

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0  
Fax +49 (0) 551 604-107  
E-mail info@phywe.de  
Internet www.phywe.de

### Betriebsanleitung



Abb. 1: Apparat zum mechanischen Wärmeäquivalent 04440-00

## INHALTSVERZEICHNIS

- 1 SICHERHEITSHINWEISE
- 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN
- 3 AUFBAU UND HANDHABUNG
- 4 DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG
- 5 LIEFERUMFANG
- 6 ZUBEHÖR
- 7 GARANTIEHINWEIS
- 8 ENTSORGUNG

### 1 SICHERHEITSHINWEISE



**Achtung!**

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Das Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn Beschädigungen am Gerät sichtbar sind.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.

### 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

Das Gerät dient zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes und zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität fester Körper.

Mechanische Energie wird durch Reibung vollständig in Wärmeenergie umgesetzt. Da beide Energieformen seit 1977 in der gleichen Einheit,  $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$ , angegeben werden, ist das mechanische Wärmeäquivalent gleich 1.

Im Experiment wird ein Probekörper aus Metall gedreht und durch die Reibung eines gespannten Kunststoffbandes erwärmt.

### 3 AUFBAU UND HANDHABUNG

Das Gerät besteht aus einer Grundplatte mit einem Drehlager zum Einschrauben der Reibungswalze und der Handkurbel sowie einem Haltebügel für das Reibband.

- Grundplatte mithilfe der Schraubzwingen an einer Tischkante befestigen
- Reibungswalze und Handkurbel am Drehlager befestigen
- Kraftmesser an den Haltebügel hängen
- Reibband am Kraftmesser befestigen
- Reibband 2,5 mal um die Reibungswalze legen (so, dass beim Rechtsdrehen mit der Kurbel der Kraftmesser entlastet wird)
- Gewichtsstück am unteren Ende des Reibbandes befestigen
- Bohrung an der Reibungswalze mit Wärmeleitpaste füllen

Die Temperatur der Reibungswalze ist vor und nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen zu messen. Dazu dient die mit Wärmeleitpaste gefüllte Bohrung in der Walze. Die Temperaturmessung ist am genauesten, wenn das Thermometer auch während der Umdrehungen mit der Reibungswalze Kontakt hat. Dazu wird das Thermometer in einer abgewinkelten Universalklemme mit Gelenk gehalten (Abb. 1).



### Achtung!

Der Aufbau ist so anzuordnen, dass die Bohrung der Walze und das Thermometer genau auf einer Linie sind. Die Grundplatte muss mit den Schraubzwingen ganz fest an die Tischplatte geklemmt sein und darf sich beim Drehen an der Handkurbel nicht bewegen. Beim Bewegen und Verankerten der Apparatur könnte sonst das Thermometer zerbrechen.

## 4 DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG

Die Masse der Reibungswalze ist mit einer Waage zu bestimmen. Mit der Handkurbel werden mehrere Umdrehungen (z. B. 100) möglichst gleichmäßig ausgeführt. Der Kraftmesser zeigt dann während der Umdrehungen eine konstante Kraft  $F_1$  an. Die Reibungsarbeit  $W$  an der Walze beträgt:

$$W = 2 \pi \cdot r \cdot n \cdot (F_2 - F_1)$$

$n$  = Anzahl der Umdrehungen

$r$  = Radius der Walze

$F_1$  = Kraft am Kraftmesser

$F_2$  = Gewichtskraft

Die Reibarbeit wird in Wärmeenergie  $Q$  umgesetzt.

$$Q = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$$

$m$  = Masse der Reibungswalze

$c$  = spez. Wärmekapazität der Walze

$T_1$  = Walzentemperatur vorher

$T_2$  = Walzentemperatur nachher

Bei bekannter spezifischer Wärmekapazität des Materials der Reibungswalze (CuZn:  $c = 0,385 \text{ J/gK}$ ) ergibt sich aus der Messung das mechanische Wärmeäquivalent

$$\frac{W}{Q} = 1$$

Setzt man umgekehrt  $W = Q$  voraus, so lässt sich mit dieser Apparatur die spezifische Wärmekapazität fester Körper ermitteln. Dazu kann das Experiment außer mit der im Lieferumfang enthaltenen Reibungswalze auch mit anderen Walzen durchgeführt werden.

### Hinweis:

Bei einer Aluminium-Walze (Best.-Nr. 04441-03) darf die Reibarbeit an der Walze nicht größer sein als 10 N (Gewichtstück 1 kg), um einen stärkeren Abrieb an der Walze zu vermeiden, der das Reibband verunreinigen könnte.

### Messbeispiel:

$m = 0,64 \text{ kg}$ ,  $r = 2,25 \text{ cm}$ ,  $F_1 = 3 \text{ N}$ ,  $F_2 = 50 \text{ N}$

$n$	$(T_2 - T_1) / ^\circ\text{C}$	$W / Q$
50	1,4	0,963
100	2,5	1,079
150	4,1	0,986
200	5,2	1,037

Mittelwert:  $W / Q = 1,02$

## 5 LIEFERUMFANG

Der Lieferumfang umfasst:

- Reibungswalze CuZn, 0,64 kg 04441-01
- Kunststoffreibband 04441-04
- Handkurbel 04441-05
- Laborthermometer, +15...+40°C 38057-00
- Wärmeleitpaste, 50 g 03747-00
- Schraubzwinde (2x) 02014-00

## 6 ZUBEHÖR

Erforderliches Zubehör:

- Handelsgewichtstück 5000 g 44096-81
- Kraftmesser 100 N 03065-07

Halterung für Thermometer:

- Tischklemme expert 02011-00
- Stativklemme mit Gelenk 37716-00

Zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität:

- Reibungswalze CuZn, 1,28 kg 04441-02
- Reibungswalze Al, 0,39 kg 04441-03
- Handelsgewichtstück 1000 g 44096-70
- Kraftmesser 10 N 03065-05

## 7 GARANTIEHINWEIS

Für das von uns gelieferte Gerät übernehmen wir innerhalb der EU eine Garantie von 24 Monaten, außerhalb der EU von 12 Monaten. Von der Garantie ausgenommen sind: Schäden, die auf Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, unsachgemäße Behandlung oder natürlichen Verschleiß zurückzuführen sind.

Der Hersteller kann nur dann als verantwortlich für Funktion und sicherheitstechnische Eigenschaften des Gerätes betrachtet werden, wenn Instandhaltung, Instandsetzung und Änderungen daran von ihm selbst oder durch von ihm ausdrücklich ermächtigte Stellen ausgeführt werden.

## 8 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.



Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll).

Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die unten stehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Abteilung Kundendienst  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-274  
Fax +49 (0) 551 604-246