

Physik III Atom- und Quantenphysik

Kapitel 4: Quantenstruktur der Atome

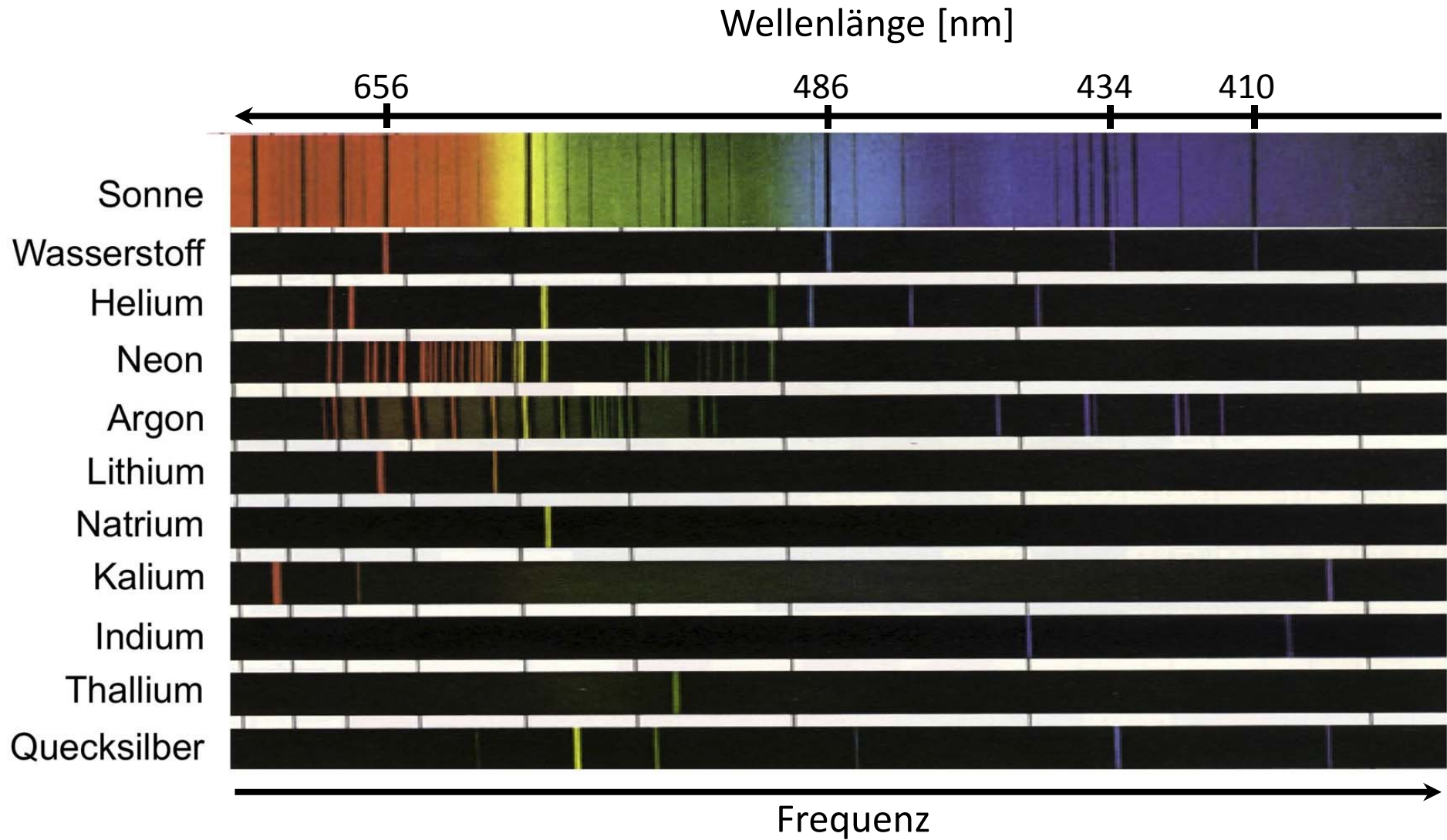
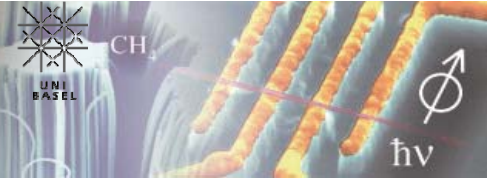


Prof. Dr. Christian Schönenberger
www.nanoelectronics.ch

basierend auf der Vorlesung von
Prof. Dr. Philipp Treutlein
<http://atom.physik.unibas.ch>

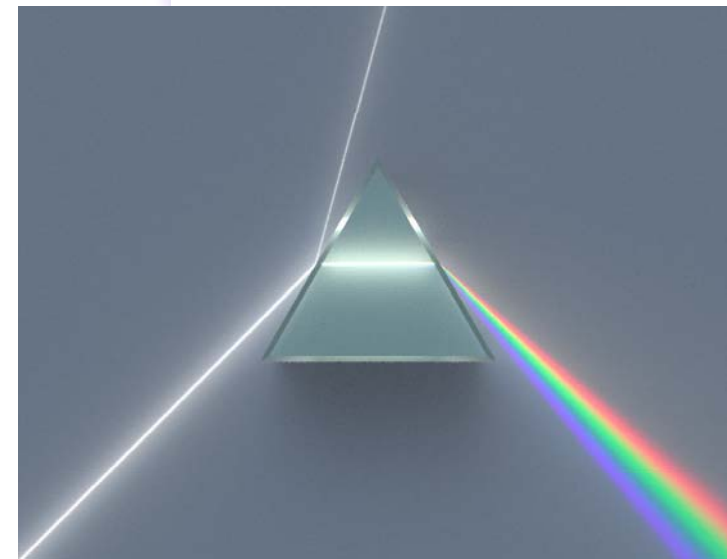
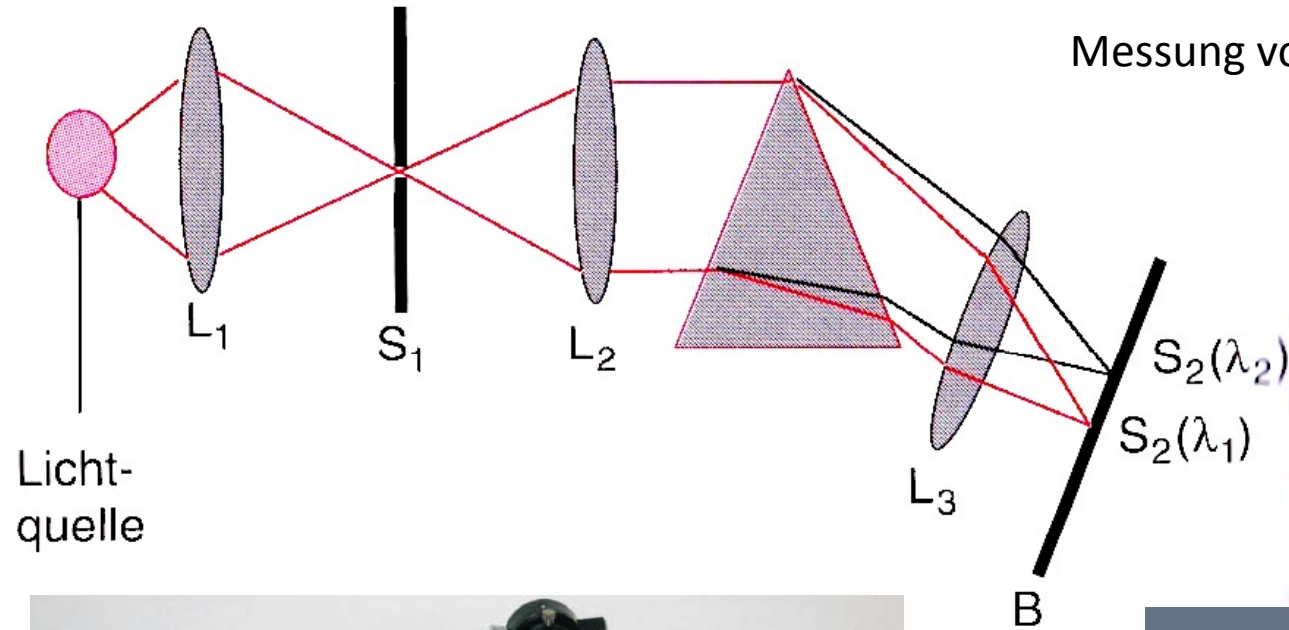
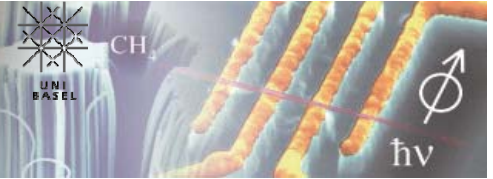
Atomare Spektren

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



Prismenspektrometer

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



Wikipedia

Gitterspektrometer

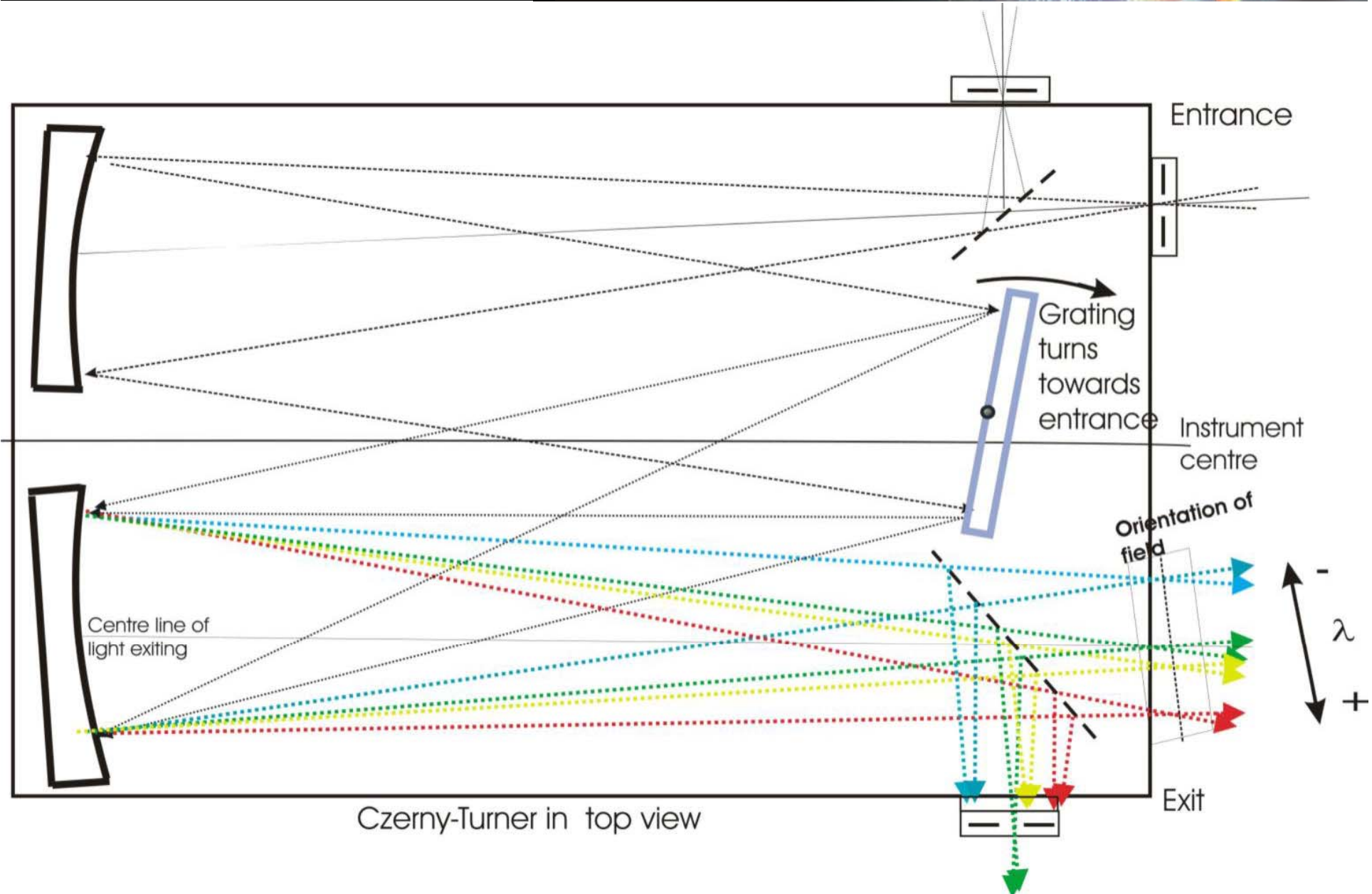
Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



CH

UNI
BASEL

$h\nu$



Gitterspektrometer / -monochromator

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch

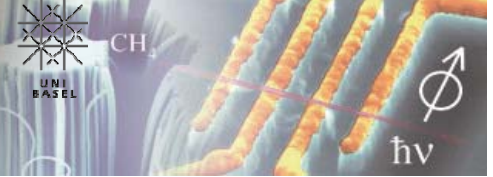


klassisches Gitterspektrometer / Monochromator von Horiba

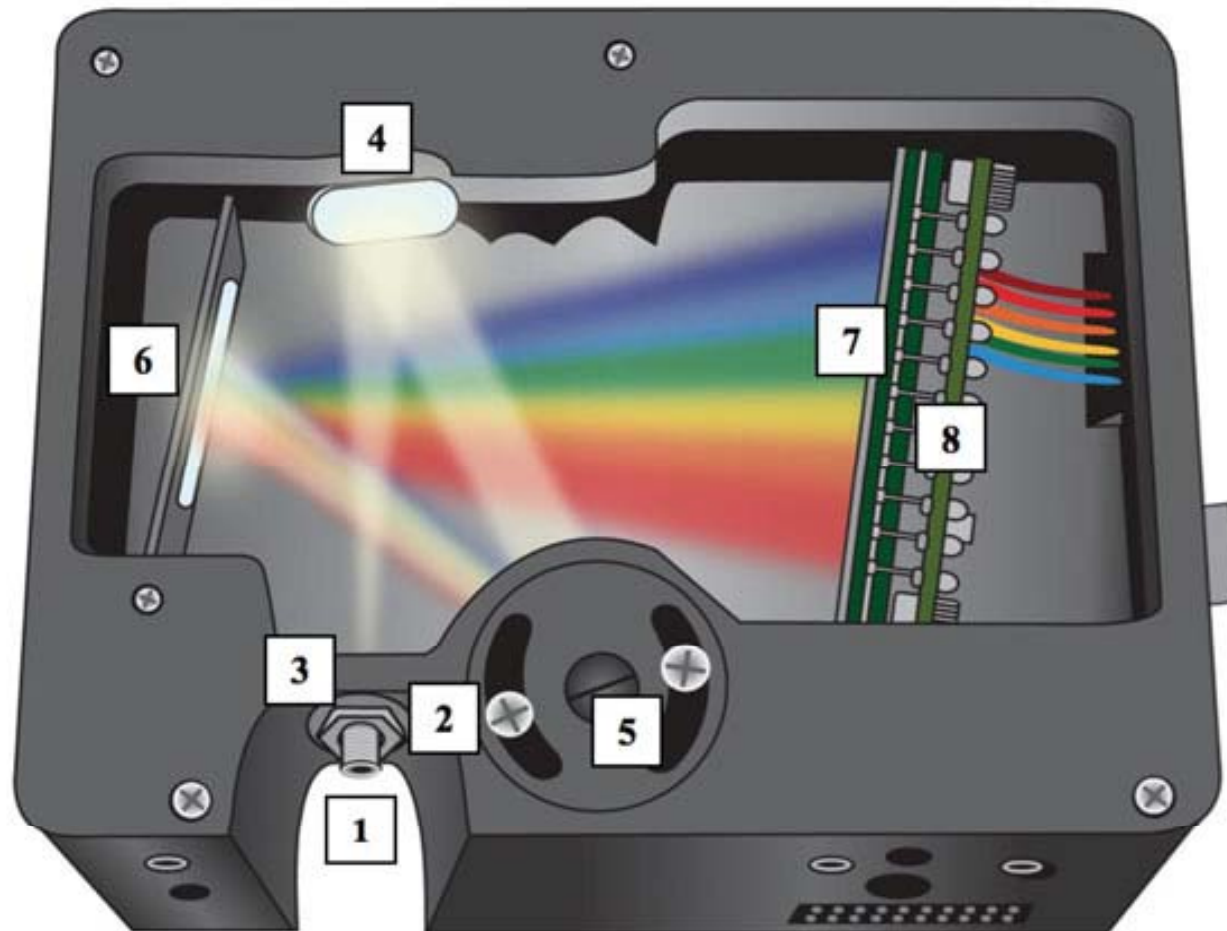


Gitterspektrometer

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



kompaktes Spektrometer mit Glasfasereinlass und CCD-Array



Raman Mikroskop

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch

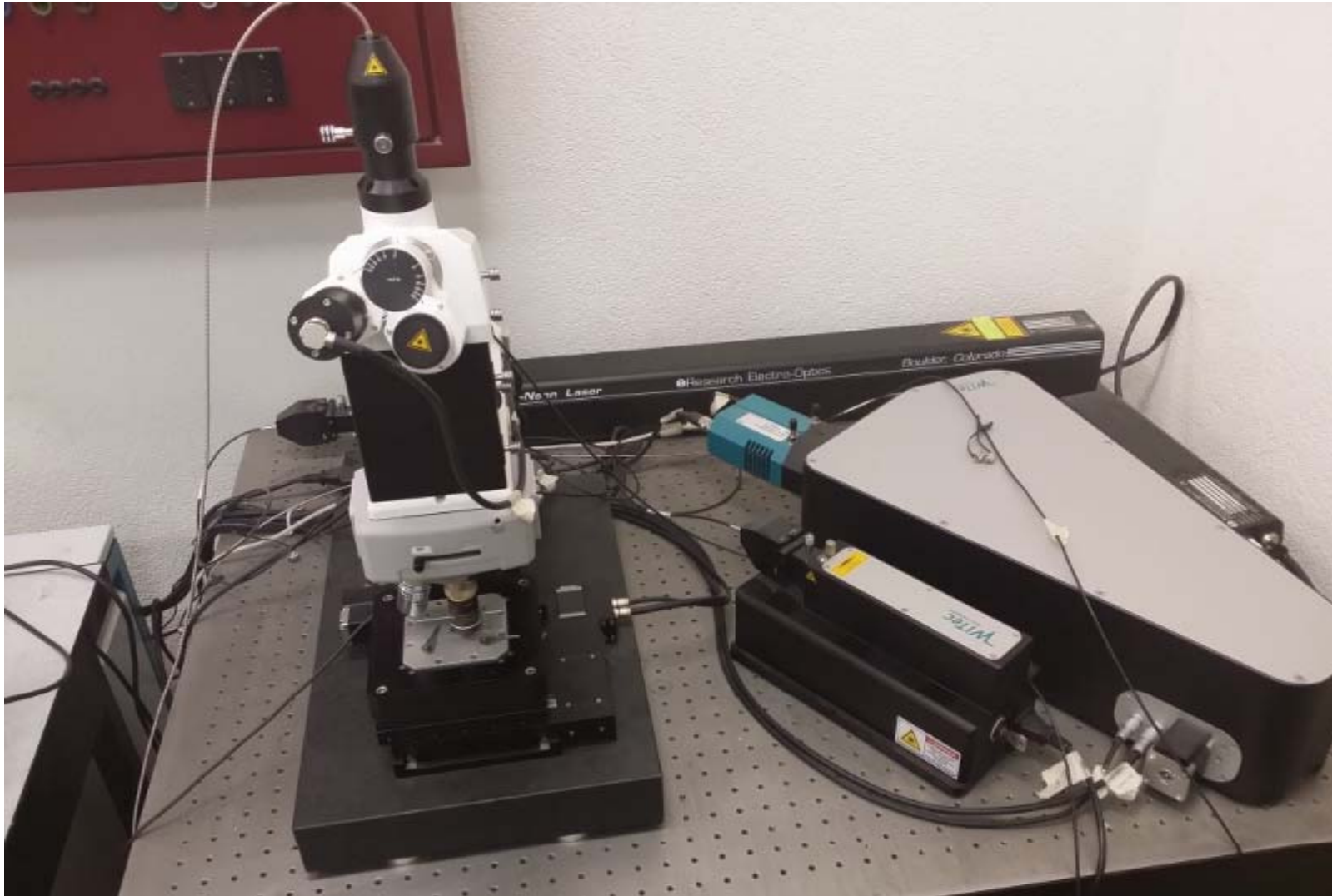


CH

UNI
BASEL



$\hbar\nu$

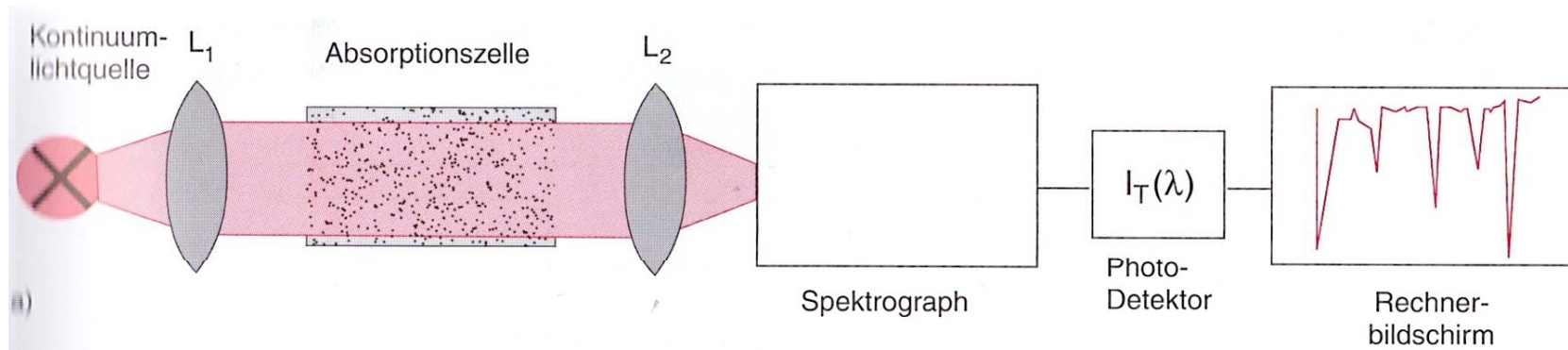


Absorptionsspektroskopie

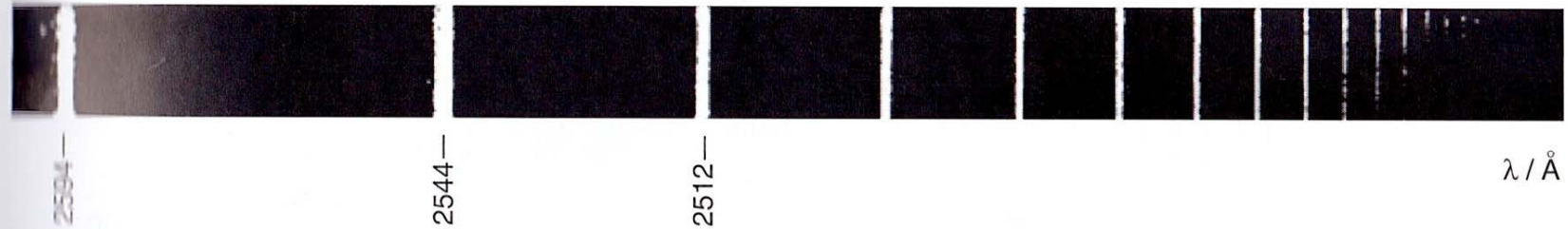
Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



CH

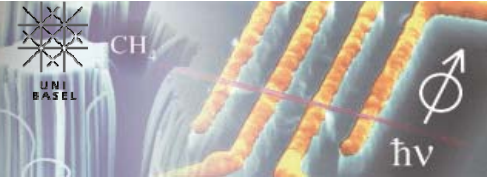


Absorptionsspektrum von Na



Spektrum des H-Atoms

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



Johann Jakob Balmer
(1825-1898)
Privatdozent an der
Uni Basel



H₂-Entladungsröhre



V. Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs; von J. J. Balmer.

(Aus den Verhandl. d. Naturforsch. Ges. zu Basel, Bd. 7, p. 548, mitgeteilt vom Hrn. Verfasser.)

Ausgehend von den Messungen von H. W. Vogel und Huggins über die ultravioletten Linien des Wasserstoff spectrums habe ich versucht, eine Gleichung aufzusuchen, welche die Wellenlängen der verschiedenen Linien in befriedigender Weise ausdrückt, ich wurde dazu durch die Aufmunterung von Hrn. Prof. E. Hagenbach ermuthigt. Die sehr genauen Messungen Angström's der vier Wasserstofflinien ermöglichten es, für deren Wellenlängen einen gemeinschaftlichen Factor aufzusuchen, der zu den Wellenlängen in möglichst einfachen Zahlenverhältnissen stand. So gelangte ich denn allmählich zu einer Formel, welche wenigstens für diese vier Linien als Ausdruck eines Gesetzes gelten kann, durch welches deren Wellenlängen mit einer überraschenden Genauigkeit dargestellt werden. Der gemeinschaftliche Factor für diese Formel ist, wie er sich aus den Angström'schen Bestimmungen ableitet:

$$\left(h = 3645,6 \frac{\text{mm}}{10^7} \right).$$

$$\lambda = h \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

$$n > 2, h = 364.5 \text{ nm} = 4/R_H$$

Wasserstoffspektrum

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch

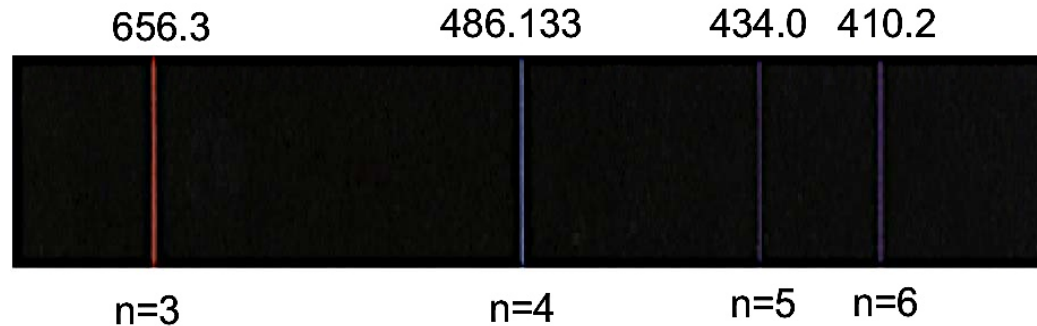


vermessen durch A.J. Ångström (1814-1874)



Johann Jakob Balmer
(1825-1898)

Privatdozent an der Uni Basel



Balmer-Serie ($m = 2, n = 3, 4, 5, \dots$) im sichtbaren Spektrum

Lyman-Serie ($m = 1, n = 2, 3, 4, \dots$) liegt im UV

Paschen-Serie ($m = 3, n = 4, 5, 6, \dots$) liegt im IR

Brackett-Serie ($m = 4, n = 5, 6, 7, \dots$) liegt im IR



Johannes Rydberg
(1854-1919)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

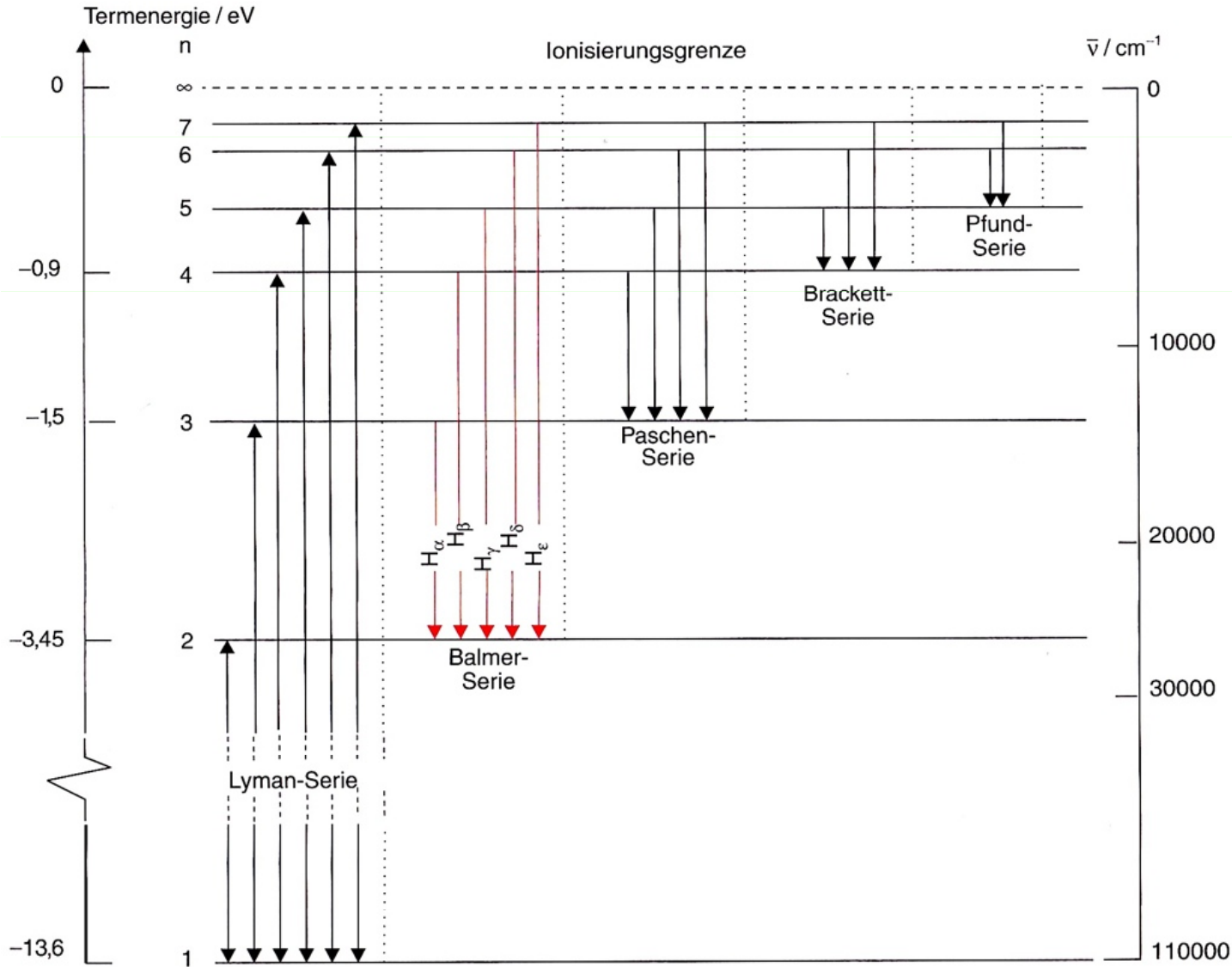
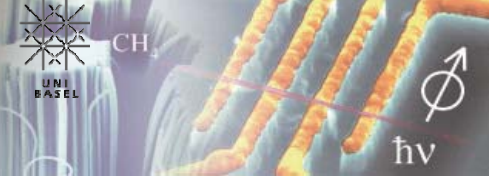
Balmer/Rydberg-Formel

$$R_H = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Rydbergkonstante

Termschema H-Atom

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch



Wellenzahl

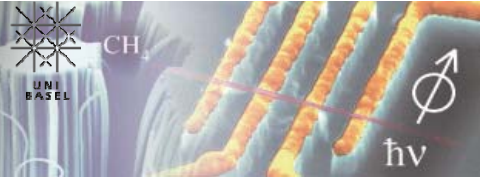
$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

vereinfachtes Termschema ohne Fein- und Hyperfeinstruktur

Demtröder, Abb. 3.37

Bohrsches Atommodell

Schönenberger group www.nanoelectronics.ch

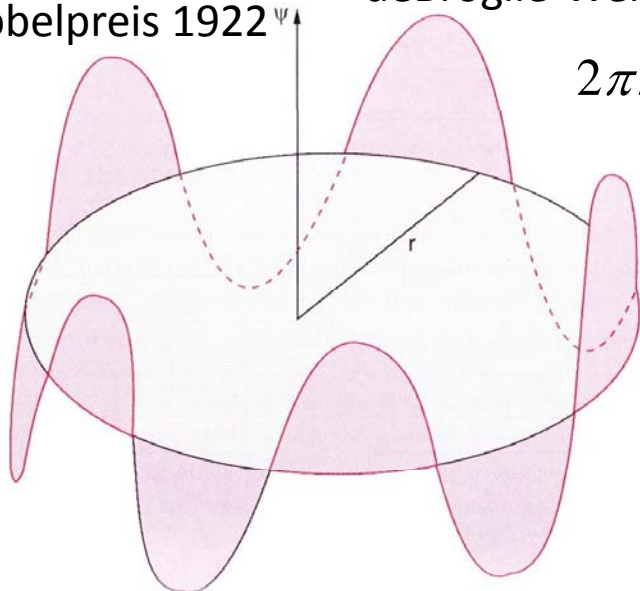


Niels Bohr
(1885-1962)
Nobelpreis 1922

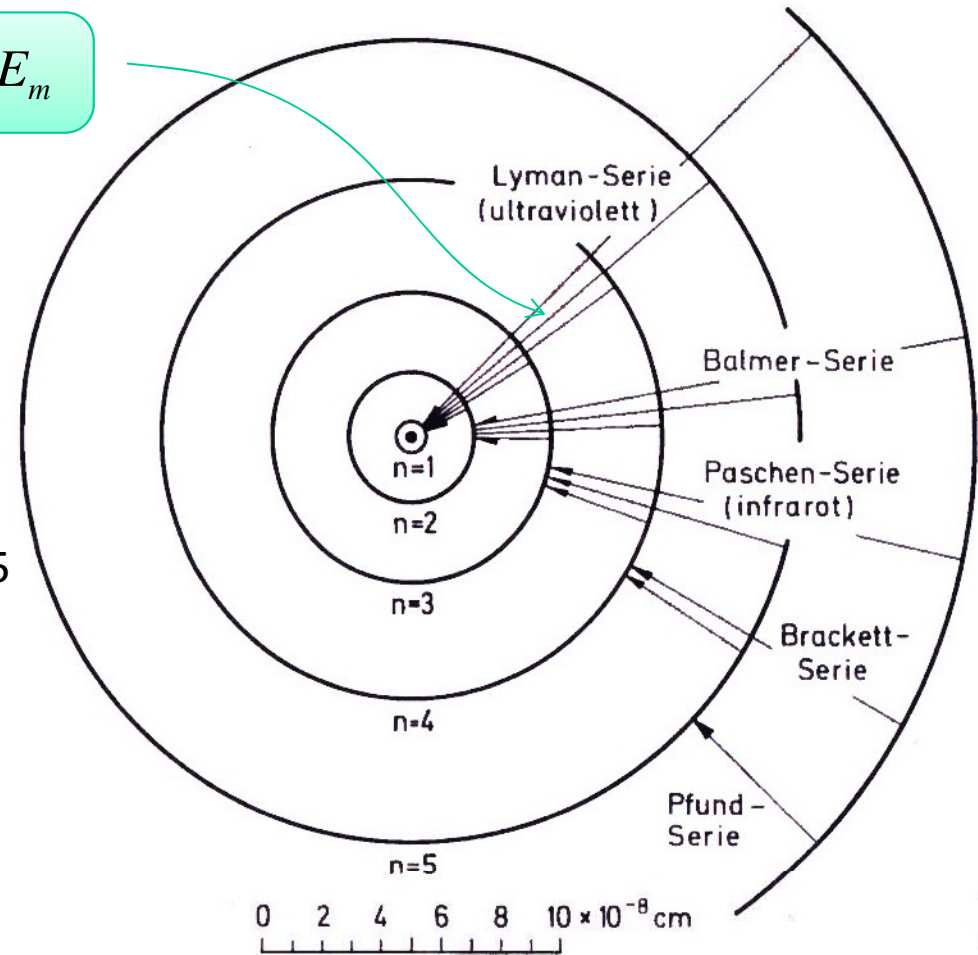
$$h\nu_{n \rightarrow m} = E_n - E_m$$

stehende (stationäre)
deBroglie-Welle mit $n = 5$

$$2\pi r = n \cdot \lambda_{dB}$$

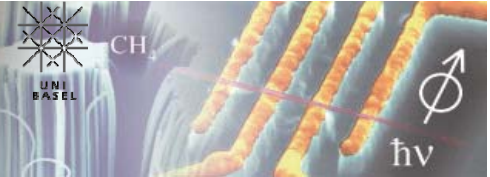


Demtröder, Abb. 3.39

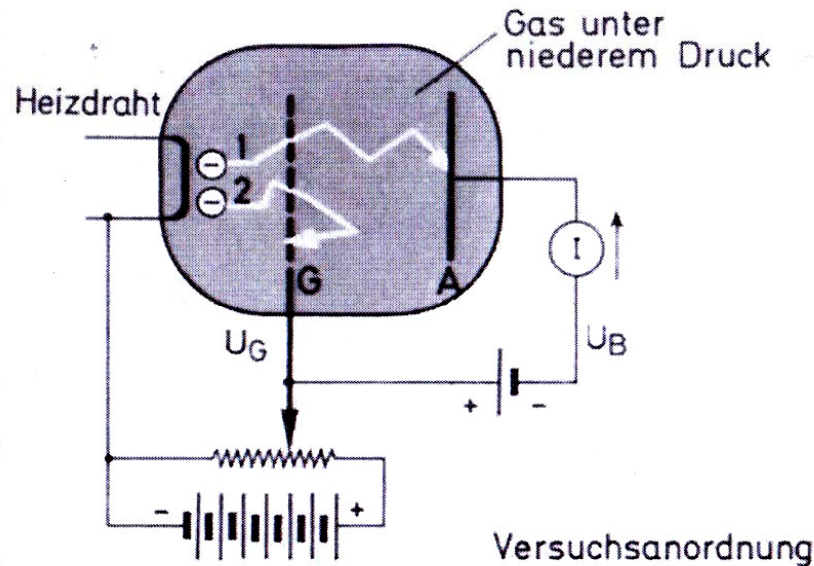


Haken-Wolf, Abb. 8.5

Franck-Hertz Versuch (1913)

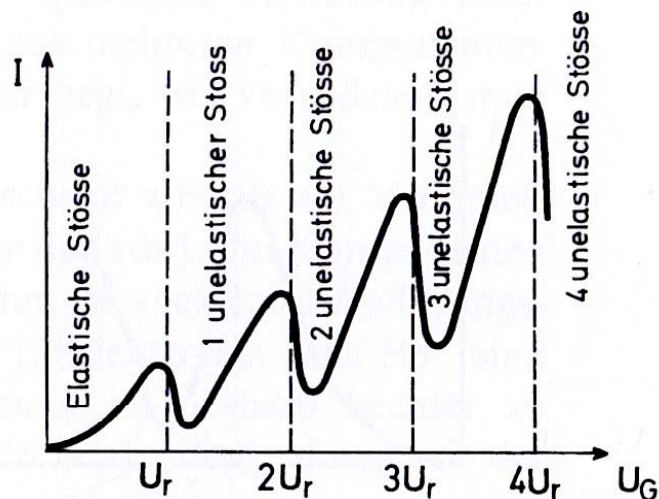


Schönenberger group www.nanoelectronics.ch

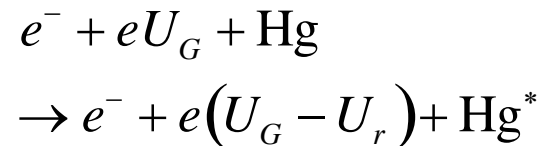


- variable Beschleunigungsspannung U_G
- Bremsspannung $U_B \ll U_G$

Quantisierung der atomaren Energieniveaus nicht nur bei Wechselwirkung mit Licht (Spektren) sondern auch bei Stossprozessen zwischen Elektronen und Atomen



Messkurve



$E = eU_r = \text{Anregungsenergie von Hg}$