

Versuch W2 - Verdampfungswärme von Wasser			
Name:		Mitarbeiter:	
Gruppennummer:	lfd. Nummer:	Datum:	

1. Aufgabenstellung

1.1. Versuchsziel

Bestimmen Sie die spezifische Verdampfungswärme von Wasser.

Beschäftigen Sie sich mit folgenden Schwerpunkten des Versuches:

- Hauptsätze der Thermodynamik
- RICHMANNSche Mischungsregel
- Phasendiagramm von Wasser
- Erläuterung des RUMFORD'schen Kunstgriffes
- Beschreibung des Kalorimeters und des Vorgehens
- CLAUDIUS – CLAPEYRON Gleichung

1.2. Messungen

- 1.2.1. Messen Sie zur Bestimmung der Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes die entsprechenden Größen jeweils drei Mal.
- 1.2.2. Nehmen Sie Messwerte für das $\vartheta(t)$ - Diagramm beim Kondensationsvorgang auf. Beginnen Sie die Messung bereits vor dem Einleiten des Dampfes. Leiten Sie so lange Dampf in das Gefäß ein, bis sich das Wasser um etwa $\Delta T = 20 \text{ K}$ erwärmt hat. Danach wird die Temperatur weiter gemessen, bis diese wieder absinkt. Messen Sie die entsprechenden Wassermassen vor und nach Versuchsbeginn.

1.3. Berechnungen und Auswertungen

- 1.3.1. Berechnen Sie aus Ihren Einzelmessungen den Mittelwert der Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes. Schätzen Sie die Messunsicherheit ab.
- 1.3.2. Zeichnen Sie das $\vartheta(t)$ - Diagramm. Entnehmen Sie aus diesem Diagramm die Anfangs- und Endtemperatur.
- 1.3.3. Berechnen Sie die Kondensationswärme q .

1.4. Zusatzaufgabe

Welche Masse Wasser mit einer Temperatur $\vartheta = 18^\circ\text{C}$ kann theoretisch mit 50 kg Dampf bis zum Siedepunkt erwärmt werden?

2. Grundlagen

2.1. Phasenumwandlungen

Solange ein chemisch einheitlicher Körper seinen Aggregatzustand (fest, flüssig oder gasförmig) nicht ändert, erhöht sich seine Temperatur, wenn man ihm Wärmeenergie zuführt. Die Temperatur kann nicht beliebig erhöht werden, sondern bei einer bestimmten Temperatur ändert sich der Aggregatzustand. Erwärmt man eine Flüssigkeit, so tritt ebenfalls bei einer bestimmten vom Druck abhängigen Temperatur eine Phasenumwandlung ein, d.h. die Flüssigkeit siedet. Solche Umwandlungen gibt es auch, ohne dass der Aggregatzustand sich ändert. Feste Körper können ihre Kristallstruktur ändern, z. B. kann Schwefel vom amorphen in den kristallinen, oder vom kristallinen rhombischen in den monoklinen Zustand übergehen. Allen diesen Umwandlungen ist gemeinsam, dass sich die Struktur, d. h. die gegenseitige Lage und Anordnung der Atome oder Moleküle, ändert. Da dies zu einer Vergrößerung oder Verkleinerung der potentiellen Energie führt, sind diese Umwandlungen mit Freiwerden oder Verbrauch von Wärmeenergie verbunden, die auch latente Wärme genannt wird.

Charakteristisch für eine Phasenumwandlung ist, dass sich die Temperatur während des Umwandlungsprozesses nicht ändert. Betrachtet man z.B. den Schmelzvorgang eines festen Stoffes, der sich bei einer konstanten Schmelztemperatur vollzieht, so wird die zugeführte Energie zur Umwandlung in den flüssigen Zustand benötigt. Dabei werden die Gitterbausteine aus ihren Gleichgewichtslagen entfernt, wozu Arbeit gegen die Bindungskräfte aufgebracht werden muss. Die gesamte bei der Schmelztemperatur zuzuführende Arbeit wird als Schmelzwärme Q_{schmelz} definiert, die bei konstantem Druck p der Schmelzenthalpie entspricht.

Aus dem Energieerhaltungssatz folgt, dass die bei einer Phasenänderung in eine Richtung verbrauchte Wärme beim Phasenübergang in die entgegen gesetzte Richtung wieder frei wird. Es gilt also:

$$\text{Schmelzwärme } Q_{\text{schmelz}} = \text{Erstarrungswärme } Q_{\text{erstarr}} . \quad (1)$$

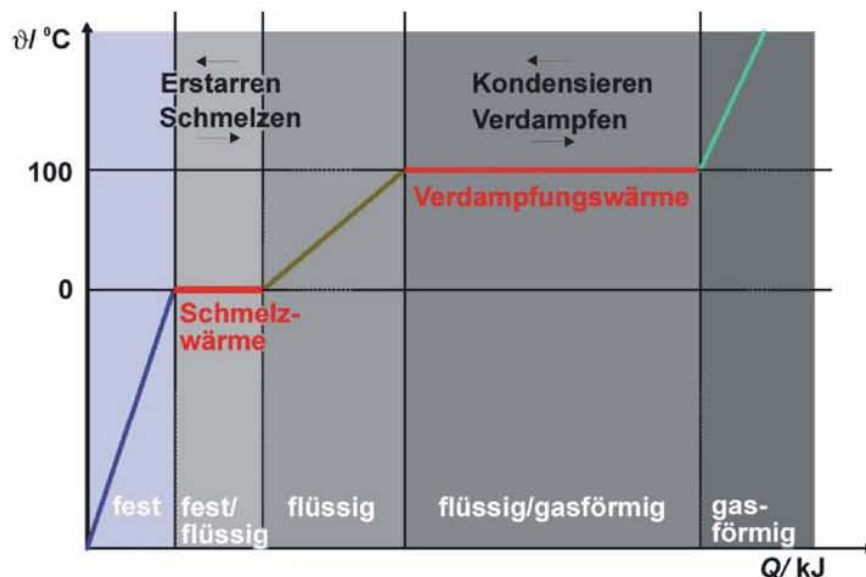


Abb. 1 Phasendiagramm von Wasser.

Beim Sieden und Verdampfen einer Flüssigkeit, d.h. dem Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand, tritt eine im Vergleich zum Schmelzen beträchtliche Volumenvergrößerung auf. Das Sieden erfolgt wiederum bei einer konstanten Temperatur, wobei die aufzuwendende Verdampfungswärme bzw. -enthalpie Q_{verdampf} dazu benötigt wird, um die Flüssigkeitsmoleküle gegen die wirkenden van-der-Waals-Kräfte auf die im Gaszustand wesentlich größeren Abstände voneinander zu bringen. Zusätzlich muss Ausdehnungsarbeit gegen den äußeren Druck (Luftdruck) aufgebracht werden. Bei Umkehrung des Phasenübergangs, d.h. bei Kondensation des Dampfes, wird die ursprünglich aufgewendete Wärme als Kondensationswärme Q_{kondens} wieder frei und es gilt:

$$\text{Verdampfungswärme } Q_{\text{verdampf}} = \text{Kondensationswärme } Q_{\text{kondens}} \quad (2)$$

Da die zum vollständigen Verdampfen einer Flüssigkeit aufzubringende Wärmeenergie Q_{verdampf} proportional zur Masse bzw. Stoffmenge des betreffenden Stoffes ist, erweist es sich als zweckmäßig, die spezifische q bzw. molare q_{mol} Verdampfungswärme einzuführen, welche reine Materialkonstanten sind:

$$q = \frac{Q_{\text{verdampf}}}{m} \quad [\text{Jkg}^{-1}] \quad \text{und} \quad q_{\text{mol}} = \frac{Q_{\text{verdampf}}}{n} \quad [\text{Jmol}^{-1}] \quad (3)$$

$$\text{d.h.} \quad q = \frac{n}{m} q_{\text{mol}} = \frac{q_{\text{mol}}}{M}$$

(m – Masse, n – Stoffmenge, M – molare Masse der verdampften Flüssigkeit).

2.2. CLAUSIUS – CLAPEYRON Gleichung

Wird eine Flüssigkeit in einen evakuierten Behälter gebracht, dessen Volumen sie nur teilweise ausgefüllt, so entsteht durch die aus der Flüssigkeit austretenden Moleküle (Verdampfung) im Restvolumen ein Gasdruck, den man als *Dampfdruck* bezeichnet. Gleichermaßen treten Moleküle aus der Dampfphase wieder in die Flüssigkeit ein (Kondensation). Im Gleichgewicht treten aus der flüssigen Phase so viele Moleküle in den Gasraum über, wie aus diesem heraus wieder kondensieren. Über der Flüssigkeit stellt sich der so genannte *Sättigungsdampfdruck* ein, der allein von der Temperatur und der Art der Flüssigkeit abhängt und mit zunehmender Temperatur ansteigt.

In Abb. 2 ist der Sättigungsdampfdruck für Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur ($\vartheta / ^\circ\text{C} = T / \text{K} - 273,15$) dargestellt. Diese Dampfdruckkurve teilt die p, T -Ebene des Diagramms in zwei Bereiche: Oberhalb der Kurve kann nur der flüssige und unterhalb nur der gasförmige Aggregatzustand vorliegen. Für die p, T -Werte unmittelbar auf der Dampfdruckkurve koexistieren die flüssige und die gasförmige Phase.

Den Verlauf der Dampfdruckkurve, d.h. den Zusammenhang zwischen Dampfdruck p , Umwandlungstemperatur T und molarer Umwandlungswärme q_{mol} beschreibt die von CLAUSIUS und CLAPEYRON abgeleitete Beziehung. Sie gilt nicht nur für den Phasenübergang fest – flüssig, sondern in analoger Weise für die anderen Aggregatzustände eines Stoffes:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{q_{\text{mol}}}{T (V_{\text{mol}, D} - V_{\text{mol}, F})} \quad \text{bzw.} \quad q_{\text{mol}} = T \frac{dp}{dT} (V_{\text{mol}, D} - V_{\text{mol}, F}) \quad (4)$$

($V_{\text{mol}, D}$, $V_{\text{mol}, F}$ – molare Volumina des Stoffes in der Dampf- bzw. Flüssigkeitsphase).

$\vartheta / ^\circ\text{C}$	p / hPa	$\vartheta / ^\circ\text{C}$	p / hPa	$\vartheta / ^\circ\text{C}$	p / hPa
0	6,1	50	123	100	1013
10	12,3	60	199	110	1433
20	23,4	70	311	120	1985
30	42,4	80	473	140	3614
40	73,7	90	701	160	6181

Tab. 1 Dampfdruck p von Wasser für verschiedene Umwandlungstemperaturen.

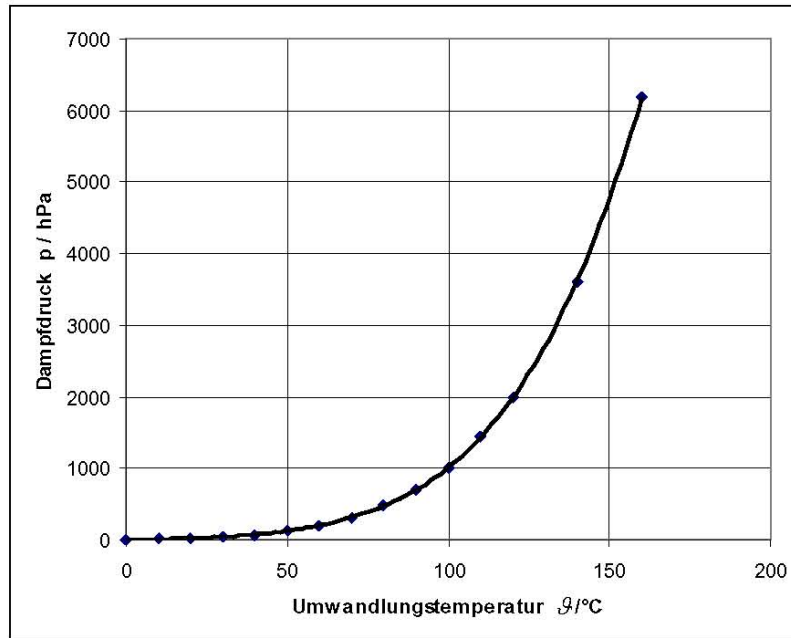


Abb. 2 Dampfdruckkurve von Wasser nach Tab. 1 .

Da das molare Volumen des Stoffes in der Dampfphase in der Regel erheblich größer ist, als in der Flüssigkeitsphase, d.h. $V_{\text{mol},D} - V_{\text{mol},F} \approx V_{\text{mol},D}$, und Dampf als ideales Gas betrachtet werden kann, folgt mit der Zustandsgleichung für ideale Gase:

$$p V_{\text{mol},D} = R T \quad \rightarrow \quad q = \frac{q_{\text{mol}}}{M} \approx \frac{R}{M} \frac{T^2}{p} \frac{dp}{dT} \quad (5)$$

($R = 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ - universelle Gaskonstante, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}$).

Mit Kenntnis des Verlaufes der Dampfdruckkurve ermöglicht Gl. (5) die Berechnung eines theoretischen Wertes für die molare Verdampfungswärme.

Befindet sich die Flüssigkeit nicht in einem abgeschlossenen, sondern offenen Gefäß, so kann der Dampf entweichen und die Flüssigkeit siedet dann, wenn ihr Dampfdruck dem äußeren Luftdruck entspricht.

2.3. RICHMANNSchen Mischungsregel

Werden zwei Stoffe unterschiedlicher Temperatur in Kontakt gebracht, so geht Wärme vom Stoff höherer Temperatur T_w auf den Stoff geringerer Temperatur T_k über und es stellt sich eine Mischtemperatur T_m ein. Auf der Grundlage des Energieerhaltungssatzes bedeutet dies: Der wärmere Stoff liefert eine Wärmemenge

$$\Delta Q_{ab} = m_w c_w (T_w - T_m) . \quad (6)$$

an den Mischprozess und kühlt sich dabei auf die Mischtemperatur ab. Der kältere Stoff nimmt diese Wärmemenge auf und erwärmt sich auf die Mischtemperatur, d.h.

$$\Delta Q_{ab} = \Delta Q_{auf} = m_k c_k (T_m - T_k) \quad (7)$$

(m_w, m_k - Massen der Stoff, c_w, c_k - spezifische Wärmekapazitäten der Stoffe).

Damit folgt aus Gl. (6) und (7) für die Mischtemperatur die Beziehung

$$T_m = \frac{m_w c_w T_w + m_k c_k T_k}{m_w c_w + m_k c_k} , \quad (8)$$

die auch als **RICHMANNSche Mischungsregel** bekannt ist. Da bei der Wärmebilanz nur Temperaturdifferenzen von Bedeutung sind, gelten Gl. (6) bis (8) auch dann, wenn die Temperatur nach der Celsiusskala $\vartheta [^{\circ}\text{C}]$ bestimmt wird.

2.4. RUMFORDscher Kunstgriff

Bei Kalorimeterversuchen wird für den Wärmeaustausch im Kalorimetergefäß eine endliche Zeit benötigt bis sich die Mischtemperatur einstellt. Die für die Versuchsauswertung benötigte Temperaturänderung entnimmt man einem Temperatur-Zeit-Diagramm, in welchem der mit der Umgebung stattfindende langsame Temperaturengleich (übertrieben dargestellt) Berücksichtigung findet (s. Abb. 3).

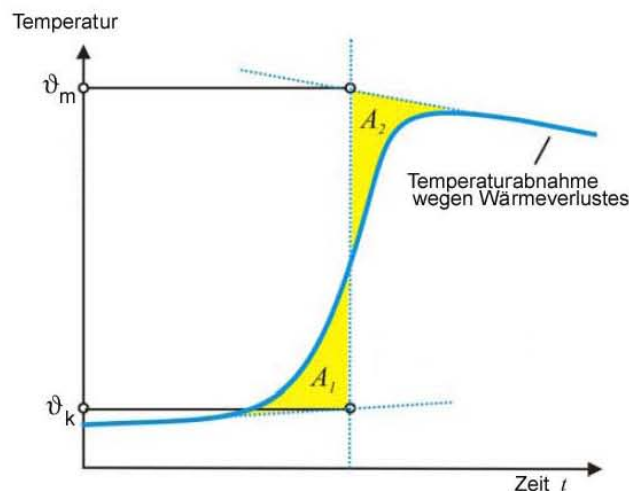


Abb. 3 Temperatur - Zeit - Diagramm für den Durchmischungsvorgang.

Um Werte für das Diagramm aufzunehmen, ist eine zeitabhängige Temperaturmessung durchzuführen. Die Messung muss vor der Einleitung des Dampfes beginnen, während der Dampfeinleitung in möglichst kleinen Zeitintervallen durchgeführt und nach Beenden der Dampfeinleitung wieder in größeren Zeitintervallen weiter geführt werden. Die Mes-

sung ist zu beenden, wenn ein Temperaturabfall festzustellen ist. An dem dargestellten prinzipiellen Verlauf erkennt man Vor-, Haupt- und Nachperiode dieses Ausgleichsvorganges.

Die Ausgangstemperatur ϑ_k und die Mischungstemperatur ϑ_m können graphisch aus der Temperatur-Zeit-Kurve ermittelt werden. Da der Wärmeausgleich nicht schlagartig erfolgt, sondern sich erst nach einiger Zeit einstellt, was auch von der Technik des Mischens abhängt, kann bereits eine geringe Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgen. Das Wasser erreicht also unter Umständen nicht die wahre Mischungstemperatur. Eine gute Näherung für die wahren Temperaturen ϑ_k bzw. ϑ_m erreicht man durch graphische Extrapolation des (linearen) Anfangs- bzw. Endteils der Kurve, wobei eine vertikale Gerade so gelegt wird, dass die schraffierten Flächenstücke A_1 und A_2 etwa gleich groß sind. (RUMFORD'scher Kunstgriff).

2.5. Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme

In diesem Praktikumsversuch soll die spezifische Verdampfungswärme q von Wasser bei 100°C bestimmt werden. Sie ist die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 kg einer Flüssigkeit vollständig in die gasförmige Phase (Dampf) umzuwandeln. Wegen der Gültigkeit von Gl. (2) kann man auch die Kondensationswärme ermitteln, da dies experimentell einfacher zu realisieren ist.

Hierzu wird ein Kalorimeter mit einer bestimmten Menge kalten Wassers m_k gefüllt und dessen Temperatur ϑ_k gemessen. Wird 100°C heißer Dampf in das kalte Wasser geleitet, so kondensiert dieser unter Abgabe der Kondensationswärme zu 100°C heißem Kondenswasser, welches sich daraufhin unter Abgabe weiterer Wärmeenergie auf die Mischtemperatur ϑ_m abkühlt. Die gesamte während des Mischprozesses abgegebene Wärmeenergie beträgt demzufolge:

$$Q_{ab} = m_D q + m_D c_{H_2O} (100^\circ\text{C} - \vartheta_m) \quad (10)$$

(m_D - Masse des kondensierten Dampfes, c_{H_2O} - spezifische Wärmekapazität).

Auf der anderen Seite nehmen das kalte Wasser und die innere Wand des Kalorimetergefäßes mit der Wärmekapazität W diese abgegebene Wärmemenge auf und erwärmen sich während des Mischprozesses auf die Mischtemperatur:

$$Q_{auf} = (m_k c_{H_2O} + W) (\vartheta_m - \vartheta_k). \quad (11)$$

Durch Gleichsetzung beider Ausdrücke (Energieerhaltungssatz) ergibt sich für die spezifische Verdampfungswärme:

$$q = \frac{(m_k c_{H_2O} + W)}{m_D} (\vartheta_m - \vartheta_k) - c_{H_2O} \cdot (100^\circ\text{C} - \vartheta_m). \quad (12)$$

Das bedeutet, dass zur Bestimmung von q die Kenntnis der Wärmekapazität W des verwendeten Kalorimetergefäßes erforderlich ist. Diese ist in einem Vorversuch zu bestimmen.

3. Experiment

3.1. Geräte und Materialien

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| 1 - Kalorimeter (DEWAR - Gefäß) | 6 - Drucker |
| 2 - Gefäß zur Dampferzeugung | 7 - Auffanggefäß |
| 3 - Waage | 8 - Wasserkocher |
| 4 - Temperatursensor | 9 - Heizplatte |
| 5 - PC | |

3.2. Versuchsaufbau

Der zur Messung der Verdampfungswärme benutzte Versuchsaufbau, besteht aus einem auf einer Heizplatte stehenden geschlossenen Gefäß, welches mit destilliertem Wasser gefüllt ist. Es ist über ein Glasrohr und Schläuchen an ein Kalorimeter (DEWAR-Gefäß) angeschlossen. Mittels eines im Kalorimeter positionierten Sensors werden die Temperaturwerte mit einem Computer aufgenommen.

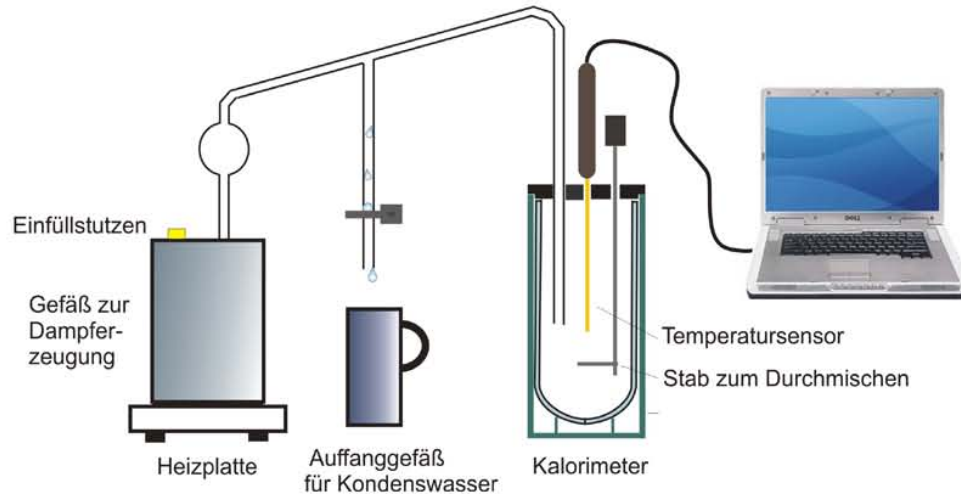


Abb. 4 Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus.

Zu Versuchsbeginn ist der PC zu starten. Dann erhitzt man das Wasser. Wenn am Ende des Glasrohres Dampf austritt (**Vorsicht Verbrühungsgefahr!**), kann dieser in das Kalorimeter eingeleitet werden. Man steckt das Rohr in das mit der Wassermenge m_k bei der Temperatur ϑ_k hinreichend weit gefüllte Kalorimeter. **Das Ende des Rohres muss in das Wasser eintauchen!**

Während des Dampfeinleitens ist ständig zu rühren und die Temperatur abzulesen. Nachdem ein Temperaturanstieg um ca. 20 K eingetreten ist, kann der Versuch abgebrochen werden, d.h. das Glasrohr wird aus dem Kalorimeter genommen und die Endtemperatur noch eine Zeit lang mehrmals abgelesen, bzw. die Messung wird mit der Taste „F9“ beendet.

3.3. Hinweise zum Experimentieren und Auswerten

3.3.1. Vorversuch zur Bestimmung der Wärmekapazität W des Kalorimeters

Die Wärmekapazität W ($[W] = \text{J K}^{-1}$) ist eine Apparatekonstante des Kalorimeters, deren Kenntnis zur Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme erforderlich ist.

Zunächst wird eine Menge kalten Wassers m_k abgemessen, dessen Temperatur ϑ_k bestimmt (ca. Raumtemperatur) und bereitgestellt.

Danach füllt man eine Menge warmen Wassers m_w in das Kalorimeter, verschließt dieses und misst dessen Temperatur ϑ_w ($60^\circ\text{C} < \vartheta_w < 90^\circ\text{C}$). Diese Wassermenge ist etwas größer zu wählen als m_k .

Nun wird der Kalorimeterdeckel kurzzeitig geöffnet, das bereitgestellt kalte Wasser m_k zu der im Kalorimeter befindlichen Wassermenge m_w hinzu gegossen, der Deckel wieder verschlossen und unter stetem Umrühren die Mischtemperatur ϑ_m bestimmt.

Zur Verbesserung der Messgenauigkeit bestimmt man die Massen durch Wägungen, d.h. zunächst die Masse des leeren Kalorimeters, dann die Masse des Kalorimeters mit

warmem Wasser, darauf die Masse des Kalorimeters mit warmem und kaltem Wasser bzw. Kondenswasser. Da sich die Waage nach jeder Zugabe tarieren lässt, kann die Masse der zuletzt hinzugekommenen Komponente sofort abgelesen werden. Die zulässige Höchstmasse von 3100 g darf allerdings nicht überschritten werden!

Nach erfolgtem Temperatúrausgleich errechnet sich die Wärmekapazität W aus den gemessenen Größen gemäß folgender Beziehung:

$$W = \left(m_k \cdot \frac{\vartheta_m - \vartheta_k}{\vartheta_w - \vartheta_m} - m_w \right) \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \quad (13)$$

Spezifische Wärmekapazität des Wassers: $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,1821 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

3.3.2. Weitere Hinweise zur Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme

Die spezifische Verdampfungswärme wird mittels Gl. (12) berechnet. Unterscheidet sich der aktuelle Luftdruck p_a von 1013 hPa (Normaldruck, bei dem die Siedetemperatur 100°C beträgt), so ist dieser mit einem in den Praktikumsräumen befindlichen Luftdruckmessgerät zu ermitteln. Die dem aktuellen Luftdruck entsprechende Siedetemperatur ϑ_a kann der Tabelle 2 im Anhang entnommen werden. In Gl. (12) sind dann die 100°C entsprechend zu ersetzen.

3.3.3. Berechnung eines theoretischen Wertes für q

Die Berechnung eines theoretischen Wertes für q ist mittels Gl. (5) möglich. Dabei ist zu beachten, dass die aktuelle Siedetemperatur T_a in diesem Fall als absolute Temperatur, d.h. als Wert der Kelvin-Skala, einzusetzen ist. Diese wird wiederum über den aktuellen Luftdruck p_a aus Tabelle 2 ermittelt.

Die Ableitung dp/dT entspricht dem Anstieg der Dampfdruckkurve im aktuellen Siedepunkt und kann dadurch ermittelt werden, indem man neben dem Wertepaar (p_a, T_a) das unmittelbar vorhergehende (p_{a-1}, T_{a-1}) und nachfolgende Wertepaar (p_{a+1}, T_{a+1}) aus Tabelle 2 einbezieht und durch diese 3 Punkte eine Regressionsgerade legt.

3.3.4. Hinweise zur Fehlerrechnung

Bei der Bestimmung der spezifischen Verdampfungswärme nach Gl. (12) tragen relativ viele Größen zur Messunsicherheit Δq bei. Um die Fehlerrechnung zu vereinfachen ist es zweckmäßig, diese auf die dominierenden Messfehler einzugrenzen.

Als erstes kann man davon ausgehen, dass der Messwert für die Wärmekapazität W des Kalorimeters mit einem wesentlichen Fehler behaftet ist, da er in einem Vorversuch ermittelt wurde. Weiterhin ist die Bestimmung der Mischtemperatur ϑ_m unterschiedlichen Einflüssen ausgesetzt und daher relativ unsicher.

Auf der anderen Seite dürfte die Temperatur des kalten Wassers ϑ_k relativ exakt bestimmbar sein, wenn ein hochwertiger, gut kalibrierter Sensor verwendet wird und die Messung ausreichend lange erfolgen kann. Liegt sie nahe der Raumtemperatur, sind Änderungen während der Messzeit nahezu ausgeschlossen.

Unter Beachtung der in Abschnitt 3.3.1. beschriebenen Vorgehensweise zur Massenbestimmung kann man auch davon ausgehen, dass m_k und m_D bei Verwendung einer Präzisionswaage relativ genau gemessen werden können. Daher dürften deren Beiträge zur Messunsicherheit gegenüber den Unsicherheiten der Temperaturmessung ebenfalls vernachlässigbar sein.

Berücksichtigt man diese Argumente, so genügt es, das Fehlerfortpflanzungsgesetz auf ΔW und $\Delta \vartheta_m$ zu reduzieren. Die entsprechenden partiellen Ableitungen ergeben sich aus Gl. (12) zu

$$\frac{\partial q}{\partial W} = \frac{\vartheta_m - \vartheta_k}{m_D} \quad \text{und} \quad \frac{\partial q}{\partial \vartheta_m} = \frac{m_k c_{H_2O} + W}{m_D} + c_{H_2O} . \quad (14)$$

Ähnliche Argumente begründen, dass sich die Messunsicherheit für die Wärmekapazität des Kalorimeters ΔW nach Gl. (13) im Wesentlichen auf den Einfluss von $\Delta \vartheta_w$ und $\Delta \vartheta_m$ eingrenzen lässt. Die zur Berechnung benötigten partiellen Ableitungen sind in diesem Fall

$$\frac{\partial W}{\partial \vartheta_w} = - \frac{m_k c_{H_2O} (\vartheta_m - \vartheta_k)}{(\vartheta_w - \vartheta_m)^2} \quad \text{und} \quad \frac{\partial W}{\partial \vartheta_m} = - \frac{m_k c_{H_2O} (\vartheta_w - \vartheta_k)}{(\vartheta_w - \vartheta_m)^2} . \quad (15)$$

4. Literatur

Kohlrausch, Praktische Physik

5. Anhang

p / hPa	$\vartheta / ^\circ\text{C}$	p / hPa	$\vartheta / ^\circ\text{C}$
990	99,351	1010	99,91
991	99,379	1011	99,938
992	99,407	1012	99,965
993	99,435	1013	99,993
994	99,463	1014	100,021
995	99,491	1015	100,048
996	99,519	1016	100,076
997	99,548	1017	100,104
998	99,576	1018	100,131
999	99,604	1019	100,159
1000	99,632	1020	100,186
1001	99,659	1021	100,214
1002	99,687	1022	100,241
1003	99,715	1023	100,269
1004	99,743	1024	100,296
1005	99,771	1025	100,323
1006	99,799	1026	100,351
1007	99,827	1027	100,378
1008	99,854	1028	100,406
1009	99,882	1029	100,433

Tab. 2 Siedetemperatur ϑ des Wassers in Abhängigkeit vom Luftdruck p . Diese Tabelle ist eine Ergänzung zur Dampfdruckkurve mit einer feineren Auflösung der Werte in der Umgebung des Normaldruckes.