» für diese *Ladungsquanten* vor.

**Bis 1897 wird in der Physik noch nicht von einem universellen Elementarteilchen «Elektron» gesprochen.**

## Das Elektron als Elementarteilchen

1897 Joseph John THOMSON (Vortrag 27. April, Publikation 7. August) stellt experimentell fest, dass die sog. Kathodenstrahlen aus negativ geladenen Teilchen bestehen. Er bestimmt deren spezifische Ladung  $Q/m$  (via Ablenkung in E- und B-Feldern):

$$Q / m > 1000 (Q / m)_{\text{H-Ion}}$$

Er schliesst daraus, dass es sich bei den Kathodenstrahlen um Elektronenstrahlen handelt, und dass das **Elektron ein Urbaustein** sein muss.

Pieter ZEEMAN beobachtet die Aufspaltung der gelben Na-Linie in starken Magnetfeldern.

H. A. LORENTZ deutet dieses Phänomen im Oktober durch seine Elektronentheorie und erhält so für die spezifische Ladung  $Q/m$  der Elektronen einen Zahlenwert, der mit dem Resultat von THOMSON übereinstimmt.

LORENTZ und ZEEMAN erhalten 1902 den Nobelpreis für Physik (erster NP RÖNTGEN 1901, THOMSON 1906).

- 1900 Paul DRUDE behandelt die Elektronen in Metallen als klassisches Gas (im Sinne BOLTZMANNs) und kann so das Gesetz von WIEDEMANN und FRANZ (elektrische Leitfähigkeit-Wärmeleitfähigkeit) deuten.
- 1904 John Ambrose FLEMING entwickelt die Gleichrichter-Röhre.
- 1906 Lee de FOREST entwickelt die «*Triode*» (gleichzeitig mit Robert von LIEBEN). Die Triode erweist sich als das Tor in die Welt des Rundfunks.
- 1909 Robert Andrews MILLIKAN: erste genaue Bestimmung der Elementarladung (via Öltröpfchen-Methode).
- 1916 Richard TOLMAN beweist in einem erstaunlich einfachen Experiment (Schüttelversuch), dass in den Metallen tatsächlich frei bewegliche Elektronen existieren.
- 1924 25. Nov.: Louis de BROGLIE postuliert die Dualität des Elektrons. Das Elektron kann auch eine **Welle** sein.

- 1925 Werner HEISENBERG und Erwin SCHRÖDINGER formulieren unabhängig voneinander eine neue Quantenphysik:  
Das Ende von drei klassischen Illusionen:  
- Determinismus – Kausalität  
- Die anschauliche Begreifbarkeit im Mikrokosmos  
- Die Individualität der Elementarteilchen  
Diese neue Physik wird sich in Zukunft als ausserordentlich fruchtbar erweisen.
- 1926 Enrico FERMI und Paul DIRAC behandeln das Elektronengas in Metallen als ein System, das dem PAULI-Verbot und der Forderung nach Ununterscheidbarkeit unterworfen ist. Diese *Fermi-Dirac Statistik* führt zum Bild vom sog. «Elektronensee» der Metallelektronen. Damit kann z. B. der Paramagnetismus der Alkalimetalle verstanden werden (PAULI).
- 1928 Januar: Paul Adrien DIRAC gelingt es die die Quantenphysik mit der Relativitätstheorie zu kombinieren. Aus seiner Theorie folgt, dass das Elektron einen *Spin haben muss*.
- 1930 Alan WILSON formuliert auf der Grundlage der Quantenphysik eine *Bändertheorie* der Elektronen in Festkörpern. Er kann damit die Unterteilung der Festkörper in Isolatoren, Halbleiter und Metalle begründen.
- 1931 P. A. DIRAC zieht aus seiner Theorie den Schluss, dass zum Elektron ein positiver Zwilling existieren muss. Am 2. August 1932 wird das *Positron* durch Carl ANDERSON in der kosmischen Strahlung nachgewiesen.
- 1947 Willis LAMB entdeckt in den Spektrallinien des H-Atoms eine kleine Diskrepanz zur Quantenphysik (sog. Lamb-shift).  
  
Anschliessend daran formulieren Julian SCHWINGER und Richard FEYNMAN eine allgemeinere Quantenelektrodynamik (QED) welche extrem genau mit der experimentellen Erfahrung übereinstimmt.  
  
Auch in der QED wird das *Elektron als mathematischer Punkt* aufgefasst.
- 1947 23. Dezember: John BARDEEN und Walter BRATTAIN realisieren den ersten elektronischen Verstärker auf der Basis eines Spitzenkontakt-*Transistors*.

- 1949 William SHOCKLEY formuliert eine quantitative Theorie der p,n-Flächendiode und des npn-Flächentransistors, welcher später die dominierende Rolle in der Festkörperelektronik übernehmen wird.
- 1955 Der Transistor verdrängt die altbewährte Elektronenröhre. Seit dieser Zeit werden alle Anwendungen des Transistors und seiner Nachfolger, der integrierten Schaltungen (IC, Chip) als «Elektronik» bezeichnet.