



Name: ..... Vorname: .....

Matr.-Nr.: ..... Studiengang: .....

*Falls zutreffend, bitte ankreuzen!*

- Ich bin damit einverstanden, dass mein Prüfungsergebnis in Kombination mit meiner Matrikelnummer per Aushang veröffentlicht wird.

.....  
Unterschrift

**Bearbeitungszeit:** 80 Minuten

**Zugelassene Hilfsmittel:** Stifte, Lineal/Geodreieck, Taschenrechner (nicht programmierbar)

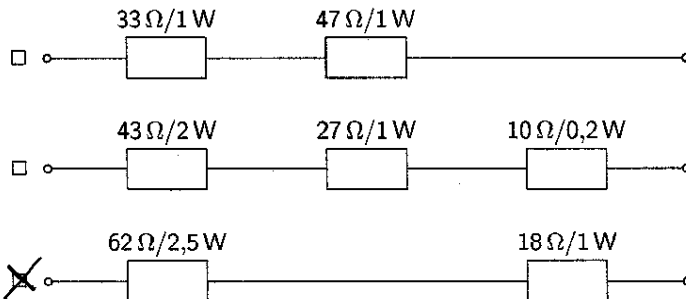
**Weitere Hinweise:**

- Schalten Sie bitte Ihre Mobiltelefone aus!  
*Der Einsatz von Handys, Smartphones o.ä. gilt als Täuschungsversuch.*
- Legen Sie bitte Ihren Studierendenausweis und Ihren Personalausweis auf den Tisch.
- Schreiben Sie bitte Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer auf jedes verwendete Blatt.
- Schreiben Sie bitte *nicht* mit Bleistift oder Rotstift!
- Verwenden Sie bitte ausschließlich das ausgehändigte Papier.
- Machen Sie bitte Ihre Aufgaben auf dem Rechenpapier mit Aufgabennummern kenntlich.

Aufgabe:	1	2	3	4	gesamt
Punkte:	17	18	18	16	69
Erreicht:					
Endnote:					

## 1. Kurzfragen zu Elektrotechnik 1 (17 Punkte)

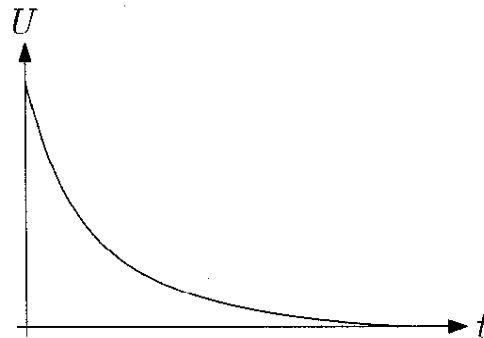
1. Mit welchen der folgenden Widerstandskombinationen lässt sich ein Vorwiderstand von  $80\ \Omega$  zusammenschalten, um den Strom einer Signallampe auf  $200\ \text{mA}$  zu begrenzen? 1 P



2. An einer Reihenschaltung aus einer Spule und einem Widerstand, die an eine konstante Gleichspannung angeschlossen werden kann, wurde folgender Spannungsverlauf gemessen. 1 P

Welche Spannung wurde gemessen?

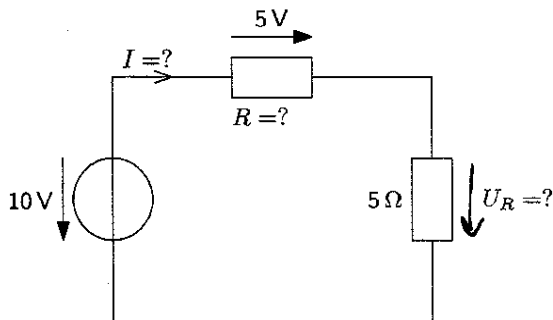
- $U_R$  beim Einschaltvorgang  
  $U_R$  beim Ausschaltvorgang  
  $U_L$  beim Einschaltvorgang  
  $U_L$  beim Ausschaltvorgang



3. In einem homogenen Magnetfeld mit konstanter Induktion  $B$  befindet sich ein von einem Gleichstrom durchflossener gerader Leiter. Bewerten Sie die folgenden Aussagen dazu! 3 P

- Auf den Leiter wirkt nur dann eine Kraft, wenn die Richtung von Leiter und magnetischer Feldstärke parallel sind.
  - richtig
  - falsch
- Auf den Leiter wirkt nur dann eine Kraft, wenn er von Wechselstrom durchflossen wird.
  - richtig
  - falsch
- Damit auf den Leiter eine Kraft wirken kann, muss sich im Magnetfeld statt eines geraden Leiters eine geschlossene Leiterschleife befinden.
  - richtig
  - falsch

4. Berechnen Sie die unbekanntenen Größen und zeichnen Sie die Richtung der unbekanntenen Spannung ein! 2P



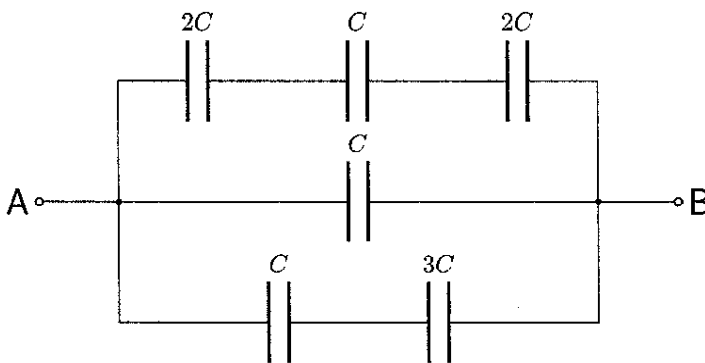
$$U_R = 10V - 5V = 5V$$

$$I = \frac{U_R}{5\Omega} = \frac{5V}{5\Omega} = 1A$$

$$R = \frac{5V}{1A} = \frac{5V}{1A} = 5\Omega$$

5. Bestimmen Sie die Gesamtkapazität zwischen den Klemmen A und B!

4P



$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{4}{2C} \quad \Rightarrow \quad C_1 = \frac{1}{2} C$$

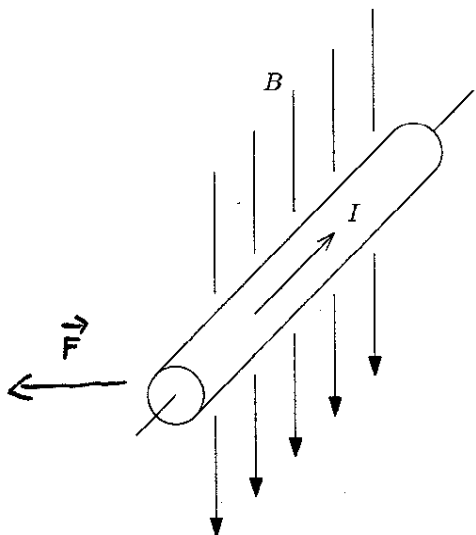
$$C_2 = C$$

$$\frac{1}{C_3} = \frac{1}{C} + \frac{1}{3C} = \frac{4}{3C} \quad \Rightarrow \quad C_3 = \frac{3}{4} C$$

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_3 = \frac{1}{2} C + C + \frac{3}{4} C = \frac{9}{4} C = 2,25 C$$

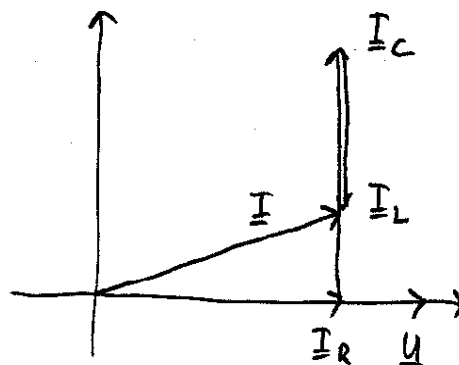
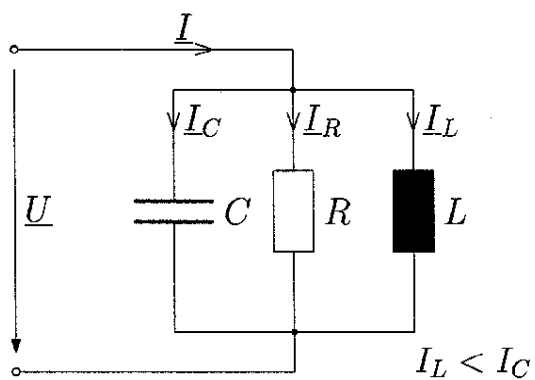
6. Ein mit dem Gleichstrom  $I = 10\text{ A}$  durchflossener Leiter der Länge  $l = 3\text{ cm}$  befindet sich in einem homogenen Magnetfeld mit  $B = 1\text{ T}$ . 2P

Wie groß ist die Kraft  $F$ , die auf den Leiter wirkt? Zeichnen Sie die Kraft ein!



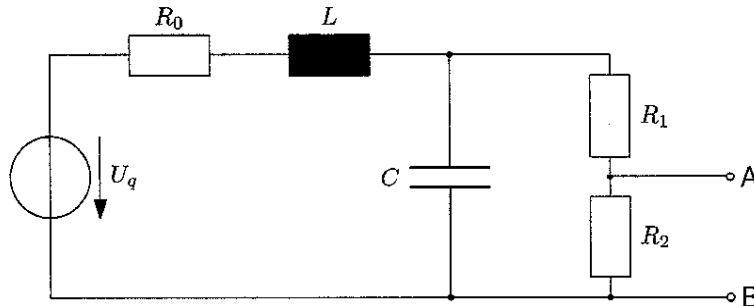
$$\begin{aligned}
 F &= I \cdot l \cdot B \\
 &= 10\text{ A} \cdot 0,03\text{ m} \cdot 1\text{ T} \\
 &= 0,3\text{ N}
 \end{aligned}$$

7. Geben Sie das Zeigerdiagramm für die nachstehende Schaltung an! 4P



## 2. Gleichstrom (18 Punkte)

Gegeben sei folgendes Gleichstromnetzwerk. Die Größen  $U_q$ ,  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $L$  und  $C$  seien bekannt.



### Aufgaben:

- Bestimmen Sie die zugehörige Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A und B für den Gleichstromfall (sämtliche Ausgleichsvorgänge seien abgeschlossen)! Skizzieren Sie dazu die Ersatzquelle und berechnen Sie die Ersatzgrößen  $U_0$ ,  $R_i$  und  $I_K$ ! 9 P
- Gegeben welche Werte konvergieren die Ersatzgrößen, wenn  $R_1 = R_2 = R$  ist und  $R_0 \rightarrow 0$  geht? 4 P

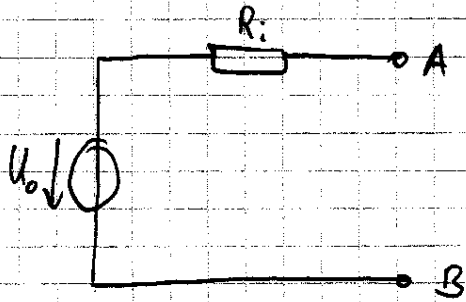
Es sind nun folgende Werte gegeben:

$$R_0 = 5 \Omega, \quad R_1 = 100 \Omega, \quad R_2 = 100 \Omega, \quad L = 1 \text{ mH}, \quad C = 220 \mu\text{F}$$

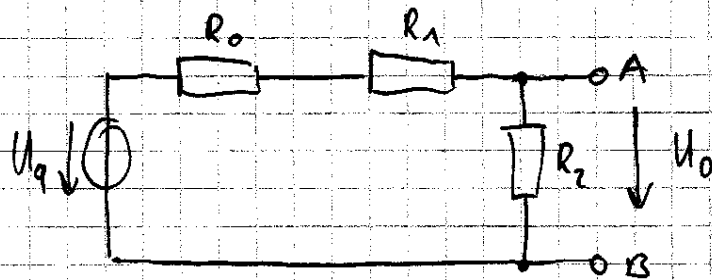
- An den Klemmen A und B soll ein Messwerk mit Vorwiderstand angeschlossen werden. Das Messwerk hat einen Innenwiderstand von  $R_m = 250 \Omega$  und erreicht seinen Vollausschlag bei einem Strom von  $I = 20 \text{ mA}$ . Bestimmen Sie den Vorwiderstand  $R_v$ , so, dass das Messwerk bei einer Spannung von  $U_q = 50 \text{ V}$  seinen Vollausschlag erreicht! 5 P

# Gleichstrom

1.

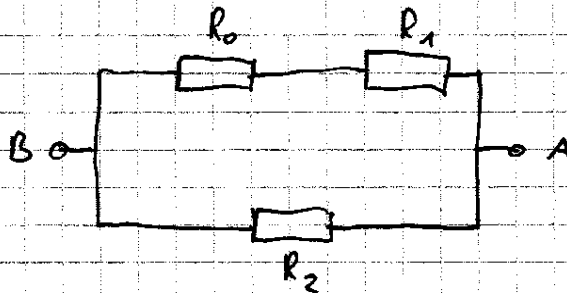


$U_0$  aus:



$$U_0 = U_q \cdot \frac{R_2}{R_0 + R_1 + R_2}$$

$R_i$  aus:



$$R_i = R_2 \parallel (R_0 + R_1) = \frac{R_2 \cdot (R_0 + R_1)}{R_2 + R_0 + R_1}$$

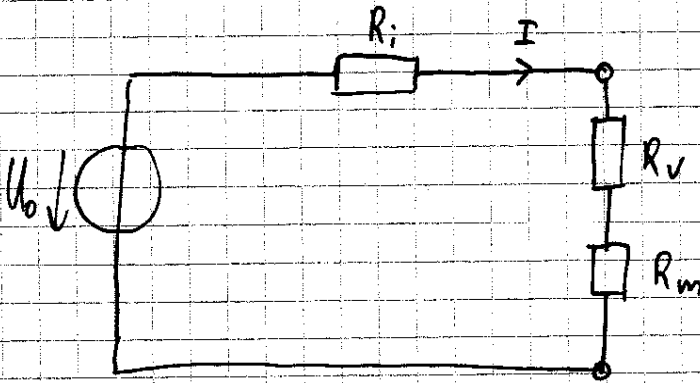
$$I_x = \frac{U_0}{R_i} = U_q \cdot \frac{\frac{R_2}{R_0 + R_1 + R_2}}{\frac{R_2 \cdot (R_0 + R_1)}{R_2 + R_0 + R_1}} = U_q \cdot \frac{R_2}{R_2 \cdot (R_0 + R_1)} = \frac{U_q}{R_0 + R_1}$$

## Gleichstrom

$$2. \quad U_0 = U_q \cdot \frac{R}{0 + R + R} = \frac{1}{2} U_q$$

$$R_i = \frac{R \cdot (0 + R)}{R + 0 + R} = \frac{1}{2} R$$

3.



$$U_0 = U_q \cdot \frac{R_2}{R_0 + R_1 + R_2} = 50V \cdot \frac{100\Omega}{5\Omega + 100\Omega + 100\Omega} = 24,39V$$

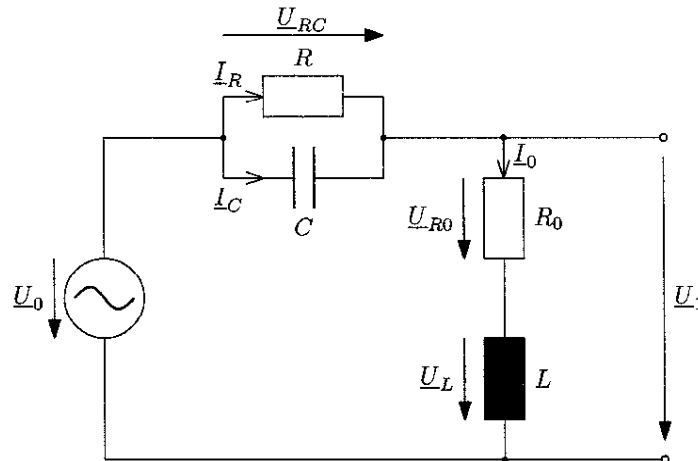
$$R_i = \frac{R_2 (R_0 + R_1)}{R_2 + R_0 + R_1} = \frac{100\Omega (5\Omega + 100\Omega)}{100\Omega + 5\Omega + 100\Omega} = 51,22\Omega$$

$$U_0 = I \cdot (R_i + R_v + R_m)$$

$$\Rightarrow R_v = \frac{U_0}{I} - R_i - R_m = \frac{24,39V}{0,02A} - 51,22\Omega - 250\Omega = 918,3\Omega$$

### 3. Wechselstrom (18 Punkte)

Eine Wechselspannungsquelle  $\underline{U}_0$  mit veränderlicher Frequenz  $\omega$  wird mit einem komplexen Spannungsteiler belastet, von dem die Bauelemente  $R_0 = 400\ \Omega$  und  $L = 96\ \text{mH}$  gegeben sind.



Für folgende Frequenzen wurde jeweils die Ausgangsspannung  $\underline{U}_1$  durch Messung ermittelt:

$$\begin{aligned} \omega = \infty & \quad \rightarrow \quad |\underline{U}_1| = 10,3\ \text{V} \\ \omega = 0 & \quad \rightarrow \quad |\underline{U}_1| = 2,98\ \text{V} \\ \omega = 10\ \text{kHz} & \quad \rightarrow \quad |\underline{U}_1| = 13\ \text{V} \end{aligned}$$

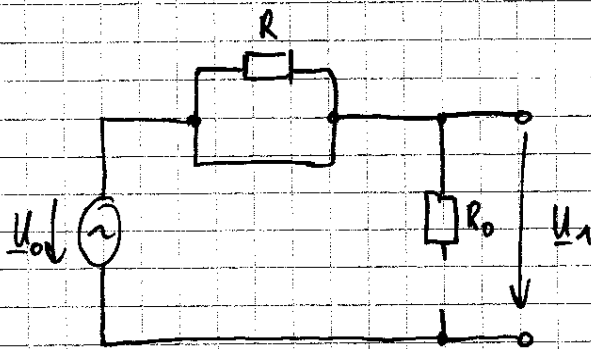
#### Aufgaben:

1. Bestimmen Sie die Größe  $|\underline{U}_0|$  der Spannungsquelle und den Widerstand  $R$ ! 7 P
2. Berechnen Sie den Spannungsabfall  $|\underline{U}_{R0}|$  am Widerstand  $R_0$  und den Strom  $|\underline{I}_0|$  bei  $\omega = 10\ \text{kHz}$ ! 4 P
3. Berechnen Sie allgemein die Impedanz  $\underline{Z}$ , mit der die Spannungsquelle  $\underline{U}_0$  belastet wird, und geben Sie sie in der Form  $\underline{Z} = A + jB$  an! 3 P
4. Bestimmen Sie allgemein die Frequenz  $\omega_0$ , bei der Resonanz auftritt! 4 P



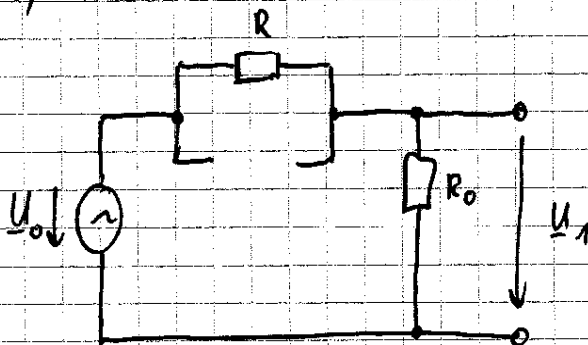
# Wechselstrom

1.  $\omega \rightarrow \infty$



$$\Rightarrow |U_0| = |U_1| = 10,3 \text{ V}$$

$\omega = 0$



$$|U_0| = 10,3 \text{ V}, |U_1| = 2,98 \text{ V}$$

$$\Rightarrow |U_1| = |U_0| \cdot \frac{R_0}{R + R_0}$$

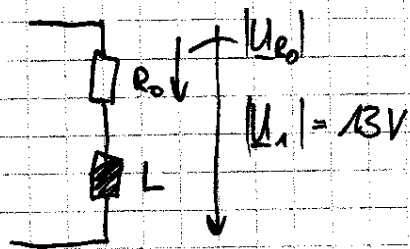
$$\Rightarrow R \cdot |U_1| + R_0 |U_1| = R_0 |U_0|$$

$$\Rightarrow R = R_0 \frac{|U_0| - |U_1|}{|U_1|} = 400 \Omega \cdot \frac{10,3 \text{ V} - 2,98 \text{ V}}{2,98 \text{ V}} = 982,55 \Omega$$

## Wechselstrom

2.

$$X_L = \omega \cdot L = 10 \text{ kHz} \cdot 96 \text{ mH} \\ = 960 \Omega$$



$$Z_{LR} = \sqrt{X_L^2 + R_0^2} \\ = \sqrt{(960 \Omega)^2 + (400 \Omega)^2} \\ = 1040 \Omega$$

$$|U_{R_0}| = |U_1| \cdot \frac{R_0}{Z_{LR}} = 13V \cdot \frac{400 \Omega}{1040 \Omega} = 5V$$

$$|I_0| = \frac{|U_{R_0}|}{R_0} = \frac{5V}{400 \Omega} = 12,5 \text{ mA} = 0,0125 \text{ A}$$

3.  $Z = (R \parallel Z_c) + R_0 + Z_L$

$$R \parallel Z_c = \frac{R \cdot Z_c}{R + Z_c} = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{1 + j\omega RC} = \frac{R(1 - j\omega RC)}{1 + \omega^2 R^2 C^2} \\ = \frac{R}{1 + \omega^2 R^2 C^2} - j \frac{\omega R^2 C}{1 + \omega^2 R^2 C^2}$$

$$Z_L = j\omega L$$

$$\Rightarrow Z = R_0 + \frac{R}{1 + \omega^2 R^2 C^2} + j \left( \omega L - \frac{\omega R^2 C}{1 + \omega^2 R^2 C^2} \right)$$

4. Resonanz:  $\text{Im}\{Z\} = 0$

$$\Rightarrow \omega_0 L - \frac{\omega_0 R^2 C}{1 + \omega_0^2 R^2 C^2} = 0$$

$$\Rightarrow \omega_0 L + \omega_0^3 R^2 C^2 L - \omega_0 R^2 C = 0 \quad | : \omega_0$$

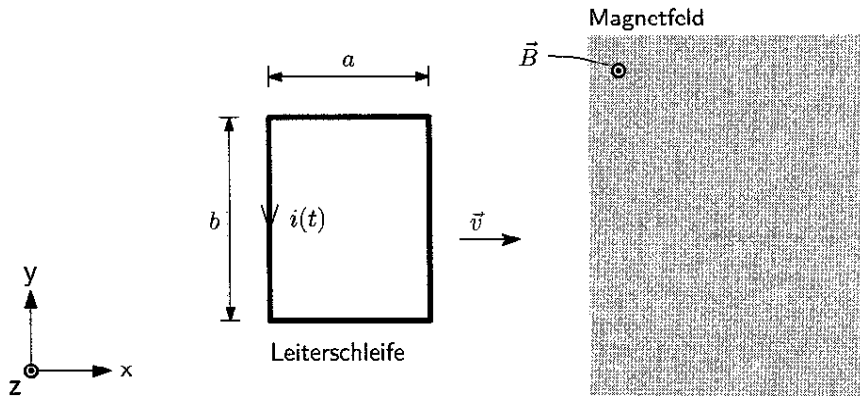
$$\Rightarrow \omega_0^2 R^2 C^2 L + L - R^2 C = 0$$

$$\Rightarrow \omega_0^2 = \frac{R^2 C - L}{R^2 C^2 L}$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{R^2 C - L}{R^2 C^2 L}} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{1}{R}\right)^2}$$

#### 4. Magnetisches Feld (16 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife mit Widerstand  $R$  wird mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v} = v_0 \cdot \vec{e}_x$  in ein homogenes magnetisches Feld mit konstanter Flussdichte  $\vec{B} = B_0 \cdot \vec{e}_z$  bewegt. Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  beginnt die Drahtschleife in das Magnetfeld einzutreten.



##### Aufgaben:

1. Geben Sie den von der Leiterschleife umfassten magnetischen Fluss  $\phi(t)$  für den Eintrittsvorgang an! 3 P
2. Bestimmen Sie den Strom  $i(t)$ , der während des Eintritts in der Leiterschleife fließt! 4 P
3. Welche Verlustleistung  $p(t)$  fällt in der Leiterschleife an? 2 P
4. Bestimmen Sie den Zeitpunkt  $t_1$ , zu dem die Leiterschleife vollständig in das Magnetfeld eingetreten ist! 2 P

Es sind nun folgende Werte gegeben:

$$a = 4 \text{ cm}, \quad b = 5 \text{ cm}, \quad R = 1 \text{ m}\Omega, \quad v = 0,5 \text{ m/s}, \quad B = 1 \text{ T}$$

5. Wie groß ist die Arbeit  $W$ , die aufgewendet werden muss, um die Leiterschleife vollständig in das Magnetfeld zu bewegen? 5 P

## Magnetisches Feld

$$1. \quad \phi(t) = B \cdot A(t) = B_0 \cdot x(t) \cdot b = b \cdot B_0 \cdot v_0 \cdot t$$

$$2. \quad i(t) = \frac{u(t)}{R}$$

$$u(t) = \frac{d\phi(t)}{dt} = b \cdot B_0 \cdot v_0$$

$$i(t) = \frac{b \cdot B_0 \cdot v_0}{R}$$

$$3. \quad p(t) = u(t) \cdot i(t) = b \cdot B_0 \cdot v_0 \cdot \frac{b \cdot B_0 \cdot v_0}{R} = \frac{b^2 \cdot B_0^2 \cdot v_0^2}{R}$$

$$4. \quad x(t) = v_0 \cdot t \quad \Rightarrow \quad x(t_1) = v_0 \cdot t_1 \stackrel{!}{=} a$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{a}{v_0}$$

$$5. \quad W = \int_{t_0}^{t_1} p(t) dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{b^2 \cdot B_0^2 \cdot v_0^2}{R} dt = \frac{b^2 \cdot B_0^2 \cdot v_0^2}{R} \cdot t \Big|_0^{\frac{a}{v_0}}$$

$$= \frac{b^2 \cdot B_0^2 \cdot v_0^2}{R} \cdot \frac{a}{v_0} = \frac{a \cdot b^2 \cdot B_0^2 \cdot v_0}{R} = \frac{0,04 \text{ m} \cdot (0,05 \text{ m})^2 \cdot (1 \text{ T})^2 \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \cdot 10^{-3} \Omega}$$

$$= 0,05 \text{ J}$$