

Grundlagen der Elektrotechnik 2

Praktikum - Laborversuch 4

24.11.2015

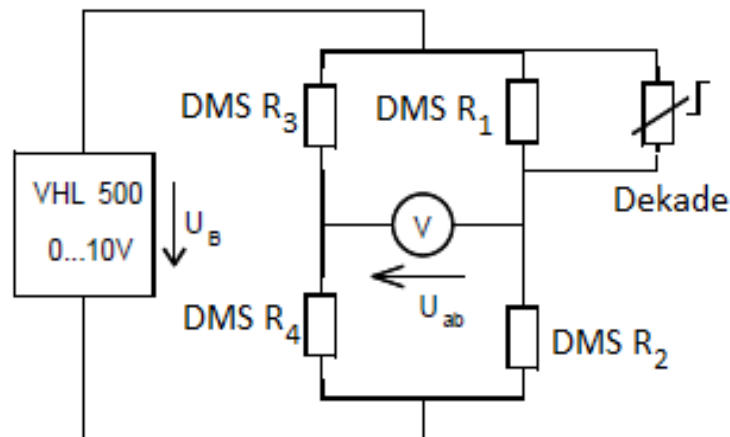
Gruppe 2 – Tisch 4

Cao Thi Huyen, Nico Grimm, Robert Rösler

1. Waage mit vier DMS in Vollbrückenschaltung

1.1 Messaufbau

Ziel dieses Versuches ist es, mit vier Dehnungsmessstreifen (DMS), eine Waage für den Messbereich $0g \leq m \leq 200g$ zu bauen. Folgende Schaltung bauen wir auf:



DMS-Widerstände : $R = 600 \Omega$, $I_{\max} = 20\text{mA}$

Betriebsspannung: $U_B < 10\text{V}$

U_{ab} ist die Brückenspannung

Die 4 DMS sind auf einem Biegestab angebracht, an dem Gewichte angehängt werden können. Durch die so erzeugte Biegung, verändern sich die Widerstandswerte der DMS und die Brückenspannung. So können Rückschlüsse, auf das angehängte Gewicht, gemacht werden. Zunächst muss allerdings kalibriert werden.

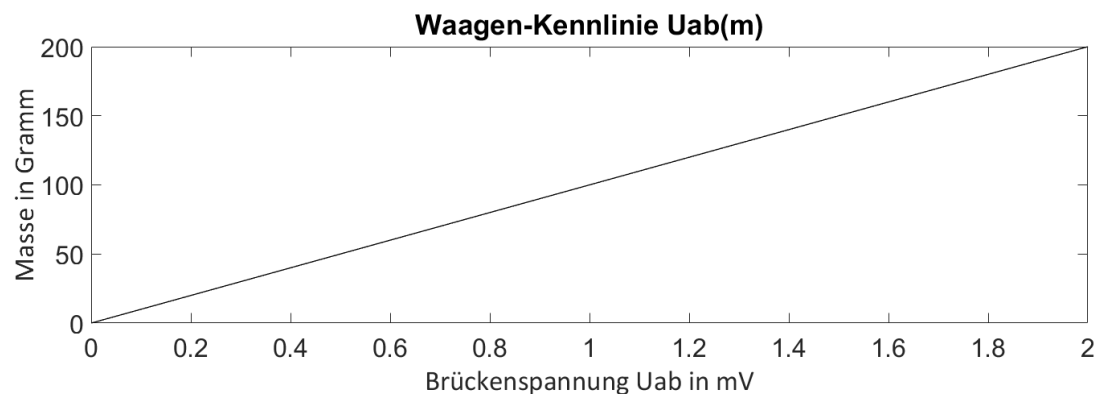
1.2 Kalibrierung/Messung

Im unbelasteten Zustand ist die Brückenspannung nicht exakt 0V, dies kommt aufgrund geringer Unterschiede in den Widerstandswerten, oder einer geringen Anfangsbiegung des Biegestabes zustande. Um die Brücke auf 0V abzugleichen, schalten wir die Widerstandsdekade parallel, zu einem der Widerstände. Wir gehen von einem hohen Widerstandswert für die Dekade aus, da wir keinen Widerstand überbrücken wollen, sondern nur kleine Änderungen im Strom herbeiführen wollen. Nach einigem probieren, haben wir die Dekade parallel zu Widerstand R_1 geschaltet. Um die unbelastete Brücke auf 0V abzugleichen, stellen wir an der **Dekade 282.200Ω** ein.

Jetzt stellen wir die Betriebsspannung U_B so ein (Kalibrierung), dass wir eine Empfindlichkeit von 10mV/Kg erreichen. Diese erreichen wir bei **$U_{ab} = 6,53\text{V}$** .

1.3 Auswertung

Die Kennlinie $U_{ab}(m)$ ist in folgender Grafik dargestellt:



Verstimmung:

Bei $m = 200\text{g}$ ermitteln wir die relative Verstimmung r der Vollbrücke, nach der Formel

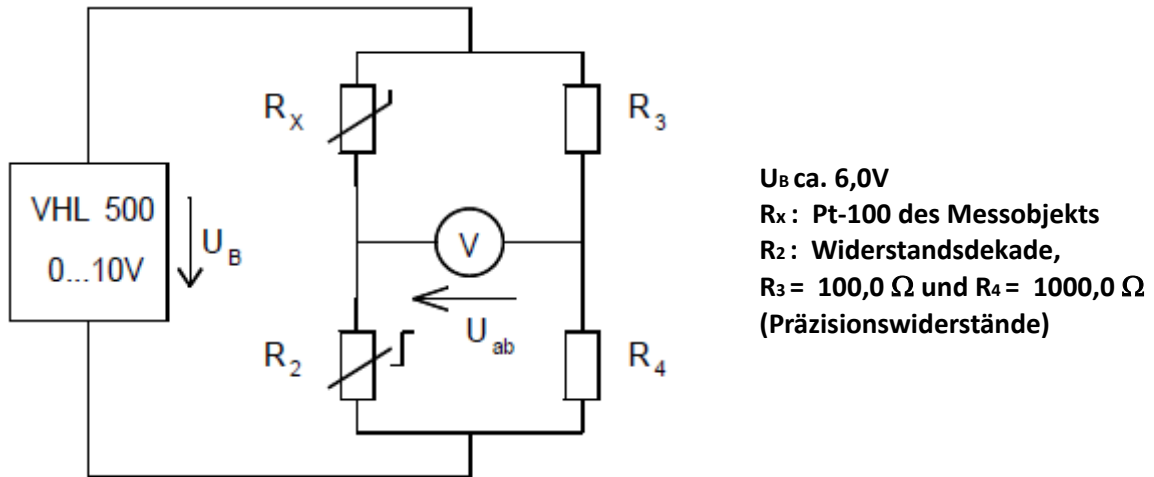
$r = U_{ab} / U_B$. Als Ergebnis erhalten wir eine Brückenverstimmung von $1 / 3265$.

2. Temperaturmessungen

2.1 Messaufbau und Messung

In diesem Versuch wollen wir Temperaturmessungen mit Hilfe eines temperaturveränderlichen Widerstandes (Pt-100, 100Ω Widerstand bei 0 °C) vornehmen.

Zunächst bauen wir folgende Schaltung auf:



Zu der Vollbrückenschaltung ist zu sagen, dass R_x an 5 verschiedenen Messpositionen, mit unterschiedlichen Temperaturen, bestimmt wird.

Hierzu gleichen wir die gemessene Brückenspannung mit Hilfe der Widerstandsdekade R_2 auf 0V ab.

Somit muss das Verhältnis **R_2 zu R_x** gleich dem Verhältnis **R_3 zu R_4** sein ($R_x = R_{pt100} = (R_2/10)$).

Die davon abhängige Temperatur ϑ lässt sich nun mit der Formel $R(\vartheta) = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot \vartheta + \beta \cdot \vartheta^2]$

bestimmen, wobei $\alpha = 3,90802 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{C}$, $\beta = -0,580195 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}^2$, $R_0 = 100,0 \Omega$.

Außerdem messen wir bei den gleichen Messpositionen den Widerstand eines NTC-Widerstandes, mit einem Ohmmeter.

Zusätzlich messen wir die jeweiligen Temperaturen direkt, mit einer Pt-Sonde, welche an das MetraHit 18s angeschlossen ist.

Alle Messungen an einer Messposition finden zeitgleich statt.

2.2 Auswertung

Die in 2.1 gemessenen/berechneten Werte sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Zusätzlich sind die über R_{pt100} ermittelten Temperaturen in einer gesonderten Tabelle vermerkt, im direkten Vergleich mit den Temperaturmessungen der Pt-Sonde.

Messposition	$R_{pt100} (R_2/10)$	R_2 (Dekade)	R_{NTC}	Pt-Sonde
1	114,78 Ω	1147,8 Ω	5,7 k Ω	38,2 °C
2	122,64 Ω	1226,4 Ω	2,795 k Ω	58,3 °C
3	129,11 Ω	1291,1 Ω	1,688 k Ω	74,8 °C
4	135,26 Ω	1352,6 Ω	0,97 k Ω	90,9 °C
5	142,17 Ω	1421,7 Ω	0,575 k Ω	107,5 °C

2.2 Auswertung (Fortsetzung)

Tabelle Temperaturvergleich:

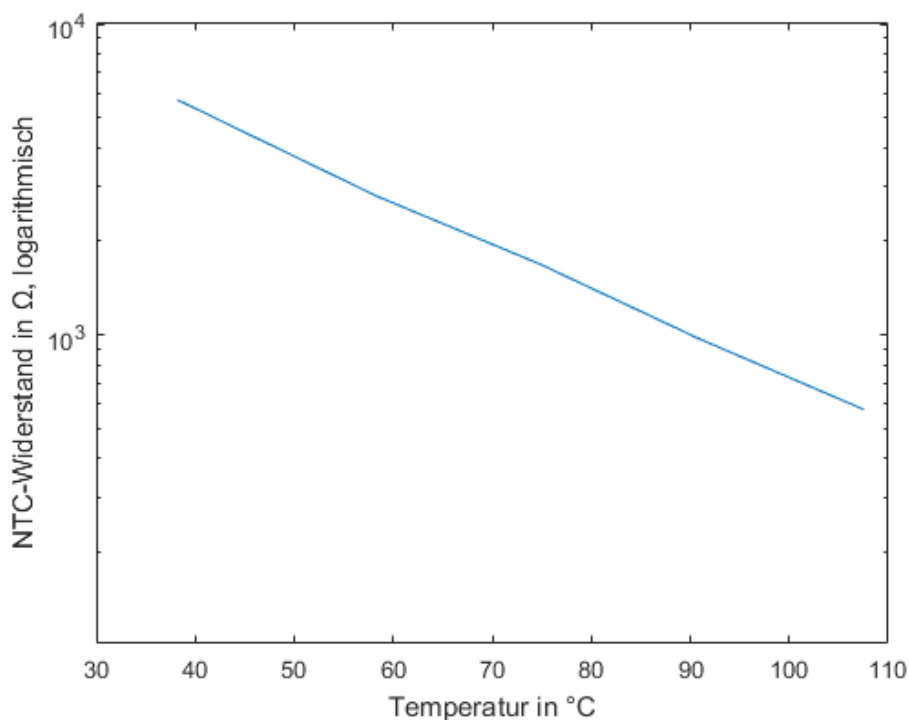
Messposition	$R_{pt100} (R_z/10)$	R_{pt100} - Temperatur	Pt-Sonde
1	114,78 Ω	38,0 °C	38,2 °C
2	122,64 Ω	58,4 °C	58,3 °C
3	129,11 Ω	75,3 °C	74,8 °C
4	135,26 Ω	91,5 °C	90,9 °C
5	142,17 Ω	109,7 °C	107,5 °C

Bis auf geringe Abweichungen, stimmt die mit Hilfe des Pt-100 bestimmte Temperatur, mit der, von der Pt-Sonde gemessenen, überein. Es fällt auf, dass die Abweichungen etwas größer werden, je höher die gemessene Temperatur ist.

In unseren Versuchen hat die Pt-Sonde ungefähr **10-15 Sekunden** benötigt, um sich auf einen stationären Endwert einzustellen.

Die, über den Pt-100-Widerstand berechneten, Temperaturwerte, haben wir außerdem, zusammen mit einer vorausberechneten **Kennlinie des Pt-100** ($R_x = f(\vartheta_x)$), in einer Grafik dargestellt. Diese befindet sich im Anhang des Protokolls (*Vergleich Messwerte/Pt-100 Kennlinie*).

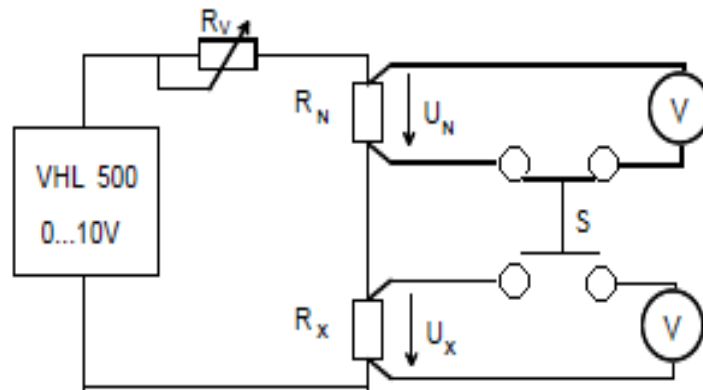
Die Kennlinie und die Messwerte sind farblich unterschieden (Legende), so wird ein Vergleich möglich. Es zeigt sich, dass die indirekt gemessenen Temperaturwerte, sehr exakt auf der vorausberechneten Kennlinie liegen und damit die Messung bestätigen. Zudem nahmen wir, wie oben beschrieben, die Messung eines NTC-Widerstandes, zusätzlich an jeder Messposition, vor. Dieser Widerstand verhält sich gegensätzlich zum Pt-100-Widerstand, mit steigender Temperatur sinkt der Widerstandswert (siehe Tabelle). In folgender Grafik (Werte aus der Tabelle oben) ist diese Eigenschaft anschaulich dargestellt:



3. Messung sehr kleiner Widerstände

3.1 Messaufbau/Versuchserklärung

Im 3. Versuch wollen wir den Widerstand einer Drahtprobe R_x (unbekannten Materials) feststellen. Wir verwenden hier die Methode der Vierleiteranschluss-Technik, zunächst bauen wir dazu folgende Schaltung auf:



Normalwiderstand $R_n = 1,0\Omega$ (+/- 0,02%)

Vorwiderstand R_v begrenzt auf $I_{\max} = 100\text{mA}$

S ist ein 2-poliger Umschalter

Die Spannungsmessgeräte sind MetraHit 15s und MetraHit 18s

R_x ist der Widerstand der Drahtprobe, U_n und U_x sind zu messen.

Die aufgebaute Schaltung lässt eine indirekte Messung von R_x ,mit der Spannungsteiler-Regel, zu. Indem sehr hochohmig (Spannungsmessgeräte), direkt über den beiden Widerständen R_n und R_x gemessen wird, fließt durch die Messgeräte praktisch kein Strom. Somit wäre auch eine Messung über weitere Strecken, ohne Verfälschung der Werte, möglich. Gerade bei sehr kleinen Widerständen hat man so den Vorteil, präzise Messen zu können, da der Strom I durch die Widerstände nahezu unverändert bleibt.

3.2 Auswertung

Wir messen zunächst die Spannungen:

U_n (über R_n , mit Metrahit 15s): **1,3000mV (+/- 0,0009 mV)**

U_x (über R_x , mit MetraHit 18s): **95,29mV (+/- 0,08 mV)**

R_x wird mit der Spannungsteilerregel berechnet: $1\Omega/95,29\text{ mV} = R_x/1,3\text{ mV}$, **$R_x = 13,64\text{m}\Omega$** .

Die relative Unsicherheit des Ergebnisses berechnet sich aus den relativen Unsicherheiten der Einzelmessungen und der relativen Unsicherheit des Normalwiderstandes (**1Ω +/- 0,02%**).

U_n relative Unsicherheit: $\Delta x / |x| = 0,08\text{ mV} / 95,29\text{ mV} = 0,00084 = 0,084\%$

U_x relative Unsicherheit: $\Delta x / |x| = 0,0009\text{ mV} / 1,3\text{ mV} = 0,00069 = 0,069\%$

Es gilt, dass bei Produkten und Quotienten unsicherheitsbehafteter Größen, die relativen Unsicherheiten addiert werden. In der Spannungsteilerregel musste zum auflösen einmal multipliziert und dividiert werden, also müssen wir alle relativen Unsicherheiten addieren.

Relative Unsicherheit von $R_x = 0,02\% + 0,084\% + 0,069\% = 0,173\%$

Jetzt können wir R_x zusammen mit der Unsicherheit angeben: **$R_x = 13,64\text{m}\Omega$ +/- 0,173%**

Mit einem Milliohmmeter messen wir den Widerstand noch einmal direkt:

R_x (mit Milliohmmeter) = **13,21 m Ω**

3.3 Materialbestimmung

Zuletzt wollen wir das Material, der unbekannten Drahtprobe, bestimmen. Dazu berechnen wir den spezifischen Leitwert σ (sigma).

Wir messen die Drahtlänge ($l = 0,347\text{ m}$) und den Durchmesser ($d = 1,5\text{ mm}$). Aus dem Durchmesser bestimmen wir die Querschnittsfläche $A = \pi * r^2 = 1,76\text{ mm}^2$.

Wir berechnen den Leitwert: $0,43\text{ m} / 0,1364\Omega * 1,76\text{ mm}^2 = 14,4\text{ m}/\Omega * \text{mm}^2$ und können dann auch den spezifischen Widerstand, den Kehrwert, ρ (rho), angeben : $0,694\text{ }\Omega * \text{mm}^2/\text{m}$.

Aufgrund der Berechnungen gehen wir davon aus, dass die unbekannte Drahtprobe aus **Messing** besteht (spezifischer Leitwert: **14,3 m/ Ω *mm²** spezifischer Widerstand: **0,07 Ω *mm²/m**).

