Fachhochschule Konstanz
Verfahrens- und Umwelttechnik

Praktikum Elektrotechnik

Versuch 4

Spannungsteiler und Brückenschaltung
(Schaltungstechik und Messtechnik)

Christian Mayr, VUB3
14.11.2005

1 Einführung

In einer Reihenschaltung wird die Gesamtspannung U in Teilspannungen aufgeteilt, der Strom, mit dem die Einzelwiderstände durchflossen werden ist jedoch immer derselbe. Damit lassen sich mit U=R*I die Teilspannungen in Abhängigkeit des Widerstandes berechnen.
Ein Potentiometer ist die technische Realisierung eines Spannungsteiler, dessen Teilerverhältnis durch einen drehbaren Schleifenkontakt in Abhängigleit vom Drehwinkel kontinuierlich verstellt werden kann. Der Schaltungsaufbau eines Potentiometers ist in **Abb. 1** dargestellt.

Eine Brückenschaltung (s. **Abb. 2**) besteht aus zwei parallel geschalteten Spannungsteilern, zwischen denen die Brückenquerspannung U_M abgegriffen wird. Ist die Brücke mit $U_M=0$ abgeglichen, gilt für die Widerstandsverhältnisse die Abgleichbedingung (1). Die Herleitung dieser Tatsache ist in (2)-(7) erläutert.

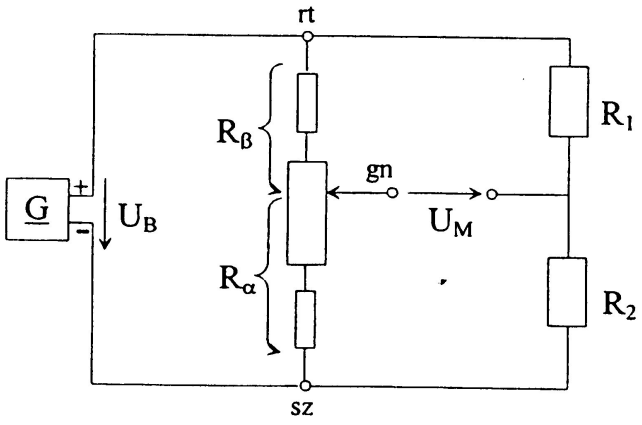

Abb. 1: Brückenschaltung

$$\frac{R_\beta}{R_\alpha}=\frac{R_1}{R_2} \qquad (1)$$

$$U_a=\frac{U_B\cdot R_\alpha}{R_\alpha+R_\beta} \qquad U_b=\frac{U_B\cdot R_2}{R_1+R_2} \qquad (2)$$

$$U_M=U_a-U_b \qquad (3)$$

$$U_M = \frac{U_B \cdot R_\alpha}{R_\alpha + R_\beta} - \frac{U_B \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 0V \qquad (4)$$

$$\frac{R_\alpha + R_\beta}{R_\alpha} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \qquad (5)$$

$$\frac{R_\alpha}{R_\alpha} + \frac{R_\beta}{R_\alpha} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_2}{R_2} \qquad (6)$$

$$\frac{R_\beta}{R_\alpha} = \frac{R_1}{R_2} \qquad (7)$$

2 Messaufgaben

Für die nachfolgenden Messaufgaben wurde das Potentiometer Nr. 11 verwendet. Die Messung des Widerstands erfolgt mit dem Multimeter Nr. 10, welches auf Widerstandsmessung eingestellt wird.

2.1 Kennlinie

Der Gesamtwiderstand des Potentiometers zwischen den Anschlüssen „rot“ und „schwarz“ beträgt 25,8 kΩ. Die gemessenen Teilwiderstände zwischen dem Anschluss „grün“ und „schwarz“ wurden für 12 Drehwinkeln zwischen 0 und 270° gemessen. Aufgetragen stellt sich das Ergebniss in **Diagramm 1** dar. Die ansteigende Kurve stellt dabei den Teilwiderstand R_α dar, die Abfallende den Teilwiderstand R_β, welcher sich aus $R_\beta = R_{ges} - R_\alpha$ berechnet. Die Kennlinie R_α beginnt nicht im Ursprung, da das reale Bauteil immer einen gewissen Widerstand aufweist.

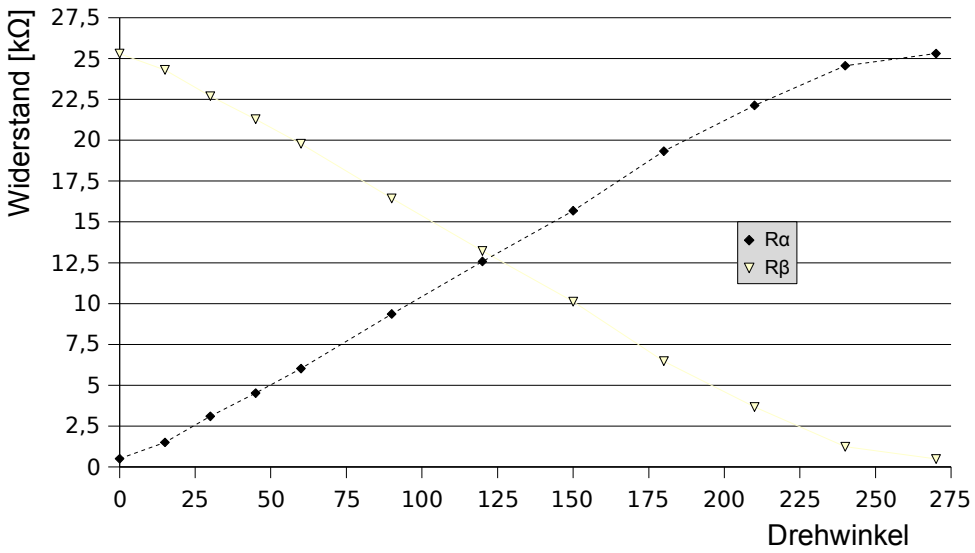

Diagramm 1: Kennlinie des Potentiometers

2.2 Einstellsicherheit

Um eine Aussage über die Genaugikeit eines eingestellten Winkels zu erhalten wurde ein Winkel mehrfach verstellt und dann wieder zurück in die Ausgangsposition zurückgedreht. 20 neue Einstellungen für einen Drehwinkel von 75° ergaben in **Tab. 1** aufgeführten Ergebnisse (in kΩ).

7,49	7,83	7,83	8,04	7,81
7,56	7,79	7,90	8,23	7,86
7,72	7,75	7,80	7,77	7,84
7,74	7,88	7,94	7,75	7,90

Tab. 1: Messungen Einstellsicherheit [kΩ]

Der Mittelwert aus diesen Messungen berechnet sich nach der Formel **(8)** mit 7,82kΩ.

$$\bar{R}_\alpha = \frac{1}{20}\sum_{k=1}^{20} R_{\alpha k} \qquad (8)$$

Die mittlere Abweichung der 20 R_α -Werte vom Mittelwert $\bar{R}_\alpha$ beträgt 0,1 kΩ; sie berechnet sich nach Formel **(9)**.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{20}\sum_{k=1}^{20} (R_{\alpha k} - \bar{R}_\alpha)^2} \qquad (9)$$

Womit sich nach **(10)** eine relative Abweichung von 1% ergiebt.

$$\sigma = \frac{\sigma}{R_\alpha} \cdot 100\,\% \qquad (10)$$

2.3 Belastetes Potentiometer

In einer Schaltung gemäß **Abb. 1** ist die Spannung U_L für zwei verschiedene Lastwiderstände R_{L1}=100kΩ und R_{L2}=5kΩ jeweils in Abhängigkeit von ihrem Drehwinkel aufzunehmen. Die beiden Spannungsverläufe U_{L1} und U_{L2} sind in Abhängigkeit von dem der Potentiometerkennlinie entnommenen R_α in **Diagramm 2** aufgetragen. Das langsamere Ansteigen von U_{L2} gegenüber U_{L1} ist damit zu begründen, dass U_{L1} in einer Reihenschaltung gemessen wird und U_{L2} in einer Parallelschaltung.

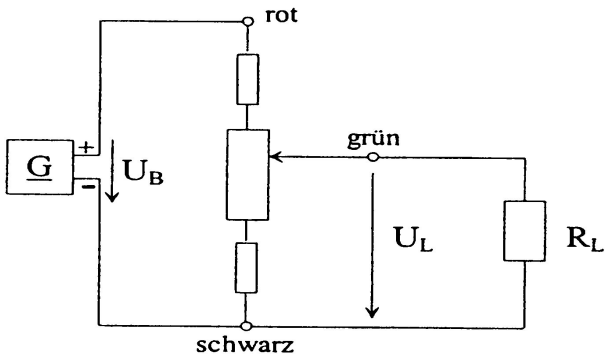

Abb. 2: Schaltungsaufbau Belastetes Potentiometer

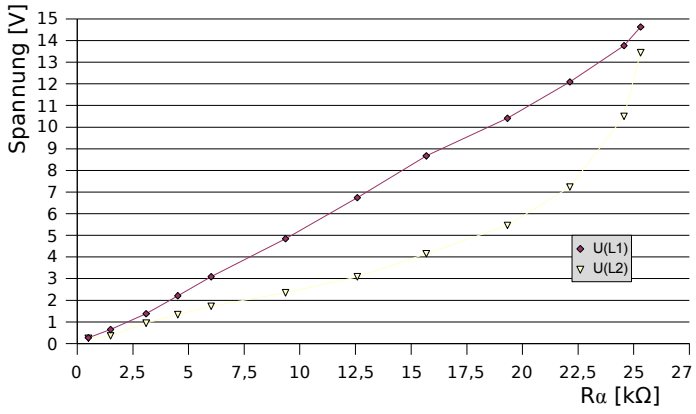

Diagramm 2: Belastetes Potentiometer

In **Diagramm 3** sind die Leistungen $P_\alpha = U_l^2/R_\alpha$ und $P_L = U_L^2/R_L$ in Abhängigkeit von R_α aufgetragen. Der unterschiedliche Verlauf der beiden Kurven ergab sich durch dir unterschiedlichen Widerstände R_α und R_L, darüber hinaus war R_L über den Drehwiderstand konstant und R_α nicht.

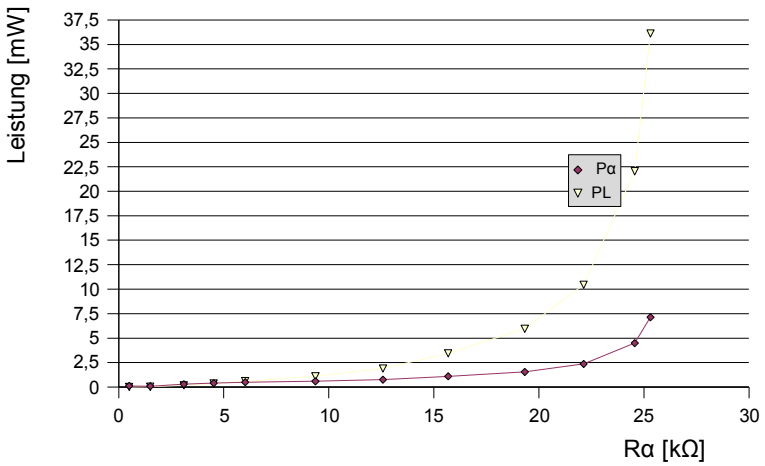

Diagramm 3: Leistungen

2.4 Brückenschaltung

Die Brückenquerspannung wurde in Abhängigkeit vom Drehwinkel α aufgenommen und den jew. Drehwinkeln wurde der entsprechende Widerstandswert R_α zugeordnet. U_M ist in Abhängigkkeit von R_α für beide R_2 (Messung 1: 1kΩ, Messung 2: 10kΩ) in **Diagramm 4** aufgetragen.

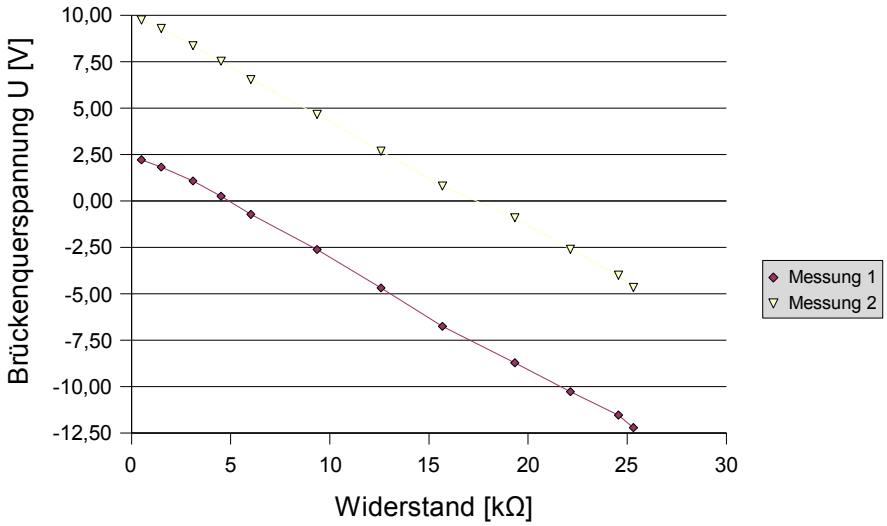

Diagramm 4: Brückenspannung

Für die Messung 1 berechnet sich der Widerstandswert R_α, bei dem die Brückenspannung U_M = 0V ist, nach **(11)** mit 4,6kΩ

$$R_\alpha = \left(U_M + \frac{U_B \cdot R_2}{R_1 + R_2}\right) \cdot \frac{R_{ges}}{U_B} \qquad (11)$$

An dieser Stelle beträgt das Verhältnis $R_\alpha/R_\beta \approx 5$, ebenso wie das Verhältnis der beiden Widerstände R_1 und R_2. Damit bestätigt sich das Ergebniss aus der Versuchsvorbereitung, wonach bei einer Brückenquerspannung von 0V das Verhältnis der beiden Widerstände gleich ist.