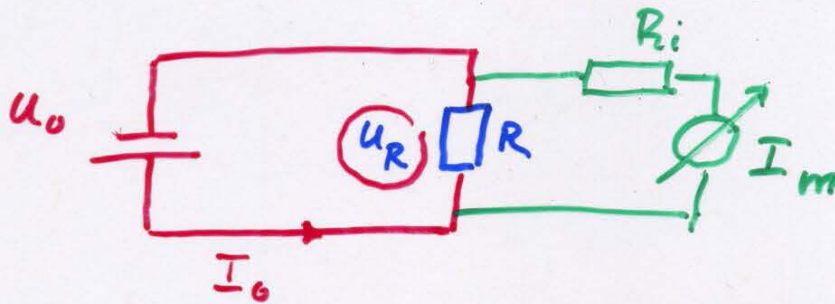


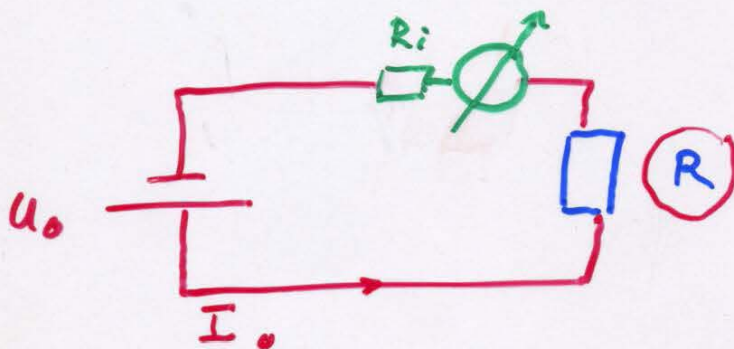
- Spannungsmessung



$$I_0 = I_m + I_R$$

$$\begin{aligned} U_R &= I_R \cdot R \\ &= I_m \cdot R_i \end{aligned}$$

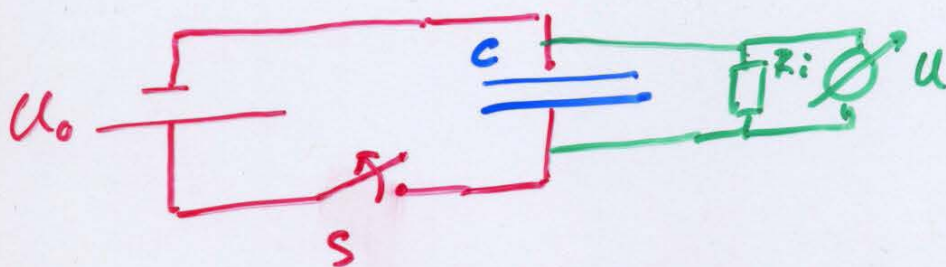
- Widerstandsmessung



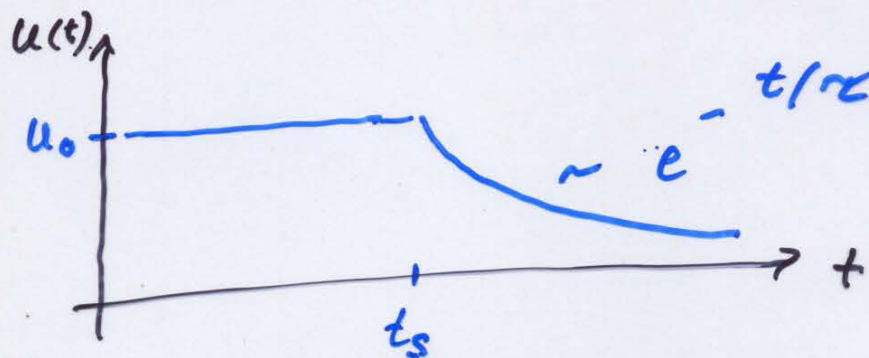
$$R + R_i = \frac{U_0}{I_0}$$

$$R = \frac{U_0}{I_0} - R_i$$

• Kapazität



Messung der Zeitkonstanten der Entladung des Kondensators

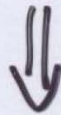
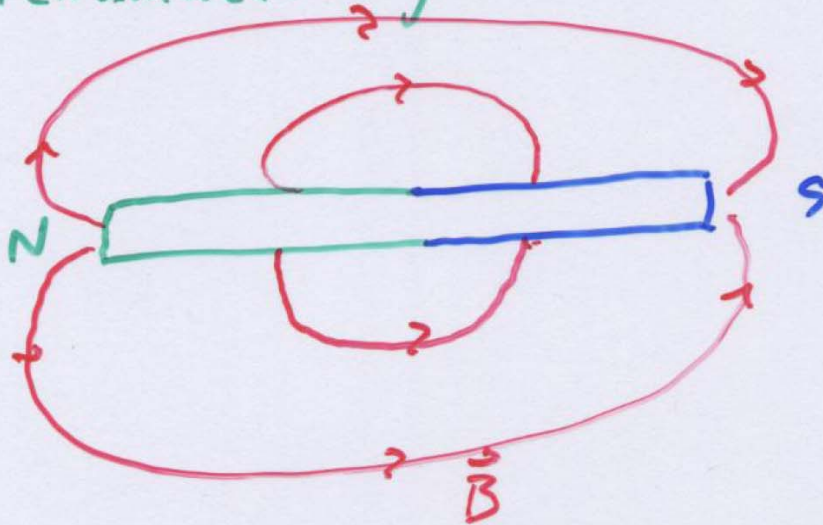


$$\tau = RC \quad \Rightarrow \quad C = \frac{\tau}{R}$$

4. Statischer Magnetismus

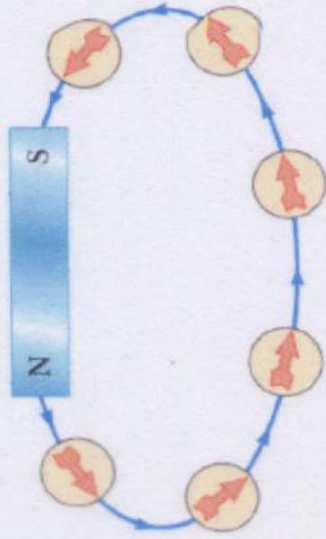
Oersted 1820 : El. Strom : Kraftwirkung
auf Kompaßnadeln :
Wirkung vergleichbar mit
der eines Permanentmagn.

Permanentmagnete :

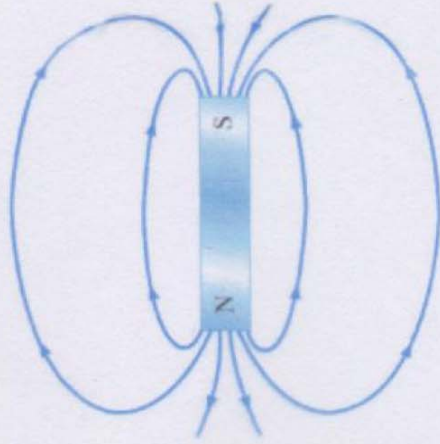


Man kann nicht Magn. Monopole herstellen

Das magnetische Feld

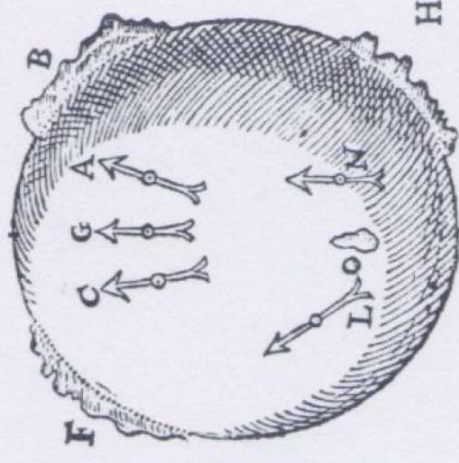


Maricourt (1269): Versuche an einem runden „Magnetstein“ (Fe_3O_4)
Metallnadel richtet sich entlang geschlossener Kreise aus, ausgehend von zwei entgegengesetzt gelegenen „Polen“
in weiterer Folge: jeder Magnet hat, unabhängig von der Form, zwei magnetische Pole: Nordpol und Südpol

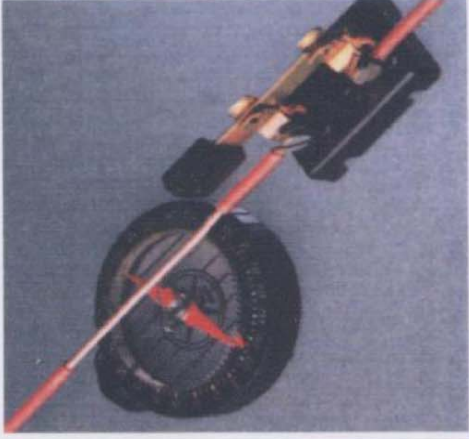
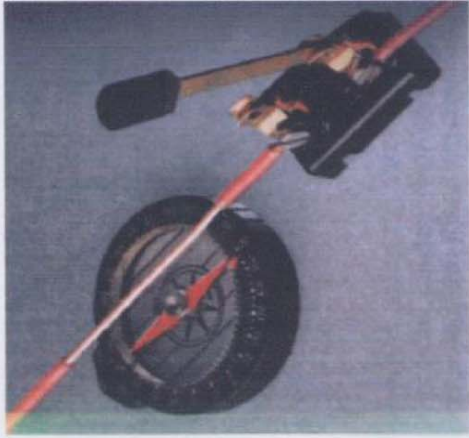


Gilbert (1600): „auch Erde ist ein großer Magnet“

Magnetische Pole treten immer paarweise auf (magnetischen Monopole wurden bis heute noch nicht nachgewiesen)
Elektrische Ladungen kann man separieren (+, -)



Das magnetische Feld



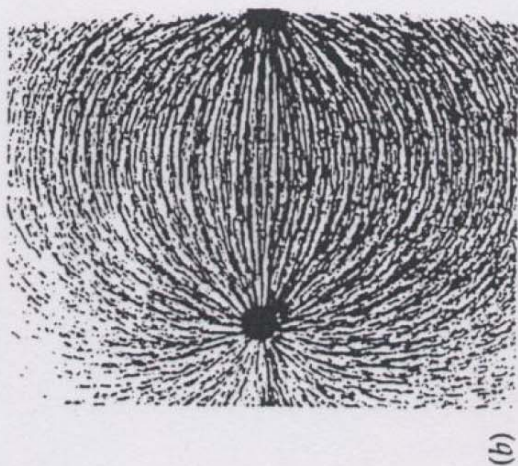
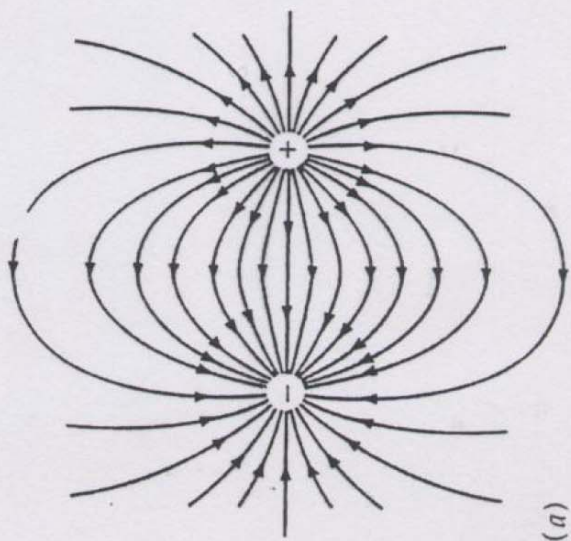
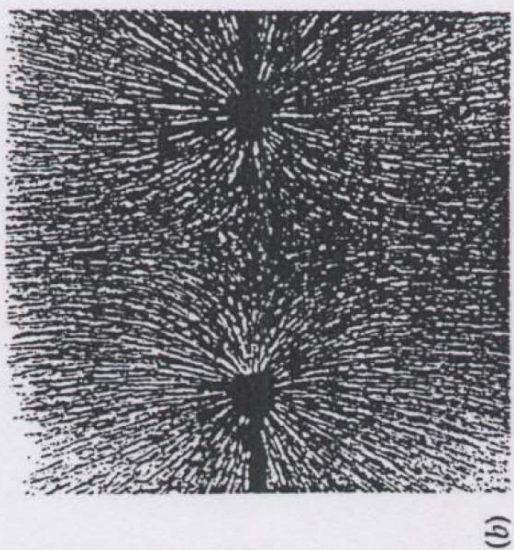
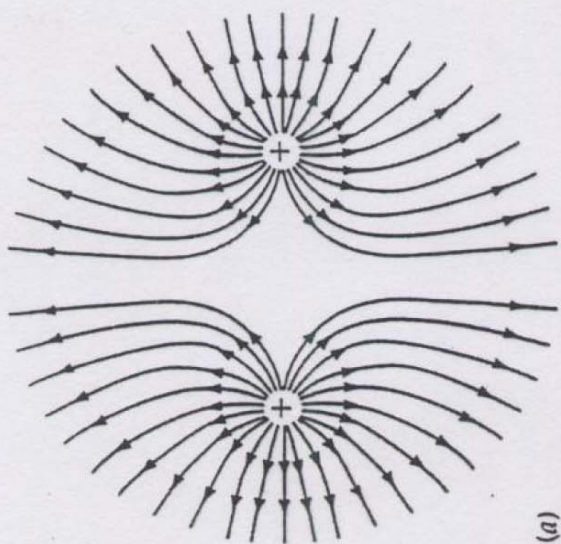
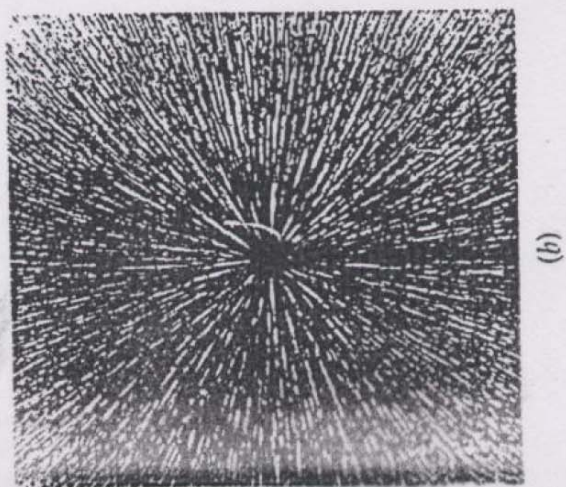
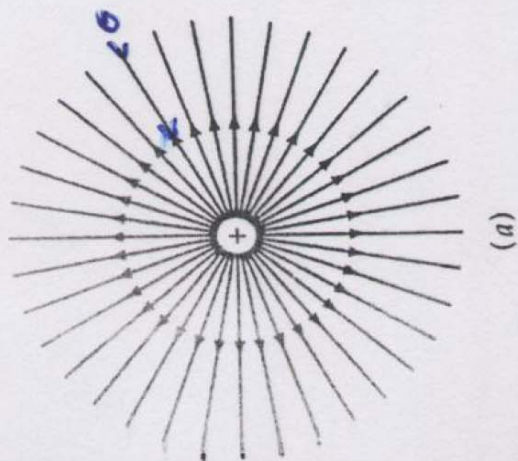
Oersted (1819): „ein elektrischer Strom in einem Leiter lenkt eine Kompaßnadel in der Nähe des Leiters ab“

Ampere (1825): „elektrische Ströme sind die alleinige Quelle der magnetischen Kräfte“

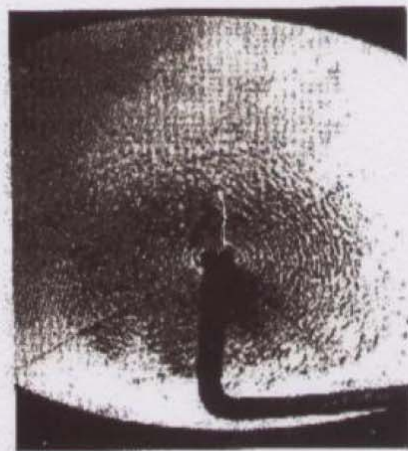
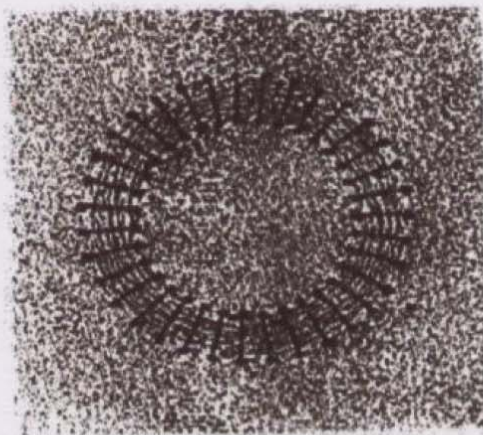
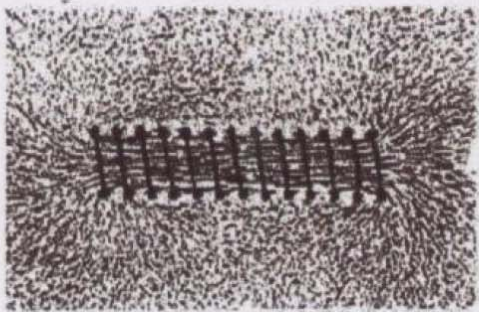
Faraday, Henry (1820s): „Elektrischer Strom in einer Leiterschleife durch Änderung eines nahen Magnetfeldes bzw. durch Änderung des Stroms in einer anderen nahen Leiterschleife“

Maxwell (1864): „Magnetfeld wird durch Änderung eines elektrischen Feldes hervorgerufen“

Feldlinien im Coulombfeld

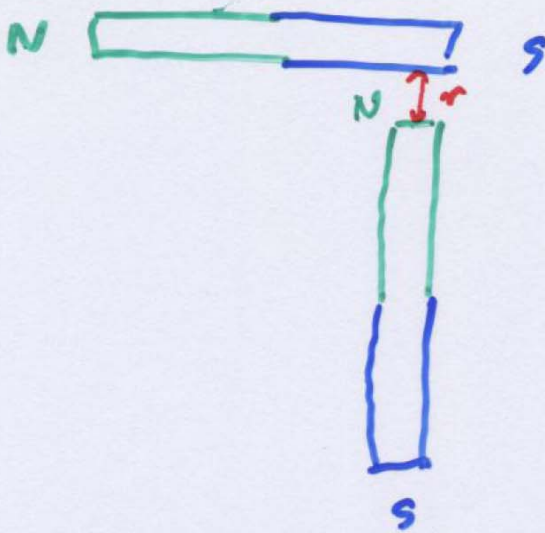


Feldlinien in Magnetfeld



Kräfte zwischen 2 Magneten:

Für kleine Abstände



$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{P_1 P_2}{r^2} \vec{e}_r$$

μ_0 : Permeabilitätskonstante

$$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

P_i Polstärke

Feldstärke

Konvention: $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$ Magn. Feldstärke

$$[\vec{B}] = \frac{1 \text{ Vs}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T (esla)}$$

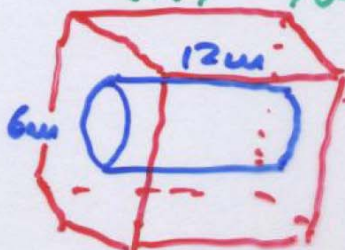
$$\hat{=} 10^4 \text{ Gauß}$$

Beispiele:

• Erdmagnetfeld: $\langle B \rangle = 20 \mu\text{T}$
 $\approx 0,2 \text{ G}$

• CMS Solenoid

$$3,8 \text{ T}$$

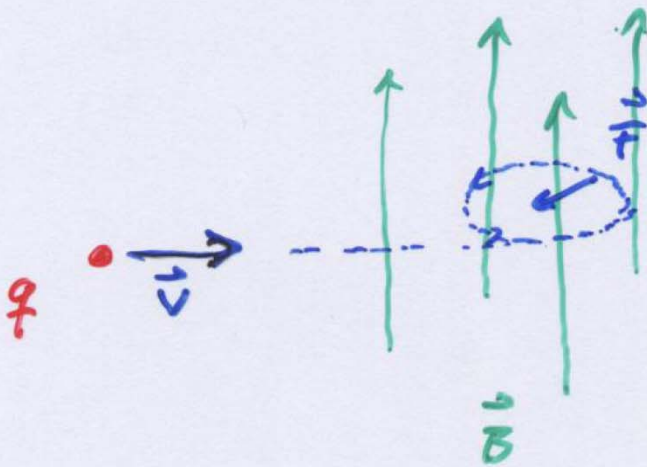


• Labormagnete 100T

4.1 Magnetfeld stationärer Ströme

4.1.1. Punktladung im Magnetfeld

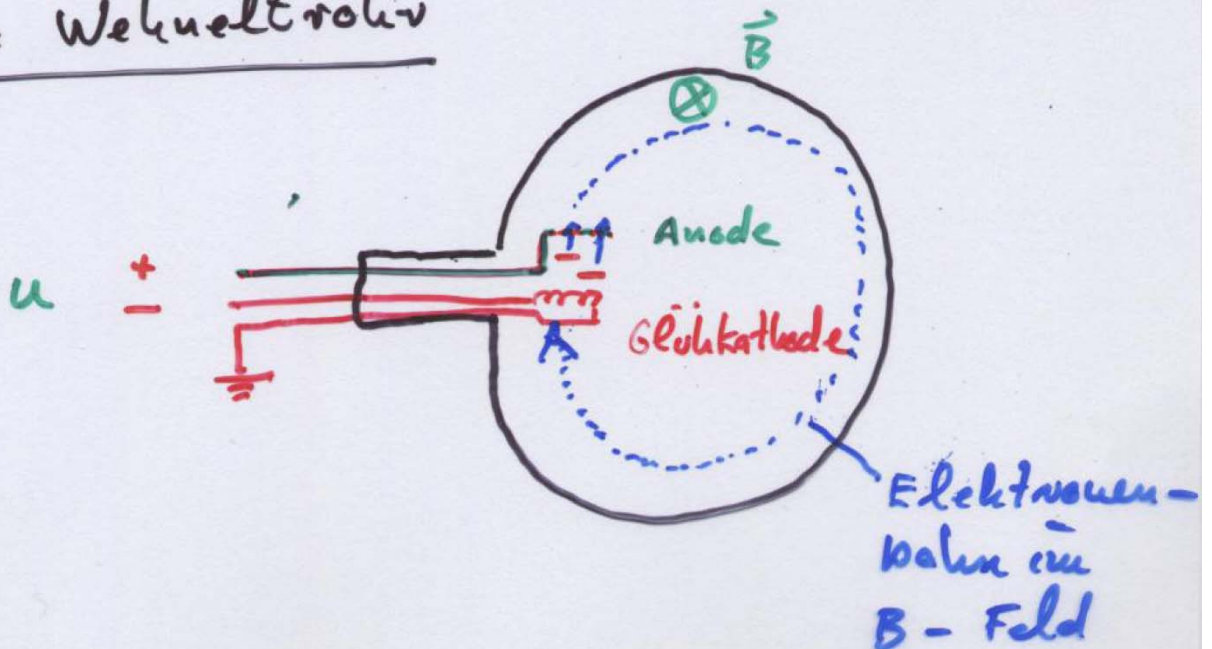
Lorentz - Kraft: $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$



$$\begin{aligned} F_B &= q \cdot v \cdot B \\ &= m \cdot a \\ &= \frac{m \cdot v^2}{r} = F_z \end{aligned}$$

$$\Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{P}{q \cdot B} \quad \text{Beharradius}$$

Demo: Welkeltrohr



Rechte Handregel



$$q(\vec{v} \times \vec{B}) = \vec{F}$$

„Daumen x Zeigefinger = Mittelfinger“

• Nach Beschleunigung:

$$\begin{aligned} E_e &= e \cdot U \\ &= \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 \frac{e}{m_e} U} \end{aligned}$$

• Im B-Feld:

$$r = \frac{\sqrt{2 e U \cdot m_e}}{e B}$$

$$\Rightarrow m_e = \frac{r \cdot e \cdot B}{v}$$

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{r^2 B^2}}$$

Anwendung:

a) Massenbestimmung von Molekülen,
Atomen (die ionisiert wurden)

$\Rightarrow$ Massenspektroskopie