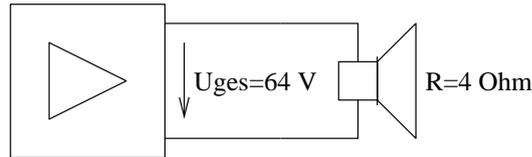


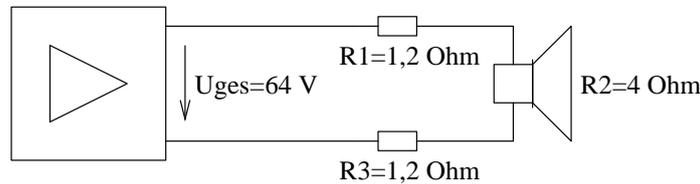
## 2.1 Widerstandsschaltungen/Reihenschaltung

### 2.1.1 Beispiel

In der Technik treten Reihenschaltungen häufig an den Stellen auf, an denen sie nicht erwünscht sind. Hier ein Beispiel: Ein Audio-Endverstärker hat eine maximale Ausgangsspannung von  $U_0 = 64 \text{ V}$  und kann damit an einem Lautsprecher von minimal<sup>1</sup>  $R = 4 \Omega$  eine Leistung von  $P = \frac{U^2}{R} = 1024 \text{ W}$  abgeben.



Nun aber wird stattdessen der Lautsprecher über eine lange Leitung (aus  $l = 20 \text{ m}$ ,  $A = 0,3 \text{ mm}^2$ , Kupfer, es ergibt sich  $R = 1,2 \Omega$ ) am Verstärker angeschlossen.



Die Frage lautet: Wie hoch ist nun die Leistung, die am Lautsprecher ankommt?

### 2.1.2 Ergebnis: Ströme

In der Reihenschaltung sind alle Stromstärken gleich:  $I_1 = I_2 = I_3 = I_{ges}$

### 2.1.3 Ergebnis: Spannungen

In der Reihenschaltung addieren sich die Teilspannungen zur Gesamtspannung:  $U_1 + U_2 + U_3 = U_{ges}$

### 2.1.4 Ergebnis: Widerstände

Die Widerstände sind die Quotienten aus der jeweiligen Spannung und der jeweiligen Stromstärke am selben Bauteil.

Nun ist die Reihenschaltung ja auch ein Bauteil mit zwei Anschlüssen und nichts als metallischen Leitern darin; dann muss man auch einen Ersatzwiderstand als Quotienten aus Gesamtspannung und Gesamtstrom definieren können:  $R_{ers} = \frac{U_{ges}}{I_{ges}}$ .

Der Versuch hat nun gezeigt, dass  $R_1 + R_2 + R_3 = R_{ers}$  ist <sup>2</sup>.

### 2.1.5 Ergebnis: Leistungen

Die Leistungen sind die Produkte aus der jeweiligen Spannung und der jeweiligen Stromstärke am selben Bauteil. Nun kann man ebenso eine Gesamtleistung definieren können:  $P_{ges} = U_{ges} \cdot I_{ges}$ .

Der Versuch hat gezeigt, dass  $P_{ges} = P_1 + P_2 + P_3$  ist <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Bei einem kleineren Lautsprecher-Widerstand kann der Verstärker Schaden nehmen

<sup>2</sup>Beweis:  $U_1 + U_2 + U_3 = U_{ges} \iff U_1/I_{ges} + U_2/I_{ges} + U_3/I_{ges} = U_{ges}/I_{ges} \iff U_1/I_1 + U_2/I_2 + U_3/I_3 = U_{ges}/I_{ges} \iff R_1 + R_2 + R_3 = R_{ers}$

<sup>3</sup>Beweis wie bei  $R_{ers}$

### 2.1.6 Spannungsteilung

Nun ist noch zu ergründen, wie sich die Spannung an den einzelnen Widerständen aufteilt:

Aus  $I_1 = I_{ges}$  kann man umformen:  $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_{ges}}{R_{ers}}$ . Daraus ergibt sich:

$$\frac{U_1}{U_{ges}} = \frac{R_1}{R_{ers}}$$

und verallgemeinert:

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{R_A}{R_B}$$

### 2.1.7 Beispielrechnung

Für die obige Beispielaufgabe ergibt sich:

$$R_{ers} = R_1 + R_2 + R_3 = 1,2\Omega + 4\Omega + 1,2\Omega = 6,4\Omega$$

$$I_{ges} = \frac{U_{ges}}{R_{ers}} = \frac{64\text{ V}}{6,4\Omega} = 10\text{ A}$$

$$I_2 = I_{ges} = 10\text{ A}$$

$$U_2 = R \cdot I_2 = 4\Omega \cdot 10\text{ A} = 40\text{ V}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 40\text{ V} \cdot 10\text{ A} = \underline{400\text{ W}}$$

Durch die relativ kleinen zusätzlichen Leitungswiderstände wurde also die Lautsprecherleistung mehr als halbiert.