

**Fachhochschule Flensburg**  
Fachbereich Technik  
**Institut für Physik und Werkstoffe**

Name :

Name:

Versuch-Nr:  
**W4**

Die spezifische Wärmekapazität  
fester Körper

**Gliederung:**

Seite

Einleitung	1
Berechnung	1
Versuchsbeschreibung	3
Aufgabenstellung	4

Studiengruppe:

.....  
Unterschrift des/der Studenten

Als Übungsergebnis anerkannt:

Flensburg, den .....

.....  
Unterschrift des Dozenten

## 1. Einleitung

Die spezifische Wärmekapazität  $c$  von festen Körpern ist in einem bestimmten Temperaturbereich ( $273 \text{ K} < T < 373 \text{ K}$ ) eine Materialkonstante. Sie ist zahlenmäßig gleich der in kJ gemessenen Wärmemenge, die erforderlich ist, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen.

Die spezifische Wärmekapazität  $c$  ist der Quotient aus der Wärmekapazität  $C_s$  eines Stoffes und seiner Masse  $m$ .

Es gilt:

$$c = \frac{C_s}{m} \left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

Bei gasförmigen Stoffen ist darauf zu achten, dass zwischen  $c_p$  (spezif. Wärmekapazität bei konst. Druck) und  $c_v$  (spezif. Wärmekapazität bei konst. Volumen) unterschieden wird. (Thermodynamik)

Spezifische Wärme einiger Stoffe in  $\left[ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$ :

Flüssigkeiten		Metalle	
Wasser	4,187	Aluminium	0,896
Alkohol	2,43	Stahl	0,50 .. 0,67
Glyzerin	2,39	Kupfer	0,383
Öl	1,88 .. 2,05	Messing	0,377
		Blei	0,129
		Quecksilber	0,138

Es ist bemerkenswert, dass -abgesehen vom Wasserstoff- das Wasser unter allen angegebenen Stoffen die größte spezifische Wärme besitzt. Um eine Wassermenge zu erwärmen, braucht man daher eine größere Wärmemenge als zur gleichen Temperaturerhöhung einer ebenso großen Menge eines anderen Stoffes. Umgekehrt enthält auch eine erwärmte Wassermenge eine große Wärmemenge und kühlt sich langsamer ab als andere Stoffe. Deshalb kann man Wassermengen gut dazu verwenden, um Temperaturgegensätze auszugleichen (Kühlwasser).

Eine kleine spezifische Wärme in der Tabelle besitzt das Quecksilber, das deshalb rasch erwärmt oder abgekühlt werden kann. Daher eignet es sich auch gut als Thermometerflüssigkeit.

## 2. Berechnung

Man ermittelt  $c$  durch einen Versuch, bei dem die erwärmte Substanz Wärmeenergie an Wasser und das Gefäß abgibt. Dabei gilt der Energieerhaltungssatz:

**Die von der Substanz abgegebene Wärmemenge  $Q$  ist gleich der vom Wasser und dem Gefäß aufgenommenen.**

Mit

$$Q = C_s \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot \Delta T$$

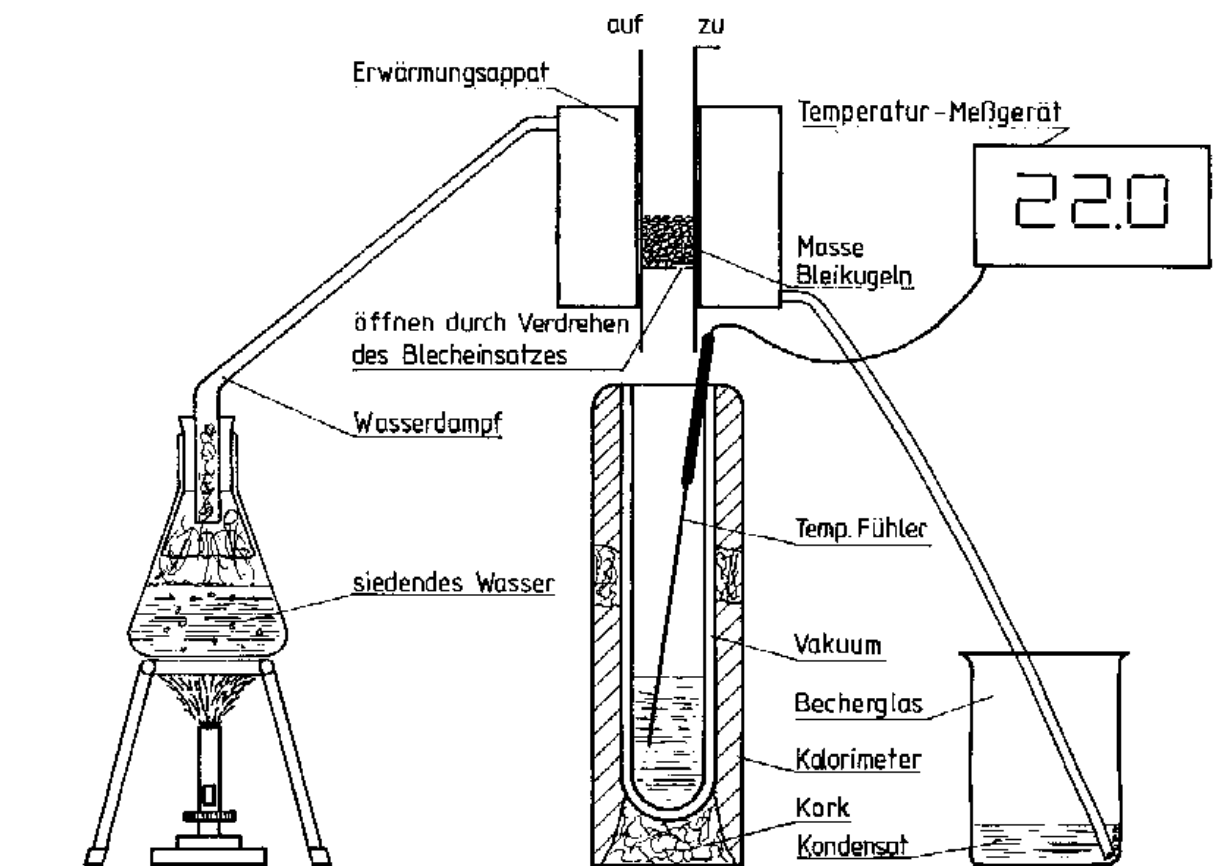
gilt:

$$m \cdot c \cdot (T_D - T_M) = m_W \cdot c_W \cdot (T_M - T_A) + C_{Gef.} \cdot (T_M - T_A)$$

somit:

$$c = \frac{(C_{Gef.} + m_W \cdot c_W) \cdot (T_M - T_A)}{m \cdot (T_D - T_M)}$$

- $c$  = spezifische Wärmekapazität des untersuchten Stoffes  
 $c_W$  = spezifische Wärmekapazität des Wassers  
 $T_A$  = Anfangstemperatur des Wassers  
 $T_M$  = Mischungstemperatur des Wassers  
 $T_D$  = Wasserdampftemperatur  
 $m_W$  = Masse des Wassers  
 $m$  = Masse des untersuchten Stoffes  
 $C_{Gef.}$  = Wärmekapazität des bei dem Versuch verwendeten Gefäßes



Die Wasserdampf­temperatur  $T_D$ , die Luftdruckabhängig ist, kann der Dampftabelle entnommen werden:

P in hPa	$T_D$ in °C
980	99,1
990	99,3
1000	99,6
1010	99,8
1013	100,0
1020	100,2
1030	100,5

### 3. Versuchsbeschreibung

Das Kalorimeter, ein doppelwandiges Glasgefäß mit luftleerem Zwischenraum und versilberten Glasflächen, wird mit einer genau abgewogenen Masse kaltem Wasser  $m_w$  (ca. 100 g) gefüllt.

In den Erwärmungsapparat wird eine genau ausgewogene Masse des zu untersuchenden Stoffes (hier: gesamte Stoffmenge) gebracht.

Danach wird der Erwärmungsapparat an den Dampferzeuger angeschlossen. Nach ca. 30 min. hat sich der Stoff durch Wärmeleitung auf die Temperatur des Wasserdampfes eingestellt. Durch Drehen des inneren Zylinders wird der erwärmte Stoff in das darunter gestellte Kalorimeter überführt und mit dem kalten Wasser gründlich vermischt.

Bei der Ermittlung der Temperaturen ist sehr sorgfältig zu verfahren, da die Differenz  $T_M - T_A$  sehr stark das Versuchsergebnis beeinflusst. (bei  $T_M - T_A =$  z.B. 2 K entsprechen  $\pm 0,1$  K schon  $\pm 5\%$ ).

Um möglichst genaue Werte für die Anfangstemperatur des Wassers  $T_A$  und die Mischtemperatur  $T_M$  zu erhalten, verfährt man folgendermaßen:

Man beobachtet unter ständigem Rühren 5 min. = 300 sek. lang die Anfangstemperatur des Wassers vor dem Mischen mit dem erwärmten Stoff. Hierzu wird alle 30 Sekunden die Temperatur des Wassers gemessen und in die vorgefertigte Messwerttabelle eingetragen. Nach der 5. Minute (zum Zeitpunkt 330 sek.) wird nicht gemessen, sondern der erwärmte Stoff in das Wasser überführt.

**Achten Sie bitte darauf, dass kein Blei im Erwärmungsapparat verbleibt.**

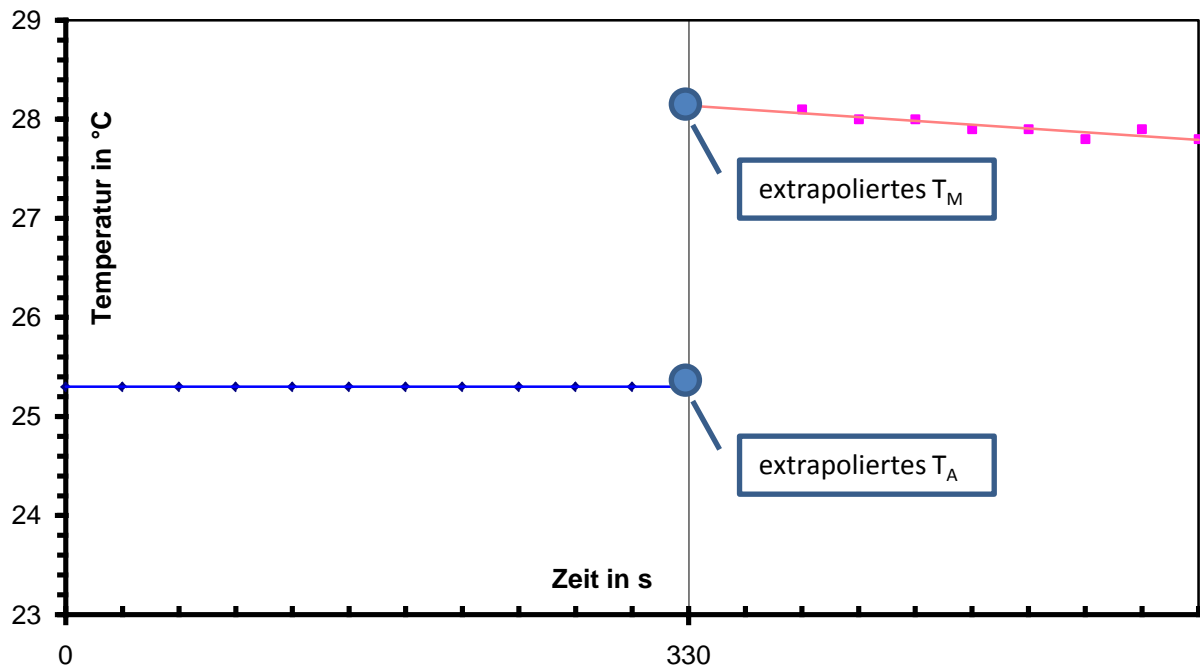
Danach wird wieder 5 Minuten lang (erst­mals bei 390 sek.) unter ständigem Rühren die Wassertemperatur gemessen. Die Messwerte werden graphisch dargestellt ( $T = f(t)$ ).

Die sich daraus ergebenden Geraden werden bis zum Zeitpunkt 330 sek. weitergezeichnet (extrapoliert).

Mit den so ermittelten Temperaturen  $T_A$  und  $T_M$  kann dann die spezifische Wärmekapazität errechnet werden.

Die Temperatur des Wasserdampfes  $T_D$  wird über den atmosphärischen Druck bestimmt (siehe Tabelle oben).

## Messbeispiel



## 5. Aufgabenstellung

1. Durchführung der Messung entsprechend der Versuchsanleitung und dem Messwert-Vordruck
2. Graphische Darstellung der Messwerte
3. Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität  $\pm$  Unsicherheit

**Hinweis:** Je nach Größe des verwendeten Kalorimeters sollte beachtet werden, wie weit das Gefäß überhaupt gefüllt ist. Entsprechend ist die Angabe der Wärmekapazität zu verringern.

**Anmerkungen :**

Dieser Vordruck ist von den Studenten während der Versuchsdurchführung mit Tinte oder Kugelschreiber auszufüllen. Tragen Sie übersichtlich die gemessenen Werte und die abgeschätzten Messfehler ein.  
Dieser Vordrucke ist zusammen mit dem Laborbericht abzugeben.

-----  
Student

-----  
Studiengruppe

-----  
Datum

-----  
Laboringenieur

Tragen Sie hier Ihre Messwerte in die Tabelle ein:

Zeit [s]	T [°C]
0	
30	
90	
120	
150	
180	
210	
240	
270	
300	
330	einfüllen
360	mischen
390	
420	
450	
480	
510	
540	
570	
600	

Wassermenge  $m_w$  : g

Stoffmasse  $m$  : g

Luftdruck  $p$  : hPa

Dampftemperatur  $T_D$ : °C

$T_A$  und  $T_M$  aus Diagramm bestimmen

Abgeschätzte Messunsicherheiten: