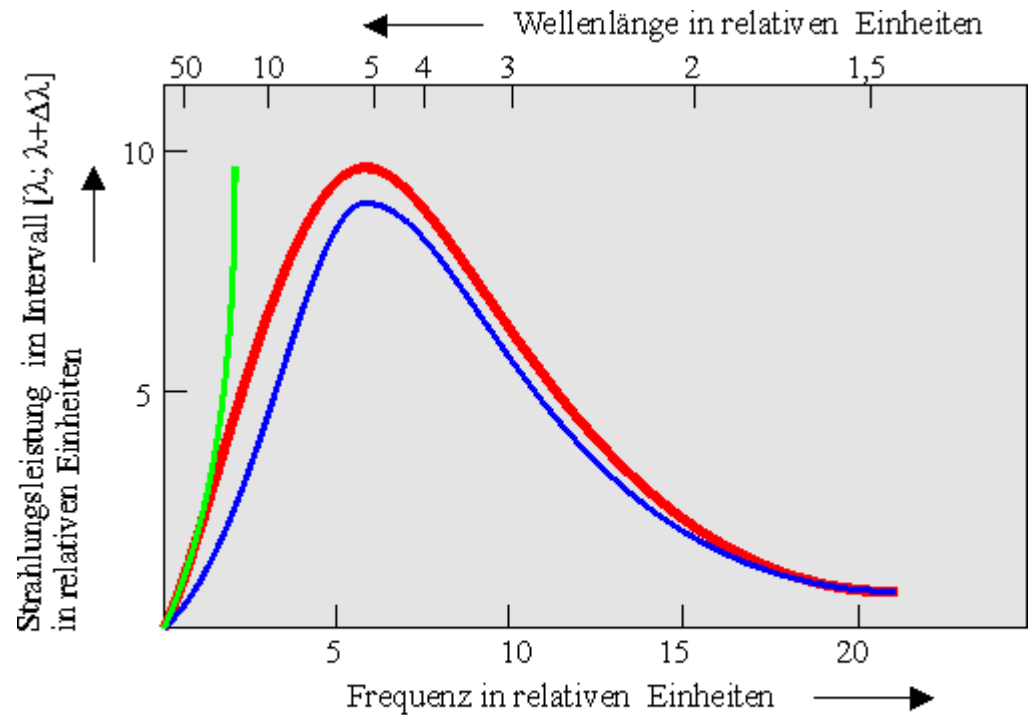
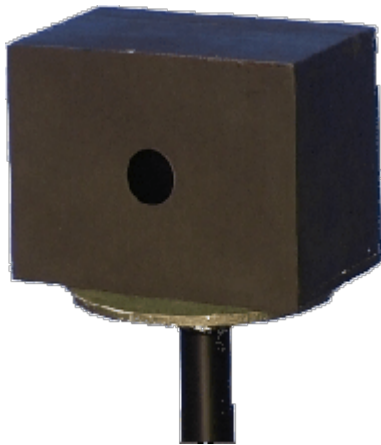


Quantenphysik

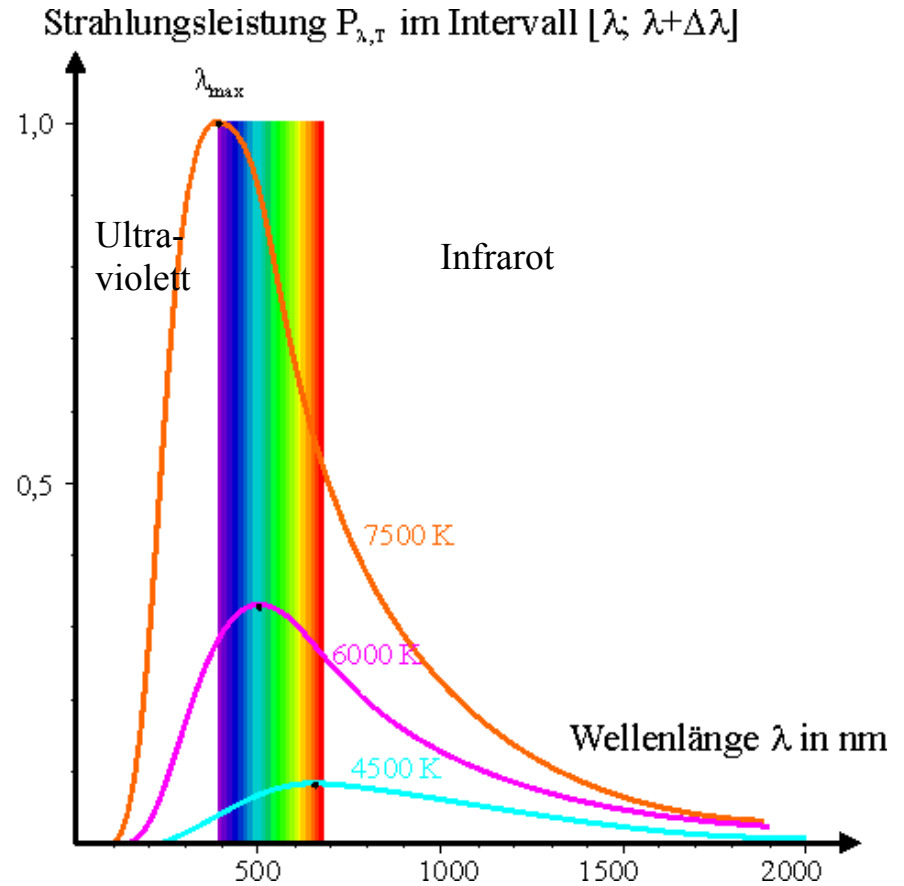
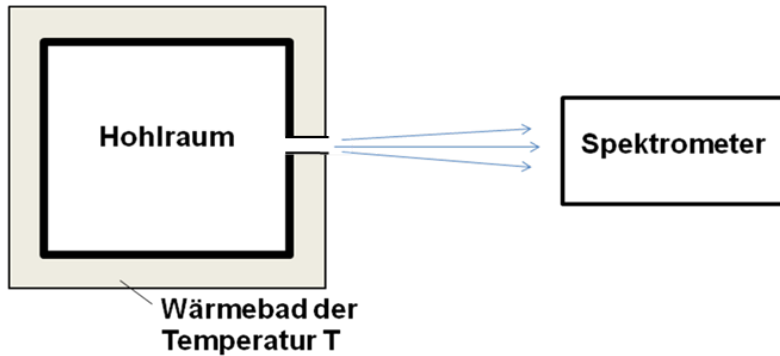
1. Hohlraumstrahlung und Lichtquanten
2. Max Planck – Leben und Persönlichkeit
3. Das Bohrsche Atommodell
4. Niels Bohr – Leben und Persönlichkeit
5. Wellenmechanik
6. Doppelspaltexperiment mit Elektronen
7. Erwin Schrödinger – Leben und Persönlichkeit

Ein schwarzer Körper und seine Strahlung

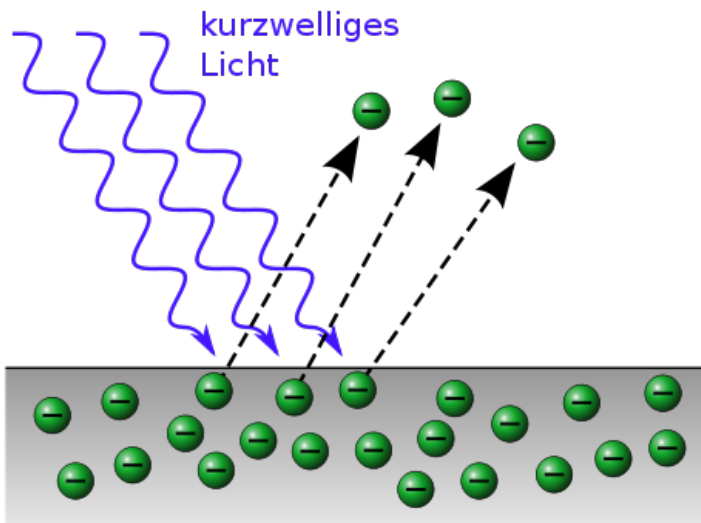


- Berechnungen von Rayleigh und Jeans
- Berechnungen von Wien
- Messkurve

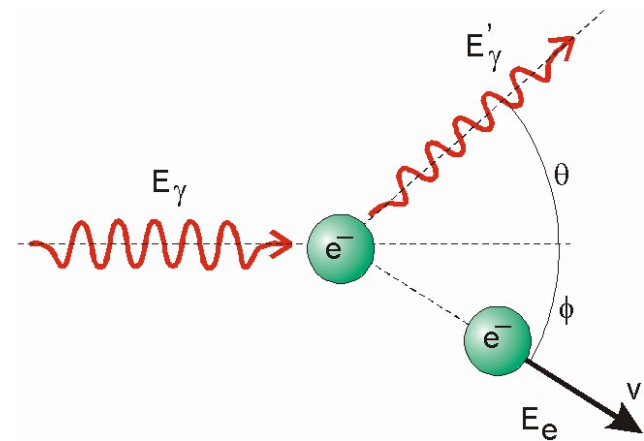
Spektrale Verteilungen der Schwarzkörperstrahlung bei verschiedenen Temperaturen



Experimente zur Bestätigung der Lichtquantenhypothese



Photoeffekt
1900 Lenard, 1915 Millikan



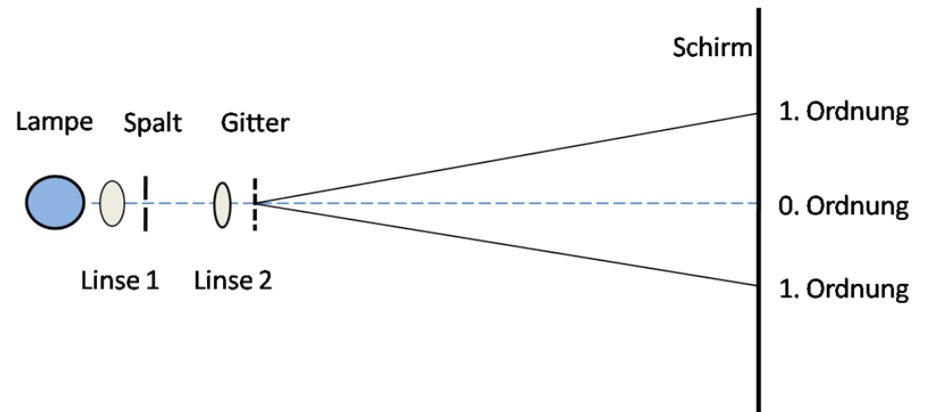
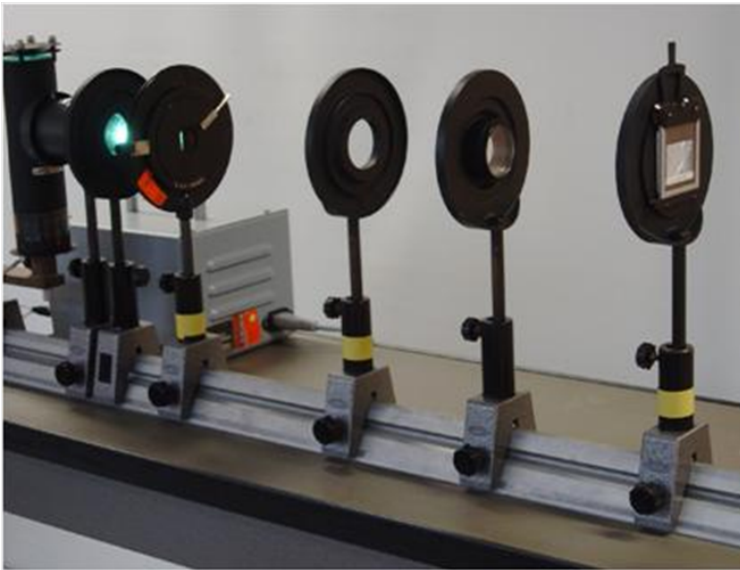
Comptoneffekt
1922 Compton

Max Planck (1858 – 1947)

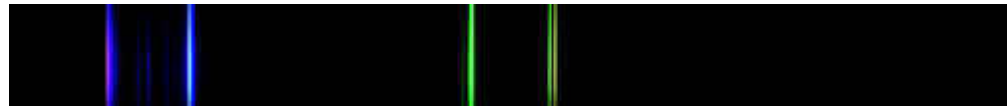


- 1858 Geboren in Kiel
- 1874 Studium in München und Berlin, Promotion mit 21 Jahren
- 1885 Außerordentlicher Professor in Kiel
- 1889 Professur in Berlin
- 1900 Beginn der Quantenphysik
- 1918 Nobelpreis für Physik
- 1930 Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft
- 1947 Tod in Göttingen

Aufnahme des Linienspektrums von Hg-Dampf

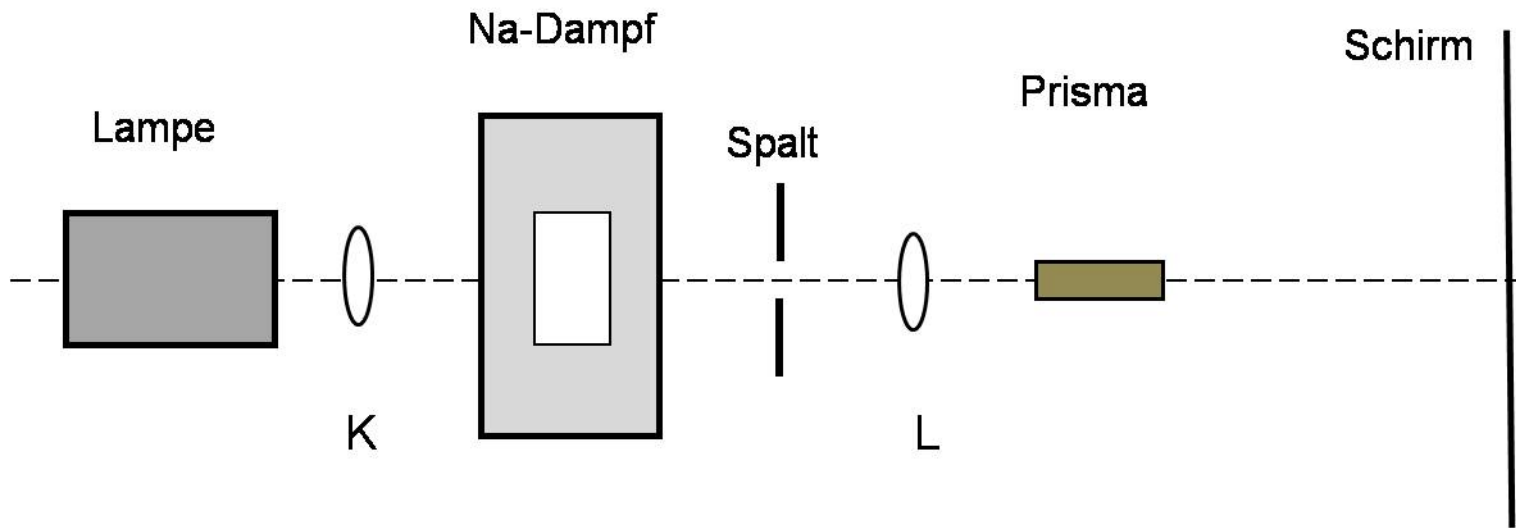


Apparatur zur Gitterspektroskopie: experimenteller Aufbau (links), Prinzip (rechts)



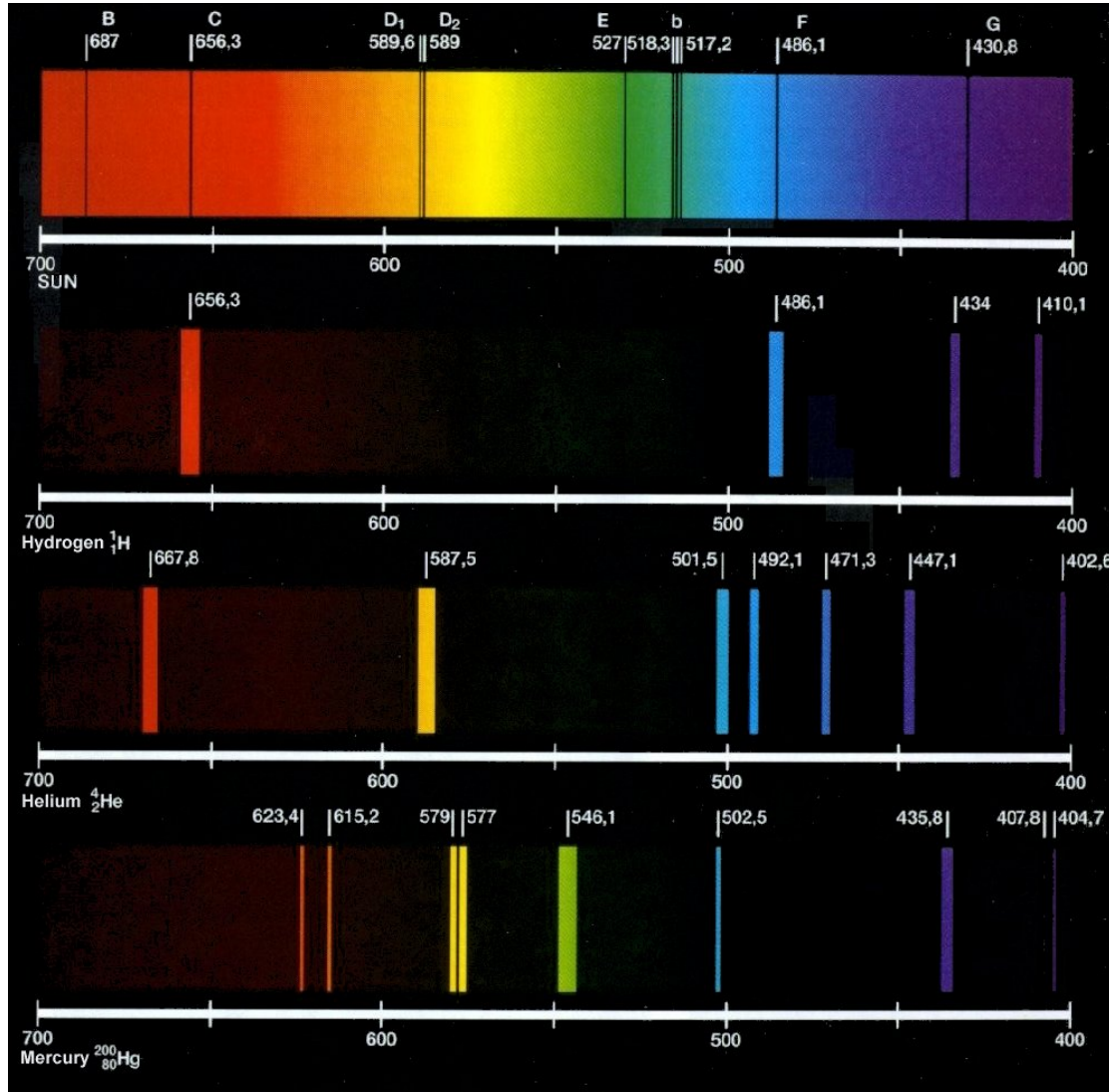
Prismenspektrum

Umkehrung der Natrium-Linie



Prinzip des experimentellen Aufbaus

Sonnen- und Linienspektren



Bohrsche Postulate

1. In Atomen sind gewisse Elektronenbahnen strahlungsfrei. Für diese gilt, dass der zugehörige Drehimpuls L ein ganzzahliges Vielfaches des Planckschen Wirkungsquantums dividiert durch $2 \cdot \pi$ ist:

$$L = k h / (2\pi),$$

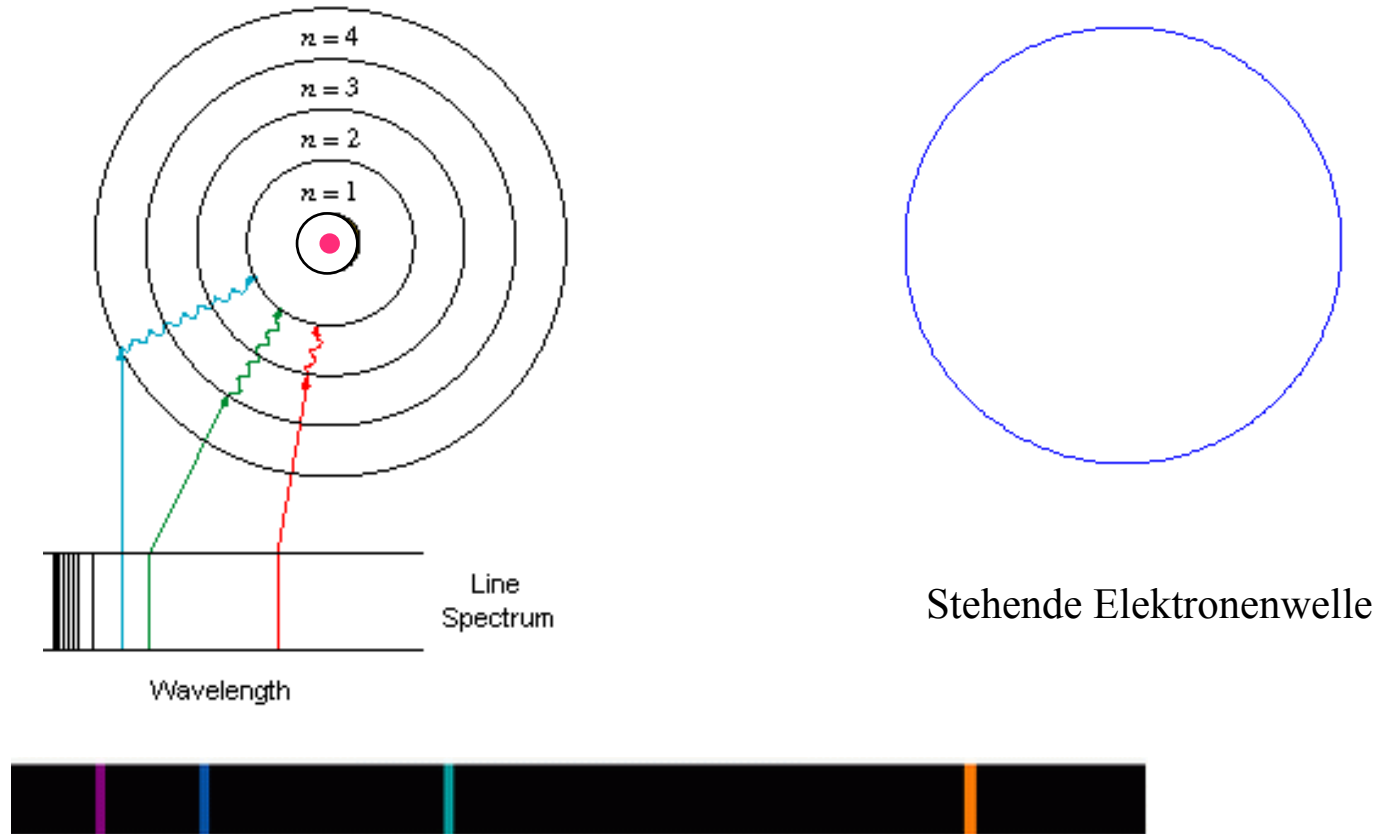
wobei $k = 1, 2, \dots$ die zur jeweiligen Bahn gehörende Quantenzahl ist.

2. Bei einem Übergang von einer Bahn mit höherer Energie E_m zu einer mit niedrigerer Energie E_n wird die Energiedifferenz $\Delta E = E_m - E_n$ durch Emission eines Photons mit einer Frequenz

$$f = \Delta E / h$$

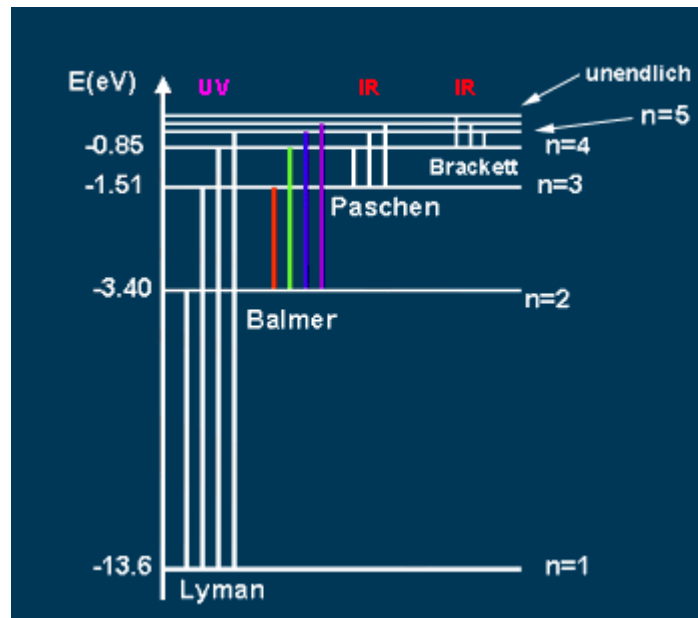
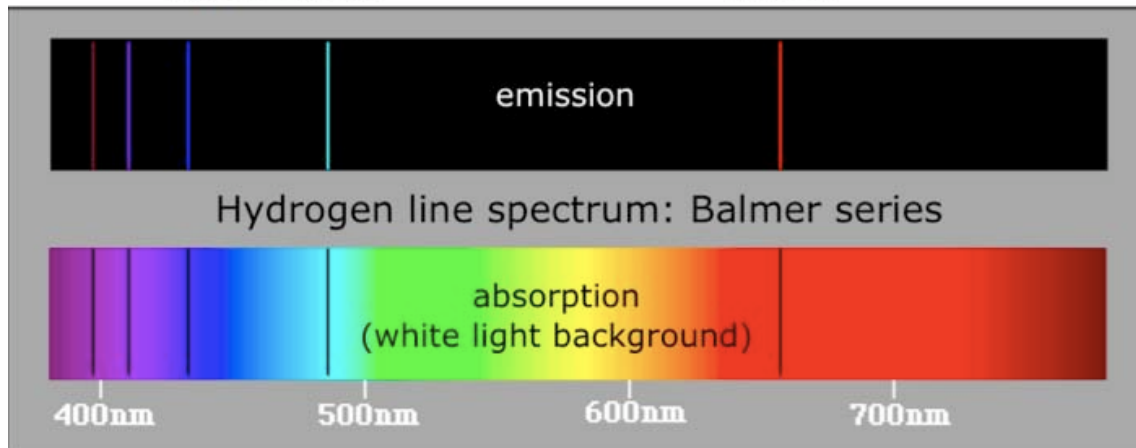
abgegeben. Beim umgekehrten Vorgang wird ein Photon mit der Energie $E = E_m - E_n$ absorbiert.

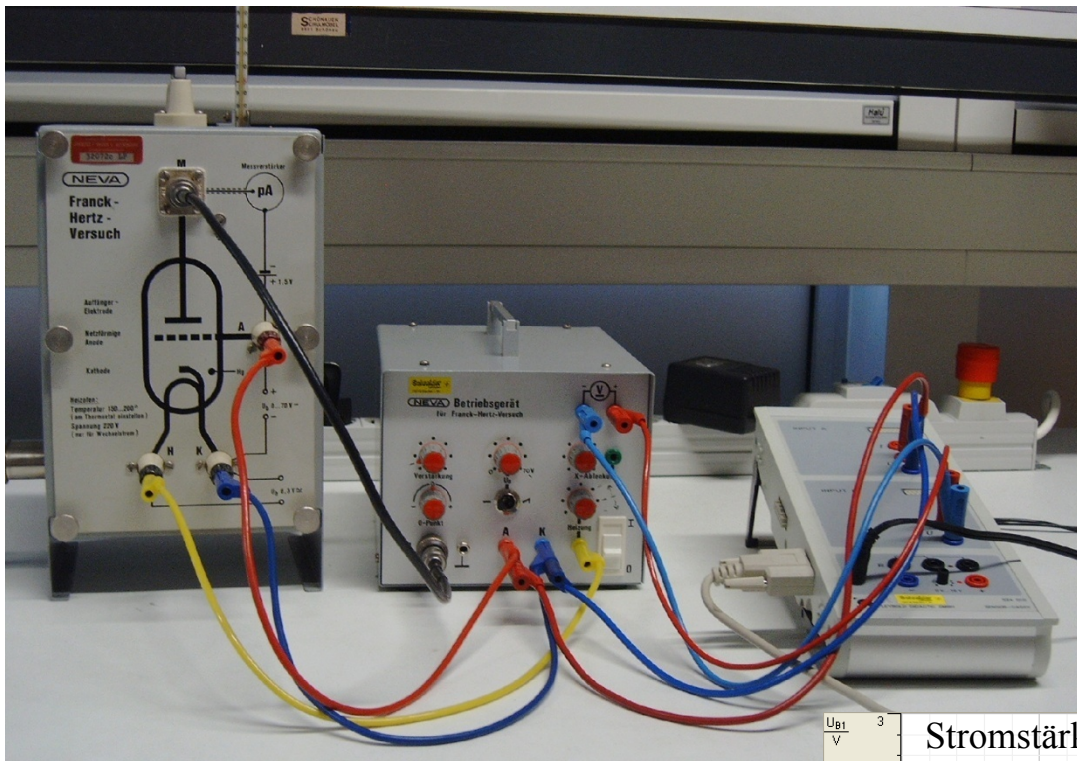
Linienpektrum im Bohrschen Atommodell



Balmerlinien des Wasserstoffs

Wasserstoffspektren und ihre Erklärung im Bohrschen Atommodell

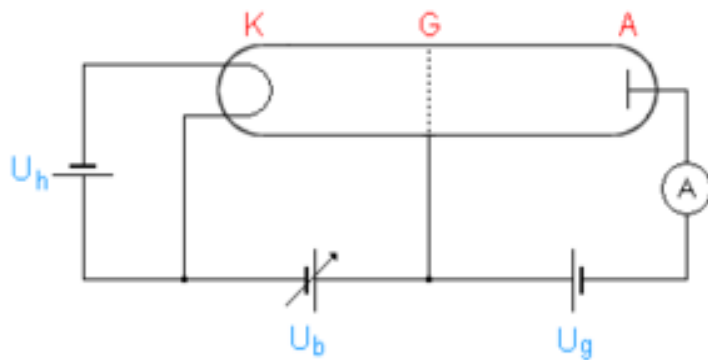




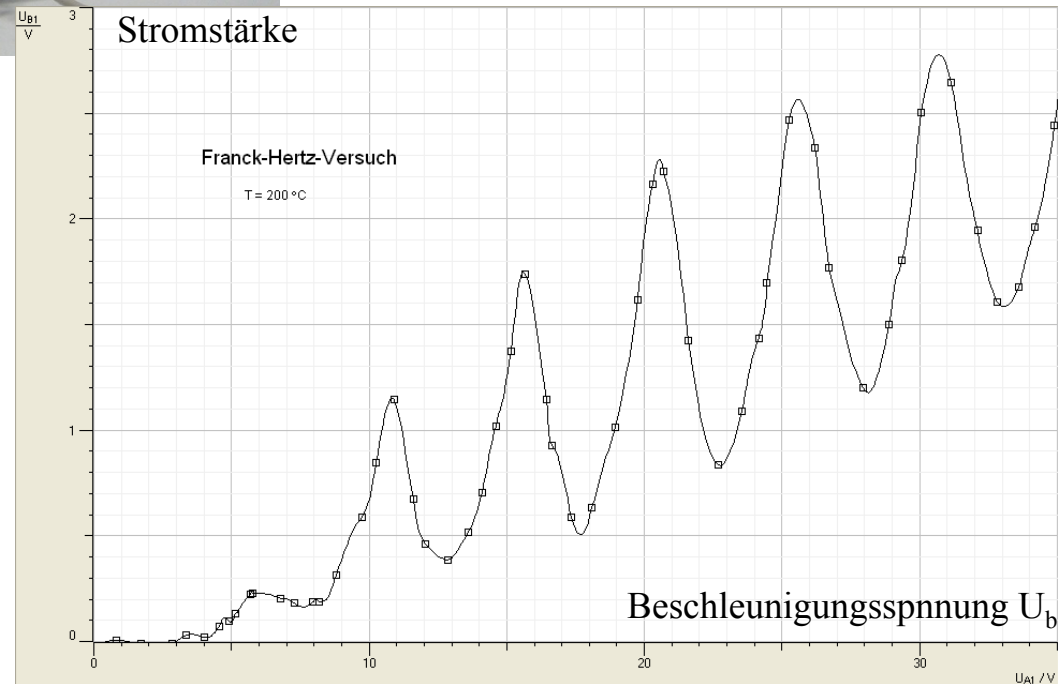
Franck-Hertz-Versuch (1913/14)

Kennlinie

Experimenteller Aufbau



Schaltskizze der Röhre



Niels Bohr (1885 – 1962)



- 1885 Geboren in Kopenhagen
- 1903 Physikstudium in Kopenhagen
- 1911 Postdoc u.a. bei Ernest Rutherford in Manchester
- 1913 Bohrsches Atommodell
- 1916 Professor in Kopenhagen
- 1922 Nobelpreis für Physik
- 1943 Flucht vor den Nationalsozialisten über Schweden in die USA
- 1962 Tod in Kopenhagen

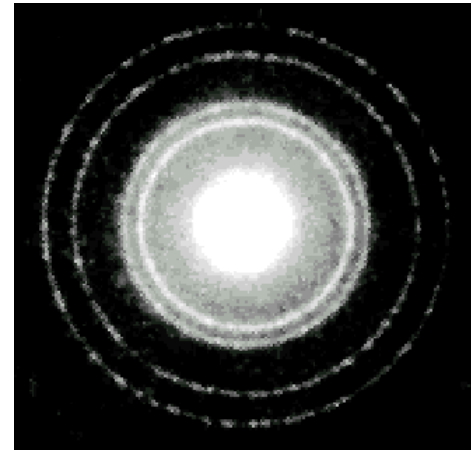
Die Entdeckung der Materiewellen

$$\lambda = h/p$$

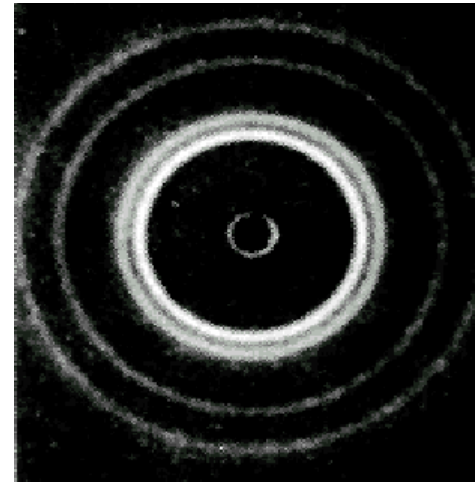


Louis de Broglie (1923)

Nachweis der Materiewellen durch Elektronenbeugung an Kristallen

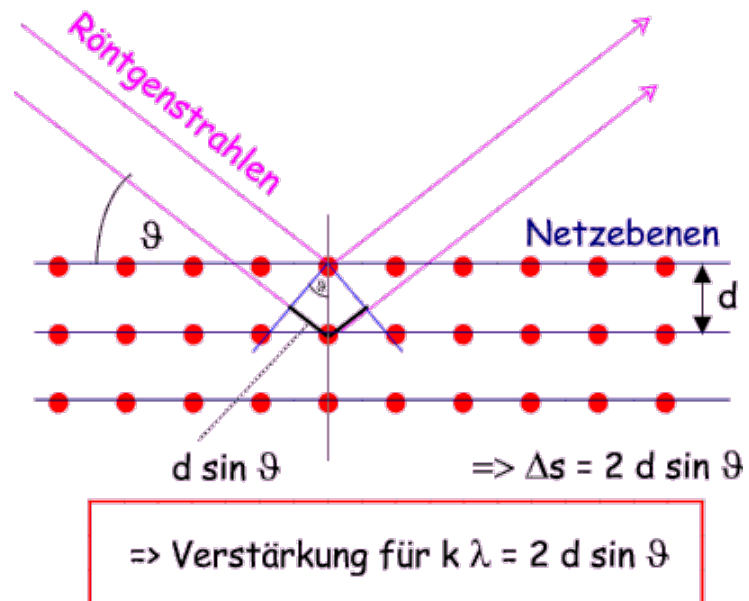


Davisson und Germer (1927)



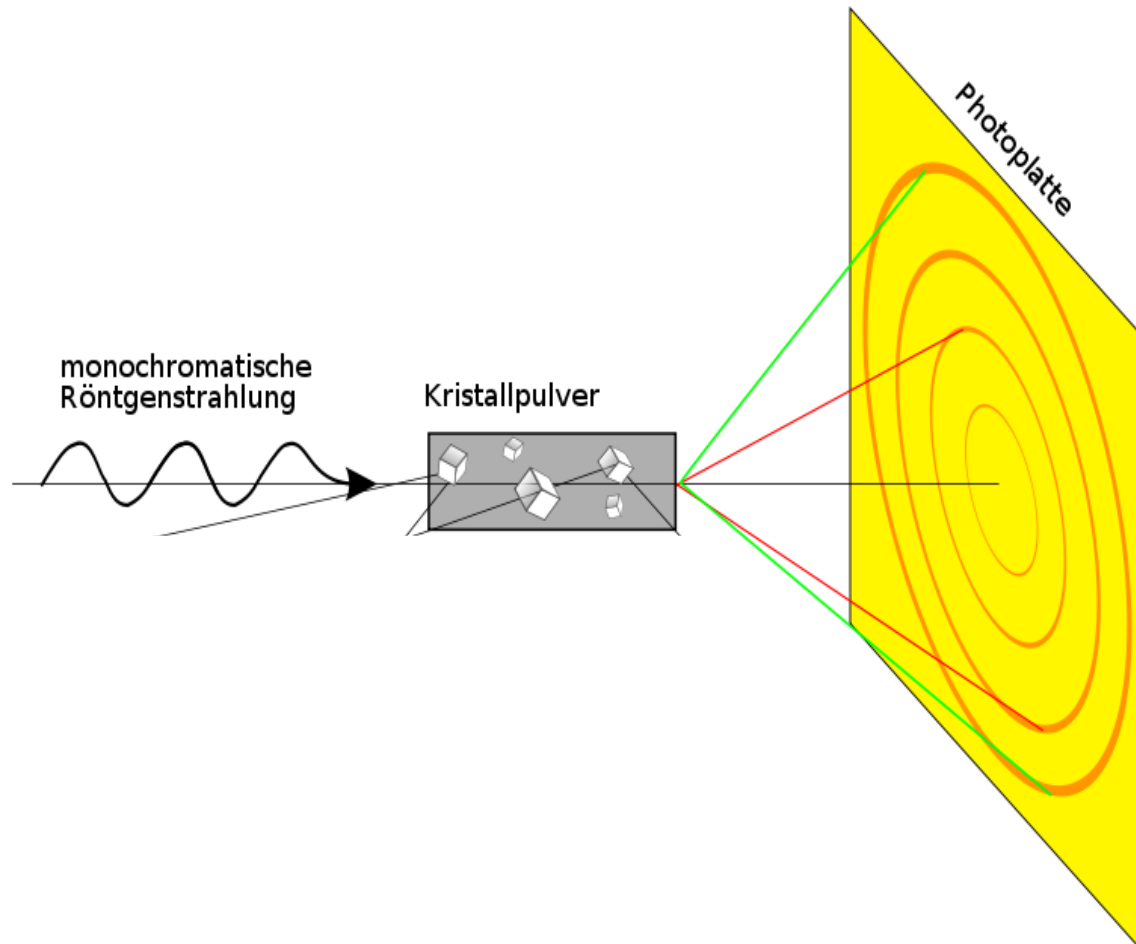
Zum Vergleich:
Beugung mit Röntgenstrahlen

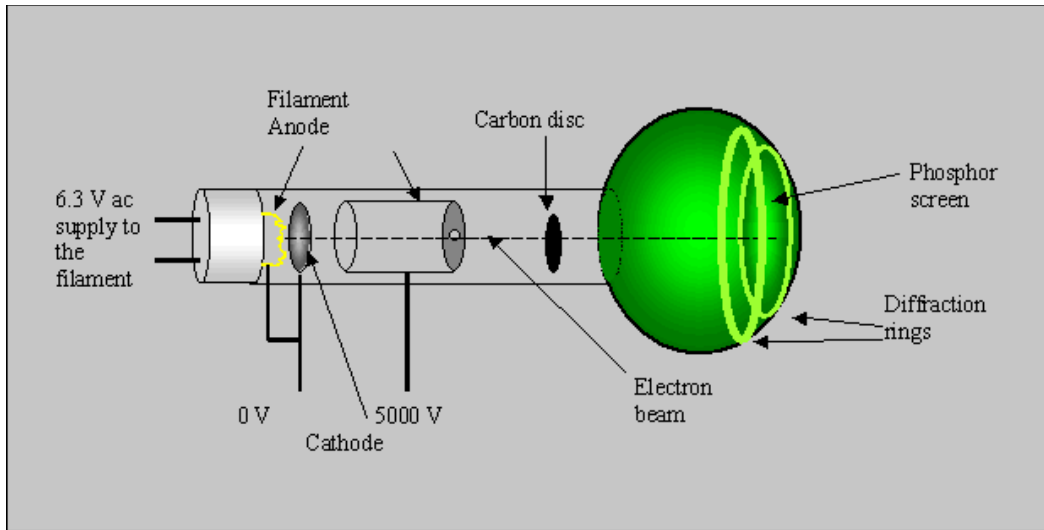
Bragg-Reflexion



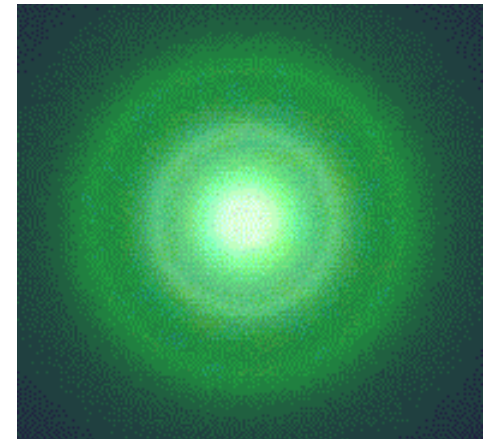
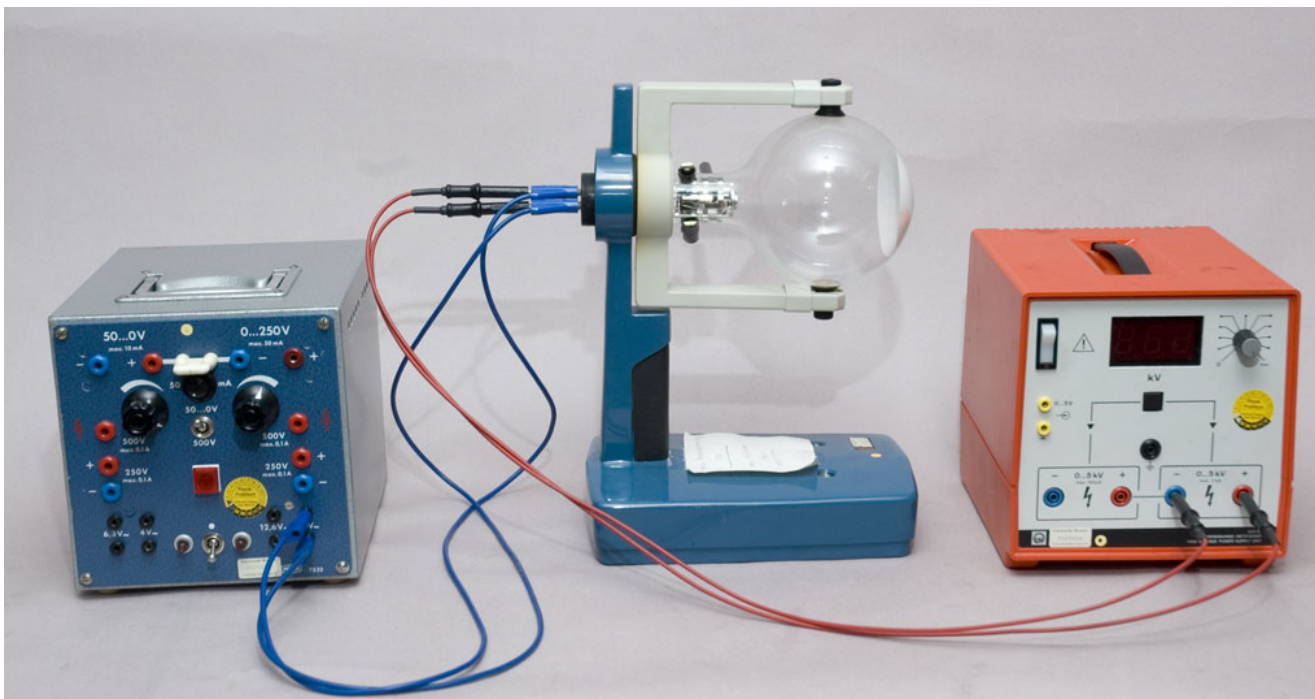
Herleitung der Bragg-Bedingung

Debye-Scherrer-Verfahren

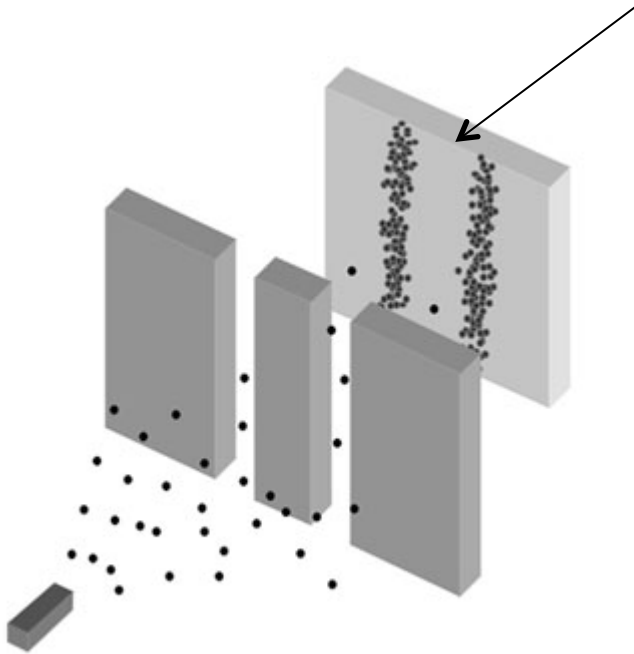




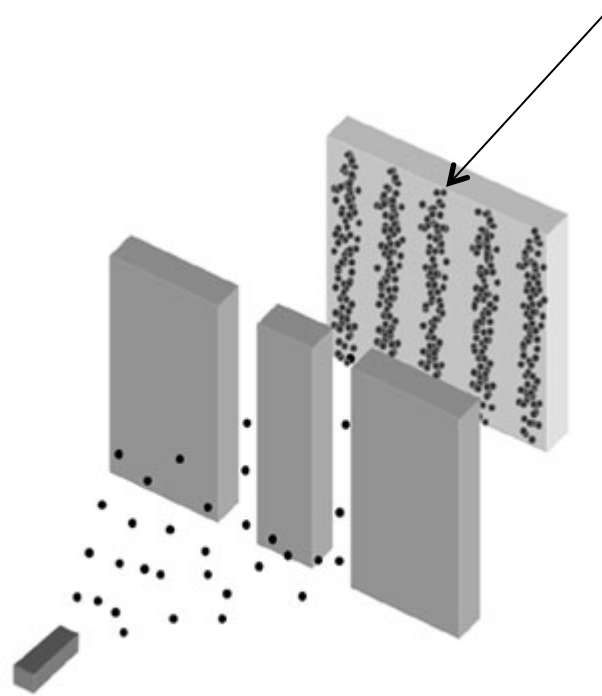
Elektronenbeugung



Doppelspaltexperiment



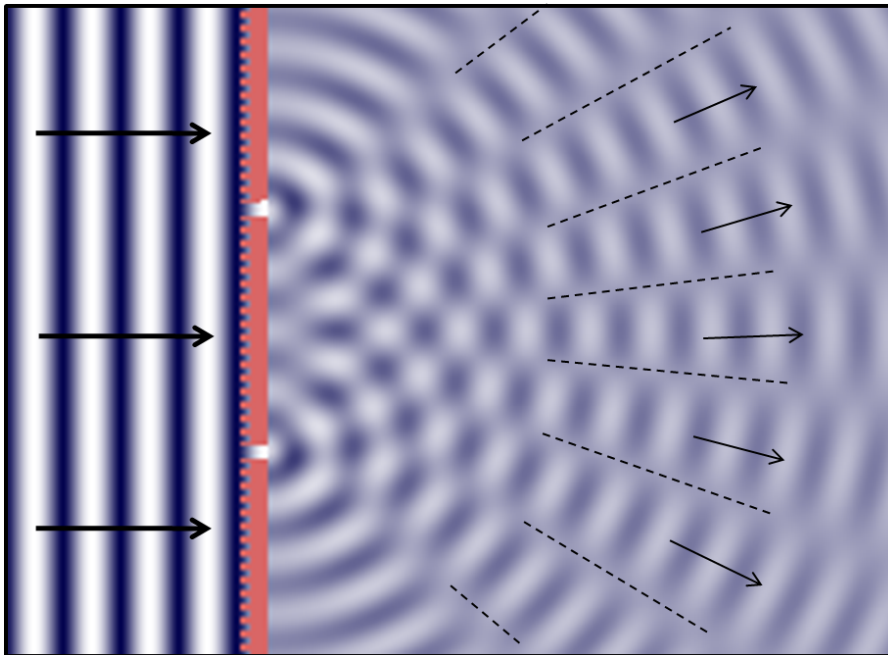
Doppelspaltexperiment mit Teilchen, die der klassischen Physik gehorchen z.B. Schrotkugeln: Zwei Streifen hinter den zwei Spalten und keiner hinter dem Mittelsteg.



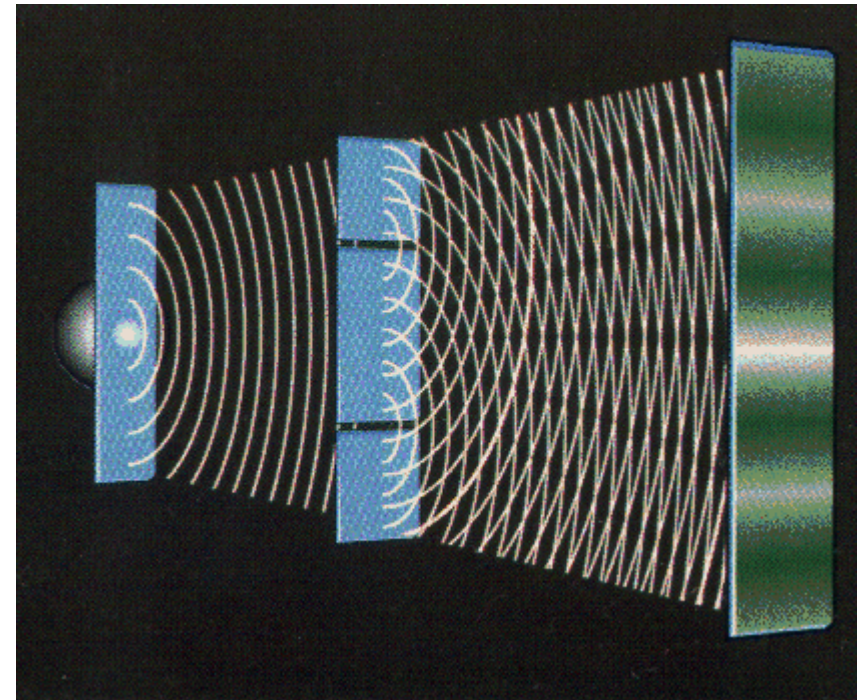
Doppelspaltexperiment mit Teilchen, die der Quantenphysik gehorchen (Elektronen, Atome oder Lichtquanten): Viele Streifen, von denen einer direkt hinter dem Mittelsteg liegt.

Doppelspaltexperiment mit Wasserwellen

Reales Experiment



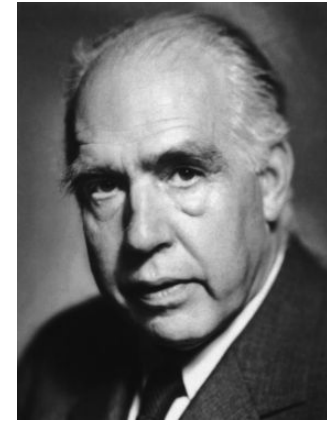
Schematische Darstellung



Wasserwellen kommen von links, treten durch zwei Spalte und erzeugen dort zwei Kugelwellen, die sich in dem Raum hinter den Spalten ausbreiten. Dabei „interferieren“ die beiden Kugelwellen, d.h. trifft ein Wellental auf ein Wellenberg, so löschen sie sich aus. Treffen zwei Berge oder zwei Täler aufeinander, so führt es zu Verstärkung.

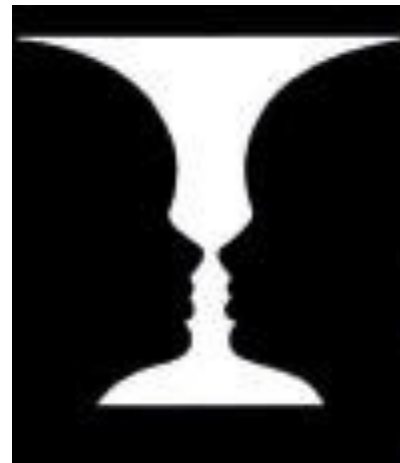
Die Bohrsche Deutung des Welle-Teilchen Dualismus mithilfe des Konzepts der Komplementarität

Komplementarität: zu einer gegebenen Zeit ist immer nur eine Eigenschaft des Elektrons sichtbar, **entweder** sein Wellencharakter **oder** sein Teilchencharakter.



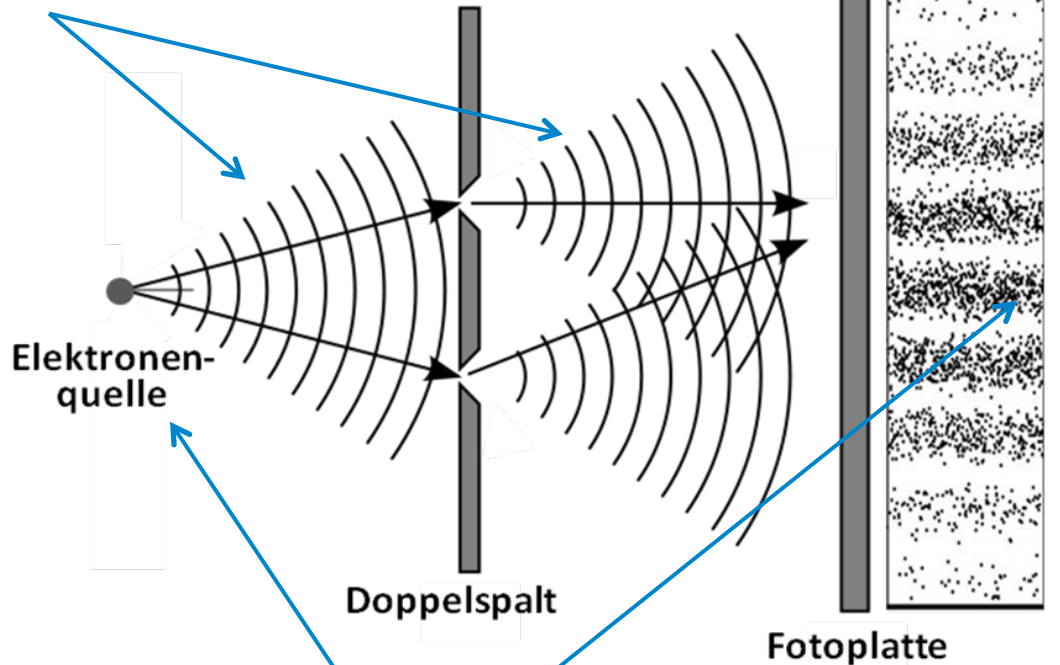
Niels Bohr
1885 - 1962

Versuch der Veranschaulichung des Begriffs Komplementarität anhand eines Vexierbildes



Das Doppelspaltexperiment in der Deutung der Bohrschen Komplementarität

Elektronen bewegen sich als
Welle



Die winzigen
Punkte auf der
Fotoplatte sind die
Einschlagpunkte
der Teilchen

Elektronen beginnen und enden als Teilchen

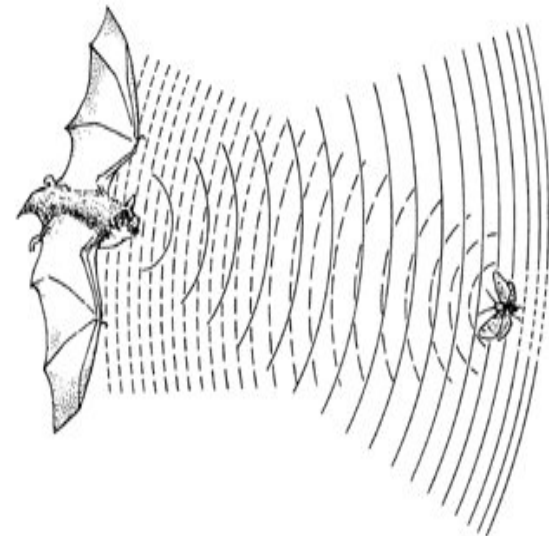
Die de Brogliesche Deutung des Welle-Teilchen Dualismus mit der Vorstellung der Führungswelle

Die beiden Eigenschaften des Elektrons, Welle **und** Teilchen, sind immer gleichzeitig vorhanden. Die Welle „führt“ das Teilchen über die „Quantenkraft“.

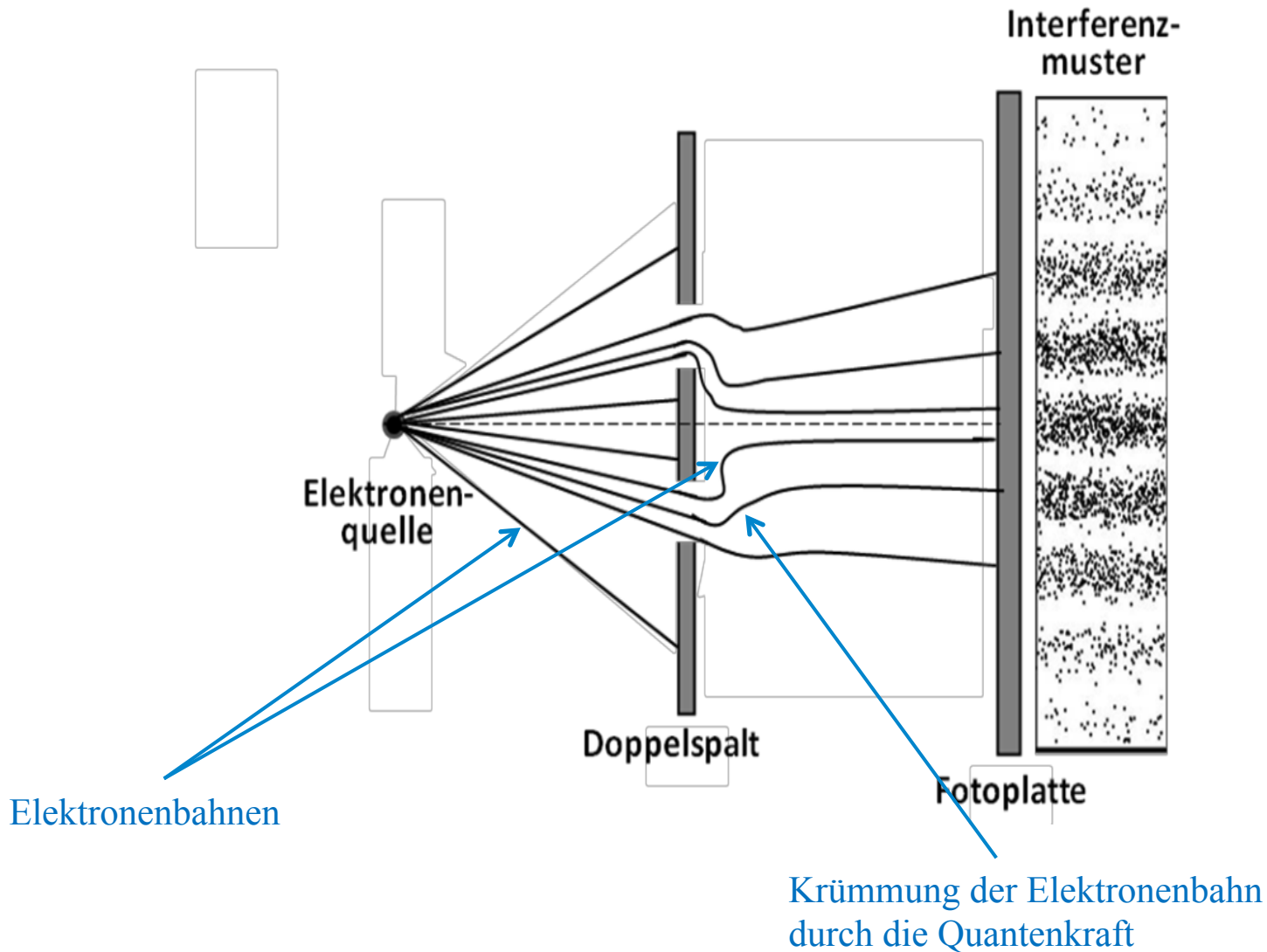


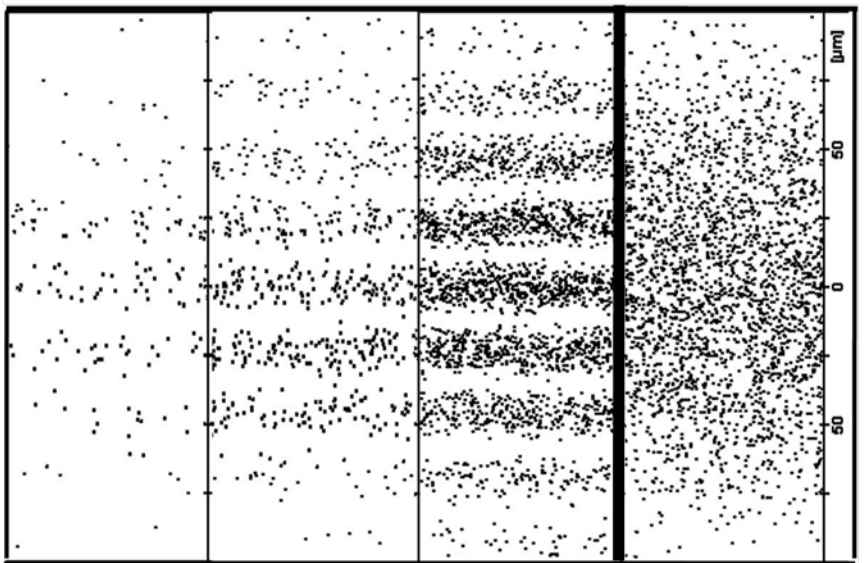
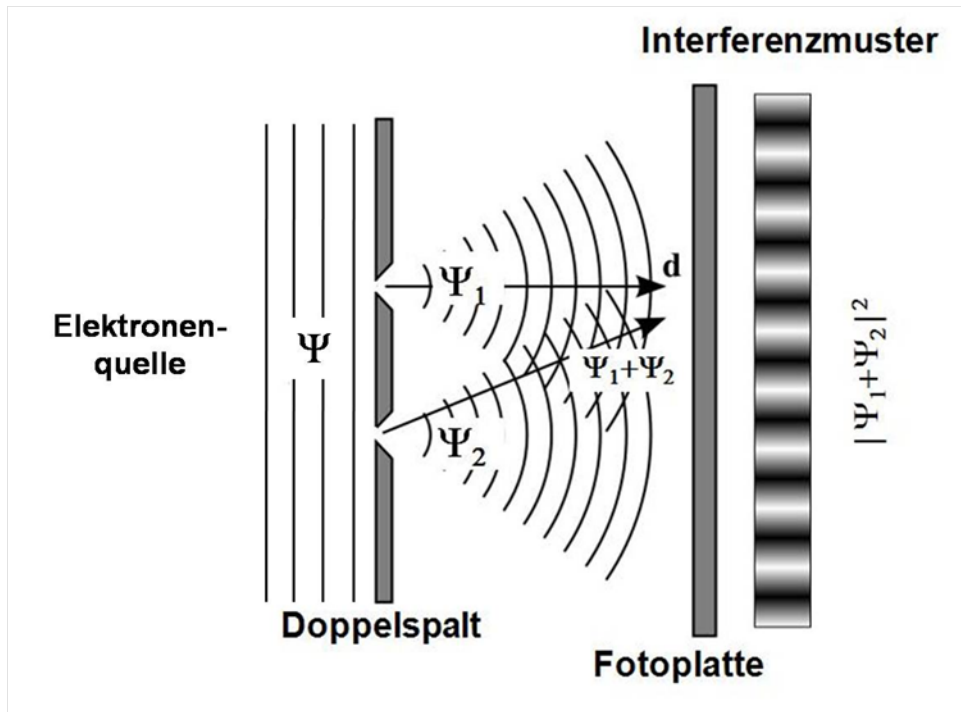
Louis de
Broglie
1892 - 1987

Veranschaulichung des Konzepts der Führungswelle anhand des Fluges einer Fledermaus. Sie findet ihre Flugbahn mithilfe von ausgesandten Ultraschallwellen.



Das Doppelspaltexperiment in der Deutung von de Broglie und Bohm





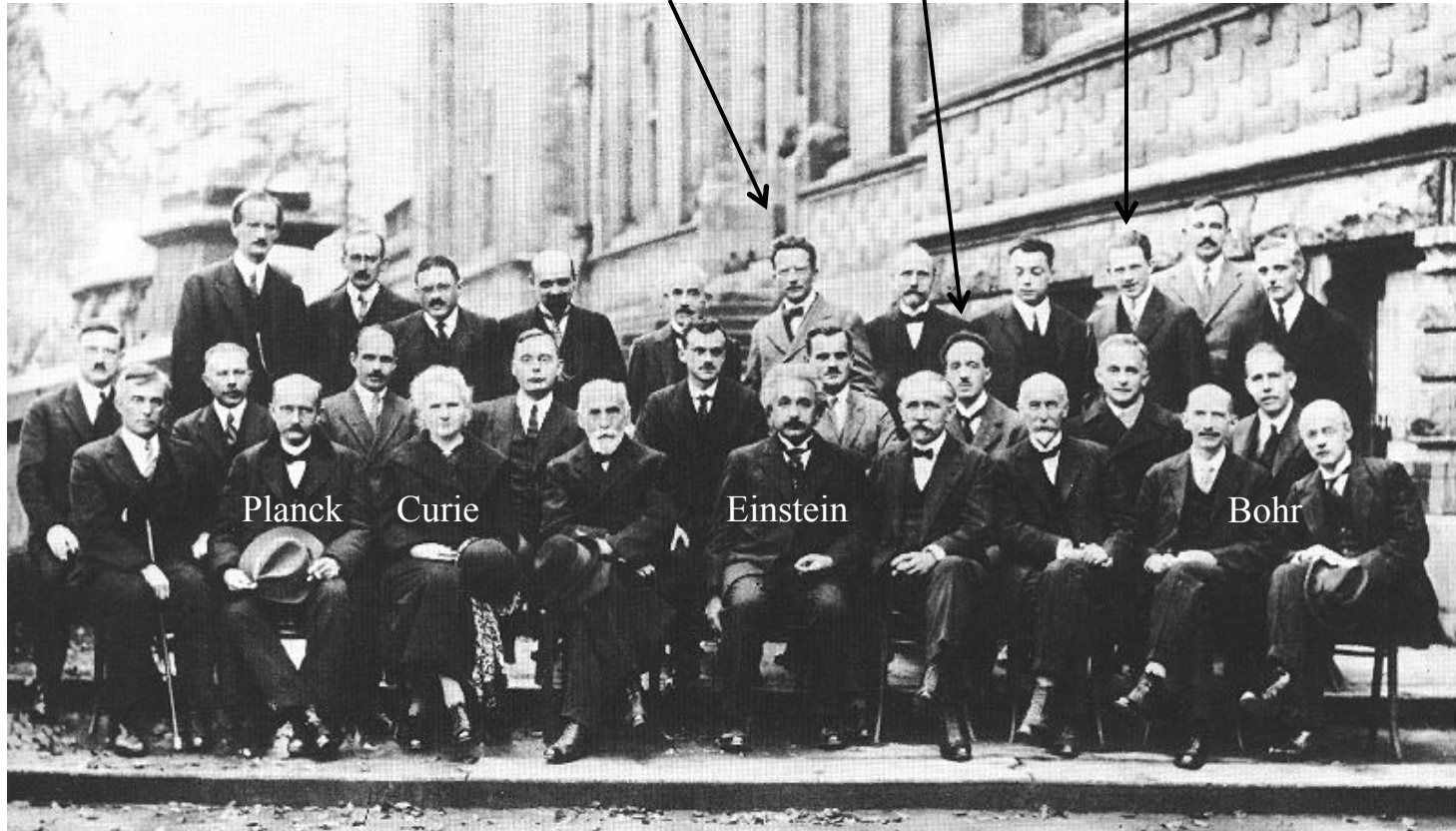
Erwin Schrödinger (1887 – 1961)



- 1887 Geboren in Wien
- 1906 Studium der Mathematik und Physik in Wien
- 1920 Außerplanmäßiger Professor an der Universität Wien
- 1924 Professor an der ETH Zürich
- 1926 Schrödingergleichung
- 1927 Professor in Berlin
- 1933 Emigration nach Oxford
- 1939 Professor in Dublin
- 1961 Tod in Wien

Die Solvay-Konferenz von 1927

Schrödinger de Broglie Heisenberg



A. PICCARD E. HENRIOT P. EHRENFEST Ed. HERZEN Th. DE DONDER E. SCHRÖDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BAILLOUIN
P. DEBYE M. KNILÖSEN W.L. BRAGG H.A. KRAMERS P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON L. de BROGLIE M. BORN N. BOHR
I. LANGMUIR M. PLANCK Mme CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGEVIN Ch.E. GUYE C.T.R. WILSON O.W. RICHARDSON

Einladung *11. I. 1933.*
zum Würstl - Abend am Sonnabend, dem ~~4.~~ Februar

Ihr wisst, wir haben Euch versprochen
Am 4. wieder Würstl zu kochen !
Wir lieben die Abwechslung, drum zum Beweis
Sind diesmal die Würstl nicht braun, sondern weiss.
Dazu gibt's wie immer Bretzeln und Bier
Und bleiben könnt Ihr bis gegen vier.
Neu ist der Name der Lokalität
Und das ist Ehrenfest's Priorität:
Ihr seid geladen, verehrte Damen und Herrn
In die Cunostrasse ins Hotel $\Psi\Psi^*$.

Berlin, 22. Januar 1933.

U.A.w.g.

K. u. g. g. = Kartensie werden gerne gesehen!

ps. Seid bitte nicht böse über die Verschiebung, wir wissen wie unbequem das ist, aber es ging nicht, da wir soeben erfahren, dass am 4. das Semesterfest der Mapha ist. Hoffentlich könnt Ihr auch am 11. kommen !

Anmerkung für Anna u. Langgards Ψ = ist ein griechischer Buchstabe und heißt "Psi" und $\Psi\Psi^$ ("Psi Psi Stern") ist ein Teil aus der berühmten geschriebenen Schrödingerschen Gleichung.*



Schrödingers Einladung zu einem Würstlabend und Plancks Antwort

Berlin, Grunewald, 30. 1. 33.

Wenn Ihr Euch wirklich nicht scheut,
einzuladen solch alte Leut,
so wird auch das Ehepaar Planck
bei Euch erscheinen mit vielem Dank.
Denn wir kommen ja so gern
in das moderne Hotel $\Psi\Psi^*$.

Berlin-Grunewald, 30.1.33

Wenn Ihr Euch wirklich nicht scheut,
einzuladen solch alte Leut,
so wird auch das Ehepaar Planck
bei Euch erscheinen mit vielem Dank.
Denn wir kommen ja so gern
in das moderne Hotel $\Psi\Psi^*$.