

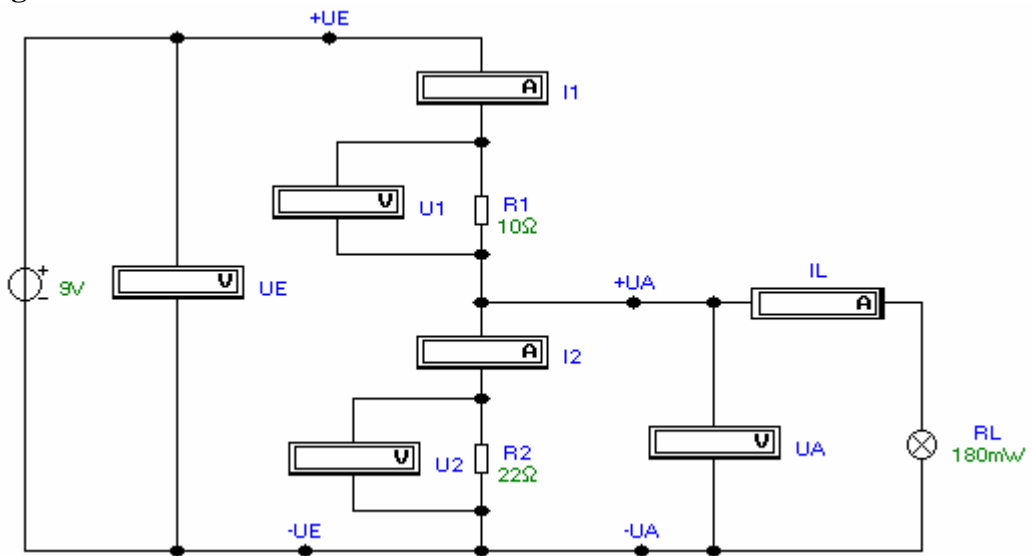
# Versuchsauswertung: Der Spannungsteiler als Widerstandsgruppenschaltung

(Versuch 6zu)

In diesem Versuch wurden die Messergebnisse und rechnerisch ermittelten Werte für Ströme und Spannungen verschiedener Spannungsteiler miteinander verglichen. Der belastete Spannungsteiler ist für die anstehenden Rechnungen eine „besondere“ Widerstandsgruppenschaltung. Anhand der einzelnen Messergebnisse konnte nun auch besser ein „guter“ bzw. „schlechter“ Spannungsteiler charakterisiert werden.

zu a)

**Messschaltung:**



**Messergebnisse:**

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_L$ in mA	$U_1$ in V	$U_2=U_L$ in V
0,010	0,022	300,000	268,000	30,000	3,000	5,940
0,100	0,220	44,000	21,000	22,000	4,400	4,500
1,000	2,200	7,500	0,620	7,000	7,600	1,400
10,00	22,00	0,800	0,008	0,900	8,800	0,170
100,00	220,00	0,100	0,000	0,090	8,900	0,020

zu b)

Die gemessenen Ströme und Spannungen wurden mit den Regeln errechnet, die wir für die Behandlung von Widerstandsgruppenschaltungen kennengelernt haben. Obwohl wir die Lampe als einen nichtlinearen Widerstand kennengelernt haben, wurde für die Berechnungen dieser als konstant angenommen. Für Spannungen im Bereich der Betriebsspannung, hier ca. 6V, ist der Fehler recht gering, da die Nichtlinearität nur bei niedrigen Spannungen, unter 1V, festgestellt wurde. Dieser Sachverhalt ist aber beim Vergleich der gemessenen und errechneten Ströme und Spannungen an geeigneter Stelle zu beachten.

$$R_E = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L} \quad R_{ges} = R_1 + R_E$$

$$I_1 = \frac{U}{R_{ges}}$$

Beim belasteten Spannungsteiler liegen  $R_2$  und die Glühlampe (Lampenwiderstand  $R_L$ ) parallel zueinander. Der Ersatzwiderstand ( $R_E$ ) liegt in Reihe mit  $R_1$ . Die Berechnungen der einzelnen Größen erfolgten mit den nebenstehenden Formeln:

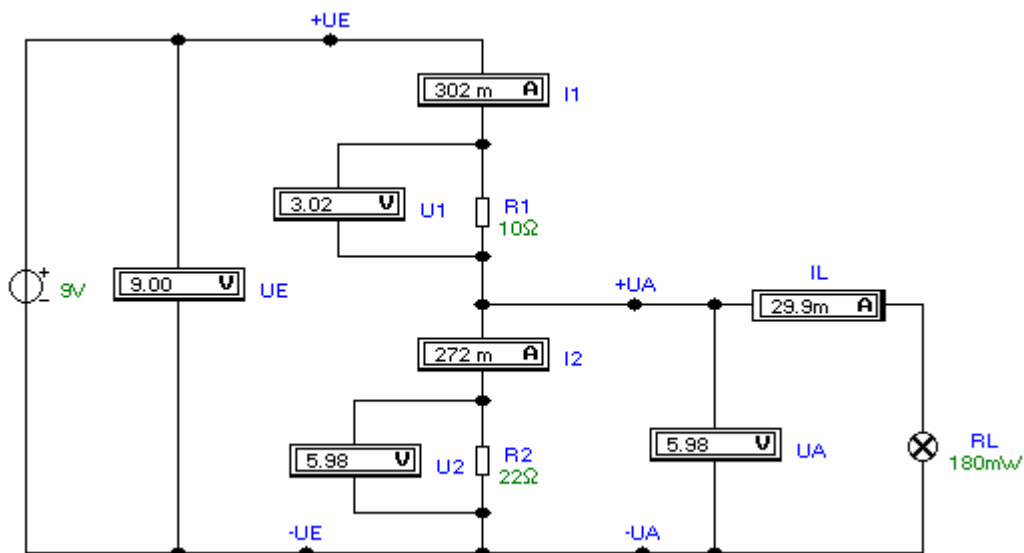
$$U_1 = I_1 \cdot R_1 \quad U_2 = U - U_1$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad I_L = \frac{U_2}{R_L}$$

Ergebnisse: geg:  $U$  in V: 9  
 $R_L$  in  $\Omega$ : 200

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_L$ in mA	$U_1$ in V	$U_2=U_L$ in V
0,010	0,022	301,813	271,903	29,909	3,018	5,982
0,100	0,220	43,953	20,930	23,023	4,395	4,605
1,000	2,200	7,606	0,634	6,972	7,606	1,394
10,00	22,00	0,883	0,008	0,875	8,825	0,175
100,00	220,00	0,090	0,000	0,090	8,982	0,018

Zum Vergleich die Ergebnisse für den Spannungsteiler 1 mit einem Elektronik-Simulationsprogramm:



zu c) Betrachten wir zunächst die Abweichungen:

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_L$ in mA	$U_1$ in V	$U_2=U_L$ in V
0,010	0,022	1,813	3,903	-0,091	0,018	0,042
0,100	0,220	-0,047	-0,070	1,023	-0,005	0,105
1,000	2,200	0,106	0,014	-0,028	0,006	-0,006
10,00	22,00	0,083	0,000	-0,025	0,025	0,005
100,00	220,00	-0,010	0,000	0,000	0,082	-0,002

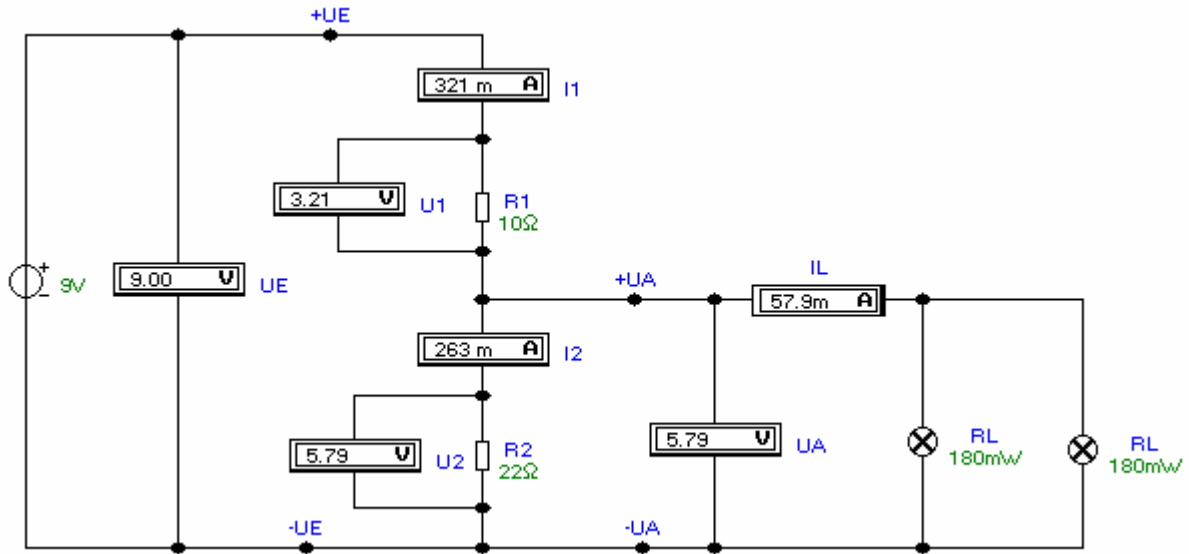
Die absoluten Abweichungen sind recht unübersichtlich und bedingt aussagekräftig. Daher ist es günstiger auf relative Abweichungen zurückzugreifen:

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$\Delta I_1$ in%	$\Delta I_2$ in%	$\Delta I_L$ in%	$\Delta U_1$ in%	$\Delta U_2$ in%
0,010	0,022	1%	1%	0%	1%	1%
0,100	0,220	0%	0%	4%	0%	2%
1,000	2,200	1%	2%	0%	0%	0%
10,00	22,00	9%	-1%	-3%	0%	3%
100,00	220,00	-11%	2%	0%	1%	-11%

Die Abweichungen sind offensichtlich recht gering. Die auf den rechnerisch ermittelten Wert bezogenen prozentualen Abweichungen sind bei niederohmigen Spannungsteiler vernachlässigbar klein. Die durch die Messgeräte begründeten Messungenauigkeiten begründen ausreichend die auftretenden Abweichungen. Auch im unteren Spannungsbereich sind trotz der Nichtlinearität der Glühlampe keinen nennenswerten Abweichungen festzustellen. Die größeren Abweichungen bei den hochohmigen Spannungsteiler sind in der Tatsache begründet, dass die Messergebnisse der

Messgeräte im unteren mA-Bereich lagen. Die Stellengenauigkeit war hier durch die eingesetzten digitalen Messgeräten eingeschränkt. Die Stellengenauigkeit der mit dem Rechner ermittelten Vergleichswerte liegt deutlich höher.

zu d) Zunächst eine Abschätzung mit dem Simulationsprogramm:



Durch **Rechnung** erhalten wir:

U in V: 9  
 $R_L$  in  $\Omega$ : 100      2 Glühlampen !!!!

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_L$ in mA	$U_1$ in V	$U_2=U_L$ in V
0,010	0,022	321,05	263,16	57,89	3,21	5,79

Zum Vergleich die Ergebnisse mit **einer Glühlampe**:

$R_1$ in $k\Omega$	$R_2$ in $k\Omega$	$I_1$ in mA	$I_2$ in mA	$I_L$ in mA	$U_1$ in V	$U_2=U_L$ in V
0,010	0,022	301,81	271,90	29,91	3,02	5,98

Auswertung/Fragen:

zu a) Wir erkennen, dass die Ausgangsspannung weiter sinkt. Für beide Glühlampe ist die verfügbare Spannung noch ausreichend hoch. Der Laststrom ist weiter gestiegen. Die Spannung  $U_1$  hat sich ebenfalls erhöht. Ein Absenkung ist festzustellen bei:  $U_2$  und  $I_2$ .

zu b) Bei steigender Lampenzahl sinkt die Ausgangsspannung weiter. Die Glühlampen werden beim Unterschreiten eine bestimmten Spannung nicht leuchten bzw. nur glimmen. Dieser Spannungswert ist abhängig vom jeweiligen Bauteil. Die Anzahl ist somit nicht eindeutig bestimmbar. Würde mit jeder Glühlampe der Laststrom um 30mA ansteigen, könnte dieser maximal den durch  $R_1$  und U bestimmten Wert annehmen.

$$n < \frac{9 \cdot V}{\frac{10 \cdot \Omega}{0.03 \cdot A}} = 30$$