

# Versuch 1:

## Molare Wärmekapazität von Festkörpern

---

Durchführende: Isaac Maksso, Julia Stachowiak  
Assistent: Sven Meyer  
Versuchsdatum: 10.11.2016  
Datum der ersten Abgabe: 17.11.2017

**Tabelle 1:** Ergebnisse des Versuchs.

Probe	Temperaturbad	$c_P^{\text{Exp.}} \left[ \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$	$c_P^{\text{Lit.}} \left[ \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$	$< \Theta_D > [\text{K}]$	$< \Theta_{D, \text{Lit.}} > [\text{K}]$
Graphit	ZT	$4,52 \pm 0,053$	8,517	$138 \cdot 10^2$	2500950
Zink	ZT	$51,7 \pm 0,260$	24,47	981	345
Kupfer	ZT	$55,9 \pm 0,242$	25,330	630	308

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Experimentelles</b>	<b>3</b>
1.1	Experimenteller Aufbau . . . . .	3
1.2	Durchführung . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
2.1	Messergebnisse . . . . .	3
2.2	$\Delta_R G(T)$ gegen T . . . . .	3
<b>3</b>	<b><math>\Delta E</math> gegen T</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Bestimmung der Reaktionsenthalpie</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Auftragung nach Vant'Hof</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Bestimmung der Umwandlungsenthalpie und Umwandlungsentropie</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Schmelzpunktbestimmung</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>7</b>

# 1 Experimentelles

## 1.1 Experimenteller Aufbau

## 1.2 Durchführung

Es wurde 0.4002 g Silberiodid abgewogen und zu einer Tablette gepresst. Es wurde eine Feststoffkette, wie in Abbildung ... zu sehen ist, aufgebaut und 10 min mit N<sub>2</sub>-Gas umspült. Die Feststoffkette wurde auf 160 °C hochgeheizt und 45 min bei einem Strom von 1.2 mA aufgeladen. Es wurde ab 160 °C in 5 °C-Schritten die Spannung gemessen. Ab 175 °C wurde das Messgerät kurzgeschlossen und die Messung fortgesetzt.

# 2 Auswertung

## 2.1 Messergebnisse

In der Tabelle 2 sind die Messergebnisse der Elektromotorischenkraft dargestellt.

**Tabelle 2:** Messergebnisse des Versuchs.

T/ K	EMK/ V	T/ K	EMK/ V
160	0,2889	215	0,2860
165	0,2871	220	0,2868
170	0,2772	225	0,2877
175	0,2782	230	0,2885
180	0,2792	235	0,2893
185	0,2803	240	0,2900
190	0,2814	245	0,2903
195	0,2826	250	0,2916
200	0,2838	255	0,2923
205	0,2844	260	0,2933
210	0,2852		

## 2.2 $\Delta_R G(T)$ gegen T

Die freie Reaktionsenergie  $\Delta_R G$  lässt sich nach Gl. 1 errechnen:

$$\Delta_R G = -zF\Delta E \quad (1)$$

$\Delta E$  berechnet sich folgendermaßen:

$$\Delta E = \Delta E^0 + z \cdot F \cdot \frac{a(\text{Ag}_2\text{Se})}{a(\text{Ag})^2 \cdot a(\text{Se})} \quad (2)$$

$$\Delta E = \Delta E^0 + R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{1}{1^2 \cdot 1}\right) \quad (3)$$

$$\Delta E = \Delta E^0 + RT \cdot \ln(1) \quad (4)$$

$$\Delta E = \Delta E^0 \quad (5)$$

$$(6)$$

Da die Aktivität von Feststoffen 1 ist, fällt der logarithmische Term weg und Die EMK ist gleich dem Standardelektrodenpotential.

Die Werte für  $\Delta_R G$  (T) sind in der Tabelle ... dargestellt.

Der Fehler der freien Reaktionsenthalpie  $\Delta(\Delta_R G)$  wird mittels Fehlerfortpflanzung berechnet. Bei den ersten drei Messungen schwankte die Anzeige auf dem Voltometer. Es wurde die Schwankung als Fehler notiert. Ab der veriten Messung konnte die EMK ohne Schwankungen abgelesen werden. Der Fehler wird 0,0005 V:

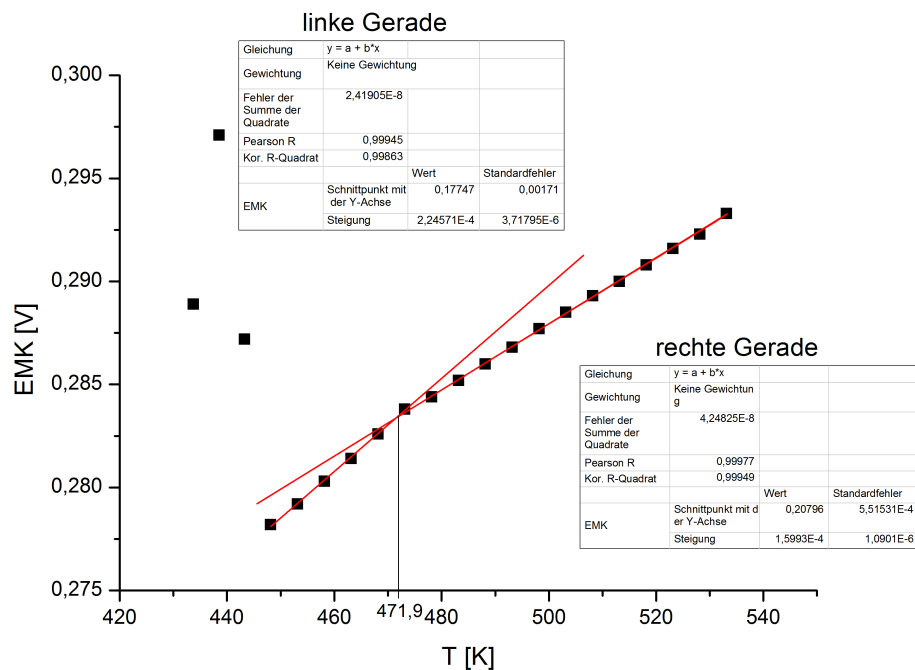
$$\Delta(\Delta_R G) = \sqrt{(-z \cdot F \cdot \Delta(\Delta E))^2} \quad (7)$$

**Tabelle 3:** Fehler für  $\Delta_R G$ .

Temperatur/ K	$\Delta(\Delta E)/ \text{ V}$	$\Delta(\Delta_R G)/ \text{ J}$
458.15	0.005	0.1
463.15	0.003	0.06
468.15	0.003	0.06
473.15	0.0005	0.01
478.15	0.0005	0.01
483.15	0.0005	0.01
488.15	0.0005	0.01
493.15	0.0005	0.01
498.15	0.0005	0.01
503.15	0.0005	0.01
508.15	0.0005	0.01
513.15	0.0005	0.01
518.15	0.0005	0.01
523.15	0.0005	0.01
528.15	0.0005	0.01
533.15	0.0005	0.01

### 3 $\Delta E$ gegen T

Es wurden die Werte für  $\Delta E$  und T aus Tabelle 2 mit den Fehlern aus für  $\Delta E$  aus Tabelle 3 aufgetragen in Abbildung 1 aufgetragen. Die Temperatur wurde als fehlerfrei angenommen, da diese nach einer langen Aufheizphase durch kleine Temperaturerhöhungen mittels Thermodingsbuns eingestellt wurde. Es wurden bei der linearen Regression die ersten drei Messpunkte nicht eingefügt, da sie sehr stark von den folgenden Messwerten abweichen. Die negative Ableitung der freien Reaktionsenthalpie nach der Temperatur



**Abbildung 1:**  $\Delta E$  gegen T.

ist gleich der Reaktionsentropie. Durch einsetzen der Gleichung 1 wird die Formel zur

Berechnung der Reaktionsentropie erhalten.

$$\Delta_R S = -\left(\frac{\partial \Delta_R G}{\partial T}\right) \quad (8)$$

$$= z \cdot F \cdot \left(\frac{\partial \Delta E}{\partial T}\right) \quad (9)$$

$$= z \cdot F \cdot m \quad (10)$$

$$\Delta_R S_m = 2 \cdot 9.6485 \cdot 10^4 \text{ As} \cdot 2.24 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}} \quad (11)$$

$$= 43.3 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (12)$$

$$\Delta_R S_l = 2 \cdot 9.6485 \cdot 10^4 \text{ As} \cdot 1.60 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}} \quad (13)$$

$$= 30.9 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (14)$$

$$(15)$$

Der Fehler der Reaktionsentropie lässt sich mittels Fehlerfortpflanzung berechnen. Der Fehler der Steigung wird hierbei aus dem Auswertungsblatt des Programms *Origin8.5G* entnommen.

$$\Delta(\Delta_R S) = \sqrt{(z \cdot F \cdot \Delta m)^2} \quad (16)$$

$$\Delta(\Delta_R S_m) = \sqrt{(2 \cdot 9.6485 \cdot 10^4 \text{ As} \cdot 0.04 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}})^2} \quad (17)$$

$$= 0.7 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (18)$$

$$\Delta(\Delta_R S_l) = \sqrt{(2 \cdot 9.6485 \cdot 10^4 \text{ As} \cdot 0.01 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}})^2} \quad (19)$$

$$= 0.2 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (20)$$

- 4 Bestimmung der Reaktionsenthalpie**
- 5 Auftragung nach Vant'Hof**
- 6 Bestimmung der Umwandlungsenthalpie und Umwandlungsentropie**
- 7 Schmelzpunktbestimmung**
- 8 Diskussion**

## 9 Literaturverzeichnis

- 1 Eckhold, Götz: *Praktikum I zur Physikalischen Chemie*, Institut für Physikalische Chemie, Uni Göttingen, **2014**.
- 2 Eckhold, Götz: *Statistische Thermodynamik*, Institut für Physikalische Chemie, Uni Göttingen, **2012**.
- 3 Eckhold, Götz: *Chemisches Gleichgewicht*, Institut für Physikalische Chemie, Uni Göttingen, **2015**.