



thermo scientific

Thermo Scientific

# HAAKE Kugelfallviskosimeter Typ C

## Betriebsanleitung

002-7585

Version 2.4

März 2020

"Originalbetriebsanleitung"

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. Qualitätssicherung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Kontakte zu Thermo Fisher Scientific</b> .....	<b>3</b>
<b>3. In der Betriebsanleitung verwendete Symbole</b> .	<b>4</b>
<b>4. Sicherheitshinweise</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Auspacken</b> .....	<b>7</b>
5.1 Transportschäden? .....	7
5.2 Vor Rücksendung .....	7
5.3 Lieferumfang .....	7
5.4 Verbrauchsmaterial .....	8
5.5 Ersatzteile .....	8
5.6 Entsorgung .....	8
5.7 WEEE Konformität .....	8
<b>6. Aufstellen</b> .....	<b>9</b>
6.1 Zusammenbau .....	9
<b>7. Gerätebeschreibung</b> .....	<b>10</b>
7.1 Messverfahren .....	10
7.2 Komponenten .....	10
<b>8. Funktionselemente</b> .....	<b>11</b>
<b>9. Messen</b> .....	<b>12</b>
9.1 Vorbereitung der Messung .....	12
9.1.1 Temperierung .....	12
9.1.2 Einfüllen der Flüssigkeit .....	12
9.1.3 Auswahl der Kugeln .....	13
9.2 Bestimmung der Fallzeiten .....	14
9.3 Auswerten .....	15
9.3.1 Wiederholbarkeit (ein Beobachter, ein Gerät) .....	16
9.3.2 Vergleichbarkeit (verschiedene Beobachter, verschiedene Geräte) ...	16
9.4 Viskositätsbestimmung von Gasen .....	17
<b>10. Reinigung des Fallrohres</b> .....	<b>18</b>
<b>11. Kalibrierung</b> .....	<b>19</b>
<b>12. Wartung durch den Benutzer</b> .....	<b>21</b>
12.1 Auswechseln des Fallrohres und des Mantelrohres .....	21
12.2 Bestellnummern .....	22
<b>13. Ersatzteile</b> .....	<b>23</b>
13.1 Empfohlene Ersatzteile für 3-jährigen Betrieb	23
13.2 Einzel- und Ersatzteile .....	24

# **Inhaltsverzeichnis**

---

13.3 Präzisions-Thermometer .....	25
13.3.1 Gebrauch eines Thermometers mit benetzender Ausdehnungsflüssigkeit	25
13.4 Inhalt der Kugelschachtel .....	27
<b>14. Anhang .....</b>	<b>28</b>
14.1 Beispiel: Auswertung .....	28
14.2 Beispiel: Kalibrierung der Kugel 1 .....	28

## 1. Qualitätssicherung

Sehr geehrter Kunde,  
Thermo Fisher Scientific arbeitet im Rahmen eines zertifizierten **Qualitäts-Management-Systems** nach ISO 9001:2008.

Damit sind die organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, dass Produkte entsprechend den Erwartungen unserer Kunden entwickelt, hergestellt und betreut werden. Damit unser **QM-System** funktioniert, wird es durch interne und externe Auditoren ständig überprüft.

Auch unsere Produkte werden während der Herstellung immer wieder überprüft, um zu beweisen, dass sie entsprechend den Vorgaben gefertigt wurden, einwandfrei funktionieren und sicher sind. Die resultierenden Ergebnisse halten wir als Referenz fest.

Die Erfüllung aller Anforderungen zum Zeitpunkt der Fertigstellung bestätigen wir dann mit dem Zeichen „Final Test“ auf dem Produkt.

Bitte teilen Sie es uns mit, wenn Sie trotz unserer Sorgfalt Mängel am Produkt feststellen. Auch diese möchten wir in Zukunft vermeiden.

## 2. Kontakte zu Thermo Fisher Scientific

Bitte wenden Sie sich bei Rückfragen an uns, unsere Partnerfirmen oder an die für Sie zuständige Generalvertretung, die Ihnen das Gerät geliefert hat.

Bei Fragen zur Installation oder zu technischen Problemen wenden Sie sich bitte an den Helpdesk. Das Kontaktformular finden Sie unter:

<https://tfs-3.secure.force.com/materialcharacterization/>

Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH  
Ein Unternehmen der Thermo Fisher Scientific Gruppe  
Dieselstraße 4  
D-76227 Karlsruhe, Germany  
Tel. +49(0)721 4094-444  
Fax +49(0)721 4094-300  
support.mc.de@thermofisher.com  
www.thermofisher.com

In jedem Fall sollten Sie aber bei allen Rückfragen zum Gerät bitte diese Angaben machen:

**Typenbezeichnung** an der Frontseite und am Typenschild auf der Rückseite.

**Typ:** Bestellnummer: 356-0001

**Seriennummer:**

- - - - - 12-stellige Zahl  
 (z.B. 201625085062)  
 - - - - - ~~Baujahr~~  
 4-stellige Zahl (z.B. 2016)  
 Auftragserkennungs-Nr.  
 - - - - - 5-stellige Zahl (z.B. 25085)  
 - - - - - Laufende Nr. Serie  
 3-stellige Zahl (z.B. 062)



# Sicherheitshinweise

---

## 3. In der Betriebsanleitung verwendete Symbole



Warnt vor möglicher Beschädigung des Gerätes und macht auf Verletzungsgefahr aufmerksam.



Macht auf eine wichtige Information aufmerksam.



Der jeweils nächste Bedienungsschritt, welcher auszuführen ist und . . .



. . . was daraufhin am Gerät geschieht.



Macht auf Verletzungsgefahr aufmerksam.

## 4. Sicherheitshinweise

Diese Hinweise geben wir Ihnen, um auf Risiken aufmerksam zu machen, die nur SIE erkennen und vermeiden oder beherrschen können.

Bei der Entwicklung und Fertigung haben wir hohe Qualitätsansprüche an uns und an das Gerät gestellt. Das Gerät entspricht den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen. **Die sachgemäße Handhabung und der richtige Gebrauch liegt aber allein bei Ihnen.**



**Lesen Sie unbedingt diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch! Sie enthält wichtige Informationen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch und zur sicheren Handhabung.**



**Versuchen Sie auf keinen Fall, ein beschädigtes Gerät in Betrieb zu nehmen, bevor der Schaden behoben ist oder Sie sich über die Schadensauswirkung vergewissert haben.**



**Sorgen Sie dafür, dass diese Anleitung für jeden Benutzer des Gerätes immer griffbereit ist.**



**Benutzen Sie das Gerät ausschließlich für den vorgesehenen Zweck.**



**Lassen Sie Reparaturen, Änderungen oder Eingriffe nur von Fachpersonal, welches durch Thermo Fisher Scientific im Umgang mit diesem Gerät geschult wurde, durchführen. Durch eine unsachgemäße Reparatur kann erheblicher Schaden entstehen. Für Reparaturen steht Ihnen der Thermo Fisher Scientific-Service zur Verfügung.**

# Sicherheitshinweise

---

- ! Gewährleistung für eigenständig durchgeführte Reparaturen und Folgen von unsachgemäßem Gebrauch werden von Thermo Fisher Scientific nicht übernommen.
- ! Reinigen Sie das Gerät nicht mit Lösungsmittel (Brandgefahr!) - ein feuchtes Tuch, mit haushaltsüblichem Spülmittel getränkt, reicht häufig aus.
- ! Lassen Sie das Gerät regelmäßig von einer Fachwerkstatt warten. Wir empfehlen mindestens eine jährliche Kalibrierung.



**Berührung mit heißen Geräteteilen kann schwere Brandverletzungen verursachen!**

Das Kugelfallviskosimeter kann unter Verwendung eines geeigneten Thermostaten und entsprechender Badflüssigkeit im Temperaturbereich bis +150 °C betrieben werden. Dadurch können sich, auch unter Berücksichtigung der Isolation, Teile des Kugelfallviskosimeter so weit aufheizen, dass deren Berühren mit der Haut zu ernsthaften Verletzungen führen kann.

Thermo Fisher Scientific empfiehlt die Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung (Handschuhe, Schutzbrille, Laborkittel und Sicherheitsschuhe) beim Arbeiten mit dem Kugelfallviskosimeter. Bei Arbeiten bei hohen Temperaturen sind temperaturbeständige Handschuhe zu tragen.

- ! **Wir wissen nicht, welche Substanz Sie mit diesem Gerät untersuchen werden. Viele Substanzen sind:**
  - entzündlich, brennbar oder explosiv
  - gesundheitsschädlich
  - umweltgefährdend

also: **gefährlich**

**Sie allein sind für den Umgang mit diesen Stoffen verantwortlich!**

**Unser Ratschlag:**

- Ziehen Sie im Zweifelsfall einen Sicherheitsbeauftragten zu Rate

# **Sicherheitshinweise**

---

- Lesen Sie das **für Ihr Land gültige Sicherheits-Datenblatt** des Produkt-Herstellers oder Lieferanten der zu vermessenen Substanz
- Informieren Sie sich über die **Gefahrstoffverordnung**
- Beachten Sie die **”Richtlinien für Laboratorien”** (Richtlinie Nr. 12 der BG. Chemie)

# Auspacken/Aufstellen

## 5. Auspacken

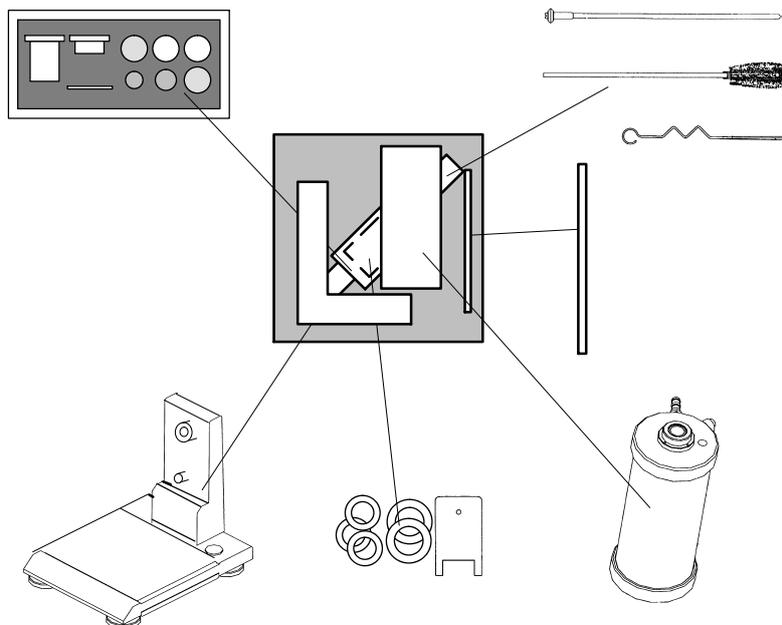
### 5.1 Transportschäden?

- Zusteller benachrichtigen (Spediteur, Bahn, Post, UPS o. ä.),
- Aufnahme eines Schadensprotokolls.

### 5.2 Vor Rücksendung

- Fachhändler oder Hersteller informieren (oftmals können Kleinigkeiten vor Ort erledigt werden).

### 5.3 Lieferumfang



Das HAAKE Kugelfallviskosimeter wird mit folgendem Standard-zubehör geliefert:

<u>Best.-Nr.</u>	<u>Beschreibung</u>
002-7580	Kugelfallviskosimeter, prüffertig
800-0182	Kugelsatz mit Kugeln 1-6 (siehe Kapitel 13.4)
800-0012	Hohlstopfen
800-0013	Stopfen
800-0119	Kugelpinzette
800-0125	Reinigungskolben
800-0131	Reinigungsbürste
800-0014	Verschlussplatte
800-0027	Stopfendichtung $\varnothing = 15,6 \text{ mm}$
800-0061	Thermometerdichtung $\varnothing = 10 \text{ mm}$
003-2110	Steckschlüssel (siehe Kapitel 13.2)
089-2094	Kalibrierzertifikat
002-7585	Betriebsanleitung

# **Auspacken/Aufstellen**

---

## **5.4 Verbrauchsmaterial**

Beim bestimmungsgemäßen Gebrauch wird außer den Reinigungswerkzeugen (800-0125 Reinigungskolben, 800-0131 Reinigungsbürste) kein Verbrauchsmaterial oder Werkzeug benötigt.

## **5.5 Ersatzteile**

Siehe Kapitel 13.

## **5.6 Entsorgung**

Die Transportverpackung ist aus Papier und kann recycled werden, die Schaumstoffverpackung sollte verwahrt werden.

## **5.7 WEEE Konformität**

Dieses Produkt muss der Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsprechen. Das Produkt ist durch folgendes Symbol gekennzeichnet:



Thermo Fisher Scientific hat mit Verwertungs-/Entsorgungsunternehmen in allen EU-Mitgliedsstaaten Vereinbarungen getroffen. Diese sind dadurch verpflichtet das Produkt zu entsorgen oder wieder zu verwerten.

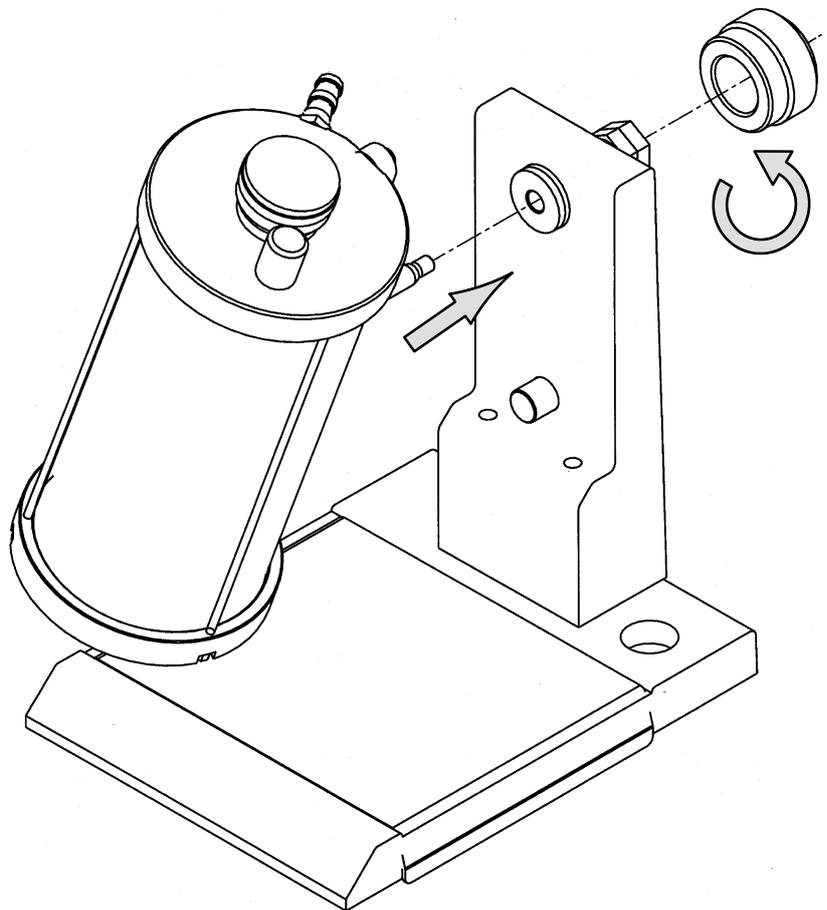
# Auspacken/Aufstellen

---

## 6. Aufstellen

### 6.1 Zusammenbau

Messteil in Instrumentenfuß einsetzen und mit Rändelmutter befestigen.



## 7. Gerätebeschreibung

### 7.1 Messverfahren

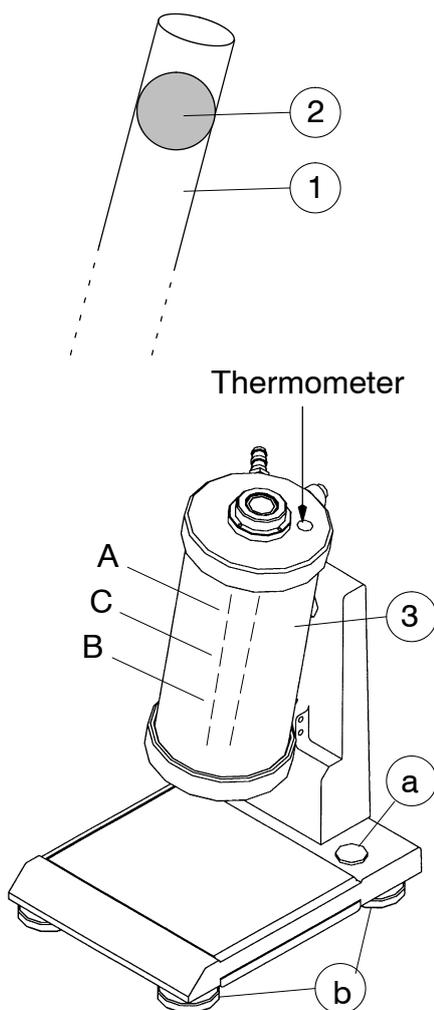
Das HAAKE Kugelfallviskosimeter dient zur Messung der Viskosität durchsichtiger newtonscher Flüssigkeiten. Als Messgröße wird die Laufzeit einer Kugel durch eine definierte Fallstrecke herangezogen. Diese Laufzeit beschreibt die rollende und gleitende Bewegung der Kugel durch die zu prüfende Flüssigkeit in einem geneigten zylindrischen Fallrohr. Das Messergebnis wird als dynamische Viskosität in der international genormten Absolut-Einheit Millipascalsekunden ( $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ) angegeben, wobei  $1 \text{ mPa}\cdot\text{s} = 1 \text{ cP}$  (Centipoise) ist.

Das HAAKE Kugelfallviskosimeter entspricht in der Bauform und Ausführung der DIN 53015 und ISO 12058.

### 7.2 Komponenten

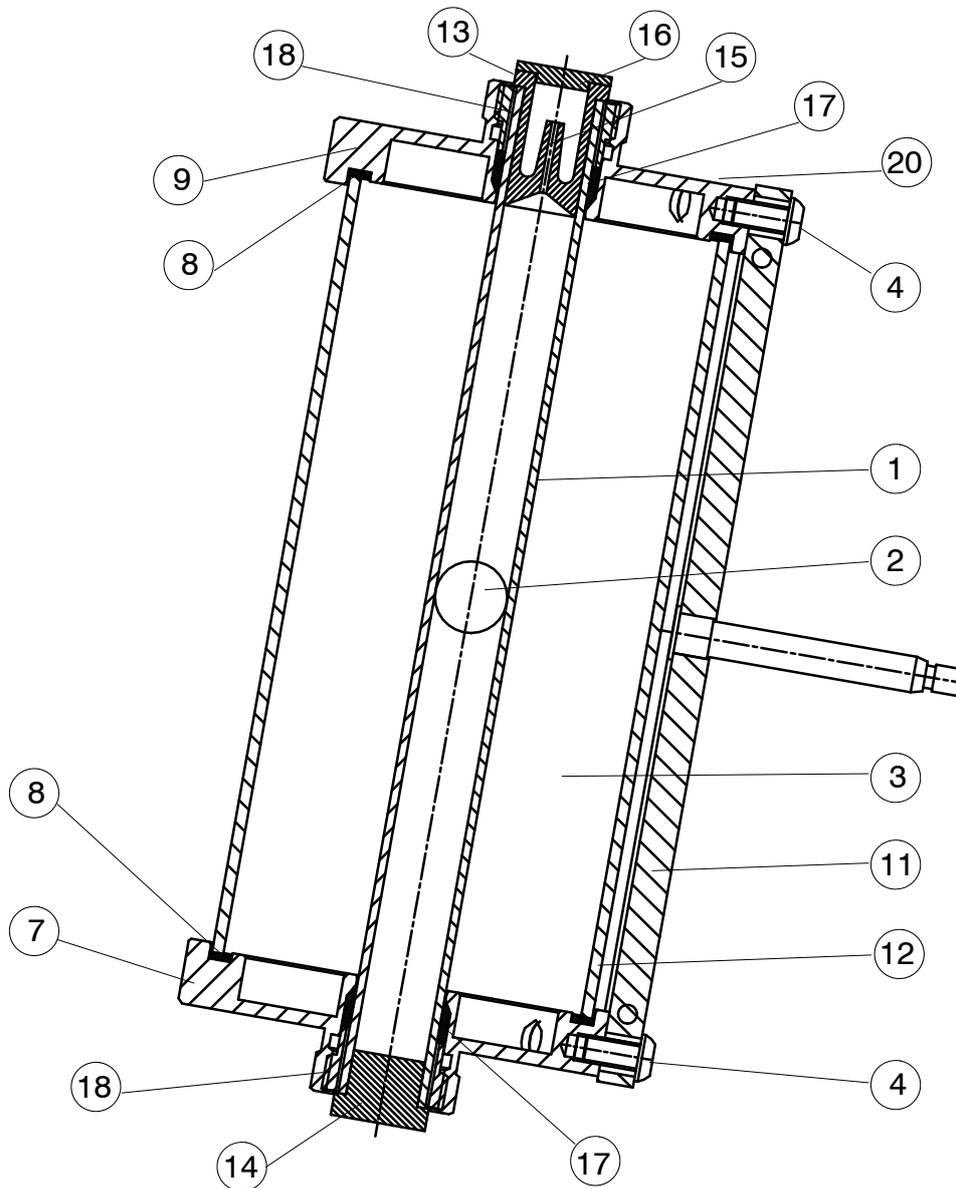
Das Messsystem besteht aus dem Fallrohr **1** aus Borosilikatglas und einer Kugel **2**. Das Fallrohr trägt zwei Ringmarken A und B in einem Abstand von 100 mm, die die Messstrecke begrenzen. Eine weitere Ringmarke (C) befindet sich in der Mitte zwischen A und B. Zwischen dem Fallrohr und dem äußeren Glasmantelrohr ergibt sich ein Temperierraum **3**, der die Temperierflüssigkeit aufnimmt. Das Messsystem ist an einem Stativfuß so befestigt, dass die Fallrohrachse während der Messung bei  $10^\circ$  gegen einen Anschlag einrastet.

Fallrohr und Glasmantelrohr können für den Rücklauf der Kugel in die Messstellung um das Stativ geschwenkt werden. Das Fallrohr ist mit 2 Stopfen verschlossen, von denen einer eine Kapillare und einen Hohlraum enthält. Dieser Verschluss verhindert unzulässige Druckänderungen und Lufteintritt bei Temperaturänderungen. Das System umschließt die Messflüssigkeit vollkommen, so dass Verdunstung und Hautbildung ausgeschlossen werden. Das Stativ trägt zur Justierung Libelle **a** und Stellfüße **b**. Ein Thermometer, welches auswechselbar ist, ermöglicht das genaue Ablesen in dem Temperaturbereich der geplanten Messung. Standardmäßig wird das Kugelfallviskosimeter mit einem Thermometer im Bereich von  $-1^\circ\text{C}$  bis  $+26^\circ\text{C}$  ausgeliefert. Optional sind weitere Thermometer erhältlich, die in Abschnitt 13.3 aufgeführt sind.



# Funktionselemente

## 8. Funktionselemente



- |    |               |    |                  |
|----|---------------|----|------------------|
| 1  | Fallrohr      | 12 | Wasserbadmantel  |
| 2  | Kugel         | 13 | Hohlstopfen      |
| 3  | Temperieraum  | 14 | Stopfen          |
| 4  | Schraube      | 15 | Kapillare        |
| 7  | Deckel        | 16 | Verschlussplatte |
| 8  | Flachdichtung | 17 | Fallrohrdichtung |
| 9  | Deckel        | 18 | Gewindehülse     |
| 11 | Strebe        | 20 | Zugstange        |

## 9. Messen

### 9.1 Vorbereitung der Messung

#### 9.1.1 Temperierung

Das HAAKE Kugelfallviskosimeter kann im Temperaturbereich  $-20\text{ °C}$  bis  $+150\text{ °C}$  exakt mit Hilfe eines Umwälz-Thermostaten temperiert werden.

Es ist sicherzustellen, dass die zu vermessende Probe homogen temperiert ist. Dazu ist eine hinreichende Temperierzeit vorzusehen, mindestens 30 Minuten. Idealerweise wurde die Probe vortemperiert auf die Messtemperatur.

Die Temperatur im Temperiermantel des Viskosimeters muss im Temperaturbereich von  $10$  bis  $80\text{ °C}$  auf wenigstens  $\pm 0,03\text{ °C}$  konstant gehalten werden, bei tieferen und höheren Temperaturen auf  $\pm 0,05\text{ °C}$ .

Der Temperierraum **3** muss luftblasenfrei sein.



**Berührung mit heißen Geräteteilen kann schwere Brandverletzungen verursachen!**

#### 9.1.2 Einfüllen der Flüssigkeit

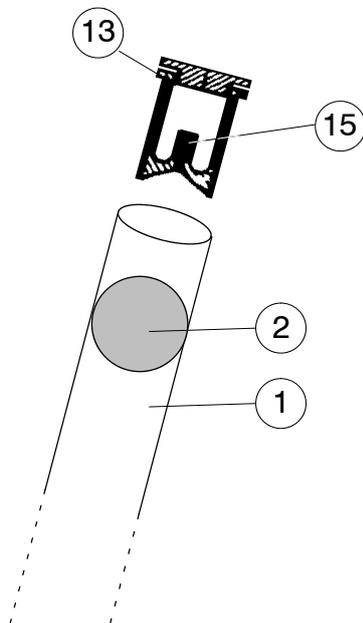
Alle mit der zu untersuchenden Flüssigkeit in Berührung kommenden Teile des Gerätes müssen sauber und trocken sein.

- 1 Die Flüssigkeitsmenge von ca.  $45\text{ cm}^3$  wird in das Fallrohr **1** bis unterhalb des Rohr-Endes eingefüllt und dann die Kugel **2** eingebracht.

⇒ Die Flüssigkeit soll ein Niveau etwas oberhalb der Kapillare **15** erreichen. Die Flüssigkeit muss luftblasenfrei sein.

- 2 Danach wird das Fallrohr nach dem Einführen des Hohlstopfens **13** verschlossen.

Erst danach beginnt die Messung.



# Messen

## 9.1.3 Auswahl der Kugeln

Der Standardkugelsatz enthält 6 Kugeln, die in einem Fallrohr mit dem Innendurchmesser von  $15,94 \pm 0,01$  mm laufen.

Bestell-Nr.	Kugel Nr.	Werkstoff	Dichte (Richtwert) $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Durchmesser der Kugel mm	Konstante K (angenähert) mPa·s·cm <sup>3</sup> /g·s	empfohlener Messbereich mPa·s
800-0002	1	Borosilikatglas	2,2	$15,81 \pm 0,01$	0,007	0,6 - 10
800-0003	2	Borosilikatglas	2,2	$15,6 \pm 0,05$	0,09	9 - 140
800-0004	3	(Ni-Eisen) <sup>1</sup>	8,1	$15,6 \pm 0,05$	0,09	40 - 700
800-0005	4	(Ni-Eisen) <sup>1</sup>	8,1	$15,2 \pm 1$	0,7	150 - 5000
800-0006	5	(Ni-Eisen) <sup>1</sup>	8,1	$14,0 \pm 0,5$	7	1500 - 50 000
800-0007	6	(Ni-Eisen) <sup>1</sup>	8,1	$11,0 \pm 1$	35	> 7500

<sup>1</sup> W.Nr. 1.3912

Zusätzlich sind folgende Kugeln lieferbar:

Bestell-Nr.	Kugel	Werkstoff	Dichte (Richtwert) $\rho$ g/cm <sup>3</sup>	Durchmesser der Kugel mm	Konstante K (angenähert) mPa·s·cm <sup>3</sup> /g·s	empfohlener Messbereich mPa·s
800-0009	G	Borosilikatglas	2,2	$15,91 \pm 0,02$	-	Gase
800-0010	G3	Borosilikatglas	2,2	15,30	0,4	20 bis 200
800-0011	G4	Borosilikatglas	2,2	14,40	3,5	150 bis 1500

Die oben genannten Angaben wurden der DIN 53015 (Stand Februar 2001) entnommen.

## 9.2 Bestimmung der Fallzeiten

Das Messteil rastet am Instrumentenfuß definiert jeweils in der  $10^\circ$  Position ein.

- 1 Durch Umschwenken des Messteils wird die Messkugel in die Ausgangsposition für die Messung gebracht.
- 2 Die Fallzeit der Kugel durch die Messstrecke A-B wird mit Hilfe einer Stoppuhr bestimmt.
  - ⇒ Der Anfang der Messzeit beginnt, wenn die untere Kugelperipherie die anvisierte obere Ringmarke A, die dem Betrachter als Strich erscheinen muss, berührt.
  - ⇒ Die Messzeit endet, wenn die untere Kugelperipherie die untere Ringmarke B, die ebenfalls als Strich erscheinen muss, erreicht.

Wird die Messstrecke A-C oder C-B verwendet, um sehr lange Messzeiten abzukürzen, muss für die Auswertung der Messwerte die doppelte Fallzeit eingerechnet werden.

- 3 Durch Umschwenken des Messteils um  $180^\circ$  fällt die Kugel in die Ausgangslage zurück. Man nimmt im Normalfall mehrere Fallzeitbestimmungen vor (zwischen 3 bis 5) und bildet einen Fallzeit-Mittelwert.

Bei dunklen und trüben Flüssigkeiten ist die untere Kugelperipherie meist nicht mehr zu erkennen. Die Ablesung des Durchgangs der Kugel durch die Marken wird daher in dem Augenblick vorgenommen, in dem der Kugeläquator die Ringmarken passiert.

# Messen

---

## 9.3 Auswerten

Berechnet wird die dynamische Viskosität  $\eta$  in Millipascalsekunden (Centipoise) nach der Zahlenwertgleichung:

$$\eta = K (\rho_1 - \rho_2) \cdot t$$

Hierin bedeuten:

$K$  = Kugelkonstante in  $\text{mPa}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{s}$   
(siehe Prüfzertifikat)

$\rho_1$  = Dichte der verwendeten Metall- oder Glaskugel in  $\text{g}/\text{cm}^3$   
(siehe Prüfzertifikat)

$\rho_2$  = Dichte der zu prüfenden Flüssigkeit in  $\text{g}/\text{cm}^3$

$t$  = Laufzeit der Kugel in Sekunden

### Angabe des Ergebnisses:

Dynamische Viskosität in  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  unter Angabe der Prüftemperatur.

Die Umrechnung der dynamischen in die von der Dichte abhängigen kinematische Viskosität erfolgt nach der Gleichung:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

$\eta$  = dynamische Viskosität [ $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ]

$\rho$  = Dichte der Flüssigkeit [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]

$\nu$  = kinematische Viskosität [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]      [1  $\text{mm}^2/\text{s}$  = 1 cSt]

# Messen

---

Zum Beurteilen der Zuverlässigkeit von Ergebnissen werden folgende Merkmale benutzt:

### 9.3.1 Wiederholbarkeit (ein Beobachter, ein Gerät)

Werden von einem Beobachter zwei Ergebnisse unter Wiederholbedingungen ermittelt, so werden beide Ergebnisse als annehmbar und normgerecht betrachtet, wenn sie sich um nicht mehr als die Zahlenwerte in der Tabelle 9.3.2 vom Mittelwert unterscheiden.

### 9.3.2 Vergleichbarkeit (verschiedene Beobachter, verschiedene Geräte)

Wird in zwei verschiedenen Laboratorien je ein Ergebnis unter Vergleichsbedingungen ermittelt, so werden beide Ergebnisse als annehmbar und normgerecht betrachtet, wenn sie sich nicht mehr als die in der Tabelle angegebenen Zahlenwerte vom Mittelwert unterscheiden.

Kugel-Nr.	Wiederholbarkeit %	Vergleichbarkeit %	
		DIN 53015	ISO 12058
1	1,0	2	2
2, 3, 4	0,5	1	2
5	0,7	1,5	1
6	1,5	3	3



Das Kugelfallviskosimeter ist ausschließlich für Messungen an Newtonschen Flüssigkeiten geeignet und kalibriert.

## 9.4 Viskositätsbestimmung von Gasen

Die Bestimmung der Viskosität von Gasen erfolgt mit der Kugel G, die aus Borosilikatglas hergestellt ist.

- 1 Das Fallrohr wird von Gummistopfen mit Glashähnen (nicht im Lieferumfang enthalten) verschlossen.

 Fallrohr, Kugel und Glas müssen sauber und trocken sein.

- 2 Nach dem Durchleiten des Gases zwecks Ausspülen von Luftresten werden die Hähne geschlossen und das Instrument temperiert.

Die Bestimmung der Gasviskosität beruht auf dem Vergleich mit der Viskosität von Luft bei 20°C ( $\eta = 1815 \cdot 10^{-5} \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ):

$$\eta_{\text{Gas}} = \frac{F_G}{F_L} \cdot 1815 \cdot 10^{-5} \text{ (mPa} \cdot \text{s)}$$

Hierin bedeutet:

$\eta_{\text{Gas}}$ : Viskosität des Gases bei der Temperatur T

$F_G$  : Fallzeit der Kugel in dem zu prüfenden Gas bei der Temperatur T

$F_L$  : Fallzeit der Kugel in Luft bei einer Temperatur von 20°C

Viskosität der Luft bei einer Temperatur von 20°C:  
 $1815 \cdot 10^{-5} \text{ (mPa} \cdot \text{s)}$

# Reinigung des Fallrohres

---

## 10. Reinigung des Fallrohres

1 Normalerweise erfolgt die Reinigung durch Spülen mit einem geeigneten Lösungsmittel. Hierbei ist sicherzustellen, dass das verwendete Lösungsmittel die Dichtungen nicht beschädigt.

2 Hochviskose Flüssigkeiten (Leime, schwere Öle usw.) werden zunächst mechanisch entfernt, indem man den mitgelieferten Reinigungskolben langsam durch das Fallrohr schiebt.

⇒ Es bleibt hierbei nur ein schwacher Film der Flüssigkeit an der Rohrwandung zurück, der leicht durch Lösungsmittel weggespült werden kann.

 Wird im Zuge der Reinigung der Stopfen entfernt, so lässt sich der Stopfen anschließend leichter in das Fallrohr einführen, wenn der Stopfen befeuchtet ist.

# Kalibrierung

## 11. Kalibrierung

Das HAAKE Kugelfallviskosimeter wird von Thermo Fisher Scientific unter Verwendung einer firmeninternen Prüfvorschrift mit Kalibrierkonstanten ausgeliefert. Diese werden in Anlehnung an die DIN 53015 / ISO 12058 unter Verwendung von Sekundärstandards ermittelt. Diese E-Öle aber auch Normflüssigkeiten vom Deutschen Kalibrierdienst (DKD) sind über Thermo Fisher Scientific erhältlich und in diesem Abschnitt aufgeführt.

Eine Überprüfung der Kalibrierkonstanten wird in regelmäßigen Abständen empfohlen, in jedem Fall jedoch bei Nachbezug von Kugeln oder nach einer Reparatur, wenn nicht bereits eine Werkskalibrierung erfolgte. Das gleiche gilt für Kugelfallviskosimeter, die als Messgeräte im Sinne von ISO 9000 in den Prozess eingebunden sind.

Die Überprüfung erfolgt ...

periodisch:

wie vom Anwender zu definieren ist oder im QM-Handbuch nachgelesen werden kann,

mit national rückführbaren Standards:

Normalflüssigkeiten, die im jeweiligen Verwendungsland anerkannt sind wie z. B. in Europa: DKD/PTB-Normal-Öle.

Die Kalibrierung schaltet den Einfluss zulässiger Fertigungstoleranzen bei dem Abmaßen von Kugeln und Fallrohren aus.

Zur **Überprüfung des Gerätes** können folgende Thermo Fisher Scientific - Produkte verwendet werden:

Bestell-Nr.	Typ	$\eta$ (mPas) bei 20°C	für Kugeln
082-5042	E7	5	1
082-5043	E200	120	2, 3
082-5044	E2000	1900	4
082-5046	E6000	6000	5
082-5336	E15000	15000	6

Zur Kalibrierung des Kugelfallviskosimeters werden folgende in Europa rückführbare Normalöle empfohlen:

Bestell-Nr.	Typ	$\eta$ (mPas) bei 20°C	für Kugeln
082-5303	100 BW	100	2, 3
082-5304	2000 AW	2000	4, 5
082-5305	10000 BW	10000	5, 6

# Kalibrierung

---

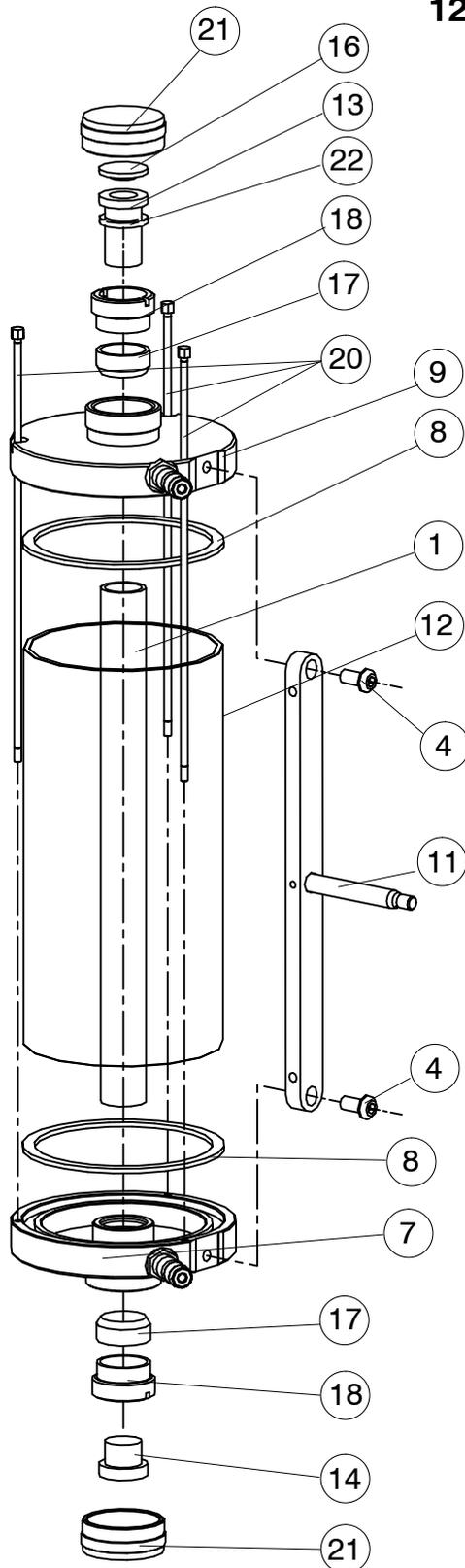
Es ist darauf zu achten, dass die Normalflüssigkeiten im Dunkeln aufbewahrt werden und innerhalb des im Zertifikat genannten Bestimmungsdatum Verwendung finden.

Die Entsorgung richtet sich nach der Zusammensetzung der Substanz, die im EU-Sicherheitsdatenblatt gelistet ist.

Es ist erforderlich, bei der Kalibrierung die Reinigungs- und Füllvorschriften ganz besonders zu beachten und größten Wert auf genaue Einhaltung der auf den Flaschen mit Normalflüssigkeiten angegebenen Messtemperaturen zu legen.

 **Die Flüssigkeit darf nach Gebrauch nicht zurückgeschüttet werden.**

Es muss ein Thermometer mit einer Teilung von  $0,02^{\circ}\text{C}$  verwendet werden.



## 12. Wartung durch den Benutzer

### 12.1 Auswechseln des Fallrohres und des Mantelrohres

- 1 Schrauben 4 herausdrehen und Strebe 11 lösen.
- 2 Gewindehülse 18 mit Steckschlüssel 003-2110 lösen.
- 3 Zugstangen 20 herausdrehen.
- 4 Nun die beiden Deckel 7 und 9 abnehmen.
- 5 Wasserbadmantel 12 tauschen.
- 6 zum Austausch des Fallrohres Fallrohrdichtung 17 abziehen.

### Zusammenbau

- 7 Wasserbadmantel 12, Flachdichtung 8, Deckel 7 und 9 mit den Zugstangen 20 verschrauben.
- ! Zugstangen zunächst nicht anziehen!**
- 8 Fallrohr 1 mit Fallrohrdichtung 17 in die Deckel 7 und 9 einsetzen.
- 9 Strebe 11 anbringen, Schrauben 4 noch nicht anziehen.
- 10 Zugstangen 20 abwechselnd gleichmäßig und vorsichtig anziehen.
- ! Empfohlenes Anzugsmoment 0,8-1,0 Nm. Kontrollieren, ob sich das Fallrohr noch in axialer Richtung bewegen lässt.**
- 11 Schrauben 4 anziehen. Fallrohr muss sich danach noch in axialer Richtung verschieben lassen.
- 12 Gewindehülse 18 mit Steckschlüssel 003-2110 leicht anziehen.

# **Wartung durch den Benutzer**

---

## **12.2 Bestellnummern**

002-7575 Stativ (Gußteil)  
002-2917 Stellfüße  
002-6968 Fallrohr (1)  
800-0190 Kugeln (2)  
002-8746 Schrauben M 6x12 (4)  
003-2108 Deckel (7)  
003-2109 Deckel (9)  
002-9391 Strebe montiert (11)  
800-0030 Wasserbadmantel (12)  
800-0012 Hohlstopfen (13) (15)  
800-0013 Stopfen, Messing vergoldet (14)  
800-0016 Stopfen, Viton (14)  
800-0014 Verschlussplatte (16)  
003-2079 Gewindehülse (18)  
003-2106 Zugstange (20)  
800-0052 Verschlusskapsel (21)  
799-3001 Dichtungssatz (8),(17),(22)

# **Ersatzteile**

---

## **13. Ersatzteile**

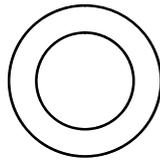
### **13.1 Empfohlene Ersatzteile für 3-jährigen Betrieb**

800-0119	Kugelpinzette
800-0131	Reinigungsbürste (3 x)
800-0125	Reinigungskolben (3 x)
800-0182	Kugelsatz mit Kugeln 1 - 6
002-6968	Fallrohr
800-0030	Wasserbadmantel
800-0015	Hohlstopfen Viton
800-0090	Hohlstopfen Messing
800-0017	Verschlussplatte Viton
800-0014	Verschlussplatte Messing
800-0016	Stopfen Viton
800-0093	Stopfen Messing
800-0052	Verschlusskapsel
801-0190	Libelle
222-2323	Kontrollthermometer -1 bis 26°C, Teilung 0,1°C
800-0176	Stoppuhr
799-3001	Dichtungssatz

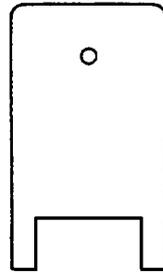
# Ersatzteile

---

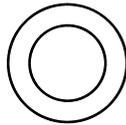
## 13.2 Einzel- und Ersatzteile



**800-0027**  
Dichtung  $\varnothing$  15,6  
aus Teflon



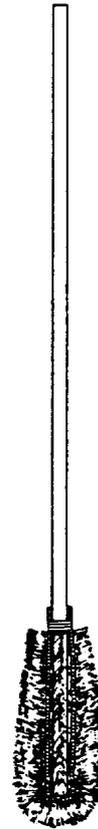
**003-2110**  
Steckschlüssel



**002-5176**  
Dichtung  $\varnothing$  10,0  
aus Viton



**800-0119**  
Kugelpinzette

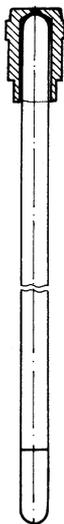


**800-0131**  
Reinigungs-  
bürste



**800-0125**  
Reinigungs-  
kolben

## 13.3 Präzisions-Thermometer



### Kontrollthermometer\*

222-2322	-35 bis	1 °C, Teilung 0,2 °C, Messgenauigkeit 0,2 °C
222-2323	-1 bis	26 °C, Teilung 0,1 °C, Messgenauigkeit 0,1 °C
222-2324	24 bis	51 °C, Teilung 0,1 °C, Messgenauigkeit 0,1 °C
222-2325	49 bis	76 °C, Teilung 0,1 °C, Messgenauigkeit 0,1 °C
222-2326	74 bis	101 °C, Teilung 0,1 °C, Messgenauigkeit 0,1 °C
222-2327	50 bis	150 °C, Teilung 0,5 °C, Messgenauigkeit 0,5 °C

\*Auslieferung mit Kontrollthermometer ab Juni 2017;

Auslieferung mit Quecksilberthermometer bis Ende Mai 2017, hier bitte die Betriebsanleitung mit der Versionsnummer 2.2 beachten.

### 13.3.1 Gebrauch eines Thermometers mit benetzender Ausdehnungsflüssigkeit

Die Thermometer arbeiten mit einer benetzenden Ausdehnungsflüssigkeit. Zur Vermeidung von Falschmessungen sind folgende Bedienungshinweise zu beachten.

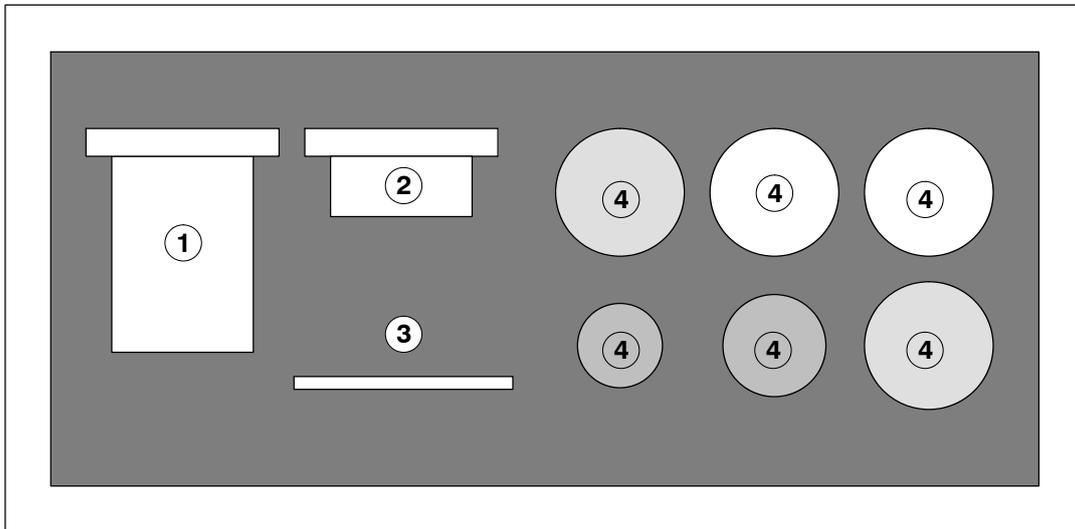
- 1 a. Ein Thermometer, dessen Messbereich 115 °C nicht übersteigt, sollte vor der ersten Messung so lange vorsichtig erwärmt werden, bis die Thermometerfüllung in die Sicherheitsblase am oberen Ende des Kapillarrohres eintritt und diese bis etwa zu ein Drittel ausfüllt.  
Bei dieser Prozedur werden auch eventuell abgetrennte Füllungsstücke wieder mit der Flüssigkeitssäule vereinigt.
- 1 b. Ein Instrument mit höherem Messbereich als 115 °C wird so lange vorsichtig erwärmt, bis es die Höchsttemperatur der Skale erreicht hat (eventuell abgetrennte Flüssigkeitsstücke werden vorher durch kräftiges Schleudern wieder vereinigt).
- 2 Danach lässt man das Thermometer langsam abkühlen, damit die benetzende Flüssigkeit möglichst vollständig nachläuft. Für sehr genaue Temperaturbestimmungen sollte die Abkühlungsgeschwindigkeit bis zu der Temperatur, bei der gemessen werden soll ca. 1 °C pro Minute betragen.

## Ersatzteile

---

- 3 Nach dem Abkühlen kann die Messung durchgeführt werden.  
Soll anschließend bei höheren Temperaturen gearbeitet werden, dann ist keine weitere Vorbehandlung nötig.
- 4 Vor jeder neuen Messung bei einer tieferen Temperatur als der gerade am Thermometer angezeigten, muss nach Punkt 2 verfahren werden. Falls Stücke von abgetrennter Thermometerfüllung festgestellt werden, ist nach Punkt 1 und Punkt 2 vorzugehen.
- 5 Im Normalfall ist das Thermometer für ganzen Eintauch kalibriert, d. h. es zeigt dann genau an, wenn es bis zur Ablesestelle in das zu messende Medium eintaucht. Bei Temperaturen oberhalb ca. 50 °C sollte jedoch die Ablesestelle etwas aus dem Medium herausragen um zu vermeiden, dass Flüssigkeit abdestilliert und sich farblos in der Sicherheitsblase ansammelt (Fehlerquelle). Der etwas herausragende Teil der Füllung bedingt einen kleinen Messfehler, der durch eine Fadenkorrektur eliminiert werden kann.
- 6 Hat das Instrument eine Eintauchtiefe, wird ebenfalls nach Punkt 1 bis 4 verfahren. Das in Punkt 5 beschriebene Abdestillieren ist nicht zu befürchten. Eintauchtiefe und Fadentemperatur müssen bei dieser Ausführung genau beachtet werden.
- 7 Das Thermometer sollte stehend aufbewahrt werden, um ein Trennen der Flüssigkeitssäule zu vermeiden. Möglichst senkrechte Anordnung ist auch bei längerem Gebrauch zu empfehlen.

## 13.4 Inhalt der Kugelschachtel



- ① 800-0012 Hohlstopfen (Messing)
- ② 800-0014 Verschlussplatte
- ③ 800-0118 Kugellehre zum Differenzieren der Kugeln G, 1 und 2
  
- ④ Kugeln:
  - 800-0002 Kugel 1;  $\varnothing$  15,81; Borosilikatglas
  - 800-0003 Kugel 2;  $\varnothing$  15,6; Borosilikatglas
  - 800-0004 Kugel 3;  $\varnothing$  15,6; (Ni-Eisen)<sup>1</sup>
  - 800-0005 Kugel 4;  $\varnothing$  15,2; (Ni-Eisen)<sup>1</sup>
  - 800-0006 Kugel 5;  $\varnothing$  14,0; (Ni-Eisen)<sup>1</sup>
  - 800-0007 Kugel 6;  $\varnothing$  11,0; (Ni-Eisen)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Werkstoff-Nr. 1.3912

# Anhang

---

## 14. Anhang

### 14.1 Beispiel: Auswertung

(40-prozentige Zuckerlösung)

Dichte der Kugel 2:	2,2 (g/cm <sup>3</sup> )
Dichte der Zuckerlösung:	1,18 (g/cm <sup>3</sup> )
Kugelkonstante:	0,09 (mPa·s·cm <sup>3</sup> /g·s)
Ermittelte Fallzeit:	61 s
Messtemperatur:	20,0°C

Danach errechnet sich die dynamische Viskosität zu:

$$\eta_{20^{\circ}\text{C}} = 0,09 \cdot (2,2 - 1,18) \cdot 61 = 5,60 \text{ (mPa} \cdot \text{s)}$$

Da in der Routine die Dichten der zu kontrollierenden Flüssigkeiten genau bestimmt sind, ist es auch möglich, sich für jede oft zu prüfende Flüssigkeit einen speziellen Faktor zu berechnen, mit dem man einfach die Fallzeiten multipliziert. In vorliegendem Zucker-Beispiel also beträgt der für diese Applikation ermittelte Faktor:

$$(\rho_1 - \rho_2) \cdot K = 0,1098 \text{ (mPa} \cdot \text{s / s)}$$

### 14.2 Beispiel: Kalibrierung der Kugel 1

K = zu ermittelnde Kugelkonstante

$\eta_E = 4,63$  [mPa·s] Viskosität der Normalflüssigkeit

$\rho_1 = 2,217$  [g/cm<sup>3</sup>] Dichte der Kugel

$\rho_2 = 0,81$  [g/cm<sup>3</sup>] Dichte der Normalflüssigkeit

t = 417,7 [s] Mittelwert der Fallzeit

Die Berechnung der Kugelkonstante K ist nach folgender Formel vorzunehmen:

$$K = \frac{\eta_E}{(\rho_1 - \rho_2) \cdot t} = \frac{4,63}{(2,217 - 0,81) \cdot 417,7} = 0,00788$$

Die Bestimmung der Konstanten der anderen Kugeln erfolgt in gleicher Weise.

# Kontakte zu Thermo Fisher Scientific

Bei Fragen zur Installation oder zu technischen Problemen wenden Sie sich bitte an den Helpdesk.  
Das Kontaktformular finden Sie unter:

<https://tfs-3.secure.force.com/materialcharacterization/>

Bitte wenden Sie sich bei Rückfragen an uns, unsere Partnerfirmen oder an die für Sie zuständige Generalvertretung, die Ihnen das Gerät geliefert hat.

## ❖ Technischer Support oder Vertrieb, Deutschland und International

Firma	Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH Ein Unternehmen der Thermo Fisher Scientific Gruppe
Adresse	Dieselstrasse 4 76227 Karlsruhe, Germany
Telefon	+49(0)721 4094 444
Fax	+49(0)721 4094 300
E-mail	<a href="mailto:support.mc.de@thermofisher.com">support.mc.de@thermofisher.com</a>
Internet	<a href="http://www.thermofisher.com">www.thermofisher.com</a>

## ❖ Technischer Support oder Vertrieb, USA/Kanada

Firma	Thermo Fisher Scientific
Telefon	+1 866 537 0811
E-mail	<a href="mailto:info.mc.us@thermofisher.com">info.mc.us@thermofisher.com</a>

## ❖ Technischer Support oder Vertrieb, UK

Firma	Thermo Fisher Scientific
Telefon	+44(0)1442 23 35 55
E-mail	<a href="mailto:info.mc.uk@thermofisher.com">info.mc.uk@thermofisher.com</a>

## ❖ Technischer Support oder Vertrieb, Frankreich

Firma	Thermo Electron S.A.S.
Telefon	+33(0) 1 60 92 48 00
E-mail	<a href="mailto:info.mc.fr@thermofisher.com">info.mc.fr@thermofisher.com</a>

## ❖ Technischer Support oder Vertrieb, Benelux

Firma	Thermo Fisher Scientific
Telefon	+31(0) 76 579 55 55
E-mail	<a href="mailto:info.mc.nl@thermofisher.com">info.mc.nl@thermofisher.com</a>

❖ **Technischer Support oder Vertrieb, Japan**

Firma Thermo Fisher Scientific  
Adresse C-2F, 3-9, Moriya-cho, Kanagwa-KU  
Yokohama, 221-022  
Telefon +81 45 453 917  
Fax +81 45 453 9082  
E-mail [info.mc.jp@thermofisher.com](mailto:info.mc.jp@thermofisher.com)

❖ **Technischer Support oder Vertrieb, China**

Firma Thermo Fisher Scientific  
Adresse Building 6, No. 27  
XinJinqiao Rd., Shanghai 201206  
Telefon +86(21) 68654588  
Fax +86(21) 64457830  
E-mail [info.mc.china@thermofisher.com](mailto:info.mc.china@thermofisher.com)

❖ **Technischer Support oder Vertrieb, Indien**

Firma Thermo Fisher Scientific  
Adresse 403-404, Delphi-B Wing, Hiranandani Business Park,  
Powai, Andheri (E), Mumbai - 400076  
Telefon +91 22 6680 3000  
Fax +91 22 6680 3001  
E-mail [info.mc.in@thermofisher.com](mailto:info.mc.in@thermofisher.com)