

Serie 2015

Qualifikationsverfahren  
**Elektroinstallateurin EFZ**  
**Elektroinstallateur EFZ**

Berufskennnisse schriftlich

**Pos. 4.2 Elektrische Systemtechnik**

## Vorlage Expertinnen und Experten

**Zeit:** 70 Minuten

**Hilfsmittel:** Masstab, Geodreieck, Zeichnungsschablone, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikation und Formelsammlung ohne Berechnungsbeispiele.

**Bewertung:**

- Die maximale Punktezahl ist bei jeder Aufgabe angegeben.
- Für die volle Punktezahl werden die Formeln oder Einheitengleichungen, die eingesetzten Zahlen mit Einheiten und die zweifach unterstrichenen Ergebnisse mit den Einheiten verlangt.
- Der Lösungsweg muss ersichtlich und nachvollziehbar sein.
- Wird in einer Aufgabe eine bestimmte Anzahl Antworten verlangt, ist die vorgegebene Anzahl verbindlich. Die Antworten werden in der aufgeführten Reihenfolge bewertet, überzählige Antworten werden nicht bewertet.
- Verwenden Sie bei Platzmangel für die Lösungen die Rückseite und vermerken Sie dies bei der Aufgabe.

<b>Notenskala:</b>	<b>Maximale Punktezahl:</b>	<b>44,0</b>
	42,0 - 44,0 Punkte = Note	6,0
	37,5 - 41,5 Punkte = Note	5,5
	33,0 - 37,0 Punkte = Note	5,0
	29,0 - 32,5 Punkte = Note	4,5
	24,5 - 28,5 Punkte = Note	4,0
	20,0 - 24,0 Punkte = Note	3,5
	15,5 - 19,5 Punkte = Note	3,0
	11,0 - 15,0 Punkte = Note	2,5
	7,0 - 10,5 Punkte = Note	2,0
	2,5 - 6,5 Punkte = Note	1,5
	0,0 - 2,0 Punkte = Note	1,0

Aus didaktischen Gründen werden die Lösungen nicht abgegeben

(Beschluss der  
Aufgabenkommission  
vom 09.09.2008)

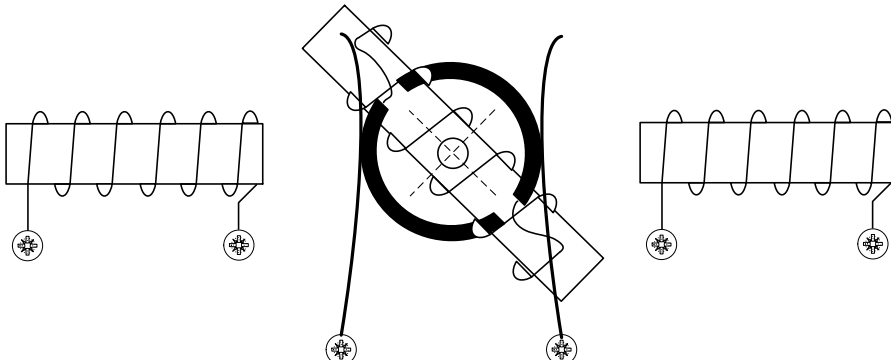
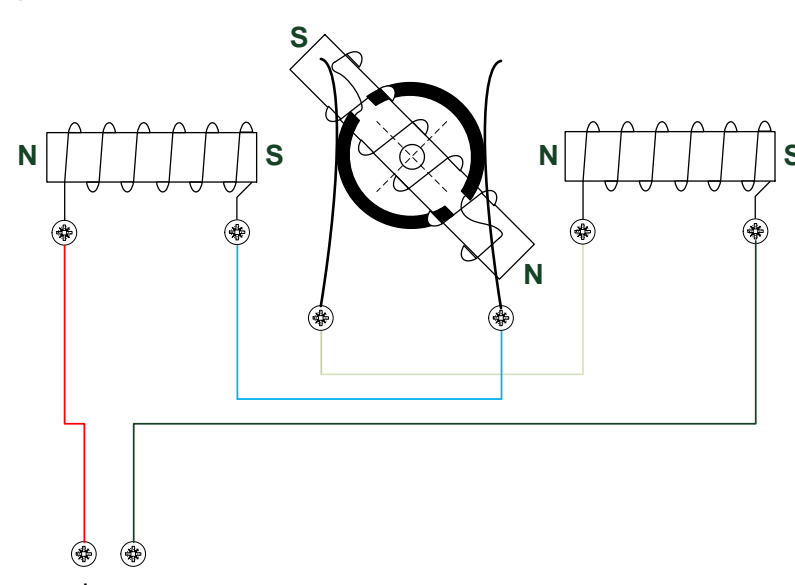
**Sperrfrist:** Diese Prüfungsaufgaben dürfen **nicht** vor dem **1. September 2016** zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch: Arbeitsgruppe LAP des VSEI im Beruf  
Elektroinstallateurin EFZ / Elektroinstallateur EFZ.

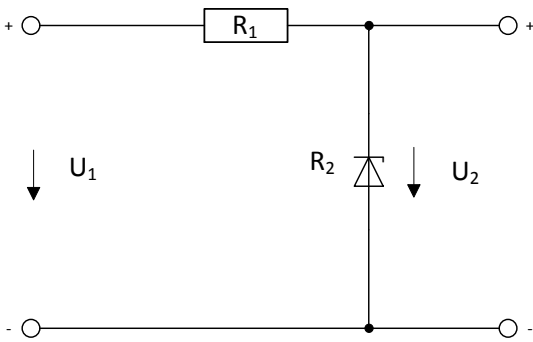
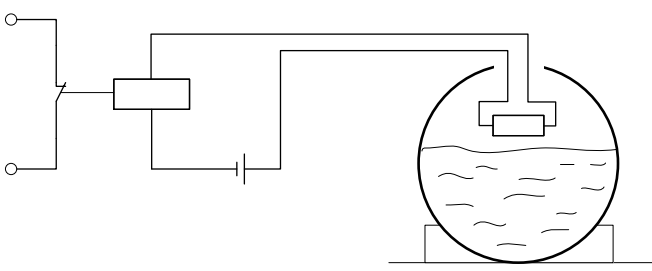
Herausgeber: SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
1.	<p>5.1.1 Geben Sie zwei Gründe an, warum die Spannung für den Energietransport auf Werte von 220 kV und 380 kV transformiert wird.</p> <p><b>Lösung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Strom sinkt</b></li> <li>• <b>Leitungsverluste sinken</b></li> <li>• <b>Kleinerer Querschnitt nötig</b></li> <li>• <b>Wirtschaftliche Energieübertragung</b></li> </ul>	2	(je 1)
2.	<p>5.1.4 Welche Verluste treten bei einem Transformator immer auf?</p> <p><b>Lösung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kupferverluste oder Wärmeverluste oder Wicklungsverluste</b></li> <li>• <b>Eisenverluste (Hystereseverluste, Wirbelstromverluste)</b></li> </ul> <p><b>(wenn anstelle Eisenverluste nur Hystereseverluste oder nur Wirbelstromverluste je 0,5 Punkte)</b></p>	2	(1) (1)
3.	<p>5.1.6 Ein Einphasentransformator 400 V / 230 V hat auf der Primärseite 1500 Windungen bei einem Strom von 1,2 A. Berechnen Sie unter der Vernachlässigung der Transformatorverluste</p> <p>a) den Strom in der Ausgangswicklung. b) die Windungszahl der Sekundärseite.</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math display="block">I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2} = \frac{400 \text{ V} \cdot 1,2 \text{ A}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{2,09 \text{ A}}}</math></p> <p>b) <math display="block">N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 1500}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{863}}</math></p>	2	(1) (1)

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
4.	<p>5.1.7 Ein Shunt mit 200 A Bemessungsstrom wird parallel zu einem Ampèremeter geschaltet.</p> <p>a) Welchen Widerstand besitzt der Shunt, wenn durch ihn ein Strom von 100 A fließt und eine Spannung von 30 mV anliegt? b) Welche Verlustleistung besitzt der Shunt bei Bemessungsbetrieb?</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>R_p = \frac{U_m}{I_p} = \frac{30 \text{ mV}}{100 \text{ A}} = \underline{\underline{0,3 \text{ m}\Omega}}</math></p> <p>b) <math>P_v = I_p^2 \cdot R_p = (200 \text{ A})^2 \cdot 0,3 \text{ m}\Omega = \underline{\underline{12 \text{ W}}}</math></p>	2	
5.	<p>5.2.1 Um den Energieverbrauch eines Wäschetrockners festzustellen, wird der Zählerstand zu Beginn des Vorganges mit 45'463,4 kWh und am Ende mit 45'466,3 kWh abgelesen. Die Leistung des Trockners beträgt 2,1 kW.</p> <p>a) Wie gross ist die dem Netz entnommene elektrische Energie? b) Wie lange dauert der Trockenvorgang?</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>W = W_2 - W_1 = 45'466,3 \text{ kWh} - 45'463,4 \text{ kWh} = \underline{\underline{2,9 \text{ kWh}}}</math></p> <p>b) <math>t = \frac{W}{P} = \frac{2,90 \text{ kWh}}{2,1 \text{ kW}} = \underline{\underline{1,38 \text{ h}}}</math></p>	2	
6.	<p>5.2.2 Streichen Sie diejenigen Wörter durch, die nicht zutreffen.</p> <p>Halogenglühlampe: hohe/niedrige Farbtemperatur; warme/neutrale/kalte Farben</p> <p>Tageslicht-FL: hohe/niedrige Farbtemperatur; warme/neutrale/kalte Farben</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>Halogenglühlampe: <del>hohe</del>/niedrige Farbtemperatur; <del>warme</del>/<del>neutrale</del>/<del>kalte</del> Farben</p> <p>Tageslicht-FL: <del>hohe</del>/niedrige Farbtemperatur; <del>warme</del>/<del>neutrale</del>/<del>kalte</del> Farben</p>	2	

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
7.	<p>5.2.5 Die drehbare Spule ist über zwei Schleifkontakte auf zwei Anschlusspunkte verdrahtet. Die Spulen links und rechts von der Drehspule sind fest montiert und je auf Anschlussklemmen verdrahtet.</p> <p>a) Verbinden Sie die drei Spulen so, dass die Drehspule eine Bewegung im Uhrzeigersinn macht. Zuleitung ab den Klemmen + / - .</p> <p>b) Wie kann der Drehsinn der Spule geändert werden?</p>	4	
			
<p>⊗ ⊗ + -</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a)</p>  <p>(pro richtige Polung 1 Punkt)</p> <p>b) Die Drehrichtung kann durch vertauschen der Anschlüsse am Rotor oder den beiden Statorwicklungen geändert werden.</p>		(3)	(1)

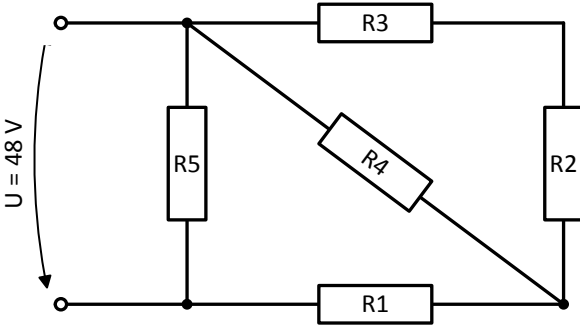
Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
8.	<p>5.2.6 Vom Hersteller eines Akkumulators erhalten Sie die abgebildete Kennlinie.</p> <p>Bestimmen Sie daraus folgende Größen:</p> <p>a) die Leerlaufspannung. b) der Kurzschlussstrom. c) der Innenwiderstand. d) die Klemmenspannung bei einer Belastung mit 180 A.</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>U_0 = \underline{24\text{ V}}</math></p> <p>b) <math>I_{KS} = \underline{240\text{ A}}</math></p> <p>c) <math>R_i = \frac{U_0}{I_{KS}} = \frac{24\text{ V}}{240\text{ A}} = \underline{0,1\ \Omega}</math></p> <p>d) <math>U_{KL} = \underline{6\text{ V}}</math></p>	2	
9.	<p>5.2.6 Weshalb fließt der Sekundärstrom <math>I_2</math> in die angegebene Richtung?</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p><b>Lenzsche Regel</b> Der durch die Induktionsspannung hervorgerufene Sekundärstrom <math>I_2</math> ist stets so gerichtet, dass sein Magnetfeld der Ursache der Induktion entgegen wirkt. oder Der Sekundärstrom <math>I_2</math> ist so gerichtet, dass sein Feld (Sekundärfeld) der Ursache (Primärfeld) entgegengerichtet ist.</p>	2	

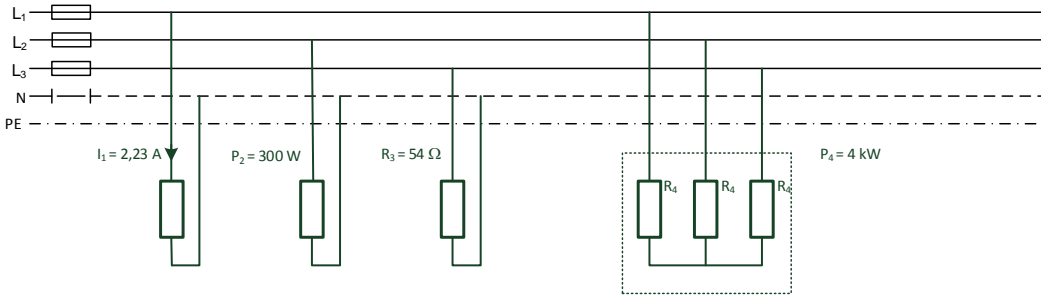
Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
10.	<p>5.2.9 Wie gross ist die Spannung <math>U_2</math>, wenn <math>R_1 = 100 \Omega</math> und <math>R_2</math> eine Zehnerspannung von 5,6 V hat?</p>  <p>a) <math>U_1 = 4 \text{ V}</math> <math>U_2 =</math></p> <p>b) <math>U_1 = 8 \text{ V}</math> <math>U_2 =</math></p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>U_2 = \underline{4 \text{ V}}</math></p> <p>b) <math>U_2 = \underline{5,6 \text{ V}}</math></p>	2	
11.	<p>5.2.9 Sie bauen für einen Wassertank einen Füllstandsmelder. Hat die Flüssigkeit im Tank den eingebauten Widerstand erreicht, so kühlt sich der Widerstand stark ab. Der Füllvorgang wird durch das Relais automatisch unterbrochen.</p> <p>a) Welche Widerstandsart muss als Füllstandsmelder verwendet werden? b) Begründen Sie Ihre Antwort.</p>  <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <b>PTC-Widerstand</b></p> <p>b) <b>Temperatur sinkt → PTC-Widerstand wird kleiner → I wird grösser und Relais schaltet</b></p>	2	

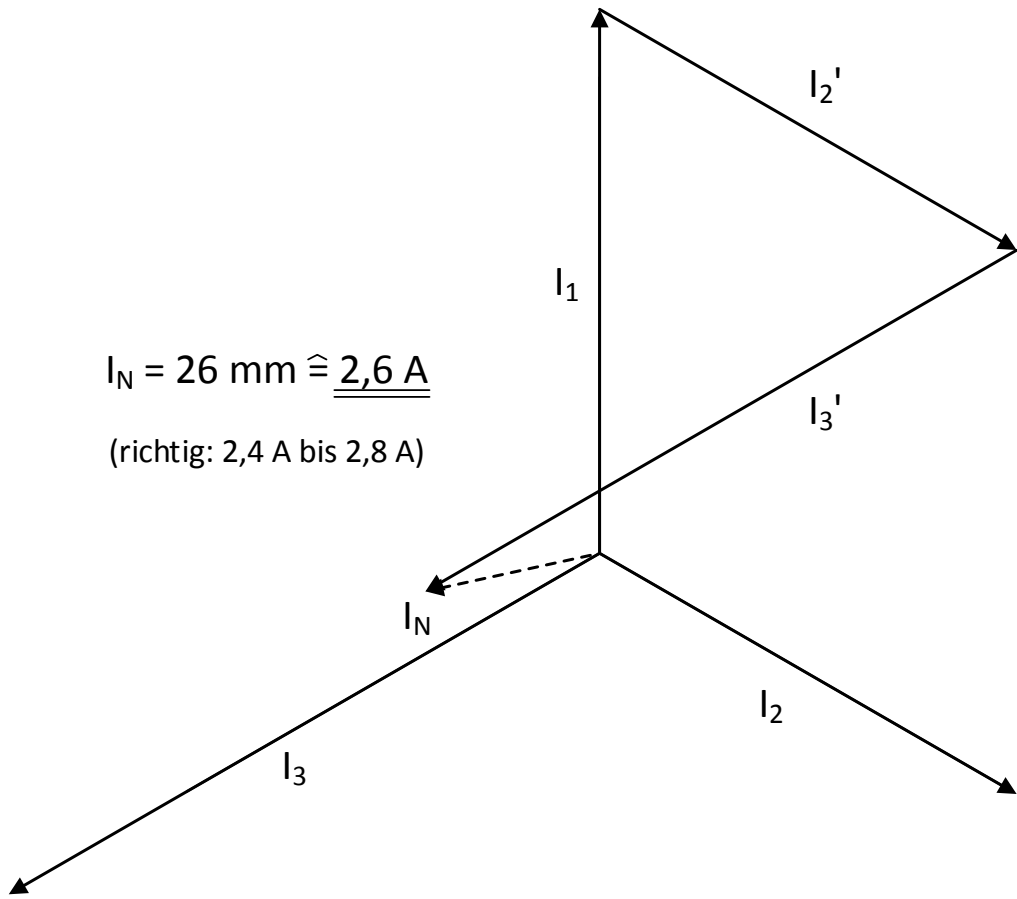
Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
12.	<p>5.3.1 Am Einheitsnetz (230 V / 50 Hz) ist eine Drosselspule (Induktivität <math>L = 3 \text{ H}</math>; Wirkwiderstand <math>R = 60 \text{ } \Omega</math>) angeschlossen. Dieser Drosselspule wird ein Kondensator (<math>C = 5 \text{ } \mu\text{F}</math>) in Serie vorgeschaltet.</p> <p>Berechnen Sie:</p> <p>a) den kapazitiven Widerstand <math>X_C</math>. b) den induktiven Widerstand <math>X_L</math>. c) die Gesamtimpedanz <math>Z</math>. d) den Leistungsfaktor <math>\cos \varphi</math>.</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{636,6 \text{ } \Omega}}</math></p> <p>b) <math>X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 3 \text{ H} = \underline{\underline{942,5 \text{ } \Omega}}</math></p> <p>c) <math>Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(60 \text{ } \Omega)^2 + (942,5 \text{ } \Omega - 636,6 \text{ } \Omega)^2} = \underline{\underline{311,7 \text{ } \Omega}}</math></p> <p>d) <math>\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{60 \text{ } \Omega}{311,7 \text{ } \Omega} = \underline{\underline{0,192}}</math></p>	4	
13.	<p>5.3.4 Drei Heizwiderstände mit <math>30 \text{ } \Omega</math>, <math>40 \text{ } \Omega</math> und <math>50 \text{ } \Omega</math> sind in Sternschaltung an das <math>3 \times 400 \text{ V} / 230 \text{ V}</math> Drehstromnetz angeschlossen (Neutralleiter vorhanden). Berechnen Sie die Gesamtleistung.</p> <p><b>Lösung:</b></p> <p><math>P_{\text{Str1}} = \frac{U_{\text{Str1}}^2}{R_{\text{Str1}}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{30 \text{ } \Omega} = \underline{\underline{1763 \text{ W}}}</math></p> <p><math>P_{\text{Str2}} = \frac{U_{\text{Str2}}^2}{R_{\text{Str2}}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{40 \text{ } \Omega} = \underline{\underline{1323 \text{ W}}}</math></p> <p><math>P_{\text{Str3}} = \frac{U_{\text{Str3}}^2}{R_{\text{Str3}}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{50 \text{ } \Omega} = \underline{\underline{1058 \text{ W}}}</math></p> <p><math>P = P_{\text{Str1}} + P_{\text{Str2}} + P_{\text{Str3}} = 1763 \text{ W} + 1323 \text{ W} + 1058 \text{ W} = \underline{\underline{4,144 \text{ kW}}}</math></p>	2	

Aufgaben		Anzahl Punkte																															
		maximal	erreicht																														
14.	<p>5.3.2 Ein Wechselstrommotor mit einer mechanischen Leistung von 500 W (<math>\eta = 0,75 / \cos \varphi = 0,78</math>) wird an 230 V / 50 Hz angeschlossen.</p> <p>Wie gross ist der Strom, der durch die Zuleitung fliesst?</p> <p><b>Lösung:</b></p> $P_{\text{auf}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{500 \text{ W}}{0,75} = \underline{666,7 \text{ W}}$ $S = \frac{P_{\text{auf}}}{\cos \varphi} = \frac{666,67 \text{ W}}{0,78} = \underline{854,7 \text{ VA}}$ $I = \frac{S}{U} = \frac{854,71}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,72 \text{ A}}}$	2																															
		(0,5)																															
		(0,5)																															
		(1)																															
15.	<p>5.4.1 Folgende Komponenten sind entsprechend zuzuordnen.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aktor</th> <th>Sensor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Temperaturfühler</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2. Strömungswächter</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3. Lüftungsklappe</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4. Helligkeitsmesser</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Lösung:</b></p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aktor</th> <th>Sensor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Temperaturfühler</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2. Strömungswächter</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3. Lüftungsklappe</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4. Helligkeitsmesser</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Aktor	Sensor	1. Temperaturfühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Strömungswächter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Lüftungsklappe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Helligkeitsmesser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Aktor	Sensor	1. Temperaturfühler	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Strömungswächter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Lüftungsklappe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Helligkeitsmesser	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	
	Aktor	Sensor																															
1. Temperaturfühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
2. Strömungswächter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
3. Lüftungsklappe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
4. Helligkeitsmesser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
	Aktor	Sensor																															
1. Temperaturfühler	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																															
2. Strömungswächter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																															
3. Lüftungsklappe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
4. Helligkeitsmesser	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																															
		(je 0,5)																															



Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
16.	<p>5.3.3 Berechnen Sie in der folgenden Schaltung:</p> <p>a) den Gesamtwiderstand. b) den Strom durch den Widerstand R5.</p> <p><math>R_1 = 30 \Omega</math>; <math>R_2 = 20 \Omega</math>; <math>R_3 = 40 \Omega</math>; <math>R_4 = 60 \Omega</math>; <math>R_5 = 30 \Omega</math></p>  <p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>R_{2,3} = R_2 + R_3 = 20 \Omega + 40 \Omega = \underline{60 \Omega}</math> (0,5)</p> $R_{2,3,4} = \frac{R}{n} = \frac{60 \Omega}{2} = \underline{30 \Omega} \quad (0,5)$ $R_{1,2,3,4} = R_{2,3,4} + R_1 = 30 \Omega + 30 \Omega = \underline{60 \Omega} \quad (0,5)$ $R_{\text{Total}} = \frac{R_{1,2,3,4} \cdot R_5}{R_{1,2,3,4} + R_5} = \frac{60 \Omega \cdot 30 \Omega}{60 \Omega + 30 \Omega} = \underline{\underline{20 \Omega}} \quad (0,5)$ <p>b) <math>I_{R5} = \frac{U}{R5} = \frac{48 \text{ V}}{30 \Omega} = \underline{\underline{1,6 \text{ A}}} \quad (1)</math></p>	3	

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
5.3.4			
17.	<p>Wie gross sind die Ströme (Drehstromnetz 3 x 400 V / 230 V):</p> <p>a) in den Zuleitungen (<math>I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}</math>)?  b) im Neutralleiter? (graphische Lösung nächste Seite)</p> <p>Alle Verbraucher haben nur rein ohmsche Last.</p> 	5	
	<p><b>Lösung:</b></p> <p>a) <math>I_1 = \underline{2,23 \text{ A}}</math></p> $I_2 = \frac{P_2}{U_{\text{Str.}}} = \frac{300 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{1,304 \text{ A}} \quad (0,5)$ $I_3 = \frac{U_{\text{Str.}}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{4,259 \text{ A}} \quad (0,5)$ $I_4 = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{4000 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3}} = \underline{5,774 \text{ A}} \quad (0,5)$ <p><b>Aussenleiterströme</b></p> $I_{L1} = I_1 + I_4 = 2,23 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{8 \text{ A}} \quad (0,5)$ $I_{L2} = I_2 + I_4 = 1,304 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{7,08 \text{ A}} \quad (0,5)$ $I_{L3} = I_3 + I_4 = 4,259 \text{ A} + 5,774 \text{ A} = \underline{10,03 \text{ A}} \quad (0,5)$		

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
17.	<p><b>b) Neutralleiterstrom</b></p> <p>graphische Lösung 1 A = 5 mm</p>  <p><math>I_N = 26 \text{ mm} \hat{=} \underline{\underline{2,6 \text{ A}}}</math> (richtig: 2,4 A bis 2,8 A)</p> <p><b>Hinweis:</b> Der Neutralleiterstrom kann auch nur mit den Strömen <math>I_1, I_2, I_3</math> konstruiert werden.</p>	(2)	

Aufgaben		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
5.4.4			
18.	<p>Gegeben ist die folgende Schaltung, welche in einer Klein-SPS einprogrammiert wurde. Zu Beginn und 30 Sekunden später wird der Taster I1 kurz betätigt. Zeichnen Sie das Zeitablaufdiagramm der Zustände von B02, B03, Q1 und Q4.</p> <p>Beschreibung der Blöcke:                      B02: Schrittschaltung                      B03: Abfallverzögerung (auf 10 Sekunden eingestellt)                      B05: Blinkrelais (5 Sekunden ein, 5 Sekunden aus)</p>	2	
		(0,5)	(0,5)
		(0,5)	(0,5)
		(0,5)	(0,5)
	<b>Total</b>	<b>44</b>	