

**Vorlage Expertinnen und Experten**

<b>90</b>	<b>Minuten</b>	<b>23</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>18</b>	<b>Seiten</b>	<b>57</b>	<b>Punkte</b>
-----------	----------------	-----------	-----------------	-----------	---------------	-----------	---------------

**Zugelassene Hilfsmittel:**

- Massstab, Geodreieck, Zeichnungsschablone
- Formelsammlung ohne Berechnungsbeispiele
- Netzunabhängiger Taschenrechner (Tablets, Smartphones, usw. sind nicht erlaubt)

**Bewertung – Für die volle Punktzahl werden verlangt:**

- Die Formel oder die Einheitengleichung.
- Die eingesetzten Zahlen mit Einheiten.
- Der Lösungsweg muss ersichtlich sein.
- Zweifach unterstrichene Ergebnisse mit Einheiten.
- Die vorgegebene Anzahl Antworten pro Aufgabe sind massgebend.
- Die Antworten werden in der aufgeführten Reihenfolge bewertet.
- Überzählige Antworten werden nicht bewertet.
- Bei Platzmangel ist die Rückseite zu verwenden. Bei der Aufgabe einen entsprechenden Hinweis schreiben: z.B. Lösung auf der Rückseite.
- **Folgefehler führen zu keinem Abzug.**

**Notenskala**

<b>6</b>	<b>5,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>
57,0-54,5	54,0-48,5	48,0-43,0	42,5-37,5	37,0-31,5	31,0-26,0	25,5-20,0	19,5-14,5	14,0-9,0	8,5-3,0	2,5-0,0

**Sperrfrist:**

**Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem 1. September 2022 zu Übungszwecken verwendet werden.**

**Erarbeitet durch:**

Arbeitsgruppe QV des EIT.swiss für den Beruf Elektroplanerin EFZ / Elektroplaner EFZ

**Herausgeber:**

SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

**1. Fundamentale Systemgrößen Leistungsziel-Nr. 5.4.1b**

2

Ein  $60 \, \Omega$  Widerstand liegt an einer Wechselspannung von  $230 \, \text{V} / 50 \, \text{Hz}$ .

Berechnen Sie:

a) den Scheitelwert der Spannung.

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = \underline{\underline{325 \text{ V}}}$$

0,5

b) den Effektivwert des Stromes.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{60 \, \Omega} = \underline{\underline{3,83 \text{ A}}}$$

0,5

c) die Periodendauer.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}}}$$

0,5

d) die Kreisfrequenz.

$$\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{314 \frac{1}{\text{s}}}}$$

0,5

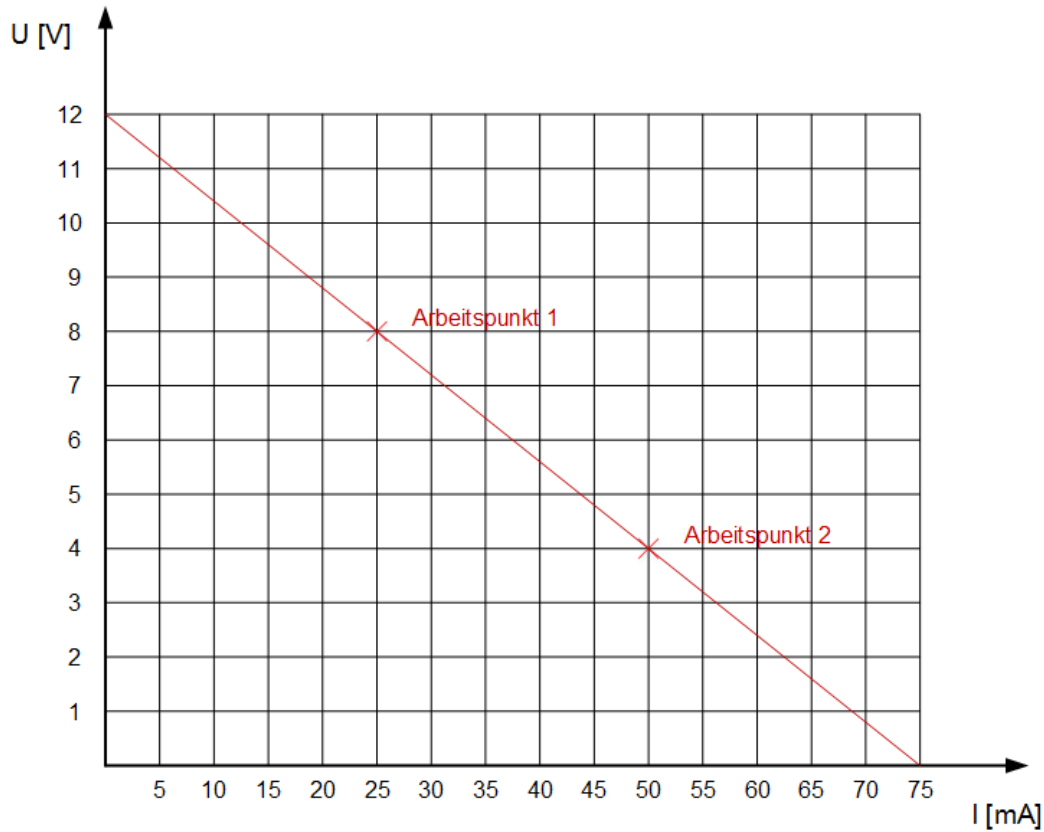
## 2. Elektrochemisches System *Leistungsziel-Nr. 5.3.7b*

3

An einer Spannungsquelle werden bei einer Belastung von  $I_1 = 25 \text{ mA}$  eine Spannung  $U_1 = 8 \text{ V}$  und bei einem Strom von  $I_2 = 50 \text{ mA}$  eine Spannung von  $U_2 = 4 \text{ V}$  gemessen.

a) Zeichnen Sie die Belastungskennlinie.

1



b) Wie gross ist die Leerlaufspannung?

0,5

**$U_0 = 12 \text{ V}$**

c) Wie gross ist der Kurzschlussstrom?

0,5

**$I_K = 75 \text{ mA}$**

d) Berechnen Sie den Innenwiderstand?

1

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{12 \text{ V}}{0,075 \text{ A}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$$

**3. Transformatoren Leistungsziel-Nr. 5.2.8b**

2

Ein Trafo mit 1 x 400 V am Eingang, liefert sekundärseitig einen Strom von 6,8 A, bei einer Spannung von 24 V.

Berechnen Sie:

a) die Ausgangsleistung.

1

$$S = U_2 \cdot I_2 = 24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ A} = \underline{\underline{163,2 \text{ VA}}}$$

b) den Primärstrom.

1

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

=>

$$I_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1} = \frac{24 \text{ V} \cdot 6,8 \text{ A}}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{0,408 \text{ A}}}$$

**4. Beleuchtung eines Schulzimmers Leistungsziel-Nr. 5.5.3b**

2

Ein Schulzimmer 7,2 m x 13 m wird mit 3 Leuchtenschiene à je 8 LED- Leuchten (33 W, 5580 lm pro Leuchte) beleuchtet. Der Beleuchtungswirkungsgrad beträgt 0,38. Welche mittlere Beleuchtungsstärke ist zu erwarten?

$$A = l \cdot b = 7,2 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} = \underline{93,60 \text{ m}^2}$$

0,5

$$\Phi_N = \eta_B \cdot \Phi \cdot n = 0,38 \cdot 5580 \text{ lm} \cdot 24 = \underline{50889,60 \text{ lm}}$$

0,5

$$E_m = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{50889,60 \text{ lm}}{93,60 \text{ m}^2} = \underline{543,7 \text{ lx}}$$

1

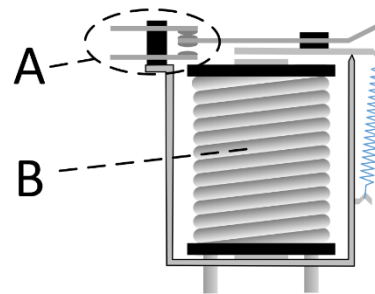
**5. Schalteinrichtungen Leistungsziel-Nr. 5.5.2b**

3

a) Bezeichnen Sie die Bauteile **A** und **B** des abgebildeten Relais.

**A:** Lösung: (Schalt-) Kontakt

**B:** Lösung: (Erreger-) Spule



0,5

0,5

b) Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Schalteinrichtungen	richtig	falsch
Gleichstrom ist einfacher zu schalten als Wechselstrom.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bei einem elektromechanischen Schütz sind der Steuerstromkreis und der Laststromkreis galvanisch getrennt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Hauptschütz wird über einen Laststromkreis aktiviert und schaltet damit den Steuerstromkreis.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Das Magnetsystem eines Schütz ist mit Kurzschlussringen ausgestattet, damit es beim Betrieb mit Wechselstrom beim Nulldurchgang nicht abfällt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

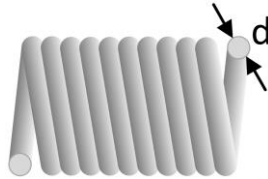
0,5

0,5

**6. Stromdichte Leistungsziel-Nr. 3.2.4b**

2

Die Stromdichte in einer Schützenspule darf höchstens  $3,6 \text{ A / mm}^2$  betragen. Es fließt ein Erregerstrom von  $0,9 \text{ A}$ . Wie gross muss der Draht-Durchmesser der Wicklung mindestens sein?



$$A = \frac{I}{J} = \frac{0,9 \text{ A}}{3,6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}} = \underline{0,25 \text{ mm}^2}$$

1

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,25 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{0,564 \text{ mm}}}$$

1

**7. Spannungsquellen Leistungsziel-Nr. 5.3.7b**

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Spannungsquellen	richtig	falsch
Der Fachausdruck der leitenden Flüssigkeit in einem galvanischen Element lautet Elektrode.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
An einer unbelasteten Batterie messen Sie die Quellenspannung (Leerlaufspannung).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn bei einer Batterie der Lastwiderstand kleiner wird, sinkt auch die Klemmenspannung.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je kleiner das Potential eines Werkstoffes in der elektrochemischen Spannungsreihe ist, desto edler ist er.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

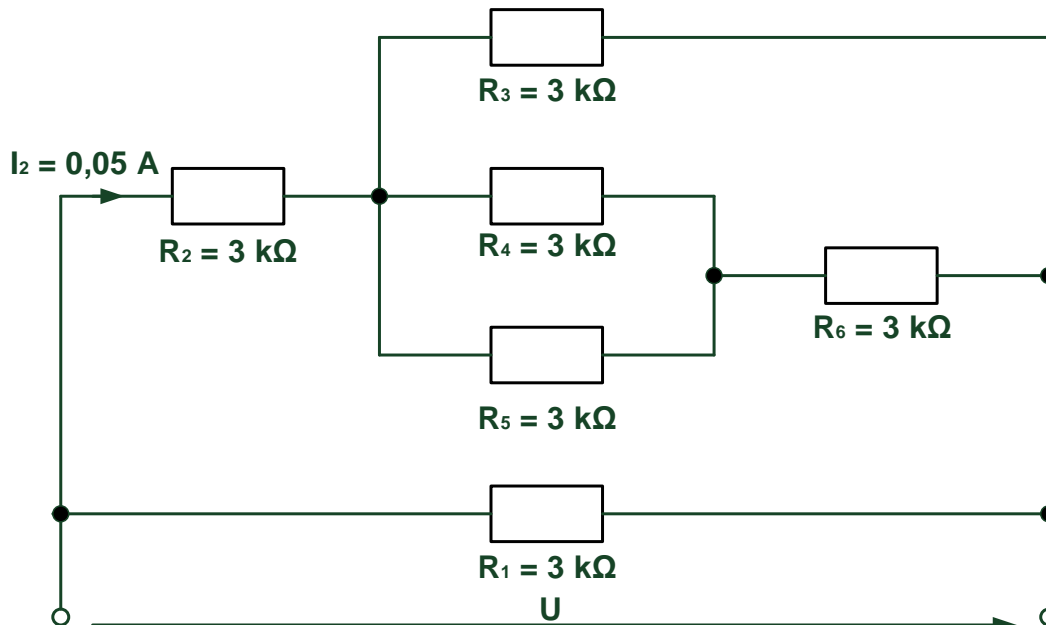
0,5

0,5

**8. Gemischte Schaltung Leistungsziel-Nr. 3.2.4b**

3

Sechs Widerstände von je  $3\text{ k}\Omega$  sind nach Abbildung geschaltet. Der Strom  $I_2$  beträgt  $0,05\text{ A}$ . Wie gross ist die angelegte Spannung  $U$ ?



$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{3\text{ k}\Omega \cdot 3\text{ k}\Omega}{3\text{ k}\Omega + 3\text{ k}\Omega} = \underline{1,5\text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{456} = R_{45} + R_6 = 1,5\text{ k}\Omega + 3\text{ k}\Omega = \underline{4,5\text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{3456} = \frac{R_3 \cdot R_{456}}{R_3 + R_{456}} = \frac{3\text{ k}\Omega \cdot 4,5\text{ k}\Omega}{3\text{ k}\Omega + 4,5\text{ k}\Omega} = \underline{1,8\text{ k}\Omega}$$

0,5

$$R_{23456} = R_2 + R_{3456} = 3\text{ k}\Omega + 1,8\text{ k}\Omega = \underline{4,8\text{ k}\Omega}$$

0,5

$$U = U_{23456} = R_{23456} \cdot I_2 = 4,8\text{ k}\Omega \cdot 0,05\text{ A} = \underline{\underline{240\text{ V}}}$$

1

9. Magnetische und elektrische Felder *Leistungsziel-Nr. 3.2.5b*

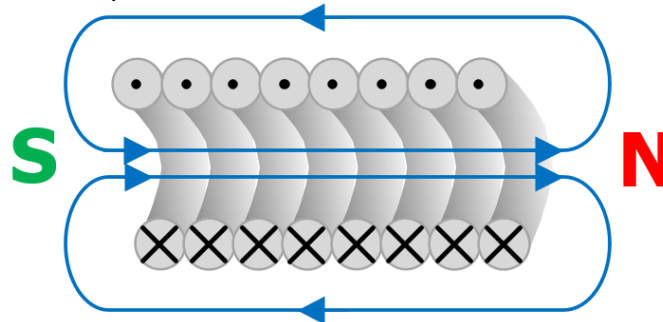
2

Das Bild zeigt einen Dauermagneten und eine Spule im Schnitt:

Dauermagnet:



Spule:



**Punkte:** *Feldlinien richtig gezeichnet 0,5 Feldlinien-Richtung stimmt 0,5 Pole 0,5*

a) Zeichnen Sie die resultierenden magnetischen Feldlinien und deren Richtung in die Spule ein.

1

b) Beschriften Sie die magnetischen Pole der Spule.

0,5

c) Was geschieht mit dem beweglichen Dauermagneten, wenn er sich mit kleinem Abstand neben der Spule befindet?

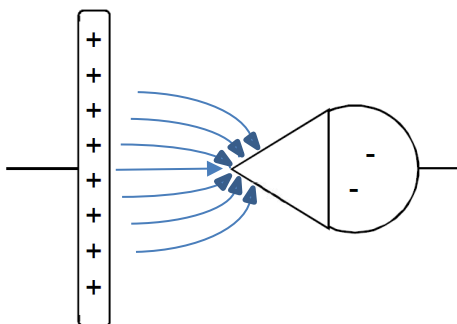
0,5

**Der Dauermagnet wird von der Spule abgestossen.**

10. Elektrische Felder *Leistungsziel-Nr. 3.2.5b*

2

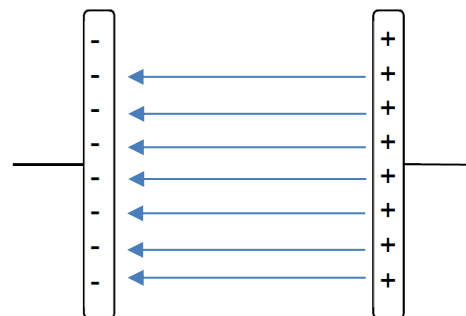
Zeichnen Sie zwischen den folgenden geladenen Körpern **mindestens 6 elektrische Feldlinien** ein und ordnen Sie die beiden elektrischen Felder zu.



Dieses Feld ist:

☐ Homogen

☒ Inhomogen



Dieses Feld ist:

☒ Homogen

☐ Inhomogen

0,5

0,5

0,5

0,5

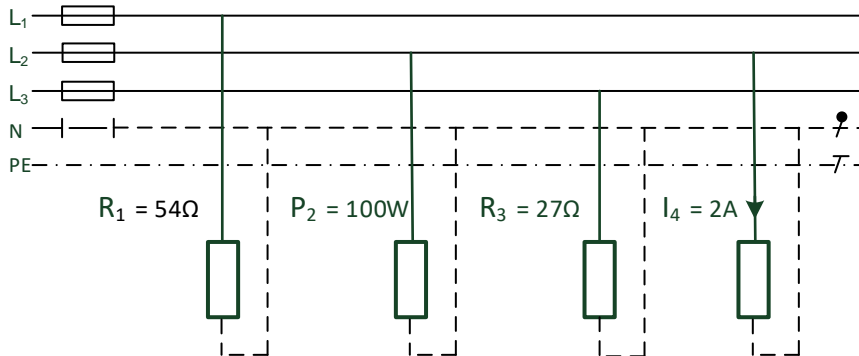
Punkte  
pro  
Seite:



### 11. Dreiphasensystem Leistungsziel-Nr. 5.3.4b

In unserem Einheitsnetz 3 x 400 V / 230 V werden vier ohmsche Verbraucher angeschlossen.

a) Zu berechnen sind die Ströme in den Zuleitungen ( $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ):

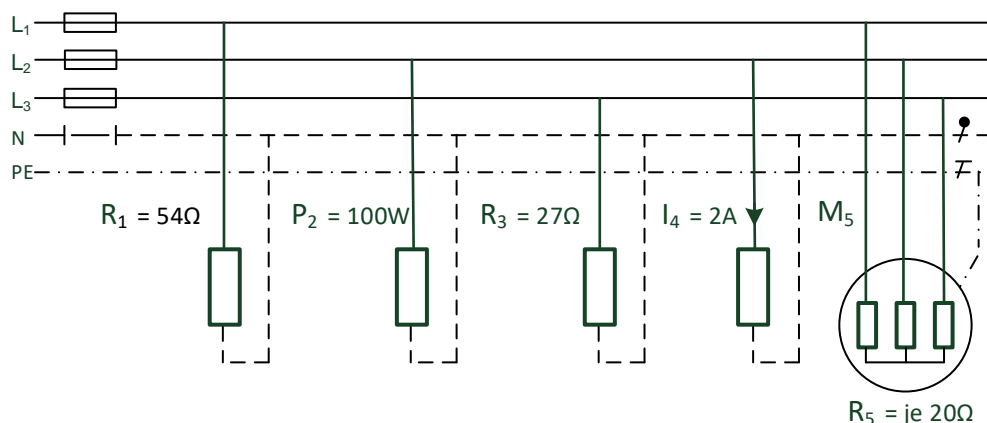


$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

$$I_{L2} = \frac{P_{R2}}{U_{L2}} + I_4 = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{2,43 \text{ A}}}$$

$$I_{L3} = \frac{U_{L3}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$$

b) Zusätzlich wurde ein Drehstromverbraucher an das Einheitsnetz geschaltet. Durch die Belastungsänderung steigen die Ströme in den Aussenleitern.



Kreuzen Sie in der Tabelle die richtige Aussage an:

Aussage zu Dreiphasensystem	steigt	bleibt so wie vorher	sinkt
Neutralleiterstrom	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 12. Industrieanlage *Leistungsziel-Nr. 5.3.9b*

4

Ein Gewerbebetrieb bezieht vom Netz 27 kW Wirkleistung und 21 kvar Blindleistung. Es wird ein Wassererwärmer mit einer Anschlussleistung von 15 kW zugeschaltet.

Berechnen Sie den Leistungsfaktor:

a) Vor der Zuschaltung des Wassererwärmers.

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW}} = \underline{0,7778}$$

1

$$\varphi = 37,87^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,789}}$$

1

b) Nach der Zuschaltung des Wassererwärmers.

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P_1 + P_2} = \frac{21 \text{ kvar}}{27 \text{ kW} + 15 \text{ kW}} = \underline{0,5}$$

1

$$\varphi = 26,56^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \underline{\underline{0,894}}$$

1

### 13. Kälteapparate *Leistungsziel-Nr. 5.3.5b*

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Kälteapparate	richtig	falsch
Durch das Verdichten des Kältemittels erhöht sich die Temperatur des Kältemittels.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Kapillarrohr ist ein kurzes, dickes Rohr.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Im Kondensator verdampft das Kältemittel wieder.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Beim Verdampfen des Kältemittels wird dem Kühlraum Wärme entzogen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

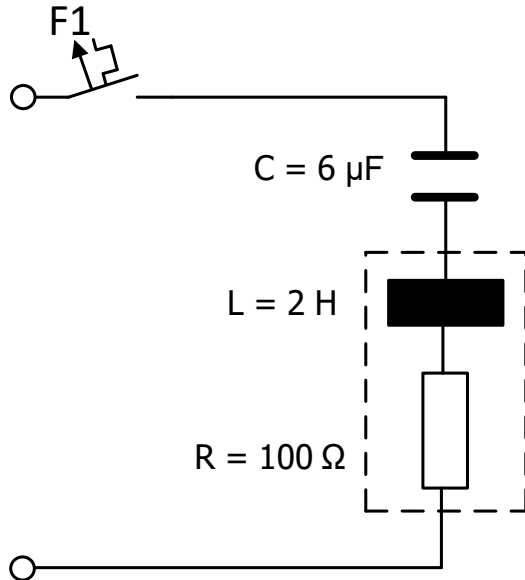
0,5

Punkte  
pro  
Seite:

**14. Wechselspannungswiderstände Leistungsziel-Nr. 3.2.7b**

**3**

Am Einheitsnetz 230 V / 50 Hz ist eine Spule mit der Induktivität 2 H und dem Wirkwiderstand 100  $\Omega$  angeschlossen.  
Dieser Spule wird ein Kondensator ( $C = 6 \mu\text{F}$ ) in Serie vorgeschaltet.



Berechnen Sie:

a) den induktiven Blindwiderstand.

1

$$X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ H} = \underline{\underline{628 \Omega}}$$

b) den kapazitiven Blindwiderstand.

1

$$X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{531 \Omega}}$$

c) den Strom in der Schaltung.

1

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(100 \Omega)^2 + (628,3 \Omega - 530,5 \Omega)^2} = \underline{\underline{140 \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{140 \Omega} = \underline{\underline{1,64 \text{ A}}}$$

**15. Ohmsches Gesetz Leistungsziel-Nr. 3.2.3b**

2

Kreuzen Sie jeweils eine richtige Aussage an:

Wie verändert sich der Strom, wenn...	Strom		
	wird grösser	bleibt gleich	wird kleiner
in einer Serieschaltung die Gesamtspannung erhöht wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in einer Parallelschaltung ein Widerstand defekt ist?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
in einer Serieschaltung ein Widerstand überbrückt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in einer Parallelschaltung zwei weitere Widerstände parallel dazu geschaltet werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

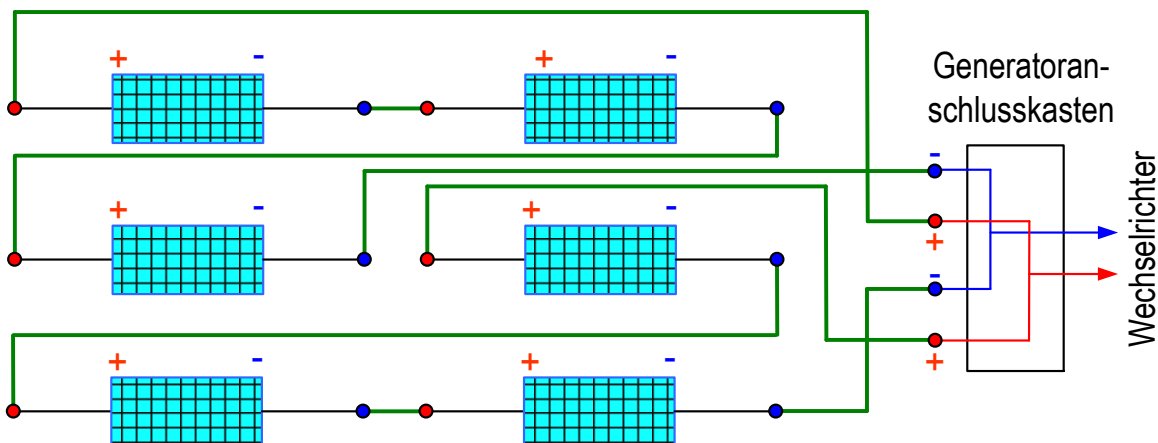
0,5

0,5

**16. PV - Anlagen Leistungsziel-Nr. 5.3.10b**

2

Zeichnen Sie in der vorgegebenen PV-Anlage die korrekten Verbindungen ein.  
Die 6 vorgegebenen Solarmodule liefern je eine Spannung von 24 V<sub>DC</sub>.  
Der Wechselrichter ist für einen Spannungsbereich von 60 V bis 90 V ausgelegt.  
Es müssen alle Solarmodule verbunden werden.

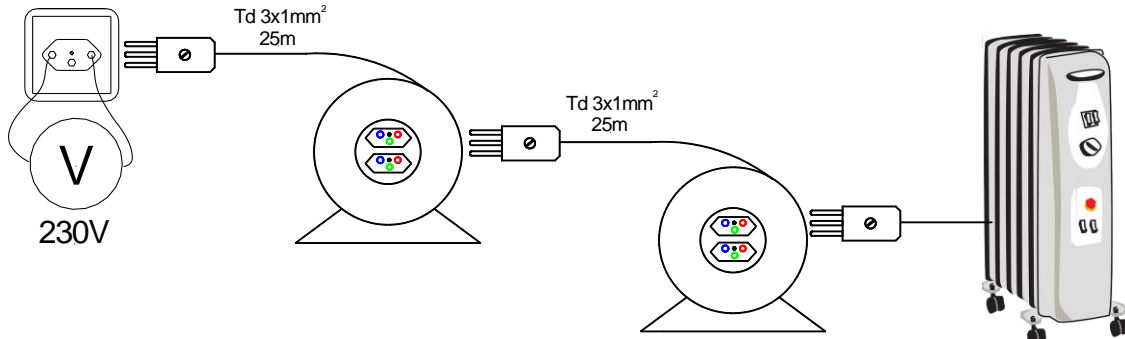


(Expertenhinweis: Pro richtigen Stromkreis mit je 3 Modulen in Serie je 1 Punkt.)

**17. Leistung bei Spannungsschwankungen Leistungsziel-Nr. 3.2.4b**

2

Ein Heizofen (230 V / 2,3 kW) wird an zwei Kabelrollen mit je 25 Meter (Td 3x1 mm<sup>2</sup>) betrieben. In Betrieb werden an der Wandsteckdose 230 V gemessen. Welche Leistung hat der Heizofen in Betrieb?



$$R_{\text{Ofen}} = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{2300W} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = \frac{0.0175 \Omega \text{mm}^2 \cdot 2 \cdot 25m \cdot 2}{m \cdot 1 \text{mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

0,5

$$I' = \frac{U_{\text{Anfang}}}{R_{\text{Ofen}} + R_L} = \frac{230V}{23\Omega + 1.75\Omega} = \underline{9,3 A}$$

0,5

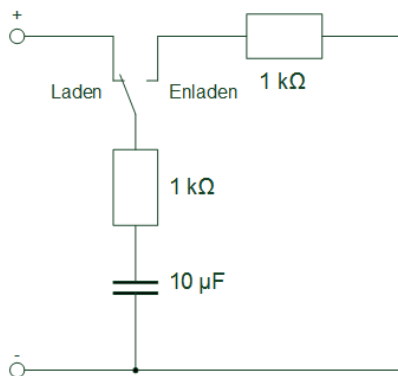
$$P' = I'^2 \cdot R_{\text{Ofen}} = (9,3A)^2 \cdot 23\Omega = \underline{\underline{1,989 kW}}$$

0,5

**Expertenhinweis: Auch andere Lösungswege möglich.**

**18. Kondensator bei DC Leistungsziel-Nr. 3.2.7b**

2



a) Wie lange dauert die vollständige Ladung des Kondensators?

$$\tau_{\text{Laden}} = R_{\text{Laden}} \cdot C = 1k\Omega \cdot 10\mu F = \underline{10ms}; \quad t = 5 \cdot \tau_{\text{Laden}} = 5 \cdot 10ms = \underline{\underline{50ms}}$$

1

b) Entladezeit?

$$\tau_{\text{Entladen}} = R_{\text{Entladen}} \cdot C = (1k\Omega + 1k\Omega) \cdot 10\mu F = \underline{20ms}$$

$$t = 5 \cdot \tau_{\text{Entladen}} = 5 \cdot 20ms = \underline{\underline{100 ms}}$$

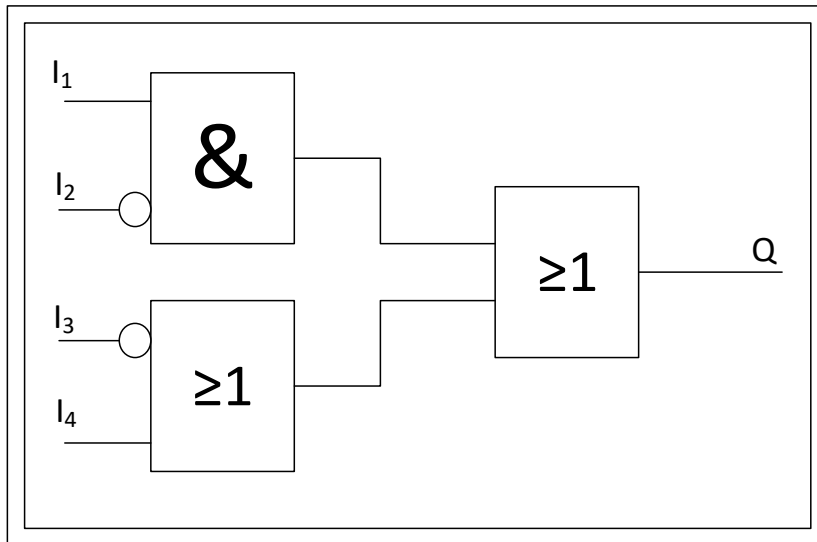
1

Punkte  
pro  
Seite:

**19. Digitale Bausteine Leistungsziel-Nr. 5.5.4b**

Erstellen Sie die Wahrheitstabelle aus der Logischen Schaltung.

Logische Schaltung:



Wahrheitstabelle:

I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	Q
0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
1	1	1	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

Punkte  
pro  
Seite:

**20. Motoreigenschaften Leistungsziel-Nr. 5.2.6b**

**3**

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Motoreigenschaften	richtig	falsch
Ein Motor wandelt elektrische Energie in mechanische Energie um.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Wechselstrommotor hat weniger Blindleistung als ein Wassererwärmer.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ein Motor mit der Aufschrift 400 V / 230 V, 1,7A / 3 A ist in unserem Netz, Dreieck zu schalten.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Die aufgenommene Wirkleistung ist immer kleiner als die abgegebene Leistung an der Welle.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ein Motorschutzrelais schaltet direkt den Motor aus.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Die Scheinleistung eines Motors kann mit dem Wattmeter gemessen werden.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

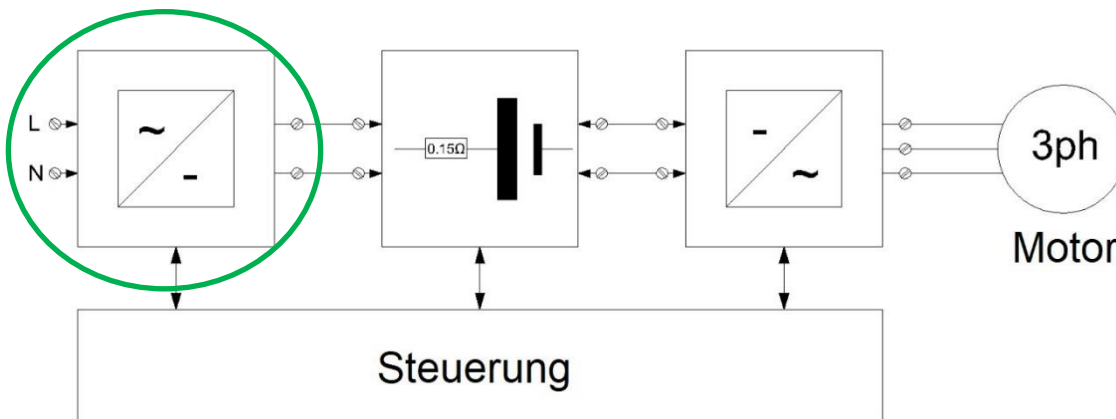
0,5

Punkte  
pro  
Seite:

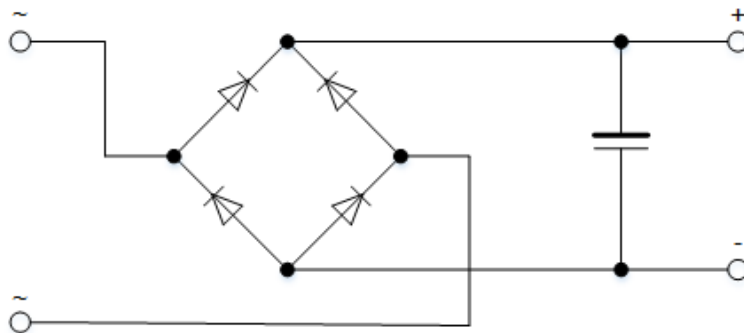
## 21. Stromrichter *Leistungsziel-Nr. 5.5.3b*

Die Grafik zeigt das Blockschaltbild eines Frequenzumrichters mit Zwischenkreis.

a) Kreisen Sie den Gleichrichter ein:



b) Zeichnen Sie einen Brückengleichrichter mit Glättung:

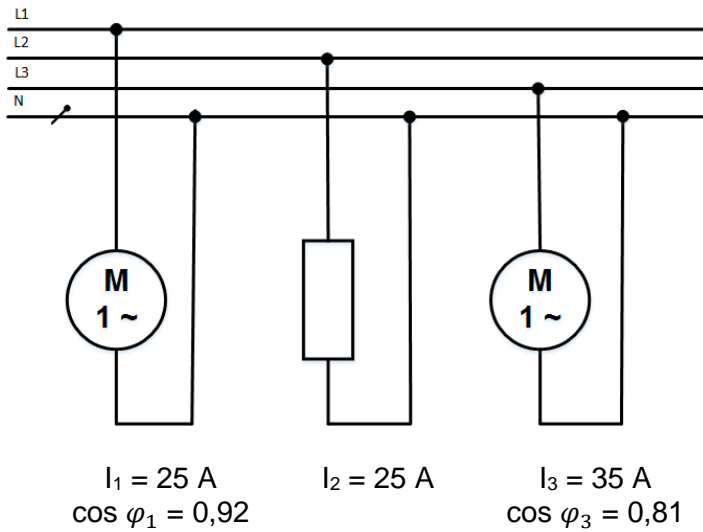


Je einen halben Punkt Brückengleichrichterschaltung und Glättungskondensator

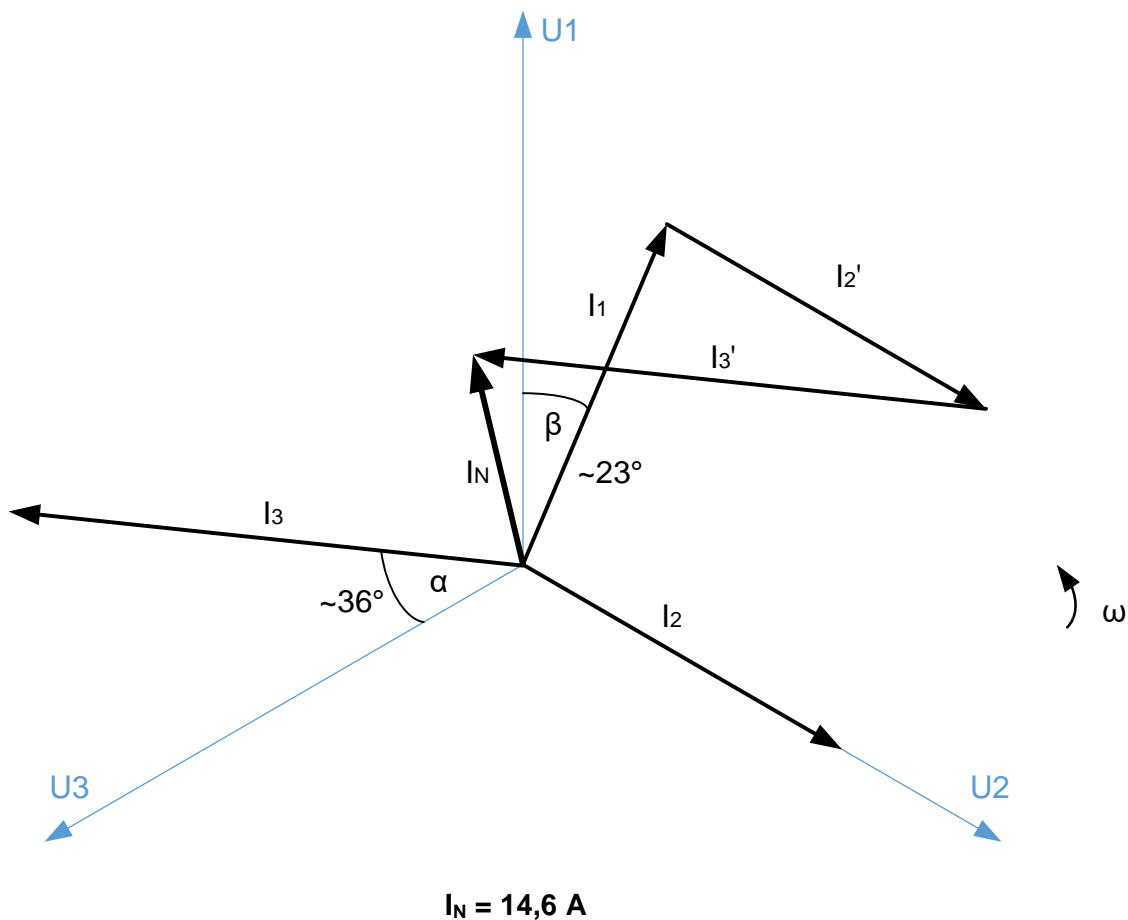


## 22. Dreiphasensystem Leistungsziel-Nr. 5.4.4b

Ein Vierleiter – Drehstromnetz (3 x 400 V / 230 V) wird unterschiedlich belastet.  
Bestimmen Sie die Stromstärke im Neutraleiter.



Massstab 1 A  $\triangleq$  2 mm



Expertenhinweis: I1 1 Punkt, I2 0,5 Punkte, I3 1 Punkt, INenn 0,5 Punkte.

### 23. Drehstrommotor Leistungsziel-Nr. 5.3.6b

3

a) Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung  $P_{\text{auf}}$  des Elektromotors:

Siemens AG	
Typ: T3A 132S-4	Nr. 230816
3 ~ Motor	50 Hz
S1 100 % ED	$\Delta$ Y 400/690 V
IP 54	52.8 / 30.4 A
Iso. – Kl. F	30 kW
IE3 89.6 %	$\cos \varphi = 0.88$
PTC 155° C	1430 1/min.



$$P_{\text{zu}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 52.8 \text{ A} \cdot 0.88 = \underline{\underline{32'191 \text{ W} = 32,2 \text{ kW}}}$$

1

b) Wie gross ist der Wirkungsgrad des Elektromotors?

$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{30 \text{ kW}}{32,2 \text{ kW}} = \underline{\underline{0,932 \text{ oder } 93,2 \%}}$$

1

c) Kreuzen Sie in der Tabelle die richtige Aussage an:

1

Auf welchen Wert wird die Stromstärke am Motorschutzschalter / Motorschutzrelais bei Direktanlauf eingestellt?				
Stromstärke in Ampere	91,35 A	52,8 A	74,66 A	30,4 A
Lösung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Punkte  
pro  
Seite: