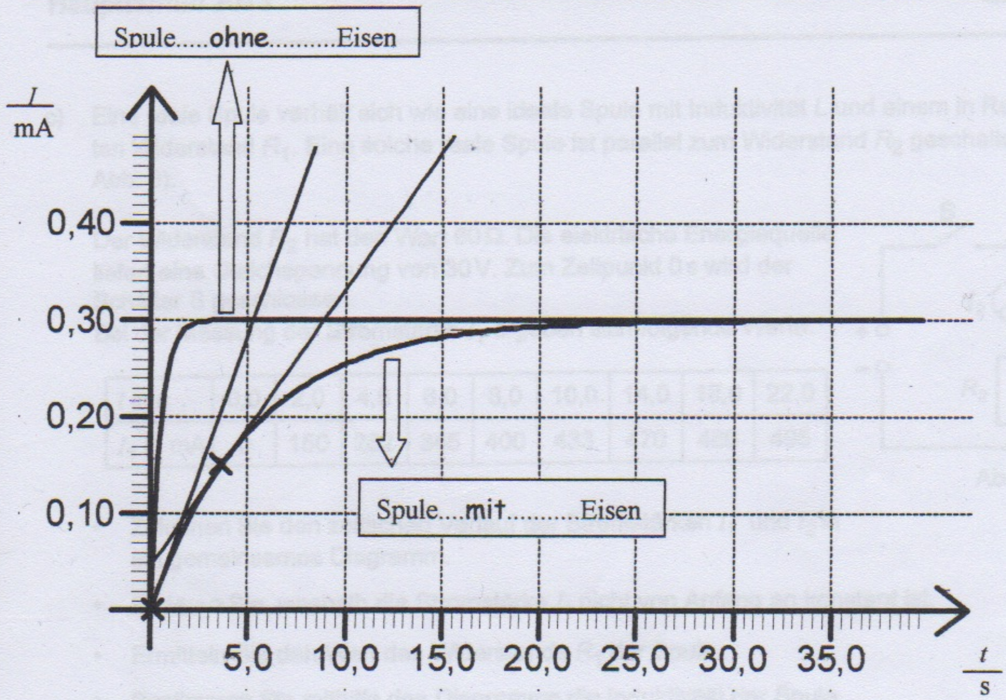
Klasse 12 **Selbstinduktion** **Übungsblatt 8**
Lösungen



Aus dem Diagramm:

$I = 0$ mA bei $t = 0$ s: $\dot{I}\,(0\text{s}) = \dfrac{0{,}30\cdot 10^{-3}\,\text{A}}{5{,}5\,\text{s}} = 5{,}5\cdot 10^{-5}\,\dfrac{\text{A}}{\text{s}}$

$I = 0{,}15$ mA bei $t = 3{,}5$ s: $\dot{I}\,(3{,}5\text{s}) = \dfrac{0{,}25\cdot 10^{-3}\,\text{A}}{8{,}5\,\text{s}} = 2{,}9\cdot 10^{-5}\,\dfrac{\text{A}}{\text{s}}$

$I_{max} = 0{,}30$ mA; wobei $I_{max} = \dfrac{U_1}{R}$

$\Rightarrow$ Widerstand des Kreises: $R = \dfrac{U_1}{I_{max}} = \dfrac{2{,}5\,\text{V}}{0{,}30\cdot 10^{-3}\,\text{A}} = 8300\,\Omega$

Bestimmung der Eigeninduktivität L:

1. mit $\dot{I}\,(0\text{s})$: Bei $t = 0$ s gilt: $U_1 = -\;U_{ind}\,(0\text{s}) = +\,L\cdot \dot{I}\,(0\text{s})$
$\Rightarrow$ Eigeninduktivität L:

$$L = \frac{U_1}{\dot{I}(0\text{s})} = \frac{2{,}5\,\text{V}}{5{,}45\cdot 10^{-5}\,\text{A/s}} = 4{,}6\cdot 10^{4}\,\text{H}$$

2. mit $\dot{I}\,(3{,}5\text{s})$: Bei $t = 3{,}5$ s gilt: $U(t) = U_1 + U_{ins}(t) = U_1 - L\cdot\; \dot{I}(t) = R\cdot I(t)$
$\Rightarrow$ Eigeninduktivität L:

$$L = \frac{U_1 - I(t)\cdot R}{\dot{I}(t)} = \frac{2{,}5\,\text{V} - 0{,}15\cdot 10^{-3}\,\text{A}\cdot 8330\,\Omega}{2{,}94\cdot 10^{-5}\,\text{A/s}} = 4{,}3\cdot 10^{4}\,\text{H}$$

Die Differenz der Werte liegt an der Ungenauigkeit der Steigungsbestimmung!

c) **Zeitlicher Verlauf der Stromstärken**

Die Stromstärke im Zweig mit dem ohmschen Widerstand erreicht sofort den Wert

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{30}{60}\text{ A} = 0{,}50\text{ A} = 500\text{ mA}.$$

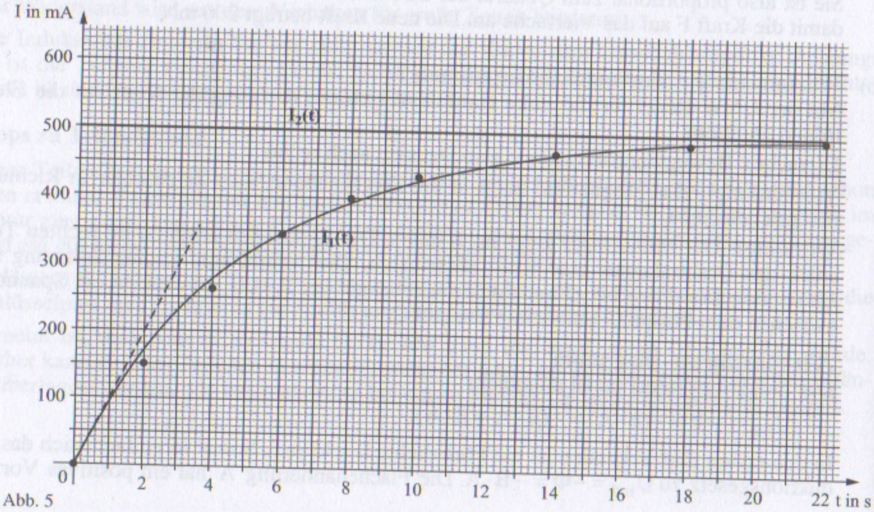


Abb. 5

Erläuterung des Stromverlaufs

Nach dem Schließen des Schalters beginnt die Stromstärke in der Spule anzusteigen. Dadurch entsteht ein ansteigendes Magnetfeld. Nach dem Lenz'schen Gesetz wird eine Gegenspannung U_{ind} induziert, die ihrer Ursache, nämlich dem Anstieg der Stromstärke, entgegenwirkt.

Für $t = 0$ s ist die Stromstärke noch 0 A, folglich haben dann die angelegte Spannung U_0 und die Gegenspannung U_{ind} den gleichen Betrag. Der Anstieg der Stromstärke nimmt ab, somit verringert sich auch die Gegenspannung. Nach einer gewissen Zeit ändert sich die Stromstärke nicht mehr und sie erreicht ihren Maximalwert

$$I_{max} = \frac{U_0}{R_1}.$$

Widerstand der Spule

Da in beiden Zweigen langfristig die gleiche Stromstärke fließt, müssen auch beiden Widerstände gleich sind. R_1 beträgt also ebenfalls 60 Ω.

Berechnung der Eigeninduktivität

Wie oben schon erwähnt, sind die Beträge der angelegten und der induzierten Spannung zum Zeitpunkt 0 s gleich groß:

$$U_0 = L \cdot \dot{I} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Die Stromstärkeänderung wird als Tangentensteigung im Ursprung ermittelt. Da die Tangente mit dem Geodreieck nach Augenmaß eingezeichnet wird, können sich größere Abweichungen ergeben. Aus $\Delta t = 2{,}0$ s, $\Delta I = 0{,}2$ A (vgl. Abb. 5) folgt:

$$L = \frac{U_0 \cdot \Delta t}{\Delta I} = \frac{30 \cdot 2{,}0}{0{,}2}\text{ H} = 300\text{ H}.$$