

RAPPORT  
UITVOERINGSVOORSCHRIFT VAN EEN  
EENVOUDIGE LEEMBEPALING  
IN KLEIEN  
door  
J.H.van der Velden

nijverheidsorganisatie



postbus 342  
7300 AH apeldoorn

bezoekadres  
laan van westenenk 501

telex 49095 tnoap  
telefoon 055 - 77 33 44

Ref. : 79-03900  
Dossier nr.: 8711-4018  
Datum : 23 april 1979

Bestemd voor: de Nederlandse Grof-  
keramische Industrie

„Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO”.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO. TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid met betrekking tot de inhoud en/of de vorm van deze uitgave.

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>pag.</u>
SAMENVATTING	3
TEN GELEIDE	4
UITVOERINGSVOORSCHRIFT	5
1. TOEPASSING	5
2. BEGINSEL	6
3. HULPSTOFFEN	7
4. APPARATUUR EN GEREEDSCHAPPEN	8
5. WERKWIJZE	11
6. KALIBRATIE VAN DE SCHUDCILINDERS	15
7. AFSTELLING VAN DE AFZUIGINRICHTING	16
8. IJKING VAN DE AREOMETER, SCHAALCORRECTIE S	17
9. BEREIDING VAN DE NATRIUMOXALAATOPLOSSING	19
10. TEMPERATUURCORRECTIE T	20
11. DICHTHEIDSCORRECTIE D	21
12. TOELICHTING OP DE ANALYSEMETHODE	22

## SAMENVATTING

Het rapport bevat een gedetailleerd uitvoeringsvoorschrift van een nieuwe eenvoudige leembepaling in kleien. De analysemethode is bijzonder geschikt voor fabriekslaboratoria in de grofkeramische industrie. Met één analyse-eenheid kunnen per uur drie kleimonsters worden geanalyseerd.

## TEN GELEIDE

Het navolgende uitvoeringsvoorschrift voor een eenvoudige leembepaling in kleien is het resultaat van een uitgebreid onderzoek, dat onder auspiciën van de Nederlandse baksteen- en kleidakpannenindustrie werd verricht.

Bij dit onderzoek werd gestreefd naar:

- een verbetering van de betrouwbaarheid van leembepalingen op fabriekslaboratoria
- de toepassing van zo eenvoudig mogelijke analyse-apparatuur
- een verdere verkorting van de tijdsduur van de analyse

De nieuwe analysemethode werd ontwikkeld door de heren J.H. van der Velden, A.H. de Vries en W.J. de Zoete van de Werkgroep Grofkeramiek van MT - TNO.

EENVOUDIGE LEEMBEPALING IN KLEIEN  
UITVOERINGSVOORSCHRIFT

1. TOEPASSING

Het voorschrift heeft betrekking op de bepaling van de korrelfractie kleiner dan 10  $\mu\text{m}$  (het leemgehalte) in kleien. De methode is vooral geschikt voor de grondstofcontrole op bedrijfslaboratoria in de grofkeramische industrie. Men beschikt ongeveer 50 minuten na het begin van de analyse over de uitkomst. Een analist kan met één analyse-eenheid per uur drie monsters in bewerking nemen.

## 2. BEGINSEL

Een in een liter water gedispergeerd kleimonster (circa 40 g) laat men in een schudcilinder bezinken. Na een voorgeschreven bezinkperiode (circa 12 minuten), wordt rond 500 ml suspensie over een hoogte van 170 mm afgezogen en naar een ander cilindrisch vat geleid.

Uit de met een areometer bepaalde dichtheid van de afgezogen en gehomogeniseerde suspensie wordt het leemgehalte van het monster berekend.

De afzuiging vindt plaats aan het vloeistofoppervlak met een verticaal in de suspensie gestoken buis.

Men geleidt de buis zodanig met de hand, dat de aanzuigopening zich tijdens de daling van het vloeistofniveau ten hoogste 5 mm onder het oppervlak bevindt.

Een rode ruberring aan het uiteinde biedt een visuele controle op de insteek. Het suspensietransport wordt bewerkstelligd met een waterstraalluchtpomp. De afslibbing is in 10 seconden voltooid.

De methode onderscheidt zich vooral op de volgende punten van andere eenvoudige slibanalyses:

a) De oppervlakte-afzuiging beantwoordt uitstekend aan de modelvoorstelling, die aan de berekening van de gevraagde korrelfractie ten grondslag ligt.

b) De bezinkperiode is zodanig gekozen, dat de uitkomst van een leemgehaltebepaling niet wordt beïnvloed door de relatieve grootte van andere korrelklassen. Voorwaarde is, dat de sommatiecurve beneden 16  $\mu\text{m}$  grotendeels het normale rechte lijnige verloop vertoont.

Deze keuze van de bezinktijd verbetert de vergelijkbaarheid van de uitkomsten met de analyseresultaten volgens de bekende pipetmethode van Köhn (rapport CTI-TNO nr. 76-07287).

c) De analyseapparatuur is geheel samengesteld uit courante relatief goedkope handelsartikelen. De foto op bijlage 01 toont een overzicht van de analyseapparatuur.

## 3. HULPSTOFFEN

omschrijving	aantal	eenheid	nummer	prijs
3.1 weegbakjes, aluminium, voor eenmalig gebruik	1000	st.	143B5	
3.2 water, gedemineraliseerd	50	l	-	
3.3 natriumoxalaat ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 99,0%	500	g	-	
3.4 waarnemingenstaten	500	st.	bijlage 02	
3.5 analyseformulieren	500	st.	bijlage 03	
3.6 antischuimmiddel	1	bus	1255B1	
3.7 reinigingsmiddel, "Sparkleen"	6	kg.	1180B1	
3.8 monsterzakjes, kunststof	1000	st.	-	

## 4. APPARATUUR EN GEREEDSCHAPPEN

omschrijving	aantal	eenheid	nummer	prijs
4.1 balans, weegbereik 311g, gevoeligheid 0,01 g (Cent-0-Gram, Ohaus)	1	st.	139B1	
4.2 kookplaat, 1500 W, 220 V, 7 standen	1	st.	38B8	
4.3 magneetroerder met verwarmingsplaat 500 W, 220 V	1	st.	1762B3	
4.4 schudcilinder, glas, met stop $\emptyset$ 29, hoog model, 1000 ml, rechtstaand	1	st.	821B8	
4.5 cilinderglas $\emptyset_1 = 50$ , h = 380 of: maatcilinder, styreen, acronitil, helder, hoog model, 500 ml, afgezaagde tuit	1	st.	823B14	
4.6 stop, rubber, behorend bij 4.5 $\emptyset$ 46 x 54, h = 40	1	st.	1295B15	
4.7 waterstraalluchtpomp met ingebouwd terugslagventiel (Edwards)	1	st.	1639B5	
4.8 afzuiginrichting, samengesteld uit:	1	st.	bijlage 04	
- slang, polyvinylchloride, transparant $\emptyset$ 12 x 8	ca.6	m	1260B7	
- stoppen, rubber $\emptyset$ 46 x 54, h = 40	2	st.	1295B15	
- glasbuis $\emptyset$ 9 x 6,6; l = 400	1	st.	192B6	
- ring, rubberslang, rood $\emptyset_1 = 8$ ; h = 5	1	m	1258B12	
- slangverbindingstukken $\emptyset_1 = 6,0$	2	st.	1269B10	
- straalgeleider, glasbuis of kunststofbuis $\emptyset$ 9 x 6,6, l = 50	1	st.	192B6	



omschrijving	aantal	eenheid	nummer	prijs
4.9 laboratoriumthermometer -10/+30°C; 0,1°C	1	st.	1418B8	
4.10 stopwatch, 0 - 60 min., 0 - 60 s (Heuer nr. 503.901)	1	st.	1511B1	
4.11 areometer; 1,000 tot 1,020; schaalwaarde 0,0002; ijkgeschikt, catalogusnr. Tamson V-3 nr L 20 H-805040 S	2	st.	-	
4.12 signaalklok, 0 - 15 min.	1	st.	1515B1	
4.13 bekerglazen, pyrex, 800 ml, laag model	5	st.	158B10	
4.14 beker glas, 2000 ml, hoog model	1	st.	156B9	
4.15 maatcilinder, glas, 50 ml	1	st.	819B4	
4.16 maatcilinder, glas, 250 ml	1	st.	819B6	
4.17 maatcilinder, glas, 1000 ml	1	st.	819B8	
4.18 spuitfles, polyetheen, 1000 ml	1	st.	495B7	
4.19 voorraadfles, bruin glas, wijde hals, 1000 ml	1	st.	499B20	
4.20 decanteerflessen (H <sub>2</sub> O), 25 l	2	st.	484B2	
4.21 tapkranen van decanteerflessen	2	st.	484B4	
4.22 schaal, polypropeen d = 240 Ø	1	st.	101B3	
4.23 trechters, polyetheen d = 50 Ø	1	st.	1504B5	
4.24 trechters, polyetheen d = 100 Ø	2	st.	1504B7	
4.25 roermagneten 1 = 30, d = 8 Ø	10	st.	1227B3	
4.26 roermagneetopnemer, (Pick-Up)	1	st.	1229B6	

omschrijving	aantal	eenheid	nummer	prijs
4.27 zeef, messing, maaswijdte: 125 $\mu\text{m}$ , d = 200 $\emptyset$ , h = 50	1	st.	1651B8	
4.28 kroezentang, l = 200 mm	1	st.	1309B3	
4.29 poederlepel, staal, l = 120 mm	1	st.	1281B2	
4.31 spatellepel, l = 200 mm	1	st.	1280B3	
4.32 vergrootglas	1	st.	-	
4.33 roerstaven, l = 250 mm	5	st.	1235B3	
4.34 wissers, rubber, groot blad	2	st.	1646B3	
4.35 reinigingsborstels, l = 380	1	st.	177B8	
4.36 reinigingskwast, b = 38	1	st.	177B11	
4.37 merkpen, blauw (Marktex)	1	st.	856B3	

## 5. WERKWIJZE

### 5.1 Voorbehandeling van de proefeenheid

5.1.1 Voor de bepaling is een vochtig dan wel droog homogeen analysemonster nodig van 100 g à 125 g. Het dient te zijn voorbereid tot korrel-aggregaten met een massa gelijk aan of kleiner dan 0,2 g. Opgemerkt zij dat monsters klei, die bij een hogere temperatuur dan 40°C werden gedroogd, onbetrouwbare uitkomsten kunnen opleveren.

5.1.2 De proefeenheid dient ongeveer 40 g droge klei te bevatten. Weeg daartoe, indien het analysemonster droog is, met behulp van een weegpapiertje, ruim 40 g af tot op 0,01 g. Van vochtige monsters neme men ongeveer 50 g. Noteer de massa Gv op de waarnemingenstaat en breng de in fijn verdeelde toestand verkerende inweeg zonder verlies over in een laag model bekerglas van 800 ml.

5.1.3 Voeg 200 ml. gedemineraliseerd water toe.

5.1.4 Doseer 40 ml. van een natriumoxalaatoplossing met een massaconcentratie van 25 g/l.

5.1.5 Breng een roermagneet in het bekerglas en verwarm de suspensie op een voorverwarmde, van een magnetische roerder voorziene elektrische kookplaat van 500 W, met ingeschakelde roerinrichting zonder spatten tot het kookpunt. Beeindig de warmtebehandeling na 15 minuten.

5.1.6 Verwijder de roermagneet uit de suspensie. Spoel deze met gedemineraliseerd water uit een spuitfles zorgvuldig in het bekerglas schoon en koel het bekerglas met inhoud vervolgens in een bad met koud stromend water af tot circa 25°C (9 minuten).

### 5.2 Bepaling van de hoeveelheid droge stof

5.2.1 Weeg in fase 5.1 van de analyse in een wegwerpbakje van aluminium, in een dunne laag, ongeveer 10 g van het fijn verdeelde en doorengemengde analysemonster af. Noteer de massa van het bakje met inhoud tot op 0,01 g op de waarnemingenstaat.

5.2.2 Plaats het bakje met de inweeg op een vooraf op 800 W ingeschakelde elektrische kookplaat en drijf op deze wijze in 20 à 30 minuten het vocht uit het monster.

5.2.3 Weeg het bakje met het gedroogde materiaal na enige afkoeling op de balans tot op 0,01 g. Noteer de massa.

5.2.4 Bereken vervolgens overeenkomstig de aanwijzingen op de waarnemingenstaat de droge massa Gd van de inweeg Gv (5.1.1).

Ontleen de massa van het lege aluminiumbakje aan een weging van een groot aantal indentieke bakjes tegelijk.

### 5.3 Slibanalyse

5.3.1 Breng de toebereide suspensie (5.1.5) met gedemineraliseerd water en een rubber spatel via een trechter in haar geheel over in een schudcilinder van 1000 ml en vul aan tot de 1000 ml merkstreep.

5.3.2 Start de chronometer en homogeniseer de suspensie door de cilinder gedurende een minuut goed te schudden. Let er op dat de suspensie niet in draaiing geraakt. Zet de cilinder na precies 60 seconden op een trillingsvrije plaats neer en verwijder de glazen stop.

5.3.3 Meet vervolgens de suspensietemperatuur tot op 0,1°C met een betrouwbare laboratoriumthermometer (meetbereik 0 - 30°C). Hang deze daartoe met behulp van een rubber klemdop voorzichtig en zonder roeren tot aan het begin van de schaal in de vloeistof. Wacht met aflezen tot de aanwijzing constant is, noteer de temperatuur en verwijder de thermometer.

5.3.4 Raadpleeg het nomogram voor de bezinkingstijd (bijlage 05) en tel bij de aangegeven tijd 1 minuut op (5.3.2). Laat de suspensie rustig bezinken tot de voorgeschreven tijd bijna verstreken is. Gebruik voor het geven van een waarschuwingssignaal een signaalklokje.

5.3.5 Bereid intussen de afzuiging van de suspensie voor. Plaats daartoe de meetcilinder in de nabijheid van de schudcilinder en sluit de afzuiginrichting aan. Stel de watertoevoer aan de waterstraalluchtpomp zodanig in, dat de afzuiging in 10 seconden +/- 1 s kan worden voltooid (hfdst.7). Reinig het gebruikte vaatwerk.

- 5.3.6 Steek 10 seconden voor het verstrijken van de bezinktijd de afzuigbuis rechtstandig in de suspensie. Geleid de buis tijdens de daling van het vloeistofniveau zodanig met de hand, dat de smalle rode rubberring aan het uiteinde nog juist zichtbaar blijft en voltooi in 10 seconden de afzuiging van 170 mm suspensie.
- 5.3.7 Spuit een vleugje antischuim-spray op de vloeistof in de meetcilinder. Sluit de meetcilinder af met een rubberstop en homogeniseer de inhoud door de cilinder enige malen rustig te schudden.
- 5.3.8 Zet de meetcilinder op een stevige tafel, verwijder de stop en plaats onmiddellijk daarna op soepele wijze een geijkte areometer (1000 - 1020 kg/m<sup>3</sup>) in de vloeistof. Lees de areometerschaal zonder dralen met behulp van een vergrootglas af op de plaats waar de bovenkant van de vloeistofmeniscus de steel van de areometer raakt. Noteer de waarneming P" tot op 0,1 kg/m<sup>3</sup>. De meting dient te worden uitgevoerd met een ontvet, schoongespoeld en daarna afgedroogd instrument. De temperatuur van de areometer moet ongeveer overeenkomen met de temperatuur van de vloeistof. De areometer dient voorts geheel vrij te drijven. De boven de vloeistof uitstekende steel mag niet nat worden. Behandel het tere instrument met grote zorg. Zorg er voor dat steeds een geijkt reserve-exemplaar beschikbaar is.
- 5.3.9 Verwijder na de aflezing de areometer en hang direct daarna een thermometer in de suspensie. Wacht met aflezen tot de temperatuur constant is en noteer deze tot op 0,1°C.
- 5.3.10 Spoel intussen de areometer af en berg het instrument zorgvuldig op. Ontvet de areometer regelmatig met een ontvettingsmiddel. Reinig de schudcilinder grondig met leidingwater. Voor het verkrijgen van een globale indruk van het gehalte aan grove bestanddelen in de inweeg, spoel men de schudcilinder schoon over een zeef met een maaswijdte van 125 µm. Rapporteer die indruk op de waarnemingenstaat. Droog het vaatwerk af en zet het stofvrij gereed voor een volgende analyse.

#### 5.4 Verwerking van de waarnemingen

- 5.4.1 Tel bij de areometerafleiding  $P''$  in  $\text{kg/m}^3$  de vaste positieve meniscuscorrectie  $M$  in  $\text{kg/m}^3$  op en noteer de uitkomst  $P''$  in  $\text{kg/m}^3$  (hfdst. 8.2.5).
- 5.4.2 Bepaal aan de hand van de bij de areometer behorende ijkkaart de schaalcorrectie  $S$  in  $\text{kg/m}^3$ , die van toepassing is op de waarde  $P'$ . Noteer  $S$  met inachtneming van het teken op de waarnemingenstaat (hfdst. 8.2.6).
- 5.4.3 Ontleen de temperatuurcorrectie  $T$  van de dichtheidsbepaling aan het betreffende nomogram (bijlage 05) en noteer  $T$  met inachtneming van het teken op de waarnemingenstaat.
- 5.4.4 Bereken de algebraïsche som  $C$  van  $S$ ,  $T$  en  $D$  in  $\text{kg/m}^3$  en noteer deze. De positieve vaste getalwaarde  $D$  geeft aan hoeveel  $\text{kg/m}^3$  de dichtheid van de vloeistof waarin de klei bezinkt bij  $20^\circ\text{C}$  lager is dan  $1000 \text{ kg/m}^3$  (hfdst. 11).
- 5.4.5 Bereken het leemgehalte van het monster met de navolgende formule. Denk aan het teken van  $C$ .

$$f_{10} = \frac{160,6 \cdot V}{G_d} (P' - 1000 + C)$$

Hierin is:

- $f_{10}$ , leemgehalte van het monster in % ( $\text{m/m}_d$ )  
 $V$ , oorspronkelijk suspensievolume in l (hfdst. 6)  
 $G_d$ , droge massa van de inweeg in g  
 $P'$ , areometeraflezing met meniscuscorrectie in  $\text{kg/m}^3$   
 $C$ , correctie,  $C = S + T + D$  in  $\text{kg/m}^3$

- 5.4.6 Noteer de uitkomst in de waarnemingenstaat en op het analyserapport.

## 6. KALIBRATIE VAN DE SCHUDCILINDER

6.1 Taak:

Van de schudcilinder dient de inhoud  $V$  te worden bepaald. Voorts dient het peil te worden aangegeven tot waartoe de bezonken suspensie moet worden afgezogen. Let er bij aankoop van schudcilinders op, dat rechtstaande exemplaren worden geleverd.

6.2 Werkwijze:

6.2.1 Weeg de lege droge cilinder tot op 1 g.

6.2.2 Vul de schudcilinder met gedemineraliseerd water van 18 à 22°C tot aan de de 1000 ml-merkstreep (bovenkant meniscus).

6.2.3 Bepaal de temperatuur  $\theta_w$  tot op 0,2°C.

6.2.4 Weeg de cilinder tot op 1 g.

6.2.5 Leid uit het verschil van de twee wegingen en de dichtheid  $\rho_w$  van het water, het volume  $V$  in 1 af.

$$\rho_w = 0,9982 + 0,0002 (20 - \theta_w) \text{ kg/l}$$

6.2.6 Markeer op de buitenwand van de cilinder een peil op 170 mm onder de 1000 ml merkstreep -.

Een afzuiging tot dit peil levert rond 500 ml suspensie op.

## 7. AFSTELLING VAN DE AFZUIGINRICHTING

### 7.1 Taak

De afzuiginrichting dient zodanig afgesteld te worden, dat het afslibben tot het op de schudcilinder aangegeven peil na 10 seconden is voltooid.

### 7.2 Werkwijze

7.2.1 Stel de watertoevoer aan de waterstraalluchtpomp af op een verbruik van rond vier liter per minuut.

7.2.2 Vul de schudcilinder tot aan de 1000 ml-merkstreep met water.

7.2.3 Sluit de afzuiginrichting aan. Zorg er voor, dat de stop op het meetvat goed afsluit.

7.2.4 Zoek aan de hand van herhaalde afzuigproeven, de positie van de glazen zuigbuis in de rubber stop, waarbij de afzuiging tot het voorgeschreven peil plaatsvindt (aflezing aan bovenrand van meniscus).

7.2.5 Markeer en fixeer de juiste positie van de zuigbuis.

7.2.6 Zoek aan de hand van herhaalde afzuigproeven met water, de stand van de watertoevoerkraan op, waarbij de afzuiging in 10 +/-1 s is voltooid. Markeer die stand op de waterkraan.



## 8. IJKING VAN DE AREOMETER, SCHAALCORRECTIE S

8.1 Inleiding

Een areometer wordt gewoonlijk geijkt bij 20°C; dat wil zeggen, dat voor vloeistoffen van die temperatuur de relatie tussen de areometeraflezing en de werkelijke dichtheid vastgesteld wordt. De ijking heeft steeds betrekking op een aflezing van de areometer op het niveau van het vrije vloeistofoppervlak en wordt gewoonlijk in gespecialiseerde laboratoria verricht. Het ijkresultaat wordt op een ijkkaart zowel grafisch als tabellarisch weergegeven.

In ondoorzichtige kleisuspensies wordt echter aan de bovenrand van de tegen de areometersteel opgeklommen vloeistof afgelezen. Zo'n aflezing dient derhalve vóór het raadplegen van de ijkkaart te worden gecorrigeerd. Deze meniscuscorrectie M heeft voor elke areometer een vaste waarde en is positief (op te tellen bij de aflezing), aangezien de getalwaarden op de areometerschaal van boven naar beneden toenemen.

8.2 Werkwijze

8.2.1 Bereid, aan de hand van de gegevens in de onderstaande tabel, in hoog modelmaatcilinders van 500 ml, een vijftal NaCl-oplossingen in gedemineraliseerd water met onderling verschillende dichtheden.

Breng de oplossingen in een waterbad op een temperatuur tussen 19,5 en 20,5°C en houd die temperatuur tot op 0,1°C constant.

---

Dichtheid  $f$  van NaCl-oplossingen in water van 20°C in relatie tot de massaconcentratie  $c$  van NaCl

---

$c$	g/l	5,325	10,974	16,668	22,407	28,192
$f$	kg/m <sup>3</sup>	1002,0	1006,0	1010,0	1014,0	1018,0

---

8.2.2 Reinig de areometer met een ontvettingsmiddel.

8.2.3 Spoel de areometer schoon met gedemineraliseerd water en droog het instrument af. Zorg, dat de areometertemperatuur eveneens 19,5 à 20,5°C bedraagt.

- 8.2.4 Plaats de areometer achtereenvolgens in elk van de bereide oplossingen en lees na enkele minuten zowel af op het niveau van het vrije vloeistofoppervlak, als aan de bovenrand van de vloeistofmeniscus. Meet tegelijkertijd de temperatuur van de oplossing tot op  $0,1^{\circ}\text{C}$  met een geijkte thermometer. Herhaal vóór elke meting handeling 8.2.3.
- 8.2.5 Stel het gemiddelde verschil vast tussen de aflezingen aan het vrije vloeistofoppervlak en aan de bovenrand van de meniscus. Dit is de meniscuscorrectie  $M$  tot op  $0,01 \text{ kg/m}^3$ .
- 8.2.6 Breng op de ter hoogte van het vrije vloeistofoppervlak afgelezen dichtheden de temperatuurcorrectie  $T$  (bijlage 05 ) in rekening. Vergelijk de verkregen getalwaarden met de dichtheden van de zoutoplossingen bij  $20^{\circ}\text{C}$  en bereken de schaalcorrecties  $S$  tot op  $0,01 \text{ kg/m}^3$ .
- 8.2.7 Geef de schaalcorrecties zowel grafisch als tabellarisch weer op een bij de areometer behorende ijkkaart.

## 9. BEREIDING VAN DE NATRIUMOXALAATOPLOSSING

Als dispergeermiddel wordt een natriumoxalaatoplossing gebruikt die 25 g  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  per liter bevat.

- Los hiertoe in een 2000 ml bekersglas in krap 1 l gedemineraliseerd water 25 g  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  op.
- Bespoedig het oplossen door de vloeistof tot 50 à 80°C te verwarmen en te roeren.
- Vul de oplossing na afkoeling tot 1 l aan en bewaar deze in een stopfles van bruin glas op een donkere plaats.

## 10. TEMPERATUURCORRECTIE T

Bij de verwerking van de waarnemingen dient een correctie voor een van 20°C afwijkende suspensietemperatuur te worden aangebracht. In deze correctie zijn twee temperatuurinvloeden begrepen.

In de eerste plaats is dat de temperatuur-afhankelijkheid van de relatie tussen de gemeten dichtheid van de kleisuspensie en de te berekenen massaconcentratie aan vaste stof. De betreffende correctie kan aan een dichtheden-tabel van water worden ontleend.

Voorts zullen areometers bij een van 20°C afwijkende temperatuur een miswijzing vertonen vanwege de thermische volumeverandering van het areometer-gedeelte dat zich onder het vloeistofoppervlak bevindt.

De voor dit verschijnsel aan te brengen correctie is uiteraard afhankelijk van de kubieke uitzettingscoëfficiënt van de voor de areometer gebruikte glassoort.

De temperatuurcorrectie T waarin beide invloeden zijn begrepen, kan ontleend worden aan het nomogram op bijlage 05.

Het geldt voor areometers met een kubieke uitzettingscoëfficiënt van  $0,243 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  (Jena normaalglas 16 III).

## 11. DICHTHEIDSCORRECTIE D

De dichtheidscorrectie D geeft aan, hoeveel  $\text{kg/m}^3$  de dichtheid van de vloeistof waarin de klei bezinkt bij  $20^\circ\text{C}$  lager is, dan de rekenwaarde van  $1000 \text{ kg/m}^3$ , die in de formule voor de berekening van het leemgehalte wordt aangehouden (5.4.5).

D varieert enigszins met de hoeveelheden en soorten oplosbare zouten in de klei.

Voor  $D = 0,50$  blijken de uitkomsten van de snelle leembepaling doorgaans gelijk te zijn aan die van de leembepaling met de pipet van Köhn. In de praktijk kan de voor een bepaald kleiareaal geldende gemiddelde waarde van D het beste worden vastgesteld aan de hand van een vergelijking van de bedoelde uitkomsten.

## 12. TOELICHTING OP DE ANALYSEMETHODE

Bij de ontwikkeling van de analysemethode werd gebruik gemaakt van het feit, dat in het korrelgroottegebied van ruim 1  $\mu\text{m}$  tot ruim 16  $\mu\text{m}$  van natuurlijke Nederlandse kleien, het massapercentage deeltjes met een diameter kleiner dan d  $\mu\text{m}$  (fd%), doorgaans bij benadering rechtlijnig verloopt met de logaritmie uit d (bijlage 06).

Indien de korrelfracties kleiner dan 16  $\mu\text{m}$  en kleiner dan 2  $\mu\text{m}$  respectievelijk f16% en f2% zijn, bedraagt de helling a van de sommatiecurve in het betrokken korrelgroottegebied

$$a = \frac{(f16 - f2)}{\log 16 - \log 2} = \frac{(f16 - f2)}{0,903} \quad (1)$$

De getalwaarde van a varieert bij Nederlandse kleien tussen 10 en 30 en is mede afhankelijk van de mate waarin men er bij de voorbehandeling van de proefeenheid voor de granulometrische analyse in slaagt, de korrelaggregaten in afzonderlijke deeltjes te splitsen.

In het beschouwde korrelgroottegebied kan voor de relatie tussen het leemgehalte f10 en een korrelfractie kleiner dan d (fd) op grond van het vorenstaande worden afgeleid, dat

$$fd = f10 + 0,4343 \cdot \ln d - a \quad (2)$$

In de oorspronkelijke homogene suspensie van Gd g vaste stof in V l water, is de massaconcentratie c van deeltjes kleiner dan d:

$$c = \frac{Gd \cdot fd}{100 V} \quad \text{of}$$

$$c = \frac{Gd}{100 V} \cdot \{f10 + 0,4343 \cdot \ln d - a\} \quad (3)$$

In de bezinkende suspensie treft men deze concentratie na een gegeven bezinkingstijd T aan in een dun suspensie laagje dh op een diepte h.

Volgens Stokes geldt:

$$d = \sqrt{\frac{Ps}{T}} \cdot h^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Hierin is  $P_s$  een temperatuurafhankelijke factor, die bepaald wordt door de massadichtheden van klei en water en de viscositeit van het water.

Vervanging van  $d$  in formule 3 door betrekking 4 geeft:

$$c = \frac{Gd}{100 V} \cdot \left\{ f_{10} + 0,4343 \cdot a \cdot \ln \sqrt{\frac{P_s}{T}} + 0,4343 \cdot \frac{a}{2} \cdot \ln h - a \right\} \quad (5)$$

De gemiddelde concentratie van de vaste stof  $\bar{c}$ , na een bezinktijd  $T$ , over een totale diepte  $H$ , bedraagt:

$$\bar{c} = \int_{h=0}^{h=H} \frac{c}{H} \cdot dh \quad (6)$$

Tussen  $T$  en  $H$  bestaat volgens Stokes de relatie

$$T = \frac{P_s \cdot H}{d_k^2} \quad (7)$$

Hierin is  $d_k$  de diameter van deeltjes, die in de tijd  $T$  van het oppervlak van de suspensie tot op de diepte  $H$  bezinken.

Uitwerking en integratie van formule 6 leidt voor de gemiddelde concentratie van de vaste stof  $\bar{c}$ , in de over een hoogte  $H$  afgeslibde suspensie tot:

$$\bar{c} = \frac{Gd}{V \cdot 100} \left\{ f_{10} + 0,4343 \cdot a \cdot \ln d_k - 0,2172 \cdot a - a \right\} \quad (8)$$

Deze gemiddelde concentratie zal nagenoeg niet worden beïnvloed door afwijkingen van het veronderstelde verloop van de sommatiecurve in het korrelgroottegebied beneden  $1,5 \mu\text{m}$ .

Voor  $d_k = 16,487 \mu\text{m}$  wordt de algebraïsche som van de laatste drie termen van formule 8 gelijk aan nul.

Bij een afslibbing na een tijdsduur  $T$ , die, met formule 7, voor  $d_k = 16,487 \mu\text{m}$ , wordt berekend, en in het nomogram op bijlage 05 is weergegeven, is de gemiddelde concentratie  $\bar{c}$  onafhankelijk van de toevallige helling van de sommatiecurve en rechtevenredig met het leemgehalte  $f_{10}$ :

$$\bar{c} = \frac{Gd}{V \cdot 100} \cdot f_{10} \quad \text{of} \quad f_{10} = \frac{100 V}{Gd} \cdot \bar{c} \quad (9)$$

Indien een areometer in de afgeslibde en gehomogeniseerde suspensie  $P'$   $\text{kg/m}^3$  aanwijst, geldt voor de massaconcentratie aan vaste stof  $\bar{c}$ :

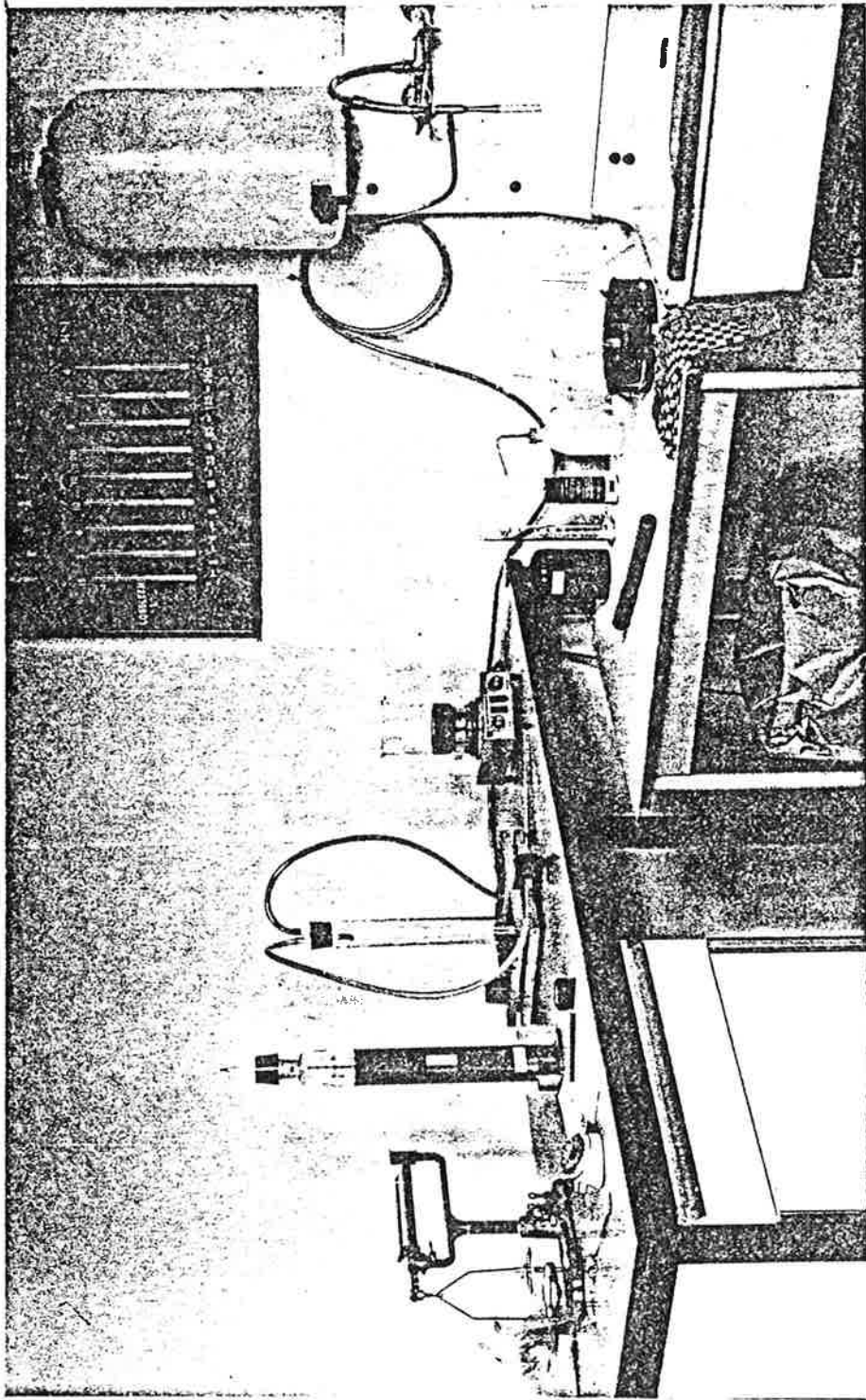
$$\bar{c} = 1,606 (P' - 1000 + C) \quad (10)$$

Bij de afleiding van deze formule zijn voor de dichtheden van klei en water bij  $20^\circ\text{C}$  rekenwaarden aangehouden van respectievelijk 2650 en  $1000 \text{ kg/m}^3$ .  $C$  is de algebraïsche som van de aan te brengen correcties (zie de hoofdstukken 8, 10 en 11).

Uit de formules 9 en 10 volgt dan de in paragraaf 5.4.5 weergegeven formule voor de berekening van het leemgehalte.

Wellicht ten overvloede zij er nogmaals op gewezen, dat de methode alleen betrouwbare leemgehalten oplevert, indien de sommatiecurve in het aangegeven korrelgroottegebied beneden ruim  $16 \mu\text{m}$  een nagenoeg rechtlijnig verloop bezit. Indien aan deze voorwaarde niet wordt voldaan, blijft de analysemethode voor een bedrijfsinterne grondstofcontrole overigens goed bruikbaar. Aanbevolen wordt de analyseuitkomsten in dat geval niet op te geven als leemgehalten, doch als percentages afslibbaar onder  $16,5 \mu\text{m}$  ( $S_{16,5}$ )





OVERZICHT VAN DE ANALYSEAPPARATUUR

## WAARNEMINGENSTAAT

## SLIBANALYSE

datum:	analist:	merk:	reg.nr.:
--------	----------	-------	----------

## MASSA VAN DE DROGE PROEFEEENHEID

al.bakje + klei,vochtig,(g)		al.bakje + klei,droog, (g)	
al.bakje, leeg, (g)		al.bakje, leeg, (g)	
vochtige klei, $M_v$ , (g)		droge klei, $M_d$ (g)	
inweeg, vochtig, $G_v$ (g)		$G_d = \frac{M_d}{M_v} \cdot G_v$ (g)	

## SLIBANALYSE

Bezinkvat nr.:		Bezinkvatvolume, V (l)	
temp. v. bezinkvat ( $^{\circ}\text{C}$ )		areometer nr.	
Bezinktijd	min.	s	aflezing, $P''$ , ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
			meniscuscorr., $M$ , ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
			aanwijzing, $P'$ , ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
+ 1 min			rekenwaarde ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) 1.000,-
- 10 sec			
temp. meetvat ( $^{\circ}\text{C}$ )		$(P' - 1000)$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	
schaalcorr., S ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )		correctie, C ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	
temp.corr., T ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )		$(P' - 1000 + C)$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	
dichth.corr., D ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )			
$C = (S + T + D)$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )		$f_{10} = \frac{160,6 \cdot V}{G_d} \cdot (P' - 1000 + C)$	

f10 (%)

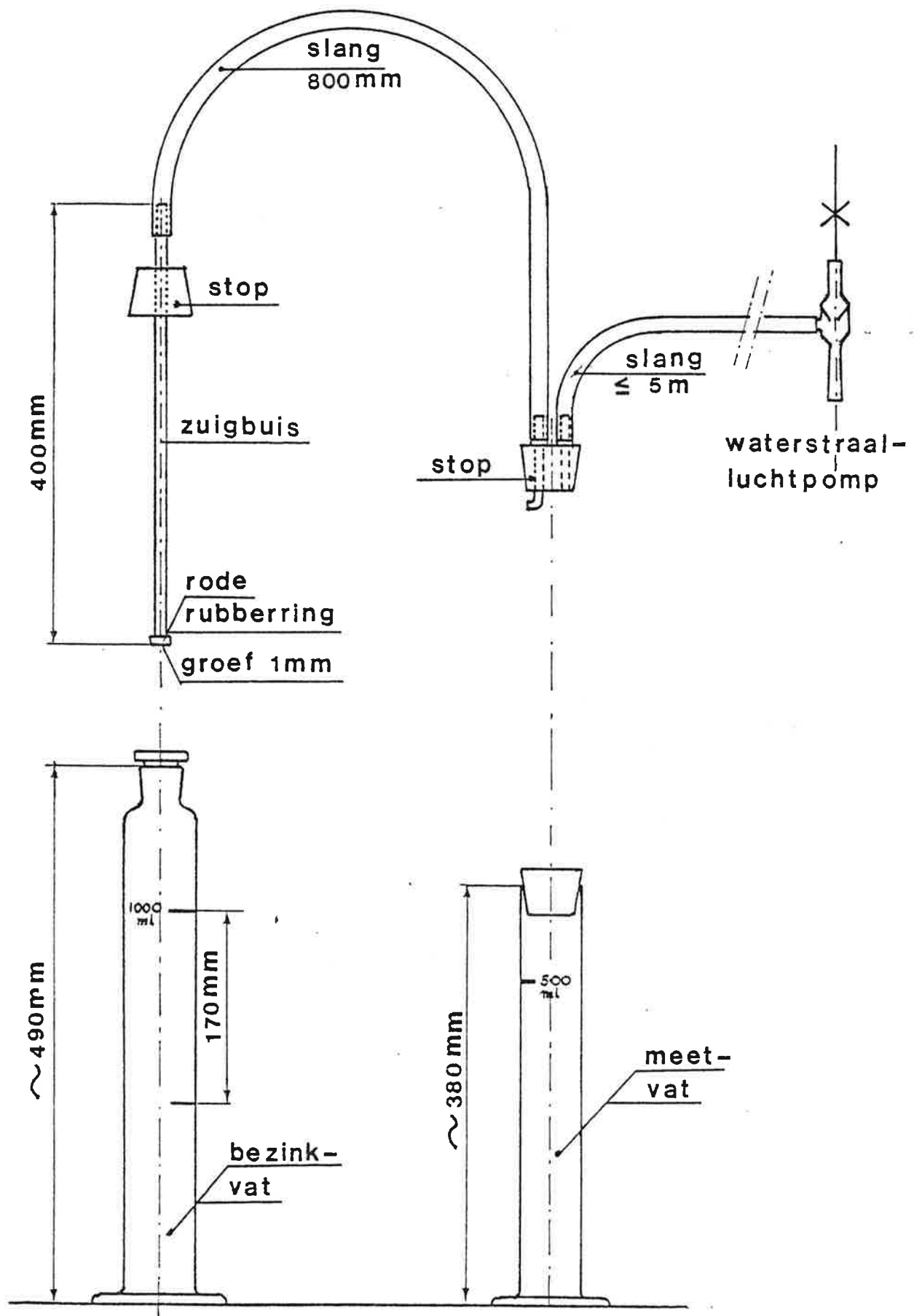
> 125  $\mu\text{m}$  (%)

**BEDRIJFSLABORATORIUM**

**ANALYSERAPPORT**  
nr

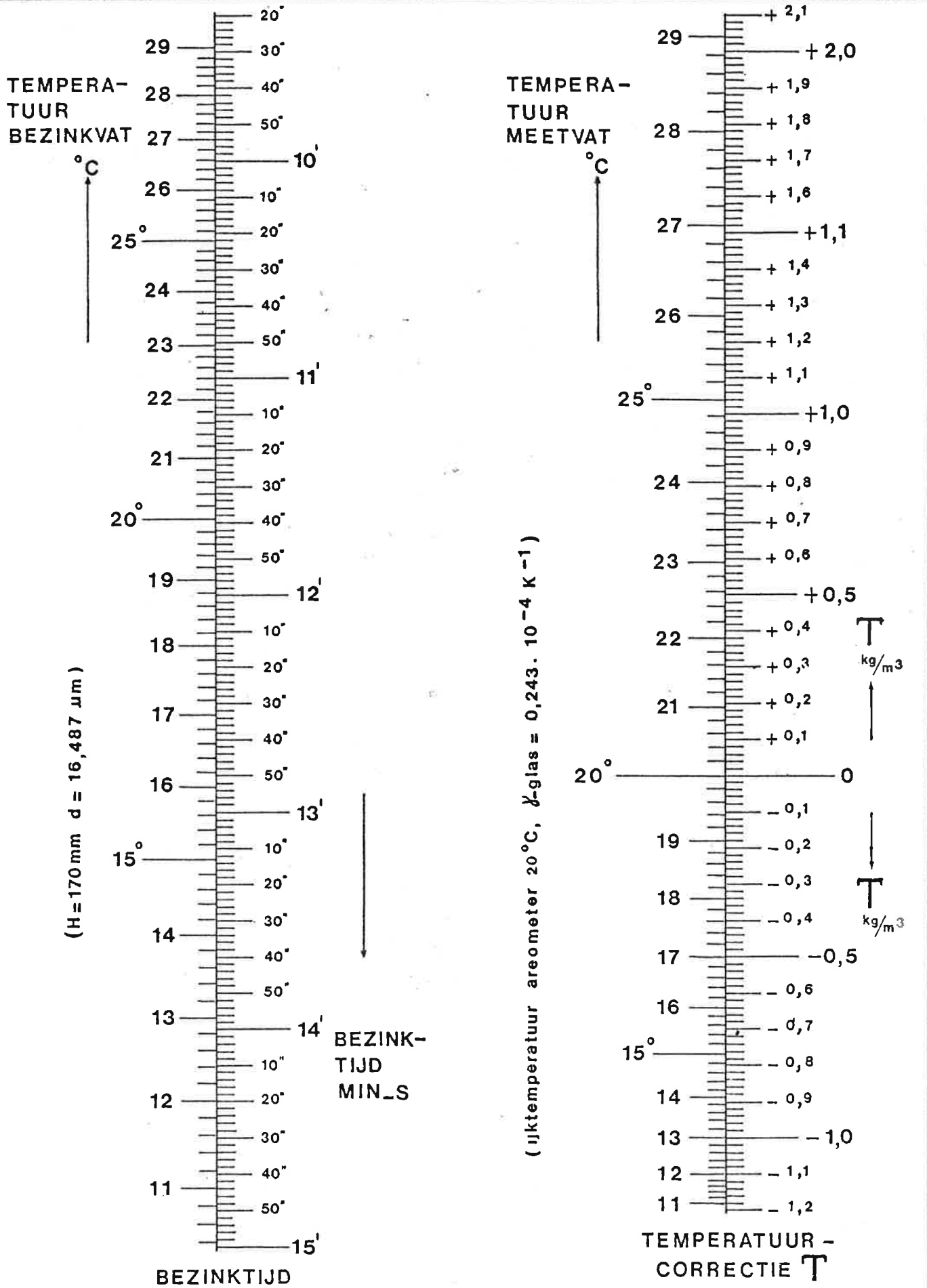
bemonsteringsobject: ----- -----	bemonsteringsplaats: ----- -----	bemonsteringsdatum - tijdstip ----- -----		
aantal/soort eenheden: ----- ----- ----- -----	uiterlijke kenmerken: ----- ----- ----- -----	extra bewerkingen: ----- ----- ----- -----		
laboratoriummonster:	merk:	grootte:		
analyse	eenheid	uitkomst	laborato- rium	gereed dd.
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----

Opmerkingen:  
-----  
-----



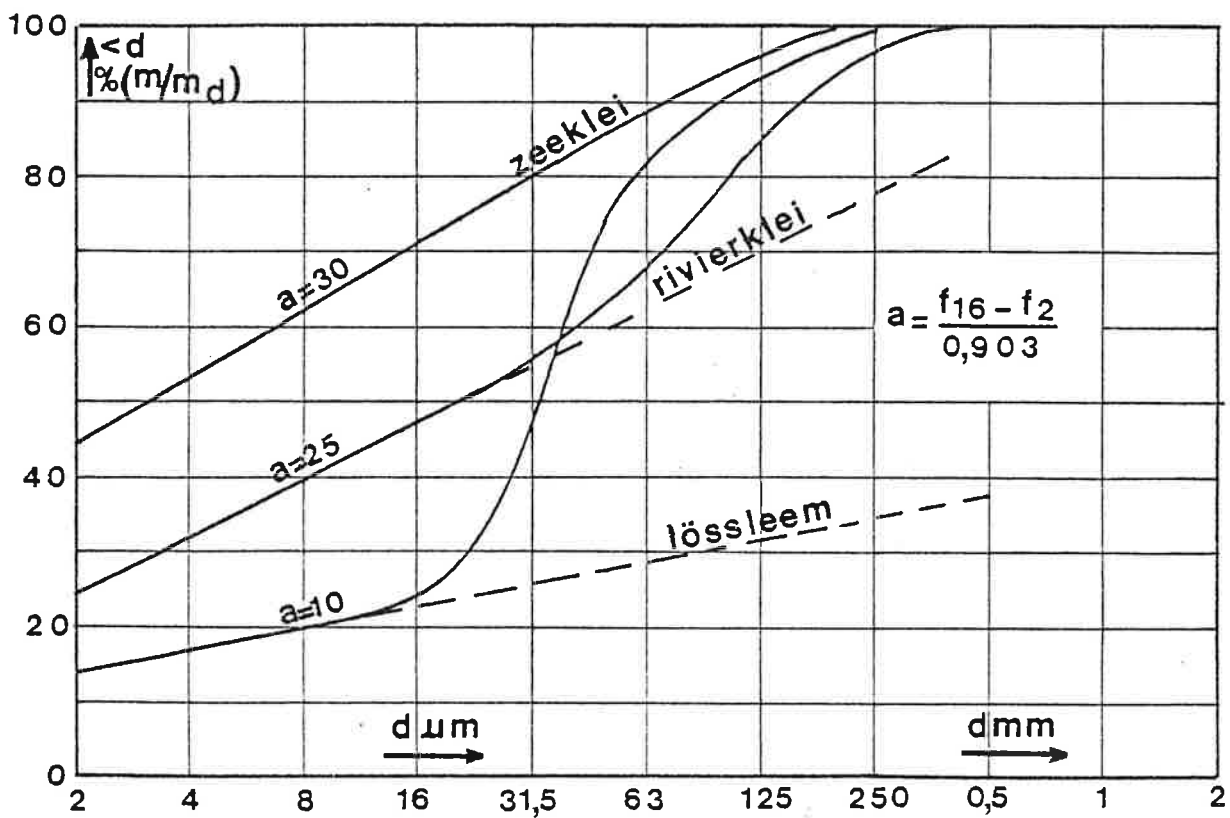
AFZUIGINRICHTING VOOR DE LEEM - BEPALING

CTI - TNO  
 GROFKERAMIEK  
 BIJLAGE 04



NOMOGRAMMEN VOOR DE BEZINKTIJD EN DE TEMPERATUUR-CORRECTIE T

MT TNO  
GROFKERAMIEK  
BIJLAGE 05



KORRELGROOTTEVERDELINGEN VAN  
DRIE NEDERLANDSE KLEIEN

M.T.-TNO  
GROFKERAMIEK  
doss: 4018  
790312 bijl. 06