**3. Bestimmung des Widerstands eines Dehnungsmessstreifens nach dem Abgleichverfahren mit einer Wheatstone'schen Messbrücke**

1. Versuchsbeschreibung

Die Brückenschaltung ist gemäß der Schaltung (Abbildung XX) aufzubauen.
Für R1 ist der Dehnungsmesstreifen-Widerstand des unbelasteten Biegebalkens zu verwenden.
Der Widerstand R2 ist mit einer Präzisions-Widerstandsdekade Typ 4107 aufzubauen.
Für die Referenz Widerstände R3/R4 sind Präzisionswiderstände mit 1 kΩ (0,02% Toleranz) aus dem hps Board zu verwenden.

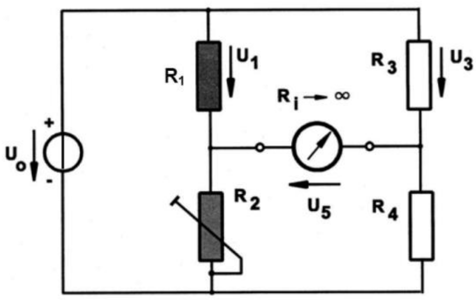


Abb. 1: Messschaltung zur Bestimmung von $R_1$

Die Versorgungsspannung ist auf 6V einzustellen.
Die Spannung U5 wird mit einem Digitalmultimeter gemessen.

Die Brückenspannung U5 ist durch Veränderung des Widerstands R2 über die Präzisions-Widerstandsdekade abzugleichen.

Der Widerstand R1 ist unter den Abgleichbedingungen und der Kenntnis über R2/R3/R4 zu bestimmen.

2. Vorbereitung

-----------

3. Durchführung

Die Schaltung wurde gemäß der Versuchsbeschreibung aufgebaut.

Die Widerstandsdekade R2 wurde stufenweise verstellt, bis das Multimeter einen Abgleich von 0V angezeigt hat.

4. Messdaten

| 3.) R1 | |
|---|---|
| R2 | 699.600 Ω |

5. Auswertung

Aufgrund des Prinzips der Wheatstone‘schen Messbrücke und der Messung aus Versuch 1, dass der unbelastete Widerstand des Dehnungsmessstreifens 700Ohm beträgt, wurde vorher schon vermutet, dass sich ein Abgleich bei R2 ca.=700OHM einstellt.

Ein Abgleich der Messbrücke (U5=0V) hat sich bei R2=699.6Ohm eingestellt.
Weshalb auch der Widerstand R1=669.60Ohm betragen muss, damit ein Abgleich gewährleistet ist.

Die Abweichung zu Aufgabe 1 ergibt sich durch die Widerstandmessung über die Spannung (Messbrücke) und der Toleranz der Widerstände R2/R3/R4.

**5.Aufbau einer Wägeeinrichtung mit dem Biegestab (Viertelbrücke)**

1. Versuchsaufbau

Eine Wägeeinrichtung mit Brückenschaltung ist nach Abb. 3 aufzubauen und zu untersuchen.
Für R1 ist der Widerstand R1 der 4 Dehnungsmesstreifen-Widerstände des Biegebalkens zu verwenden.
R3 und R4 sind Präzisionswiderstände mit R3 = R4 = 1 kΩ (0,02% Toleranz) aus dem hps Board.
Die Versorgungsspannung beträgt U0 = 6 V
Die Brückenspannung U5 ist mit dem Digitalmultimeter METRAHit zumessen.

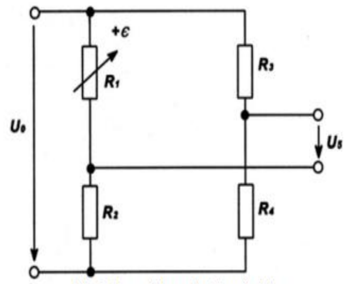


Abb. 3: Messschaltung der Viertelbrücke

Die Brückenspannung ist ohne Belastung des Biegebalkens durch Variation von R2 so gut wie möglich auf U5 = 0 V abzugleichen.

Es ist die Brückenspannung U5 bei Belastung des Biegebalkens mit:

m = 0g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g

zu messen.

Die Empfindlichkeit der Anordnung für m = 500 g ist zu bestimmen.

2. Vorbereitung

*Siehe Berechnungsgrundlagen für Brückenempfindlichkeit.*

3. Durchführung

Die Schaltung wurde gemäß der Versuchsbeschreibung aufgebaut.
Der Biegebalken ist unbelastet.
Die Widerstandsdekade R2 wurde stufenweise verstellt, bis das Multimeter einen Abgleich von 0V angezeigt hat.
Der Biegebalken wurde nacheinander mit 100g, 200g, 300g, 400g, 500g belastet und die Brückenspannung U5 wurde vom Multimeter abgetragen.
Die Empfindlichkeit der Brücke wurde für m=500g errechnet.

4. Messdaten

| **5.) R1** | R2 = 700.3 | R1 at 0g = 700.7 |
|---|---|---|
| 0 g | | 0.0000 V |
| 100 g | | -0.0004 V |
| 200 g | | -0.0006 V |
| 300 g | | -0.0008 V |
| 400 g | | -0.0011 V |
| 500 g | | -0.0013 V |

5. <u>Auswertung</u>

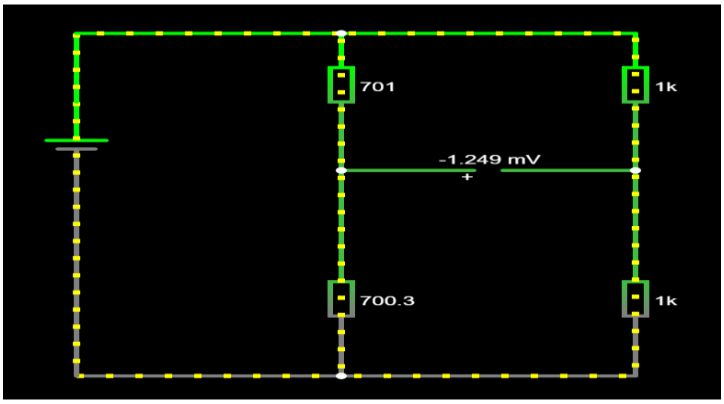
Die systematische Erhöhung der Belastung führt zu einem steigenden Widerstand R1, weshalb sich auch die Brückenspannung erhöht.

Die Brückenempfindlichkeit [Formel] ist mit ist $E_0$=0,00214 V/OHM eher gering, da der Widerstand R1 relativ hoch ist und die Eingangsspannung U=6V gering ist.

Die Brückenempfindlichkeit ist somit unabhängig von dem eingesetzten Gewicht und der dadurch resultierenden Widerstandeserhöhung.

In eine zusätzliche Simulation mit „falstad.com“ (Abb XYZ) - unter Optimal Bedingungen ohne Messfehler und Widerstandstoleranzen – wurden die Messergebnisse näherungsweise überprüft.

Der Widerstandwert für R1 liegt bei 701 OHM (500g).
Die Brückenspannung beträgt -1.249mv.



<u>**Rechnungen für Allgemeine Berechnungsgrundlagen**</u>

***-Screenshots aus der VL, dass du nicht so lange suchen brauchst-***

Änderung von $U_{ab}$ in Abhängigkeit von $R_1$ im Abgleichpunkt

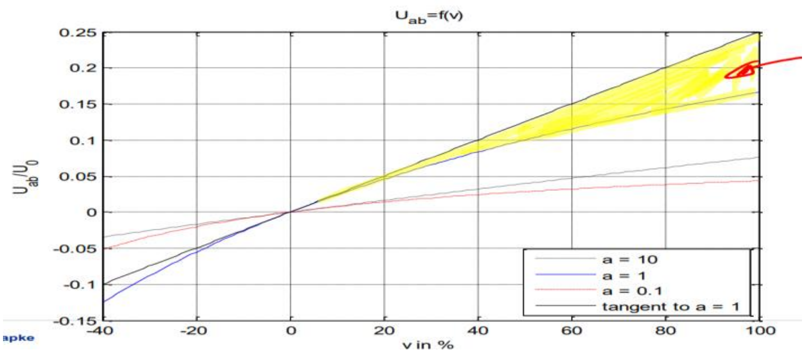
$$E_0 = \frac{dU_{ab}}{dR_1} \approx \frac{\Delta U_{ab}}{\Delta R_1} = \frac{U_{ab}}{\Delta R_1} \quad \text{für} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Für $\Delta R_1 << R_1$ ergibt sich mit $\frac{U_{ab}}{\cancel{U_0}} \approx \frac{a}{(1+a)^2} \cdot \frac{\Delta R_1}{R_1} \; U_0$

$$E_0 = \frac{a}{(1+a)^2} \cdot \frac{1}{R_1} \cdot U_0$$

- **Brückenverhältnis** $a = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$
- relative **Verstimmung** der Brücke $v = \frac{\Delta R_1}{R_1}$

$$\frac{U_{ab}}{U_0} \approx \frac{R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + \underset{R}{R_4})} \cdot \Delta R_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{U_{ab}}{U_0} \approx \frac{a}{(1+a)^2} \cdot v$$




Der mathematische Weg: $E_0 \approx \frac{U_0}{R_1} \cdot \frac{a}{(1+a)^2} = k \cdot \frac{a}{(1+a)^2}$

Extremum $\Leftrightarrow$ $dE_0 / da = 0$

Regel: $(u/v)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}$

$u = a \quad \Rightarrow \quad u' = 1$

$v = (1+a)^2 \Rightarrow v' = 2 \cdot (1+a)$

$$\frac{dE_0}{da} = \frac{u'v - v'u}{v^2} = 0 \Leftrightarrow u'v = v'u$$

$\Leftrightarrow$ ... $\Leftrightarrow a^2 = 1 \longrightarrow a = \pm 1$