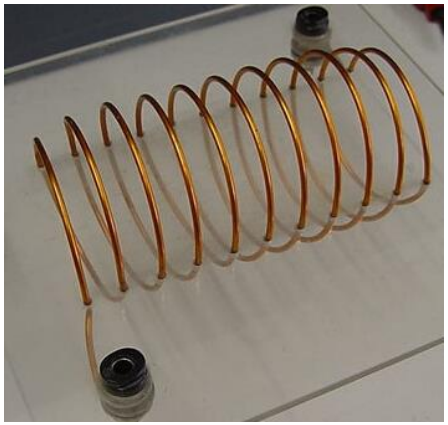
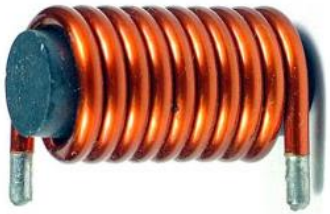
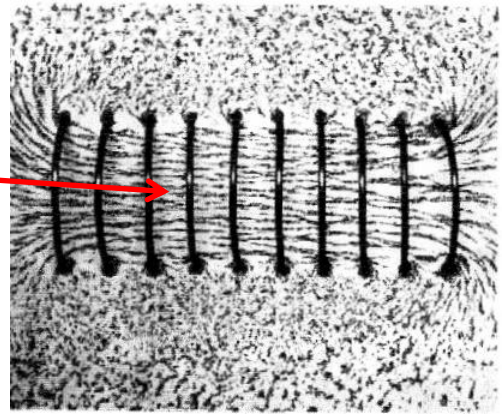
Das Magnetfeld einer Spule





Bedeutung:

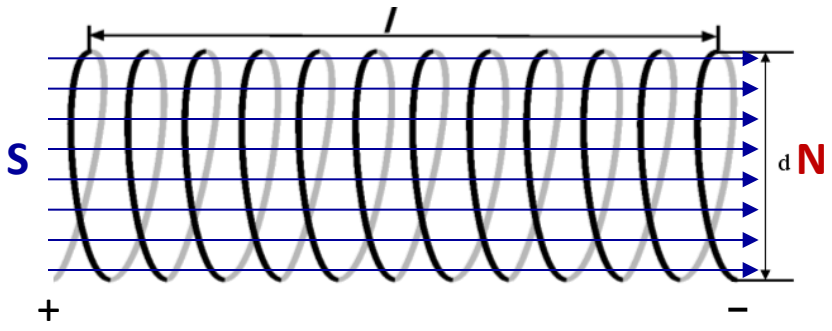
- homogene Magnetfelder im Inneren der Spule
- Erzeugung von Magnetfeldern unterschiedlicher Stärken



► *Wovon ist die Stärke des Magnetfeldes einer Spule abhängig ?*

► *Wie kann man die magnetische Flussdichte dieses Magnetfeldes berechnen ?*

→ Betrachtung des Magnetfeldes im Inneren einer langen Spule



lange Spule:

$l >> d$

B = ?

Experimentelle Untersuchung der magnetischen Flussdichte

(1) B = f(I): Je größer die Stromstärke I, desto größer die magnetische Flussdichte B.

$$B \sim I$$

(2) B = f(N): Je größer die Windungszahl N, desto größer die magnetische Flussdichte B.

$$B \sim N$$

(3) B = f(I): Je größer die Länge l der Spule, desto kleiner die magnetische Flussdichte B.

$$B \sim \frac{1}{l}$$

(4) B = f(Stoff): Ferromagnetische Stoffe erhöhen die magnetische Flussdichte.

μ_r … **Permeabilitätszahl**

Die Verstärkung des Magnetfeldes wird durch eine Stoffkonstante μ_r beschrieben.

Die Querschnittsfläche der Spule (Durchmesser) hat keinen Einfluss auf die magnetische Flussdichte.

Berechnung der magnetischen Flussdichte

Zusammenfassung: $B \sim \mu_r \cdot I \cdot \frac{N}{l}$

→ *Der Quotient* $\frac{N}{l}$ *wird auch als Windungsdichte bezeichnet.*

Für die magnetische Flussdichte im Inneren einer langen Spule gilt:

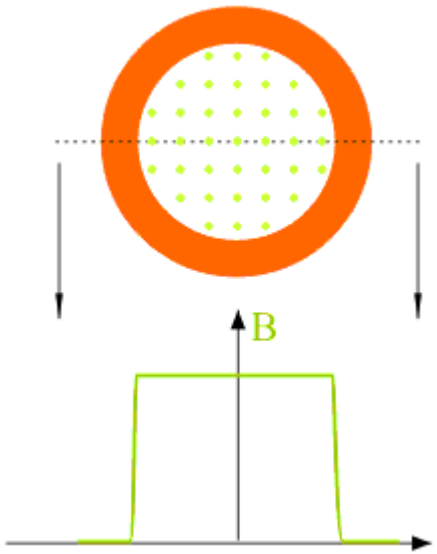
$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \cdot \frac{N}{l}$$

μ_0 … magnetische Feldkonstante

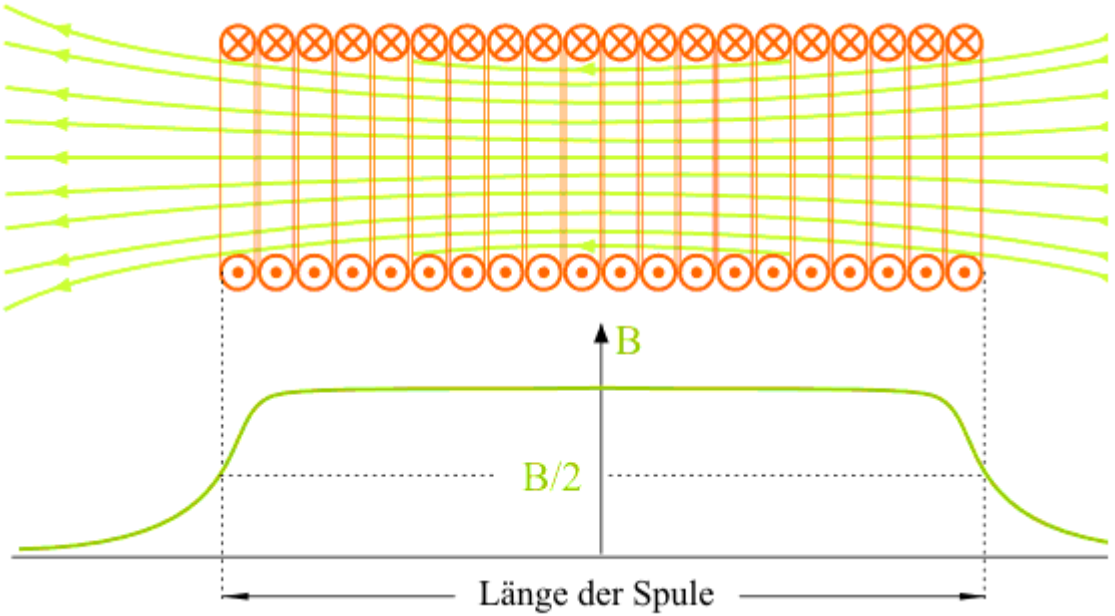
$$\mu_0 = 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{Tm}{A}$$

► *Wie sollte eine Spule beschaffen sein, damit ein möglichst starkes Magnetfeld erzeugt wird ?*

Magnetfeld einer langen Zylinderspule:



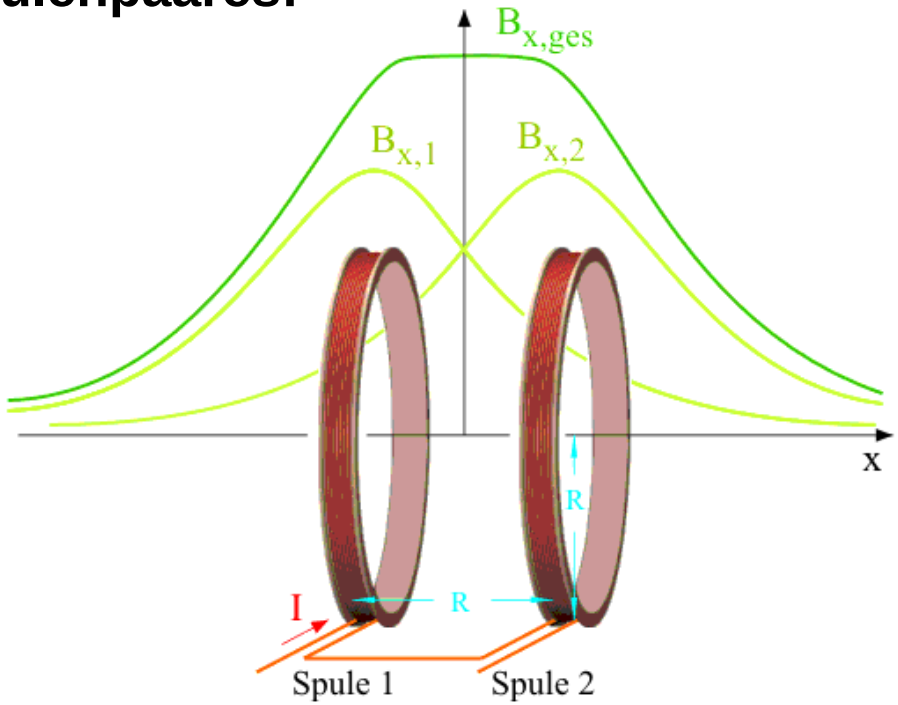
Verlauf des Magnetfeldes
senkrecht zur Spulenachse



Verlauf des Magnetfeldes
parallel zur Spulenachse

Magnetfeld eines Helmholtz-Spulenpaares:

- beide Teilspulen erzeugen ein eigenes Magnetfeld
- beide Magnetfelder überlagern sich
- Die Überlagerung erzeugt ein (fast) homogenes Magnetfeld



* Erfüllt eine Spule nicht die Bedingung einer langen Spule, so gilt die Gleichung:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{l} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot (\frac{r}{l})^2}}$$

Korrekturfaktor

r … Spulenradius