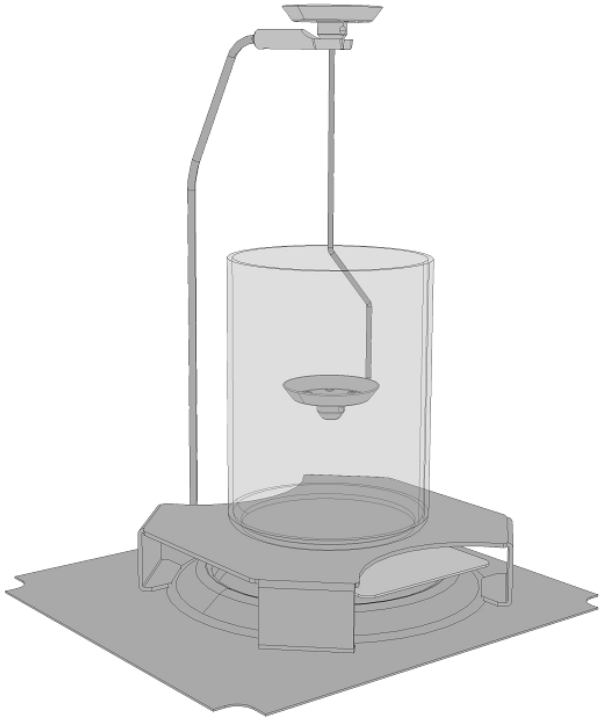
KERN & Sohn GmbH
Ziegelei 1
D-72336 Balingen
E-mail: info@kern-sohn.com
Tel.: +49-[0]7433-9933-0
Fax: +49-[0]7433-9933-149
Internet: www.kern-sohn.com

Gebruiksaanwijzing
Set voor dichtheidsbepalingen voor de analyse- en precisieweegschalen 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

Versie 1.0
01/2013
NL



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

NL

KERN ALT-A02 / PLT A01

Versie 1.0 01/2013

Gebruiksaanwijzing
Set voor dichtheidsbepalingen
voor de analyse- en precisieweegschalen
KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N

Inhoudsopgave:

1 INLEIDING ... 3

1.1 LEVERINGSOMVANG ... 4

2 DE REGEL VAN DICHTHEIDSBEPALING ... 5

2.1 INVLOEDGROOTHEDEN EN FOUTBRONNEN ... 6

3 DE WEEGSCHAAL VOORBEREIDEN ... 7

4 INSTALLATIE VAN DE SET VOOR DICHTHEIDSBEPALINGEN ... 8

5 DICHTHEIDSBEPALING VAN VASTE STOFFEN ... 10

5.1 WEEGSCHALEN MET GRAFISCHE AFLEESEENHEID (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) ... 13
5.2 WEEGSCHALEN MET LCD DISPLAY (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) 17

6 DICHTHEIDSBEPALING VAN VLOEISTOFFEN ... 20

6.1 WEEGSCHALEN MET GRAFISCHE AFLEESEENHEID (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F) ... 21
6.2 WEEGSCHALEN MET LCD DISPLAY (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N) 25

7 VOORWAARDEN VOOR PRECIEZE METINGEN ... 28

7.1 RESULTATEN BEREKENEN ... 28
7.2 DE FACTOREN DIE OP DE METINGFOUT INVLOED HEBBEN ... 28
7.2.1 Luchtbellen ... 28
7.2.2 Temperatuur ... 28
7.2.3 Het monster van de vaste stof ... 29
7.2.4 Vloeistoffen ... 29
7.2.5 De oppervlakte ... 29
7.3 ALGEMENE INFORMATIE ... 29
7.3.1 Dichtheid/ relatieve dichtheid ... 29
7.3.2 Drijf van de weegschaalaanduiding ... 29

8 TABEL VAN VLOEISTOFDICHTHEID ... 30

9 GEBRUIKSOPMERKINGEN ... 31

1 Inleiding

Sets voor dichtheidsbepalingen ALT-02 en PLT-01 verschillen van elkaar door bevestiging van weegplateau. Set voor dichtheidsbepalingen dat toepasselijk voor eigen weegschaal is, kan gekozen worden door gebruik maken van onderstaand overzicht.

KERN ALT-A02	**KERN PLT-A01**
Set voor dichtheidsbepaling voor analyse- en precisieweegschalen 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 voor dichtheidsbepaling voor analyse- en precisieweegschalen d = 10 mg **KERN PLT-A, PLT-F** **PLS-A / PLJ-A,** **PLS-F / PLJ-F**

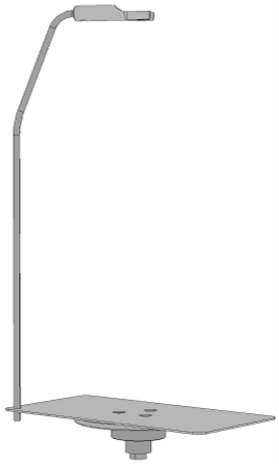
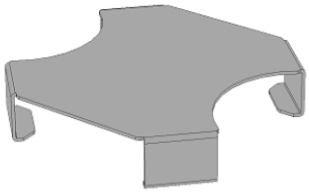
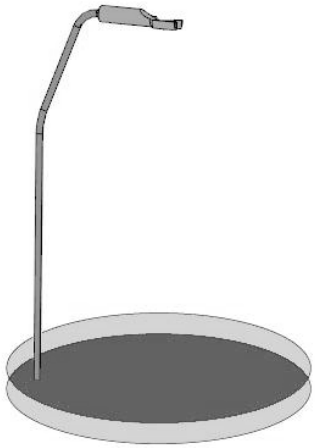
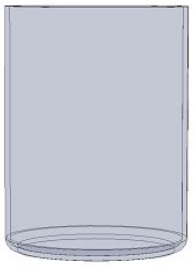
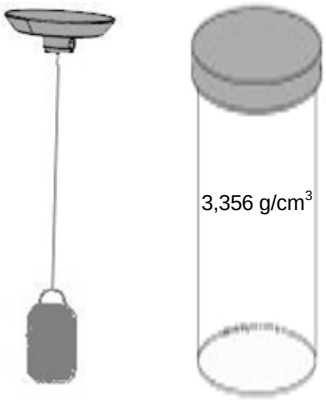


- Om een betrouwbaar en storingvrij bedrijf te verzekeren dient de gebruiksaanwijzing nauwkeurig te worden gelezen.
- In onderhavige gebruiksaanwijzing worden enkel werkzaamheden beschreven die met de set voor dichtheidsbepalingen worden uitgevoerd. Verdere informatie betreffende de weegschaalbediening bevindt zich in de gebruiksaanwijzing van elke weegschaal.

1.1 Leveringsomvang

⇨ Direct na uitpakken dient men te controleren of de verpakking en de set voor dichtheidsbepalingen geen eventuele zichtbare uiterlijke beschadigingen vertonen.

⇨ Men dient zeker te gaan dat alle toegankelijke elementen compleet zijn.

		
Greep van indompelkorf	Universele indompelkorf voor drijvende en dalende vaste stoffen	Onderbouw van de glazen tank
	 ∅ 70 mm, hoogte 95 mm	 ∅ 55 mm, hoogte150 mm
Zinkloodgreep	Glazen meetbeker voor dichtheidsbepaling van vaste stoffen	Glazen meetbeker voor dichtheidsbepaling van vloeistoffen
		
Thermometer	Zinklood met opslagbox	Inbussleutel

2 De regel van dichtheidsbepaling

Drie belangrijke natuurkundige grootheden zijn: het volume en het gewicht van de lichamen als ook de dichtheid van stoffen. Het gewicht en het volume worden met elkaar door de dichtheid gekoppeld.

De dichtheid [ρ] is de verhouding van het gewicht [m] ten opzichte van het volumen [V].

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

De dichtheid wordt in het SI uitgedrukt in kilogram per kubieke meter (kg/m^3). 1 kg/m3 is gelijk aan de dichtheid van een homogeen lichaam dat bij het gewicht van 1 kg het volumen van 1 m3 inneemt.
Andere vaak gebruikte eenheden zijn:

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

Door het gebruik van onze set voor dichtheidsbepalingen in combinatie met onze weegschalen KERN ABS/ABJ kan men snel en zeker de dichtheid van vaste en vloeistoffen bepalen. De werkwijze van de set voor dichtheidsbepaling gebruikt de "**wet van Archimedes**":

DE OPWAARTSE KRACHT IS EEN KRACHT. ZE TAST EEN LICHAAM AAN DAT IN VLOEISTOF IS ONDERGEDOMPELD. DE OPWAARTSE KRACHT IS EVEN GROOT ALS HET GEWICHT VAN DE VERPLAATSTE VLOEISTOF. DE OPWAARTSE KRACHT WERKT LOODRECHT NAAR BOVEN.

De dichtheid wordt hiermee op basis van onderstaande module berekend:

Bij de dichtheidsbepaling van vaste stoffen

Met behulp van onze weegschalen kan men een vaste stof zowel in de lucht [A] als ook in het water [B] wegen. Indien de dichtheid van het verplaatste medium [ρ_o] bekend is, wordt de dichtheid van vaste stof [ρ] als volgt berekend:

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

ρ = Monsterdichtheid
A = Het monstergewicht in de lucht
B = Het monstergewicht in de hulpvloeistof
ρ_o = De dichtheid van de hulpvloeistof

Bij dichtheidsbepaling van vloeistoffen
De dichtheid van een vloeistof wordt bepaald met behulp van zinklood waarvan het volumen [V] bekend is. Het zinklood wordt zowel in de lucht [A] als ook in de gemeten vloeistof [B] gewogen.
Conform de wet van Archimedes werkt op een ondergedompeld lichaam een opwaartse kracht [G]. Deze kracht is even groot als de gewichtkracht (het gewicht) van de verplaatste vloeistof.

Het volumen [V] van het ondergedompelde lichaam is gelijk aan het volumen van de verplaatste vloeistof.

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

G = Opwaartse kracht van zinklood

Opwaartse kracht van zinklood =
Het gewicht van zinklood in de lucht [A] **–** Het gewicht van zinklood in de gemeten vloeistof [B]

Dus:

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

ρ = Dichtheid van de meetvloeistof
A = Het gewicht van het zinklood in de lucht
B = Het gewicht van het zinklood in de gemeten vloeistof
V = Volumen van het zinklood*

* Indien het volumen van het zinklood niet bekend is, kan het door een meting van dichtheid van de vaste stof worden bepaald, bv. in water, en als volgt worden berekend.

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

V = Volumen van zinklood
A = Het gewicht van het zinklood in de lucht
B = Het gewicht van het zinklood in water
ρ_W = Waterdichtheid

2.1 Invloedgrootheden en foutbronnen

⇨ Luchtdruk
⇨ Drogingtemperatuur
⇨ Wijziging van het zinkloodvolumen
⇨ Oppervlaktespanning van de vloeistof
⇨ Luchtbellen
⇨ Indompeldiepte van de monsterschaal of zinklood
⇨ Porositeit van de vaste stof

3 De weegschaal voorbereiden

Bij de geïnstalleerde set voor dichtheidsbepalingen is correct justeren niet mogelijk.

Het nodige justeren van de weegschaal met standaard weegschaalplateau uit te voeren voordat de set voor dichtheidsbepaling wordt geïnstalleerd.

Bij modellen met een intern kalibratiegewicht (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F)** intern justeren uitvoeren. Na succesvol justeren in het menu de justeermodus "Extern justeren" activeren. Het is mogelijk hiermee te vermijden om extern justeren met geïnstalleerde set voor dichtheidsbepaling uit te voeren.

Bij weegschalen met een extern kalibratiegewicht (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N)** extern justeren uitvoeren.

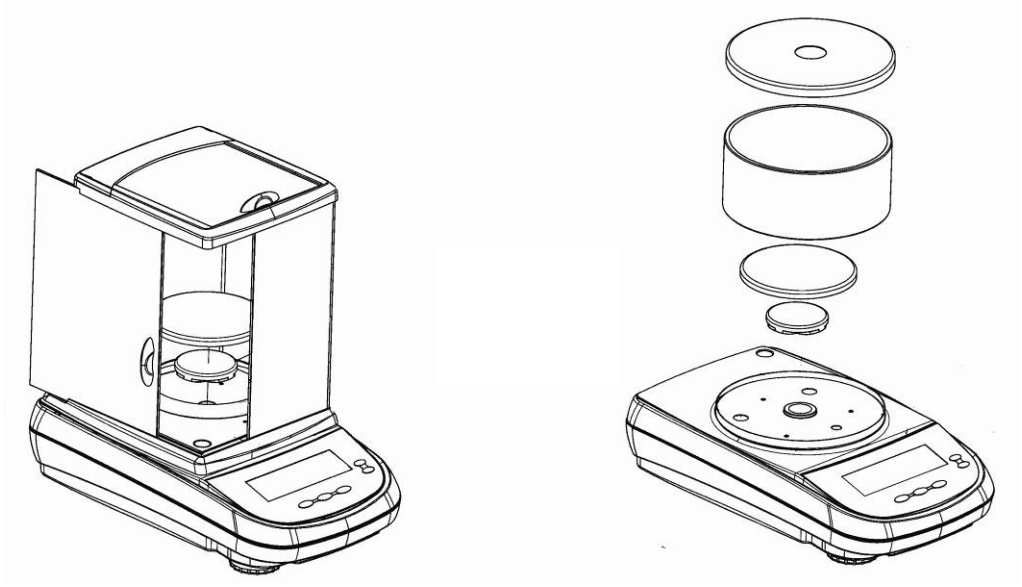
Hoe te handelen, zie gebruiksaanwijzing bij de juiste weegschaal.

4 Installatie van de set voor dichtheidsbepalingen

- Bij de geïnstalleerde set voor dichtheidsbepalingen is correct justeren niet mogelijk.
- Om te justeren dient de set voor dichtheidsbepalingen te worden afgenomen en het standaard weegschaalplateau te worden opgezet.

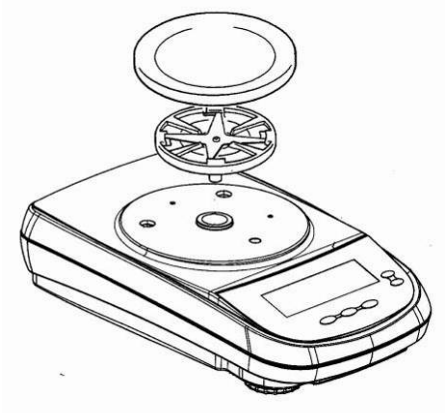
⇨ De elektrische voeding van de weegschaal loskoppelen.

⇨ Het standaard weegschaalplateau afnemen zoals op de afbeelding weergegeven.



Modellen ALT, ALS/ALJ

Modellen PLE, PLS/PLJ, PLT; d = 0,1 mg – 1 mg

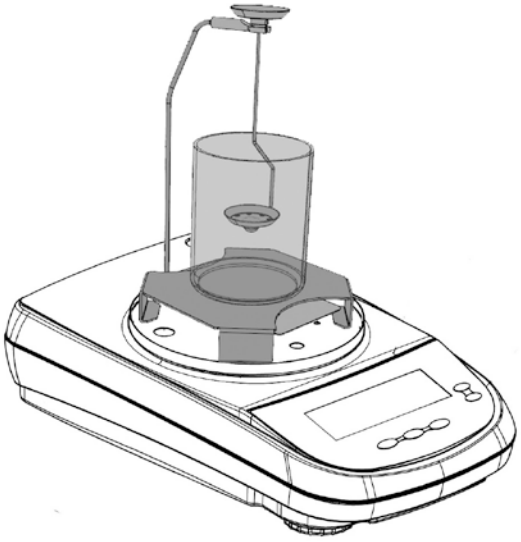


Modellen PLS/PLJ, PLT; d = 10 mg

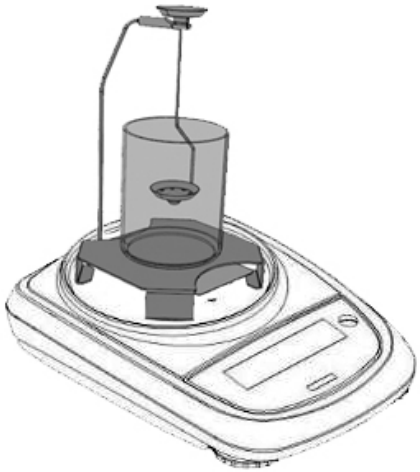
⇨ De set voor dichtheidsbepaling installeren.
(voor vaste stoffen, zie hoofdstuk 5, voor vloeistoffen, zie hoofdstuk 6)

Geïnstalleerde set voor dichtheidsbepaling van vaste stoffen— „precisieweegschalen”

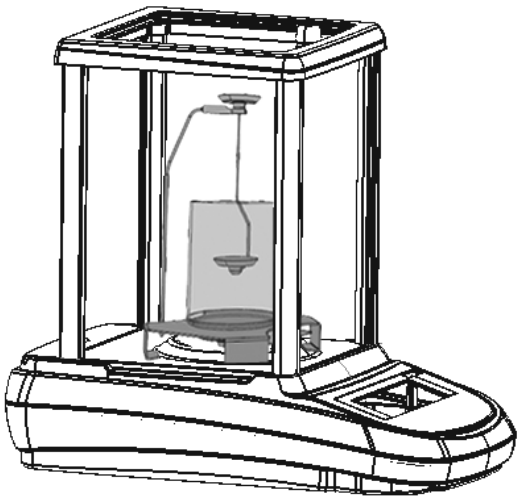
d = 10 mg



d = 0,1 mg – 1 mg



Geïnstalleerde set voor dichtheidsbepaling van vaste stoffen— „analytische weegschalen”



5 Dichtheidsbepaling van vaste stoffen

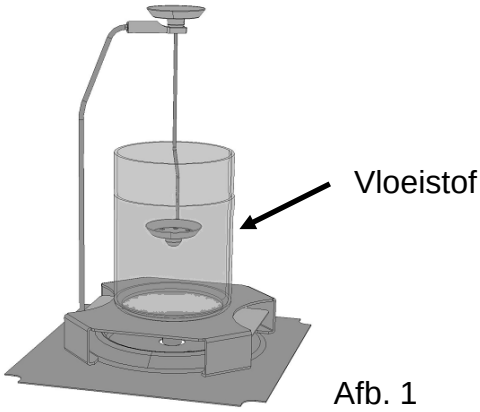
Bij de dichtheidsbepaling van de vaste stoffen dient de vaste stof eerst in de lucht te worden gewogen en vervolgens in de hulpvloeistof met bekende dichtheid. Uit het verschil van de gewichten vloeit de opwaartse kracht voort die door het programma naar de dichtheid wordt omgerekend.
Als hulpvloeistof worden meestal gedistilleerd water of ethanol gebruikt, dichtheidstabellen, zie hoofdstuk 8.

De weegschaal voorbereiden zoals omschreven in hoofdstuk 3 “Installatie van de set voor dichtheidsbepalingen”

- ⇨ Greep van indompelkorf op de trechter van het weegschaalplateau plaatsen.
- ⇨ Onderbouw voor de glazen container zo plaatsen dat hij de greep van de schaal niet aanraakt.
- ⇨ De glazen maatbeker in het midden van de onderbouw plaatsen. Het kan zowel de greep als de indompelkorf aanraken.
- ⇨ De dompelkorf op de houder ophangen. Hij moet centrisch in de opening worden opgehangen.
- ⇨ De hulpvloeistof in een glazen meetbeker gieten. Zoveel bloeistof gieten dat de vaste stof na indompelen zich tenminste 1 cm onder vloeistofspiegel bevindt. De thermometer indompelen.
- ⇨ De temperatuur van het hulpvloeistof/instrumenten/monster zo lang afstellen totdat deze vast is. De opwarmingstijd van de weegschaal in aanmerking nemen.
- ⇨ De weegschaal aan de voedingspanning aansluiten, de weegschaal wordt zelfgediagnosticeerd. De weegschaal met de toets **ON/OFF** aanzetten en op de nulaanduiding wachten.

Om de dichtheid van de vaste stoffen te bepalen de universele indompelkorf gebruiken voor drijvende (d > 1 g/cm^3) en dalende (d < 1 g/cm^3) vaste stoffen.

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



Afb. 1

De indompelkorf voor dalende vaste stoffen ophangen zoals op de afb. 1 weergegeven.

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

Ingeval van vaste stoffen met de dichtheid kleiner dan 1 g/cm3 wordt het mogelijk om de dichtheid met twee verschillende methodes te bepalen.

Methode 1:

Als meetvloeistof wordt een vloeistof gebruikt met een dichtheid kleiner dan de dichtheid van de vaste stof, bv. ethanol ca. 0,8 g/cm^3.

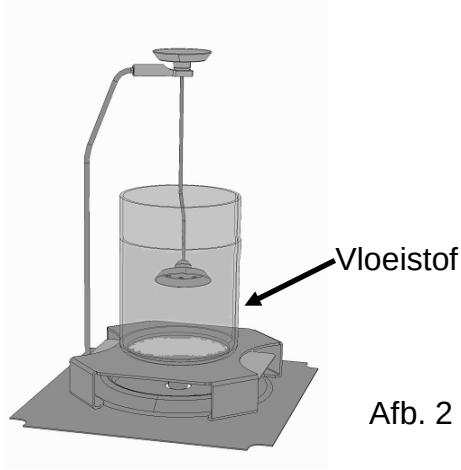
Deze methode dient te worden toegepast indien de dichtheid van de vaste stof niet veel van de dichtheid van het gedestilleerde water verschilt.

Voordat ethanol wordt toegepast dient men te controleren of de vaste stof niet beschadigd werd.

⚠ Tijdens de werkzaamheden met ethanol dient men absoluut de geldende veiligheidsvoorschriften op te volgen.

Methode 2:

In dit geval wordt het monster niet op de onderste schaal voor monsters gezet, maar **eronder**. Daarvoor door gebruik van de bij de set geleverde inbussleutel te maken, de schaal voor monsters van de indompelkorf omgekeerd monteren, zoals op de afb. 2 weergegeven.
Indien de opwaartse kracht van het monster zo groot is dat het indompelkorf omhoog wordt geduwd, dient men hem met een extra gewicht te belasten en tijdens wegen in de lucht tarreren.



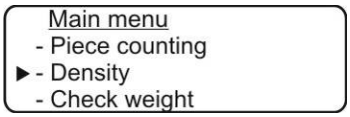
Afb. 2

De indompelkorf voor drijvende vaste stoffen ophangen zoals op de afb. 2 weergegeven.

5.1 Weegschalen met grafische afleeseenheid (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

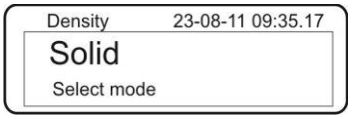
⇨ In de weegmodus de toets **MENU** drukken. Het hoofdmenu verschijnt.

⇨ Met de navigatietoetsen ⇵ de menupunt “Dichtheid” kiezen.

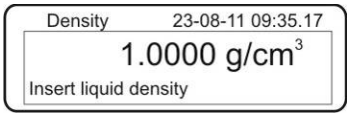


⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, de actuele instelling verschijnt.

⇨ Met de navigatietoetsen ⇵ "Vaste stof” kiezen.

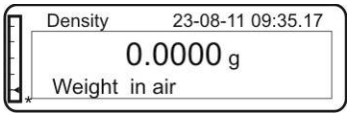


⇨ Met de toets bevestigen **PRINT,** het verschijnt actueel ingestelde dichtheid van de hulpvloeistof (fabriekinstelling 1,0000 g/cm^3 voor het gedestilleerde water met de temperatuur van 20°C).

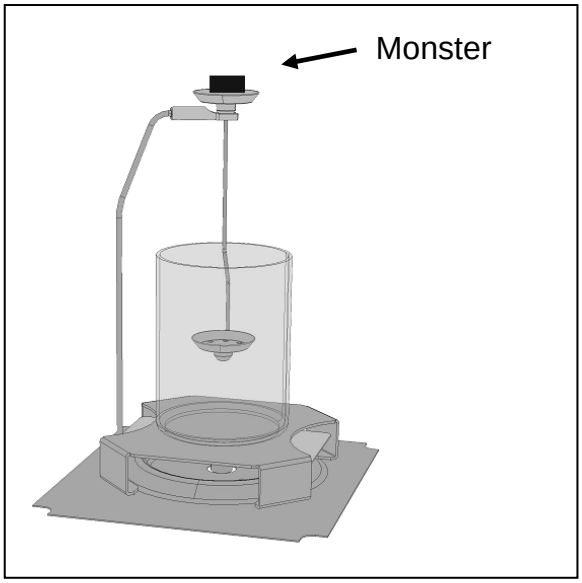


⇨ Om te wijzigen (zie tabel, hoofdstuk 8) de toets **TARE** drukken.
Om te wissen de toets **TARE** gedrukt houden. Met de navigatietoetsen ⇵ het cijfer vergroten of verkleinen. Met de toets **TARE** het volgende cijfer kiezen. Het proces voor elk cijfer herhalen.

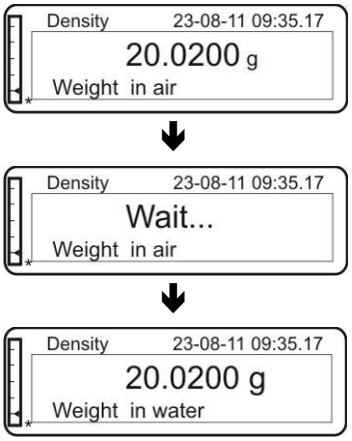
⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen het verschijnt de aanduiding voor gewichtsbepaling in de lucht.
Indien de weegschaal geen nul aanwijst, de toets **TARE** drukken.



⇨ Het monster op de bovenschaal voor monsters leggen.



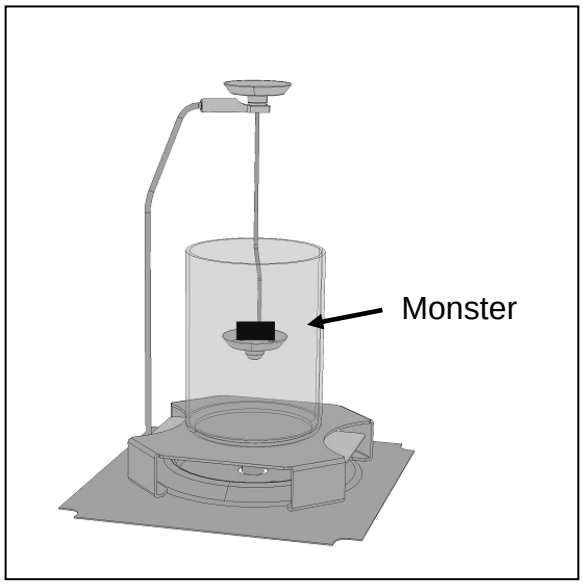
⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [✱] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken.



⇨

⇨ Afwachten totdat de bepaling voor monstergewicht in de hulpvloeistof verschijnt. Het monster afnemen en indien nodig de weegschaal met de toets **TARE** op nul zetten.

⇨ Het monster op de bovenschaal voor monsters leggen en in de hulpvloeistof indompelen daarbij het ontstaan van luchtbellen mijden
Het monster dient tenminste 1 cm in de vloeistof te worden gedompeld



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [*] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken. De monsterdichtheid verschijnt.

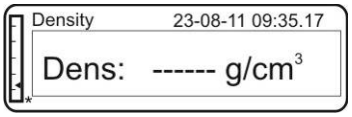


⇨ Nadat de optionele printer wordt aangesloten kan met de toets **PRINT** de waarde van de aanduidingwaarde worden geprint.

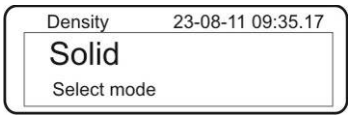
Uitdraaivoorbeeld (KERN YKB-01N):

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

Ingeval van fouten tijdens dichtheidsbepaling verschijnt de melding “d-----”.



⇨ Om verdere metingen uit te voeren naar de modus voor dichtheidsbepaling terug te keren door de toets **MENU** te drukken.

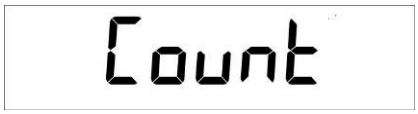


⇨ Terug naar de weegmodus met de toets **ON/OFF**.



5.2 Weegschalen met LCD display (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ In de weegmodus de toets **MENU** drukken. De eerste menupunt “count” verschijnt.



⇨ De toets **MENU** drukken.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, de actuele instelling verschijnt.

⇨ Met de toets **MENU** de optie “**d SoLid**” kiezen.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen. Het verschijnt actueel ingestelde dichtheid van de hulpvloeistof (fabriekinstelling 1,0000 g/cm3 voor het gedestilleerde water met de temperatuur van 20°C).



⇨ Met de pijltoetsen 🡻 🡹 🡸 de dichtheid van de meetvloeistof invoeren.

⇨ De ingevoerde waarde met de toets **PRINT** bevestigen.

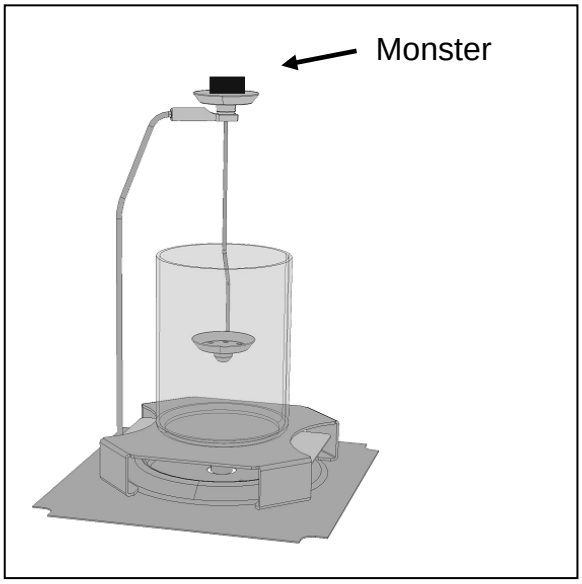
⇨ De aanduiding voor de bepaling van het gewicht van een monster in de lucht verschijnt.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen.

⇨ Indien de weegschaal geen nul aanwijst, de toets **TARE** drukken.

⇨ De vaste stof op de bovenschaal voor monsters leggen.



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [*] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken.

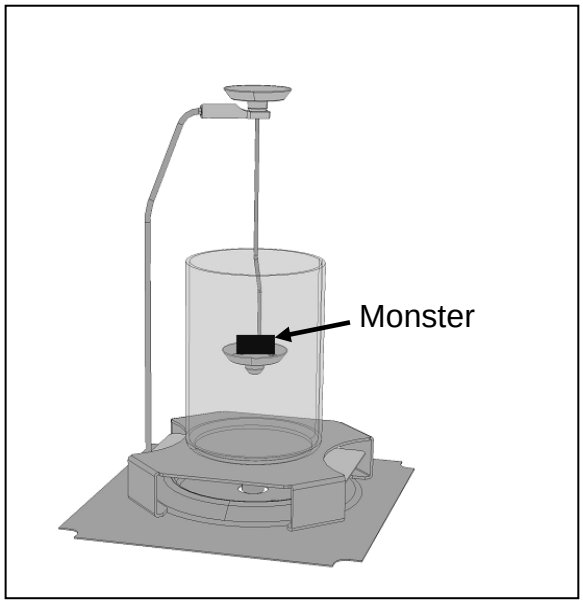
⇨ Afwachten totdat de aanduiding voor monstergewicht in de hulpvloeistof verschijnt.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen.

⇨ Het monster afnemen en indien nodig de weegschaal met de toets **TARE** op nul zetten.

⇨ Het monster op de bovenschaal voor monsters leggen en in de hulpvloeistof indompelen daarbij het ontstaan van luchtbellen mijden.
Het monster dient tenminste 1 cm in de vloeistof te worden gedompeld



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [✱] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken. De monsterdichtheid verschijnt.



⇨ Nadat de optionele printer wordt aangesloten kan met de toets **PRINT** de waarde van het referentiegewicht worden geprint.

Uitdraaivoorbeeld (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm3.

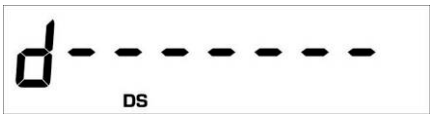
Terug naar de weegmodus

⇨ De toets **ON/OFF** drukken.



⇨ Of een nieuwe meetcyclus met de toets **MENU** starten.

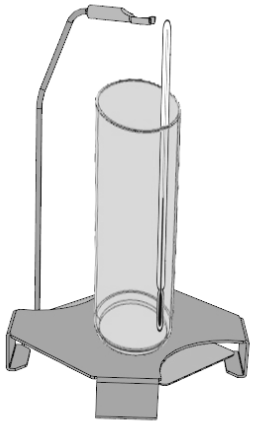
Ingeval van fouten tijdens dichtheidsbepaling verschijnt de melding “d-----”.



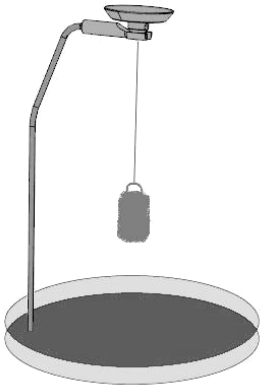
6 Dichtheidsbepaling van vloeistoffen

Ingeval van de dichtheidsbepaling van vloeistoffen wordt een glazen zinklood met bekend volumen toegepast. Het glazen zinklood wordt eerst in de lucht gewogen en vervolgens in de vloeistof waarvan de dichtheid bepaald dient te worden. Uit het verschil van de gewichten vloeit de opwaartse kracht voort die door het programma naar de dichtheid wordt omgerekend.
De weegschaal voorbereiden zoals omschreven in hoofdstuk 3 “Installatie van de set voor dichtheidsbepalingen”

- ⇨ Greep van indompelkorf op weegschaalplateau plaatsen.
- ⇨ Onderbouw voor de glazen container zo plaatsen dat hij de greep van de schaal niet aanraakt.
- ⇨ De glazen maatbeker in het midden van de onderbouw plaatsen. De thermometer ophangen.



- ⇨ Het zinklood voorbereiden.

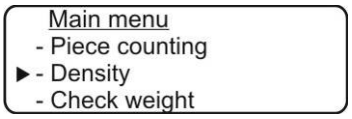


- ⇨ De temperatuur van het vloeistof/instrumenten/zinklood zo lang afstellen totdat deze vast is. De opwarmingstijd van de weegschaal in aanmerking nemen.
- ⇨ De weegschaal aan de voedingspanning aansluiten, de weegschaal wordt zelfgediagnosticeerd. De weegschaal met de toets **ON/OFF** aanzetten en op de nulaanduiding wachten.

6.1 Weegschalen met grafische afleeseenheid (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

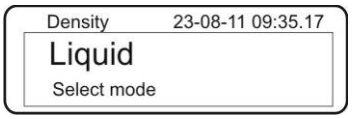
⇨ In de weegmodus de toets **MENU** drukken. Het hoofdmenu verschijnt.

⇨ Met de navigatietoetsen ⇵ de menupunt “Dichtheid” kiezen.

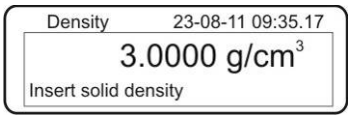


⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, de actuele instelling verschijnt.

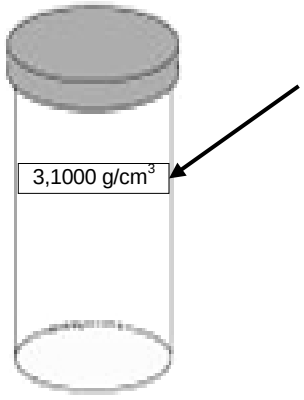
⇨ Met de navigatietoetsen ⇵ de instelling “Vloeistof" kiezen.

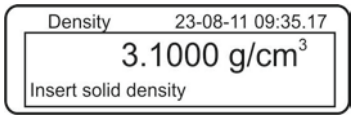


⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, het verschijnt actueel ingestelde dichtheid van zinklood (fabriekinstelling 3,0000 g/cm^3).

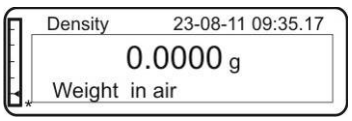


⇨ De dichtheid van zinklood op de opslagbox lezen en invoeren. Om te wissen de toets **TARE** gedrukt houden. Met de navigatietoetsen ⇵ het cijfer vergroten of verkleinen. Met de toets **TARE** het volgende cijfer kiezen. Het proces voor elk cijfer herhalen.





⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen. De aanduiding voor de bepaling van het gewicht van een zinklood in de lucht verschijnt.

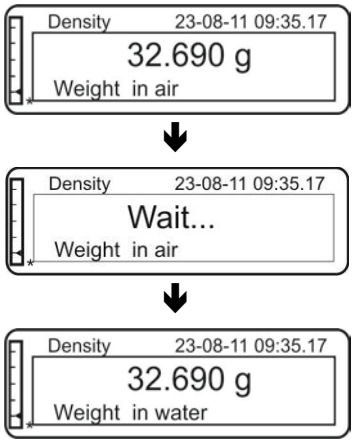


⇨ Indien de weegschaal geen nul aanwijst, de toets **TARE** drukken.

⇨ Het zinklood ophangen.



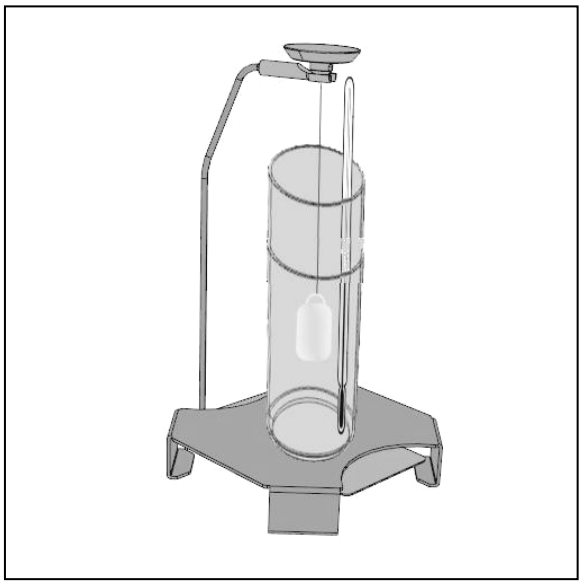
⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [✱] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken.



⇨ Afwachten totdat de aanduiding voor zinkloodgewicht in de hulpvloeistof verschijnt.
Het zinklood afnemen en indien nodig de weegschaal met de toets **TARE** op nul zetten.

⇨ De glazen maatbeker met het onderzochte vloeistof vullen.

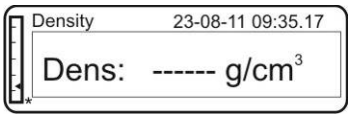
⇨ Het zinklood compleet in de vloeistof indompelen, voor zover mogelijk zonder luchtbellen te laten ontstaan.
Het zinklood dient tenminste 1 cm in de vloeistof te worden gedompeld



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [✱] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken. Het wordt de dichtheid van de onderzochte vloeistof bij de temperatuur op de thermometer afgelezen.



Ingeval van fouten tijdens dichtheidsbepaling verschijnt de melding “d-----”.

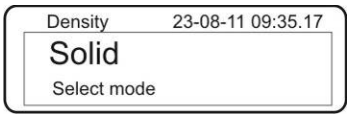


⇨ Nadat de optionele printer wordt aangesloten kan met de toets **PRINT** de aanduidingwaarde worden geprint.

Uitdraaivoorbeeld (KERN YKB-01N):

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

⇨ Om verdere metingen uit te voeren naar de modus voor dichtheidsbepaling terug te keren door de toets **MENU** te drukken.

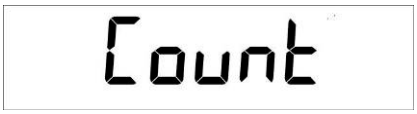


⇨ Terug naar de weegmodus met de toets **ON/OFF**.



6.2 Weegschalen met LCD display (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇨ In de weegmodus de toets **MENU** drukken. De eerste menupunt “count” verschijnt.



⇨ De toets **MENU** drukken.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, de actuele instelling verschijnt.

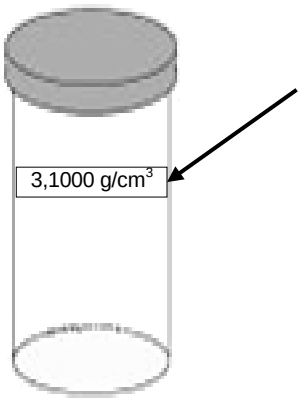
⇨ Met de toets **MENU** de optie “**d Liquid**” kiezen.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen, het verschijnt actueel ingestelde dichtheid van zinklood (fabriekinstelling 3,0000 g/cm^3).



⇨ De dichtheid van zinklood op de opslag- of ophangbox lezen en invoeren. Om te wissen de toets **TARE** gedrukt houden. Met de navigatietoetsen ⇃↾ het cijfer vergroten of verkleinen. Met de toets **TARE** het volgende cijfer kiezen. Het proces voor elk cijfer herhalen.



⇨ De ingevoerde waarde met de toets **PRINT** bevestigen. De aanduiding voor de bepaling van het gewicht van een zinklood in de lucht verschijnt.



⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen.
Indien de weegschaal geen nul aanwijst, de toets **TARE** drukken.

⇨ Het zinklood in het midden ophangen.



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [*]verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken.

⇨ Afwachten totdat de aanduiding voor zinkloodgewicht in de hulpvloeistof verschijnt.

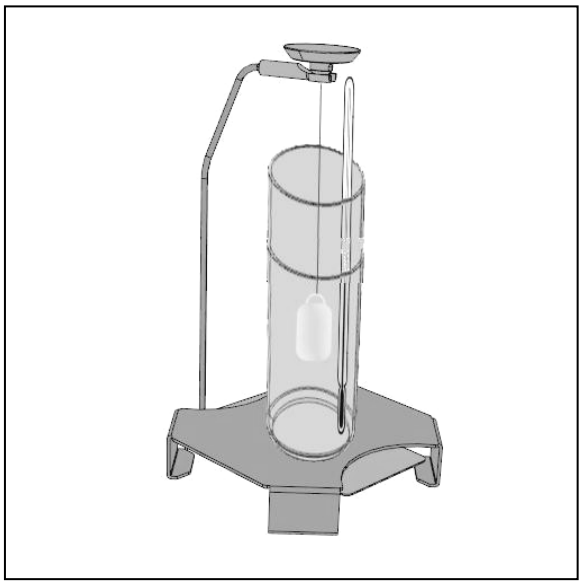


⇨ Met de toets **PRINT** bevestigen.

⇨ Het zinklood afnemen en indien nodig de weegschaal met de toets **TARE** op nul zetten.

⇨ De glazen maatbeker met het onderzochte vloeistof vullen.

⇨ Het zinklood compleet in de vloeistof indompelen, voor zover mogelijk zonder luchtbellen te laten ontstaan.
Het zinklood dient tenminste 1 cm in de vloeistof te worden gedompeld



⇨ Afwachten totdat de stabilisatieaanduiding [✱] verschijnt en vervolgens de toets **PRINT** drukken. Het wordt de dichtheid van de onderzochte vloeistof bij de temperatuur op de thermometer afgelezen.



⇨ Nadat de optionele printer wordt aangesloten kan met de toets **PRINT** de waarde van de aanduidingwaarde worden geprint.

Uitdraaivoorbeeld (KERN YKB-01N):

d: 2.0000 g/cm3.

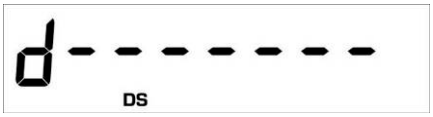
Terug naar de weegmodus

⇨ De toets **ON/OFF** drukken.



⇨ Of een nieuwe meetcyclus met de toets **MENU** starten.

Ingeval van fouten tijdens dichtheidsbepaling verschijnt de melding “d-----”.



7 Voorwaarden voor precieze metingen

Tijdens de dichtheidsbepaling bestaan er meerdere kansen op een fout.
Om precieze resultaten bij toepassing van deze set voor dichtheidsbepalingen met de weegschaal te bereiken, zijn goede kennis en voorzichtigheid noodzakelijk.

7.1 Resultaten berekenen

Tijdens de dichtheidsbepaling door de weegschaal verschijnen de resultaten altijd met 4 decimalen. Dat betekent echter niet dat de resultaten tot de laatste decimalen, zoals bij waardeberekening, precies zijn. Daarom dient men kritisch te kijken naar de weegresultaten die voor berekeningen worden gebruikt.
Een voorbeeld van dichtheidsbepaling van een vaste stof:
Om de hoogste kwaliteit van de resultaten te garanderen, dienen zowel de teller als ook de noemer van de volgende formule de gewenste precisie vertonen. Indien één daarvan niet stabiel of foutief is, wordt het resultaat tevens onstabiel of foutief.

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

ρ = Monsterdichtheid
A = Het monstergewicht in de lucht
B = Het monstergewicht in de hulpvloeistof
ρ_o = De dichtheid van de hulpvloeistof

7.2 De factoren die op de metingfout invloed hebben

7.2.1 Luchtbellen

Een kleine luchtbel met een diameter van 1 mm veroorzaakt een opwaartse kracht van 0,5 mg, terwijl een luchtbel met een diameter van 2 mm veroorzaakt al een opwaartse kracht van 4 mg.
Daarom is het van groot belang dat er geen luchtbellen aan de vaste stof of aan het zinklood in de vloeistof aankleven.
Een geoliede oppervlakte veroorzaakt het ontstaan van luchtbellen bij indompelen in een vloeistof, daarom:

- het monster van de vaste stof bestand tegen oplosmiddelen ontvetten,
- alle in te dompelen elementen regelmatig reinigen en niet met vingers aanraken.

De monsters van vaste stoffen (in het bijzonder vlakke voorwerpen) dienen niet op de schaal voor monster buiten de vloeistof te worden geplaatst omdat er tijdens het indompelen luchtbellen kunnen ontstaan.

7.2.2 Temperatuur

De vaste stoffen zijn in beginsel niet zeer gevoelig op de temperatuurschommelingen, daarom worden de dichtheidschommelingen die daaruit voortvloeien worden weggelaten. In feite dient gelet te worden op de vloeistoftemperatuur gebruikt voor het bepalen van de dichtheid van vaste stoffen omdat elk verandering van de temperatuur met één °C de dichtheidverandering van 0,1 tot 1% veroorzaakt. Dit effect beïnvloedt de derde decimaal van het resultaat.

7.2.3 Het monster van de vaste stof

Indien het volumen van het monster te groot is, hijst het vloeistofpeil in de glazen meetbeker nadat het in de vloeistof is ingedompeld. Daardoor wordt een deel van het ophangelement van de schaal voor monsters ingedompeld en daarmee is de opwaartse kracht groter. Daardoor wordt het monstergewicht in de vloeistof kleiner. Monsters met variabel volumen of die vloeistoffen absorberen, kunnen niet worden gemeten.

7.2.4 Vloeistoffen

De vaste stoffen zijn in beginsel niet zeer gevoelig op de temperatuurschommelingen, daarom worden de dichtheidschommelingen die daaruit voortvloeien niet in acht genomen. Omdat de dichtheidsbepaling voor vaste stoffen wordt echter met de toepassing van “de wet van Archimedes” uitgevoerd met behulp van een hulpvloeistof, dient de temperatuur ervan in rekening te worden gehouden. Ingeval van vloeistoffen is de temperatuur van grotere invloed en veroorzaakt in de meeste gevallen verandering van de dichtheid van 0,1 tot 1‰ op elk °C. Dat heeft invloed op de resultaten al bij de derde decimaal.

7.2.5 De oppervlakte

Het ophangen van de schaal voor monsters dringt de vloeistofoppervlakte door. De toestand verandert continu. Indien het monster of het zinklood redelijk klein zijn, wordt de reproduceerbaarheid van de resultaten door oppervlaktespanning verslechterd. Door toevoegen van een kleine hoeveelheid oppervlakte-actieve stof (afwasmiddel) kan de oppervlaktespanning worden overgeslagen en de reproduceerbaarheid worden vergroot.

7.3 Algemene informatie

7.3.1 Dichtheid/ relatieve dichtheid

De relatieve dichtheid is het gewicht van de gemeten stof gedeeld door het watergewicht (bij 4°C) met hetzelfde volumen. Daarom heeft de relatieve dichtheid geen eenheid. De dichtheid is het gewicht gedeeld door het volumen.
Indien er in plaats van de vloeistofdichtheid in de formule de relatieve dichtheid wordt gebruikt, bereikt men een foutief resultaat. Voor de vloeistof is enkel haar dichtheid maatgevend.

7.3.2 Drijf van de weegschaalaanduiding

Het drijven (systematisch veranderen van de resultaten in een bepaalde richting) heeft geen invloed op het eindresultaat van de dichtheidsbepaling hoewel het afgelezen gewicht op het wegen in de lucht betrekking heeft. Precieze waarden worden enkel dan vereist indien de vloeistofdichtheid met behulp van een zinklood wordt bepaald.
Ingeval van temperatuurwijziging van de omgeving of de wijziging van lokalisatie, is het justeren van de weegschaal vereist. Daarvoor dient men de set voor dichtheidsbepalingen af te nemen en het justeren van de weegschaal met standaard weegschaalplateau uit te voeren.

8 Tabel van vloeistofdichtheid

Temperatuur [℃]	Dichtheid ρ [g/cm^3]		
	Water	Ethyleen	Methyleen
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 Gebruiksopmerkingen

- Om een reproduceerbare gemiddelde waarde te bereiken zijn enkele dichtheidsmetingen nodig.
- Oplosmiddelbestendige monster/ glazen zinklood/ glazen maatbeker ontvetten.
- Schalen voor monsters/ glazen zinklood/ glazen maatbeker dienen regelmatig te worden gereinigd, aan het onderdompelde deel niet aanraken.
- Monster/ glazen zinklood/ pincet na elke meting drogen.
- De monstergrootte dient aan de monsterschaal te worden aangepast (ideale monstergrootte > 5 g).
- Enkel gedestilleerd water gebruiken.
- Bij eerste onderdompeling de monsterschaal en zinklood licht schudden om eventuele luchtbellen vrij te laten.
- Absoluut opletten dat bij volgende onderdompeling geen nieuwe luchtbellen ontstaan; het monster het liefst met een pincet inzetten.
- De vast aanliggende luchtbellen met een pincet of een ander hulpmiddel afnemen.
- Om te voorkomen dat de luchtbellen plakken, het monster met ruwe oppervlakte eerst glad maken.
- Opletten dat er tijdens weging geen water van pincet op de bovenschaal voor monsters druppelt.
- Om de oppervlaktespanning van het water en de wrijving van water met draad te reduceren, drie druppels van toegankelijke oppervlakte-actieve stof (afwasmiddel) in het meetvloeistof toevoegen (de wijziging van de dichtheid van gedestilleerd water na toevoegen van een oppervlakte-actieve stof kan worden genegeerd).
- Ovale monsters kunnen makkelijk met een pincet door kerven worden gevat.
- De dichtheid van poreuze vaste stoffen kan enkel bij benadering worden bepaald. Bij onderdompelen in een meetvloeistof wordt niet de gehele lucht van de poriën verdreven, waardoor fouten in de opwaartse kracht ontstaan.
- Om sterke stoten van de weegschaal te mijden dient het monster voorzichtig te worden ingedaan.
- Statische ladingen mijden, b.v. de glazen zinklood enkel met een katoenen doek reinigen.
- Indien de dichtheid van de vaste stof niet veel van de dichtheid van gedestilleerd water verschilt, kan ethanol als meetvloeistof worden gebruikt. Men dient echter eerder te controleren of het monster oplosmiddelbestendig is. Tijdens de werkzaamheden met ethanol dient men bovendien absoluut de geldende veiligheidsvoorschriften op te volgen.
- Voorzichtig met glazen zinklood omgaan (geen garantievorderingen bij beschadiging).
- Om beschadigingen door corrosie van de set voor dichtheidsbepalingen te vermijden, dient hij in de vloeistof niet voor langere periode te worden ondergedompeld.