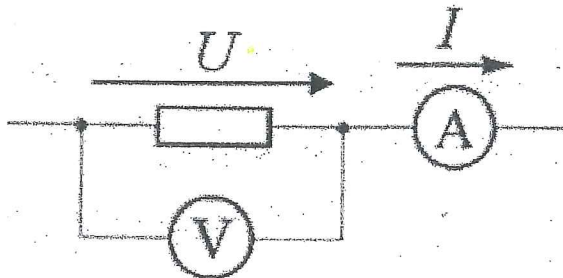


## Spannungsrichtige Messung

Gegeben:  $U, I, R$

Gesucht:  $R_V$



Für eine Widerstandsmessung  $R_x$  steht ein  $I$  und ein  $U$  - Messgerät zur Verfügung  
Es soll so gemessen werden, dass die Korrekte Spannung am Widerstand gemessen wird. **WIE ?**

--> Antwort: Spannungsrichtige Messung ✓

Es werden folgende Wert gemessen  $U = \dots, I = \dots$

Gemessene Spannung $U$	2	V
Gemessener Strom $I$	0,202	A

( $I$  größer, da auch ein Strom durch  $R_V$  fließt) ✓

Darf hier  $R = U/I$  gerechnet werden? ✓

--> Antwort: nein, da Strom wegen  $R_V$  nicht richtig gemessen wird.

Ist der gemessene Strom kleiner oder größer als ohne Messgerät

--> Antwort: Größer, da  $R || R_V < R$

Es sei  $R_x = \dots$  wie groß ist der Vorwiderstand des Spannungsmessgerätes?

$R_x$	10	Ohm
-------	----	-----

$$R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$$

$$\Rightarrow I - \frac{U}{R_V} = \frac{U}{R_x}$$

$$\Rightarrow \frac{U}{R_V} = I - \frac{U}{R_x}$$

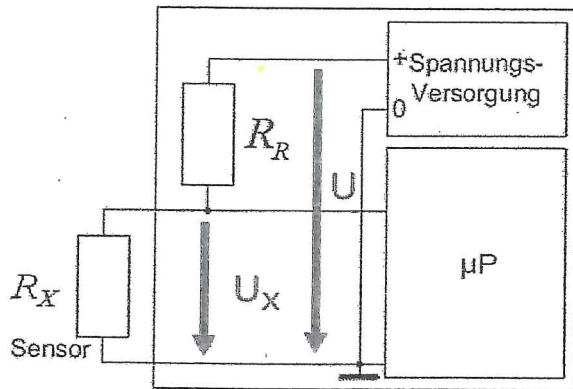
$$\Rightarrow R_V = \frac{U}{I - \frac{U}{R_x}}$$

Widerstand $R_V$ des Spannungsmessers	1000	Ohm
--	------	-----

## Referenzwiderstand

Gegeben:  $R_x$ ,  $U$ ,  $U_x$  (kleinstmöglicher Wert)

Gesucht:  $R_R$  (größtmöglicher Wert)



Ein Steuergerät misst den Widerstand eines ohmschen Sensors durch Nutzung eines Referenzwiderstandes und eines U-Messeingangs am  $\mu P$ . Die von der internen Spannungsversorgung bereit gestellte Spannung beträgt ... Der Widerstand des Sensors bewege sich im Bereich ... Die kleinste durch den  $\mu P$  zuverlässig erfassbare Spannung ist ... Dimensionieren Sie den Wert des Referenzwiderstandes unter den gegebenen Bedingungen und der Maßgabe, dass ein möglichst kleiner Strom in der SG-Messschaltung fließen soll.

Bereich Widerstands Sensor  $R_x$

$R_{x,min}$	100	Ohm
$R_{x,max}$ (hier ohne Bedeutung)	2000	Ohm

Steueregerät

Spannungsversorgung $U$	5	Volt
-------------------------	---	------

Steuergeräte- $\mu P$

$U_{x,min}$		
Minimal auflösender Spannungswert	0,01	Volt

$R_R$  soll möglichst groß sein, damit ein kleiner Strom fließt beim Minimalwert vom Sensor  $R_x$ . fällt auch nur die Minimalspannung am Sensor ab diese muss noch  $U_{x,min}$  betragen.

$$R_x = R_R \cdot \frac{U_x}{U - U_x} \Rightarrow R_R = R_x \cdot \frac{U - U_x}{U_x}$$

$U_R$

Referenzwiderstand	49900	Ohm
--------------------	-------	-----

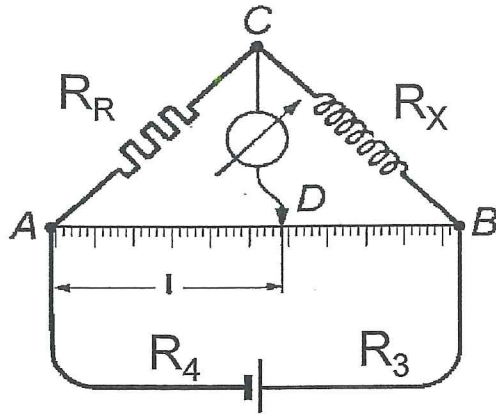
$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

## Schleifdraht-Messbrücke

Gegeben:  $R_R$ ,  $R_X$ , Gesamtlänge Schleifbahn

Gesucht: Längen  $l_3$ ,  $l_4$



$$l_0 = l_3 + l_4$$

Mit einer Schleifdraht-Messbrücke wird im Abgleichbetrieb der Wert ... eines Widerstands ermittelt.  $R_X$

Der verwendete Referenzwiderstand hat den Wert ...

Die Widerstands-Schleifbahn hat die Gesamtlänge ... 0,1

Wie groß sind die einzelnen Längen bei abgeglichener Brücke?

Referenzwiderstand $R_R$	10000	Ohm
Gemessener Widerstand $R_X$	3000	Ohm
Länge Widerstandsschleifbahn $l_0$	0,1	m

$$\frac{R_X}{R_R} = \frac{R_3}{R_4} \quad \frac{l_3}{l_4} = \frac{R_3}{R_4}$$

Abgleichbedingung

Die Längen haben das gleiche Verhältnis wie die Widerstände

Zwischenergebnis: $R_3/R_4$	0,3	
Zwischenergebnis: Längenverhältnis $l_3/l_4$	0,3	

$$\Rightarrow l_3 = \frac{R_3}{R_4} l_4$$

✓ ✓

außerdem

$$l_0 = l_3 + l_4$$

Einsetzen:

$$l_0 = \frac{R_3}{R_4} l_4 + l_4 \Rightarrow l_0 = l_4 \cdot \left( \frac{R_3}{R_4} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow l_4 = \frac{l_0}{\left( \frac{R_3}{R_4} + 1 \right)}$$

und dazu noch:

$$l_3 = l_0 - l_4$$

l_4 (linke Seite)	0,076923	m
l_3 (rechte Seite)	0,023077	m

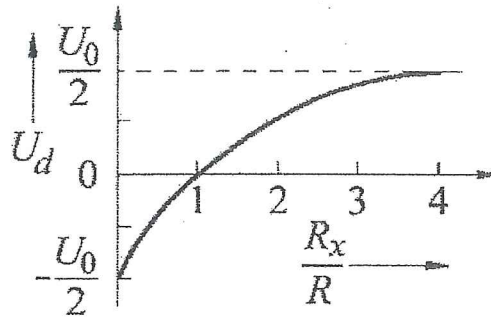
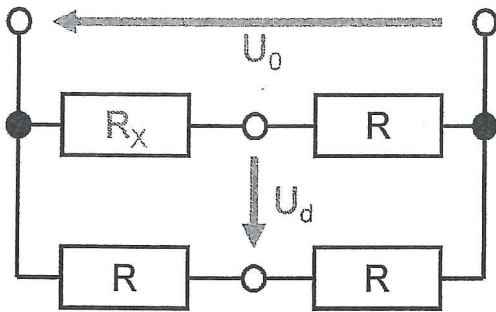




## Brücke im Ausschlagsbetrieb (beliebige Widerstandsänderungen)

Gegeben:  $R_x$  (Bereich),  $R_R$

Gesucht: Differenzwert zweier  $U_d$ -Werte



Ein einzelner, veränderlicher ohmscher Sensor wird in einer spannungsgespeisten Brückenschaltung zusammen mit drei Festwiderständen ... betrieben. Speisespannung: ... *5V*

Der Widerstandswert des Sensors kann sich über einen weiten Bereich verändern: ... bis ... *min max*

Berechnen Sie die Differenz zwischen der minimalen und maximal möglichen Diagonalspannung

Messbrücke

R	200	Ohm
$U_0$ (Speisespannung)	5	Volt

$R_{x,min}$	0	Ohm
$R_{x,max}$	300	Ohm

(wichtig hier: da beliebig große Widerstandsänderungen,  
nicht die vereinfachte Viertelbrücken-Formel verwenden)

$$U_d = \frac{U_0}{2} \frac{R_x - R}{R_x + R}$$



Zwischenergebnisse

$U_{d,min}$	-2,5	Volt
$U_{d,max}$	0,5	Volt

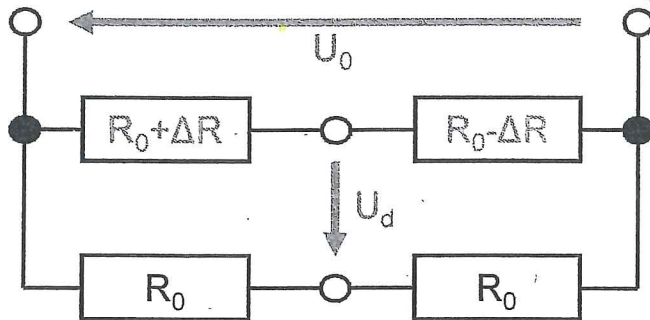
Spannungsdifferenz Delta U $= U_{d,max} - U_{d,min}$	3	Volt
---	---	------

## Halbbrücke

(beliebige u. kleine Widerstandsänderungen)

Gegeben:  $R_2$ ,  $U_d$  (später  $R_0$  und  $\Delta R$ ,  $U_d$ )

Gesucht:  $R_1$  (später  $U_0$ )



*k-Faktor:  
Proportionalität  $\Delta R$   
zu Dehnung  $\epsilon$*

Zwei ohmsche Sensoren sollen in einer Halbbrücke verschaltet werden.

Wir gehen zunächst von beliebigen Widerstandswerten aus.

Einer der Sensoren ( $R_2$ ) hat den Momentanwert ...

In welchem Wertebereich darf andere dann liegen, damit die gelieferte Diagonalspannung nicht größer als ... % der Versorgungsspannung wird?

Prozentwert	10	%
Faktor k für $U_d$	0,1	

*Schwankung !!!*

Momentanwertwert von $R_2$	500	Ohm
----------------------------	-----	-----

(wichtig hier: da beliebig große Widerstandsänderungen,  
nicht die vereinfachte Halbbrücken-Formel verwenden)

$$U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \left( \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \right) \Rightarrow kU_0 = \frac{U_0}{2} \cdot \left( \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \right)$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \right) \Rightarrow 2k = \left( \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \right)$$

$$\Rightarrow 2k(R_2 + R_1) = R_2 - R_1$$

$$\Rightarrow 2kR_2 + 2kR_1 = R_2 - R_1$$

$$\Rightarrow R_1(1 + 2k) = R_2(1 - 2k)$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{R_2(1-2k)}{(1+2k)}$$

$$R_2 = 500 \Omega$$

R1 (Minimalwert)	333,333333	Ohm
------------------	------------	-----

R1 liegt im Wertebereich: R2 bis R1 (Minimalwert)

Anmerkung: geht auch mit

$$U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \left( \frac{\Delta R}{R_0} \right)$$

Wir finden zwei geeignete ohmsche Sensoren, deren Werte entgegengesetzt im Bereich von +/- ... um einen definierten Standardwert ... (R0) schwanken  
Wie groß darf die Versorgungsspannung sein, damit die Diagonalspannung nicht größer als ... V wird

U_d,max	0,1	V
---------	-----	---

R_0	1000	Ohm
DeltaR (max)	40	Ohm

$$U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \left( \frac{\Delta R}{R_0} \right) \Rightarrow U_0 = 2U_d \frac{R_0}{\Delta R}$$

U_0	5	V
-----	---	---

Frage: Ist dann die Größe der beiden Festwiderstände in der Brücke von Bedeutung?

→ Antwort: Ja, sie sollen den Wert R\_0 haben.