

# **Übungsfragen und Übungsbeispiele**

**zu**

## **Grundlagen der Elektrotechnik**

### **Teil 02a: Schaltungsanalyse 1**

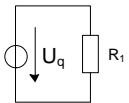
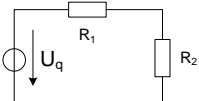
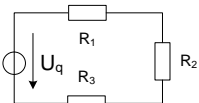
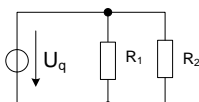
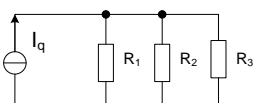
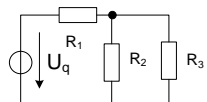
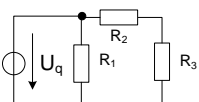
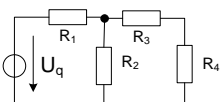
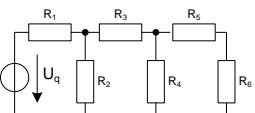
**Version 10.0**

**06. Oktober 2019**

Version 10.0 Übernahme und neue Ordnung der Beispiele aus ähnlichen Lehrveranstaltungen

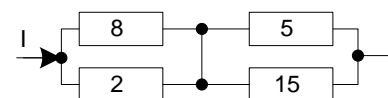
(1) *Einstieg in die Schaltungsanalyse*

Berechnen Sie Ströme, Spannungen und Leistungen aller Zweipole:

a) 		Quelle	R1						
	R	[Ω]		48					
	U	[V]	12						
	I	[A]							
	P	[W]							
b) 		Quelle	R1	R2					
	R	[Ω]	20						
	U	[V]	12						
	I	[A]			0,1				
	P	[W]							
c) 		Quelle	R1	R2	R3				
	R	[Ω]	270	1000	10000				
	U	[V]	15						
	I	[mA]							
	P	[mW]							
d) 		Quelle	R1	R2					
	R	[Ω]							
	U	[V]	12						
	I	[A]	4						
	P	[W]	54						
e) 		Quelle	R1	R2	R3				
	R	[Ω]	270	1000	10000				
	U	[V]							
	I	[A]	0,1						
	P	[W]							
f) 		Quelle	R1	R2	R3				
	R	[Ω]	2						
	U	[V]	12			10			
	I	[A]							
	P	[W]					2,5		
g) 		Quelle	R1	R2	R3				
	R	[Ω]			20				
	U	[V]	12						
	I	[A]					0,5		
	P	[W]	48						
h) 		Quelle	R1	R2	R3	R4			
	R	[Ω]	10	33	10	15			
	U	[V]	24						
	I	[A]							
	P	[W]							
i) 		Quelle	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
	R	[Ω]	12	47	33	100	22	15	
	U	[V]							
	I	[A]	1,08						
	P	[W]							

- B1.** Die Sicherung eines Stromkreises löst bei Strömen über 16A aus. Welche Leistung darf ein Verbraucher maximal haben, wenn die Spannung 230V beträgt?
- B2.** An einer Steckdosenleiste ist ein elektrischer Heizkörper angeschlossen. Auf maximaler Stufe bezieht er eine Leistung von 2500W (bei 230V). Welchen Widerstand besitzt der zugehörige Heizdraht?
- B3.** Ein typischer Blitz hat folgende Werte: Spannung: ca. 50MV, Strom: ca. 20kA, Dauer: ca. 30us. Wie weit könnte mit dieser elektrischen Energie ein Elektroauto fahren, das für eine konstante Geschwindigkeit von 100 km/h eine Dauerleistung von 7kW benötigt?
- B4.** Die Leerlaufspannung einer linearen Quelle beträgt 12 V, die Quelle liefert bei einer Spannung von 11,5 V einen Strom von 15 A. Berechnen Sie die Werte der Ersatzspannungsquelle? Skizzieren Sie die Schaltung und die Kennlinie! (Lsg: 12V und 33,3mOhm)
- B5.**  $-I_k = -14 \text{ A}$  sei der Kurzschlussstrom und  $U_0 = 17,5 \text{ V}$  die Leerlaufspannung einer linearen Quelle. Wie ist der Zusammenhang zwischen  $U$  und  $I$ ? Wie groß sind  $R_i$  bzw.  $G_i$ ? Skizzieren Sie die Schaltung und die Kennlinie! (Lsg:  $U = 17,5\text{V} - 1,25\text{Ohm} \cdot I$ )
- B6.** An den Klemmen eines linearen Zweipols werden bei Leerlauf und Belastung mit  $R = 1\text{k}\Omega$  (1,2 kΩ) die Spannungen 21V bzw. 18V gemessen. Ges.: Ersatzspannungsquelle. (Lsg:  $U_q = 21\text{V}$ ,  $R_i = 200 \text{ Ohm}$ )
- B7.** Ein Quelle liefert: bei 8 V -0,24 A, bei 5 V -0,48 A. Berechnen Sie  $R_i$ ,  $U_0$  und  $I_k$ ! (Lsg: ca.  $R_i = 12,5\text{Ohm}$ ,  $U_q = 11\text{V}$ ,  $I_k = 0,88\text{A}$ )
- B8.** An den Klemmen eines linearen Zweipols wurden bei Leerlauf die Spannung 21 V und bei Belastung mit  $1,2\text{k}\Omega$  18 V gemessen. Wie lauten die Daten der Ersatzspannungsquelle? (Lsg:  $U_q = 21\text{V}$ ,  $R_i = 200\text{Ohm}$ )

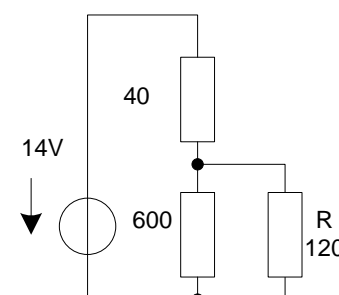
- B9.** Gegeben sei folgende Schaltung.  
a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand!  
b) In welchem Widerstand wird im Betrieb die größte Leistung umgesetzt (qualitative Erklärung)? Berechnen Sie die Leistungen für  $I = 30\text{mA}$ !



- B10.** In einer Kochplatte (ausgelegt für 230 V) sind zwei Heizdrähte mit  $R_1 = 64 \Omega$  und  $R_2 = 36 \Omega$  vorhanden. Welche Leistungsstufen kann die Kochplatte durch unterschiedliche Verschaltung der Widerstände liefern? (Lsg: 529W, 827W, 1469W, 2296W)
- B11.** In einer Kochplatte (ausgelegt für 230 V) sind zwei Heizdrähte mit  $R = 66,1 \Omega$  vorhanden. Welche Leistungsstufen kann die Kochplatte durch unterschiedliche Verschaltung der Widerstände liefern? (Lsg: 400W, 800W, 1600W)
- B12.** Zwei Glühlampen (8V, 10W und 4V, 6W) sollen am 12 V Netz unter Nennlast betrieben werden. Die Schaltung darf noch einen zusätzlichen Widerstand haben. Wie muss dieser geschaltet sein, welcher Größe hat er und welche Leistung verbraucht er?

- B13.** Berechnen Sie den Strom durch R durch  
a) Spannungsteilerregel  
b) Stromteilerregel!

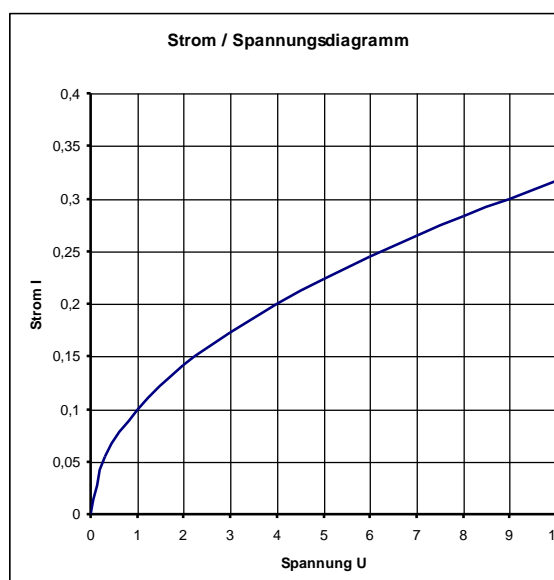
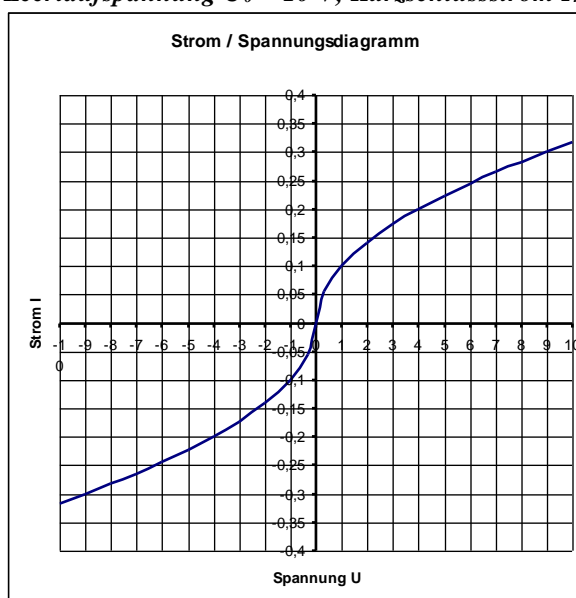
$$I = 83\text{mA}$$



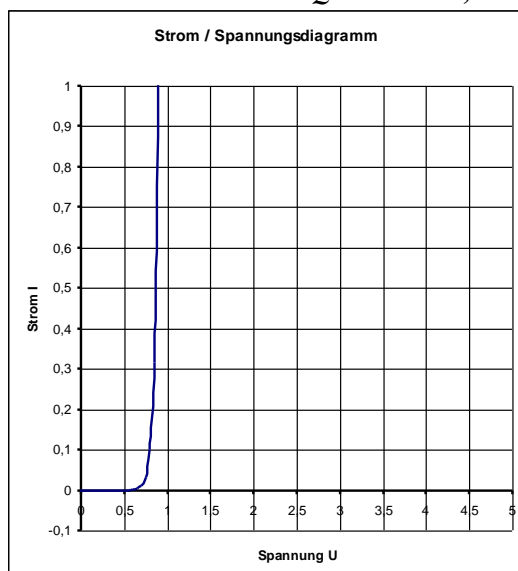
- B14.** Ein el. Heizdraht habe bei einer Heizleistung von 500W einen Widerstand von  $106 \Omega$ .  
a) Welche Spannung und welcher Strom tritt im Betrieb auf?  
b) Welcher Widerstand müsste ein zusätzlich parallel geschalteter Heizdraht besitzen, um die Leistung (bei gleicher Spannung) um 20% zu erhöhen? Welche Verhältnisse ( $U$ ,  $R$ ,  $I$ ) stellen sich dabei ein?  
c) Welcher Widerstand müsste ein in Serie geschalteter Heizdraht besitzen, um die Leistung (bei gleicher Spannung) um 20% zu reduzieren? Welche Verhältnisse ( $U$ ,  $R$ ,  $I$ ) stellen sich dabei ein?

- B15.** Wie groß ist der Widerstand eines runden Drahtes (Kupfer,  $\rho_{Cu} = 0,01786 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) mit  $d = 1 \text{ mm}$  Durchmesser und 5 cm Länge? Wie groß ist er bei  $d = 2 \text{ mm}$ ?

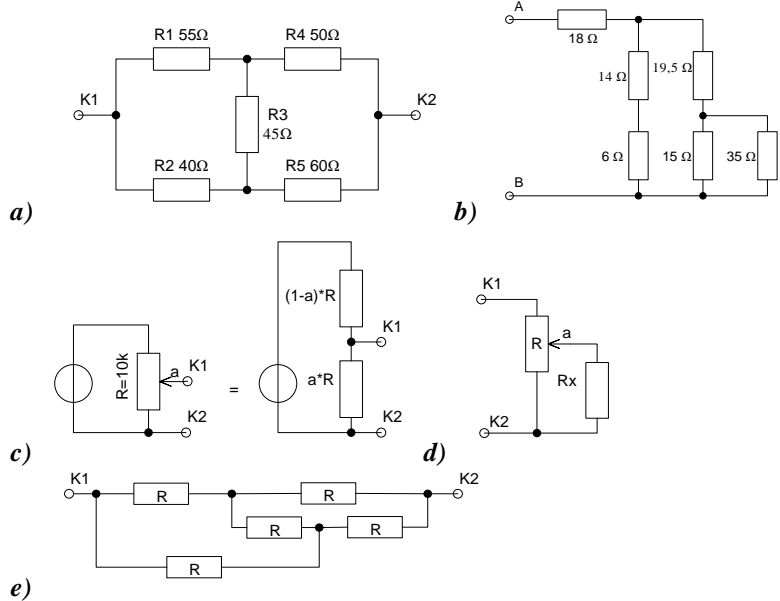
- B16.** Eine Aluminiumleitung mit  $64 \text{ mm}^2$  Querschnitt soll durch eine Kupferleitung mit gleichem Widerstand ersetzt werden. Welchen Querschnitt braucht die Kupferleitung? ( $\rho_{Al}=0,02857 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,  $\rho_{Cu}=0,01786 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
- B17.** Der Widerstand eines Drahtes steigt bei der Erwärmung von Raumtemperatur ( $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) auf Betriebstemperatur ( $85 \text{ }^\circ\text{C}$ ) auf das 1,5 – fache des ursprünglichen Wertes annähernd linear an. Wie groß ist der Temperaturkoeffizient  $\alpha_{20}$ ?
- B18.** Auf wie viel Prozent der ursprünglichen Stärke sinkt der Strom in der Erregerwicklung eines Gleichstrommotors, wenn diese aus Kupferdraht besteht und bei konstanter Spannung von  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  auf  $85 \text{ }^\circ\text{C}$  erhöht wird ( $\alpha_{20}=3,92 \cdot 10^{-3}/\text{K}$ )
- B19.** Der Temperatursensor PT100 besitzt folgende Eigenschaften:  $R_0 = 100 \text{ } \Omega$ ,  $\alpha_0=3,90802 \cdot 10^{-3}/\text{K}$ ,  $\beta_0= -0,580195 \cdot 10^{-6}/\text{K}^2$ ). Welche Temperatur herrscht bei  $R=138,5 \text{ } \Omega$ ?
- B20.** Ein ohmscher Widerstand soll dadurch temperaturunabhängig werden, dass zwei Widerstände mit ungleichen Temperaturkoeffizienten ( $\alpha_1=4,0 \cdot 10^{-5}/\text{K}$  und  $\alpha_2=-1,0 \cdot 10^{-5}/\text{K}$ ) bei gleicher Temperatur gehalten werden und in Serie geschaltet werden. Wie groß müssen die beiden Einzelwiderstände  $R_1$  und  $R_2$  sein, um einen temperaturunabhängigen Gesamtwiderstand von  $60 \text{ } \Omega$  zu bekommen?
- B21.** Eine Glühlampe (nichtlineare Kennlinie!) wird an einer linearen Spannungsquelle betrieben (Leerlaufspannung  $U_0 = 10 \text{ V}$ , Kurzschlussstrom  $I_k = 1/3 \text{ A}$ ). Welcher stationäre Zustand stellt sich ein?



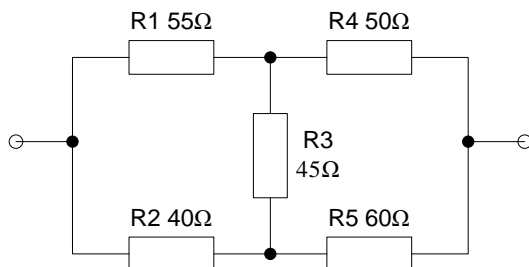
- B22.** Eine Diode (s. Kennlinie) wird an einer linearen Quelle mit Leerlaufspannung  $4,8 \text{ V}$  betrieben. Welcher Innenwiderstand muss die Quelle haben, damit der Strom von  $0,5 \text{ A}$  fließt?



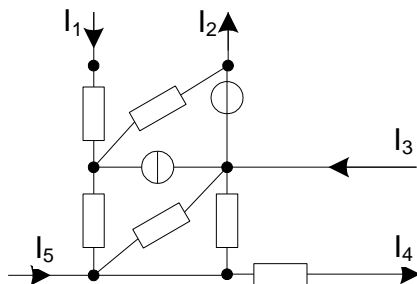
**B23. Berechnen Sie den Gesamtwiderstand zwischen den Klemmen K1 und K2 folgender Schaltungen:**



**B24. Errechnen Sie den Gesamtwiderstand der Anordnung:**



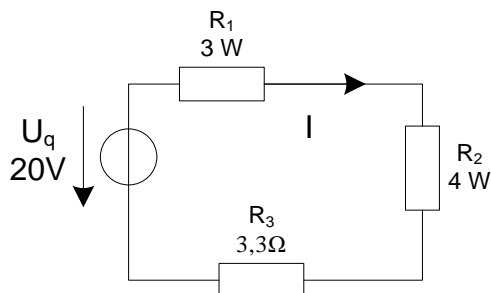
**B25. Gegeben sei  $I_1 = 1,25 \text{ A}$ ,  $I_2 = 350 \text{ mA}$ ,  $I_3 = -125 \text{ mA}$ ,  $I_5 = -0,3 \text{ A}$ . Gesucht:  $I_4$  (Lsg: 475mA)**



**B26. Eine Stromversorgung liefert 230 V (ideale Spannungsquelle). Die Leitungswiderstände zum Verbraucher sind 5 Ω (Zuleitung) und 6 Ω (Rückleitung). Wie groß muss der Lastwiderstand R sein, damit I = 5A fließen? (Lsg: 35 Ohm)**

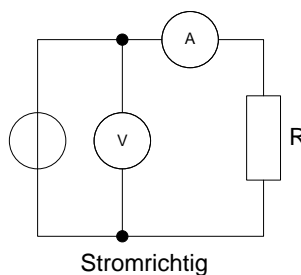
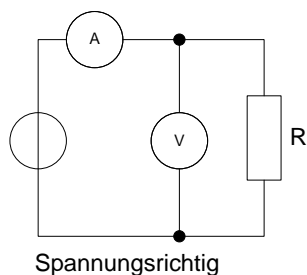
**B27. Ein Verbraucher mit 12,1 kW Leistung soll über einen 0,5 km entfernten Generator (ideale Spannungsquelle) versorgt werden. 3% Leitungsverluste (bezogen auf den Verbraucher) sind zulässig. Der Verbraucher benötigt eine Spannung von 220 V. Welche Spannung muss der Generator liefern? Wie groß ist die Stromdichte im Kupferkabel ( $\rho=0.01786 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) dabei? (Lsg: 226,6V, 0.37A/mm<sup>2</sup>)**

- B28. Welche Werte müssen  $R_1$  und  $R_2$  in der folgenden Schaltung haben? ( $I$  soll möglichst klein sein!) ? (Lsg:  $R_2 = 28,758\Omega$   $R_1 = 21,57\Omega$ )



- B29. Ein Messwerk zeigt bei Vollausschlag  $500\text{ mV}$  an, der Messwiderstand beträgt  $R_M=40\Omega$ .  
Wie groß ist die maximale Leistungsaufnahme des Messwerks?  
Mit welchem Shunt kann ein Strom von  $1\text{ A}$  gemessen werden?  
Welche Leistung nimmt der Shunt bei  $1\text{ A}$  auf?  
Welcher Vorwiderstand ist für die Messung von  $30\text{ V}$  erforderlich?  
Welche Leistung nimmt der Vorwiderstand bei  $U=30\text{ V}$  auf?

- B30. Zur Messung eines unbekannten Widerstandes  $R$  wird einmal spannungsrichtig und einmal stromrichtig gemessen (s. Schaltungen). Der Widerstand des Spannungsmessgerätes ist  $100\text{ k}\Omega$ . Wie groß ist der Widerstand  $R$  bzw. der Widerstand des Amperemeters bei folgenden Messergebnissen:  
Spannungsrichtig:  $9,2\text{ V} / 76\text{ mA}$  und stromrichtig:  $10,0\text{ V} / 80\text{ mA}$ ?



- B31. In der Nachrichtentechnik muss immer die Empfangsleistung (Leistung am Verbraucher) maximiert werden. Die Quellen haben aber meist geringe Leistung und hohe Innenwiderstände. Wie groß muss der Verbraucherwiderstand sein, wenn bei gegebener Quellspannung und Innenwiderstand der Quelle die maximale Leistung am Verbraucher auftreten soll? (Lsg:  $R = R_i$ )
- B32. Der an eine Autobatterie ( $U_q = 12\text{ V}$ ,  $R_i = 0,05\Omega$ ) angeschlossene Starter soll maximale Leistung an den Motor abgeben. Welchen Wirkwiderstand  $R$  muss der Starter haben? Wie viel Leistung verbraucht er dabei? Welcher Strom fließt dabei? Welcher Durchmesser muss die Kupferleitung ( $J_{\max}=2\text{ A/mm}^2$ ) mindestens haben? (Lsg:  $50\text{ m}\Omega$ ,  $720\text{ W}$ ,  $120\text{ A}$ , mind.  $8,74\text{ mm}$ )
- B33. An eine Autobatterie ( $U_q = 12\text{ V}$ ,  $R_i = 0,3\Omega$ ) soll eine Heizung angeschlossen werden. Die Heizleistung soll  $100\text{ W}$  betragen. Welchen Widerstand  $R$  muss der Heizdraht haben (ges.: Lösung mit geringerer Stromstärke)? Welcher Strom fließt dabei? Bei welcher Spannung? Wie lange muss der Heizdraht (Kupfer,  $\rho = 0,01786\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) bei einem Durchmesser von  $0,5\text{ mm}$  sein, wobei gilt:  $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ ? (Lsg:  $714\text{ m}\Omega$ ,  $11,835\text{ A}$ ,  $8,45\text{ V}$ , mind.  $7,85\text{ m}$ )?