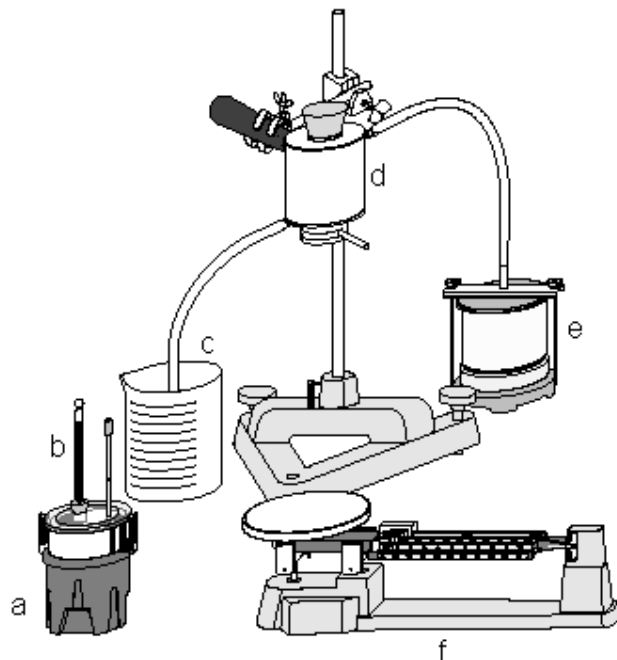


Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

Versuch 9:

Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von festen Körpern



a: Dewargefäß
 c: Becherglas
 e: Dampfentwickler

b: Thermometer
 d: Erwärmungsapparat
 f: Laborwaage

1. Versuchsziele

Kaltes Wasser soll mit erhitztem Kupfer-, Blei- und Glasschrot gemischt werden. Anschließend erfolgt die Messung der Mischtemperatur. Anhand der Mischtemperatur sollen Rückschlüsse auf die spezifische Wärmekapazität der einzelnen Werkstoffe gezogen werden.

2. Theoretische Grundlagen

Die bei Erwärmung eines Körpers aufgenommene Wärmemenge ΔQ ist proportional zur Temperaturänderung $\Delta \vartheta$ und zur Masse m des Körpers:

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta \quad (1)$$

Der Proportionalitätsfaktor c ist eine materialabhängige Größe und wird als spezifische Wärmekapazität des Körpers bezeichnet.

Zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität werden im Versuch verschiedene in Schrotform vorliegende Stoffe abgewogen, mit Wasserdampf auf die Temperatur ϑ_1 erhitzt und in eine abgewogene Menge Wasser der Temperatur ϑ_2 geschüttet. Nach sorgfältigem Umrühren erreichen die Schrotkörner und das Wasser durch Wärmeaustausch die gleiche Mischtemperatur ϑ_M . Dabei ist die von den Schrotkörnern abgegebene Wärmemenge

$$\Delta Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_M) \quad (2)$$

mit

m_1 : Masse der Schrotkörner
 c_1 : spezifische Wärmekapazität der Schrotkörner

gleich der vom Wasser aufgenommenen Wärmemenge

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_M - \vartheta_2) \quad (3)$$

mit

m_2 : Masse des Wassers
 c_2 : spezifische Wärmekapazität des Wassers.

Die spezifische Wärmekapazität c_2 des Wassers wird als bekannt vorausgesetzt. Die Temperatur ϑ_1 stimmt mit der Temperatur von Wasserdampf überein. Daher kann die gesuchte Größe c_1 aus den Messgrößen ϑ_2 , ϑ_M , m_1 und m_2 gemäß

$$c_1 = c_2 \cdot \frac{m_2 \cdot (\vartheta_M - \vartheta_2)}{m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_M)} \quad (4)$$

berechnet werden. Auch das Kalorimetergefäß nimmt einen Teil der vom Schrot abgegebenen Wärme auf. Daher muss auch die Wärmekapazität bzw. äquivalente Wassermasse m_K des Kalorimetergefäßes

$$C_K = c_2 \cdot m_K \quad (5)$$

berücksichtigt werden. Die aufgenommene Wärmemenge berechnet man somit genauer mittels

$$\Delta Q_2 = c_2 \cdot (m_2 + m_K) \cdot (\vartheta_M - \vartheta_2). \quad (6)$$

Entsprechend erweitert sich die Berechnung der spezifischen Wärmekapazität c_1 zu

$$c_1 = c_2 \cdot \frac{(m_2 + m_K) \cdot (\vartheta_M - \vartheta_2)}{m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_M)} \quad (7)$$

bzw.

$$c_1 = \frac{(m_2 \cdot c_2 + C_K) \cdot (\vartheta_M - \vartheta_2)}{m_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_M)} \quad (8)$$

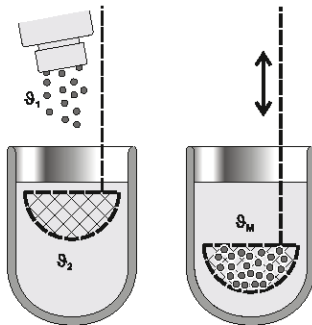


Abb. 1: Befüllen des Dewargefäßes mit Schrotkörnern

3. Versuchsaufbau

Geräteliste

1	Dewargefäß	386 48
1	Deckel zum Dewargefäß	384 161
1	Kupferschrot, 200 g	384 35
1	Glasschrot, 100 g	348 36
1	Bleischrot, 200 g	315 76
1	Laborwaage	315 23
1	Thermometer	382 34
1	Dampfentwickler	303 281
1	Erwärmungsapparat	384 34
1	Becherglas, 400 ml	664 104
1	Kleiner Stativfuß	300 02
1	Stativstange, 47 cm	300 42
1	Leybold-Muffe	301 01
2	Silikonschläuche i. Ø 10,5 mm, 1 m	667 194
1	Paar Hitzehandschuhe	667 614
1	Trichter	
1	Sieb	

Der Versuchsaufbau ist auf der Titelseite dieser Anleitung dargestellt; die folgenden Schritte sind durchzuführen:

- Den Erwärmungsapparat an das Stativ montieren.
- Den Dampfentwickler mit Wasser füllen und sorgfältig verschließen. Den oben austretenden Silikonschlauch mit der oberen Schlauchwelle des Erwärmungsapparates (Dampfeintritt) verbinden.
- Den anderen Silikonschlauch auf die untere Schlauchwelle des Erwärmungsapparates (Dampfaustritt) schieben und im Becherglas enden lassen.

Achten Sie auf festen Sitz der Silikonschläuche!

4. Versuchsdurchführung

- Den Probenraum des Erwärmungsapparates mit einer Menge Bleischrot füllen, die in das Probennetz des Dewargefäßes passt. Anschließend den Erwärmungsapparat mit dem Korkstopfen verschließen.
- Den Dampfentwickler an Netzspannung anschließen und die Schrotkörner für etwa 20-25 Minuten im dampfdurchströmten Erwärmungsapparat erhitzen.
- Um eine möglichst große Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Schrot zu erhalten füllen sie erst kurz vor Ablauf des Erwärmungsprozesses ca. 150 ml kaltes Wasser (aus dem Kühlschrank) in das Dewargefäß. Verwenden sie die Laborwaage um die Wassermasse m_2 zu bestimmen.
- Anschließend den Deckel auf das Dewargefäß setzen und das Thermometer darin befestigen.
- Vor dem Einfüllen der Schrotkörner die Wassertemperatur ϑ_2 im Dewargefäß protokollieren.

Hinweis: Der Glasmantel des Dewargefäßes ist dünnwandig und hochevakuiert. Das Schrot nur in das Probennetz und nicht in den Glasmantel fallen lassen.

- Nach Ablauf der Erwärmung den Deckel des Dewargefäßes öffnen und zur Seite schwenken, die heißen Schrotkörner ($\vartheta_1 = 100\text{ °C}$) in das Probennetz des Dewargefäßes fallen lassen und den Deckel wieder verschließen.
- Protokollieren sie die Wassertemperatur in zweckdienlichen Zeitabständen (z.B. 15 s), bis der Temperatureausgleich zwischen Wasser und Schrot abgeschlossen ist.
- Anschließend Schrot und Wasser separieren und die hinzugekommene Masse m_1 des Schrots bestimmen.
- Wiederholen sie den Versuch mit Kupferschrot und mit Glasschrot.

5. Auswertung

- Bestimmen Sie die spezifische Wärmekapazität der drei Materialproben.
- Erläutern Sie die Messergebnisse und vergleichen Sie diese mit Literaturangaben.

Hinweise:

äquivalente Wassermasse des Kalorimeters:	$m_K = 23\text{ g}$
Spezifische Wärmekapazität von Blei:	$c_1 = 0,1295 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$
Spezifische Wärmekapazität von Kupfer:	$c_1 = 0,385 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$
Spezifische Wärmekapazität von Glas:	$c_1 = 0,746 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$
Spezifische Wärmekapazität von Wasser:	$c_2 = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$

Literatur

- [1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch
- [2] Kuchling: Taschenbuch der Physik, Fachbuchverlag Leipzig
- [3] Meschede: Gerthsen Physik, Springer-Verlag
- [4] Eichler, Kronfeld, Sahn: Das Neue Physikalische Grundpraktikum, Springer-Lehrbuch