

Inhalt Klass.Phys.II “Elektrodynamik”

1. Elektrostatik ✓
 2. Dielektrika ✓
 3. Gleichstrom ✓
 4. Elektrische Leitungsmechanismen
T @ 50%
 5. Statische Magnetfelder
 6. Magnetismus in Materie
sehr kurz
 7. Induktion
 8. Wechselstrom
 9. Elektromagnetische Wellen
 10. \Rightarrow Optik, Teilchen, erste Quanteneffekte...
- 

Zusammenfassung v12 vom 11. Juni 2013

Geschwindigkeitsfilter lassen sich durch senkrecht zueinander stehende E - und B -Felder realisieren. Teilchen fliegen gerade dann mit der 'richtigen' Geschwindigkeit v durch ein Blenden-system, wenn sich die elektrischen und magnetischen Kräfte aufheben, was - unabhängig von Masse und Ladung! - auf die Bedingung

$$v = -E/B \quad (51)$$

Massenspektrometer lassen sich realisieren, wenn der geschwindigkeitsgefilterte Teilchenstrahl in einem weiteren B -Feld entsprechend der Masse auf verschiedene Radien r gebracht und dann z.B. auf einem Film nachgewiesen wird. Für Teilchen mit der Ladung q , Masse m nach einer Beschleunigungsspannung U gilt

$$m/q = \frac{B^2 r^2}{2U} \quad (52)$$

Die Auflösung ist relativ leicht gut genug, um benachbarte Isotope zu trennen.

Hall-Effekt nennt man die Querspannung, die in einem strom-durchflossenen Leiterplättchen der Dicke d in einem Magnetfeld auftritt:

$$U_H = I \cdot B / (nqd) \quad (53)$$

wobei der Faktor $1/(nq)$ als 'Hall-Konstante' des Materials bezeichnet wird. Hohe Hallspannungen (mehr als μV) lassen sich

durch sehr dünne Plättchen oder Halbleiter mit höheren Drift-geschwindigkeiten erzielen.

1980 wurde der *Quantenhalleffekt* entdeckt, der zu einer stufenförmigen Hallspannung als Funktion eines starken Magnetfelds führt, was sich als Hall-Widerstand $R_H = U_H/I = R_K/n, n = 1, 2, 3, \dots$ ausdrücken lässt, wobei die Klitzing-Konstante durch $R_K = h/e^2 = 25813\Omega$ gegeben ist.

Das Magnetfeld einer bewegten Punktladung ist durch

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} \quad (54)$$

gegeben. Die magnetische Feldkonstante μ_0 ist per Konvention durch

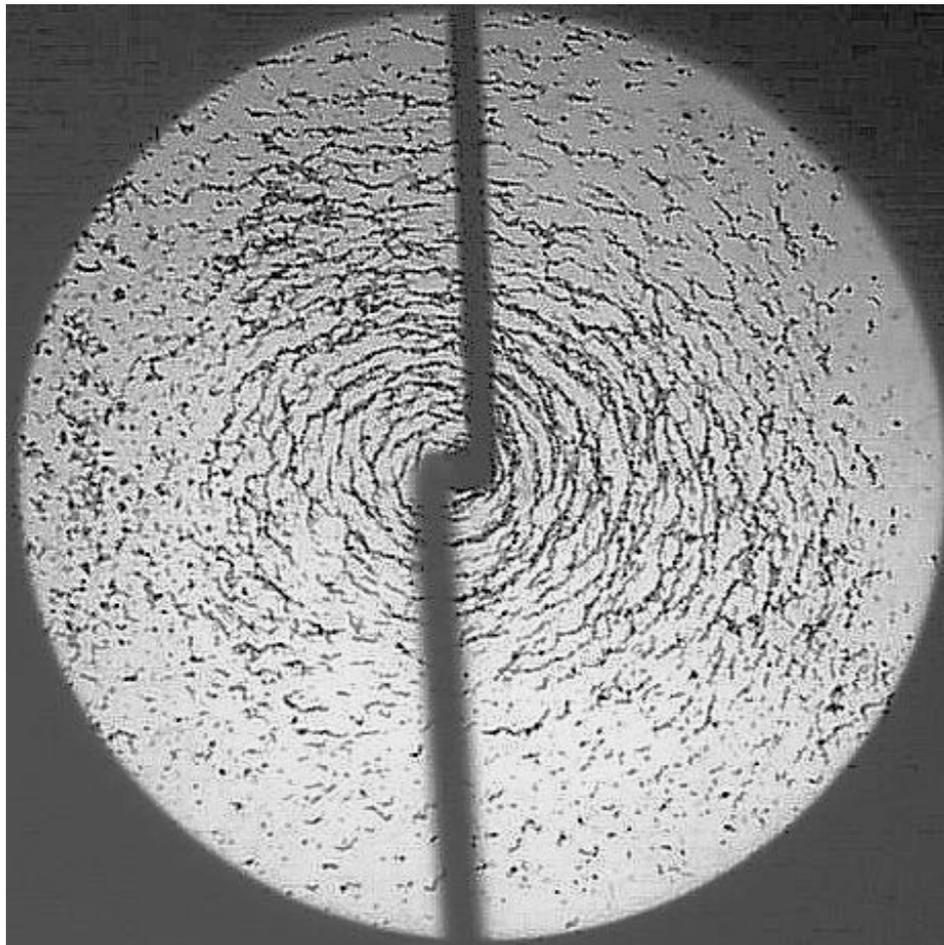
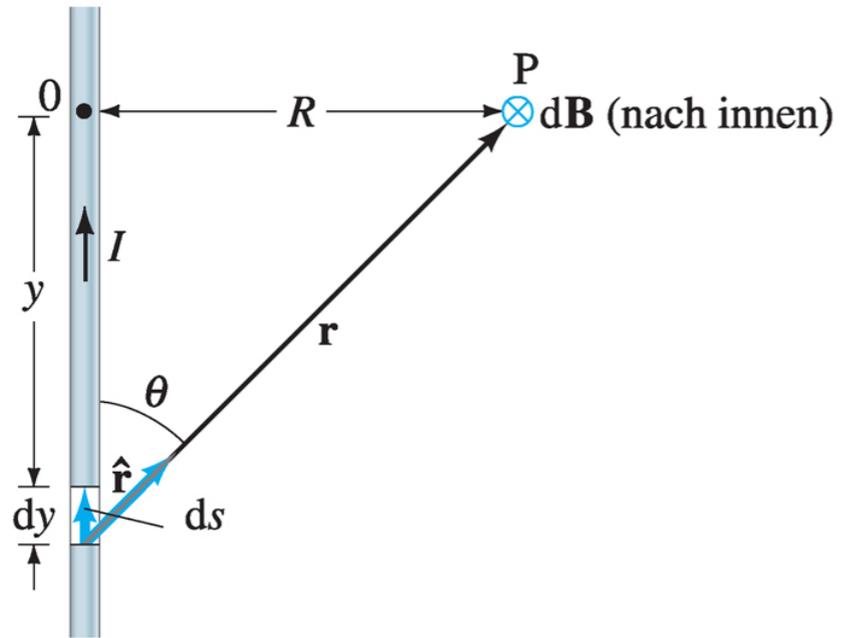
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \quad (55)$$

Das Gesetz von Biot-Savart gibt den Beitrag $d\vec{B}$ eines Stromelements $I \cdot \vec{s}$ am Ort \vec{r} an, wobei der Ortsvektor vom Stromelement zum Aufpunkt zeigt:

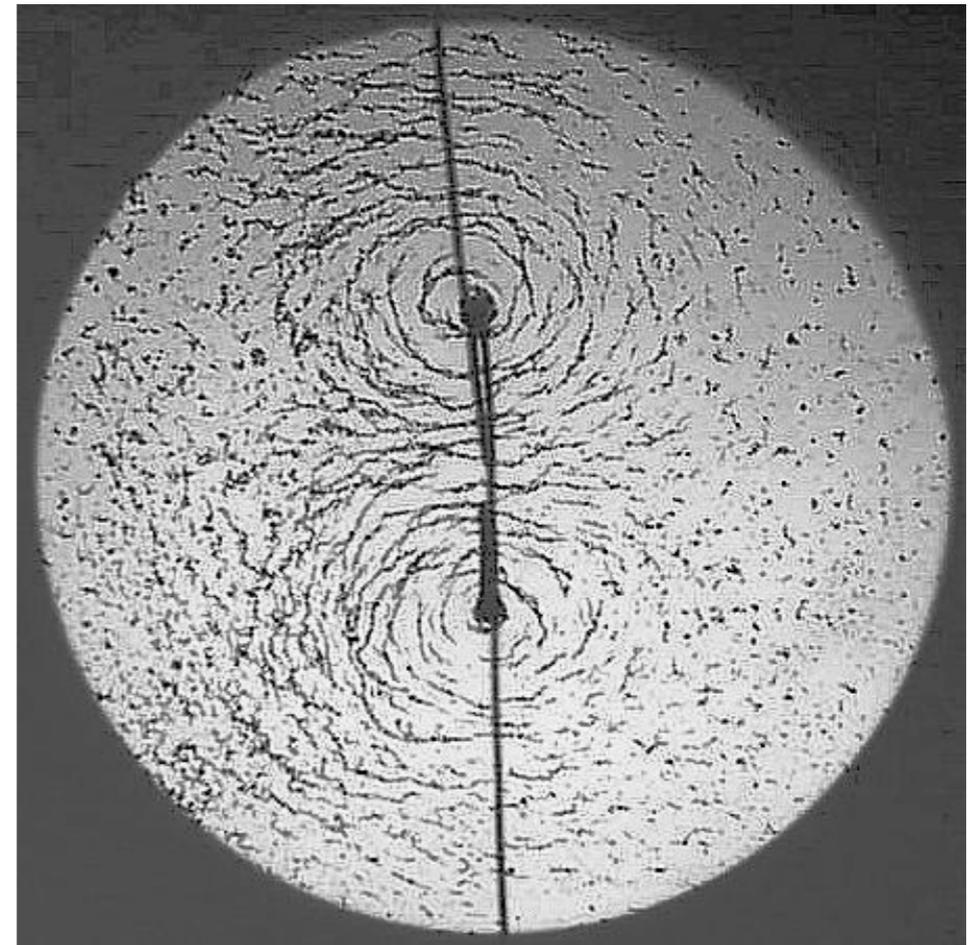
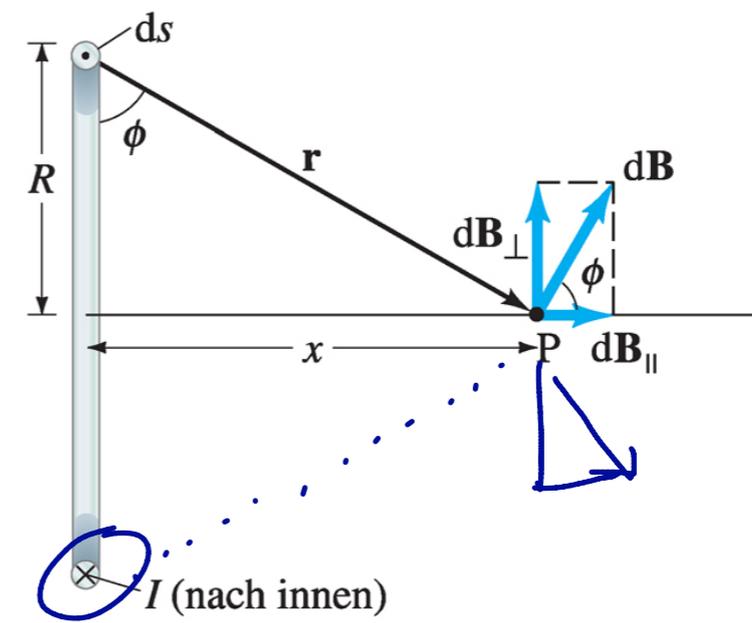
$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (56)$$

Das Feld realer Ströme berechnet man daraus durch Integration.

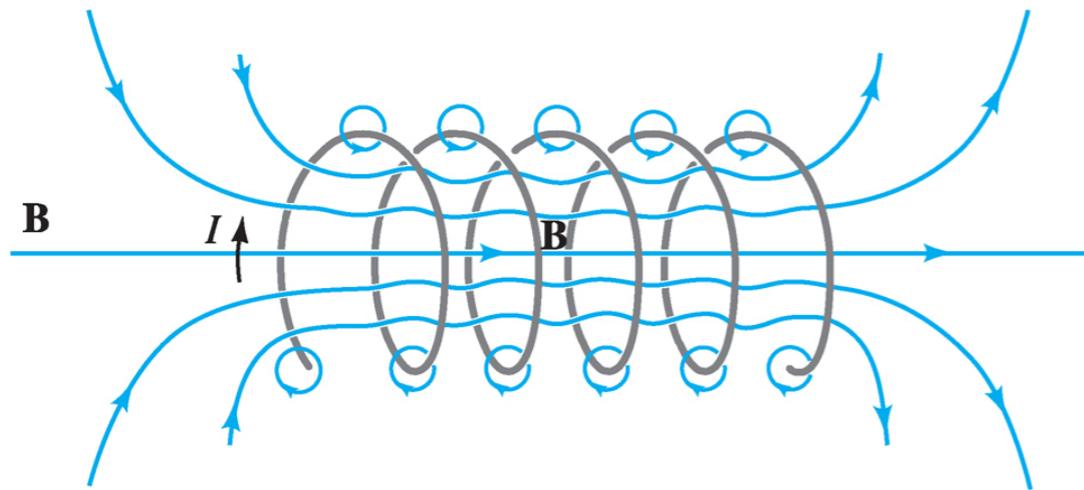
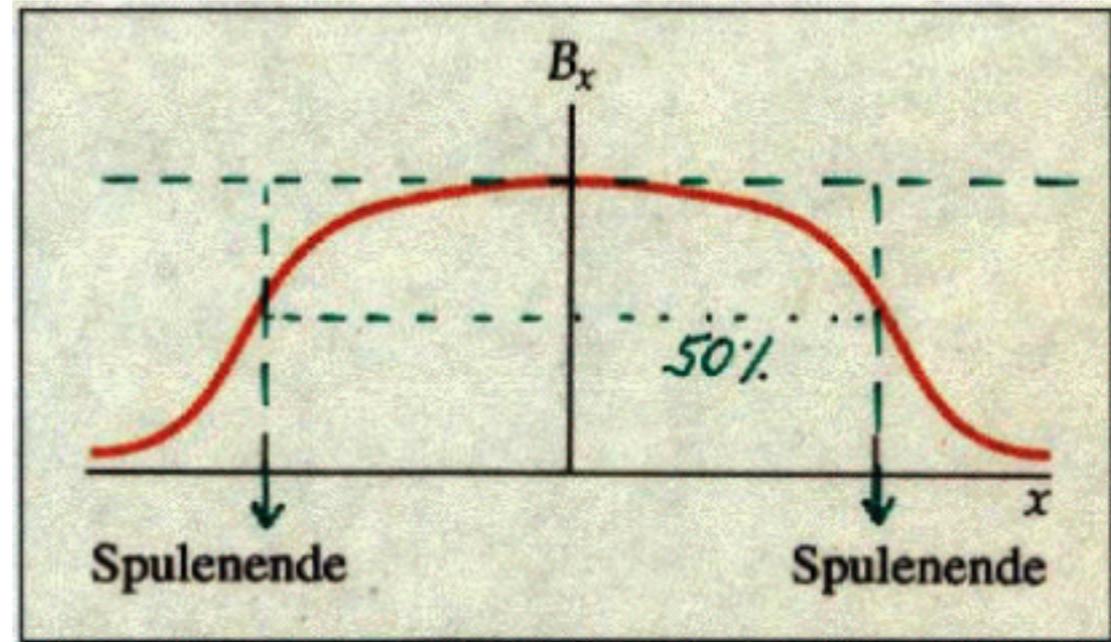
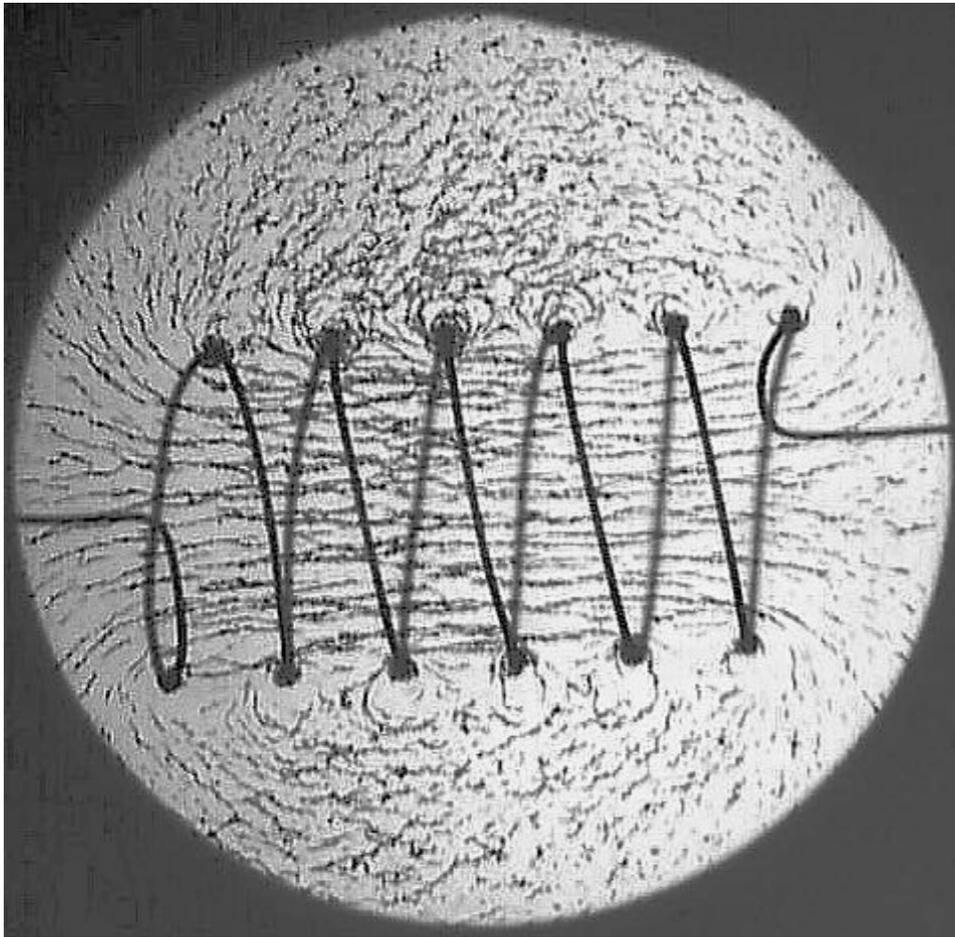
Magnetfeld eines geraden Leiters



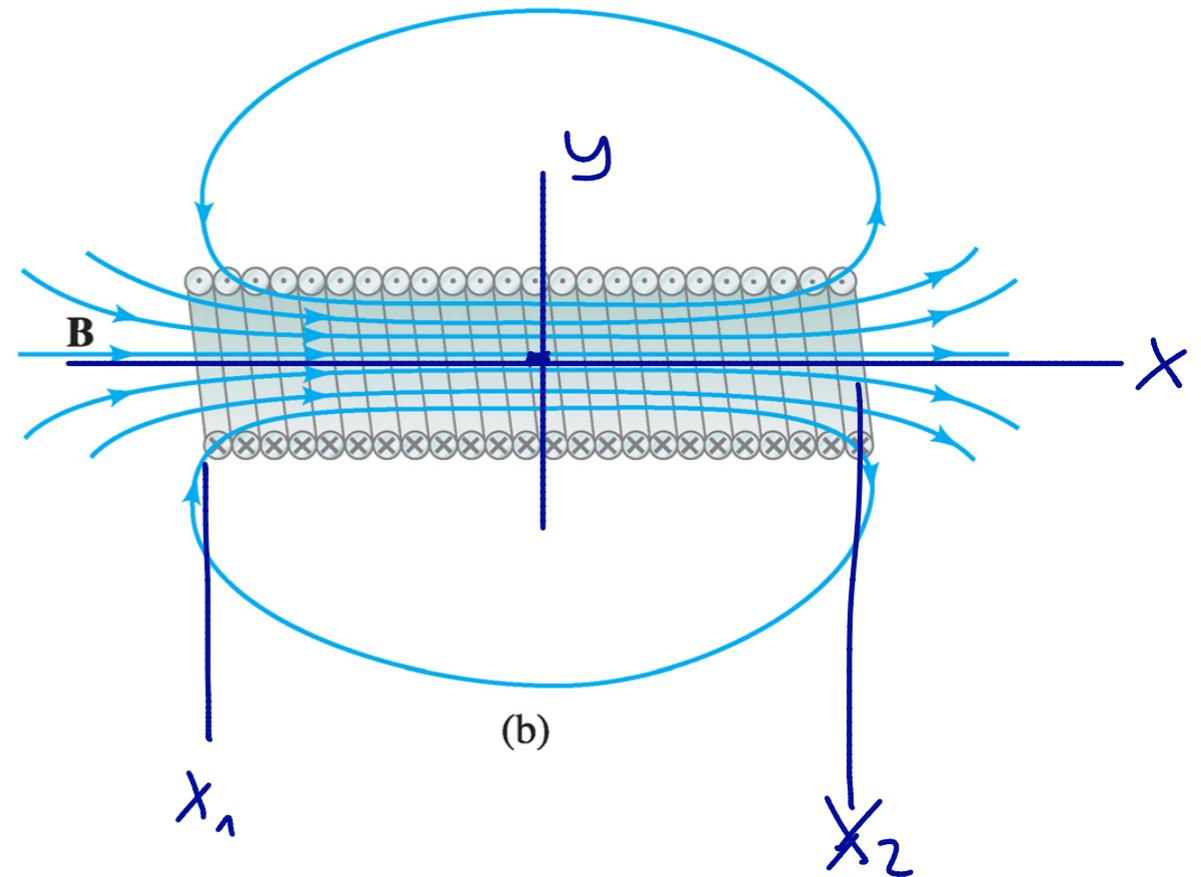
Magnetfeld einer Leiterschleife



Zylinderspule

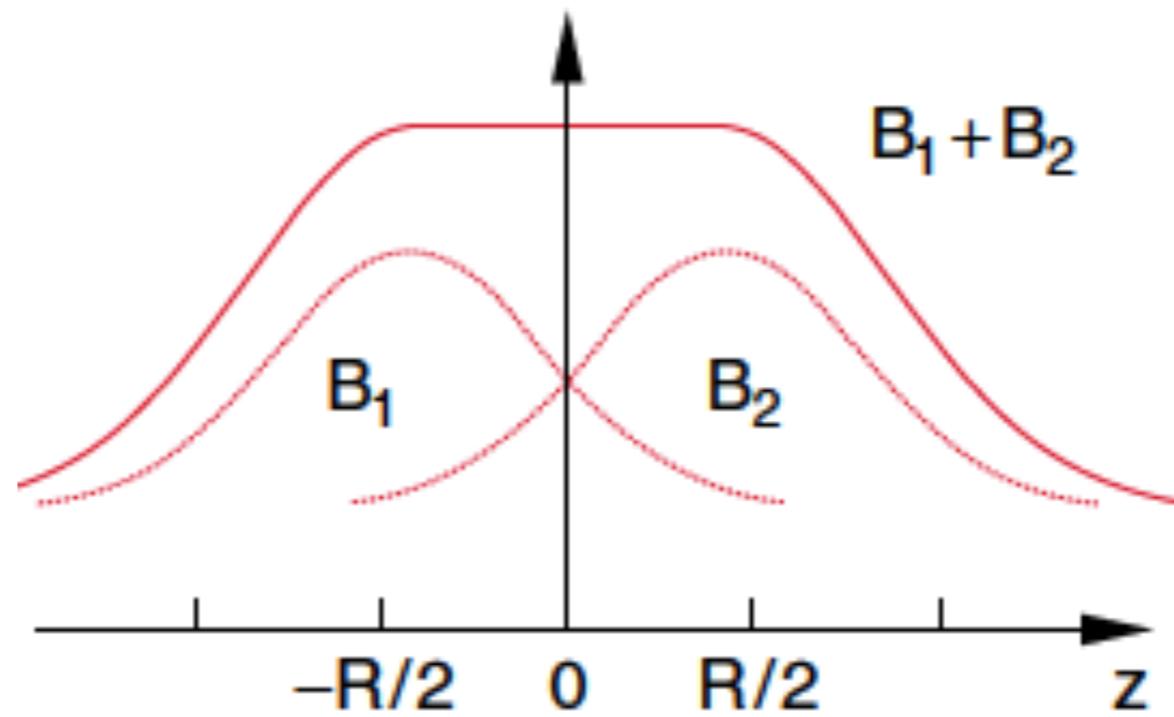
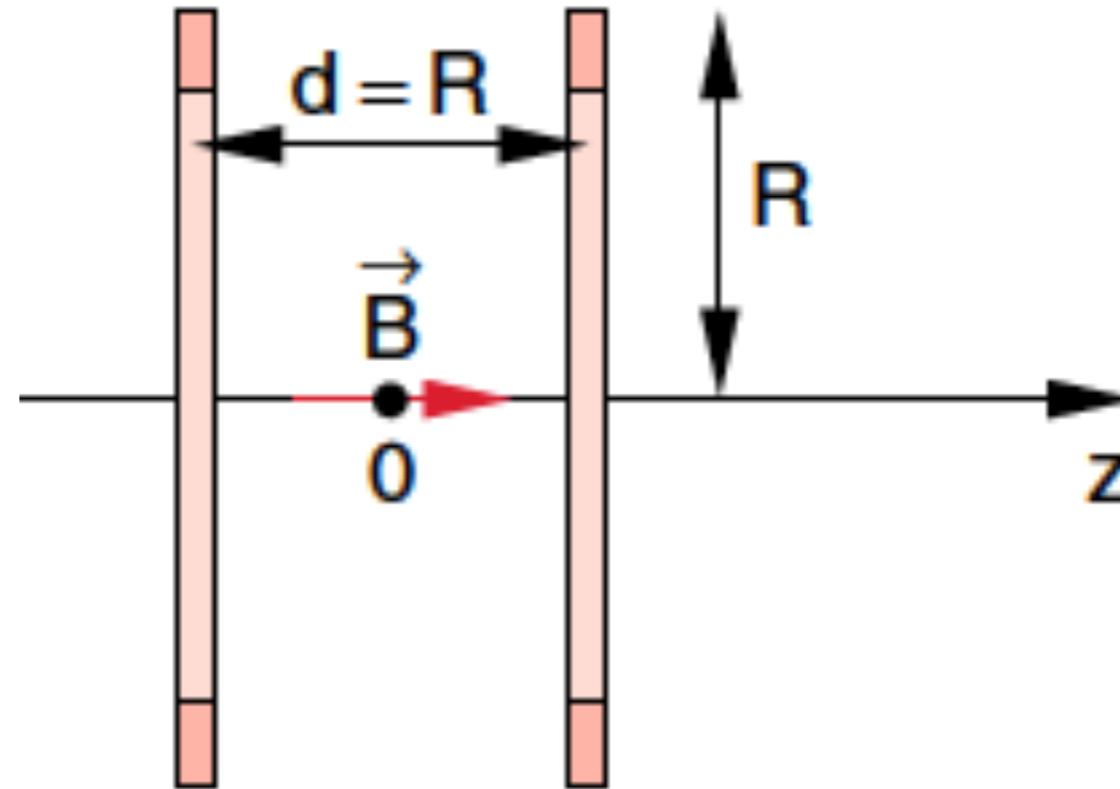


(a)

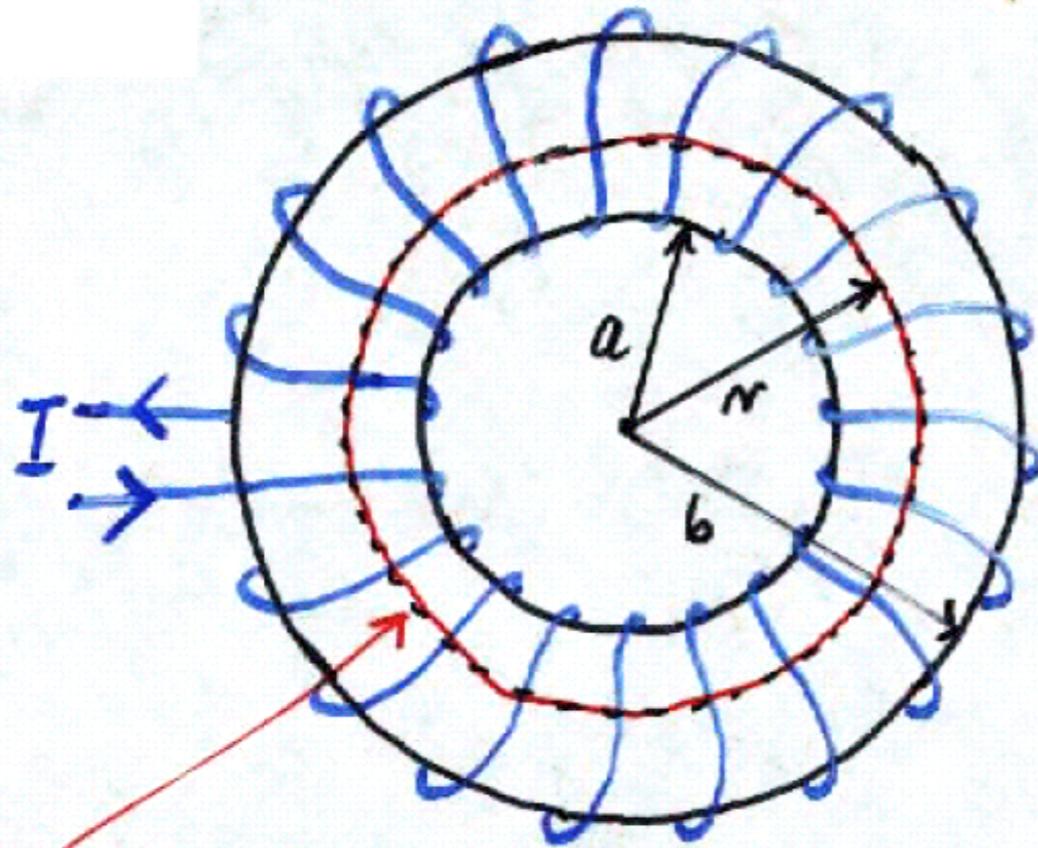


(b)

Helmholtz-Spulen

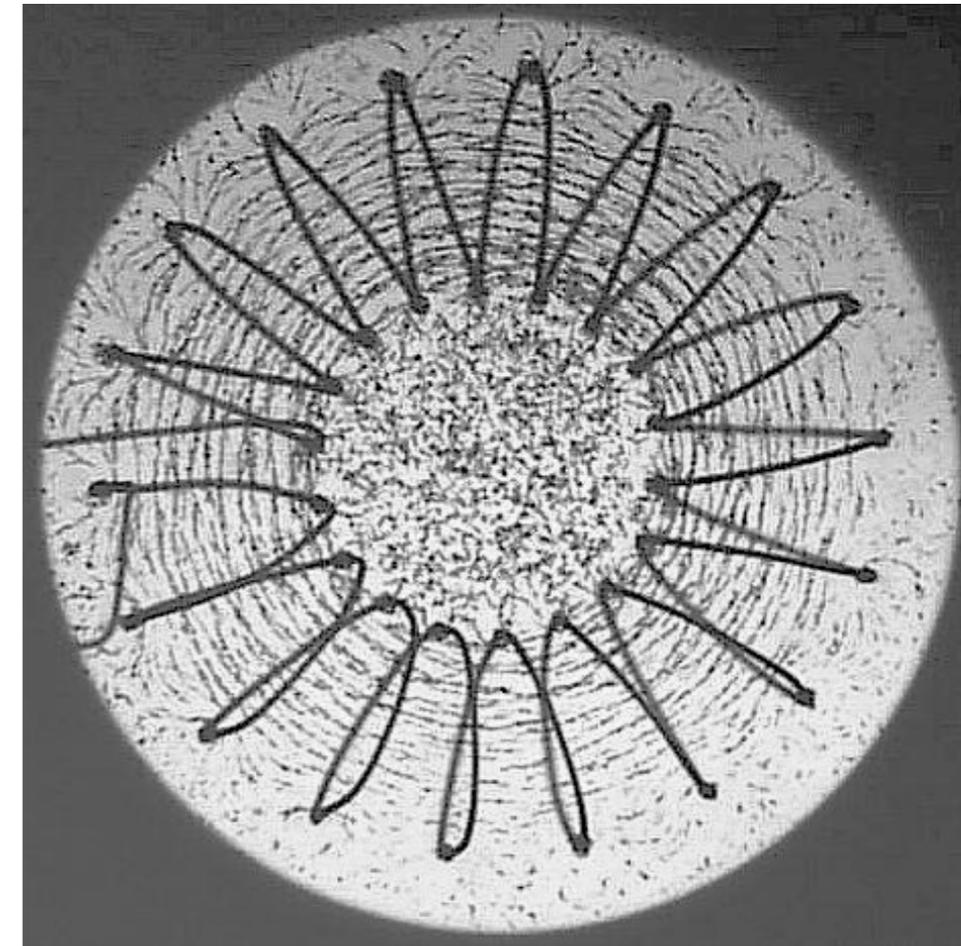


Toroidspule: Berechnung mit dem Ampereschen Gesetz

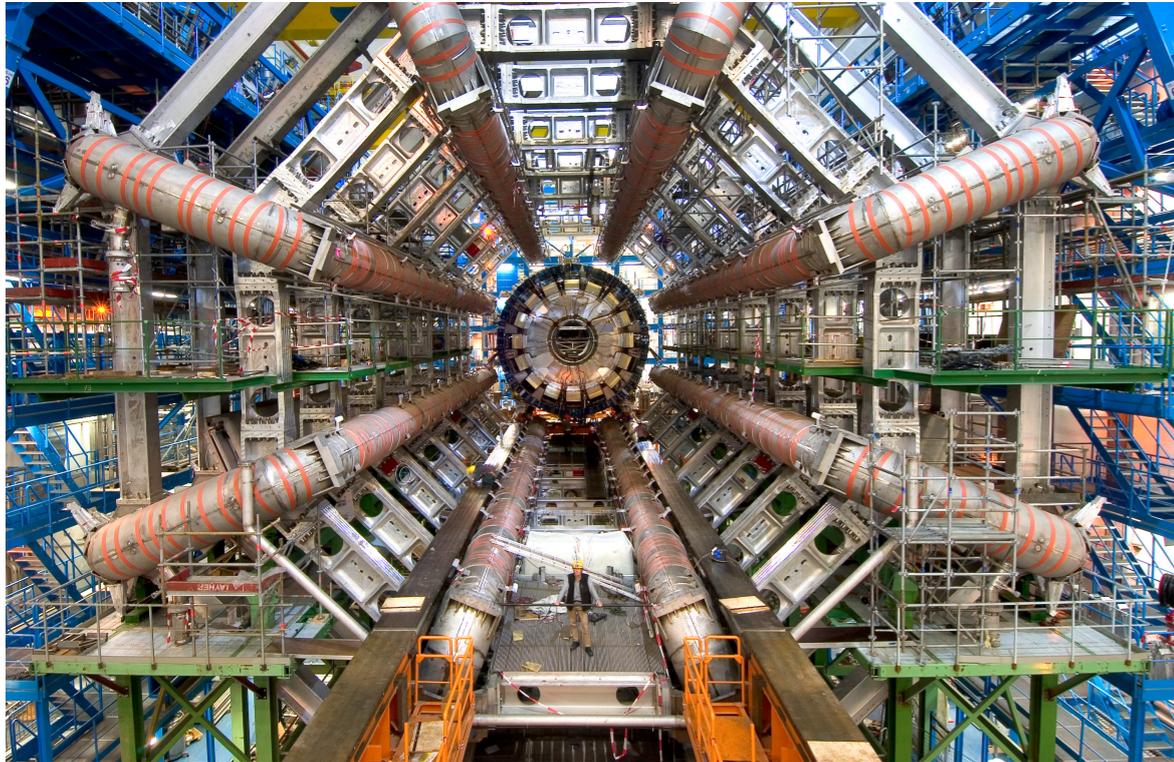


Strom I
 N Windungen
 a, b Innen-,
Aussenradius

$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$ verwenden: *Kurve C :
geschlossener Kreis in der Spule
mit Radius r*

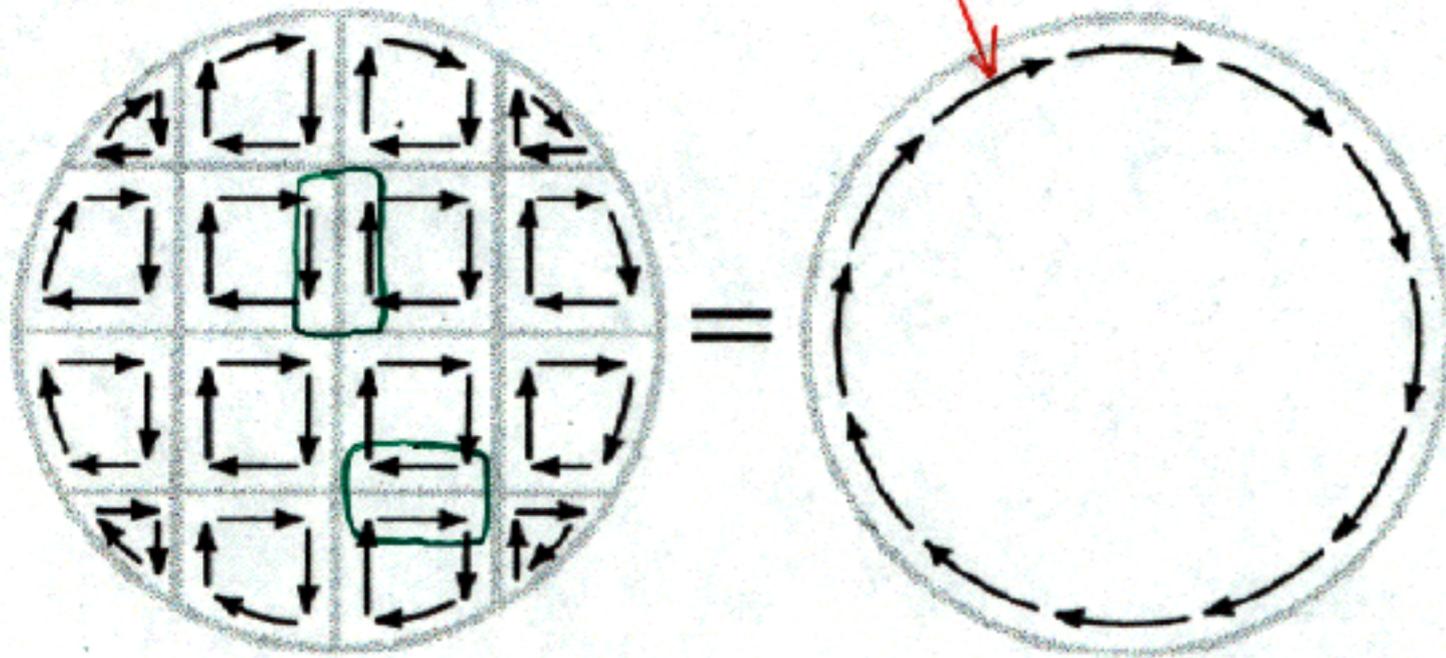


ATLAS-Spulen Toroid und Solenoid

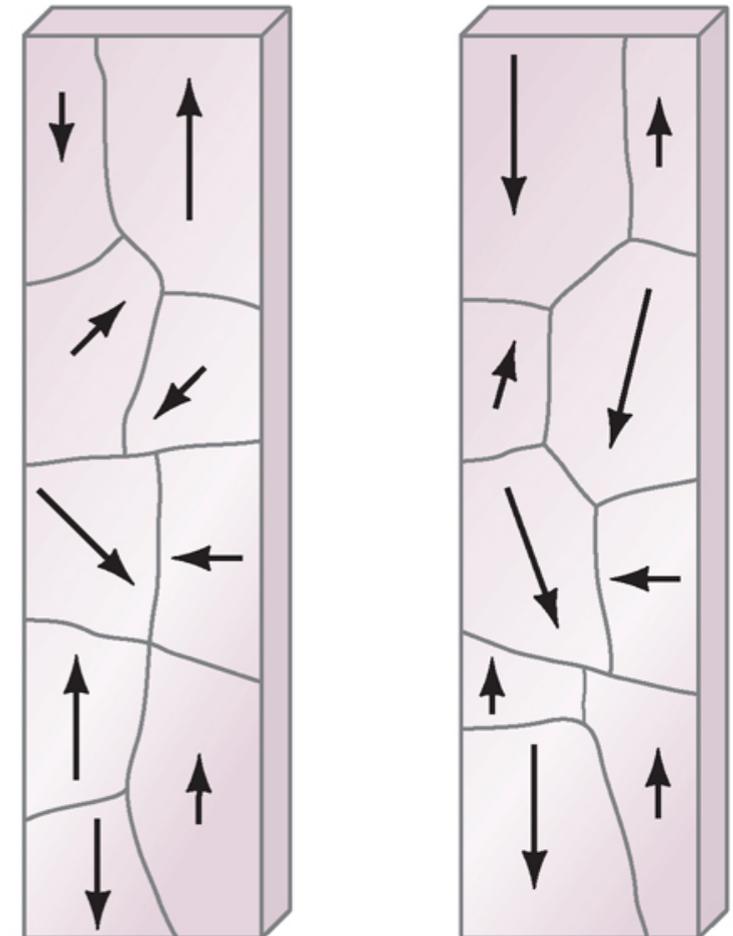


Magnetisierung von Materie

„Ampèrescher Strom“ $\hat{=}$ Strom in Zylinderspule



Weiss'sche Bereiche



(a)

(b)