

## Gruppe 3

### Arbeitsplatz Flüssigkeiten und Messtechnik

- **Bestimmung der Dichte mittels Pyknometer**

#### **Siehe Extra Blatt**

Um das Volumen des Pyknometers und des Stopfens möglichst genau zu bestimmen muss eine Kalibrierung erfolgen. Dazu sind vor allem die trockenen Massen des Pyknometers und des Stopfens genau zu bestimmen, da diese Messung nicht wiederholt werden kann.

Dann ist das Pyknometer komplett mit Wasser zu füllen und auszuwiegen.

**Erhitzen Sie das Wasser mittels Heizplatte mit Rührfisch und ohne!**

**Die Dichte von Wasser ist in einem Bereich von 40 °C – 60 °C mittels Pyknometer zu betimmen.**

Überlegen Sie, welche Rolle am Feststoff anhaftende Gasbläschen spielen, wann dieser Fehler insbesondere auftritt und wie er gemindert bzw. beseitigt werden kann.

**Tauchen Sie die Temperatursensoren ruckartig von kalten ins warme Wasser.**

**Was beobachten Sie ?**

**Wie warm ist das Wasser**

## Dichtebestimmung mit Hilfe von Pyknometern

Pyknometer sind ganz allgemein Wägegefäße, deren genauer Inhalt durch Auswiegen mit Wasser bestimmt wird. Durch ihre Bauart erlauben sie eine besonders genaue Reproduzierbarkeit ihres Volumens. Besonders zu beachten ist dabei, dass das gesamte Flüssigkeitsvolumen vollkommen luftblasenfrei sein muss.

Die Probe bzw. das zum Kalibrieren verwendete Wasser wird im Pyknometer in einem Thermostat (geregeltes Wasserbad) möglichst genau temperiert ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$  oder besser!).

Die Massenbestimmung des Pyknometerinhaltes erfolgt durch Differenzwägung voll – leer.

### Achtung !

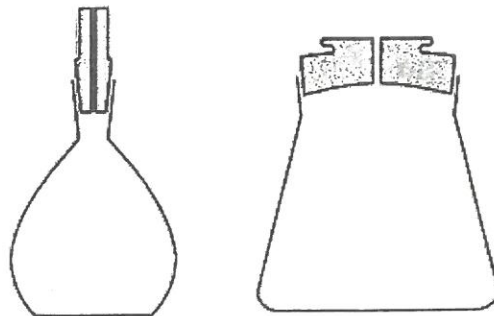
Die Volumsangabe des Herstellers am Pyknometer darf nur als guter Richtwert angesehen werden! Eine genaue Kalibrierung ist fast immer nötig und sollte auch nach jeder "kräftigeren" Reinigung oder in gewissen Zeitabständen wiederholt werden.

### Kölbchenpyknometer:

Von dieser Pyknometerart gibt es entsprechend ihrer Anwendung zwei unterschiedliche Bauformen:

Zu Bestimmungen an Flüssigkeiten verwendet man **Pyknometer nach Gay-Lussac** mit relativ enger Einfüllöffnung, zur Dichtebestimmung an sehr zähen Proben oder an Feststoffen nimmt man **Pyknometer nach Hubbard**.

Zur Dichtebestimmung bei  $20^\circ\text{C}$  wird die Flüssigkeit bei etwas tieferer Temperatur in das Pyknometerkölbchen eingefüllt. Man füllt dabei etwas mehr Probe ein, als bei aufgesetztem Stopfen Platz hat. Der Stopfen wird dann so eingesetzt, dass die gesamte Luft vollständig verdrängt wird und der Flüssigkeitsüberschuss zwischen den Schliffflächen und durch die Stopfenbohrung austritt.



Beim anschließenden Thermostatisieren tritt noch etwas Probe durch die Bohrung aus.

Nach dem Temperaturangleich, der je nach Kölbchengröße mindestens 20–30 Minuten benötigt, wird das Pyknometer dem Wasserbad entnommen und sofort die oben am Stopfen ausgetretene Flüssigkeit abgestreift. Dabei darf aber keine Flüssigkeit aus der Bohrung gesaugt werden.

Danach wird das Pyknometer vollständig trockengewischt, wobei besonders auf die Flüssigkeitsspuren im Zwickel zwischen Stopfen und Einfüllöffnung zu achten ist.

Abschließend wird dann so schnell wie möglich zur Auswaage gebracht, um ein Verdampfen der Probe an der Stopfenöffnung zu vermeiden.

## Wasser und Dichte

Die Dichte hängt beim Wasser, wie auch bei anderen Stoffen, ab von der Temperatur und vom Druck. Außerdem spielen gelöste Stoffe eine Rolle: Auch in entmineralisiertem Wasser sind normalerweise Gase gelöst, da das Wasser ja im Normalfall ständig mit Luft in Kontakt ist.

Dichte von reinem, luftfreiem Wasser bei Normaldruck (101300 Pa ("Pascal"), = 1013 mbar)

Temp.(°C) Dichte (kg/m<sup>3</sup>)

Temp.(°C) Dichte (kg/m<sup>3</sup>)

0	999,84
1	999,90
2	999,94
3	999,96
4	999,97
5	999,96
6	999,94
7	999,90
8	999,85
9	999,78
10	999,70
11	999,60
12	999,50
13	999,38
14	999,24
15	999,10
16	998,94
17	998,77
18	998,59
19	998,40
20	998,20
21	997,99

22	997,77
23	997,54
24	997,29
25	997,04
26	996,78
27	996,51
28	996,23
29	995,94
30	995,64
31	995,34
32	995,02
33	994,70
34	994,37
35	994,03
36	993,68
37	993,32
38	992,96
39	992,59
40	992,21

Die Abhängigkeit der Wasser-Dichte vom Druck ist verhältnismäßig gering. Je 1 bar (=100000 Pa) Druckerhöhung erhöht sich die Dichte um ca. 0,046 kg/m<sup>3</sup> (gilt bis ca. 50 bar). Normale Luftdruckschwankungen haben auf die Dichte des Wassers demnach praktisch keinen Einfluss.

Gelöste Luft beeinflusst die Wasserdichte nur in geringem Maße. Die Dichte von bei Normaldruck mit Luft gesättigtem Wasser kann nach der Formel von Bignell berechnet werden:

$$D(lgW) = D(lfW) + (-0,004612 + 0,000106 * Temp) \text{ kg/m}^3$$

D(lgW): Dichte des luftgesättigten Wassers

D(lfW): Dichte des luftfreien Wassers

Temp: Temperatur in °C