



CENTRAAL TECHNISCH INSTITUUT TNO

Ref. no.: 77-06089

Dossier: 8711-4006

RAPPORT

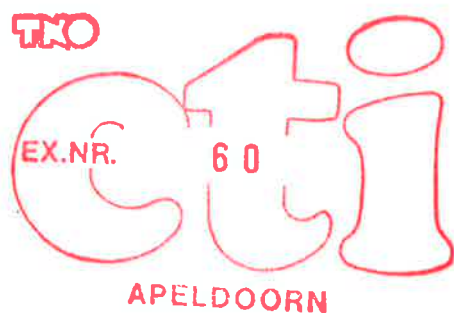
GRONDSLAGEN VAN DE SLIBANALYSE

door

J.H. van der Velden

Datum : 7 juni 1977

Bestemd voor: De Nederlandse Grofkeramische
Industrie



INHOUDSOPGAVEblz.

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. BETEKENIS VAN DE GEBRUIKTE SYMBOLEN	5
3. DE KORRELGROOTTEVERDELING VAN KLEI ONDER 16 μm	7
4. BEZINKING VAN EEN KLEISUSPENSIE	8
5. HET AFSLIBBEN VAN DE SUSPENSIE	11
6. DE BEPALING VAN S_{16} TNO	12
6.1 Relatie tussen massadichtheid en volumieke massa van de suspensie	12
6.2 Meting van de volumieke massa van de suspensie met een areometer.	13
6.3 Meting van de volumieke massa van de GRN suspensie met een maatkolf	15
7. ENIGE AANWIJZINGEN VOOR DE UITVOERING VAN DE BEPALING	17
8. BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN CONCLUSIES	18
9. LITERATUUR	20

BIJLAGEN: 01 t/m 04

SAMENVATTING

Het rapport behandelt de grondslagen van een korrelgrootteanalyse door middel van een bepaling van de volumieke massa in een afgeslibde suspensie van klei in water. De door Gessner en Casagrande aan het begin van de dertiger jaren reeds uitvoerig beschreven methode wordt opnieuw weergegeven en besproken. Het rapport dient als uitgangspunt voor een rationalisering en standaardisering van slibanalyses op bedrijfslaboratoria in de keramische industrie.

1. INLEIDING

De korrelgrootteanalyse van klei door middel van bezinkingsproeven aan een suspensie van klei in water, werd in het begin van de dertiger jaren uitvoerig door Gessner en Casagrande beschreven (1) (2).

In de Nederlandse keramische laboratoria heeft vooral de pipetmethode volgens Köhn ingang gevonden (3). Op een aantal keramische bedrijven zijn slibanalyses met een areometer in gebruik overeenkomstig voorschriften van Hisschemöller, Voskuil of Verhorst (4) (5).

De kenmerken van deze areometermethoden zijn, dat zij sneller resultaten opleveren dan de methode Köhn en met eenvoudiger apparatuur uitvoerbaar zijn. Het toenemend belang van de verwerking van grondstoffen van constante samenstelling, heeft de interesse in korrelgrootteanalyses, die snel in technologisch opzicht bruikbare resultaten opleveren, geactiveerd.

Dit geldt zowel ten aanzien van het granulometrisch onderzoek in de centrale laboratoria van de industrie, als ten aanzien van de slibanalyses in bedrijfslaboratoria.

Voor wat betreft de korrelgrootteanalyse in bedrijfslaboratoria wordt gemeend, dat de bestaande snelle methoden mogelijk verder kunnen worden gerationaliseerd en gestandaardiseerd.

In dit verband werd het in eerste instantie zinvol geacht, in dit rapport de grondslagen van de slibanalyse in het Nederlands samen te vatten.

BETEKENIS VAN DE GEBRUIKTE SYMBOLEN

<u>Symbool</u>	<u>Grootheid</u>	<u>Eenheid</u>
f_2	korrelfractie kleiner dan 2 μm	% (m/m_d) ¹⁾
f_{10}	korrelfractie kleiner dan 10 μm	% (m/m_d)
f_{16}	korrelfractie kleiner dan 16 μm	% (m/m_d)
f_d	korrelfractie kleiner dan d μm	% (m/m_d)
S_{16}	percentage afslibbaar onder 16 μm	% (m/m_d)
d	equivalente korreldiameter	μm
α	hellingshoek van de sommatiecurve	o
a	steilheid van de sommatiecurve, $\text{tg}\alpha$	
C_o	concentratie van de vaste stof in de oorspronkelijke suspensie	kg/m^3
C_d	concentratie van de deeltjes kleiner dan d μm in de suspensie	kg/m^3
\bar{C}	gemiddelde concentratie van de vaste stof in de afgeslibde suspensie	kg/m^3
G_d	afgewogen hoeveelheid droge klei	g
G_n	afgewogen hoeveelheid vochtige klei	g
W	watergehalte van de klei	% (m/m_d)
V	volume van de oorspronkelijke suspensie	dm^3
I_θ	areometervolume onder het vloeistofoppervlak bij $\theta^\circ\text{C}$	dm^3
I_{20}	areometervolume onder het vloeistofoppervlak bij 20°C	dm^3
Q_θ	suspensievolume in maatkolf bij $\theta^\circ\text{C}$	dm^3
Q_{20}	suspensievolume in maatkolf bij 20°C	dm^3
θ	temperatuur van de suspensie	$^\circ\text{C}$
v	bezinkingsnelheid	mm/s
h	bezinkingsdiepte	mm
H	bezinkingsdiepte	mm
Δh	dikte van een dun suspensielaagje	mm
t	bezinkingstijd	s
T	bezinkingstijd	s
P_s	temperatuurafhankelijke factor	10^{-9}m.s

1)

(m/m_d) massa-eenheden per droge massa-eenheid

<u>Symbool</u>	<u>Grootheid</u>	<u>Eenheid</u>
A	hulpgrootheid	
B	hulpgrootheid	
C	hulpgrootheid	
D	hulpgrootheid	
ρ_v	volumieke massa van de afgeslibde suspensie bij $\theta^\circ\text{C}$	kg/m^3
ρ_v''	aflezing van de areometer	kg/m^3
ρ_v'	ten dele gecorrigeerde areometeraflezing	kg/m^3
ρ_k	ware volumieke massa van de klei	kg/m^3
ρ_w	volumieke massa van het water bij $\theta^\circ\text{C}$	kg/m^3
$\Delta\delta$	temperatuurcorrectie met betrekking tot de volumieke massa van het water	kg/m^3
x	temperatuurcorrectie met betrekking tot de volumieke massa van de suspensie	kg/m^3
y	correctie met betrekking tot de areometer temperatuur	kg/m^3
z	schaalcorrectie van de areometer	kg/m^3
m	meniscuscorrectie van de areometer	kg/m^3
M	massa van de areometer	g
M_1	massa van maatkolf met suspensie	g
M_0	massa van ledige maatkolf	g
γ	kubieke uitzettingscoëfficiënt	K^{-1}
k	correctie voor de temperatuur van de maatkolf	kg/m^3

3. DE KORRELGROOTTEVERDELING VAN KLEI ONDER 16 μm

Voor de meeste Nederlandse kleien geldt, dat het massapercentage deeltjes met een equivalente diameter kleiner dan d ., in het korrelgroottegebied van 16 μm tot 2 μm , bij benadering rechtlijnig verloopt met de logaritme uit d .

De helling van de sommatiecurve in dit gebied wordt gekarakteriseerd door:

$$\text{tg}\alpha = a = \frac{f_{16} - f_2}{\text{Log}16 - \text{Log}2} \text{ of,}$$

$$\text{tg}\alpha = a = \frac{f_{16} - f_2}{0,903} \quad [1]$$

Wanneer f_{16} en a gegeven zijn, kan de fractie kleiner dan d μm worden berekend uit:

$$f_d = f_{16} - a.(\text{Log}16 - \text{Log}d) \text{ of,}$$

$$f_d = f_{16} - 1,204.a + a.\text{Log}d. \quad [2a] \text{ of}$$

$$f_d = f_{16} - 1,204.a + 0,4343.a \text{ lnd.} \quad [2b]$$

In doorsnee is de getalwaarde van a voor Nederlandse jonge rivierkleien 25 en voor magere lösslemen 10. De steilheid a is mede afhankelijk van de mate, waarin men er bij de voorbehandeling van de proefeenheid voor de granulometrische analyse in slaagt, de korrelagglomeraten in afzonderlijke deeltjes te splitsen.

4. BEZINKING VAN EEN KLEISUSPENSIE

Figuur 1. (bijlage 01) toont een bezinkvat, waarin zich een suspensie van klei in water bevindt. De massaconcentratie van de vaste stof is:

$$C_o = \frac{G_d}{V} \quad [3]$$

Indien men de oorspronkelijk homogene suspensie laat bezinken, bedraagt de bezinkingssnelheid volgens Stokes:

$$v = \frac{h}{t} = \frac{d^2}{P_s} \quad [4]$$

P_s kan worden berekend uit de massadichtheden van klei en water en uit de sterk van de temperatuur afhankelijke viscositeit van het water.

In tabel 1 (bijlage 02) vindt men de getalwaarden van P_s voor temperaturen tussen 10 en 30°C.

Bij de berekening zijn voor de massadichtheden van klei en water respectievelijk 2650 en 1000 kg/m³ gekozen. De invloed van de temperatuur op deze grootheden is verwaarloosd.

Uit [4] volgt voor de tijdsduur T , nodig voor de bezinking van deeltjes van 16 µm van het oppervlak van de suspensie tot een bepaalde diepte H .

$$T = \frac{P_s \cdot H}{256} \quad [5]$$

Ten tijde $t = T$ is de concentratie van de vaste stof op de diepte H juist gelijk aan de concentratie van de deeltjes kleiner dan 16 µm in de homogene suspensie. Op diepten h , kleiner dan H , worden na een bezinkingstijd T , alleen deeltjes kleiner dan 16 µm aangetroffen.

In de homogene suspensie bedraagt de massaconcentratie C_d van de deeltjes kleiner dan d .

$$C_d = \frac{G_d \cdot f_d}{100 \cdot V} \quad [6]$$

Die massaconcentratie treft men na een bezinkingstijd T aan in een dun suspensie laagje Δh op een diepte h .

Uit [4] volgt:

$$d = \sqrt{\frac{P_s}{T}} \cdot h^{\frac{1}{2}} \quad [7]$$

Wanneer men f_d uit [6] vervangt door de betrekking [2b] en beide leden van de vergelijking deelt door H verkrijgt men:

$$\frac{C_d}{H} = \frac{G_d}{100.V.H} \cdot \left\{ f_{16} - 1,204.a + 0,4343.a \cdot \ln d \right\}$$

Een vervanging van d in deze formule door betrekking [7] levert op:

$$\frac{C_d}{H} = \underbrace{\frac{G_d \cdot f_{16}}{100.V.H}}_A - \underbrace{\frac{1,204.a.G_d}{100.V.H}}_B + \underbrace{\frac{0,4343.a.G_d \cdot \ln \frac{P_s}{T}}{200.V.H}}_C + \underbrace{\frac{0,4343.a.G_d \cdot \ln d}{200.V.H}}_D \quad [8]$$

De gemiddelde concentratie van de vaste stof in de af te slibben vloeistofkolom van $h = 0$ tot $h = H$ bedraagt:

$$\bar{c} = \int_{h=0}^{h=H} \frac{C_d}{H} \cdot dh \quad [9]$$

Na vervanging van $\frac{C_d}{H}$ door de termen A, B, C en D van betrekking [8] leidt integratie tot de volgende resultaten:

$$\int_{h=0}^{h=H} A \cdot dh = \frac{G_d \cdot f_{16}}{100.V}$$

$$- \int_{h=0}^{h=H} B \cdot dh = - \frac{1,204.a G_d}{100.V}$$

$$+ \int_{h=0}^{h=H} C \cdot dh = \frac{a.G_d \cdot \text{Log} \frac{P_s}{T}}{200V} = \frac{1,204a.G_d}{100V} - \frac{a.G_d \cdot \text{Log} H}{200.V}$$

$$+ \int_{h=0}^{h=H} D \cdot dh = \frac{a.G_d \cdot \log H}{200V} - \frac{0,4343.a.G_d}{200.V} \quad \text{of:}$$

$$\bar{c} = \frac{G_d}{100.V} \cdot \left\{ f_{16} - 0,217.a \right\} \quad [10]$$

Wanneer niet de bezinking van deeltjes van 16 μm , doch die van deeltjes kleiner dan 10 μm tot een diepte H, als grondslag voor de berekening van T zou zijn gekozen, zou formule [10] luiden:

$$\bar{c} = \frac{G_d}{100.V} \cdot \left\{ f_{10} - 0,217.a \right\} \quad [10a]$$

5. HET AFSLIBBEN VAN DE SUSPENSIE

Indien de bezinkende suspensie na een tijdsduur T boven het niveau H op enigerlei wijze wordt afgeslibd, zal op de concentratie van de vaste stof in de afgeslibde vloeistof, formule [10] van toepassing zijn.

Afwijkingen die ontstaan door een niet ideale wijze van afslibben blijven hier buiten beschouwing. De term $(f_{16} - 0,217.a)$ is het percentage afslibbaar onder $16 \mu\text{m}$. Het wordt aangeduid met het symbool S_{16}

$$S_{16} = (f_{16} - 0,217.a) \quad [11]$$

Voor $a = 25$ valt de waarde van S_{16} circa 5% lager uit dan f_{16} . S_{16} zal weinig afwijken van f_{10} , aangezien volgens [2a] geldt:

$$f_{10} = (f_{16} - 0,204.a) \quad [12]$$

In technologisch opzicht is S_{16} een zeker zo waardevol gegeven als f_{16} of f_{10} daar S_{16} mede door de helling van de sommatiecurve wordt beïnvloed.

Uit [10] en [11] volgt:

$$S_{16} = \frac{100.V}{G_d} \cdot \bar{c} \quad [13]$$

Indien voor het bereiden van de suspensie G_n grammen vochtige klei met een watergehalte W zijn afgewogen wordt de formule:

$$S_{16} = \frac{100.V.(1 + 0,01.W)}{G_n} \cdot \bar{c} \quad [13a]$$

6 DE BEPALING VAN S_{16} 6.1 Relatie tussen massadichtheid en volumieke massa van de suspensie

Men bepaalt S_{16} door een meting van de volumieke massa ρ_v van de afgeslibde suspensie.

Tussen \bar{c} uit [13] en ρ_v bestaat namelijk de volgende relatie:

$$\bar{c} = \frac{\rho_k \cdot (\rho_v - \rho_w)}{(\rho_k - \rho_w)} \quad [14]$$

Voor ρ_k van klei, wordt onafhankelijk van de temperatuur 2650 kg/m^3 aangehouden.

Voor ρ_w wordt bij 20°C een waarde van 1000 kg/m^3 gekozen.

De invloed van de toegevoegde peptisator en andere opgeloste zouten op ρ_w blijft buiten beschouwing. Het effect van een van 20°C afwijkende watertemperatuur θ op ρ_w wordt wel in rekening gebracht.

Bij van 20°C afwijkende temperaturen geldt:

$$\rho_w = 1000 + \Delta\delta$$

$\Delta\delta$ is afhankelijk van de temperatuur en kan aan de literatuur worden ontleend (6) (7).

Ingevuld wordt formule [14]:

$$\bar{c} = \frac{2650 \cdot (\rho_v - 1000 - \Delta\delta)}{(1650 - \Delta\delta)} \quad \text{of}$$

$$\bar{c} = 1,606 \cdot (\rho_v - 1000 - \Delta\delta) \cdot \left(1 + \frac{\Delta\delta}{1650}\right)$$

Het quotiënt $\frac{\Delta\delta}{1650}$ is verwaarloosbaar klein.

De formule geeft aan, dat op de uitkomst van $\rho_v - 1000$ een correctie $X = -\Delta\delta$ moet worden toegepast. De formule wordt dan:

$$\bar{c} = 1,606 \cdot (\rho_v - 1000 + X) \quad [15]$$

In tabel 2 (bijlage 03) zijn de correcties X voor temperaturen tussen 10 en 30°C vermeld.

Bij temperaturen boven 20°C is X positief; onder 20°C is X negatief. In dit verband wordt opgemerkt, dat onder "correctie" steeds de getalwaarde wordt verstaan, die met inachtneming van het teken bij de waargenomen waarde moet worden opgeteld.

6.2 Meting van de volumieke massa van de suspensie met een areometer

Het gebruik van een areometer voor de meting van de volumieke massa van de suspensie ligt voor de hand. Men plaatst daartoe een areometer met een geschikt meetbereik in de afgeslibde en vervolgens weer gehomogeniseerde suspensie.

De areometeraflezing dient een aantal correcties te ondergaan.

6.2.1 De schaalcorrectie z:

De schaal van de areometer wordt meestal voor een gebruik bij 20°C geijkt. De schaalcorrectie z wordt bij de areometeraflezing ρ_v'' opgeteld.

Voor deze ijking kunnen bijvoorbeeld natriumchloride-oplossingen in water met bekende massadichtheden worden gebruikt. (6).

Tabel 3 op bijlage 04 verschaft hierover de nodige gegevens.

6.2.2 De meniscuscorrectie m:

Een areometer wordt normaliter afgelezen op het niveau van het vrije vloeistofoppervlak. De kromming van het vloeistofoppervlak bij de steel van de areometer vormt bij doorzichtige vloeistoffen geen hindernis voor een juiste aflezing. Bij ondoorzichtige kleisuspensies moet de aflezing plaatsvinden aan de bovenrand van de tegen de steel opgeklimmen vloeistof. De aanwijzing dient voor de daardoor geïntroduceerde fout gecorrigeerd te worden. De meniscuscorrectie m wordt daartoe eenmalig in water met behulp van een loupe vastgesteld. Aangezien de getalwaarden op de steel van boven naar beneden toenemen is de meniscuscorrectie steeds positief.

6.2.3 De correctie Y voor de temperatuur van de areometer

Wanneer een bij 20°C geijkte areometer met een massa M in een suspensie met een volumieke massa ρ_v en een temperatuur θ , afwijkend van 20°C, wordt geplaatst, zal een reeds met z en m gecorrigeerde waarneming $\rho_v' = \rho_v'' + z + m$ fout zijn vanwege de thermische volumeverandering van het areometergedeelte, dat zich onder het vloeistofoppervlak bevindt.

Indien dit gedeelte een volume I_θ heeft, geldt:

$$\rho_v = \frac{M}{I_\theta}$$

De gecorrigeerde waarneming ρ_v' behoort in feite bij een areometervolume I_{20} bij 20°C .

$$\rho_v' = \frac{M}{I_{20}} \quad [17]$$

Indien het glaslichaam van de areometer een kubieke uitzettingscoëfficiënt γ bezit, geldt:

$$I_\theta = I_{20} \left\{ 1 + \gamma \cdot (\theta - 20) \right\}$$

Uit [16] en [17] volgt:

$$\rho_v = \rho_v' \cdot \frac{I_{20}}{I_\theta} \quad \text{of:} \quad \rho_v = \rho_v' \cdot \left\{ 1 - \gamma \cdot (\theta - 20) \right\}$$

Aangezien ρ_v' ongeveer 1000 kg/m^3 bedraagt, kan men schrijven:

$$\rho_v = \rho_v' - \gamma \cdot 10^3 \cdot (\theta - 20) \quad \text{of:}$$

$$\rho_v = \rho_v' + Y \quad [18]$$

Hierin is:

$$Y = -\gamma \cdot 10^3 \cdot (\theta - 20) \quad [19]$$

Voor een kubieke uitzettingscoëfficiënt $\gamma = 0,243 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

(Jena normaalglas, 16 III) wordt die correctie:

$$Y = -0,0243 \cdot (\theta - 20) \quad [19a]$$

De getalwaarden van Y zijn voor temperaturen tussen 10 en 30°C in tabel 2 (bijlage 03) vermeld.

De formule voor \bar{c} , die alle besproken correcties in rekening brengt, luidt:

$$\bar{c} = 1,606 \cdot \left\{ \rho_v'' - 1000 + (X + y) + (z + m) \right\} \quad [20]$$

Uit de formules [13a] en [20] volgt:

$$S_{16} = \frac{160,6 \cdot V \cdot (1 + 0,01 \cdot W)}{G_n} \cdot \left\{ \rho_v'' - 1000 + (x + y) + (z + m) \right\} \quad [21]$$

6.3 Meting van de volumieke massa van de suspensie met een maatkolf

Bij deze meetmethode wordt gebruik gemaakt van een maatkolf met een betrekkelijk nauwe gecalibreerde hals. De afgeslibde vloeistof wordt in deze maatkolf opgevangen. De massa hiervan wordt door weging vastgesteld en bedraagt $(M_1 - M_0)$. Het door de suspensie in beslag genomen volume Q_{20} wordt op de gecalibreerde hals van de maatkolf afgelezen.

Q_{20} is het volume bij 20°C . Bij een van 20°C afwijkende temperatuur θ is het volume in werkelijkheid:

$$Q_\theta = Q_{20} \cdot \{ 1 + \gamma(\theta - 20) \} \quad [22]$$

Hierin is γ de kubieke uitzettingscoëfficiënt van het glas waaruit de maatkolf is vervaardigd.

De volumieke massa van de suspensie bij $\theta^\circ\text{C}$ bedraagt in dat geval:

$$\rho_v = \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20} \cdot \{1 + \gamma \cdot (\theta - 20)\}} \quad \text{of:}$$

$$\rho_v = \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} - \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} \cdot \gamma \cdot (\theta - 20)$$

Aangezien $\frac{M_1 - M_0}{Q_{20}}$ ongeveer 1000 is, geldt:

$$\rho_v = \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} - \gamma \cdot 10^3 \cdot (\theta - 20) \quad \text{of:}$$

$$\rho_v = \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} + k \quad [23]$$

Hierin is: $k = - \gamma \cdot 10^3 \cdot (\theta - 20)$. [24]

Voor een kubieke uitzettingscoëfficiënt $\gamma = 0,156 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ (Jena borosilicaatglas 59^{III}) wordt de correctie k :

$$k = - 0,0156 \cdot (\theta - 20) \quad [24a]$$

De getalwaarden van k zijn voor temperaturen tussen 10 en 30°C in tabel 2 (bijlage 03) vermeld.

Substitutie van [23] in [15] levert op:

$$\bar{c} = 1,606 \cdot \left\{ \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} - 1000 + (X+k) \right\} \quad [25]$$

Uit de formules [13a] en [25] volgt:

$$S_{16} = \frac{160,6.V.(1+0,01.W)}{G_n} \cdot \left\{ \frac{(M_1 - M_0)}{Q_{20}} - 1000:(X+k) \right\} \quad [26]$$

7. ENIGE AANWIJZINGEN VOOR DE UITVOERING VAN DE BEPALING

- De inweeg G_d : 39 à 40 g, bepaald tot op 0,01 g.
- Het volume van de suspensie V: 1 à 1,1 dm³.
- De bezinkingsdiepte H: 125 mm.
- Het afgeslibde volume van de suspensie: 0,5 dm³.
- Het meetbereik van de areometer: 1005-1020 kg/m³.
- De schaalwaarde van de areometer: 0,1 kg/m³.
- De inhoud van de maatkolf: ca. 0,5 dm³.
- De schaalwaarde van de maatkolf: 0,1 ml.
- De wegingen van de maatkolf: tot op 0,01 g.
- De watergehaltebepaling: wegingen tot op 0,01 g.

De bezinkingstijdsduur T voor de bepaling van S_{16} bedraagt bij 20°C:
556 seconden (tabel 1, bijlage 02).

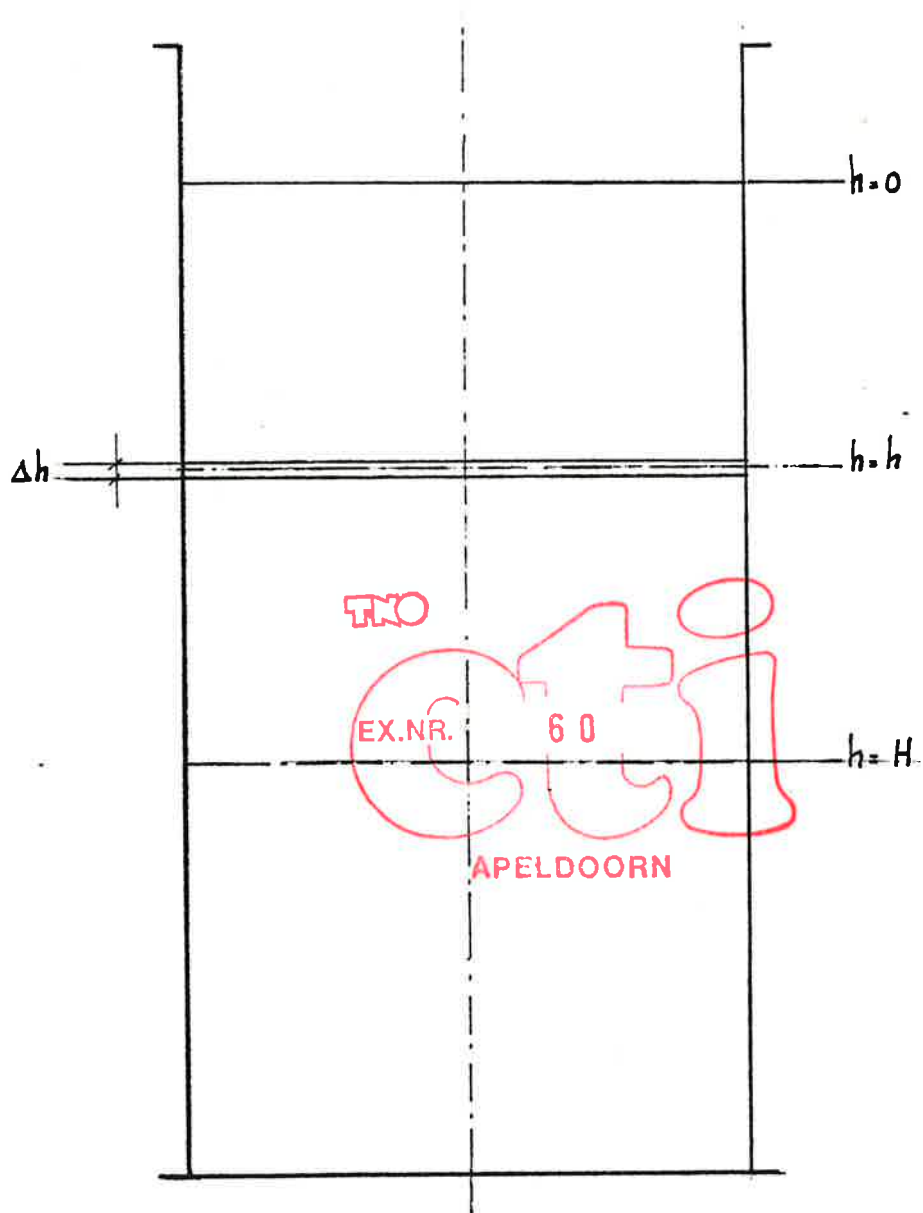
8. BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN CONCLUSIES

- a. "Het percentage afslibbaar onder een gegeven korreldiameter" kan worden afgeleid uit de volumieke massa van een na een bepaalde bezinktijd tot een gegeven diepte afgeslibde suspensie van klei in water.
- b. Voor het vaststellen van het percentage afslibbaar onder $16 \mu\text{m}$, aangeduid met S_{16} , kan met een relatief korte bezinkingstijdsduur worden volstaan (circa 9 minuten).
- c. S_{16} mag niet worden verward met de fractie kleiner dan $16 \mu\text{m}$. De getalwaarde van S_{16} zal weinig afwijken van die van de fractie kleiner dan $10 \mu\text{m}$ ([11] [12]).
- d. Wanneer men de S_{16} -uitkomsten van twee kleien met een gelijke fractie kleiner dan $16 \mu\text{m}$ en een verschillende fractie kleiner dan $2 \mu\text{m}$ met elkaar vergelijkt, zal de klei met de grootste fractie kleiner dan $2 \mu\text{m}$ ook de hoogste waarde voor S_{16} opleveren([1] [11]).
Het percentage afslibbaar is op grond hiervan een in technologisch opzicht waardevol gegeven.
Het karakteriseert met één getalwaarde beter de vetheid van de klei, dan de fractie kleiner dan $16 \mu\text{m}$ of de fractie kleiner dan $10 \mu\text{m}$ zulks doet.
- e. De uitkomst van een slibanalyse wordt mede bepaald door de mate waarin men er bij de voorbehandeling van de proefeenheid in slaagt, de korrelagglomeraten in afzonderlijke deeltjes te splitsen. Dit aspect verdient bij de uitvoering van de analyse dan ook de volle aandacht.
- f. De afgeleide betrekkingen tussen S_{16} , f_{16} en $f_2([1],[11])$, zullen in de praktijk slechts in beperkte mate geldig zijn. Enerzijds zal de sommatiecurve onder $16 \mu\text{m}$ niet altijd een constante steilheid bezitten, anderzijds zal ook het afslibben van de suspensie boven het gekozen niveau, in de praktijk niet ideaal verlopen. De technologische waarde van de onderkenningsproef wordt hierdoor echter niet aangetast.

g. De meting van de volumieke massa van de afgeslibde suspensie kan naar keuze zowel met een areometer als met een gecalibreerde maatkolf geschieden.

9. LITERATUUR

- (1) H. Gessner
Die Schlämmanalyse
Leipzig, 1930
- (2) Casagrande
Die Areometer-methode zur Bestimmung der Korngrösse von Böden und
anderen Materialiën, Berlin 1934.
- (3) J.H. van der Velden
Granulometrische analyse van keramische grondstoffen
(pipetmethode volgens Köhn)
rapport C.T.I. 76-07287.
- (4) G.F. Verhorst
Een snelle methode van kleionderzoek voor de bedrijfscontrole in de
kleiindustrie.
Mededeling no.1 van het Keramisch Instituut TNO --1944-
- (5) J.H. van der Velden
Laboratoriumuitrusting voor de bepaling van de fractie kleiner dan
10 μm in kleigrondmonsters.
Rapport CTI-TNO 70-0752.
- (6) L.D. Hodgman
Handbook of Chemistry and Physics.
- (7) R.H. Perry
Chemical Engineers' Handbook.



BEZINKVAT.

CTI - TNO
Werkgr. Grofkeramiek
doss - 4006
dat. 1.6.77 bijl. 01

Tabel 1:

Bezinkingstijden voor de bepaling van het percentage afslibbaar onder 16 μm .

θ $^{\circ}\text{C}$	P_s 10^{-9} m.s.	T min'.s''	θ $^{\circ}\text{C}$	P_s 10^{-9} m.s.	T min'.s''
10	1454	11'.50''	20	1118	9'.16''
11	1414	11'.30''	21	1091	8'.53''
12	1375	11'.11''	22	1065	8'.40''
13	1338	10'.53''	23	1041	8'.28''
14	1302	10'.36''	24	1017	8'.16''
15	1268	10'.19''	25	994	8'.5''
16	1236	10'.3''	26	972	7'.54''
17	1204	9'.48''	27	950	7'.44''
18	1174	9'.33''	28	930	7'.34''
19	1145	9'.19''	29	910	7'.24''

$$T = P_s \cdot \frac{H}{d^2}$$

T = bezinkingstijd in s.

P_s = temperatuurafhankelijke factor in 10^{-9} m.s

H = bezinkingsdiepte in mm = 125 mm.

d = equivalente korreldiameter in μm = 16 μm .

Tabel 2:

Correcties bij de bepaling van het percentage afslibbaar onder
16 μm met behulp van areometer of maatkolf.

θ $^{\circ}\text{C}$	corr. X kg/m^3	corr. Y kg/m^3	corr. (X+Y) kg/m^3	corr. k kg/m^3	corr. (X+k) kg/m^3
11	-1,399	+0,219	-1,18	+0,140	-1,26
12	-1,290	+0,194	-1,10	+0,125	-1,16
13	-1,170	+0,170	-1,00	+0,109	-1,06
14	-1,037	+0,146	-0,89	+0,094	-0,94
15	-0,892	+0,122	-0,77	+0,078	-0,81
16	-0,736	+0,097	-0,64	+0,062	-0,67
17	-0,569	+0,073	-0,50	+0,047	-0,52
18	-0,390	+0,049	-0,34	+0,031	-0,36
19	-0,200	+0,024	-0,18	+0,016	-0,18
20	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00
21	+0,211	-0,024	+0,19	-0,016	+0,20
22	+0,432	-0,049	+0,38	-0,031	+0,40
23	+0,664	-0,073	+0,59	-0,047	+0,62
24	+0,906	-0,097	+0,81	-0,062	+0,84
25	+1,157	-0,122	+1,04	-0,078	+1,08
26	+1,418	-0,146	+1,27	-0,094	+1,32
27	+1,689	-0,170	+1,52	-0,109	+1,58
28	+1,969	-0,194	+1,78	-0,125	+1,84
29	+2,258	-0,219	+2,04	-0,140	+2,12

Tabel 3:

Massadichtheid van NaCl-oplossingen in water van 20° C in relatie tot de massaconcentratie van NaCl.

ρ kg/m ³	c g/l	ρ kg/m ³	c g/l
1002,0	5,325	1012,0	19,532
1004,0	8,144	1014,0	22,407
1006,0	10,974	1016,0	25,294
1008,0	13,815	1018,0	28,192
1110,0	16,668	1020,0	31,101

ρ = massadichtheid van oplossing bij 20°C in kg/m³

c = massaconcentratie van NaCl in g/l, (kg/m³)