

Zusammenfassung vom 01.06.2011

VI Induktion und Induktivität

Selbstinduktion: *das durch den Strom in einer Spule erzeugte Magnetfeld bewirkt einen sich zeitlich ändernden magnetischen Fluss, der wiederum eine Spannung in der Spule induziert, die der Stromänderung entgegenwirkt. Diesen Vorgang der Beeinflussung der Stromes durch die von ihm selbst induzierte Spannung bezeichnet man als **Selbstinduktion***

Induktivität L: $\phi_m = LI \rightarrow U_{\text{ind}} = -L \frac{dI}{dt}$ $[L] = 1 \text{ Henry} = 1 \text{ H} = 1 \text{ WbA}^{-1}$
 $= 1 \text{ VsA}^{-1} = 1 \text{ Tm}^2 \text{ A}^{-1}$

\rightarrow *Maß für die Selbstinduktion*

\rightarrow *das Minuszeichen steht für die Lenz'sche Regel und muss mit Bedacht verwendet werden*

Induktivität einer langen Spule: $L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$ $l \gg R$ *N Wicklungen, Radius R, Querschnittfläche A, Länge l*

magnetische Energie: $W_{\text{mag}} = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \vec{\mu}_m \cdot \vec{B}$ *μ_m = magn. Moment einer Spule mit N Wicklungen, Querschnittfläche A, Länge l*

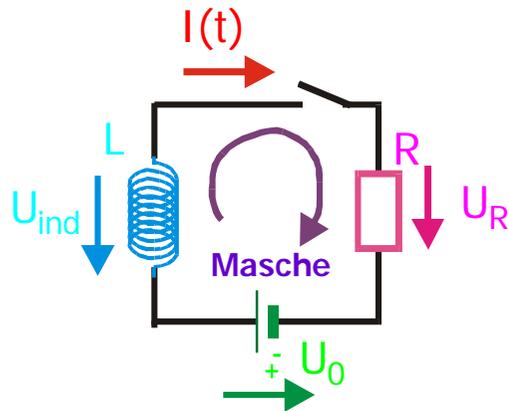
magnetische Energiedichte: $w_{\text{mag}} = \frac{W_{\text{mag}}}{V} = \frac{1}{2\mu_0} \vec{B}^2 = \frac{1}{2} \vec{B} \cdot \vec{H}$ *gilt allgemein*

„Laden“ einer Spule:

$$U_R - U_{ind} - U_0 = 0$$

$$\frac{L}{R} \dot{I}(t) + I(t) - \frac{1}{R} U_0 = 0$$

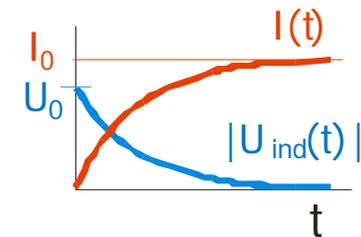
inhomogene Differentialgleichung (analog zum Laden eines Kondensators)



$$\rightarrow I(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R} \text{ Maximalstrom}$$

$$\tau = \frac{L}{R} \text{ Zeitkonstante}$$



$$\rightarrow U_{ind}(t) = -U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

negatives Vorzeichen bedeutet, dass U_{ind} einen **Spannungsabfall** darstellt

„Entladen“ einer Spule:

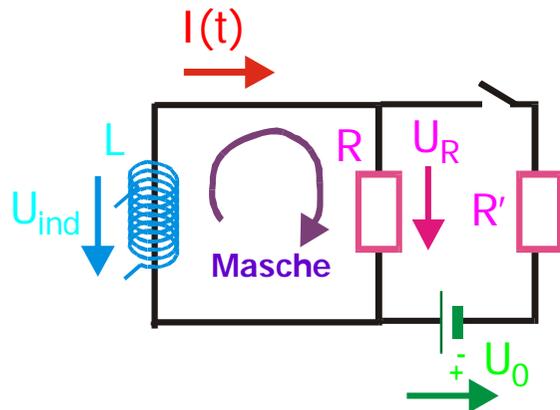
$$U_R - U_{ind} = 0$$

homogene Differentialgleichung (analog zum Entladen eines Kondensators)

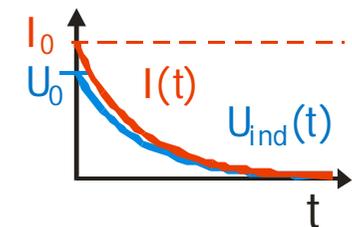
$$\frac{L}{R} \dot{I}(t) + I(t) = 0$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R} \text{ Maximalstrom}$$

$$\tau = \frac{L}{R} \text{ Zeitkonstante}$$



$$\rightarrow I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$



$$\rightarrow U_{ind}(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

positives Vorzeichen bedeutet, dass U_{ind} eine **Spannungsquelle** darstellt

Verständnisfragen: *Betrachte zwei Spulen mit der gleichen Induktivität L . Wie groß ist die Gesamtinduktivität, wenn sie in Reihe geschaltet werden? $2L$ oder $0.5L$?*

Wie verhält sich demzufolge die Gesamtinduktivität, wenn sie parallel geschaltet werden?