

Bibl.
NG

B-1

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

BESCHOUWING OVER ENKELE
ONDERWERPEN MET BETREKKING
TOT HET MAKEN VAN
KORRELGROOTTE-ANALYSES
VAN FILTERMATERIALEN

door ir. A. de Lathouder en M. Sollman

MEDEDELING No 8
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)
VAN HET KIWA

MOORMANS PERIODIEKE PERS N.V. — DEN HAAG

628.161.067.1
~~Sir Winston Churchill-laan 273
ROSWIJK (Z.H.)~~

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

Van Speykstraat 34 — 's-Gravenhage



BESCHOUWING OVER ENKELE
ONDERWERPEN MET BETREKKING
TOT HET MAKEN VAN
KORRELGROOTTE-ANALYSES
VAN FILTERMATERIALEN

door ir. A. de Lathouder en M. Sollman

MEDEDELING No 8
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)
VAN HET KIWA



1. Inleiding

Het materiaal voor filters ten behoeve van de drinkwatervoorziening is doorgaans korrelig van aard en van een natuurlijke oorsprong. Dit laatste vooral impliceert dat zowel de afmetingen als de vorm van de korrels niet gelijk zijn.

Voor een goede werking van het filter moeten aan de filtermaterialen eisen worden gesteld. Deze eisen hebben betrekking op de mechanische en chemische bestendigheid en op de korrelafmetingen van het materiaal. Voorts kunnen met het oog op een goede zeefwerking bepaalde eisen worden gesteld ten aanzien van de korrelvorm en de elektrostatische lading.

In deze beschouwing wordt op de bepaling van de korrelafmetingen nader ingegaan. De korrelafmetingen kunnen worden bepaald door van de filtermaterialen zeefanalyses te maken. Hiertoe is een serie zeven nodig waarvan de nominale afmetingen der doorlaatopeningen een systematische reeks vormen.

Teneinde met een serie zeven een korrelgrootte-analyse te kunnen maken dienen de zeven gedurende een bepaalde tijd dusdanig te worden bewogen dat een gewenste graad van scheiding naar korrelafmetingen wordt bereikt.

De voor genoemde zeefbeweging ten dienste staande methoden worden besproken. Bovendien wordt aandacht besteed aan het effect van het zeven. Voorts geeft dit rapport nog een beschouwing over soort en aantal van de benodigde zeven alsmede over de keuring en het onderhoud van zeven.

2. De zeven

2.1. Algemeen

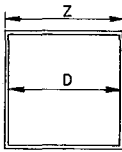
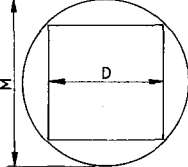
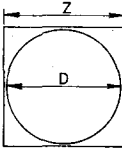
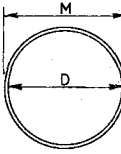
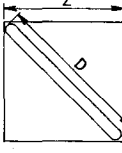
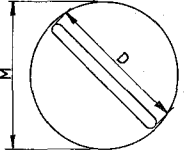
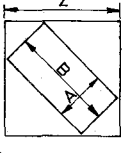
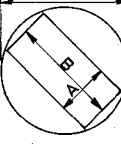
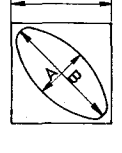

Zoals reeds in de inleiding werd opgemerkt is voor het maken van zeefanalyses van korrelige filtermaterialen een serie zeven nodig waarvan de nominale afmetingen van de doorlaatopeningen een systematische reeks vormen. Deze reeks van doorlaatopeningen is meestal een meetkundige.

De nominale afmetingen van controlezeven zijn voor Nederland in normblad N 480 genormaliseerd door het Nederlands Normalisatie-instituut. Op dit normblad staat vermeld dat de zeven tot en met een nominale doorlaat van 0,85 mm dienen te zijn uitgevoerd als — geweven — draadzeven (met vierkante openingen). Zeven met grotere doorlaatopeningen dienen te zijn uitgevoerd als plaatzeven (met ronde openingen). Het verschil in uitvoering van beide typen genormaliseerde controlezeven is oorzaak van een

discontinuïteit in de zeefanalyses van korrelige filtermaterialen. Dit is, in het bijzonder bij wetenschappelijke onderzoeken, zeer hinderlijk.

Aan de hand van de grondvormen van de in vrijwel elk korrelig materiaal voorkomende soorten korrels, is in het volgende punt (plaat- en draadzeven) op het verschil in zeefeigenschaften van beide soorten zeven ingegaan.

Afb. 1 Verhouding van de doorlaatopeningen in plaat- en draadzeven bij verschillende korrelvormen

DRAADZEEF (met vierkante doorlaatopeningen)	PLAATZEEF (met ronde doorlaatopeningen)	VERHOUDING DER DOORLAATOPENINGEN
 <p>AFB. 1a</p>		$\frac{Z}{M} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,71$
 <p>AFB. 1b</p>		$\frac{Z}{M} = 1$
 <p>AFB. 1c</p>		$\frac{Z}{M} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,71$
 <p>AFB. 1d</p>		$\frac{A}{B} = 0 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,71$ $\frac{A}{B} = 1 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,71$
 <p>AFB. 1e</p>		$\frac{A}{B} = 0 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,710$ $\frac{A}{B} = 0,7 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,864$ $\frac{A}{B} = 0,8 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,905$ $\frac{A}{B} = 0,85 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 0,929$ $\frac{A}{B} = 1 \longrightarrow \frac{Z}{M} = 1$

2.2. *Plaat- en draadzeven*

Voor het beantwoorden van de vraag met welke diameter M van het zeefgat in een plaatzeef de inwendige maaswijdte Z van een draadzeef dient te worden gelijkgesteld (zie afb. 1), wordt van verschillende opvattingen uitgegaan. Zo is er een gezichtspunt dat uitgaat van de gedachte dat de doorlaatopeningen van beide soorten zeven een gelijke oppervlakte dienen te bezitten, zodat dus

$$Z^2 = \frac{\pi}{4} M^2$$

waaruit volgt dat $M = 1,129 Z$,
en $Z = 0,866 M$.

Een andere redenering baseert zich op de verschillende manieren waarop filterkorrels van verschillende grondvormen door een zeef kunnen passeren. Bij het beschouwen van een korrelig materiaal kunnen vijf grondvormen worden onderscheiden: kubussen, ballen, plaatjes van geringe dikte en deeltjes met een rechthoekige of ovale doorsnede (staafjes), die op de in afb. 1 geschetste wijze door de zeefgaten gaan. Uitgaande van een korrel van elk van de hiervoor genoemde grondvormen is bepaald welke de verhouding is tussen de al eerder omschreven waarden Z en M . In afb. 1 zijn deze verhoudingen vermeld en is het geheel aan de hand van enkele tekeningen verduidelijkt.

Alhoewel de meeste korrels van materialen die als filtermedium dienst doen, een min of meer ellipsvormige doorsnede hebben waarbij bovendien de verhouding van de ellips-assen binnen vrij enge grenzen ligt, blijkt er toch voor elk korrelig materiaal een verschil in vorm te bestaan, als gevolg waarvan ook de verhouding tussen de waarden Z en M verschilt.

In het Nederlandse normblad N 480 is, door het gelijkstellen van de zeefeigenschappen van een plaatzeef — nominale doorlaat = 1,00 mm — met een draadzeef — nominale doorlaat = 0,85 mm — de verhouding van de waarden Z en M vastgesteld op 85 : 100.

2.3. *Het toepassen van uitsluitend draadzeven*

Zoals in het vorige punt werd vermeld stelt het normblad N 480 de verhouding tussen de eerder genoemde waarden Z en M op 0,85. In de praktijk is gebleken dat deze waardevaststelling bij het maken van zeefanalyses tot discontinuïteiten aanleiding kan geven. Dit komt vooral naar voren bij het grafisch weergeven van de analyseresultaten van een zeving. Om dit, bij wetenschappelijke onderzoeken vaak hinderlijke, ongemak te vermijden

heeft het KIWA — na overleg met enkele instituten die zich intensief met het maken van zeefanalyses bezighouden — besloten uitsluitend draadzeven toe te passen. De door het KIWA gebruikte serie is samengesteld uit draadzeven volgens N 480 en draadzeven — voor $Z \geq 1,00$ mm — volgens U.S.A.-normen (A.S.T.M.¹ nr E 11-58 T/A.S.A.² nr Z 23.1-'59). Bij het gebruik van een serie zeven die uitsluitend uit draadzeven bestaat zijn, voor wat het voorgaande betreft, de zeefeigenschappen ten opzichte van de verschillende voorkomende korrelvormen voor alle zeven gelijk.

In dit verband zij nog erop gewezen dat niet alleen de vorm van een zeefmaas de zeefeigenschappen bepaalt, maar dat ook de verhouding tussen de draaddikte W en de maaswijdte Z van invloed is op de zeefeigenschappen. Daar deze verhouding voor alle zeven niet dezelfde is kan hiervan ook een zekere discontinuïteit in de zeefanalyses worden verwacht. In de praktijk zal deze echter doorgaans kunnen worden verwaarloosd.

Enkele afmetingen van de door het KIWA gebruikte controlezeven alsmede het verband tussen de draaddikte en de maaswijdte van deze zeven zijn in afb. 2 grafisch weergegeven.

3. Het zeven

3.1. Algemeen

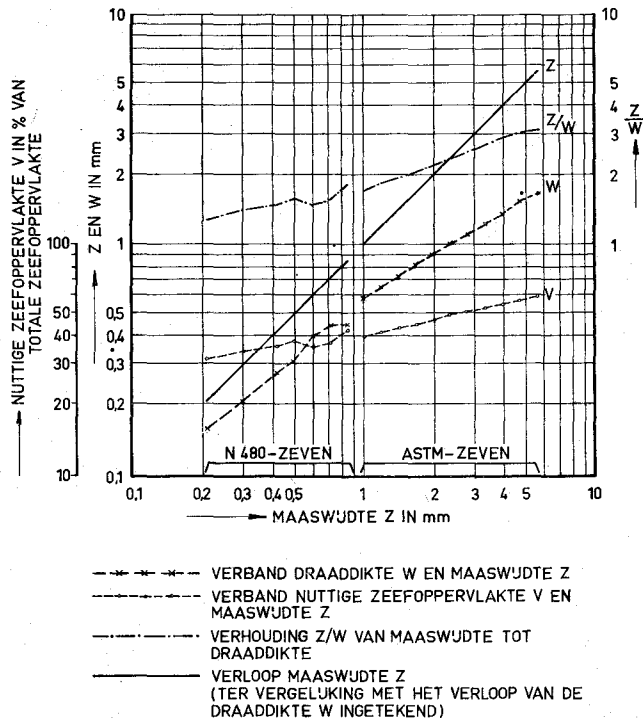
Bij het naar korrelgrootte verdelen van korrelige filtermaterialen door middel van een serie zeven is de mogelijkheid uitgesloten dat een volledige uitzeving wordt bereikt. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de kans dat een daarvoor in aanmerking komende korrel de desbetreffende zeef passeert, nimmer 100% bedraagt (zie punt 4.2).

Voor een goede zeefmethode kan worden gesteld dat de bovengenoemde kans zo dicht mogelijk zal dienen te worden benaderd, waarbij bovendien de reproduceerbaarheid aan redelijk te stellen eisen zal dienen te voldoen. Wordt voldaan aan deze beide voorwaarden dan kunnen in het algemeen de zeefresultaten van goede zeefmethoden onderling worden vergeleken en daarmee ligt de maatstaf voor het beoordelen en interpreteren van zeefresultaten op voldoende wijze vast.

Bij het naar korrelgrootte verdelen dienen de zeven gedurende een bepaalde tijd aan bepaalde bewegingen te worden onder-

¹ American Society for Testing Materials.

² American Standards Association.



Afb. 2 Maaswijdte (Z), draaddikte (D), nuttige zeefoppervlakte (V) en verhouding Z/W van bij het KIWA aanwezige zeven

worpen. Deze bewegingen kunnen zowel met de hand als machinaal worden verricht.

De door de I.S.O. ingestelde commissie TC 24, die zich met deze materie bezighoudt, overweegt voor meningsverschillen omtrent uitkomsten van zeefanalyses de uitkomsten van een nog nader te omschrijven handzeefmethode tot arbitragemiddel te verklaren.

3.2. De handzeefmethode

Aangezien de werkzaamheden van genoemde I.S.O.-commissie nog niet zijn beëindigd en de methodiek van de handzeven nog niet internationaal is genormaliseerd, heeft het KIWA zich, bij het uitvoeren van handzevingen, voornamelijk gebaseerd op de zeefproef uit „Eisen door de Rijkswaterstaat gesteld aan bouwstoffen voor de wegenbouw, 1962” (blz. 51, punt 10). Het voorschrift van de Rijkswaterstaat is niet zozeer een omschrijving van een handzeefmethode als wel een voorschrift voor de methode waarmee het eind van een willekeurige — niet nader om-

schreven — zeping wordt bepaald. Deze methode omvat een zeker aantal bepaalde bewegingen dat na de te controleren willekeurige zeping moet worden uitgevoerd en ten gevolge waarvan niet meer dan 1% van het zich op de zeef bevindende materiaal mag worden doorgelaten. Blijkt dit percentage hoger te zijn, dan dient de gecontroleerde, willekeurige zeping nog zo lang te worden voortgezet totdat, na het opnieuw uitvoeren van vorengenoemde controle, wél aan de 1%-voorwaarde wordt voldaan.

3.3. *Vergelijking tussen handzeven en machinaal zeven*

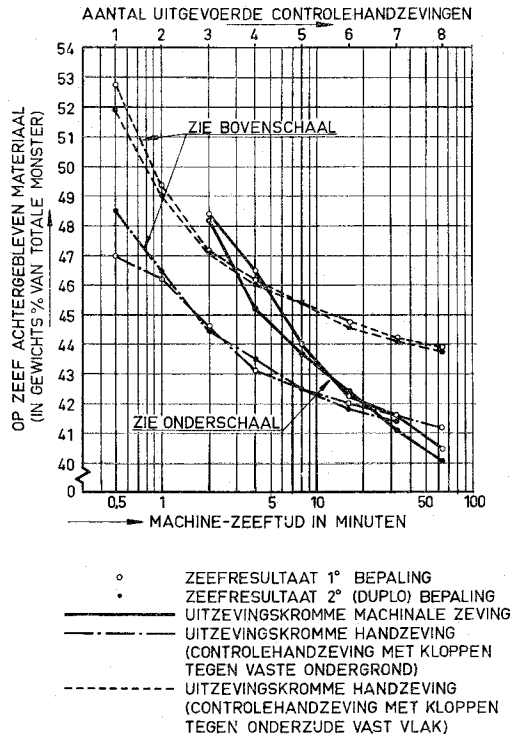
Na het uitvoeren van de vorengenoemde handzeef-controle-methode bleek bij het KIWA dat, indien de voorschriften van de Rijkswaterstaat te dien aanzien worden opgevolgd, een vrij groot aantal korrels in de mazen blijft vastzitten. Bovendien kan door het voorgeschreven kloppen tegen een vaste ondergrond een aantal daarvoor in aanmerking komende korrels enigszins geforceerd de zeef passeren. Teneinde dit zoveel mogelijk tegen te gaan is het „kloppen tegen een vaste ondergrond” vervangen door „kloppen tegen de onderzijde van een vast vlak” (bv. onderzijde tafelblad). Uiteraard zal de uitzeving ten gevolge van deze gewijzigde controlehandzeving geringer zijn of langer duren dan de uitzeving ten gevolge van de methode van de Rijkswaterstaat. Ter illustratie hiervan zijn in afb. 3 de uitzevingskrommen weergegeven van de volgende zepingen.

1. Handzeving door het telkenmale uitvoeren van de controlehandzeefmethode volgens zeefproef Rijkswaterstaat (met kloppen tegen vaste ondergrond).
2. Handzeving door het telkenmale uitvoeren van de gewijzigde controlehandzeefmethode volgens zeefproef Rijkswaterstaat (met kloppen tegen onderzijde vast vlak).
3. Machinale zeping op EML-zeefmachine.³

Bij de handzepingen is de uitzeving na elke uitgevoerde controlehandzeving bepaald; bij de machinale zepingen is de uitzeving bepaald na verschillende zeef tijden.

In afb. 3 zijn de uitzevingskrommen van het machinale zeven uitgezet op een logaritmische tijdbasis en die van het handzeven op het aantal zepingen (= aantal controle-handzepingen). De beide horizontale schalen zijn dus geheel onafhankelijk van elkaar. Uit de grafiek kan worden afgelezen hoeveel controlehandzepingen nodig zijn om de uitzeving door een machinale zeping — gedurende een bepaald aantal minuten — te evenaren.

³ Elektro-Magnetische Laborsiebmaschine (DBP).



Afb. 3 Invloed van machine-zeeftijd en van het aantal controlehandzevingen op de uitzeving van een monster zand (zeef: 0,85 mm; monster: 100 g; zeefmachine: EML)

Uit de resultaten van de beschreven zevingen (met een zeef van 0,85 mm) kan worden geconcludeerd:

- het zeefeffect van een machinale zeving (EML) gedurende 30 à 35 minuten komt overeen met het zeefeffect van acht controlehandzevingen volgens de onder 1. genoemde methode;
- het zeefeffect van een machinale zeving (EML) gedurende 8 minuten komt overeen met het zeefeffect van acht controlehandzevingen volgens de onder 2. genoemde methode;
- de handzeving is zowel bij de onder 1. als de onder 2. genoemde methode beëindigd (voldoen aan de „1% voorwaarde”) na het uitvoeren van acht controlehandzevingen;
- de uitzeving door de onder 2. genoemde methode is geringer dan de uitzeving ten gevolge van de onder 1. genoemde methode.

3.4. Enkele voor- en nadelen van het handzeven

Bij het beschouwen van de verschillende facetten van het hand-

zeven kunnen de volgende voordelen worden onderscheiden:

1. het handzeven is een goedkope methode om korrelgrootte-analyses te maken;
2. het zeven met de hand geeft, dank zij de genoemde controle-methode, betrouwbare resultaten; zowel de onderlinge verschillen van duplozevingen als de verschillen in zevingen die niet alle door eenzelfde persoon zijn uitgevoerd zijn verwaarloosbaar klein.

Tegenover vorengenoemde voordelen staan echter de volgende nadelen:

1. het handzeven kan doorgaans, in tegenstelling met het machinaal zeven, in verband met de hanteerbaarheid, slechts met een beperkt aantal zeven geschieden;
2. tenzij een zeer goede ervaring met het — willekeurige — handzeven verkregen is dienen voor elke analyse toch doorgaans twee controle-handzevingen te worden uitgevoerd (onderzoek op 1%-voorwaarde, zie punt 3.2);
3. het handzeven vergt per analyse een vrij lange tijd, niet alleen door de duur van de noodzakelijke zeving, maar ook door de factoren genoemd onder 1. en 2.

Na afweging tegen elkaar van de hiervóór genoemde voor- en nadelen van het handzeven heeft het KIWA besloten voor het maken van zeefanalyses gebruik te maken van een zeefmachine.

4. Het zeefeffect

4.1. *Het begrip „korrelgrootte”*

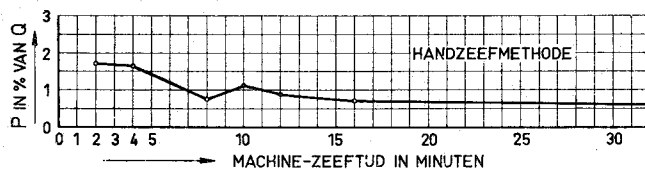
De bewegingen bij de handzeefmethode zowel als die bij de diverse machinale zeefmethoden hebben tot doel alle korrels van een te onderzoeken materiaal op grond van hun afmetingen te verdelen over de bij de analyse gebruikte zeven. Hieruit blijkt dus dat onder korrelgrootte in feite niet één of meer afmetingen van een korrel dienen te worden verstaan, maar dat de korrelgrootte wordt vastgelegd door de nominale doorlaatopening van de zeef, waardoor een bepaalde korrel juist niet kan passeren.

Ten aanzien van het voorgaande kan nog worden opgemerkt dat een korrel — of een hoeveelheid korrels — die een zeef met nominale doorlaatopening Z_1 wel passeert maar een zeef met nominale doorlaatopening Z_2 niet passeert, eigenlijk zou moeten worden aangeduid met: „ $Z_2 < \text{korrelgrootte} < Z_1$ ”.

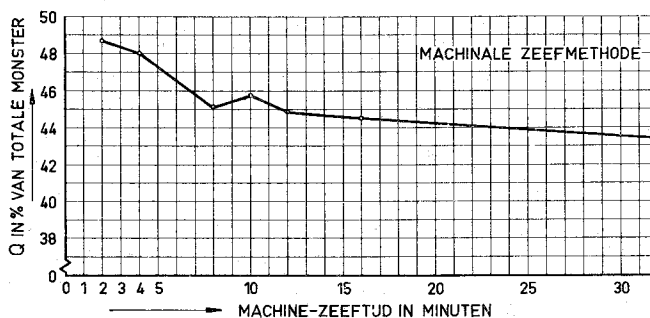
4.2. *Korrelbewegingen bij het zeven*

Door de natuurlijke oorsprong van de korrelige filtermaterialen

Afb. 4 Onderzoek van uitzeving door machinaal zeven met controlehandzeefmethode (zeef: 100 mm; monster: 100 g; zeefmachine: EML)



Afb. 4a Door zeef gepasseerde hoeveelheid materiaal P in % van Q (zie afb. 4b) als functie van de machine-zeeftijd, bij toepassing van de (gewijzigde) controlehandzeving; controle telkens na de aangegeven zeeftijden



Afb. 4b Op de zeef achtergebleven hoeveelheid materiaal Q in % van het totale monster als functie van de machine-zeeftijd; op de aangegeven tijdstippen werd telkens een controlehandzeving uitgevoerd

zijn zowel de afmetingen als de vormen van de korrels niet gelijk. Dit feit, in samenhang met de door fabricage-invloeden veroorzaakte verschillen tussen de afmetingen van de diverse doorlaatopeningen van een bepaalde zeef maakt het nodig dat ten behoeve van een goede uitzeving eisen aan de korrelbewegingen dienen te worden gesteld. Zowel de korrels die slechts in één stand (kleinste afmeting) door de zeef kunnen gaan als de korrels die in — vrijwel — alle standen slechts door een beperkt aantal mazen (grootste maasopeningen in het tolerantiegebied) kunnen worden doorgelaten, dienen tijdens het uitvoeren van de zeefbewegingen een redelijke grote kans te bezitten om de zeef te passeren.

Zonder op de eisen ten aanzien van de korrelbewegingen over de zeef nader in te gaan kan worden vermeld dat, naarmate de bewegingen van de korrels over het zeefoppervlak beter aan deze eisen beantwoorden, het zeefeffect groter zal zijn.

Het controleren van het zeefeffect bij machinale zevingen kan op eenvoudige wijze geschieden door telkenmale na enkele minuten zeven de uitzeving te bepalen en deze telkens weer door middel

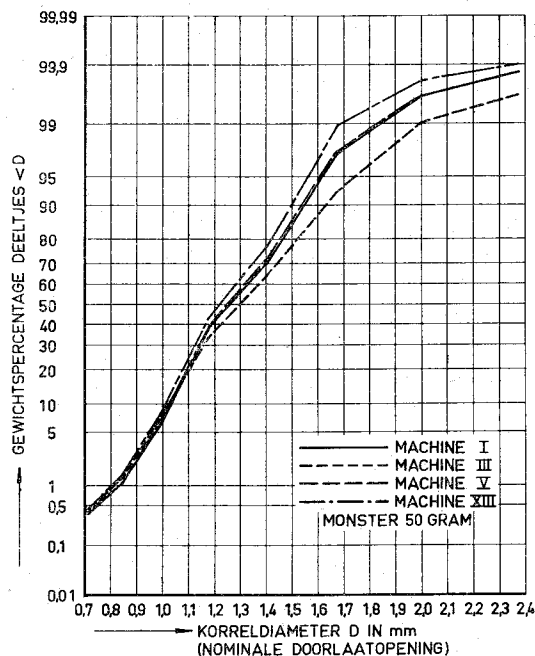
van de handzeefcontroleproef te controleren. Een voorbeeld van een dergelijke controle is weergegeven in afb. 4. Hierbij is in de ene grafiek (afb. 4b) de uitzeving ten gevolge van machinaal zeven uitgezet tegen de zeeftijd. In de andere grafiek (afb. 4a) is aangegeven hoeveel materiaal — in procenten van het zich op de zeef bevindende materiaal — aan het einde van een machinezeving nog ten gevolge van de controle-handzeving door de zeef is gepasseerd. In dit verband zij erop gewezen dat, ook al wordt een zeving gedurende zeer lange tijd voortgezet, er steeds enige uitzeving zal plaatsvinden ten gevolge van het feit dat de doorlaatkans bij machinezevingen — evenmin als bij handzevingen — nimmer 100 procent bedraagt.

5. Aanwijzingen voor het beoordelen van zeefmachines

Bij het beoordelen van zeefmachines dient in de eerste plaats te worden gelet op de mate van uitzeving die door de machine in de gebruikelijke zeeftijd van ca. 15 minuten wordt teweeggebracht. Voor het bepalen van de mate van uitzeving kan gebruik worden gemaakt van de onder 3.3 (2.) omschreven controle-handzeving (met kloppen tegen de onderzijde van een vast vlak).

Voor de onderlinge vergelijking van verschillende zeefmachines kan op eenvoudige wijze gebruik worden gemaakt van een grafische methode zoals aangegeven in afb. 5. In deze grafiek zijn van zevingen van één monster op verschillende machines de cumulatieve frequentiepercentages uitgezet op de nominale doorlaatopeningen van de gebruikte zeven. Uit de afbeelding valt af te leiden dat naarmate de zeefkromme meer naar links of hoger is gelegen een betere uitzeving wordt bereikt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat bij de vergelijking van de zeefresultaten die zijn verkregen met machine XIII, in aanmerking moet worden genomen dat er bij deze machine sprake is van dezelfde verschijnselen die voorkomen bij het kloppen van zeven op een vaste ondergrond (zie punt 3.3).

Bij het beoordelen van een zeefmachine zal niet alleen het zeef-effect moeten worden gezien maar ook zullen punten als: deegelijkheid van de constructie, grootte van de machine, onderhoud van de machine, de intensiteit van het veroorzaakte lawaai en de opgewekte ongewenste trillingen in het gebouw in ogen-schouw moeten worden genomen. Mede op grond van het vorenstaande heeft het KIWA destijds besloten een EML-zeefmachine aan te schaffen. Met deze machine worden zeer goede resultaten bereikt hetgeen moge blijken uit afb. 4 waarop de mate van uit-



Afb. 5 Percentage van het totale monster kleiner dan de aangegeven korreldiameter; vergelijkingsonderzoek zevenschudmachines

zeving na verschillende zeftijden en de daaropvolgende controlehandzevingen (zie punt 3.3 (2.) en punt 4.2) zijn aangegeven.

6. Keuring en onderhoud van controlezeven

6.1. Keuring

Het is zeer gewenst bij de bestelling van controlezeven een duidelijke omschrijving te geven van de eisen waaraan het bestelde dient te voldoen. Hierbij verdient het aanbeveling om, in verband met het passen van het zeefstel op de te gebruiken machine, de afmetingen van de pan (waarin de kleinste korrels worden verzameld) nauwkeurig te omschrijven. In het bijzonder moeten de eisen ten aanzien van de afmetingen van de mazen vooraf nauwkeurig zijn vastgelegd.

Direct na aflevering van de zeven dienen deze te worden gecontroleerd op de volgende punten:

- a. diameters van het montuur waarin de zeef is gevat;
- b. materiaal van de draad (bij plaatzeven: het plaatmateriaal);
- c. ligging (vlakheid) van het zeefoppervlak en bevestiging in het montuur;

d. afmetingen van de doorlaatopeningen en van de draad (bij plaatzeven: de gaten en de dammen tussen de gaten).

Ten aanzien van deze punten kan worden opgemerkt:

Ad a. controle op de juiste diameters van het montuur is noodzakelijk in verband met het passen van de zeven en de pan op elkaar en in de machine;

Ad b. controle van draad- en plaatmateriaal is o.a. nodig met het oog op de sterkte, de slijtvastheid en de corrosiebestendigheid van het materiaal;

Ad c. het is van evident belang dat het zeefoppervlak vlak is en horizontaal ligt; bij een niet goede ligging van het zeefgaas zal het te zeven materiaal zich op de laagste plaats verzamelen en dan zal de mogelijkheid aanwezig zijn dat slechts een klein gedeelte van de zeef wordt gebruikt. De bevestiging in het montuur moet voorts zodanig zijn dat er langs de bevestigingsrand geen grotere gaten voorkomen dan die welke getolereerd zijn. De verbinding van het zeefoppervlak met het montuur moet hecht zijn; Ad d. het onderzoek naar de maatnauwkeurigheid van de zeefopeningen en de draaddikten (dambreedte) is van principieel belang voor een goede zeefwerking. De voor dit onderzoek ten dienste staande methoden zullen hierna worden genoemd.

Bij het nameten van de controlezeven dienen de in de desbetreffende normbladen (zie literatuuroverzicht) gegeven aanwijzingen en gegevens als leidraad bij het onderzoek. Voor het nameten van de maasopeningen, draaddikten en dambreedten kan één van de volgende methoden worden toegepast.

1. Projectiemethode met optische lichtbank.
 2. Microscopmethode met schaalverdeling in oculair.
 3. Microscopmethode met kruistafel met micrometerinstelling.
- Over deze methoden kan het volgende worden opgemerkt.

Ad 1. Het zeefoppervlak wordt door een optische lichtbank geprojecteerd waarna aan de projectie metingen kunnen worden verricht; de ijking van de lichtbank geschiedt met behulp van de projectie van een ijkglas waarin op bekende afstand ijkstrepen zijn geëtst.

Ad 2. De zeef wordt onder een microscoop nagemeten met behulp van een meetverdeling in het oculair. Door ijking van de meetverdeling met daartoe geschikte middelen kunnen de gemeten waarden worden omgerekend.

Ad 3. Bij het nameten van een zeef op een microscoop met kruistafel behoeven de meetwaarden die met de micrometer zijn bepaald niet te worden omgerekend.

Bij het nameten van de maaswijdten van controlezeven geldt nog de belangrijke eis dat de te meten mazen gelijkmatig over de zeef moeten zijn verdeeld. Teneinde deze verdeling op eenvoudige wijze te verwezenlijken is een speciale schijf ontworpen waarmee — naar is gebleken — een gelijkmatige verdeling wordt bereikt.

Bij het beoordelen van de metingen aan de zeefopeningen dient voornamelijk acht te worden geslagen op de — te — grote gaten. Deze zullen immers een ongunstig effect op de uitzeving geven; de invloed van de — te — kleine gaten kan daarentegen slechts als een verkleining van de nuttige zeefoppervlakte worden beschouwd.

6.2. *Onderhoud*

Controlezeven vereisen, indien zij slechts voor het droogzeven van korrelige filtermaterialen worden gebruikt, geen bijzonder onderhoud. Wel zij erop gewezen dat opslag en gebruik in een droge omgeving gewenst zijn.

Bij het gebruik van controlezeven komt het voor dat korrels van het gezeefde monster in de doorlaatopeningen van de zeef blijven vastzitten. Bij uitvoerige metingen is gebleken dat het aantal korrels dat in de mazen achterblijft bij een juiste werkwijze vrijwel constant kan worden gehouden, zodat dan mag worden aangenomen dat gedurende het zeven een vrijwel even groot aantal korrels weer uit de mazen geraakt als in de mazen gaat vastzitten. Teneinde in deze wisselwerking een bepaalde stabiliteit te verkrijgen kan het gewenst zijn vóór de uiteindelijke zeving een proefzeving (voorlopige zeving) uit te voeren. Het uitvoeren van een proefzeving verdient ook de voorkeur omdat daardoor het ontstaan van de noodzaak om een zeving te herhalen wordt vermeden. In het algemeen zal een zeving dienen te worden herhaald indien na het zeven blijkt dat het gewichtsverlies meer dan een bepaald percentage van het oorspronkelijke monstergewicht bedraagt. Doorgaans wordt voor dit percentage 0,2 gekozen. Afhankelijk van het materiaal worden in bepaalde gevallen lagere percentages aangehouden.

Voor het — voor zover mogelijk — verwijderen van de vastzittende korrels mag uitsluitend gebruik worden gemaakt van een niet te harde of niet te grove borstel waarmee de onderzijde van het zeefgaas wordt geborsteld. Ook kan door kloppen tegen de onderzijde van een vast vlak worden getracht vastzittende korrels te lossen. Nimmer mag met een hard, scherp of puntig voorwerp worden getracht korrels, die zich in de zeefopeningen bevinden, los te

maken. In dit verband zij nog erop gewezen dat door het verstopen van de maasopeningen een vermindering van de nuttige zeefoppervlakte optreedt. Deze vermindering heeft het grootste nadelige effect op de uitzeving van de grootste korrels. Gewezen moet dan ook worden op de noodzaak om met de toelaatbare hulpmiddelen de verstopningsgraad zo klein mogelijk te houden.

In verband met het feit dat door het zeven een bepaalde slijtage van het zeefoppervlak plaatsvindt wordt het wenselijk geacht om, op één van de wijzen zoals beschreven in punt 6.1, de zeef éénmaal per 1 à 2 jaar na te meten.

7. Weergeven van analyseresultaten

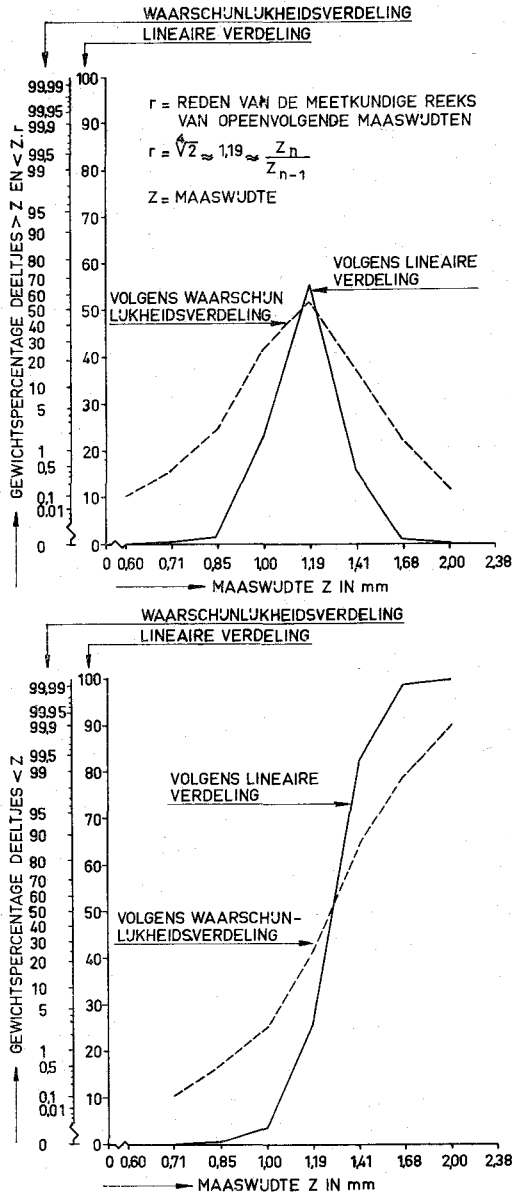
Het is gebruikelijk bij het weergeven van korrelgrootteverdelingen de maaswijdte op de horizontale en de frequentie (het percentage waarin deeltjes van een bepaalde grootte voorkomen) op de verticale as af te zetten. De horizontale as is vrijwel altijd logaritmisch verdeeld, hetgeen zijn oorzaak vindt in het feit dat de maaswijdten van een serie zeven door een meetkundige reeks kunnen worden benaderd. Hierdoor kunnen op de logaritmische schaal vrijwel gelijke intervallen worden gekozen. De reden van bovengenoemde reeks is — afhankelijk van de normalisatie waarvan wordt uitgegaan — ongeveer gelijk aan

$$\sqrt[4]{2} = \frac{Z_n}{Z_{n-1}} (\approx 1,19),$$

waarin Z = maaswijdte.

Bij het weergeven van de frequentie kunnen in principe twee methoden worden toegepast:

1. verticale weergave van de normale frequentiepercentages;
 2. verticale weergave van de cumulatieve frequentiepercentages.
- Behoudens in de gevallen waarin het weergeven van normale frequentiepercentages om bepaalde redenen wordt gewenst is het gebruikelijk de onder 2. genoemde methode toe te passen. Vaak wordt het cumulatieve frequentiepercentage lineair uitgezet. Bij de normaal voorkomende verdeling van de fracties over de korreldiameters verdient het uitzetten van de gegevens op waarschijnlijkheidspapier misschien de voorkeur omdat de op deze wijze verkregen krommen minder steil verlopen. Hierdoor wordt de nauwkeurigheid van de verkregen analysegegevens ongeveer in overeenstemming gebracht met de tekenschaalnauwkeurigheid en het aflezen van de zeer kleine — c.q. de zeer grote — frequentiepercentages is nog redelijk nauwkeurig.



Afb. 6 Enkele methoden voor het weergeven van korrelgrootte-analyses (frequentieverdelingen); boven: normale frequentie, onder: cumulatieve frequentie

Enkele voorbeelden van korrelgrootteverdelingen, weergegeven langs verschillende assen, zijn in afb. 6 getekend. Het minder

steile verloop van de krommen volgens de waarschijnlijkheidsverdeling komt hierin duidelijk tot uitdrukking.

8. Conclusies

Op grond van de beschouwingen met betrekking tot verschillende facetten van het zeven van korrelige filtermaterialen, met het doel gegevens te verkrijgen omtrent de korrelgrootteverdeling en mede op grond van metingen en onderzoeken op het gebied van hand- en machinaal zeven, kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

a. Voor het maken van korrelgrootte-analyses door de waterleidingbedrijven kan worden aanbevolen gebruik te maken van machinale zeefinstallaties.

b. Het gebruik van plaatzeven, in één serie gecombineerd met draadzeven, is niet aan te bevelen. Voorkeur verdient het gebruik van uitsluitend draadzeven.

c. Als arbitragemiddel voor de uitkomsten van machinale zevingen kan met goed gevolg gebruik worden gemaakt van de (gewijzigde) handzeefproef volgens de eisen van de Rijkswaterstaat. Bij het uitvoeren van deze handzeefcontrole methode wordt door het KIWA de voorkeur eraan gegeven het voorgeschreven kloppen tegen de onderzijde van een vast vlak te doen geschieden.

d. Het effect van uitzeving (zeefeffect) wordt in belangrijke mate bepaald door de aard van de bewegingen van de zeefmachine. Het is gewenst dit zeefeffect te beoordelen met de onder c. bedoelde handzeefcontrole methode.

e. Bij het aanschaffen van (controle) zeven dient nauwgezet te worden gecontroleerd of de zeven aan de gestelde eisen voldoen.

f. Korrelig materiaal dat in de doorlaatopeningen beklemd raakt mag, voor zover mogelijk, slechts door kloppen tegen het montuur of door borstelen worden verwijderd. Er moet worden getracht deze verstopping van de zeef zo klein mogelijk te houden.

g. Bij het grafisch weergeven van korrelgrootteverdeling dient de korrelgrootte (maaswijdte van de zeef) bij voorkeur in horizontale zin op een logaritmische schaal te worden afgezet. Voor het weergeven van de frequentiepercentages wordt aanbevolen de cumulatieve frequentiepercentages in verticale zin op een schaal met waarschijnlijkheidsverdeling af te zetten.

Literatuur

D. Thoenes — Laboratoriumzeven. *Normalisatie* (1960)133.

- H.C.N.N. — *Normbladen N 209* (Indeeling en benaming van grondmonsters — Hoofdindeeling); *N 210* (Indeeling en benaming van grondmonsters — Nadere indeeling van zand en grind op grondslag van de korrelgrootte); *N 213* (Indeeling en benaming van grondmonsters — Methoden voor onderzoek van zand en grind).
- H.C.N.N. — *Indeeling en benaming van grondsoorten — Toelichting bij de normbladen N 209, N 210 en N 213.*
- H.C.N.N. — *Normbladen N 480* (Controlezeven — Afmetingen) en *N 547* (Controlezeven — Keuringen).
- A.S.T.M. — *Book of A.S.T.M.-Standards — Tentative Specifications for Sieves for Testing Purposes A.S.T.M.-Designation E 11 - 58T.*
- S. B. Hooghoudt — *Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond* (Nr 9 — Een gecombineerde zeef- en pipetmethode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden. Rijkslandbouwproefstation en Bodemkundig Instituut, Groningen). Algemene Landsdrukkerij, Den Haag (1945).
- E. J. Ivers — *Siebnormung. Kennlinien für Gebrauchs- und Prüfsiebreihen* (Schriftenreihe des Verlages Technik, Band 2/3). Verlag Technik GmbH, Berlin (1951).

Juli 1963.

SAMENVATTING

van

*Mededeling no 8 van de Commissie Filterconstructies (Cofico)
van het Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V. KIWA*

*„Beschouwing over enkele onderwerpen met betrekking tot het
maken van korrelgrootte-analyses van filtermaterialen”*

Voor het uitvoeren van korrelgrootte-analyses van filtermaterialen is in de eerste plaats een serie zeven vereist waarvan de nominale maten van de doorlaatopeningen een meetkundige reeks vormen. Om de korrelafmetingen te bepalen is het nodig het filtermateriaal door een aantal zeven met mazen van opeenvolgende grootte uit deze serie dusdanig te zeven dat een scheiding naar korrelafmetingen wordt bereikt.

In deze beschouwing wordt aandacht besteed aan draad en plaatzeven. Er bestaat voorkeur om uitsluitend draadzeven toe te passen, waardoor discontinuïteiten in de analyses worden tegengegaan.

Uitvoerige metingen zijn verricht om een inzicht te verkrijgen in het zeefeffect van zowel machinale als handzeefmethoden. Aandacht wordt voorts nog gegeven aan het onderhoud en aan de methoden ter controle van de afmetingen van zeven.

Op grond van de beschouwingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- a. Voor het maken van korrelgrootte-analyses van filtermaterialen wordt aanbevolen gebruik te maken van machinale zeefinstallaties.
- b. Het gebruik van draadzeven gecombineerd in één serie met plaatzeven wordt ontraden. Aanbevolen wordt uitsluitend draadzeven toe te passen.
- c. Zowel voor abritage op de uitkomsten van machinale zevingen als voor het onderzoek naar het zeefeffect van willekeurige handzevingen wordt aanbevolen gebruik te maken van een nauwkeurig beschreven en gestandaardiseerde controlemethode.
- d. Het onderzoek naar de maatnauwkeurigheid van controlezeven is van groot belang.
- e. Het weergeven van korrelgrootteverdelingen in grafiekvorm dient bij voorkeur dusdanig te geschieden dat de korrelgrootte in horizontale zin logaritmisches wordt vastgelegd en de cumulatieve frequentiepercentages in verticale zin op een waarschijnlijkheidsverdeling worden uitgezet.

SUMMARY

of

Communication no 8 of the Committee for the Construction of Filters (Cofico) of the Institution for the Testing of Waterworks Materials Ltd. KIWA

„Observations on some subjects relating to grain size determinations of filter materials”

Carrying out grain size determinations of filter materials requires first of all a series of sieves the nominal sizes of whose openings form a geometrical progression. For the purpose of determining the sizes of the various grains, the filter material must be made to pass through a number of sieves (belonging to that series) which have openings of progressive sizes, so that the result is a distribution according to grain size.

The present observations deal with wire as well as plate sieves. There is a preference for the exclusive use of wire sieves, as this prevents discontinuities from occurring in the determination.

Exhaustive measurements have been made with a view to getting an insight into the effects of both mechanical and manual sieving.

In the observations attention is also paid to the maintenance of sieves and to the various methods of testing the sizes of their openings. The following conclusions can be drawn:

- a. For carrying out grain size determinations of filter materials the application of mechanical sieving is to be recommended.
- b. It is not advisable to use wire sieves in combination with plate sieves in one and the same series. The exclusive use of wire sieves is recommendable.
- c. The adoption of a carefully described, standardized testing-method is to be recommended, both for checking the results of mechanical sieving and for investigating the effect of any kind of manual sieving.
- d. It is very important to ascertain the degree of accuracy of test sieves.
- e. Grain size distribution should preferably be plotted in the following way: the grain size to be represented logarithmically on the horizontal axis, the cumulative frequency percentages to be set out vertically on a probability distribution scale.

RÉSUMÉ

de

la Communication no. 8 de la Commission Construction des Filtres (Cofico) de l'Institut pour la Réception et la Vérification du Matériel des Services de Distribution d'Eau S.A. KIWA

„Dissertation sur quelques sujets qui se rapportent à la composition d'analyses granulométriques de matières filtrantes”

Pour exécuter des analyses granulométriques de matières filtrantes, il est absolument nécessaire d'être en possession de tout un nombre de tamis dont les dimensions nominales d'ouvertures constituent une progression géométrique. Pour déterminer les tailles des grains, il est nécessaire de passer la matière filtrante par un nombre de tamis aux mailles de taille successive de cette série, de telle sorte qu'on arrive à une séparation d'après la granulométrie.

Dans cette dissertation on consacre son attention aux tamis et aux passoirs. On préfère appliquer exclusivement les tamis, raison pour laquelle on se préserve de discontinuations dans les analyses.

On a fait des mesurages détaillés en vue d'obtenir une idée de l'effet du tamisage mécanique de même que du tamisage à main. Ensuite on fait encore attention à l'entretien et aux méthodes et cela, pour contrôler les dimensions de tamis.

A cause des dissertations, on peut tirer les conclusions suivantes.

a. Pour composer des analyses granulométriques de matières filtrantes, on recommande d'employer des installations de tamisage mécanique.

b. On déconseille l'emploi de tamis en combinaison dans une série avec des passoirs. On recommande d'appliquer uniquement des tamis.

c. Aussi bien pour l'arbitrage sur les résultats de tamisages mécaniques que pour les recherches d'après l'effet de tamisages à main quelconques, on recommande d'employer une méthode de contrôle décrite avec exactitude et standardisée.

d. Les recherches d'après le degré de précision de tamis de contrôle, est d'une importance essentielle.

e. L'interprétation graphique de granulométries se fait de préférence d'une telle façon que la granulométrie soit fixée horizontalement de façon logarithmique et que les pourcentages de fréquence cumulative soient placés verticalement sur une répartition selon la théorie des probabilités.

ZUSAMMENFASSUNG

von

*Mitteilung Nr. 8 des Ausschusses für Filterkonstruktionen (Cofico)
des Prüfungsinstitutes für Wasserleitungsartikel A.G. KIWA*

*„Betrachtung einiger Probleme bezüglich der Korngrössen-
bestimmung von Filtermaterial“*

Zur Ausführung einer Korngrössenbestimmung ist an erster Stelle eine Serie von Sieben erforderlich, wovon die nominalen Masse der Durchlassöffnungen eine geometrische Reihe bilden. Zur Bestimmung der Korngrössen muss das Filtermaterial durch eine Anzahl von Sieben einer Serie, mit Maschen aufeinanderfolgender Grösse, in solcher Weise gesiebt werden, dass eine Trennung nach Korngrössen erreicht wird.

Die Betrachtung bezieht sich auf Drahtgewebesiebe und Rundlochsiebe. Die ausschliessliche Anwendung von Drahtgewebesieben ist vorzuziehen, da hierdurch Unstetigkeiten in der Analyse vermieden werden.

Es wurden ausführliche Messungen verrichtet, um Einsicht in den Siebeffekt, sowohl von Maschinen- als auch von Handsiebung, zu bekommen.

Ferner wurde die Aufmerksamkeit noch auf die Instandhaltung und auf die Methoden zur Kontrolle der Abmessungen der Siebe gerichtet.

Auf Grund dieser Betrachtungen können die folgenden Schlüsse gezogen werden.

- a. Zur Korngrössenbestimmung von Filtermaterial wird Maschinensiebung anempfohlen.
- b. Es wird abgeraten Drahtgewebe; und Rundlochsiebe in einer Serie kombiniert anzuwenden. Die ausschliessliche Anwendung von Drahtgewebesieben ist vorzuziehen.
- c. Sowohl zur Entscheidung in Zweifelfällen bei der Beurteilung von Maschinensiebungen, als auch zur Untersuchung des Siebeffekts willkürlicher Handsiebungen, wird eine genau beschriebene und standardisierte Kontrollmethode empfohlen.
- d. Die Untersuchung des Genauigkeitsgrades der Prüfsiebe ist von grosser Bedeutung.
- e. Die graphische Darstellung der Kornverteilung soll vorzugsweise so erfolgen, dass die Korngrössen in logarithmischem Massstab horizontal und die akkumulativen Frequenzprozente in einer Wahrscheinlichkeitsverteilung vertikal aufgetragen werden.