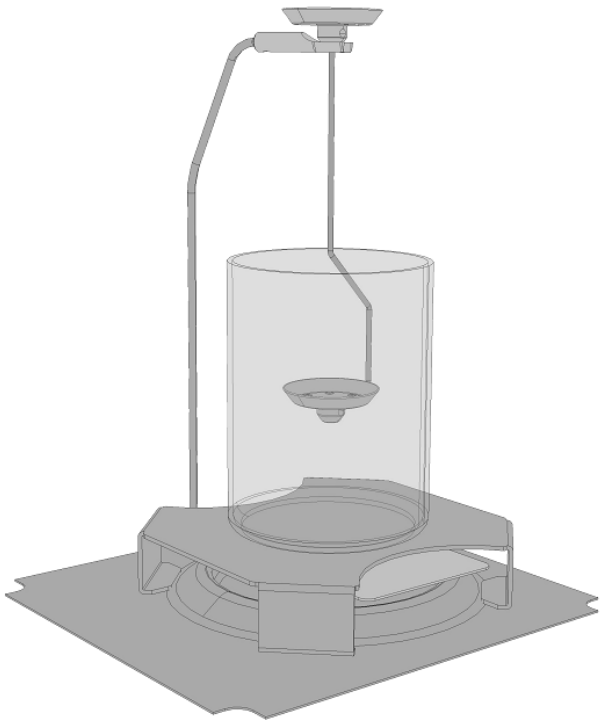
KERN & Sohn GmbH
Ziegelei 1
D-72336 Balingen
E-Mail: info@kern-sohn.com
Tel: +49-[0]7433- 9933-0
Fax: +49-[0]7433-9933-149
Internet: www.kern-sohn.com

Betriebsanleitung
Set zur Dichtebestimmung für Analysen- und Präzisionswaagen
KERN ALT-B,PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N

KERN ALT-A02 / PLT A01

Version 1.0
01/2013
D



ALT-A02/PLT-A01-BA-d-1310

D

KERN ALT-A02 / PLT A01

Version 1.0 01/2013

Betriebsanleitung

Set zur Dichtebestimmung für Analysen- und Präzisionswaagen

KERN ALT-B,PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N

Deutsch

Inhaltsverzeichnis:

1 EINLEITUNG 3

1.1 LIEFERUMFANG 4

2 PRINZIP DER DICHTEBESTIMMUNG 5

2.1 EINFLUSSGRÖßEN UND FEHLERQUELLEN 6

3 WAAGE VORBEREITEN 7

4 DICHTEBESTIMMUNGSSET INSTALLIEREN 8

5 DICHTEBESTIMMUNG VON FESTSTOFFEN 10

5.1 WAAGEN MIT GRAFIKDISPLAY (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) 13
5.2 WAAGEN MIT LCD-ANZEIGE (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) 17

6 DICHTEBESTIMMUNG VON FLÜSSIGKEITEN 20

6.1 WAAGEN MIT GRAFIKDISPLAY (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) 21
6.2 WAAGEN MIT LCD-ANZEIGE (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) 25

7 BEDINGUNGEN FÜR PRÄZISE MESSUNGEN 28

7.1 BERECHNUNG DER ERGEBNISSE 28
7.2 EINFLUßFAKTOREN FÜR MEßFEHLER 28
7.2.1 Luftblasen 28
7.2.2 Temperatur 28
7.2.3 Feststoffeprobe 29
7.2.4 Flüssigkeiten 29
7.2.5 Oberfläche 29
7.3 ALLGEMEINE INFORMATIONEN 29
7.3.1 Dichte / relative Dichte 29
7.3.2 Drift der Waagenanzeige 29

8 DICHTETABELLE FÜR FLÜSSIGKEITEN 30

9 GEBRAUCHSHINWEISE 31

1 Einleitung

Die Dichtesets ALT-A02 und PLT-A01 unterscheiden sich in der Aufnahme der Wägeplatte. Das für Ihre Waage geeignete Dichteset entnehmen Sie bitte nachfolgender Übersicht.

KERN ALT-A02	**KERN PLT-A01**
Set zur Dichtebestimmung für Analysen- und Präzisionswaagen d= 0.1 mg / 1 mg **KERN ALT-B / PLT-A / PLT-F,** **ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A,** **PLS-F / PLJ-F,** **PLE-N**	Set zur Dichtebestimmung für Präzisionswaagen d= 10 mg **KERN PLT-A, PLT-F** **PLS-A / PLJ-A,** **PLS-F / PLJ-F**

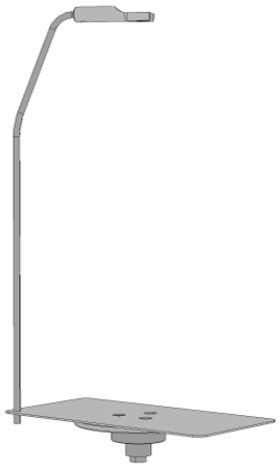
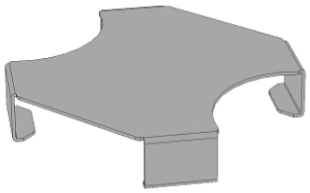
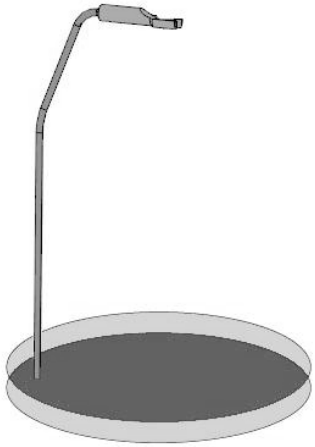
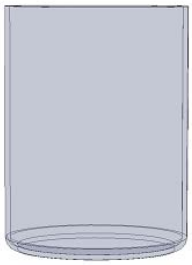
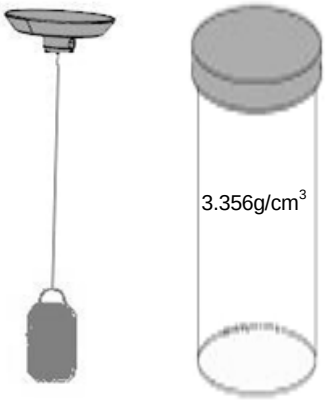


- Um einen sicheren und reibungslosen Betrieb zu gewährleisten, bitte Betriebsanleitung aufmerksam durchlesen.
- Diese Anleitung beschreibt nur das Arbeiten mit dem Set zur Dichtebestimmung. Weitere Informationen zur Bedienung Ihrer Waage entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung, die der jeweiligen Waage beiliegt.

1.1 Lieferumfang

⇨ Verpackung und Dichteset sofort beim Auspacken auf eventuell sichtbare äußere Beschädigungen überprüfen.

⇨ Sicherstellen, dass alle Teile vollständig vorhanden sind.

		
Halterung für Tauchkorb	Universal-Tauchkorb für schwimmende und sinkende Festkörper	Plattform für Glasbehälter
	 ∅ 70 mm, 95 mm hoch	 ∅ 55 mm, 150 mm hoch
Halterung für Senkkörper	Becherglas für Dichtebestimmung „Festkörper“	Becherglas für Dichtebestimmung „Flüssigkeit“
		
Thermometer	Senkkörper mit Aufbewahrungsdose	Inbusschlüssel

2 Prinzip der Dichtebestimmung

Drei wichtige physikalische Größen sind das **Volumen** und die **Masse** von Körpern sowie die **Dichte** von Stoffen. Masse und Volumen sind bei der Dichte miteinander verknüpft:

Die Dichte [ρ] ist das Verhältnis der Masse [m] zum Volumen [V].

$$\rho = \frac{m}{V}$$

SI-Einheit der Dichte ist das Kilogramm durch Kubikmeter (kg/m^3). 1 kg/m^3 ist gleich der Dichte eines homogenen Körpers, der bei der Masse 1 kg das Volumen 1 m^3 einnimmt.
Weitere häufig verwendete Einheiten sind:

$$1\,\frac{g}{cm^3}, \quad 1\,\frac{kg}{m^3}, \quad 1\,\frac{g}{l}$$

Durch den Einsatz unseres Sets zur Dichtebestimmung in Kombination mit unseren Waagen KERN ABS/ABJ sind Sie in der Lage die Dichte von Feststoffen und Flüssigkeiten schnell und sicher zu bestimmen. Bei der Arbeitsweise unseres Sets zur Dichtebestimmung wird das **„Archimedische Prinzip“** herangezogen:

AUFTRIEB IST EINE KRAFT. SIE GREIFT AN EINEM KÖRPER AN, DER IN EINE FLÜSSIGKEIT EINTAUCHT. DER AUFTRIEB DES KÖRPERS IST GERADE SO GROß WIE DIE GEWICHTSKRAFT DER VON IHM VERDRÄNGTEN Flüssigkeit. DIE AUFTRIEBSKRAFT WIRKT SENKRECHT NACH OBEN.

Damit erfolgt die Berechnung der Dichte nach folgenden Formeln:

Bei der Dichtebestimmung von Feststoffen

Mit unseren Waagen ist es Ihnen möglich den Feststoff sowohl in Luft [A] als auch in Wasser [B] zu wägen. Ist die Dichte des Auftriebsmediums [ρ_o] bekannt wird die Dichte des Feststoffes [ρ] wie folgt berechnet:

$$\rho = \frac{A}{A\text{-}B}\,\rho_o$$

ρ = Dichte der Probe
A = Gewicht der Probe in Luft
B = Gewicht der Probe in Hilfsflüssigkeit
ρ_o = Dichte der Hilfsflüssigkeit

Bei der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten
Die Dichte einer Flüssigkeit wird mit Hilfe eines Senkkörpers bestimmt, dessen Volumen [V] bekannt ist. Der Senkkörper wird sowohl in Luft [A], als auch in der Prüfflüssigkeit [B] gewogen.
Nach dem Archimedischen Gesetz erfährt ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper eine Auftriebskraft [G]. Diese Kraft ist dem Betrag nach gleich der Gewichtskraft der durch das Volumen des Körpers verdrängten Flüssigkeit.
Das Volumen [V] des eingetauchten Körpers ist gleich dem Volumen der verdrängten Flüssigkeit.

$$\rho = \frac{G}{V}$$

G = Auftrieb des Senkkörpers

Auftrieb des Senkkörpers =
Gewicht Senkkörper an Luft [A] **-** Gewicht Senkkörper in Prüfflüssigkeit [B]

Daraus ergibt sich:

$$\rho = \frac{A\text{-}B}{V}$$

ρ = Dichte der Probenflüssigkeit
A = Gewicht des Senkkörpers in Luft
B = Gewicht des Senkkörpers in Prüfflüssigkeit
V = Volumen des Senkkörpers*

* Ist das Volumen des Senkkörpers nicht bekannt, kann dieses durch eine Feststoffedichtemessung z. B. in Wasser bestimmt und wie folgt berechnet werden.

$$V = \frac{A\text{-}B}{\rho_w}$$

V = Volumen des Senkkörpers
A = Gewicht des Senkkörpers in Luft
B = Gewicht des Senkkörpers in Wasser
ρ_W = Dichte Wasser

2.1 Einflussgrößen und Fehlerquellen

- ⇨ Luftdruck
- ⇨ Temperatur
- ⇨ Volumenabweichung des Senkkörpers
- ⇨ Oberflächenspannung der Flüssigkeit
- ⇨ Luftblasen
- ⇨ Eintauchtiefe des Probenschale bzw. Senkkörpers
- ⇨ Porösität des Festkörpers

3 Waage vorbereiten

Bei installiertem Dichteset ist eine korrekte Justierung nicht möglich.

Erforderliche Justierung vor der Installation des Dichtesets mit der Standardwägeplatte durchführen.

Bei Waage mit internem Justiergewicht (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F)** eine interne Justierung durchführen. Nach erfolgter Justierung im Menü Justiermodus „Externe Justierung“ aktivieren. Dadurch wird vermieden, dass bei installiertem Dichteset eine interne Justierung angefordert wird.

Bei Waage mit externem Justiergewicht (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N)** eine externe Justierung durchführen.

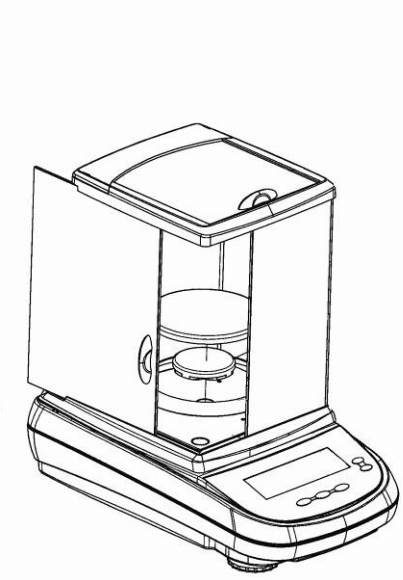
Durchführung siehe Betriebsanleitung, die der jeweiligen Waage beiliegt

4 Dichtebestimmungsset installieren

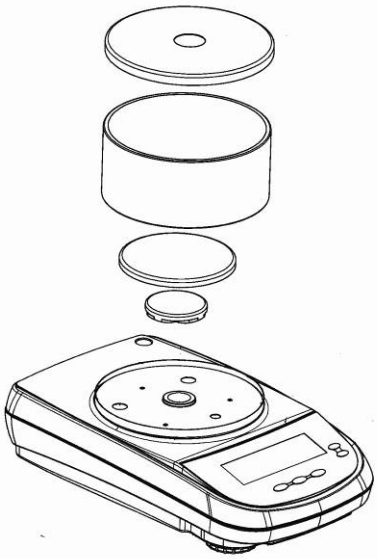
- Bei installiertem Dichteset ist eine korrekte Justierung nicht möglich.
- Zur Justierung Dichteset abnehmen und Standardwägeplatte aufsetzen.

⇨ Waage von der Stromversorgung trennen

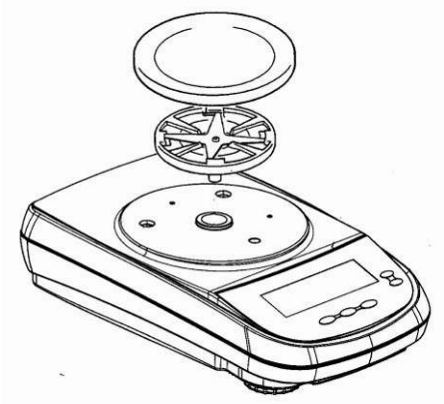
⇨ Standardwägeplatte lt. Abb. entfernen.



Modelle ALT, ALS/ALJ



Modelle PLE, PLS/PLJ, PLT; d = 0.1 mg - 1 mg

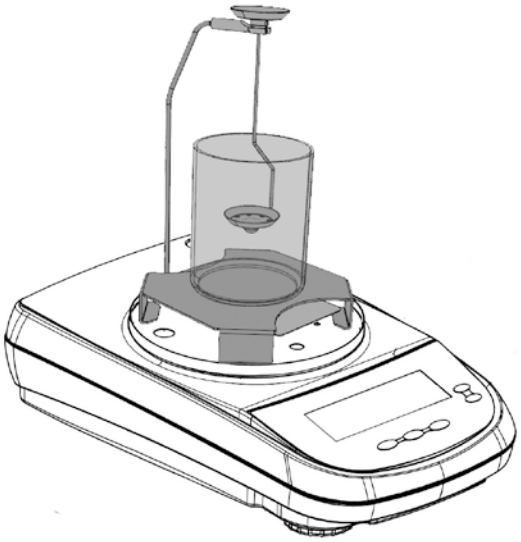


Modelle PLE, PLS/PLJ, PLT; d = 10 mg

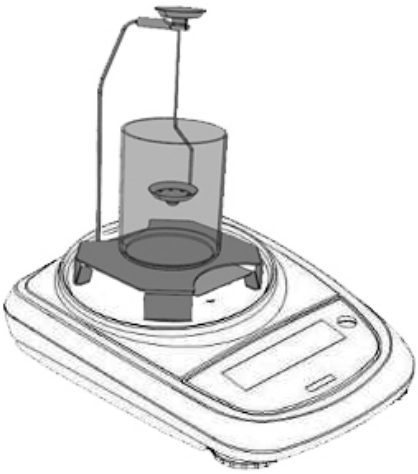
⇨ Dichtebestimmungsset installieren
(für Feststoffe s. Kap. 5, für Flüssigkeiten s. Kap. 6)

Installiertes Dichteset für Feststoffe „Präzisionswaagen“

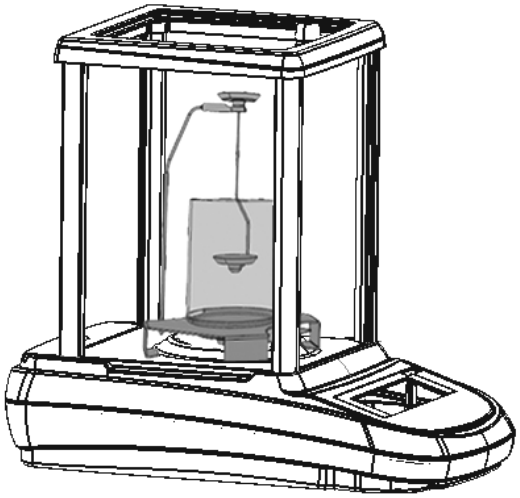
d= 10 mg



d = 0.1 mg - 1 mg



Installiertes Dichteset für Feststoffe „Analysenwaagen“



5 Dichtebestimmung von Feststoffen

Bei der Dichtebestimmung von Festkörper wird der Festkörper zuerst in Luft und anschließend in einer Hilfsflüssigkeit gewogen, deren Dichte bekannt ist. Aus der Gewichtsdifferenz resultiert der Auftrieb, aus dem die Software die Dichte berechnet. Als Hilfsflüssigkeit finden meist destilliertes Wasser oder Ethanol Verwendung, Dichtetabellen s. Kap.8.

Waage wie in Kap. 3 „Dichtebestimmungsset installieren“ beschrieben vorbereiten.

- ⇨ Halterung für den Tauchkorb auf den Konus der Wägeplatte positionieren.
- ⇨ Plattform für Glasbehälter so platzieren, dass sie die Halterung des Tauchkorbes nicht berührt.
- ⇨ Becherglas mittig auf die Plattform stellen. Darauf achten, dass es keine Berührung mit der Halterung oder dem Tauchkorb hat.
- ⇨ Tauchkorb an die Halterung hängen. Darauf achten, dass er zentriert in der Aussparung hängt.
- ⇨ Hilfsflüssigkeit in das Becherglas füllen. Soviel Flüssigkeit einfüllen, dass sich der Festkörper nach dem Eintauchen mindestens 1 cm unter dem Flüssigkeitsspiegel befindet. Thermometer eintauchen
- ⇨ Hilfsflüssigkeit / Instrumente / Probe solange temperieren bis die Temperatur konstant ist. Anwärmzeit der Waage beachten.
- ⇨ Waage an die Stromversorgung anschließen, die Waage führt einen Selbsttest durch. Mit **ON/OFF**-Taste einschalten und warten bis die Grammanzeige erscheint.

Zur Bestimmung der Dichte von Festkörpern ist der Universal-Tauchkorb für schwimmende (d > 1 g /cm^3) und sinkende (d < 1 g /cm^3) Festkörper zu verwenden.

- **d > 1 g /cm^3**

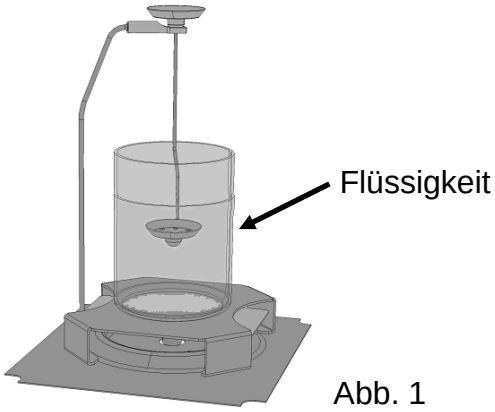


Abb. 1

Für sinkende Festkörper den Tauchkorb wie in Abb. 1 anhängen.

- **d < 1 g /cm^3**

Bei Feststoffen mit einer Dichte kleiner als 1 g/cm^3 ist eine Dichtebestimmung mit zwei unterschiedlichen Methoden möglich.

Methode 1:

Als Hilfsflüssigkeit wird eine Flüssigkeit mit geringerer Dichte als die des Feststoffes verwendet, z.B. Ethanol ca. 0,8 g/cm^3.

Diese Methode sollte angewendet werden, wenn die Dichte des Feststoffes sich nur geringfügig von der des dest. Wassers unterscheidet.

Von der Verwendung von Ethanol sollte abgesehen werden, wenn der Feststoff angegriffen wird.

⚠ Bei Arbeiten mit Ethanol müssen unbedingt die geltenden Sicherheitsbestimmungen beachtet werden.

Methode 2:

Hier wird die Probe nicht auf sondern **unter** die Probenschale gegeben. Dazu muss die Probenschale des Tauchkorbes wie in Abb. 2 mit Hilfe des mitgelieferten Inbusschlüssels umgekehrt montiert werden.
Ist der Auftrieb der Probe so groß, dass der Tauchkorb angehoben wird, diesen mit einem Zusatzgewicht in der oberen Probenschale beschweren und bei der Wägung an Luft wegtarieren.

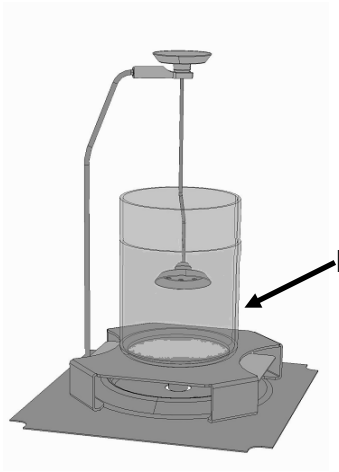


Abb. 2

Für schwimmende Festkörper den Tauchkorb wie in Abb. 2 anhängen.

5.1 Waagen mit Grafikdisplay (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

⇨ Im Wägemodus **MENU**-Taste drücken. Das Hauptmenü wird angezeigt.

⇨ Mit den Navigationstasten ⇵ Menüpunkt „Dichte“ anwählen.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuelle Einstellung wird angezeigt.

⇨ Mit den Navigationstasten ⇵ Einstellung „Festkörper“ wählen.

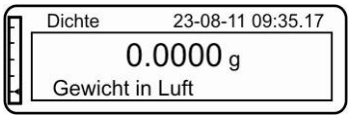


⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuelleingestellte Dichte der Hilfsflüssigkeit wird angezeigt (Werkseinstellung 1.0000 g /cm^3 für dest. Wasser bei 20°C).

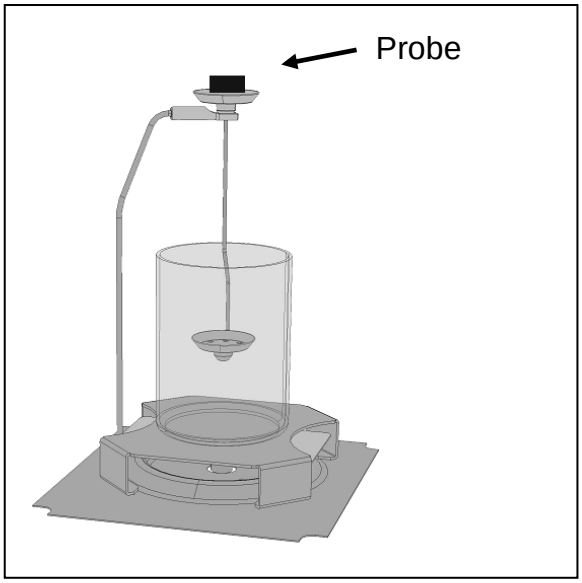


⇨ Zum Ändern (s. Tabelle Kap. 8) **TARE**-Taste drücken.
Zum Löschen **TARE**-Taste gedrückt halten. Mit den Navigationstasten ⇵ Ziffer erhöhen/verringern. Mit **TARE**-Taste nächste Ziffer anwählen. Diesen Vorgang für jede Ziffer wiederholen.

⇨ Eingabe mit **PRINT**-Taste bestätigen, die Anzeige zur Bestimmung „Gewicht in Luft“ wird angezeigt.
Sollte die Waage nicht Null anzeigen, **TARE**–Taste drücken.



⇨ Probe in die obere Probenschale legen.

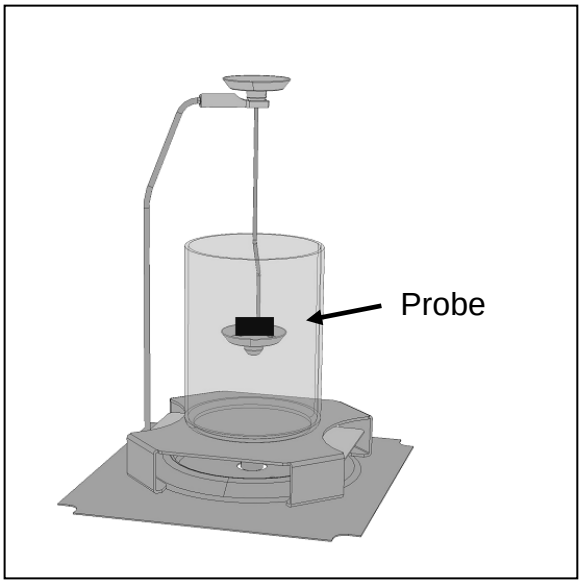


⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, dann den Gewichtswert mit **PRINT**-Taste übernehmen.



⇨ Warten, bis die Anzeige zur Bestimmung der „Probe in Hilfsflüssigkeit“ angezeigt wird. Probe entnehmen und falls nötig mit **TARE**-Taste nullstellen.

⇨ Probe in die untere Probenschale legen und möglichst blasenfrei in die Hilfsflüssigkeit eintauchen.
Darauf achten, dass die Probe mindestens 1 cm eingetaucht ist.



⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, den Gewichtswert mit **PRINT**-Taste übernehmen. Die Dichte der Probe wird angezeigt.

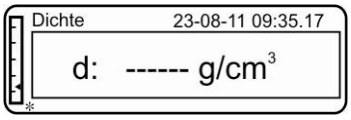


⇨ Bei Anschluss eines optionalen Druckers kann mit der **PRINT**-Taste der Anzeigenwert ausgegeben werden.

Ausdruckbeispiel (KERN YKB-01N):

07-09-11 11:14:57
d: 8.0700 g/cm^3

Sind bei der Dichtebestimmung Fehler aufgetreten wird „d-----„ angezeigt.



⇨ Für weitere Messungen zurück in den Dichtebestimmungsmodus, **MENU-**Taste drücken.



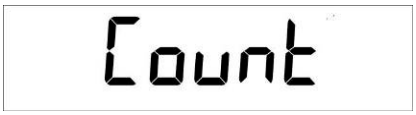
⇨ Zurück in den Wägemodus, **ON/OFF**-Taste drücken.



Deutsch

5.2 Waagen mit LCD-Anzeige (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ Im Wägemodus **MENU**-Taste drücken. Der erste Menüpunkt „count“ wird angezeigt.



⇨ **MENU**-Taste drücken



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuelle Einstellung wird angezeigt.

⇨ Mit **MENU**-Taste **„d SoLid**“ auswählen



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen. Die aktuell eingestellte Dichte der Hilfsflüssigkeit wird angezeigt (Werkseinstellung 1.0000 g /cm^3 für dest. Wasser bei 20°C).



⇨ Zum Ändern mit den Pfeiltasten 🡻 🡹 🡸 Dichte der Hilfsflüssigkeit eingeben.

⇨ Eingabe mit **PRINT**-Taste bestätigen.

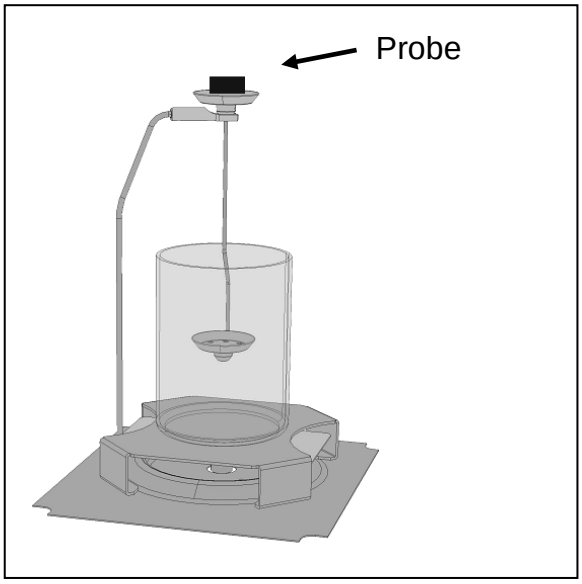
⇨ Die Anzeige zur Gewichtsbestimmung der „Probe in Luft“ wird angezeigt.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen.

⇨ Sollte die Waage nicht Null anzeigen, **TARE**–Taste drücken.

⇨ Festkörper in die obere Probenschale legen.



⇨ Stabilitätsanzeige [*] abwarten, dann den Gewichtswert „Probe in Luft“ mit **PRINT**-Taste übernehmen.

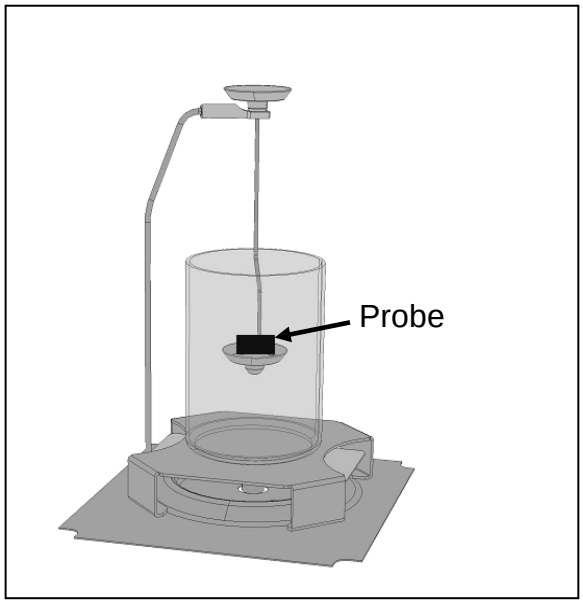
⇨ Warten bis die Anzeige zur Gewichtsbestimmung der „Probe in der Hilfsflüssigkeit“ angezeigt wird.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen.

⇨ Probe entnehmen und falls nötig mit **TARE**-Taste nullstellen.

⇨ Probe in die untere Probenschale legen und möglichst blasenfrei in die Hilfsflüssigkeit eintauchen.
Darauf achten, dass die Probe mindestens 1 cm eingetaucht ist.



⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, den Gewichtswert „Probe in der Hilfsflüssigkeit“ mit **PRINT**-Taste übernehmen. Die Dichte der Probe wird angezeigt.



⇨ Bei Anschluss eines optionalen Druckers kann mit der **PRINT**-Taste der Anzeigenwert ausgegeben werden.

Ausdruckbeispiel (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm^3

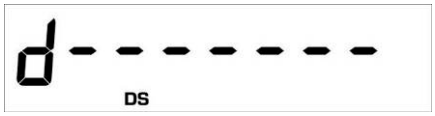
Zurück in den Wägemodus

⇨ **ON/OFF**-Taste drücken



⇨ oder mit **MENU**-Taste neuen Messzyklus starten.

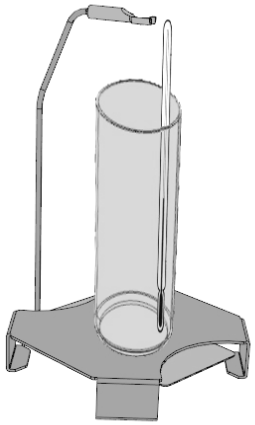
Sind bei der Dichtebestimmung Fehler aufgetreten wird „d-----„ angezeigt.



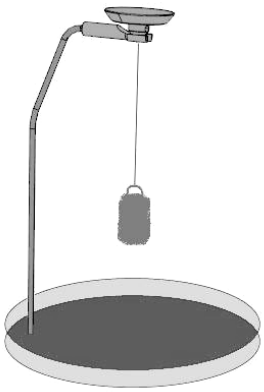
6 Dichtebestimmung von Flüssigkeiten

Bei der Dichtebestimmung von Flüssigkeiten wird ein Glassenkkörper verwendet, dessen Dichte bekannt ist. Der Glassenkkörper wird zuerst in Luft und anschließend in der Flüssigkeit gewogen, deren Dichte zu bestimmen ist. Aus der Gewichtsdifferenz resultiert der Auftrieb, aus dem die Software die Dichte berechnet.
Waage wie in Kap. 3 „Dichtebestimmungsset installieren“ beschrieben vorbereiten.

- ⇨ Halterung für den Tauchkorb auf den Konus der Wägeplatte positionieren.
- ⇨ Plattform für Glasbehälter so platzieren, dass sie die Halterung des Tauchkorbes nicht berührt.
- ⇨ Hohes Becherglas mittig auf die Plattform stellen. Thermometer einhängen.



- ⇨ Senkkörper bereitstellen



- ⇨ Prüfflüssigkeit / Instrumente / Senkkörper solange temperieren bis die Temperatur konstant ist. Anwärmzeit der Waage beachten.
- ⇨ Waage an die Stromversorgung anschließen, die Waage führt einen Selbsttest durch .Mit **ON/OFF**-Taste einschalten und warten bis die Grammanzeige erscheint.

6.1 Waagen mit Grafikdisplay (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

⇨ Im Wägemodus **MENU**-Taste drücken. Das Hauptmenü wird angezeigt.

⇨ Mit den Navigationstasten ⇵ Menüpunkt „Dichte“ anwählen.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuelle Einstellung wird angezeigt.

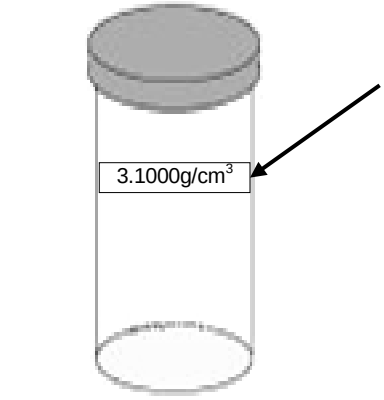
⇨ Mit den Navigationstasten ⇵ Einstellung „Flüssigkeit“ wählen.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuell eingestellte Dichte des Senkkörpers wird angezeigt (Werkseinstellung 3.0000 g/cm^3).

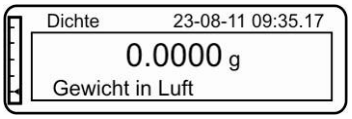


⇨ Dichte des Senkkörpers an der Aufbewahrungsdose ablesen und eingeben. Zum Löschen **TARE**-Taste gedrückt halten. Mit den Navigationstasten ⇵ Ziffer erhöhen/verringern. Mit **TARE**-Taste nächste Ziffer anwählen. Diesen Vorgang für jede Ziffer wiederholen.





⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen. Die Anzeige zur Gewichtsbestimmung des „Senkkörpers in Luft“ wird angezeigt.



⇨ Sollte die Waage nicht Null anzeigen, **TARE** drücken.

⇨ Senkkörper anhängen.



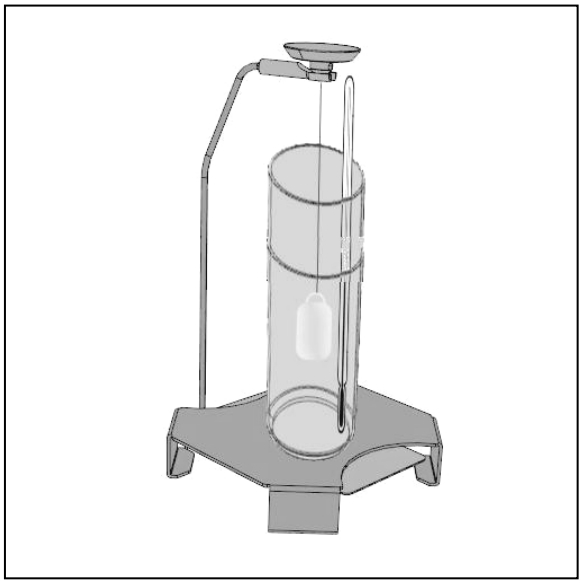
⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, den Gewichtswert mit **PRINT**-Taste übernehmen



⇨ Warten, bis die Anzeige zur Gewichtsbestimmung des „Senkkörpers in der Prüfflüssigkeit“ angezeigt wird.
Senkkörper entnehmen und falls nötig mit **TARE**-Taste nullstellen.

⇨ Becherglas mit Prüfflüssigkeit füllen

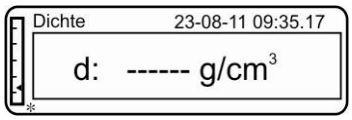
⇨ Senkkörper möglichst blasenfrei in die Prüfflüssigkeit eintauchen.
Darauf achten, dass der Senkkörper mindestens 1 cm eingetaucht ist.



⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, den Gewichtswert mit **PRINT**-Taste übernehmen. Die Dichte der Prüfflüssigkeit bei der vom Thermometer angezeigten Temperatur wird angezeigt.



Sind bei der Dichtebestimmung Fehler aufgetreten wird „d-----„ angezeigt.



⇨ Bei Anschluss eines optionalen Druckers kann mit **PRINT** der Anzeigenwert ausgegeben werden.

Ausdruckbeispiel (KERN YKB-01N):

```
07-09-11      11:14:57
d:   0.9748 g/cm3
```

⇨ Für weitere Messungen zurück in den Dichtebestimmungsmodus, **MENU-**Taste drücken.



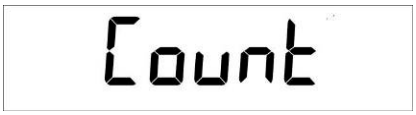
⇨ Zurück in den Wägemodus, **ON/OFF**-Taste drücken.



Deutsch

6.2 Waagen mit LCD-Anzeige (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ Im Wägemodus **MENU**-Taste drücken. Der erste Menüpunkt „count“ wird angezeigt.



⇨ **MENU**-Taste drücken



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuelle Einstellung wird angezeigt.

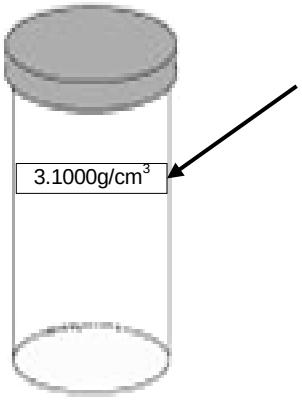
⇨ Mit **MENU**-Taste **„d Liquid**“ auswählen



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen, die aktuell eingestellte Dichte des Senkkörpers wird angezeigt (Werkseinstellung 3.0000 g/cm^3).



⇨ Dichte des Senkkörpers an der Aufbewahrungsdose oder Aufhängung ablesen und eingeben. Zum Löschen **TARE**-Taste gedrückt halten. Mit den Navigationstasten ⇵ Ziffer erhöhen/verringern. Mit **TARE**-Taste nächste Ziffer anwählen. Diesen Vorgang für jede Ziffer wiederholen.



⇨ Eingabe mit **PRINT**-Taste bestätigen. Die Anzeige zur Gewichtsbestimmung des „Senkkörpers in Luft“ wird angezeigt.



⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen.
Sollte die Waage nicht Null anzeigen, **TARE** drücken.

⇨ Senkkörper mittig anhängen.



⇨ Stabilitätsanzeige [*] abwarten, den Gewichtswert „Senkkörper an Luft“ mit **PRINT**-Taste übernehmen.

⇨ Warten, bis die Anzeige zur Gewichtsbestimmung des „Senkkörpers in der Prüfflüssigkeit“ angezeigt wird.

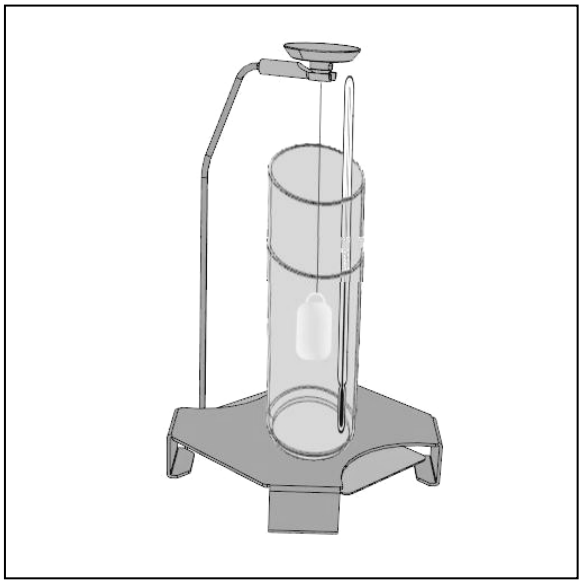


⇨ Mit **PRINT**-Taste bestätigen.

⇨ Senkkörper entnehmen und falls nötig mit **TARE**-Taste nullstellen.

⇨ Becherglas mit der Prüfflüssigkeit füllen

⇨ Senkkörper möglichst blasenfrei in die Prüfflüssigkeit eintauchen.
Darauf achten, dass der Senkkörper mindestens 1 cm eingetaucht ist.



⇨ Stabilitätsanzeige [✱] abwarten, den Gewichtswert „Senkkörper in Prüfflüssigkeit“ mit **PRINT**-Taste übernehmen. Die Dichte der Prüfflüssigkeit bei der vom Thermometer angezeigten Temperatur wird angezeigt.



⇨ Bei Anschluss eines optionalen Druckers kann mit der **PRINT**-Taste der Anzeigenwert ausgegeben werden.

Ausdruckbeispiel (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm^3

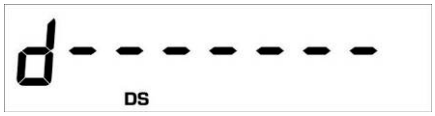
Zurück in den Wägemodus

⇨ **ON/OFF**-Taste drücken



⇨ oder mit **MENU**-Taste neuen Messzyklus starten.

Sind bei der Dichtebestimmung Fehler aufgetreten wird „d-----„ angezeigt.



7 Bedingungen für präzise Messungen

Es gibt zahlreiche Fehlermöglichkeiten bei der Dichtebestimmung.
Genaue Kenntnis und Vorsicht sind notwendig um präzise Ergebnisse bei der Benutzung dieses Dichtesets in Verbindung mit der Waage zu erhalten.

7.1 Berechnung der Ergebnisse

Bei der Dichtebestimmung durch die Waage werden die Ergebnisse immer mit 4 Nachkommastellen angezeigt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Ergebnisse bis zur letzten Anzeigestelle genau sind, wie bei einem errechneten Wert. Dabei sind die für die Berechnungen verwendeten Wägeergebnisse kritisch zu betrachten.
Beispiel zur Bestimmung der Festkörperdichte:
Um hochwertige Ergebnisse zu gewährleisten, müssen sowohl Zähler als auch Nenner der folgenden Formel die gewünschte Genauigkeit aufweisen. Wenn einer von beiden instabil oder fehlerhaft ist, ist das Ergebnis ebenfalls instabil oder fehlerhaft.

$$\rho = \frac{A}{A\text{-}B}\,\rho_o$$

ρ = Dichte der Probe
A = Gewicht der Probe in Luft
B = Gewicht der Probe in Hilfsflüssigkeit
ρ_o = Dichte der Hilfsflüssigkeit

7.2 Einflußfaktoren für Meßfehler

7.2.1 Luftblasen

Eine kleine Blase mit einem Durchmesser von 1 mm bewirkt einen Auftrieb von 0.5 mg, während eine solche mit 2mm Ø bereits einen Auftrieb von 4 mg erzeugt.
Daher sicherstellen, dass keine Luftblasen an dem in Flüssigkeit eingetauchten Fest- oder Senkkörper haften.
Eine ölige Oberfläche verursacht Luftblasen beim Eintauchen in die Flüssigkeit, deshalb

- Lösungsmittelbeständige Feststoffprobe entfetten
- Alle eintauchenden Teile regelmäßig reinigen und nicht mit bloßen Fingern berühren.

Feststoffproben (besonders flache Gegenstände) nicht außerhalb der Flüssigkeit auf die Probenschale legen, denn beim gemeinsamen Eintauchen ergeben sich dadurch Luftblasen.

7.2.2 Temperatur

Festkörper sind normalerweise unempfindlich gegen Temperaturveränderungen, folglich sind die entsprechenden Dichteveränderungen vernachlässigbar. Allerdings muss man bei der zur Dichtebestimmung von Festkörpern verwendeten Flüssigkeit auf die Temperatur achten, da jede Temperaturänderung um ein °C eine Änderung der Dichte von 0,1 bis 1% verursacht. Dieser Effekt wirkt sich auf die dritte Dezimalstelle des Ergebnisses aus.

7.2.3 Feststoffeprobe

Wenn die Probe ein zu großes Volumen besitzt und in die Flüssigkeit eingetaucht wird, steigt der Flüssigkeitsstand im Becherglas an. Dies führt dazu, dass ein Teil der Aufhängung der Probenschale ebenfalls untergetaucht wird und so den Auftrieb erhöht. Demzufolge wird das Gewicht der Probe in der Flüssigkeit leichter.
Proben, die das Volumen ändern oder Flüssigkeiten aufnehmen, können nicht gemessen werden.

7.2.4 Flüssigkeiten

Feststoffe sind im Allgemeinen auf Temperaturschwankungen so wenig empfindlich, dass die entsprechenden Dichteänderungen nicht von Belang sind. Da jedoch bei der Dichtebestimmung von Feststoffen nach dem „Archimedischen Prinzip“ mit einer Hilfsflüssigkeit gearbeitet wird, ist deren Temperatur zu berücksichtigen. Bei Flüssigkeiten wirkt sich die Temperatur stärker aus und verursacht Dichteänderungen in der Größenordnung von 0.1 bis 1‰ pro °C. Damit wird bereits die dritte Nachkommastelle des Resultates beeinflusst.

7.2.5 Oberfläche

Die Aufhängung der Probenschale durchstößt die Flüssigkeitsoberfläche. Dieser Zustand ändert sich laufend. Wenn die Probe oder der Senkkörper relativ klein ist, verschlechtert die Oberflächenspannung die Reproduzierbarkeit. Unter Zugabe einer kleinen Menge Tensid (Spülmittel) wird die Oberflächenspannung vernachlässigbar und die Reproduzierbarkeit erhöht.

7.3 Allgemeine Informationen

7.3.1 Dichte / relative Dichte

Die relative Dichte ist das Gewicht eines Prüfkörpers geteilt durch das Gewicht von Wasser (bei 4° Celsius) desselben Volumens. Deshalb hat die relative Dichte keine Einheit. Dichte ist die Masse, geteilt durch das Volumen.
Wenn die relative Dichte anstatt der Dichte einer Flüssigkeit in die Formel eingesetzt wird, ergibt sich ein falsches Ergebnis. Für eine Flüssigkeit ist nur ihre Dichte aussagekräftig.

7.3.2 Drift der Waagenanzeige

Ein Driften der Waage hat keinen Einfluss auf das Endergebnis der Dichtebestimmung, obwohl das angezeigte Gewicht der Wägung in Luft davon betroffen ist. Es sind nur genaue Werte notwendig, wenn mit einem Senkkörper die Dichte von Flüssigkeiten bestimmt wird.
Bei Änderung der Raumtemperatur oder des Standortes ist eine Justierung der Waage erforderlich. Dazu das Dichteset abnehmen und die Justierung mit der Standardwägeplatte durchführen.

8 Dichtetabelle für Flüssigkeiten

Temperatur [°C]	Dichte ρ [g/cm^3]		
	Wasser	Ethyl-alkohol	Methyl-alkohol
10	0.9997	0.7978	0.8009
11	0.9996	0.7969	0.8000
12	0.9995	0.7961	0.7991
13	0.9994	0.7953	0.7982
14	0.9993	0.7944	0.7972
15	0.9991	0.7935	0.7963
16	0.9990	0.7927	0.7954
17	0.9988	0.7918	0.7945
18	0.9986	0.7909	0.7935
19	0.9984	0.7901	0.7926
20	0.9982	0.7893	0.7917
21	0.9980	0.7884	0.7907
22	0.9978	0.7876	0.7898
23	0.9976	0.7867	0.7880
24	0.9973	0.7859	0.7870
25	0.9971	0.7851	0.7870
26	0.9968	0.7842	0.7861
27	0.9965	0.7833	0.7852
28	0.9963	0.7824	0.7842
29	0.9960	0.7816	0.7833
30	0.9957	0.7808	0.7824
31	0.9954	0.7800	0.7814
32	0.9951	0.7791	0.7805
33	0.9947	0.7783	0.7896
34	0.9944	0.7774	0.7886
35	0.9941	0.7766	0.7877

9 Gebrauchshinweise

- Zur Bildung eines reproduzierbaren Mittelwerts sind mehrere Dichtemessungen erforderlich
- Lösungsmittelbeständige Probe/Glassenkkörper/Becherglas entfetten.
- Probenschalen/Glassenkkörper/Becherglas regelmäßig reinigen, eintauchenden Teil nicht mit den Händen berühren
- Probe/Glassenkkörper/Pinzette nach jeder Messung trocknen.
- Probengröße der Probenschale anpassen (ideale Probengröße > 5 g).
- Nur destilliertes Wasser verwenden.
- Probenschalen und Senkkörper beim ersten Eintauchen leicht schütteln, um evt. Luftblasen zu lösen.
- Unbedingt darauf achten, dass beim Wiedereintauchen in die Flüssigkeit keine zusätzlichen Luftbläschen anhaften; besser Probe mit Pinzette auflegen.
- Stark anhaftende Luftblasen mit einem feinen Pinsel o.ä. Hilfsmittel abstreifen.
- Um anhaftende Luftbläschen zu vermeiden, Probe mit rauher Oberfläche vorher glätten.
- Achten Sie darauf, dass bei Wägung mit der Pinzette kein Wasser auf die obere Probenschale tropft.
- Um die Oberflächenspannung von Wasser und die Reibung der Flüssigkeit am Draht zu reduzieren, der Messflüssigkeit drei Tropfen eines handelsüblichen Tensids (Spülmittel) beigeben (die Dichteänderung von dest. Wasser durch Beigabe von Tensids kann vernachlässigt werden).
- Ovale Proben können durch Einritzen von Kerben mit der Pinzette leichter gefasst werden.
- Die Dichte von porösen Feststoffen lässt sich nur annähernd bestimmen. Beim Eintauchen in die Messflüssigkeit wird nicht die gesamte Luft aus den Poren verdrängt, dies führt zu Auftriebsfehlern.
- Um starke Erschütterungen der Waage zu vermeiden, Probe vorsichtig auflegen.
- Statische Aufladungen vermeiden, z. Bsp. Glassenkkörper nur mit Baumwolltuch trocknen.
- Unterscheidet sich die Dichte Ihres Feststoffes nur geringfügig von der des dest. Wasser, kann als Messflüssigkeit Ethanol eingesetzt werden. Prüfen Sie aber vorab, ob die Probe lösungsmittelbeständig ist. Außerdem müssen beim Arbeiten mit Ethanol unbedingt die geltenden Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.
- Glassenkkörper sorgfältig behandeln
  (kein Garantieanspruch bei Beschädigung).
- Zur Vermeidung von Korrosionsschäden Dichteset nicht über einen längeren Zeitraum in Flüssigkeit eingetaucht stehen lassen.