

Physik für Studierende der Medizin im 1. Fachsemester

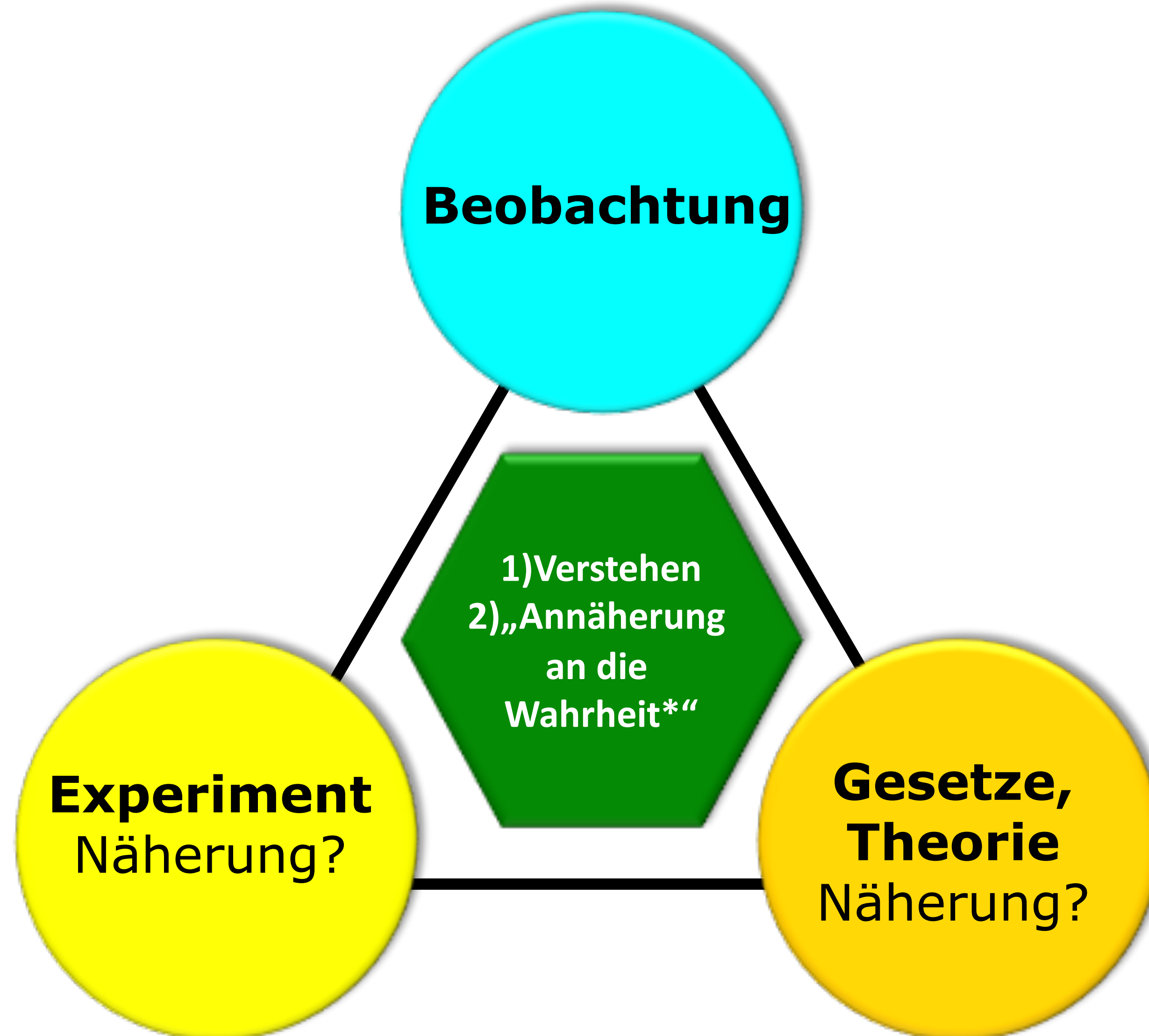
(PFMF-V); 09410100
Dienstag mit Freitag 8.15-9.00

8 Wochen Crashkurs Physik Was bleibt?

am 03.06.2021

Dr. Simon Moser
Lehrstuhl für Exp. Physik IV
Universität Würzburg
simon.moser@physik.uni-wuerzburg.de

Die wissenschaftliche Methode



Bohrs' Teilchen

I. Bohr Postulat

Elektronen dürfen -anders als Planeten- nur auf bestimmten Bahnen kreisen, d.h. es sind nur bestimmte Quantenbahnen erlaubt

Diskreter Bahndrehimpuls:

$$L_n = r_n m v_n = n \cdot \hbar$$

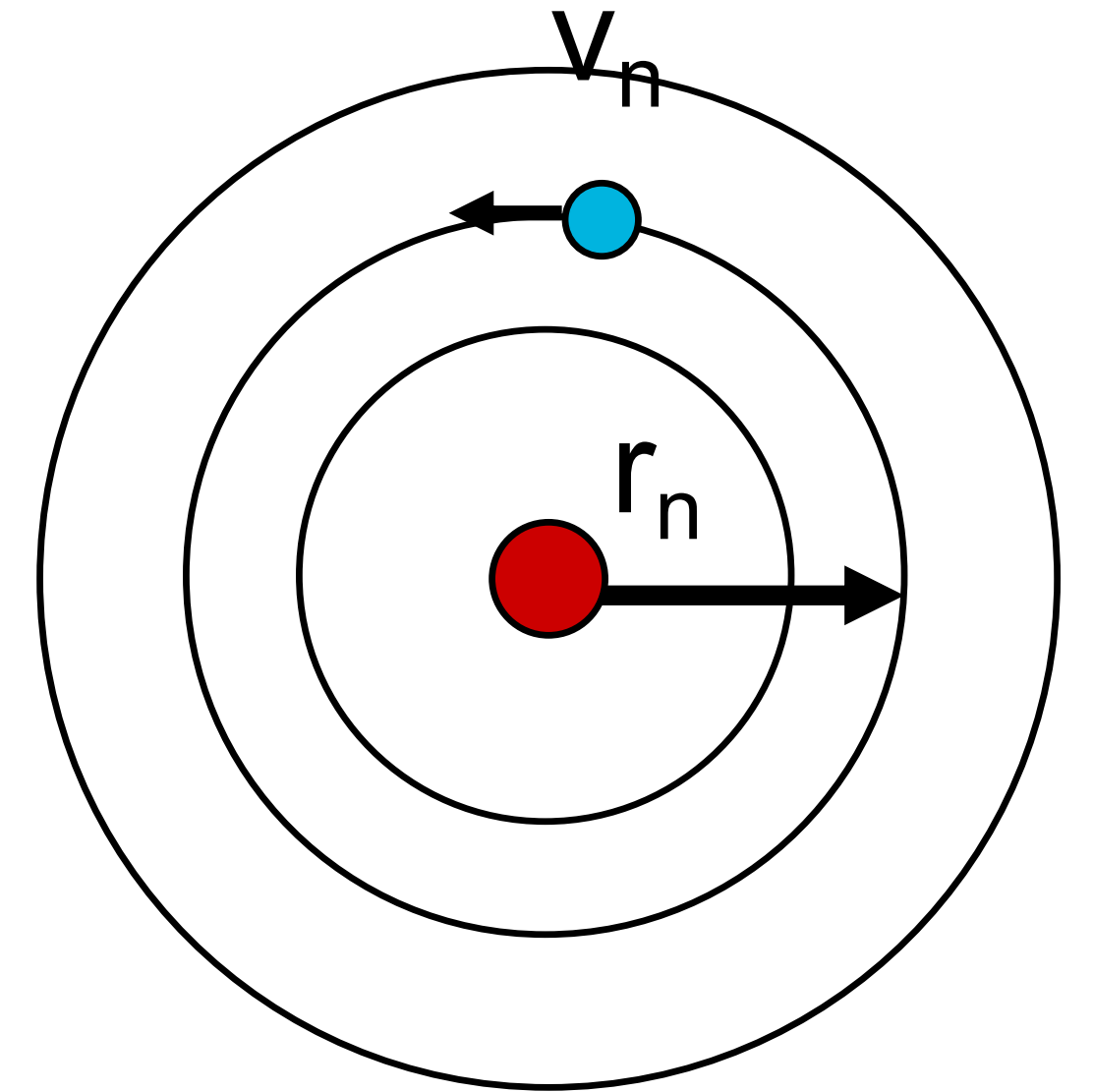
II. Bohr Postulat

Elektronen dürfen auf diesen Kreisbahnen um den Kern nicht strahlen, d.h. sie verlieren auf diesen „stabilen“ Bahnen keine Energie durch Abstrahlung

III. Bohr Postulat

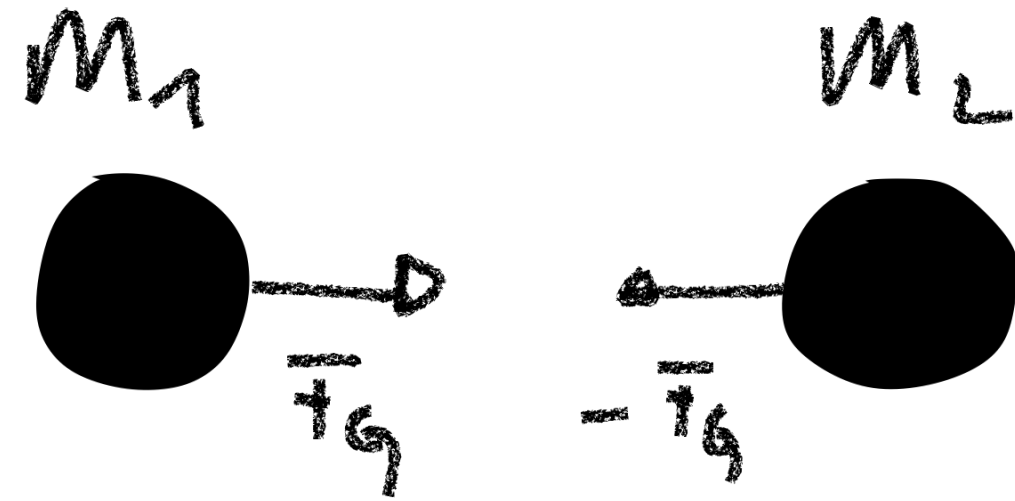
$$E_n - E_m = h\nu$$

Beim Übergang eines Elektrons zwischen den erlaubten Quantenbahnen wird genau ein Photon (Lichtteilchen) emittiert, dessen Energie gerade der Energiedifferenz der beiden Quantenbahnen entspricht



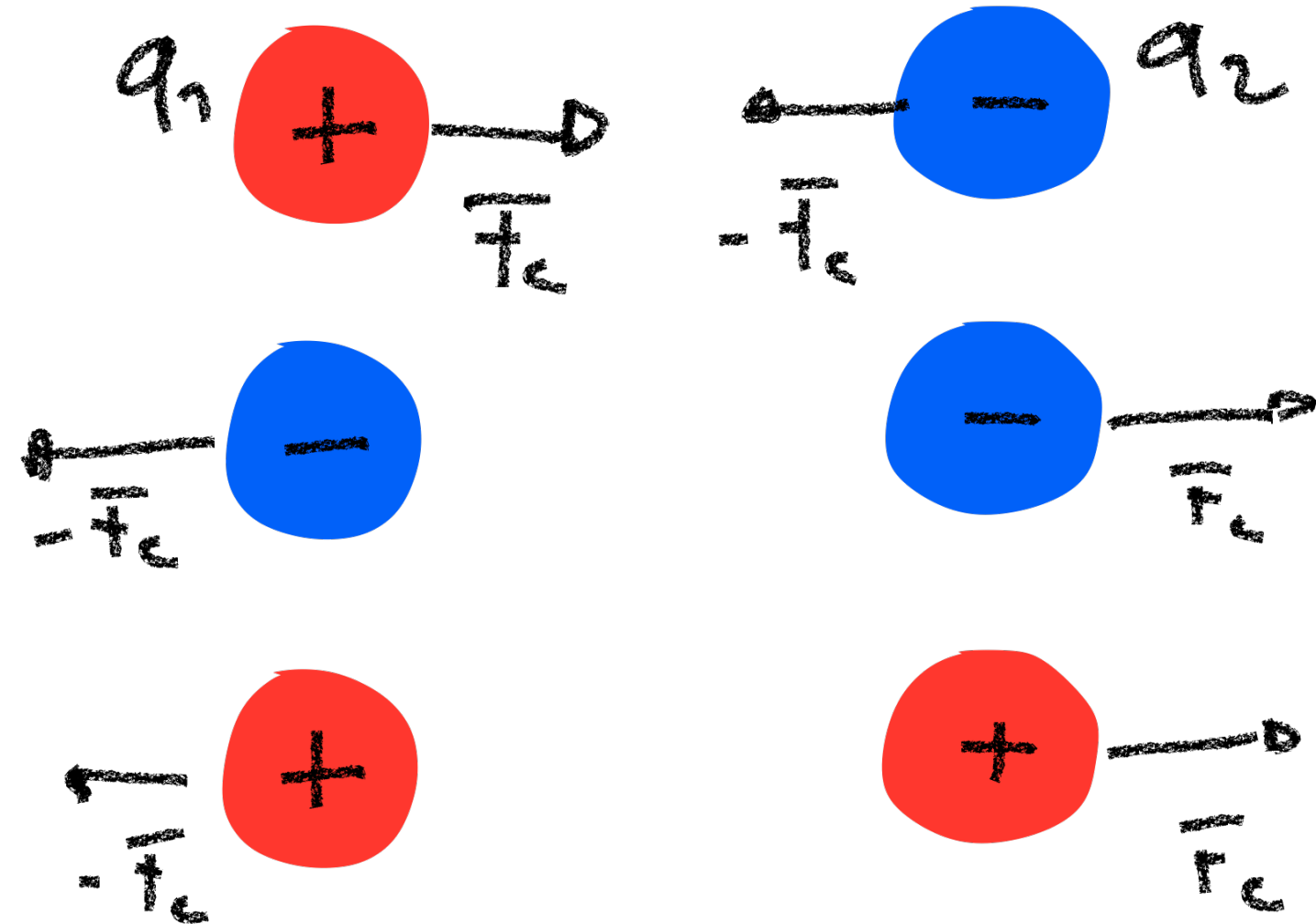
Kräfte

Gravitation



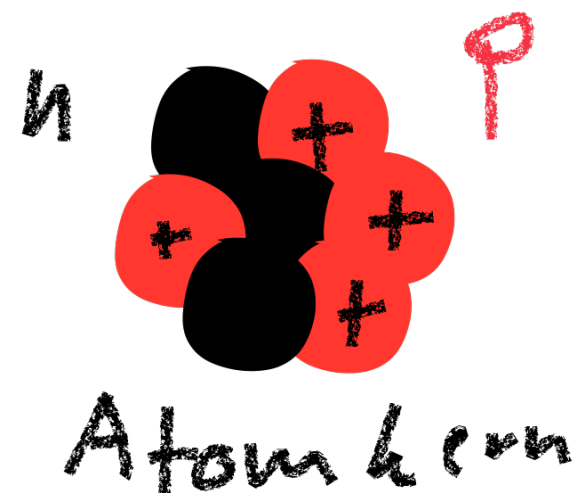
$$\vec{F}_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Coulomb

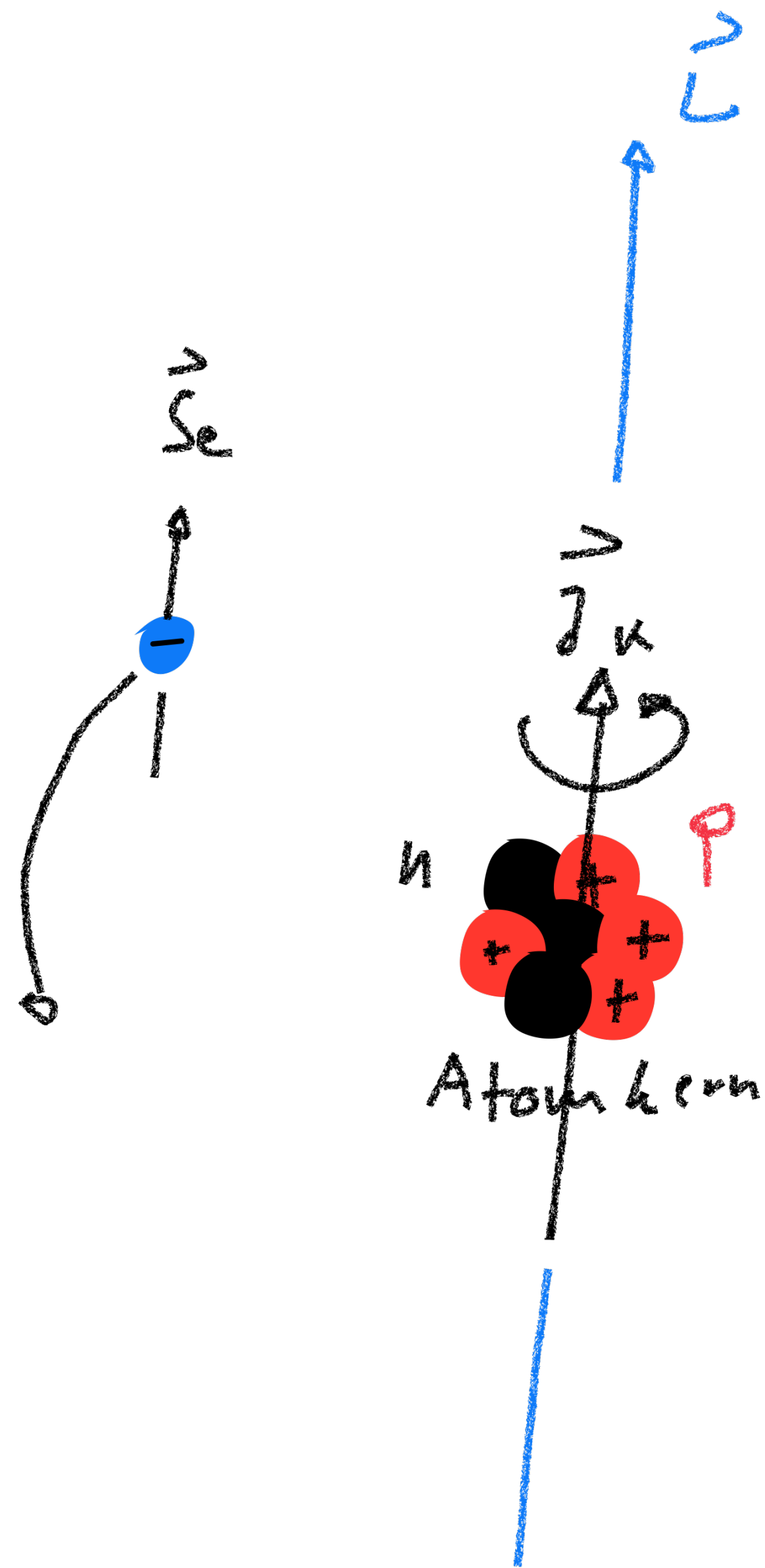


$$\vec{F}_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Starke Kraft:



Wirkt auf Längenskalen von Femtometern (10^{-15} m)



Kräfte

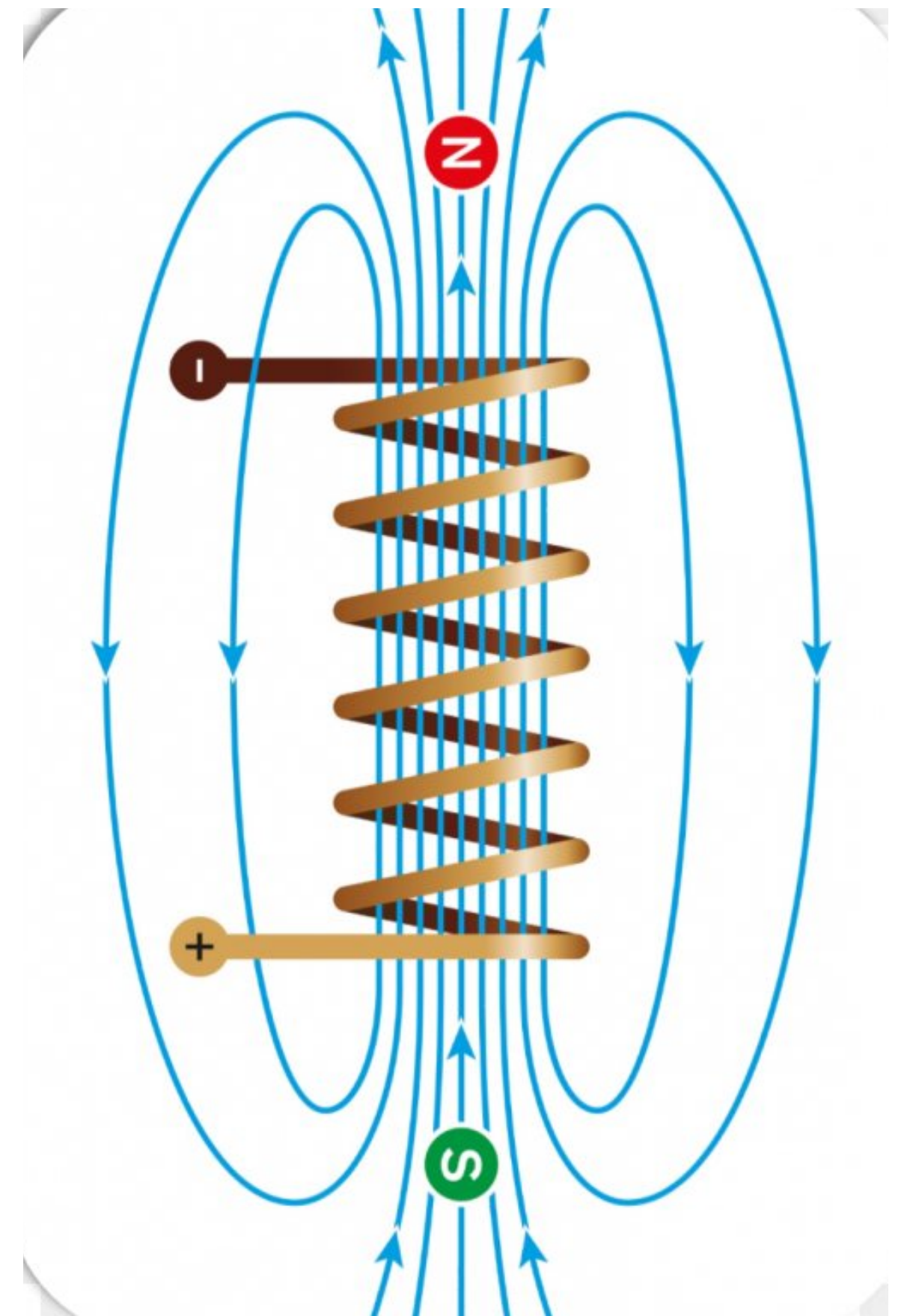
Magnetismus:

$$\vec{\mu}_k = \gamma_k \vec{J}_k$$

$$\vec{\mu}_e = \gamma_e \vec{S}_e$$

$$\vec{\mu}_L = \gamma_L \vec{L}$$

Drehimpuls auf Elementarteilchenebene
führt zu Magnetismus



Newtons' Teilchen Mechanik

I. Newton Axiom (Trägheitsprinzip)

Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung, wenn er nicht durch äußere Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.

Impulserhaltung
 $\vec{p} = m \cdot \vec{v} = \text{const}$

II. Newton Axiom (Aktionsprinzip)

Die Beschleunigung \mathbf{a} , die ein frei beweglicher Körper erfährt ist umgekehrt proportional zu seiner Masse m und direkt proportional zu der auf ihn wirkenden (resultierenden) Kraft \mathbf{F}

$$\vec{F} = \dot{\vec{p}} = m \cdot \vec{a}$$

III. Newton Axiom (Reaktionsprinzip: Actio gleich Reactio)

Wirken zwischen zwei Körpern Kräfte, so ist die Kraft \mathbf{F}_{12} , die der Körper 1 auf den Körper 2 ausübt, dem Betrag nach gleich, der Kraft \mathbf{F}_{21} , die vom Körper 2 auf den Körper 1 wirkt, aber entgegengesetzt groß.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

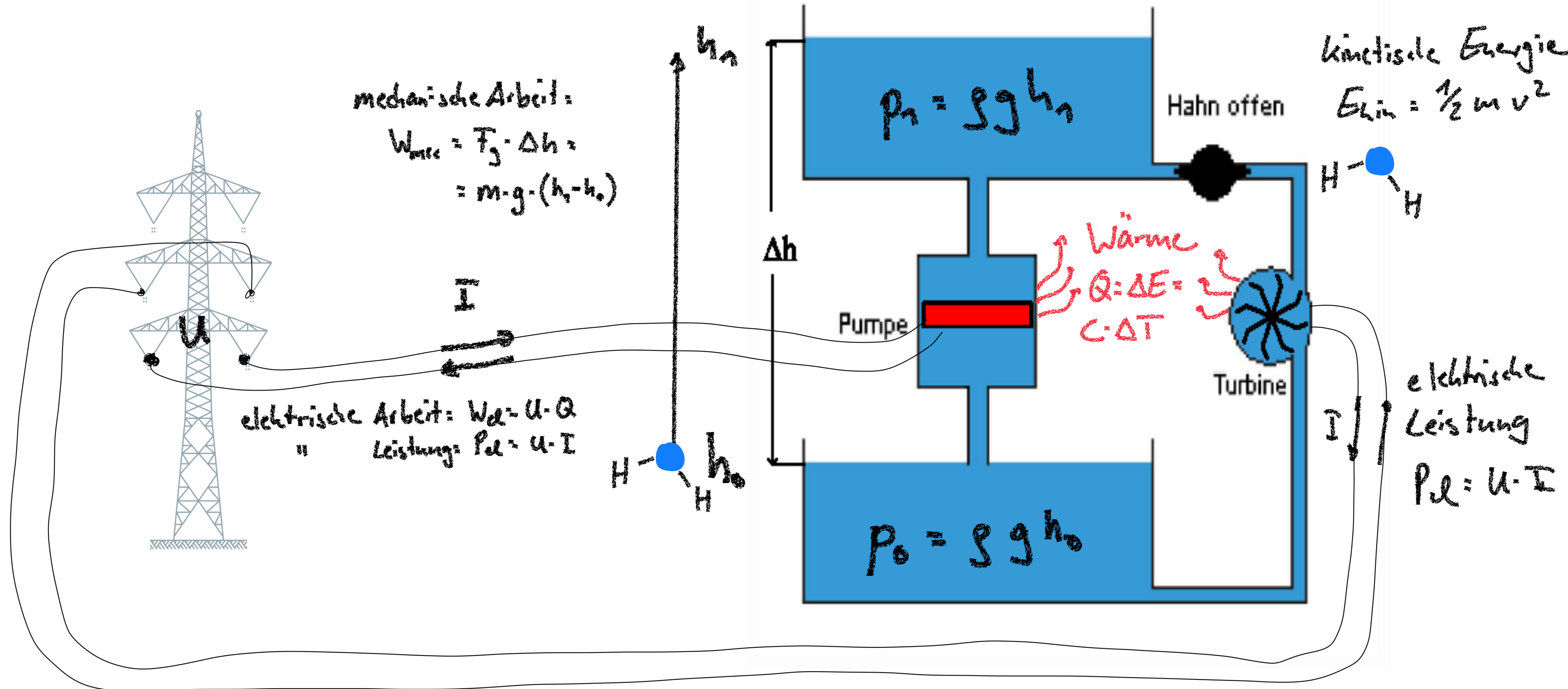
Arbeit & Energieerhaltung

potentielle Energie: $E_{pot} = m \cdot g \cdot (h_1 - h_0)$

mechanische Arbeit:
 $W_{mech} = F_g \cdot \Delta h =$
 $= m \cdot g \cdot (h_1 - h_0)$

elektrische Arbeit: $W_{el} = U \cdot Q$
 " Leistung: $P_{el} = U \cdot I$

kinetische Energie:
 $E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$



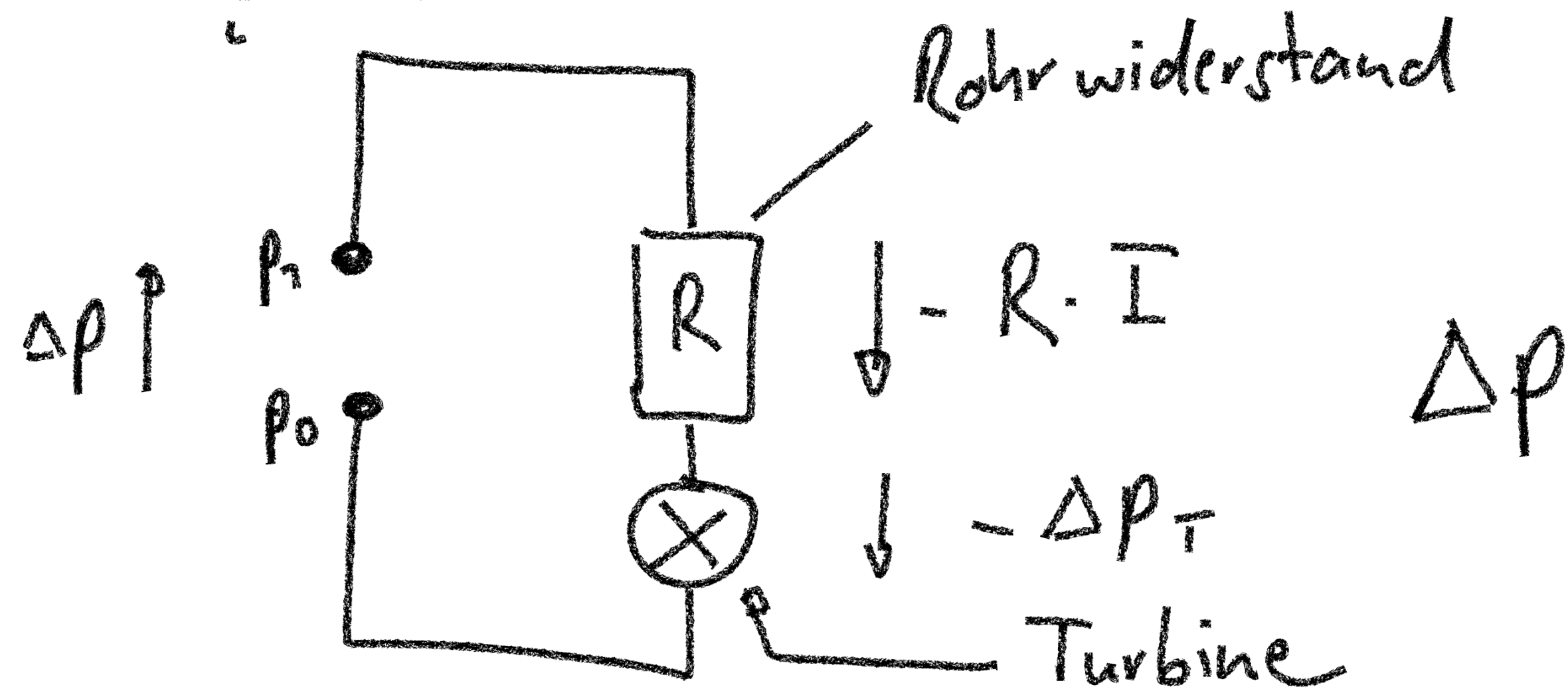
Wärme
 $Q = \Delta E =$
 $C \cdot \Delta T$

elektrische
 Leistung
 $P_{el} = U \cdot I$

Arbeit & Energieerhaltung

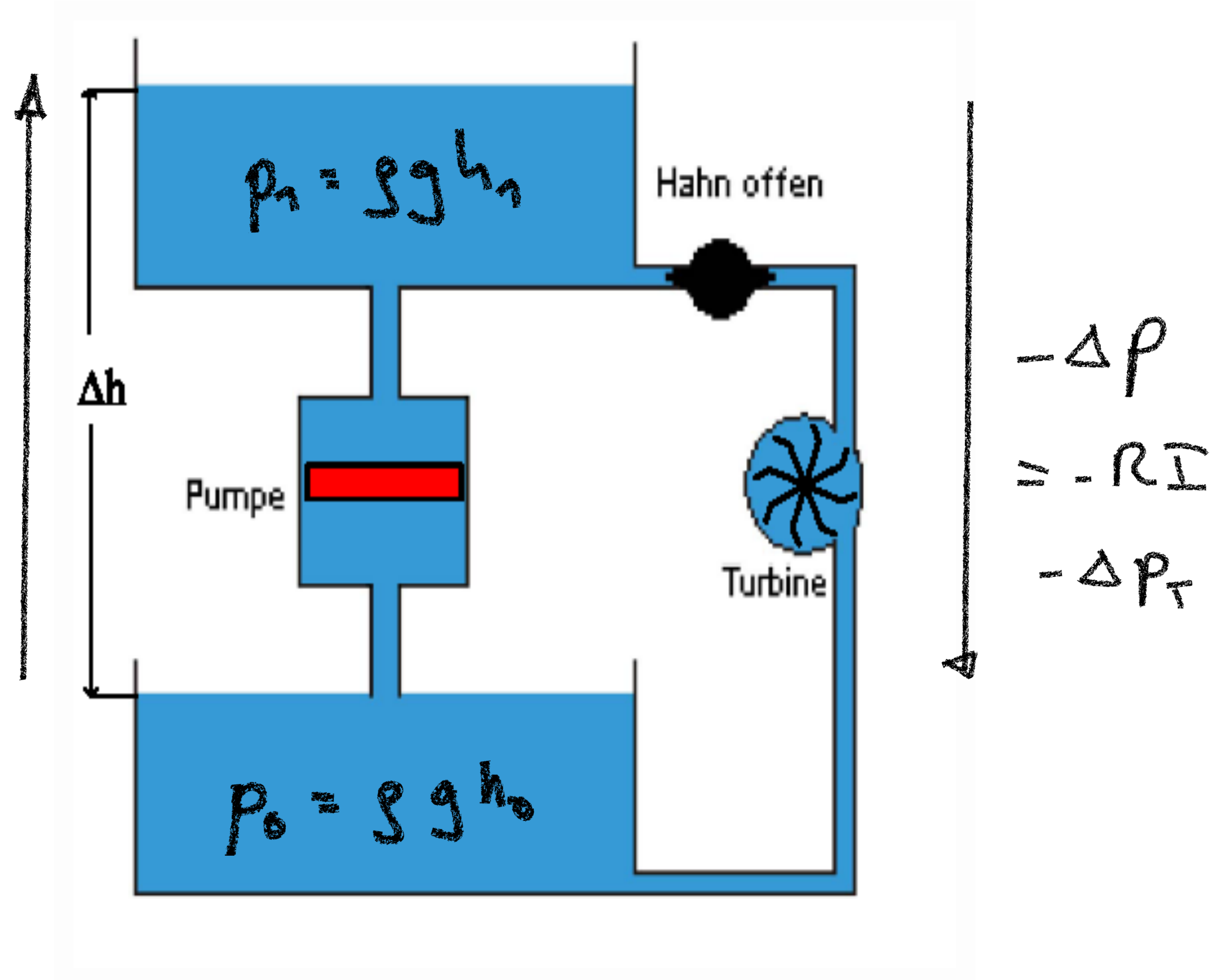
Kirchhoffsche Maschenregel:

$$\sum_i \Delta p_i = 0$$



$$\Delta p - R \cdot I - \Delta p_T = 0$$

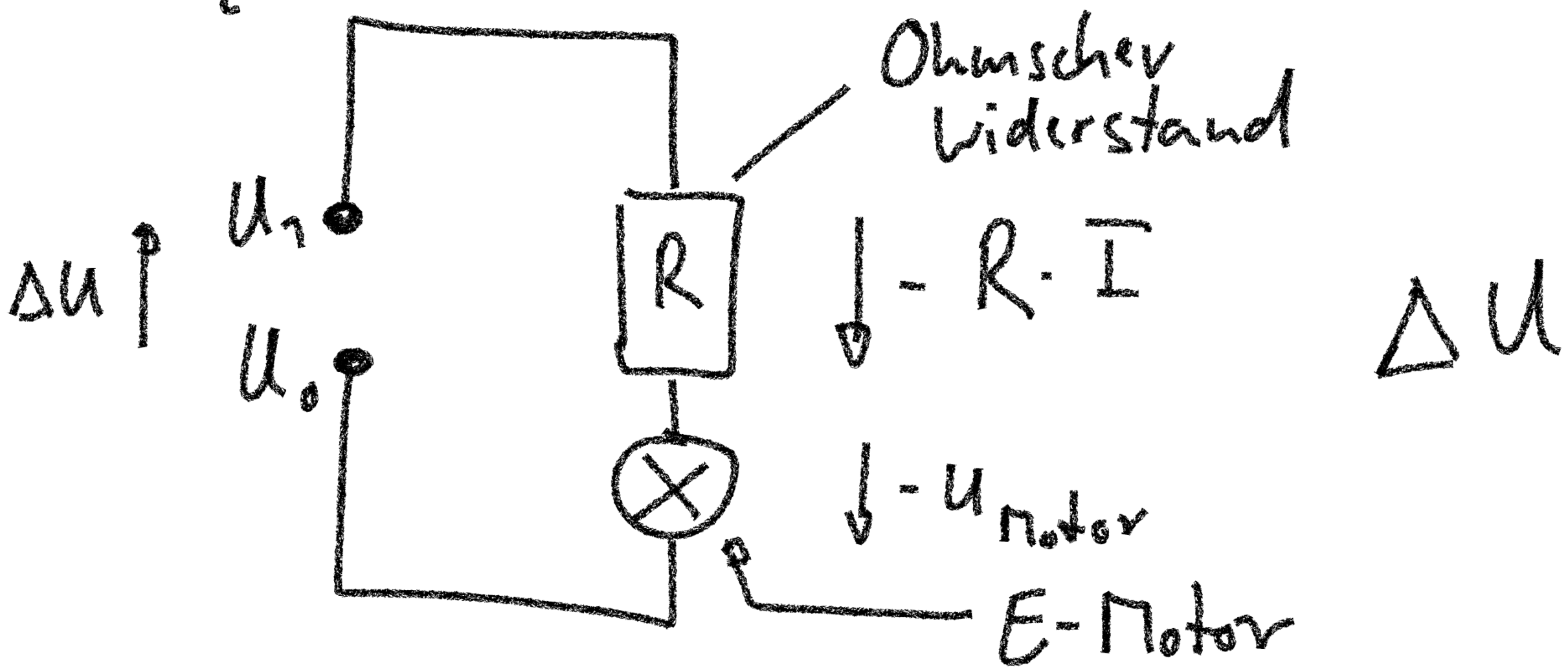
Kapillare: $R = \frac{8\pi\eta L}{A^2}$



Arbeit & Energieerhaltung

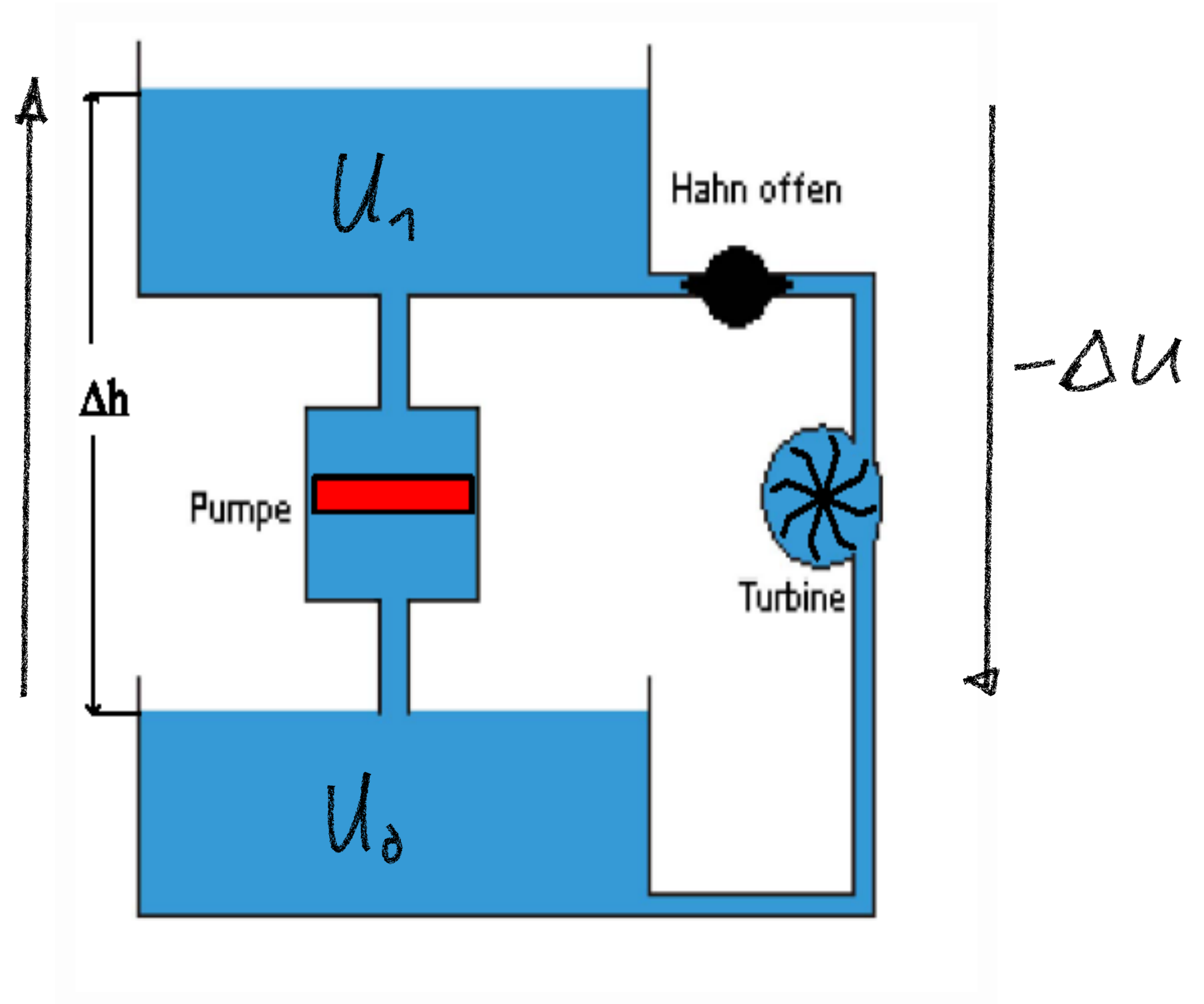
Kirchhoffsche Maschenregel:

$$\sum_i \Delta U_i = 0$$



$$\Delta U - R \cdot I - U_{\text{Motor}} = 0$$

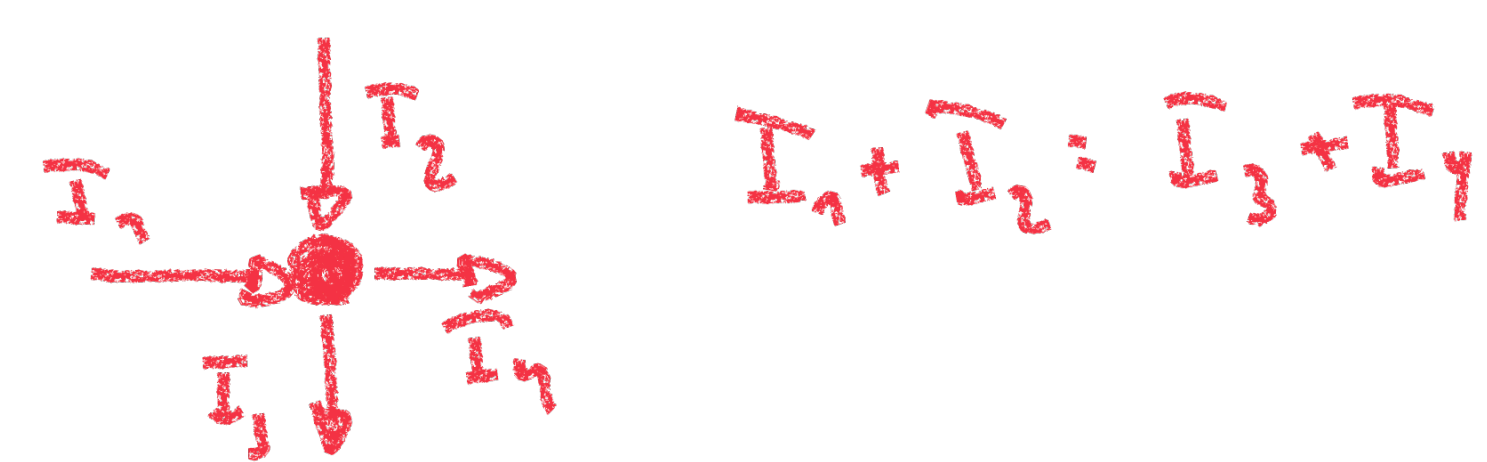
Festkörper: $R = - \frac{L}{\lambda A}$



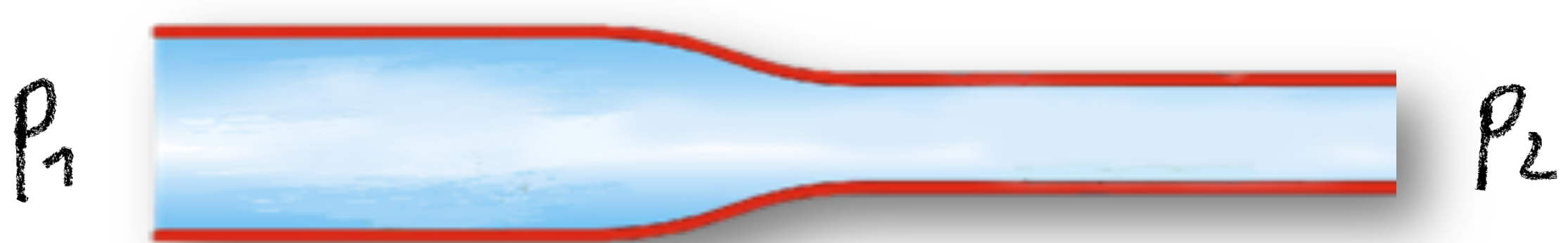
Kontinuitätsgleichung:

Kirchhoffsche Knotenregel

$$\sum I_{zu} = \sum I_{ab}$$



1) Volumenstrom:

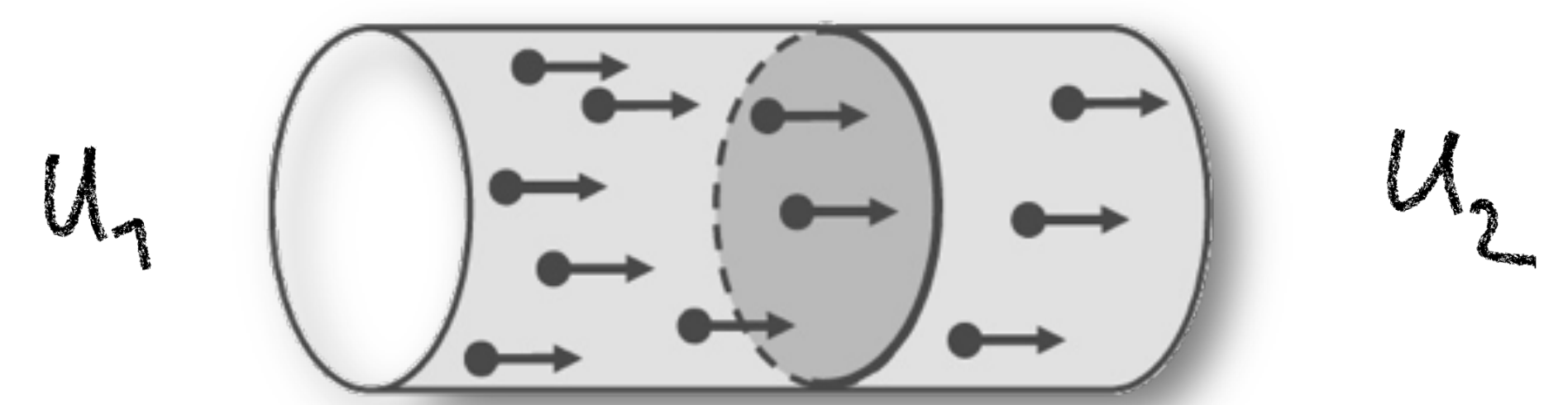


$$I = \frac{dV}{dt} = \frac{\Delta p}{R}$$

Kapillare: $R = \frac{8\pi\eta L}{A^2}$

Ströme

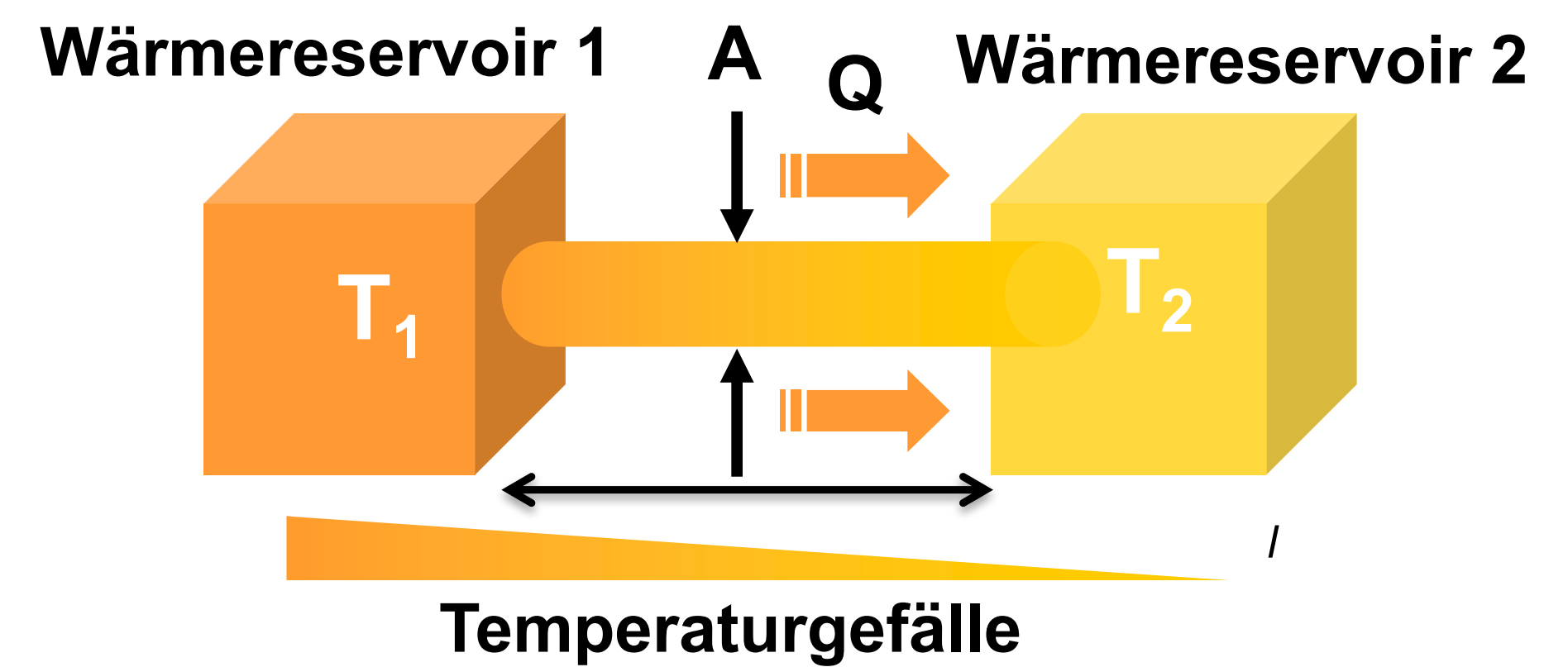
2) Ladungsstrom



$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{1}{R} \cdot \Delta U$$

ohmscher Leiter: $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$

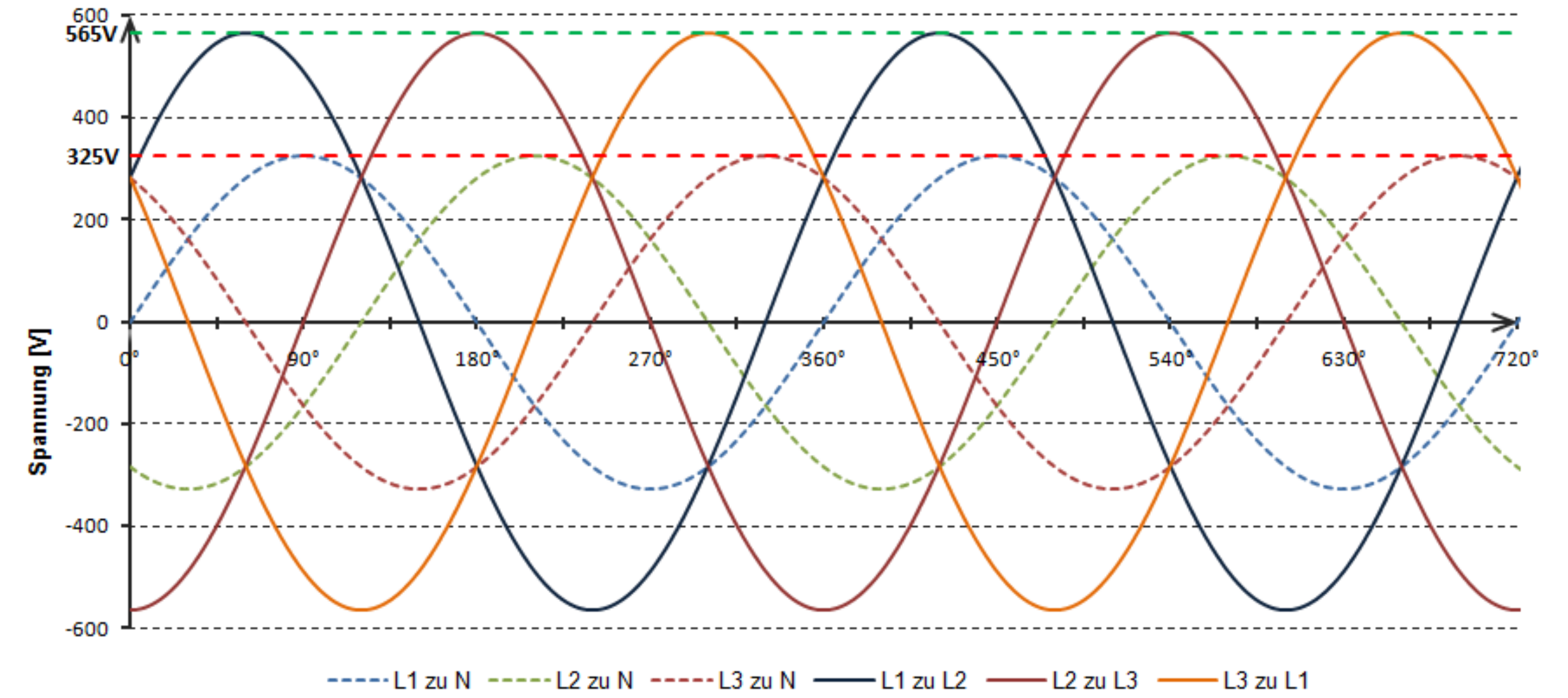
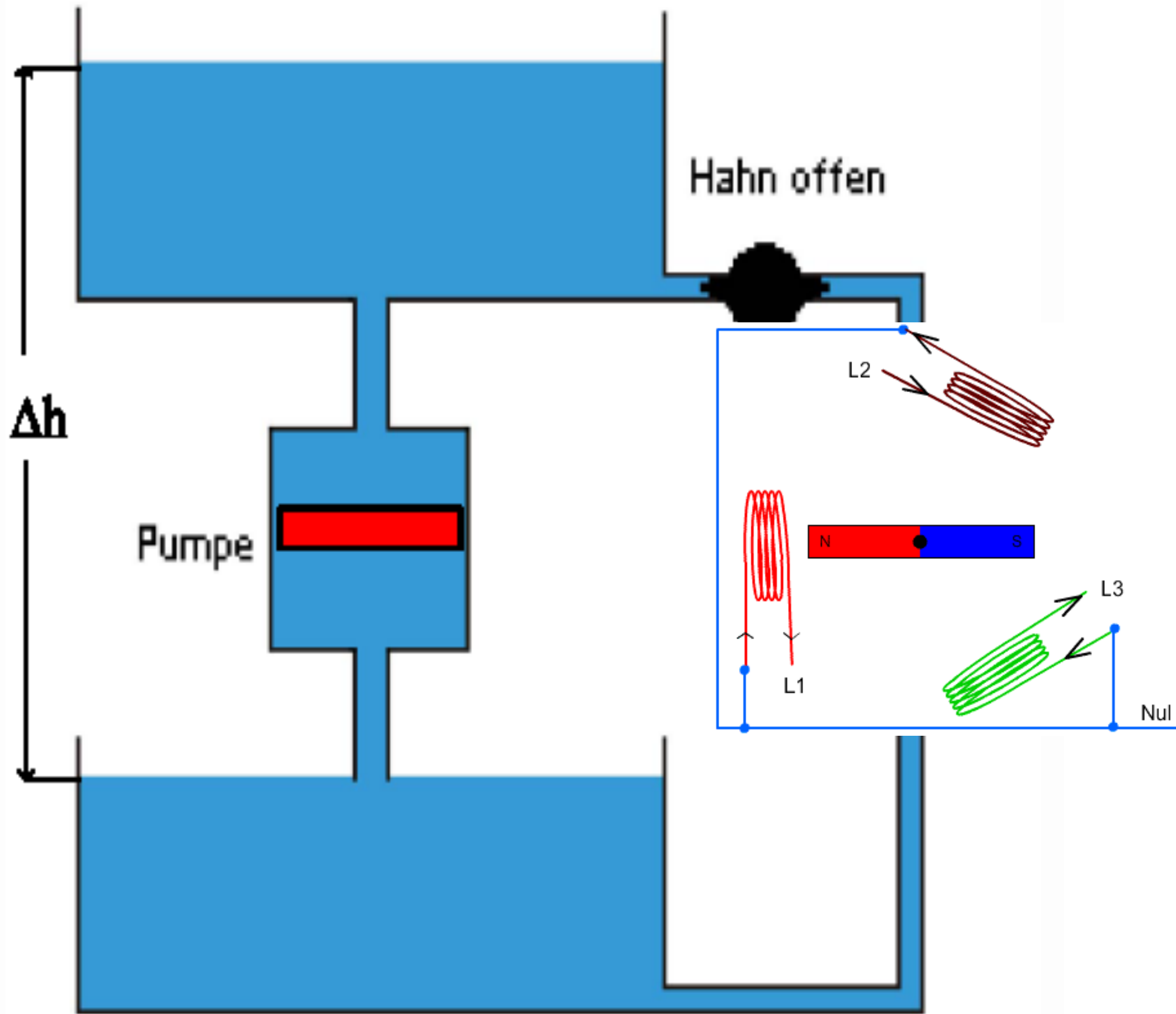
3) Wärmestrom



$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{1}{R} \cdot \Delta T$$

Festkörper: $R = - \frac{L}{\lambda A}$

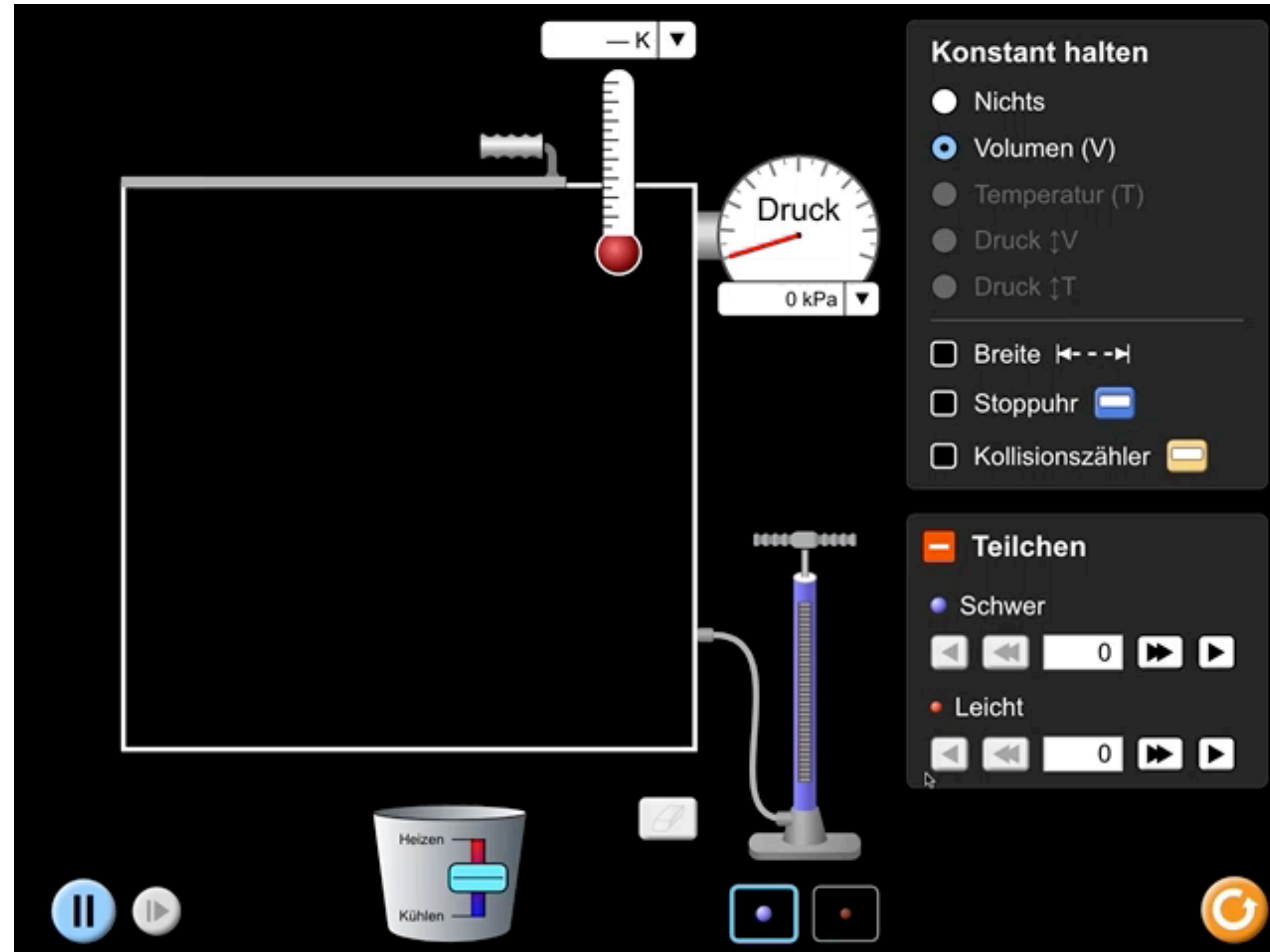
Wechselströme



Energieform Wärme

mittlere kinetische
Energie eines Teilchens

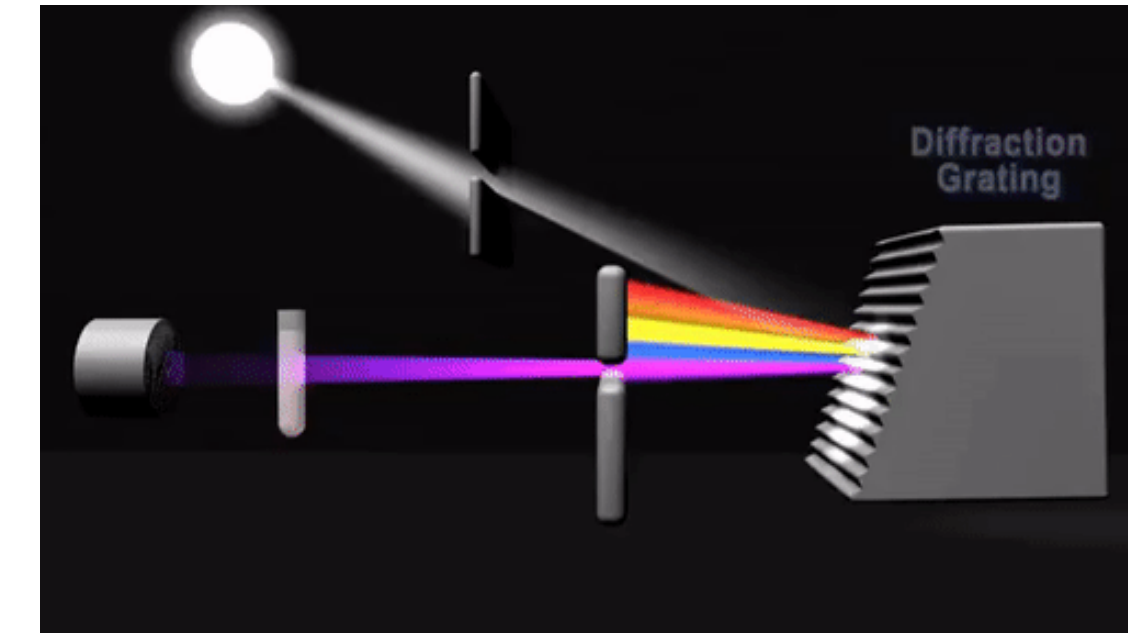
$$\langle E_{\text{kin}} \rangle = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle =$$
$$= \frac{3}{2} k_B T$$



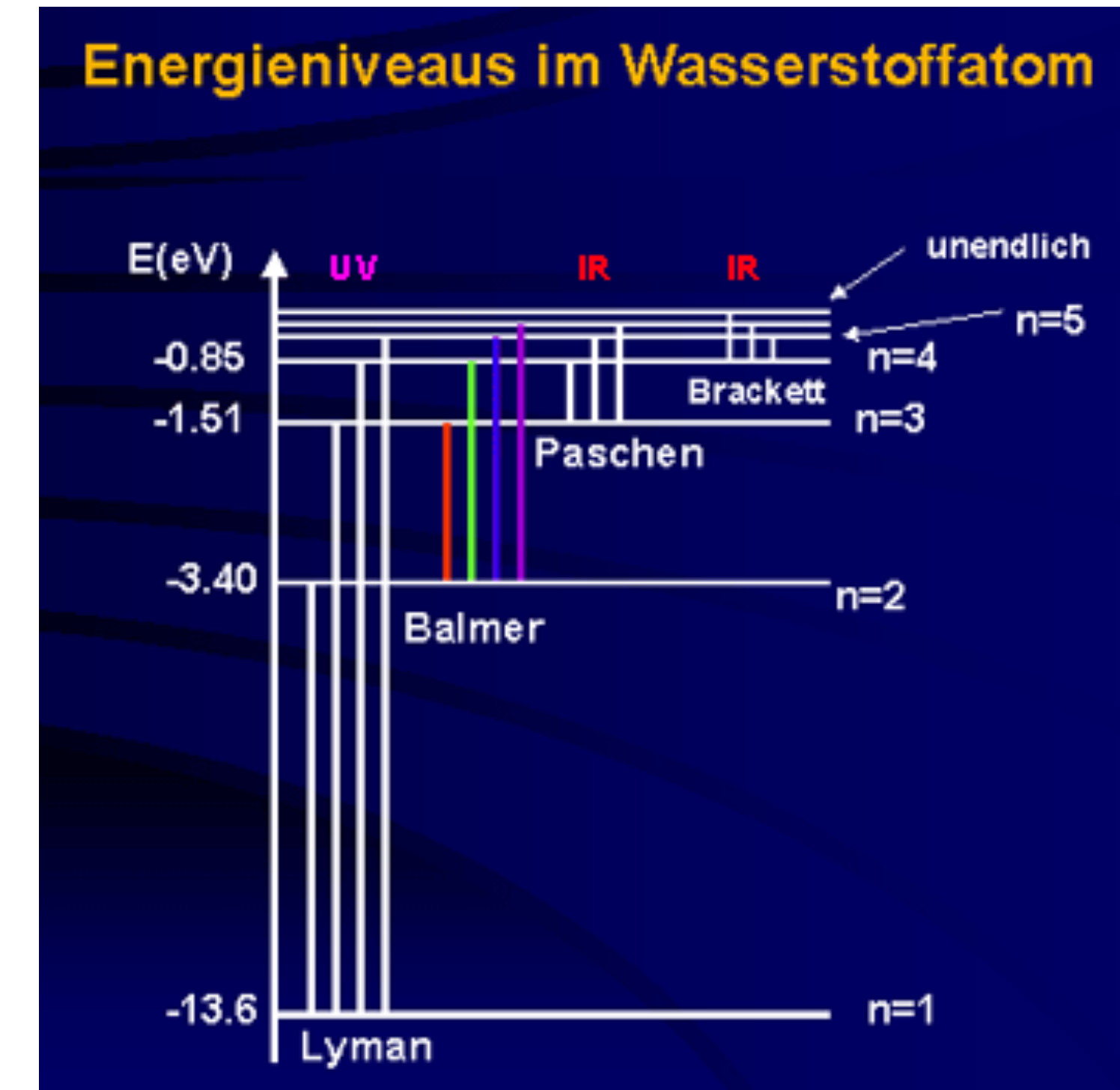
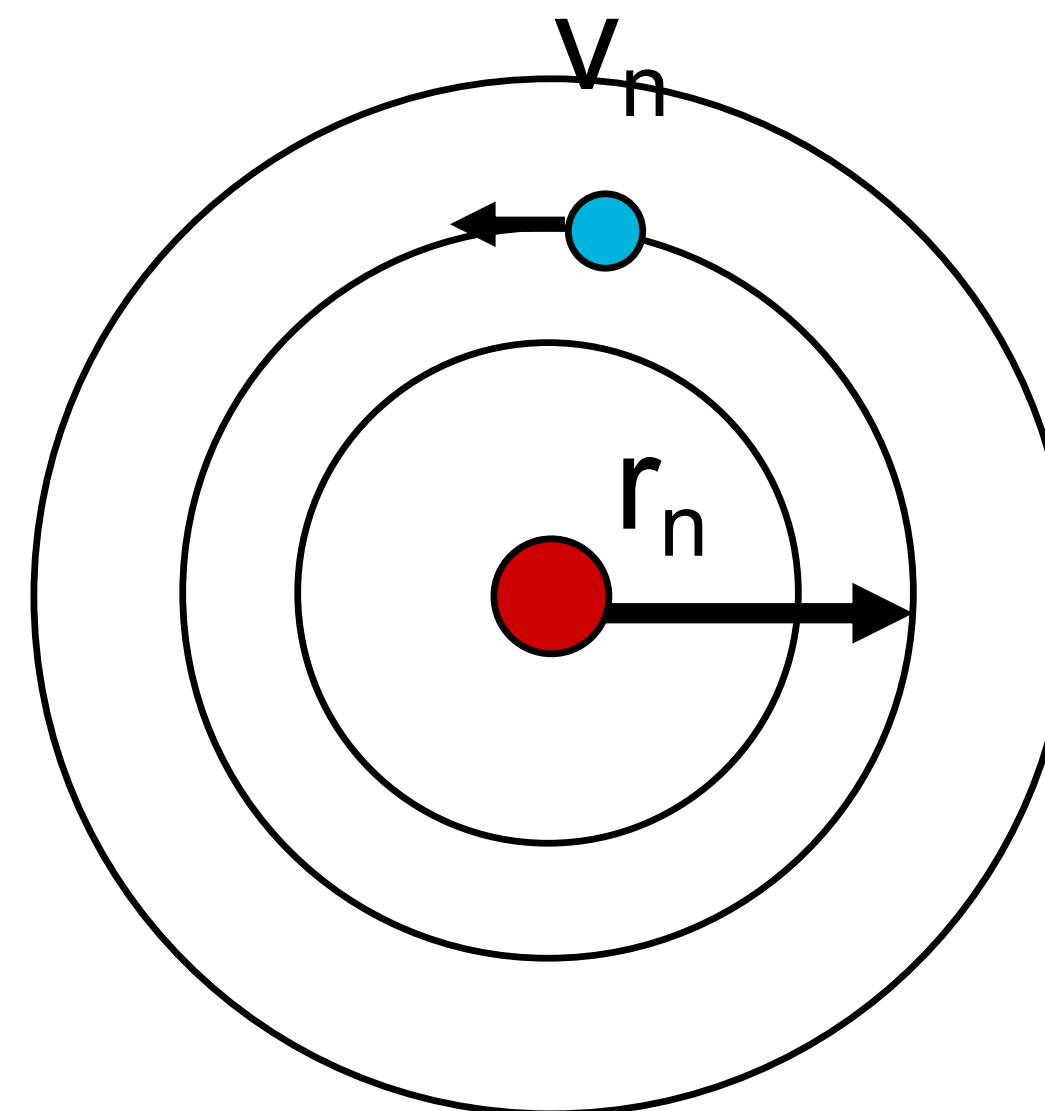
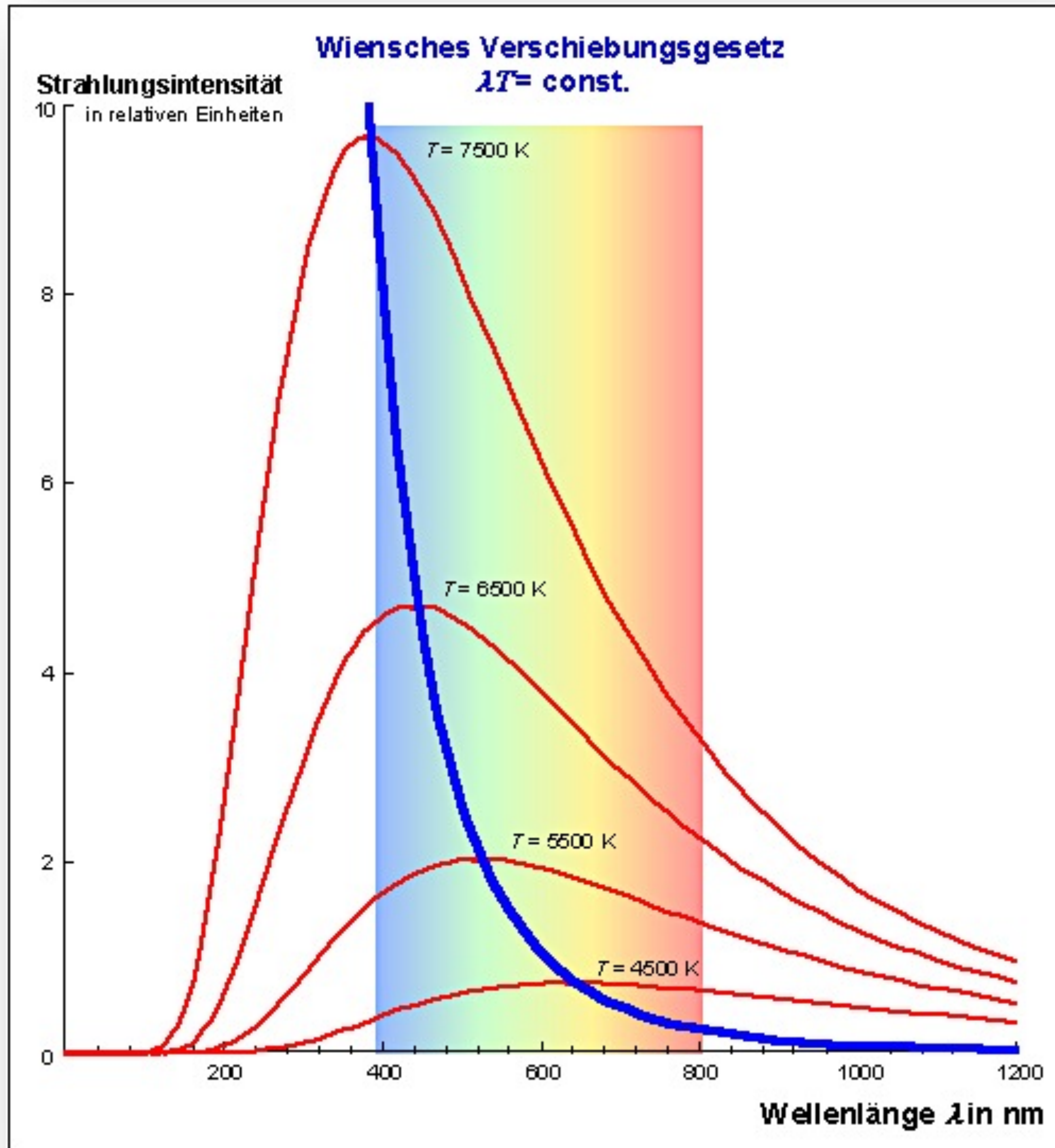
Ideales Gas:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \nu \cdot R$$

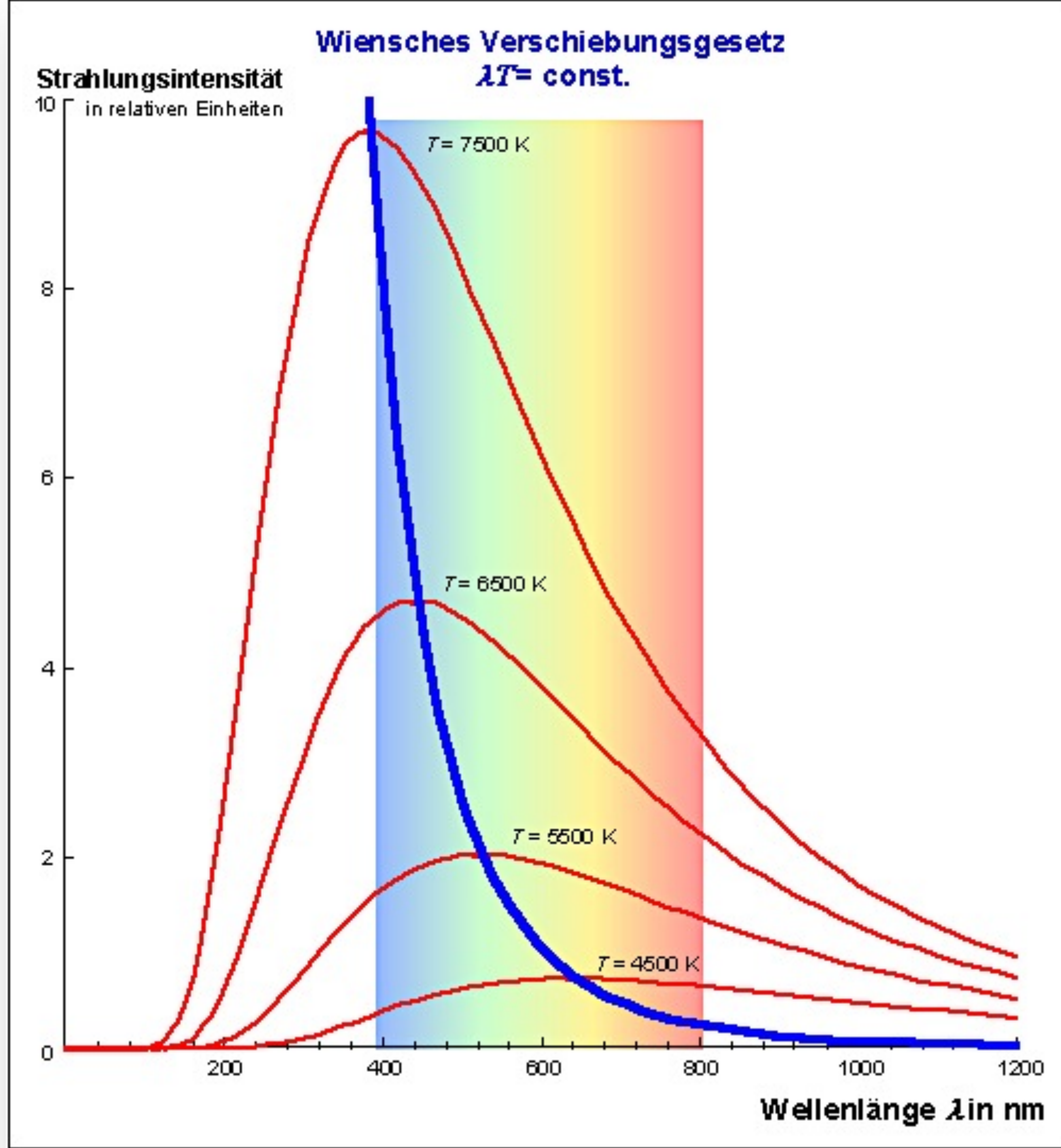
Wärme & Strahlung



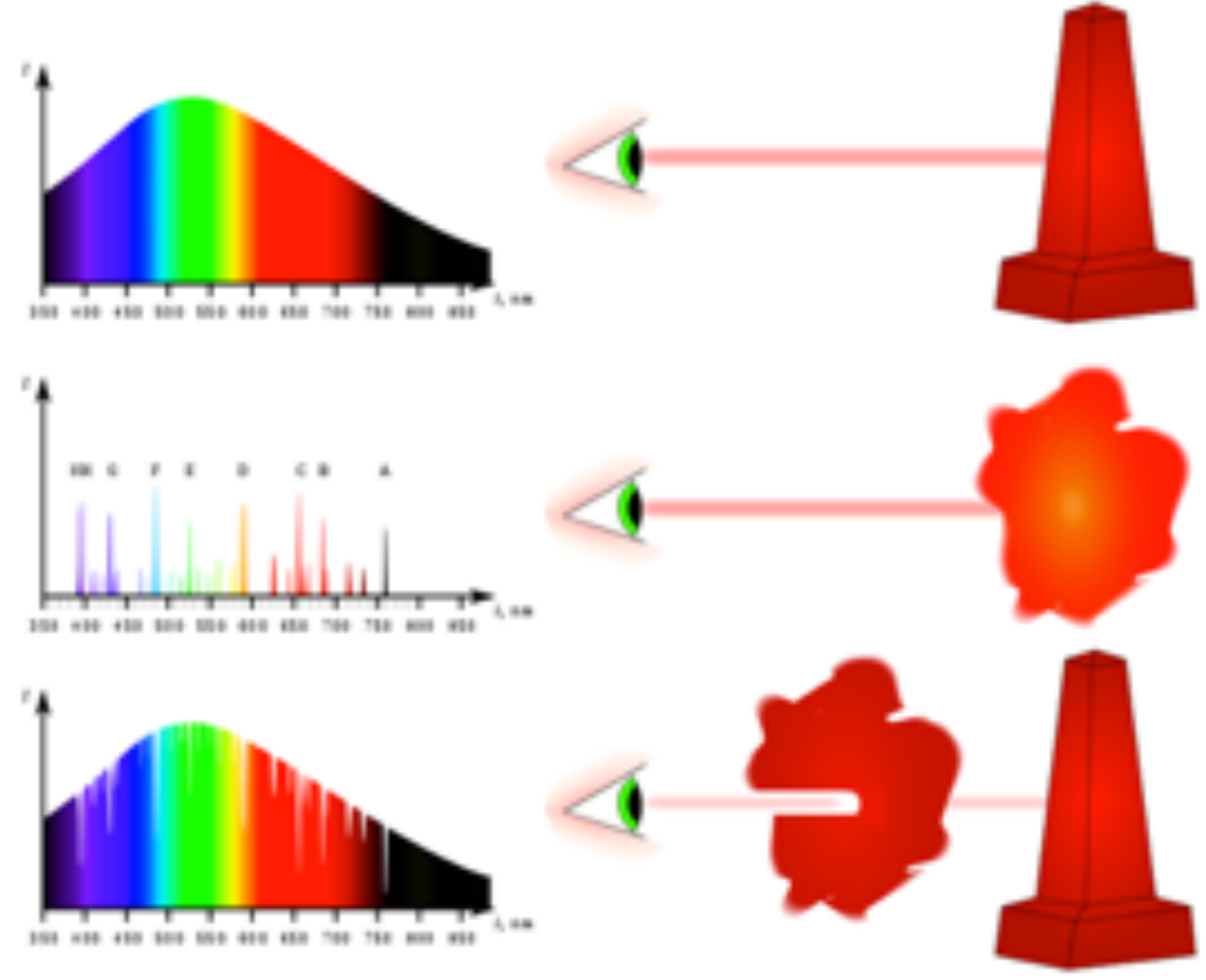
Schwarzkörperstrahlung:
 Statistische Verteilung
 von thermisch angeregten
 Energiezuständen



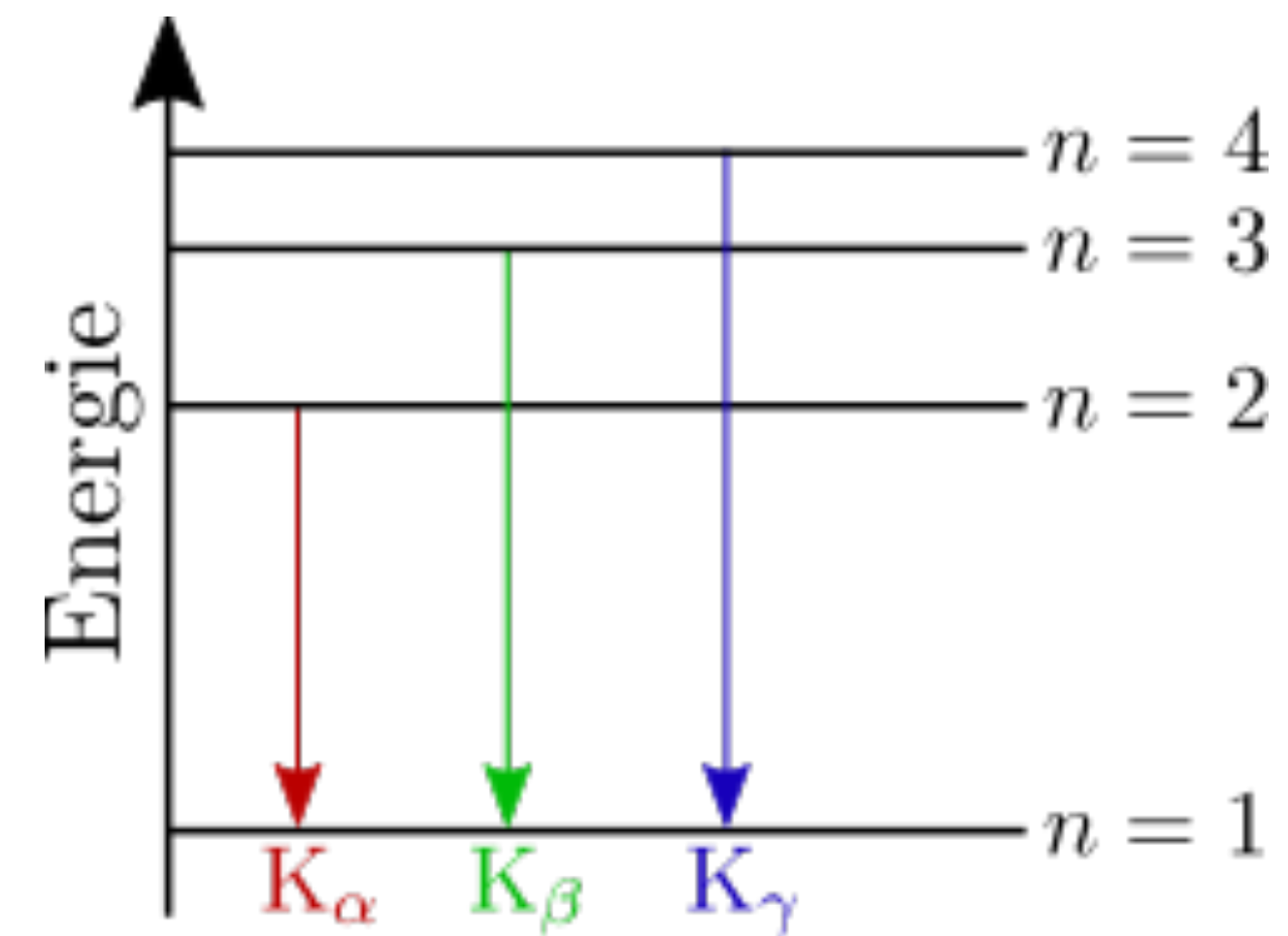
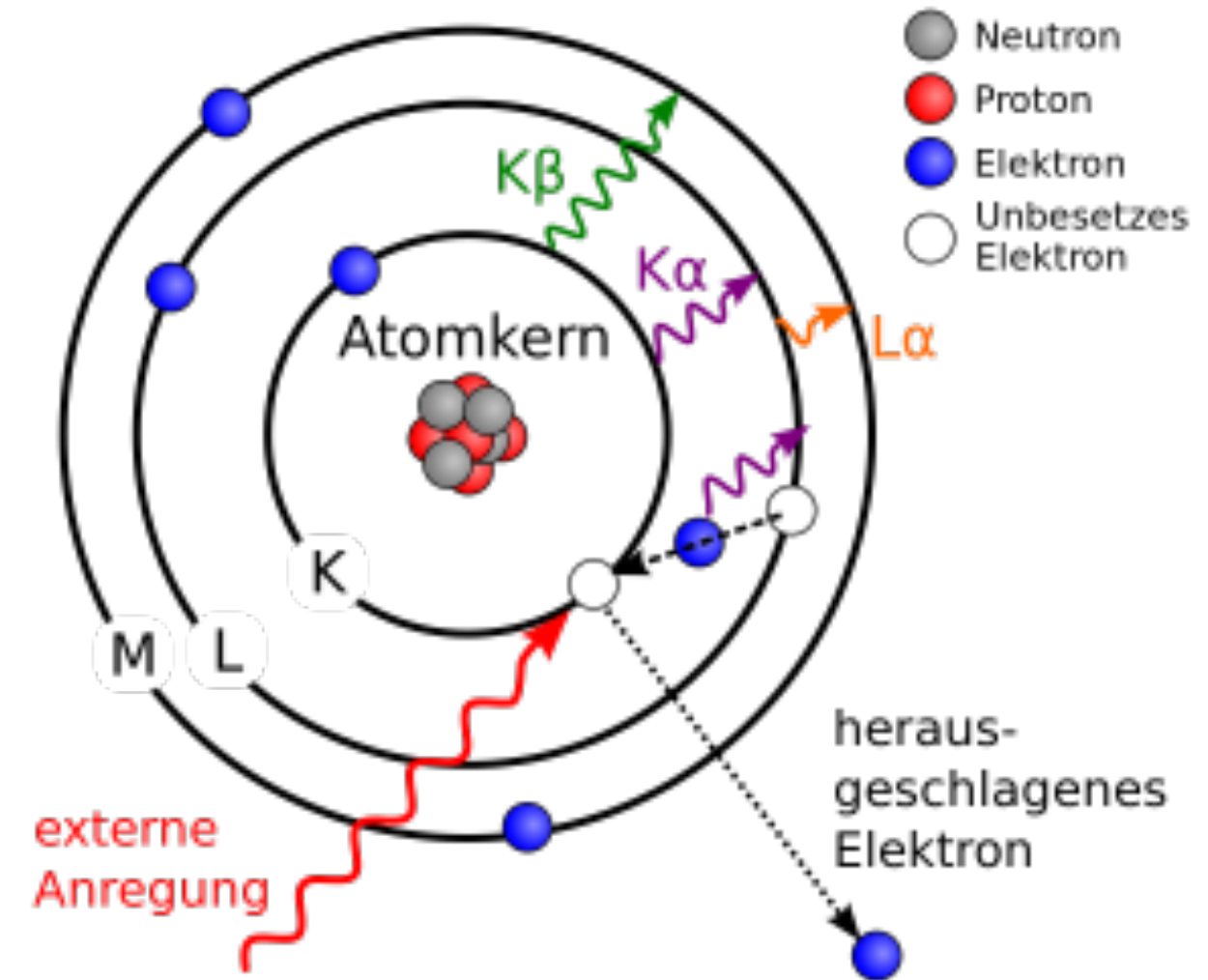
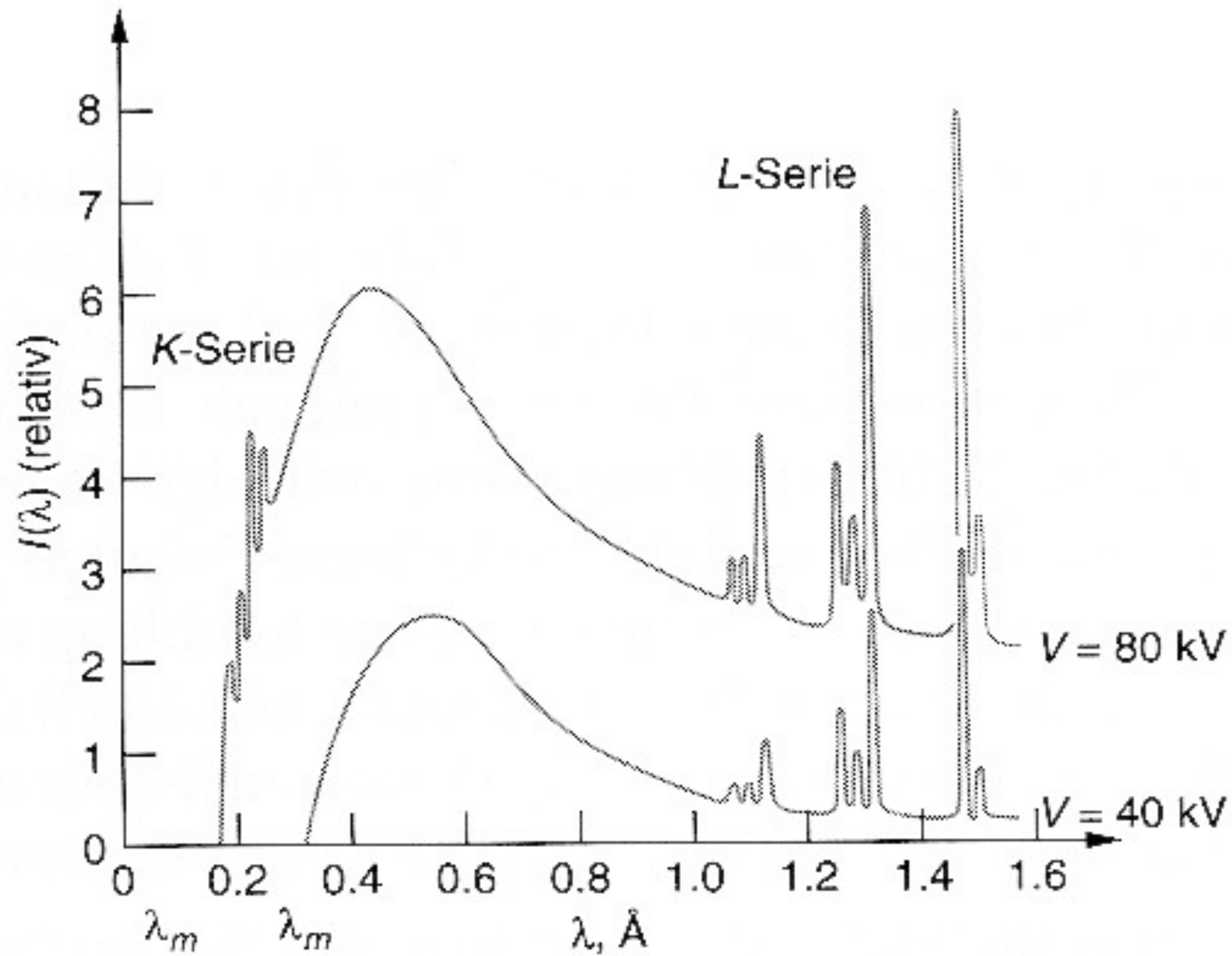
Sichtbares Licht



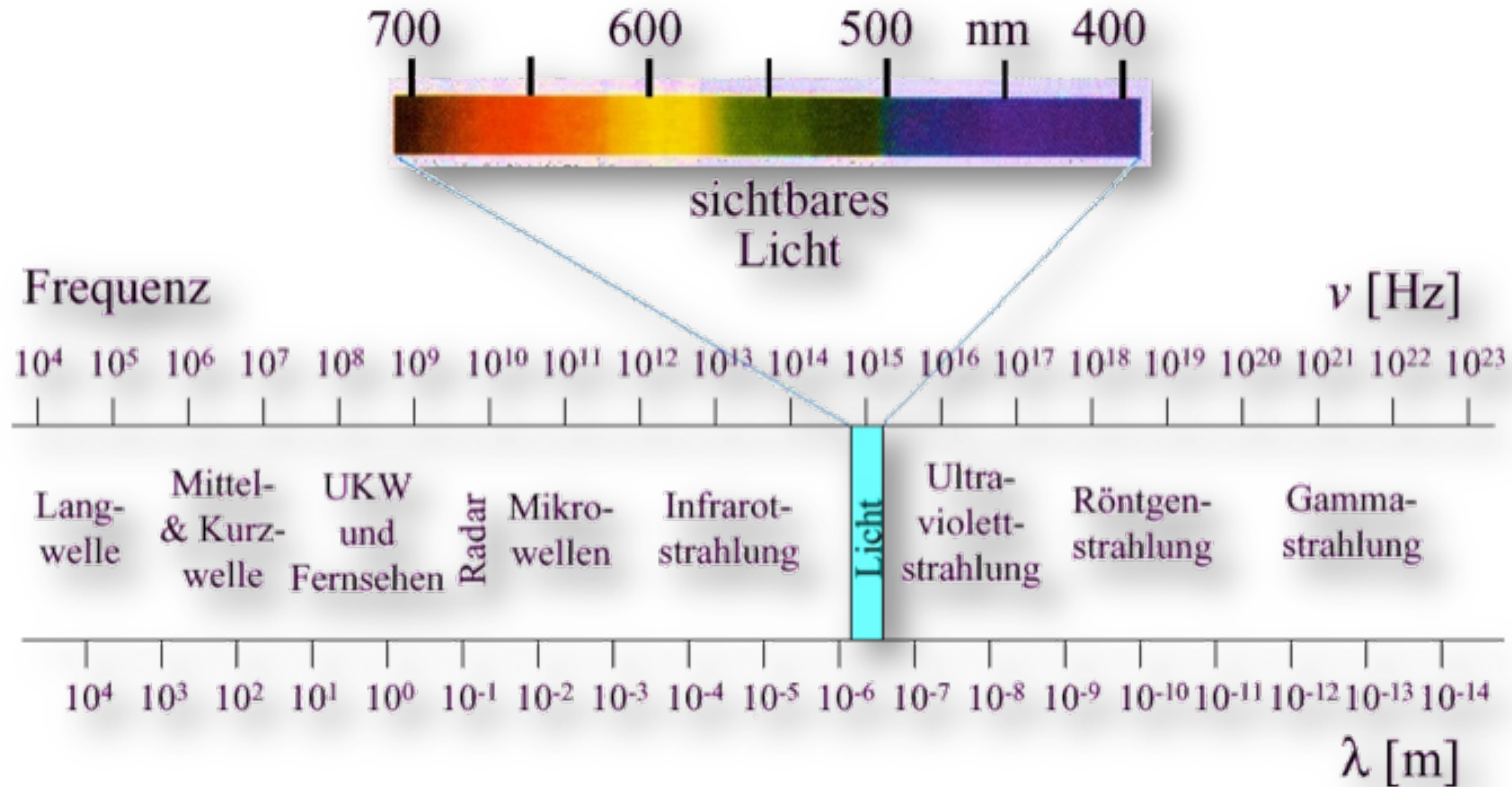
$$E_n - E_m = h\nu = hc/\lambda$$



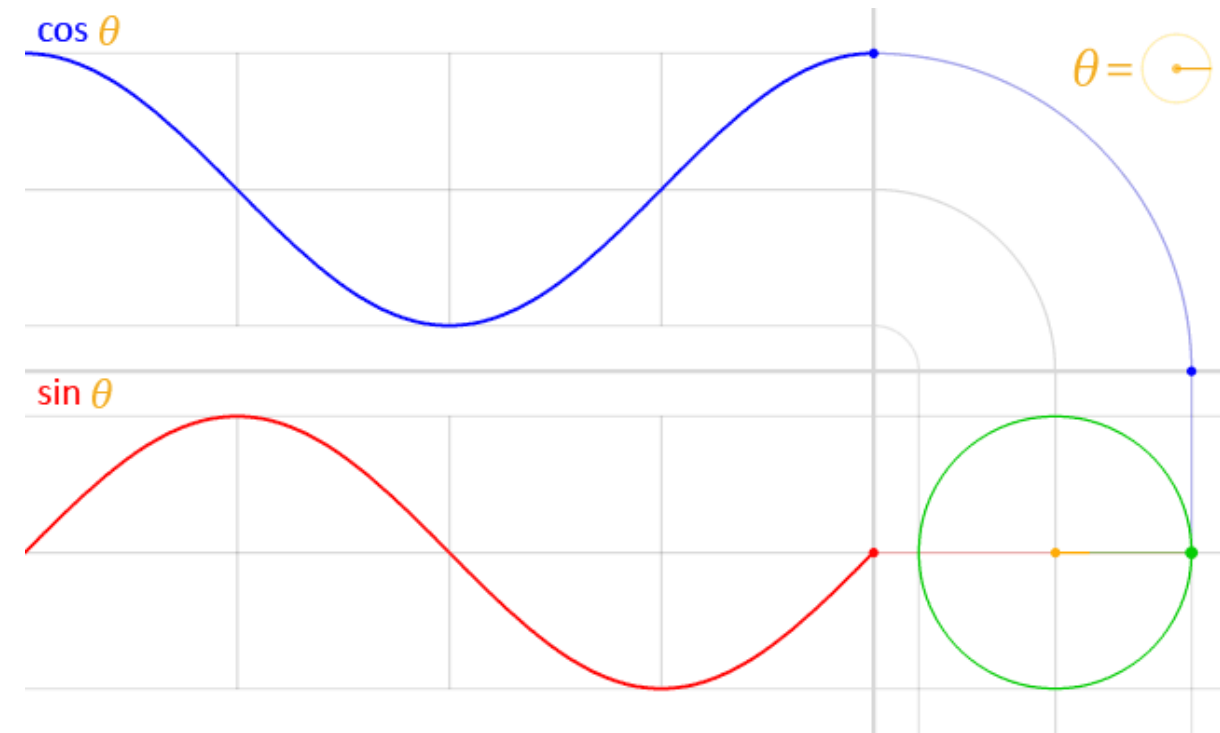
Röntgenstrahlung



Elektromagnetische Strahlung



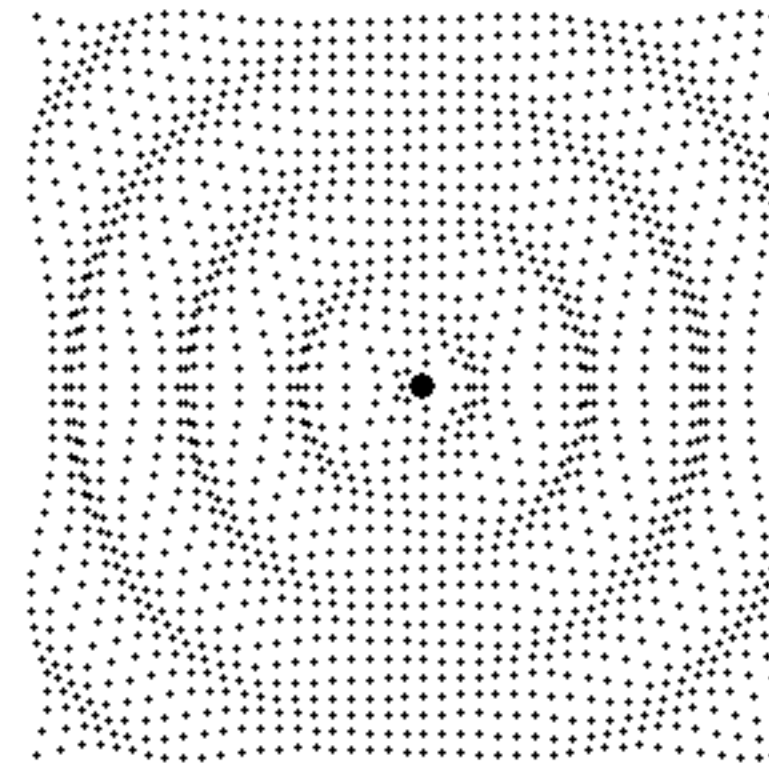
Beschreibung durch Wellenfunktion:



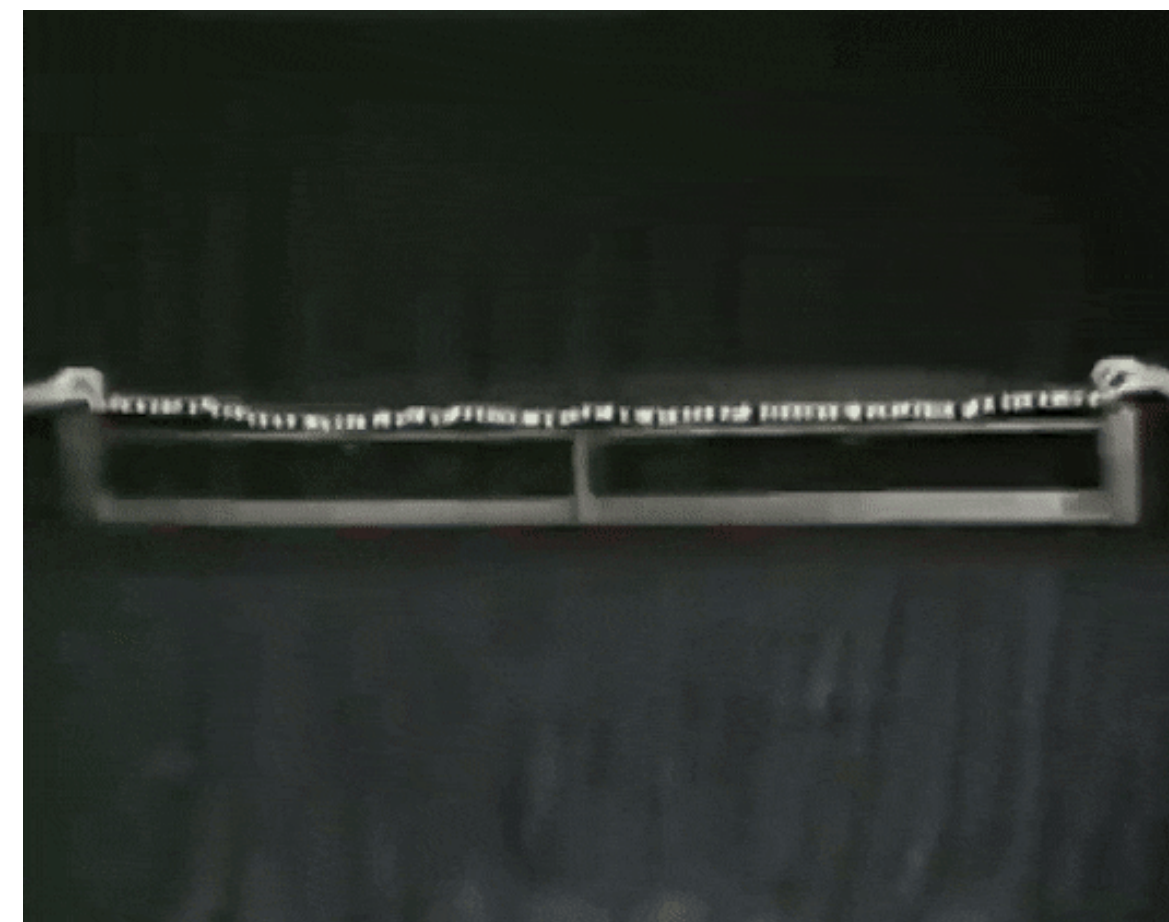
$$Ae^{i\theta} = A(\cos(\theta) + i \sin(\theta))$$

Wellenmechanik

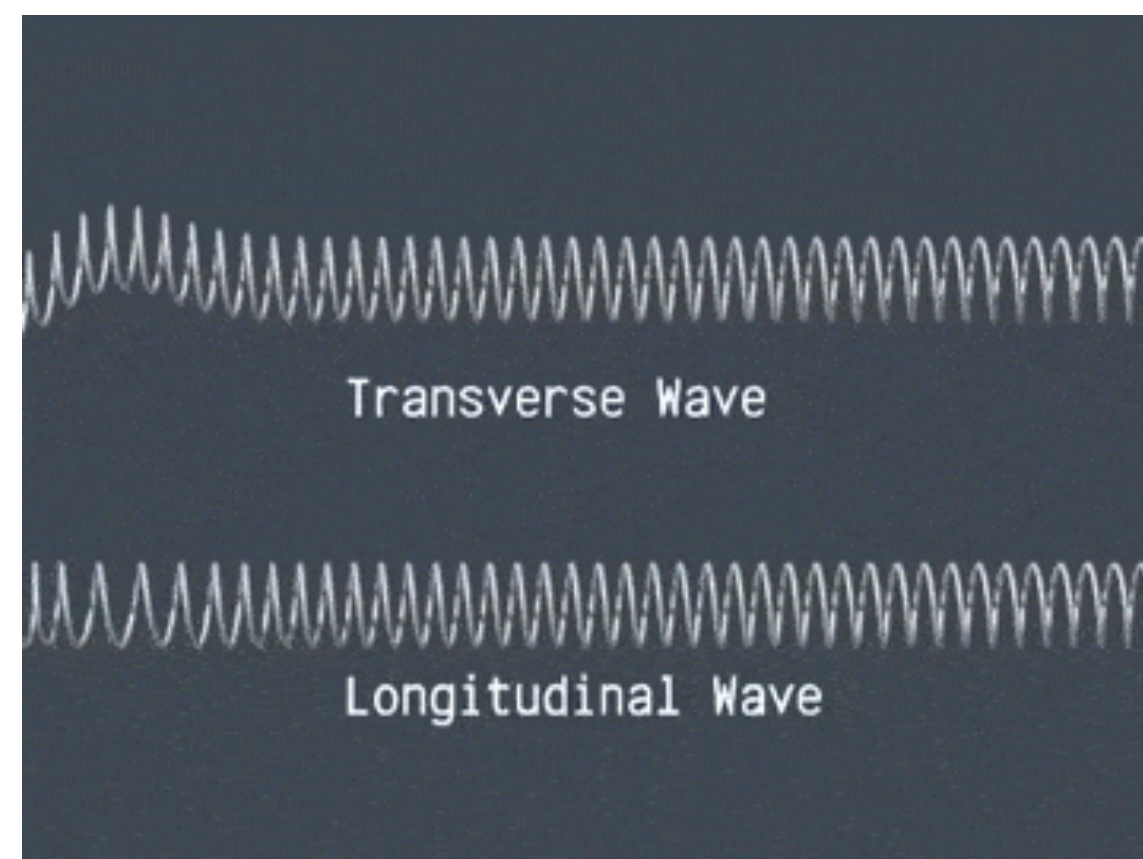
Erzeugung durch Schwingungen:



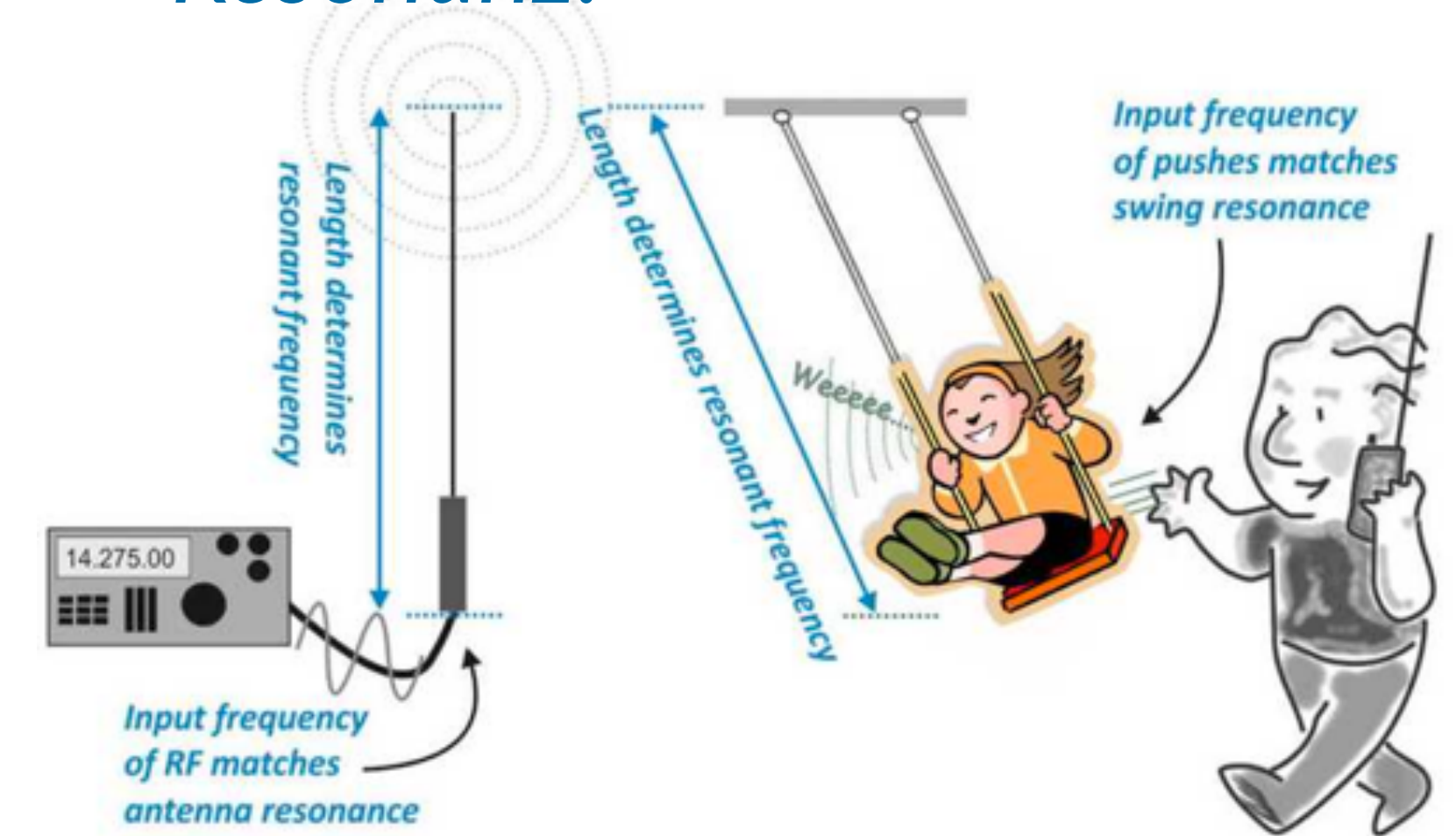
Superposition:



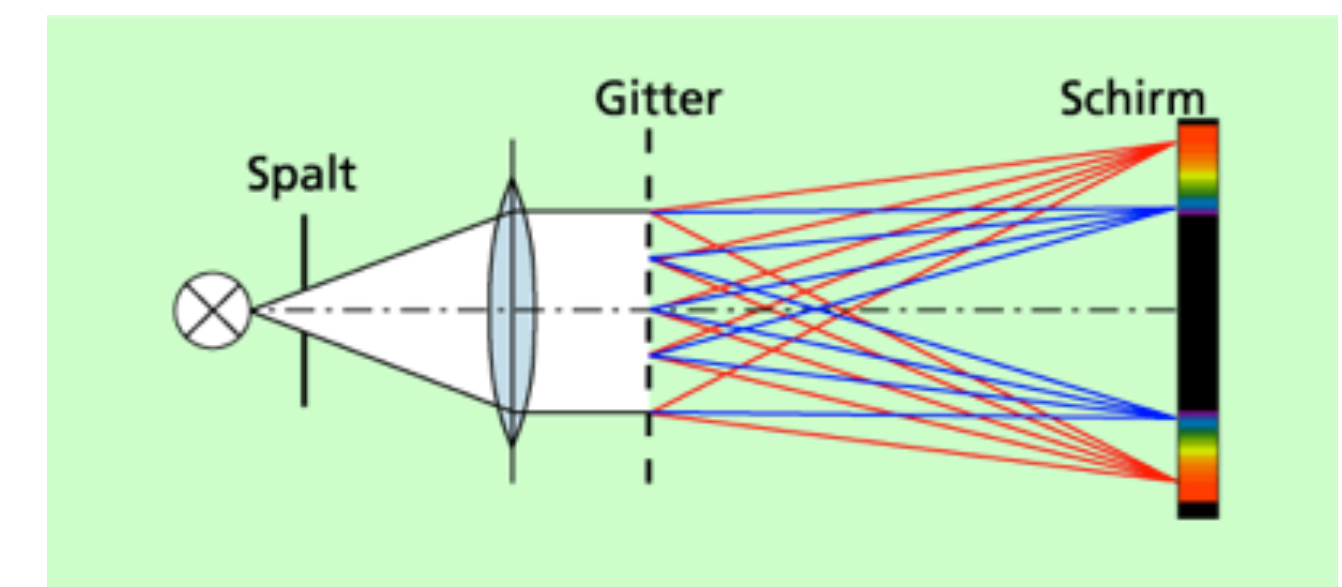
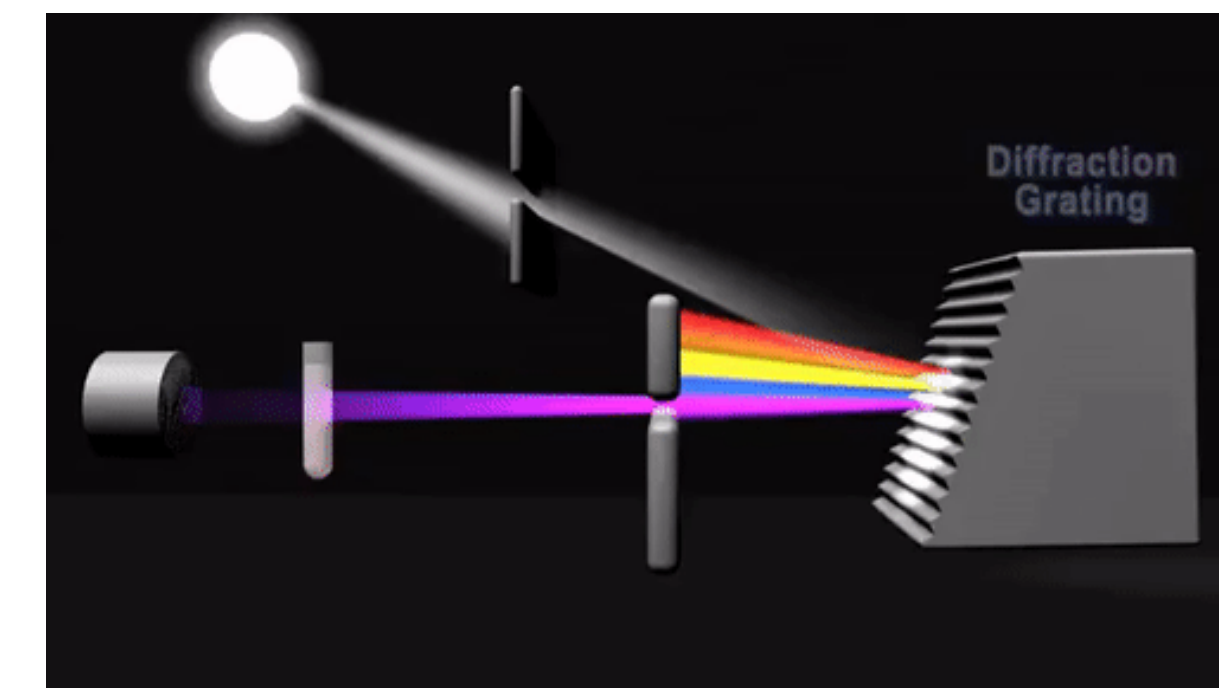
Wellentypen:



Resonanz:



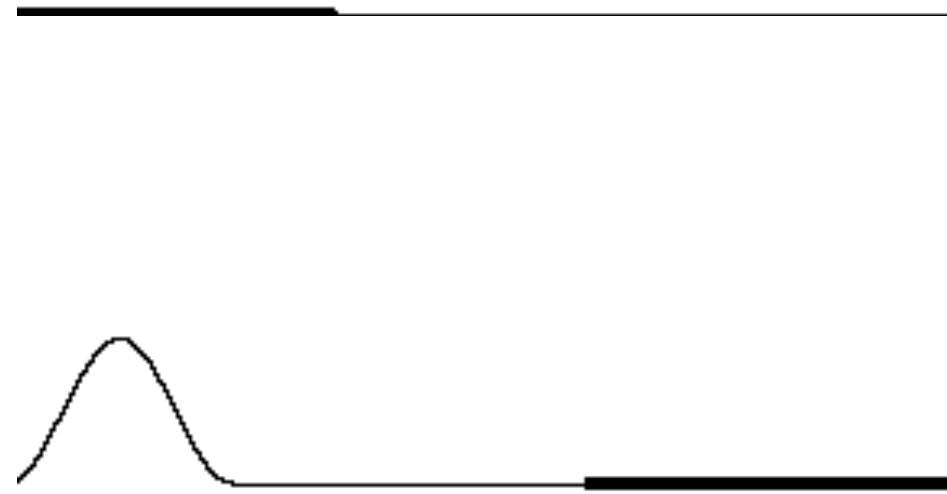
Spektralezerlegung:



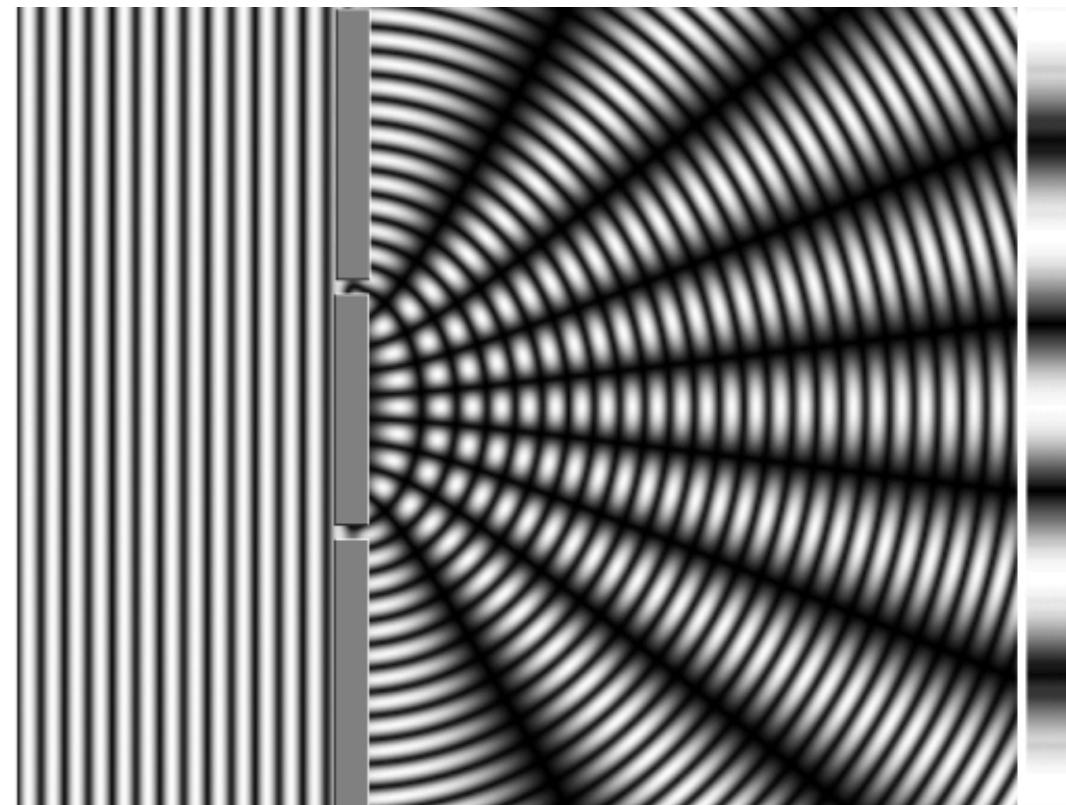
Wellenmechanik

Dopplereffekt:

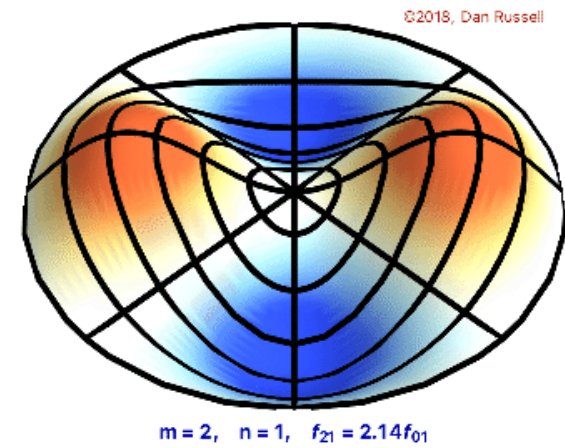
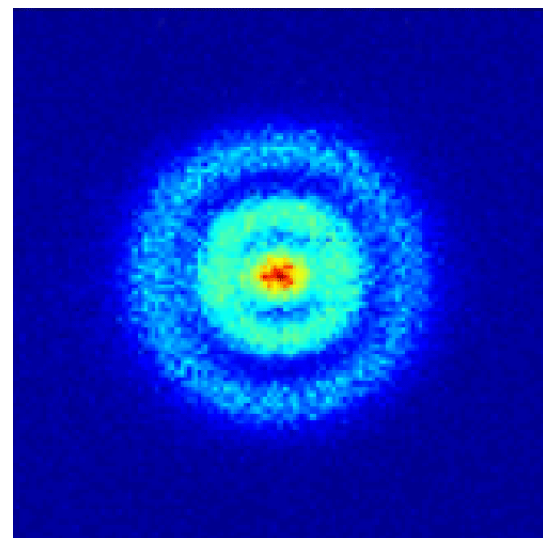
Reflexion & Transmission:



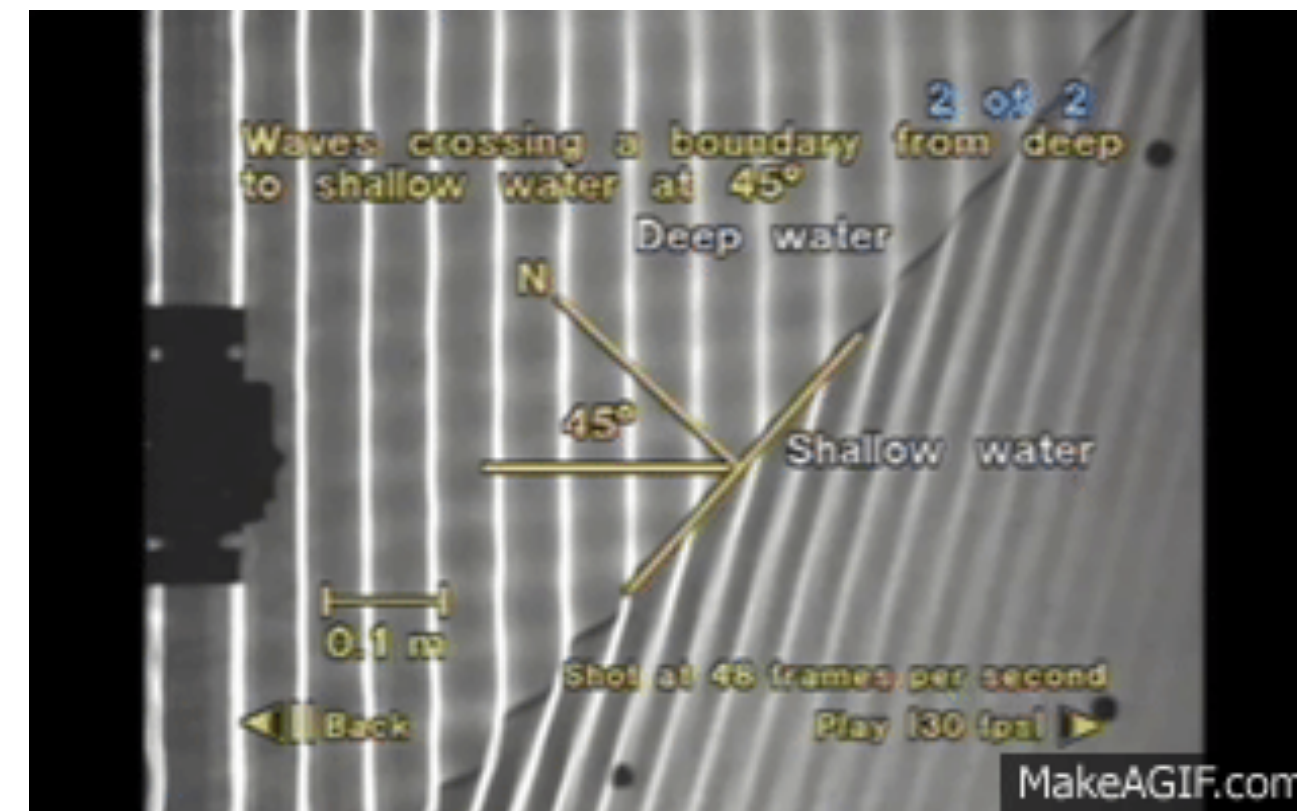
Beugung & Interferenz:



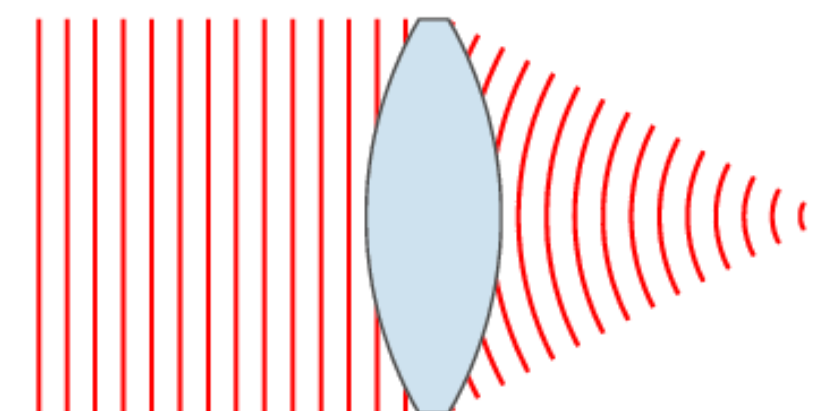
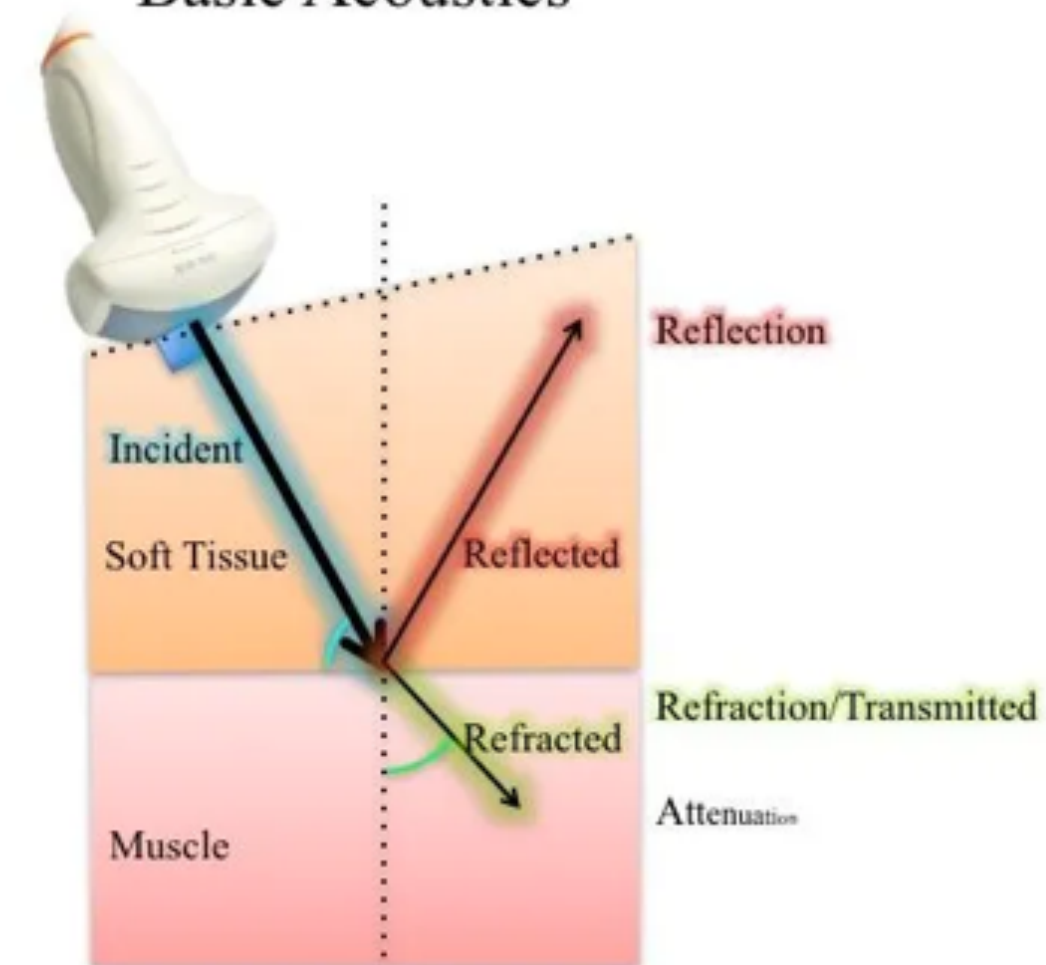
Stehende Wellen:



Brechung/Refraktion:

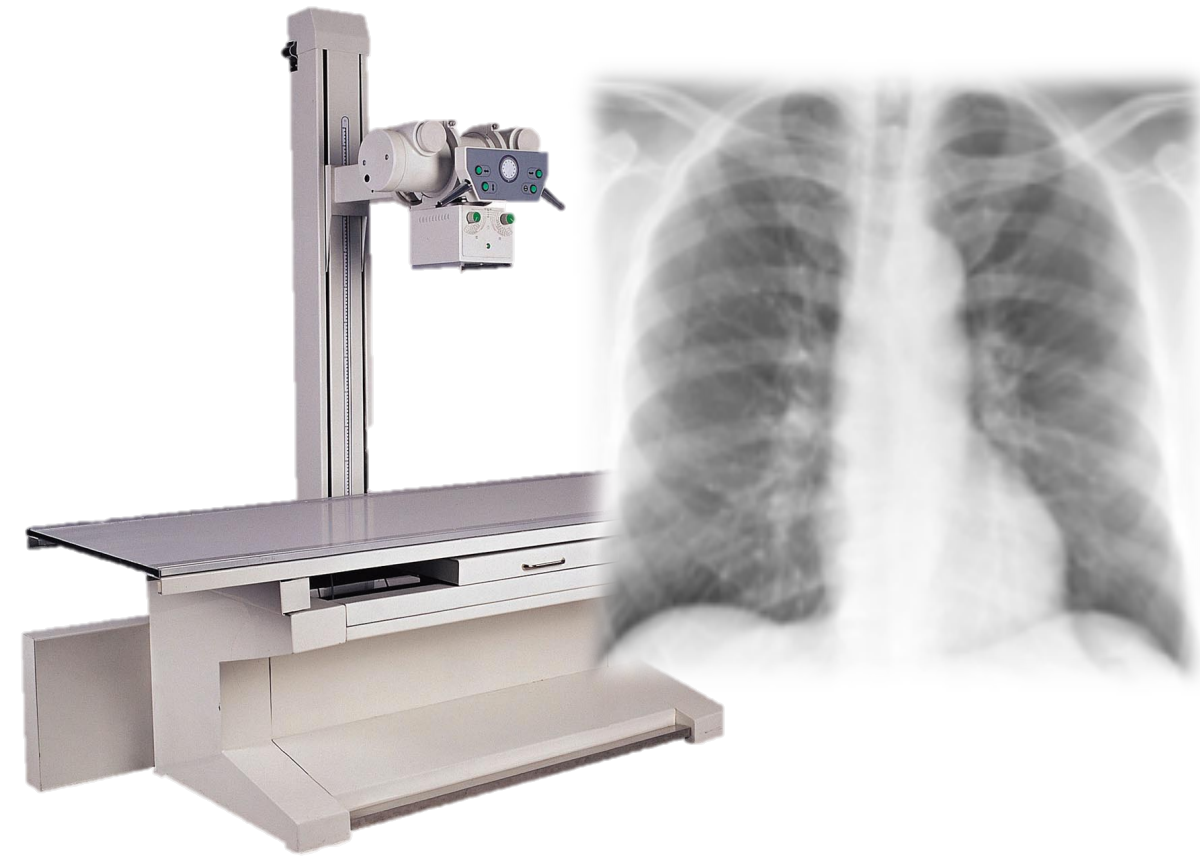


Sound Wave Propagation
Basic Acoustics

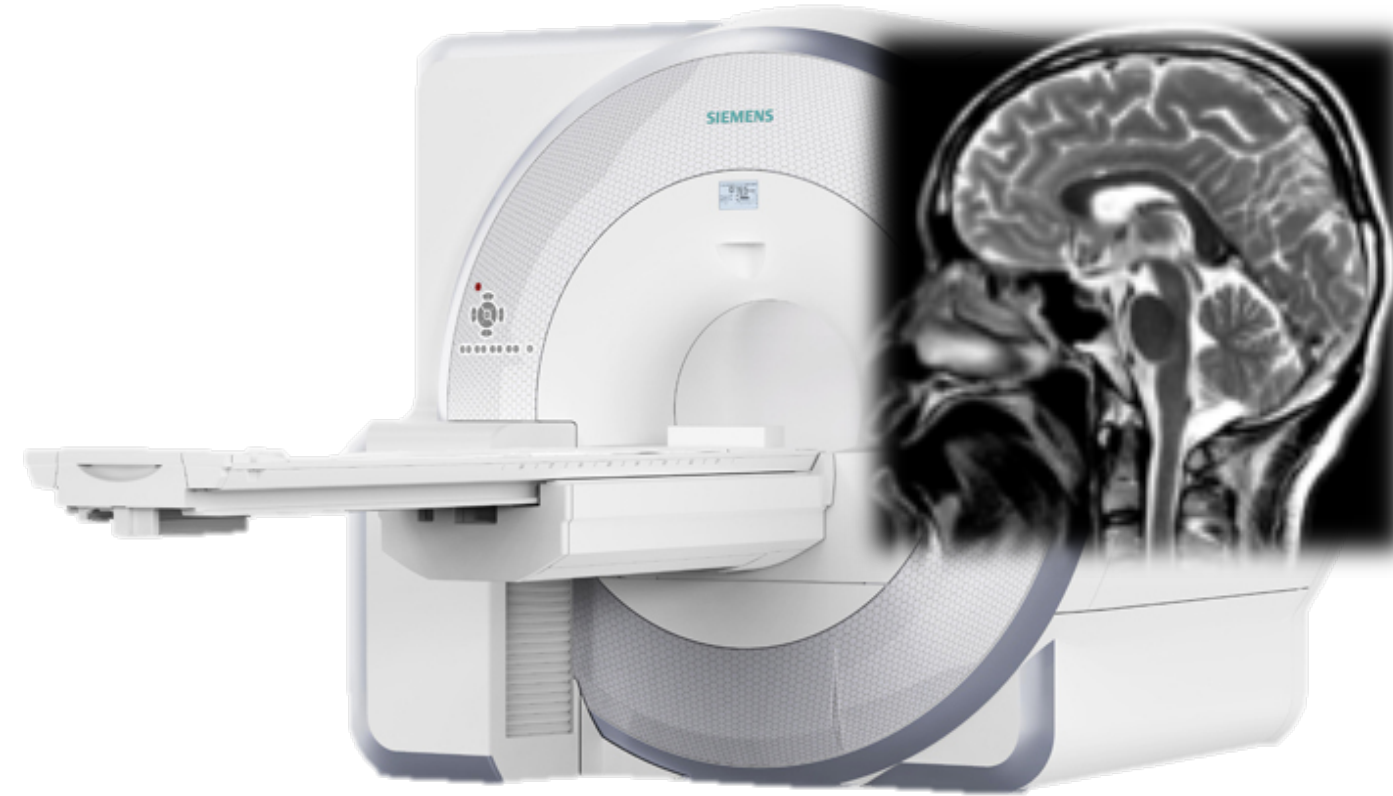


Anwendung in der Medizin

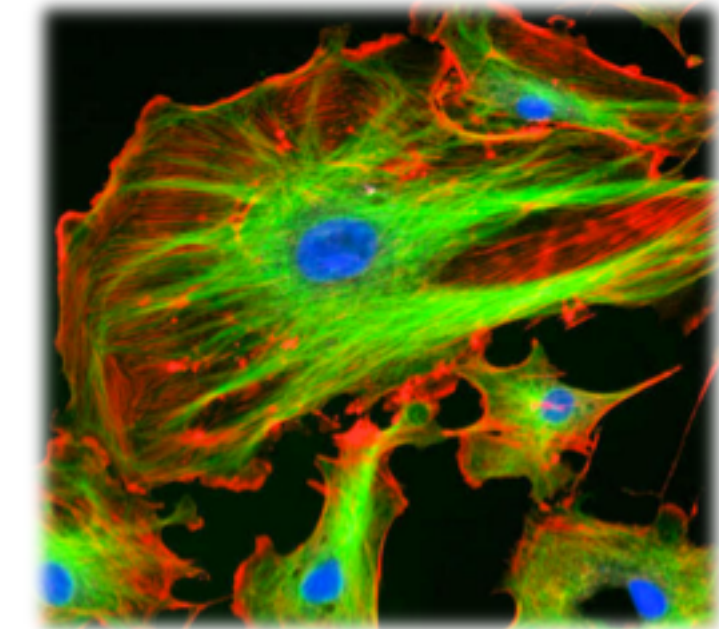
Konventionelles Röntgen:



Magnetresonanztomographie:



Mikroskopie:



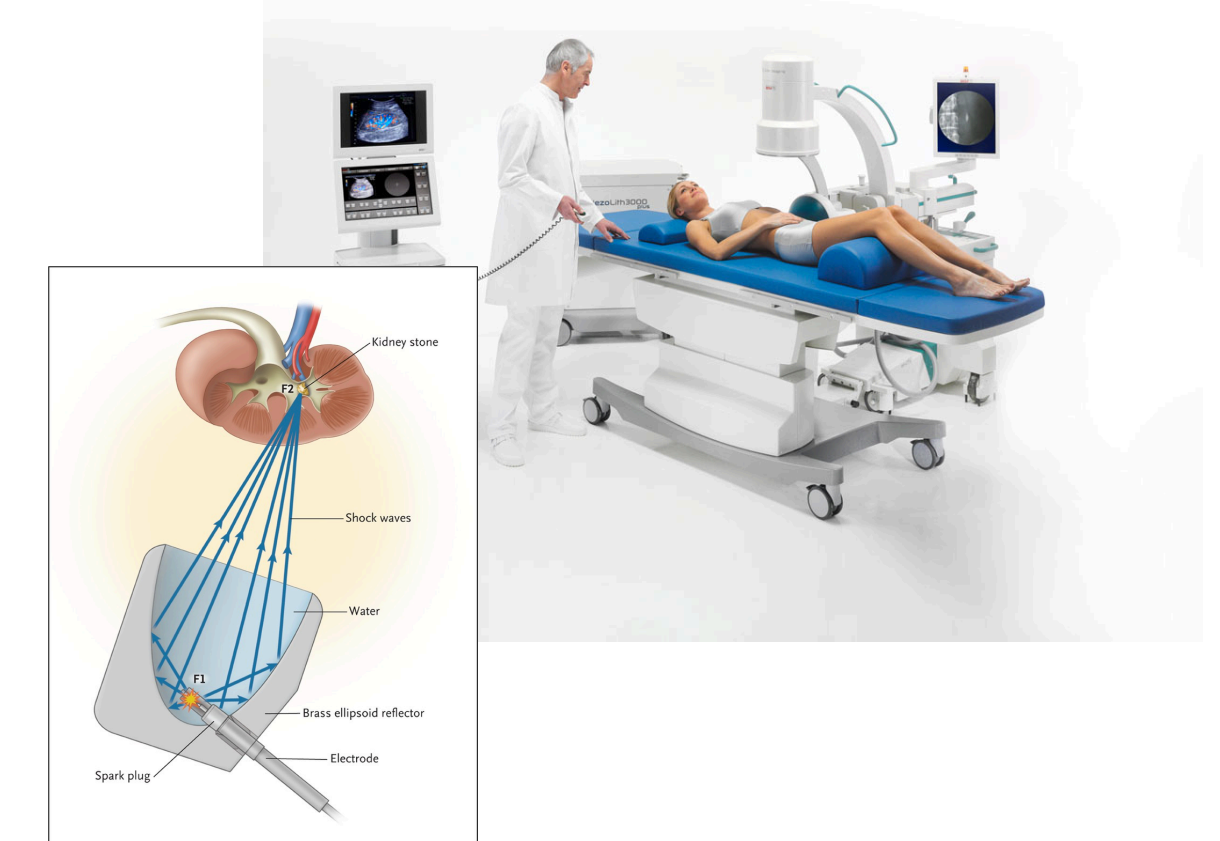
Computertomographie:



Ultraschall:



Schockwellen Lithotripsie:



Danksagung



*Prof. Dr. P. M. Jakob
Lehrstuhl für Exp. Physik V
Universität Würzburg*