

Versuchsprotokoll E1

Gleich- und Wechselstrom

3.12.2014



Alexander Schlüter, Josh Wewers, Frederik Edens

Gruppe 15/mi

alx.schlueter@gmail.com

joshw@muenster.de

f_eden01@wwu.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Wheatstonesche Brücke	1
1.2	Thermoelement	1
1.2.1	Seebeck-Effekt	1
1.2.2	Peltier-Effekt	1
2	Versuche	2
2.1	Wheatstonesche Brücke	2
2.2	Thermoelement	2
3	Auswertung	4
3.1	Wheatstonesche Brücke	4
3.2	Thermoelement	4

1 Einführung

1.1 Wheatstonesche Brücke

1.2 Thermoelement

1.2.1 Seebeck-Effekt

Unter dem Seebeck-Effekt versteht man das Auftreten einer Spannung zwischen zwei Leiterenden, wenn längs des Leiters ein Temperaturgradient vorliegt. Die Spannung entsteht aus dem Bestreben der Elektronen von dem wärmeren Ende, mit mehr kinetischer Energie, zu dem kälteren Ende mit einer höheren Elektronendichte zu kommen. Diese auftretende Spannung nennt sich Thermospannung und ist proportional zur Temperaturdifferenz der Leiterenden. Es gilt

$$\Delta U \sim \Delta T \Rightarrow \Delta U = \alpha_A \Delta T. \quad (1.1)$$

Der Faktor α_A heißt Seebeckkoeffizient. Dieser Effekt ist jedoch so nicht messbar, deswegen wird der Seebeckkoeffizient, wie in Abbildung 1 dargestellt, bestimmt. Dies führt zu der Formel

$$\Delta U_{AB} = \alpha_A \cdot \Delta T - \alpha_B \cdot \Delta T = \alpha_{AB} \cdot \Delta T \quad (1.2)$$

mit $\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$.

1.2.2 Peltier-Effekt

Der Peltier-Effekt beschreibt die Umkehrung des Seebeck-Effekts, durch einen Aufbau ähnlich Abbildung 1 wird nun ein konstanter Strom I geleitet. Dabei kühlt sich ein Ende ab, während sich das andere erhitzt. Zwischen der umgesetzten Peltierwärme \dot{Q} und dem Strom I gilt

$$\dot{Q} = \pi_{AB} \cdot I \text{ mit } \pi_{AB} = \alpha_{AB} \cdot T. \quad (1.3)$$

2 Versuche

2.1 Wheatstonesche Brücke

2.2 Thermoelement

Der Versuch wird wie in dem Schema 1 aufgebaut und das Referenzbecken wird auf $T_2 = 1,6^\circ\text{C}$ mit Hilfe von Eiswasser gehalten. Nun wird das Becken 1 mit Hilfe einer Heizplatte erst bis auf $T_1 = 100^\circ\text{C}$ erhitzt und anschließend wieder auf die Ausgangstemperatur herunter gekühlt. Um den Abkühlprozess zu beschleunigen wird langsam Eis in das Becken 1 gegeben. Während des Aufwärmens und Abkühlens wird bei regelmäßigen Temperaturabständen die Spannung am Voltmeter bestimmt.

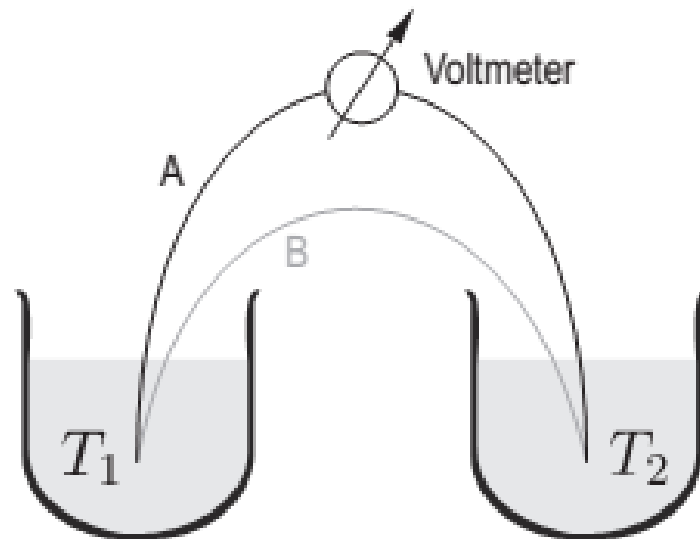


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Thermoelementsaufbau¹

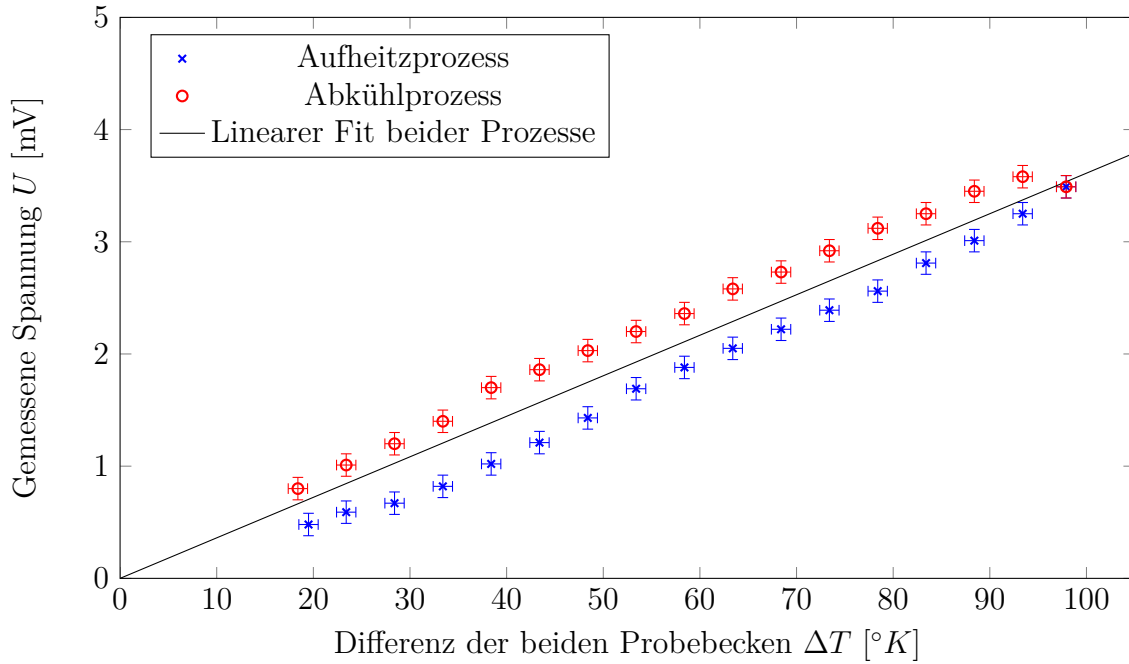


Abbildung 2: Gemessene Spannung gegen Differenz der Temperatur der Probebecken

Dem anscheinend linearen Verlauf und der erwarteten Formel 1.2 nach wurden die Messwerte beider Prozesse zusammen gegen die Funktion $U = m \cdot \Delta T$ mit *gnuplot* nach dem *least-squares*-Verfahren gefittet.

Variabel m [mV/K]	Varianz der Residuals
0,0361	0,069

Tabelle 1: Linearer Fit zu Abbildung 2

Es wurden beide Prozesse zusammengefasst, um die Trägheit der Temperaturbestimmung auszugleichen.

Unsere Variabel m entspricht dem α_{AB} aus der Formel 1.2.

3 Auswertung

3.1 Wheatstonesche Brücke

3.2 Thermoelement

Bei dem Vergleich von dem bestimmten $m = 0,0361 \text{ mV/K}$ mit den Literaturwerten aus der Abbildung 3 wird deutlich, dass es mehrere Paare geben kann, die so einen Seebeckkoeffizienten haben.

Material	Seebeck Coeff. *	Material	Seebeck Coeff. *	Material	Seebeck Coeff. *
Bismuth	-72	Aluminum	3.5	Tungsten	7.5
Constantan	-35	Lead	4.0	Iron	19
Nickel	-15	Tantalum	4.5	Nichrome	25
Potassium	-9.0	Rhodium	6.0	Antimony	47
Sodium	-2.0	Copper	6.5	Germanium	300
Platinum	0	Gold	6.5	Silicon	440
Mercury	0.60	Silver	6.5	Tellurium	500
Carbon	3.0	Cadmium	7.5	Selenium	900

*: Units are $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$; all data provided at a temperature of 0°C (32°F)

Abbildung 3: Literaturwerte des Seebeckkoeffizienten²

Material 1	Material 2	Resultierender Seebeckkoeffizienten[mV/K]
Konstantan	Platin	-0,035
Kalium	Antimon	0,038
Bismut	Konstantan	-0,037

Tabelle 2: Einige mögliche Kombinationen die ein $\alpha_{AB} \approx m$ ergeben

Das Vorzeichen des Seebeckkoeffizienten ist dabei nicht entscheidend, weil keine bestimmte Messrichtung vorgegeben war und bei Umpolung des Messgeräts der gleiche Wert mal -1 heraus kommt.

So lässt sich sagen, dass die Messung zwar gelungen ist, es sind realistische Werte herausgekommen, jedoch reicht dies nicht aus um das Material genau zu bestimmen.

Literatur

Donath, Markus und Anke Schmidt. *Anleitung zu den Experimentellen Übungen zur Mechanik und Elektrizitätslehre*. Auflage Wintersemester 2014/2015. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Physikalisches Institut, Oktober 2014.

Efunda. *Thermoelectric Effect*. URL: http://www.efunda.com/designstandards/sensors/thermocouples/thmcple_theory.cfm?Orderby=Seebeck0C#Sensitivity.