

Physikalisches Praktikum 1

**Versuch Thermodynamik
T3**

Verfasser:

Moritz Schubotz

Betreuer:

Sebastian Weber

Abgabetermin:

Samstag, 9. Juni 2007

0 Ausgangssituation

0.1 theoretische Hintergrund

Die Theorie der Thermodynamik ist relativ kompliziert. Allerdings werden dadurch die Versuche, die im folgenden durchgeführt werden, nicht besser verständlich. Deshalb wird hier auf eine Erläuterung des theoretischen Hintergrunds verzichtet.

0.2 verwendete Konstanten

Im Versuch werden folgende Konstanten verwendet:

Beschreibung	Name	Einheit	Wert
Spezifische Wärmekapazität Wasser	c_w	J/gK	4,185
Absoluter Nullpunkt	K_0	°C	273,15
Gamma ¹	Gamm	K/J	40

¹ Warum Gamma als Konstante angesehen wird, wird im weiteren Versuchprotokoll erläutert.

0.3 Inhalt

0	Ausgangssituation	2
0.1	theoretische Hintergrund.....	2
0.2	verwendete Konstanten	2
0.3	Inhalt.....	3
1	Wasserwert des Kalorimeters.....	4
1.1	Durchführung	4
1.2	Beobachtung und Durchführung	4
1.3	Fehlerbetrachtung.....	5
2	Spezifische Wärme von Festkörpern.....	6
2.1	Versuchsdurchführung	6
2.2	Kupfer.....	6
2.3	Blei	7
2.4	Glas.....	7
3	Wasser kochen.....	9
3.1	Aufbau.....	9
4	Eis schmelzen.....	12
Anhang A	Bildquellen	14

1 Wasserwert des Kalorimeters

In diesem Versuch geht es darum die spezifische Wärmekapazität des Kalorimeters (eines Isolierten Gefäßes) zu bestimmen. Die Wärmekapazität wird auch mit Wasserwert bezeichnet.

1.1 Durchführung

Der Versuch wurde wie folgt aufgebaut:

Ein Wasserbad wird durch eine Heizschleife erwärmt. Danach wird das Heizen eingestellt und die Temperatur des Wasserbades festgestellt ($T_{\text{Heiß}}$). Anschließend wird eine Menge (m_{Kalt}) Wasser mit Raumtemperatur (T_{Kalt}) hinzugegeben und die Temperaturentwicklung beobachtet.

1.2 Beobachtung und Durchführung

Tabelle 1

Name	Einheit	Wert
m_Kal	g	207,6
m_KalDeckel	g	302,7
m_Heiß	g	101,2
m_Kalt	g	104,3
T_Heiß	°C	46,1
T_Kalt	°C	26,1
U_Heiz	V	6,8
I_Heiz	A	2,98

Beim ersten betrachten der Messdaten fällt auf, dass die Ergebnisse nicht stimmen können. Da die erwartende Temperatur etwa in der Mitte zwischen $T_{\text{Heiß}}$ und T_{Kalt} liegen muss. Der hier erreichte Grenzwert von T_n weicht jedoch zu stark vom Mittelwert ab.

Tabelle 2

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	41	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	41,7	5%	0,1

Physikalisches Praktikum 1

Versuch Thermodynamik - T3

Tabelle 3

Name	Einheit	Wert
Gamma	J/K	1124,053
Sollwert	J/K	40
soll T_n	°C	36,4

Damit errechnet sich auch ein Gammawert der nicht mit dem Vergleichswert übereinstimmt. Mit Excel rechnet man leicht aus, dass 36,4°C derjenige Wert ist, bei dem der Sollwert von 40 erreicht worden wäre.

1.3 Fehlerbetrachtung

Es ist alles falsch, daher ist eine Fehlerrechnung mehr als unsinnig. Als mögliche Fehlerquellen, kommt folgendes in Betracht.

- Der Kontakt mit dem zu messenden Medium war nicht richtig hergestellt.
- Die Zeit nach abschalten der Heizschleife, bis zum einfüllen des Wassers war zu kurz, so dass das Metall noch weiter zum Erhitzen beigetragen hat.
- Die Anzeige des Thermometers war falsch.

2 Spezifische Wärme von Festkörpern

In diesem Versuch ging es darum, die spezifische Wärmekapazität von Festkörpern zu bestimmen. Die Versuchsdurchführung wird in den folgenden drei Teilen jeweils gleich ablaufen:

2.1 Versuchsdurchführung

Der Feststoff wird in einem Wasserbad erwärmt. Danach wird er in Kalorienmeter gegeben. Anschließend wird eine Temperaturkurve aufgenommen.

2.2 Kupfer

Das erste zu untersuchenden Material ist Kupfer. Es wurde folgende mehr frei aufgenommen:

Tabelle 4

Name	Einheit	Wert
m_Wasser	g	100
m_Stoff	g	27,6
T_Heiß	°C	75
T_Kalt	°C	26,9

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	27	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	27,2	5%	0,1

wertet man die stabilisierte Temperatur nach Gleichung drei aus dem Versuchsheft aus so kommt man auf einen Wert, der nur 1/3 vom erwarteten Wert beträgt. Im ersten Moment hält man deswegen die Messung für vollkommen aussagegelos. Berechnet man jedoch die Temperatur, die zum theoretischen Wert gehört so stellt man fest, dass die Abweichung weniger als 1° beträgt.

Tabelle 5

Name	Einheit	Wert
c_k	J/K	0,105879
Sollwert	J/K	0,386
soll T_n	°C	27,99

2.3 Blei

Der nächste zu untersuchenden Stoffes bleibt. Für Blei wurde folgende Messreihe aufgenommen:

Tabelle 6

Name	Einheit	Wert
m_Wasser	g	64,2
m_Stoff	g	21,2
T_Heiß	°C	66,6
T_Kalt	°C	25,3

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	27,2	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	28,1	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	28,1	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	28	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	29,7	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	29,7	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	29,6	5%	0,1

Die Auswertung der Meßreihe lieferte folgendes Ergebnis:

Tabelle 7

Name	Einheit	Wert
c_k	J/K	1,692136
Sollwert	J/K	0,13
soll T_n	°C	25,67

2.4 Glas

Als letztes wird das Material Glas untersucht. Problematisch ist bei diesem Stoff, dass die Dichte von Glas wesentlich geringer ist, als die Dichte von Kupfer oder Blei. Dies hat zur Folge der um gleiche Gewichte ein Glas zu erzielen größere Volumina benötigt werden. Dies geht in Konflikt mit dem sehr begrenzten Platz im Reagenzglas. Außerdem wird dadurch das erwärmen des Materials um einiges schwieriger, da nun das Reagenzglas fast vollständig mit Wasser bedeckt werden muss um eine gleichmäßige Erwärmung der Glaskügelchen zu gewährleisten.

Physikalisches Praktikum 1
Versuch Thermodynamik - T3

Tabelle 8

Name	Einheit	Wert
m_Wasser	g	163,9
m_Stoff	g	24,7
T_Heiß	°C	89,7
T_Kalt	°C	24

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	24,7	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	35	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	25,1	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	25,2	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	25,2	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	25,2	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	25,2	5%	0,1

Bei der Auswertung, stellte man dann fest dass der theoretische Wert für C. K. eine nicht zu vernachlässigende Abweichung vom Literatur wird hat. Die möglichen Ursachen dafür könnten in den oben diskutierten Problemen liegen.

Tabelle 9

Name	Einheit	Wert
c_k	J/K	0,546782
Sollwert	J/K	0,75
soll T_n	°C	25,63
sollGamma		309,7973

3 Wasser kochen

in diesem Versuch geht es darum Wasser zu kochen. Hierzu wird derselbe Aufbau den Versuch eines verwendet. Allerdings ist die Menge des zu erwerbenden Wassers wesentlich größerer als im ersten Versuch, so dass eine Erwärmung des Wassers nur sehr langsam stattfindet, was zur Folge hat das Umwelteinflüsse (Außentemperatur) die Messung enorm verfälschen können.

3.1 Aufbau

Vergleich Versuch eins. Bei der Durchführung des Versuches wurde folgende mehr frei aufgenommen:

Tabelle 10

Name	Einheit	Wert
m_Wasser	g	201,6
U_Heiz	V	6,9
I_Heiz	A	2,99

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	25	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	25,1	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	25,2	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	25,3	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	25,5	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	25,6	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	25,7	5%	0,1
t	210	0%	1,000	T_n	25,8	5%	0,1
t	240	0%	1,000	T_n	25,9	5%	0,1
t	270	0%	1,000	T_n	26	5%	0,1

Aus diesen Messdaten kann man mit bloßem Auge erkennen, dass der Temperaturzuwachs linear verläuft. Zeichnet man in diesem Zusammenhang in einem Diagramm so ergibt sich folgende Grade:

Physikalisches Praktikum 1
Versuch Thermodynamik - T3

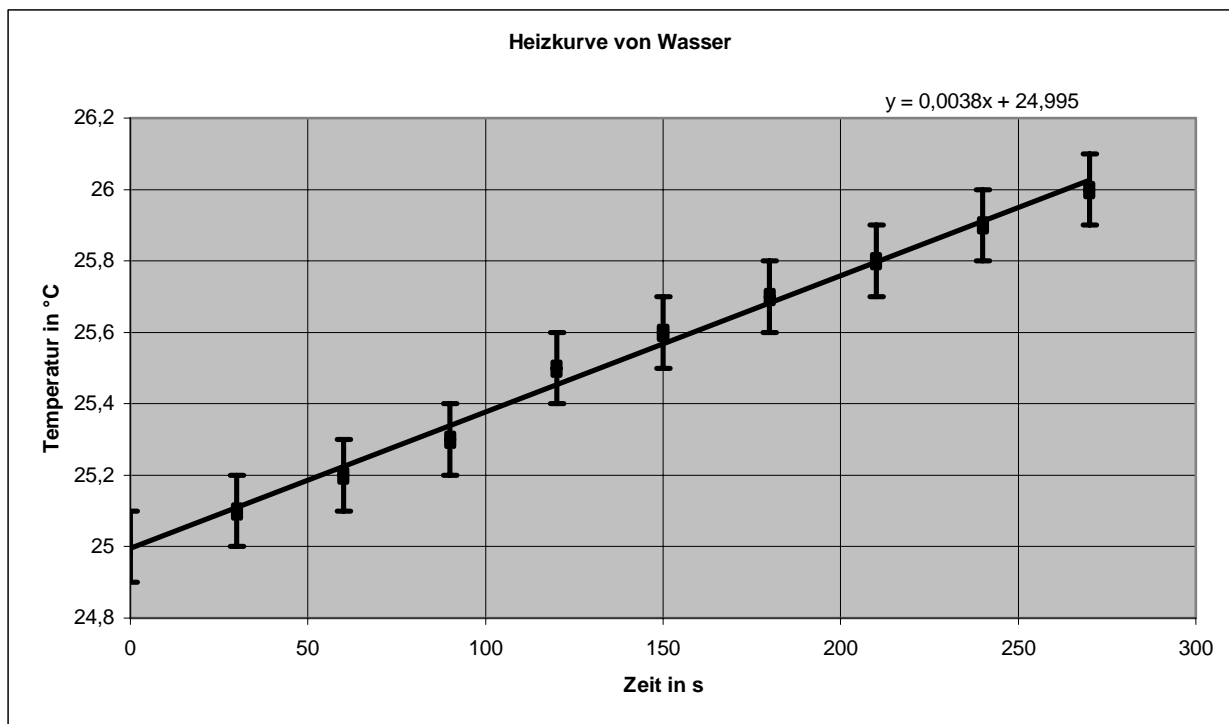


Diagramm 1

Durch einen Makro in Excel, ist es möglich, die von Excel berechnete Steigerung als Zahlenwert zu übernehmen.

Bei den elektrischen Energie: Zur Berechnung der elektrischen Energie geht in die Steigerung der Graden jedoch nur implizit ein. Die elektrische Arbeit ist das Produkt aus Stromspannung und Zeit. Geht man davon aus dass die gesamte elektrische Arbeit in Wärme Energie umgesetzt wird, und keiner Wärmeenergie verloren geht so erhält man eine Spezifische Wärmekapazität von circa 27 Joule pro Gramm. Dieses liegt jedoch signifikant über dem Wert von 4,185 null Programm, der in der Literatur zu finden ist. Selbst durch Berücksichtigung des Wasserwerteskalorienmeter, erhält man einen kaum davon abweichenden Wert.

Tabelle 11

Name	Einheit	Wert
Steigung	°C/s	0,0038
W _{el}	J	5570,37
c _w	J/g*K	27,43239
W/gK	J/g*K	27,6308

Berechnete man daraus den theoretischen Gammawert, so gelangt man sehr nahe, an den im Versuchsteil eins gemessenen Gamma wert heran. Daraus kann man schließen das hier wahrscheinlich ein systematischer Fehler vorliegt. Die Richtigkeit des Literaturwertes, bestätigt

Physikalisches Praktikum 1
Versuch Thermodynamik - T3

sich jedoch durch das erwärmen das Wasser mit dem tauchen wieder im vorhergegangenen Versuchsteil.

4 Eis schmelzen

der letzte Versuch dieser Versuchsreihe ist das schmelzen von Eis. Hier wird kaltes Eis in warmes Wasser gegeben. Es ist dabei darauf zu achten das das Eis trocken und keine geschmolzenen Eisbestände ins warme Wasser gelangen.

Tabelle 12

Name	Einheit	Wert
m_Wasser	g	101,7
m_Eis	g	25,2
T_Eis	°C	0

Eingestellt				Gemessen			
Einheit	s	%	s	Einheit	°C	%	°C
Name	Zeit	frel	fabs	Name	Strom	frel	fabs
t	0	0%	0,000	T_n	50,2	5%	0,1
t	30	3%	1,000	T_n	30,2	5%	0,1
t	60	2%	1,000	T_n	28	5%	0,1
t	90	1%	1,000	T_n	27,1	5%	0,1
t	120	1%	1,000	T_n	26,8	5%	0,1
t	150	1%	1,000	T_n	26,8	5%	0,1
t	180	1%	1,000	T_n	26,9	5%	0,1
t	210	0%	1,000	T_n	28,1	5%	0,1
t	240	0%	1,000	T_n	28,1	5%	0,1
t	270	0%	1,000	T_n	28,1	5%	0,1

Name	Einheit	Wert
Lambda_s	J/K	290,738
Sollwert	J/K	333,7
soll T_n	°C	26,20

Die Auswertung liefert einen Wert von λ da es gleich 290, dieses weicht um circa 10% vom Sollwert ab. Berechnet man die Abweichung in Temperaturabweichung um, so erhält man Abweichung von etwas über einen Grad. Trägt man die Messwerte in einem Diagramm auf so ergibt sich folgendes Bild:

Physikalisches Praktikum 1 Versuch Thermodynamik - T3

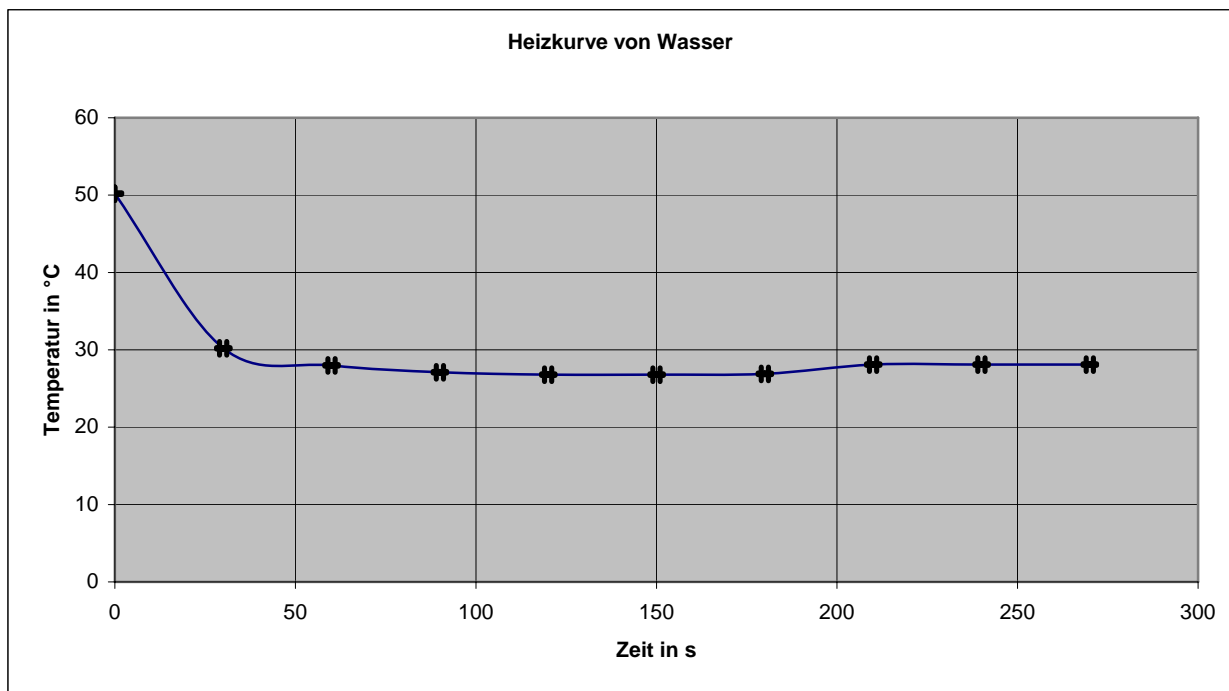


Diagramm 2

an diesem Diagramm sieht man genauso wie einen Messwerten dass ein plötzlicher Sprung bei 180 Sekunden vorliegt. Dieses liegt daran das zu dieser Zeit die Positionen des Thermometers geändert wurde. An dieser Tatsache wird erneut deutlich wie fehlerbehaftet, die gesamte Meßreihe ist. Diesen Versuch sollte man relativ kritisch bewerten, weil hier die Schmelzwärme untersucht wird, ohne vorher auf den theoretischen Hintergrund, das Wechseln der Aggregatzustände und damit in der chemischen Struktur, einzugehen.

Zur Fehlerrechnung:

von einer Fehler Rechnung kann bei dem gesamten Versuch abgesehen werden, da selbst ohne Fehlerrechnung klar wird, dass enormer Messfehler gemacht wurden. Stellenweise liegt ein Fehler in der Größenordnung von Faktor 100 vor. Die Berücksichtigung von Messfehler an, die nur wenige Prozent ausmachen, kann deswegen ohne Bedenken weggelassen werden.

Anhang A Bildquellen

Versuchsaufbauten Anleitungsheft

Oszillograph Digitalkamera