

B-1

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

ONTMENGING VAN FILTERZAND DOOR SPOELEN

door ir. A. de Lathouder en M. Sollman

MEDEDELING No 7
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)
VAN HET KIWA

MOORMANS PERIODIEKE PERS N.V. — DEN HAAG

628.161.067.1.004.55

Sir Winston Churchill-laan 273
RIJSWIJK (Z.H.)

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

Van Speykstraat 34 — 's-Gravenhage



ONTMENGING VAN FILTERZAND DOOR SPOELEN

door ir. A. de Lathouder en M. Sollman

MEDEDELING No 7
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)
VAN HET KIWA

1. Inleiding

Bij het spoelen van één van de kleine proeffilters van de N.V. KIWA werd herhaaldelijk geconstateerd dat er een scheiding naar korrelgrootte (ontmenging) van het filterzand optrad. Hierbij oriënteerden de fijne fracties van het filterzand zich in de bovenlagen van het filterbed, terwijl de grove fracties zich in de diepere lagen van het bed oriënteerden.

Uitgaande van de veronderstelling dat de spoelsnelheid — en de daaraan inherent zijnde expansiegraad — en de duur van de spoeling vorengenoemde ontmenging beïnvloeden, zijn enkele proefnemingen uitgevoerd om een indruk te verkrijgen van de invloed van genoemde grootheden op de ontmenging.

Dit rapport omvat de resultaten van deze proefnemingen en een korte beschouwing over de ontmenging.

2. Het verrichte onderzoek

2.1. Algemene gegevens

Het onderzoek werd uitgevoerd in een plexiglazen proeffiltertje met een doorsnede van 20 mm en een hoogte van 120 cm. Het wandeffect is voor een dergelijke kleine doorsnede uiteraard betrekkelijk groot. Het gaat in dit geval echter slechts om een kwalitatieve indruk. Aan de onderzijde kon het water via een bodem van kopergaas tot het filter zodanig toetreden dat een regelmatige waterverdeling over de doorsnede werd verkregen. Aan de bovenzijde bevond zich een afvoer, die tegen wegspoelen van het zand door een gaasje was afgeschermd. Het filtermateriaal was uit de handel betrokken filterzand waarmee het filtertje voor de verschillende proeven tot kolommen variërende van 25 tot 40 cm was gevuld. In afb. 1 is van de gebruikte zandsoort het korrelverdelingsdiagram weergegeven. Dit diagram is bepaald met behulp van een serie draadzeven waarvan die voor doorlaten tot en met 0,85 mm zijn genormaliseerd volgens normblad N 480 en die voor grotere doorlaten dan 0,85 mm volgens A.S.T.M.-normen (American Society for Testing Materials).

Uit de zeefanalyse zijn de volgende gegevens bepaald:

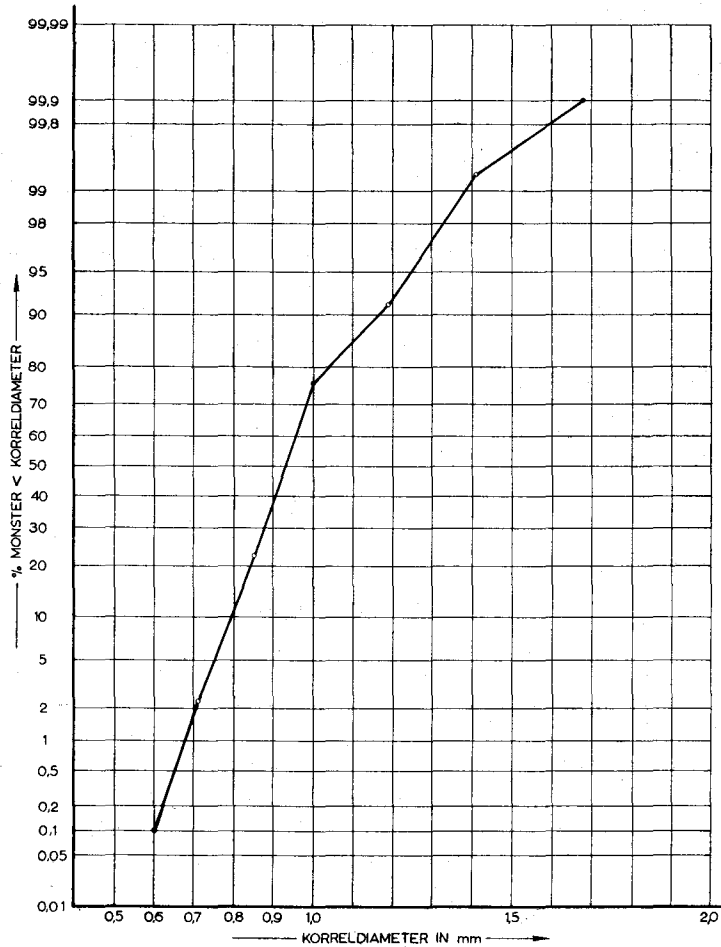
specificatie: 0,75—1,25 mm (resp. 5% en 95%-grenswaarde);

effectieve korreldiameter: 0,79 mm (10% grens);

gemiddelde korreldiameter: 0,95 mm (60% -grens);

uniformiteitscoëfficiënt: 1,20.

Het soortelijk gewicht is 2,63. Ten aanzien van deze waarde kan worden opgemerkt dat de soortelijke gewichten van de fijne fracties bij enkele metingen groter bleken te zijn dan die van de



Afb. 1 Korrelverdelingsdiagram (N 480/A.S.T.M.)

grove fracties. De ontmenging zal door dit verschil in s.g. enigermate worden tegengewerkt, maar deze invloed is — temeer daar de geconstateerde verschillen klein zijn — zeer gering.

Het bepalen van de ontmenging door spoelen is geschied door van de bovenste resp. onderste 5 cm van het bed het gehalte aan fijne fracties te bepalen. Onder fijne fracties worden hier die fracties verstaan die een draadzeef van 0,95 mm maaswijdte passeren.

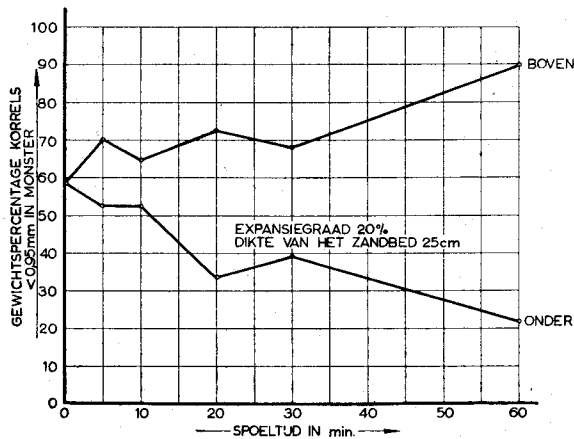
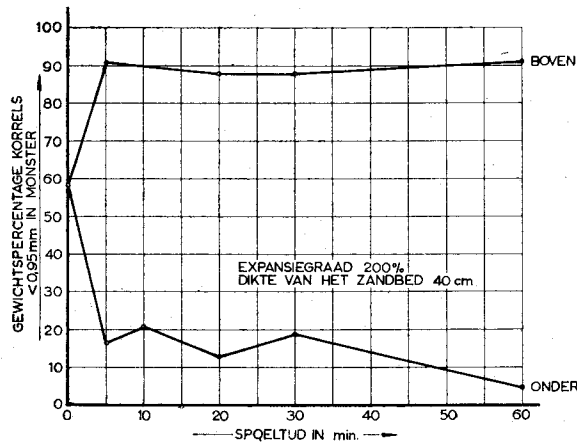
2.2. Meetresultaten

De resultaten van de uitgevoerde metingen zijn vastgelegd in afb.

2. Hierin zijn de gewichtspercentages aan fijne korrels uitgezet tegen de spoeltijd en wel voor expansiegraden van 20% en 200%. Op deze wijze komt zowel de invloed van de spoeltijd als die van de expansiegraad naar voren.

Het zal zonder meer duidelijk zijn dat vergroting van de spoeltijd een intensievere ontmenging tot gevolg heeft. De kleine korrels zullen immers een zekere tijd nodig hebben om zich naar de bovenste lagen van het bed te verplaatsen.

Behalve door vergroting van de spoeltijd is ook gebleken dat door vergroting van de expansie een versnelling van de ontmenging optreedt. Bij de proefnemingen bedroeg de expansie 20 resp.



Afb. 2 Ontmenging van filterzand door spoelen

200%. De hiermee overeenstemmende watersnelheden bedroegen resp. 40 m/h en 200 m/h (1,1 cm/sec en 5,5 cm/sec).

Bij een expansie van 200%, die de in de praktijk toegepaste expansies verre overtreft, heeft de ontmenging zich na enkele minuten reeds grotendeels voltrokken. Bij voortgezette spoeling blijken de fijnere fracties die aanvankelijk nog voor 20% onder in het bed aanwezig waren na een uur tot ca. 5% te zijn verminderd.

Bij een expansie van 20% voltrekt de ontmenging zich geleidelijk met toenemende spoeltijd. De ontmenging die in het eerste geval reeds in 5 minuten wordt bereikt, treedt bij de lagere expansiegraad eerst na een uur op. Bij kleine expansies is de spoeltijd dus van grote invloed op het transport van de fijne fracties naar de bovenlaag van het zandbed.

3. Beschouwing over ontmenging

3.1. Algemeen

Bij een in expansie verkerend zandbed zal, zoals reeds werd vermeld in Mededeling No. 4 van de Commissie Filterconstructies („Expansie van het zandbed in een proeffilter bij gecombineerde water-luchtspoeling”) de in het bed opgewekte weerstand in overeenstemming zijn met het gewicht van de filtermassa in water. Behalve voor kleine spoelwatersnelheden waarbij vrijwel geen expansie optreedt zal zich voor elke spoelwatersnelheid een evenwichtstoestand in het filter instellen waarbij elke verandering van de weerstand gepaard gaat met een verandering van het poriënvolume. De expansie kan hierbij op verschillende wijzen tot stand komen. Bij een regelmatig en langzaam toenemende spoelsnelheid kan het bed gelijkmatig expanderen, dus met een over de gehele hoogte gelijkmatig toenemend poriënvolume. In het bijzonder bij sterke vervuiling en snel toenemende spoelsnelheid kunnen er echter ook bij het begin van de expansie boven de bodem plaatselijk ruimten ontstaan die vrij zijn van zand, maar waar een dusdanige watersnelheid heerst (lager dan de werkelijke watersnelheid die in de poriën van de zandmassa heerst), dat de onderste korrels uit de zandmassa zich weer omlaag bewegen en dat zodoende het geheel ter plaatse weer afbrokkelt. Tegelijkertijd kan het bed daar dan van de bodem af weer worden opgebouwd in een iets lossere stapeling. Onder zeer bepaalde voorwaarden kan dit proces zich verschillende malen herhalen, waarbij dan gedeelten van het bed in op- en neergaande beweging komen. Dat er onder bepaalde voorwaarden een op- en

neergaande beweging in het bed optreedt werd herhaaldelijk geconstateerd, onder meer bij spoelproeven in een proeffilter waar het zand was vervangen door glaspereels met een uniformiteitscoëfficiënt = 1,0. Aangenomen mag worden dat ook in de evenwichtstoestand van het geëxpandeerde bed ten gevolge van kleine ongewilde fluctuaties nog geringe bewegingen zullen voorkomen. Ook zullen ten gevolge van de niet geheel gelijkmatige waterverdeling en onregelmatigheden in de weerstandsverdeling over het bed afwijkingen ten opzichte van de gemiddelde watersnelheid voorkomen, waardoor de deeltjes zich op sommige plaatsen in hoofdzaak in dalende beweging bevinden, de deeltjes op plaatsen waar een iets grotere snelheid heerst zullen daarentegen hoofdzakelijk omhoog bewegen. Het is duidelijk dat er op deze wijze als regel een circulatie van zandkorrels van onder naar boven en omgekeerd zal zijn.

Bestaat het zandbed uit gelijke deeltjes (uniformiteitscoëfficiënt = 1) dan is de snelheid van de deeltjes in neerwaartse richting gelijk aan de gemiddelde spoelwatersnelheid. Voor een in korrelgrootte variërend materiaal zal deze snelheid in neerwaartse richting echter, blijkens de wet van Stokes met het kwadraat van de korreldiameter toenemen. Hierdoor zullen, indien korrels van gemiddelde grootte in evenwicht verkeren — snelheid in neerwaartse richting = spoelsnelheid — de grotere korrels een neerwaartse beweging verkrijgen en de kleinere korrels naar boven gaan. Op deze wijze ontstaan, gesuperponeerd op de reeds uit onregelmatigheden voortgekomen op- en neergaande bewegingen en circulatiestromingen, otmengingsbewegingen die de kleine korrels omhoog en de grote korrels omlaag stuwcn. Het zal duidelijk zijn dat de otmenging zich sneller voltrekt naarmate de afstand waarover de korrels moeten stijgen en dalen kleiner is, dus naarmate de diepte van het zandbed kleiner is. Door de algemene circulatiestroming kunnen de korrels zich enerzijds gemakkelijker oriënteren waardoor de otmenging zou kunnen worden bevorderd, anderzijds kunnen te heftige circulatiestromingen de eenmaal otmengde fijne en grove lagen verstoren en zodoende weer een vermenging teweegbrengen (zie punt 3.2.2.).

Het resultaat van alle in het bed plaatsvindende oriëntaties zal uiteindelijk leiden tot een korrelverdeling in het bed waarbij de korreldiameter bij toenemende beddiepte groter wordt.

Van de verschillende factoren die van invloed zijn op de otmenging, zijn er enkele (expansie, spoeltijd) door directe metingen kwantitatief onderzocht (zie punt 2). Bijzondere aandacht vragen de invloed van de zg. „jet-action”, de vervuiling en de luchtspoeling. Bij verschillende onderzoeken in doorzichtige proef-

filters zijn hieromtrent visuele indrukken opgedaan. De verschillende invloeden worden in punt 3.2. van dit rapport afzonderlijk besproken.

3.2. *Verskillende invloeden op de ontmenging*

3.2.1. INVLOED VAN DE EXPANSIE, DE SPOELTIJD, DE BEDDIKTE EN DE KORRELGROOTTE

In punt 2.2. werd de invloed van de expansie en de looptijd op de ontmenging reeds aan de hand van afb. 2 gedemonstreerd. De ontmenging geschiedt sneller naarmate de expansie groter is en is groter naarmate de spoeltijd langer is. Uit het in punt 3.1. behandelde volgt dat de ontmenging sneller zal geschieden naarmate de dikte van het bed kleiner is en het materiaal meer in korrelgrootte zal uiteenlopen, dus in het algemeen naarmate de uniformiteitscoëfficiënt groter zal zijn.

3.2.2. INVLOED VAN „JET-ACTION”

Zowel mét als zónder toepassing van een steunlaag kunnen „jet-action” en andere heftige ongewenste circulatiestromingen in het geëxpandeerde bed optreden. Door de plaatselijk optredende stromingen zal de ontmenging worden verstoord. Naarmate de „jet-action” en de daaruit voortvloeiende stromingen krachtiger zijn en zich meer over het gehele bed uitstrekken zal de ontmenging meer worden verstoord. Een algehele homogenisering van het filtermateriaal behoeft hierdoor echter niet op te treden. Dit omdat bij het dalen van het door de „jet-action” omhoog gestuwde zand de grove korrels een grotere daalsnelheid hebben zodat de fijne fracties van de zandmassa zich toch in de meer hoger gelegen lagen van het bed zullen oriënteren.

3.2.3. INVLOED VAN DE VERVUILING

Door de grotere samenhang van de korrels van een vervuild filterbed zal de ontmenging in een vuil filter minder snel plaatsvinden. Bovendien geven onregelmatigheden in de vervuiling aanleiding tot onregelmatige spoelwaterstromingen die de ontmenging kunnen vertragen. Hierbij spelen uiteraard de expansiegraad en het al dan niet aanwezig zijn van luchtspoeling een niet te veronachtzamen rol. Zowel door een gecombineerde spoeling als door een hogere expansiegraad zal de samenhang van het vervuilde bed verminderen met als gevolg dat de ontmenging effectiever kan plaatsvinden.

3.2.4. INVLOED VAN DE GECOMBINEERDE SPOELING

Wordt de spoeling met water van een filter gecombineerd met een luchtspoeling dan kan zowel een vermindering als een vermeerdering van het ontmengingseffect optreden.

In een geëxpandeerd bed kan de luchtspoeling tot een vermindering van de ontmenging leiden, indien de zanddeeltjes in hun op- en neergaande beweging en de daarmee gepaard gaande bezinking (grote korrels) en oriëntering in de bovenste lagen (kleine korrels) worden gestoord. Deze verstoring van de zandstromingen die dus alleen mogelijk is indien het zandbed in expansie verkeert, wordt veroorzaakt door de zich stootsgewijs als het ware door het bed scheurende luchtbellen die in het bijzonder de neergaande bewegingen van de zanddeeltjes sterk beïnvloeden. Men mag welhaast aannemen dat bij een niet al te hoge expansie, dus een niet te hoge spoelwatersnelheid en een hoge luchtsnelheid, een verminderde ontmenging optreedt.

Bij een niet geëxpandeerd zandbed zal een gecombineerde spoeling de ontmenging juist kunnen bevorderen. Een luchtbel die zich door het filterbed verplaatst, maakt het bed plaatselijk los en geeft de loskomende korrels de gelegenheid zich te verplaatsen. De bel zal tijdelijk een kanaal of althans een open ruimte vormen waarin de zandkorrels, die deze ruimte weer opvullen, in zekere mate georiënteerd neervallen.

4. Enkele gevolgen van de ontmenging

Wordt het filtratieprincipe nagestreefd waarbij het water een filterbed met in stromingsrichting afnemende korrelgrootte doorstroomt, dan betekent ontmenging een gunstige rangschikking naar korrelgrootte, indien in opwaartse richting wordt gefiltreerd. Lange spoeltijden, grote expansies en matige luchtsnelheden zijn in dit geval gunstig.

Bij de gebruikelijke neerwaarts gerichte filtratie wordt door de ontmenging juist een rangschikking volgens groter wordende poriën bij toenemende filtratiediepte teweeggebracht. Daar de kleinere deeltjes zich dus boven in het filter bevinden zal de neiging tot dichtslibben van de bovenlagen door ontmenging worden vergroot. Dit kan ten dele worden vermeden door een niet te grote expansie en een intensieve luchtspoeling, zodat het ontmengingsverschijnsel wordt tegengewerkt.

Als gevolg van ontmenging bevindt zich onder in het filterbed materiaal van grotere afmetingen dan boven in het bed. Voor normaal filterzand, zoals bij het onderzoek werd gebruikt (zie afb. 1), zou bv. mogen worden verwacht dat zich onderin korrels

van 1,0—1,6 mm bevinden en dat de korrelafmetingen in de bovenlaag 0,6—1,0 mm zijn. Dit betekent dat bij toepassing van spoelkoppen die, wat hun spleetwijdte betreft, op een gemiddelde korreldiameter of op de in het zand aanwezige fijnere deeltjes zijn berekend, een extra veiligheid tegen doorlaten van of verstopping door kleine deeltjes aanwezig is; voorts wordt ook de spoelkopweerstand in gunstige zin beïnvloed.

Anderzijds zal met het spoelen rekening ermee moeten worden gehouden dat de maximale spoelsnelheid de fijnste zandfracties niet tot een zodanige expansie brengt dat deze wegspoelen.

Indien ontmenging heeft plaatsgevonden zullen bij toenemende spoelsnelheid eerst de kleine deeltjes boven in het filter tot expansie komen. Zelfs wanneer deze reeds in een redelijke expansie verkeren kan het voorkomen dat de onderste lagen niet zijn geëxpandeerd. Uitgaande van de onderzochte zandsoort kunnen de fracties onder en boven in het bed van ca. 1,25 tot ca. 0,75 uiteenlopen. Verkeren de bovenlagen bij 25 à 30 m/h in 10% expansie dan zullen de grovere korrels onderin juist gaan expanderen. Hoewel het bed uit een bepaalde zandsoort is opgebouwd, betekent dit dus niet dat bij het waarnemen van een bepaalde expansie het gehele bed is geëxpandeerd.

5. Conclusies

Op grond van de resultaten die door het spoelen van filterzand in een proeffilter zijn bereikt kan het volgende worden geconcludeerd.

1. Tijdens het spoelen met water van een in expansie verkerend filterbed zal er als regel een ontmenging van het filtermedium optreden. Door deze ontmenging oriënteren de filterkorrels zich dusdanig dat de gemiddelde diameter van de korrels in een bepaalde laag groter is dan die in elke erboven liggende laag.
2. Naarmate de expansie groter is, de spoeltijd langer is, de dikte van het bed kleiner is en het filtermateriaal meer in korrelgrootte uiteenloopt, zal de ontmenging sneller geschieden.
3. Naarmate het filterbed sterker is vervuild zal de ontmenging langzamer verlopen.
4. Indien het spoelbeeld van een filter onregelmatig is of indien er „jet-action” in het bed optreedt, zal de ontmenging worden verstoord.
5. Wordt van een in expansie verkerend zandbed de waterspoeling gecombineerd met een krachtige luchtspoeling dan zal dit de ontmenging tegenwerken. Daarentegen zal een gecombineerde

spoeling bij een niet geëxpandeerd bed de ontmenging kunnen bevorderen.

6. Bij opwaartse filtratie wordt het filtratieprincipe van afnemende korrelgrootte (kleiner wordende poriën) in de filtratierichting door ontmenging begunstigd. Lange spoeltijd, grote expansie en matige luchtspoelsnelheden zijn in dit verband gunstig. Bij neerwaartse filtratie veroorzaakt ontmenging een in de doorstromingsrichting toenemende korrelgrootte. Daar de fijne zandfracties zich dan in de bovenlagen van het filter bevinden wordt de neiging tot dichtslibben van de bovenlaag door ontmenging groter. Wenst men de ontmenging te beperken dan is een niet te grote expansie en een intensieve luchtspoeling gewenst.

7. Ontmenging verkleint de tendens tot verstopping door of doorlaten van kleine deeltjes in spoelkoppen en zal in het algemeen tot weerstandsvermindering van de spoelkoppen leiden.

8. Ontmenging vergroot de kans op wegspoelen van de zandfracties bestaande uit korrels met kleine diameters. De mogelijkheid tot het verwijderen van deze soms ongewenste zandfracties wordt door een bewust toegepaste ontmenging dan ook geboden.

9. Wordt bij een ontmengd filterbed van een bepaalde zandsoort expansie waargenomen, dan is het mogelijk dat alleen de bovenlagen in expansie verkeren.

Februari 1962

SAMENVATTING

van

*Mededeling no 7 van de Commissie Filterconstructies (Cofico)
van het Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V. KIWA*

„Ontmenging van filterzand door spoelen”

Indien een zandfilter met uitsluitend water van een voldoende hoge snelheid wordt gespoeld zal er in de regel een scheiding naar korrelgrootte van het filterzand optreden (ontmenging).

In een plexiglazen proeffilter werd deze ontmenging uitgebreid bestudeerd. In een beschouwing over de resultaten van deze proefnemingen is aandacht geschonken aan de invloed die factoren als expansie, gecombineerde spoeling, spoeltijd, beddiepte, korrelgrootte, vervuiling en „jet-action” op de ontmenging hebben.

Uit de resultaten van de uitgevoerde proefnemingen en op grond van de beschouwing over het verschijnsel van de ontmenging kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. Tijdens het spoelen met water van een in expansie verkerend filterbed zal er als regel een ontmenging van het filtermedium optreden. Door deze ontmenging oriënteren de filterkorrels zich dusdanig dat de gemiddelde diameter van de korrels in een bepaalde laag groter is dan die in elke erboven liggende laag.
 2. Naarmate de expansie groter is, de spoeltijd langer is, de dikte van het bed kleiner is en het filtermateriaal in korrelgrootte meer uiteenloopt, zal de ontmenging sneller geschieden.
 3. Naarmate het filterbed sterker is vervuild zal de ontmenging langzamer verlopen.
 4. Indien het spoelbeeld van een filter onregelmatig is of indien er „jet-action” in het bed optreedt, zal de ontmenging worden verstoord.
 5. Wordt van een in expansie verkerend zandbed de waterspoeling gecombineerd met een krachtige luchtspoeling dan zal dit de ontmenging tegenwerken. Daarentegen zal een gecombineerde spoeling bij een niet geëxpandeerd bed de ontmenging kunnen bevorderen.
 6. Bij opwaartse filtratie wordt het filtratieprincipe van afnemende korrelgrootte (kleiner wordende poriën) in de filtratierichting, door ontmenging begunstigd. Lange spoeltijd, grote expansie en matige luchtspoelsnelheden zijn in dit verband gunstig.
- Bij neerwaartse filtratie veroorzaakt ontmenging een in doorstro-

mingsrichting toenemende korrelgrootte. Daar de fijne zandfracties zich dan in de bovenlagen van het filter bevinden wordt de neiging tot dichtslibben van de bovenlaag door ontmenging groter. Wenst men de ontmenging te beperken dan is een niet te grote expansie en een intensieve luchtspoeling gewenst.

7. Ontmenging verkleint de tendens tot verstopping door of doorlaten van kleine deeltjes in spoelkoppen en zal in het algemeen tot weerstandsvermindering van de spoelkoppen leiden.

8. Ontmenging vergroot de kans op wegspoelen van de zandfracties bestaande uit korrels met kleine diameters. De mogelijkheid tot het verwijderen van deze soms ongewenste zandfracties wordt door een bewust toegepaste ontmenging dan ook geboden.

9. Wordt bij een ontmengd filterbed van een bepaalde zandsoort expansie waargenomen dan is het mogelijk dat alleen de bovenlagen in expansie verkeren.

SUMMARY

of

Communication no 7 of the Committee for the Construction of Filters (Cofico) of the Institution for the Testing of Waterworks Materials Ltd. KIWA

“Separation of filtersand by backwashing”

If a sandfilter is washed exclusively with water of a sufficiently high velocity a separation according to size will as a rule occur in the grains of the filtersand.

In a plexiglass testfilter this separation was extensively studied. In a treatise on the results of these experiments attention has been paid to the influence which factors such as expansion, backwashing with water and air, time of washing, filterbed depth, grainsize, pollution and jet-action have on separation.

From the results of the experiments carried out and on the ground of the treatise on the phenomenon of separation the following conclusions can be drawn.

1. In a filterbed being in expansion separation of the filtermedium will as a rule occur during backwashing with water. In this separation the grains find their places in such a way that the mean grainsize in each layer is larger than that of any layer on top of it.
2. Separation will occur quicker according as the expansion is greater, the time of backwashing is longer, the depth of the bed is smaller and the grains in the filter are more different in size.
3. The process of separation will get on slower in proportion as the filterbed is more polluted.
4. Separation will be disturbed if the backwashing in a filter shows irregularities or if jet-action occurs in the bed.
5. If in a sandbed being in expansion backwashing with water is combined with a vigorous airwash, it will counteract separation. On the other hand backwashing with water and air may advance separation in a bed which is not expanded.
6. In case of up-flow filtration the filtration-principle of decreasing grainsize (pores getting smaller) in the direction of the flow is approved by separation. Prolonged backwashing, great expansion and moderate air-wash velocities are favourable in this connection. In case of down-flow filtration separation causes an increase in size of the grains in the direction of the flow. As the fine sand-fractions are then in the upper layers of the filter, the tendency to

clogging of the top layer by separation is getting larger. If one wishes to limit separation a moderate expansion and an intensive air-wash is desirable.

7. Separation lessens the tendency to clogging by small particles in nozzles or to letting them through and will generally lead to decrease of headloss of the nozzles.

8. Separation increases the chance of sandfractions of small size grains being washed away. Consciously applied separation therefore offers the possibility to remove these sometimes undesirable sandfractions.

9. If expansion is noted in a filterbed of separated sand it is possible that only the top layers are in expansion.

RÉSUMÉ

de

la Communication no 7 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

„Séparation de sable d'un filtre par rinçage”

Si un filtre à sable sera lavé exclusivement avec de l'eau d'une vitesse suffisamment grande, il se présentera ordinairement une séparation d'après la granulométrie du sable de ce filtre (séparation).

On a fait des études détaillées de cette séparation dans un filtre d'essai de polyméthacrylester.¹ Dans une discussion sur les résultats de ces expérimentations, on a porté l'attention sur l'influence que des facteurs tels que l'expansion, le lavage à l'air et à l'eau, la durée de lavage, l'épaisseur du lit de sable, la granulométrie, la pollution et les effets de jet, ont sur la séparation.

A l'aide des résultats des expérimentations qu'on a faites et à cause de la discussion sur le phénomène de la séparation, on peut conclure ce qui suit.

1. Pendant le rinçage avec de l'eau d'un lit filtrant qui se trouve dans une expansion, il se présentera en général une séparation de la matière filtrante. Par cette séparation les grains de sable s'orientent de telle sorte que le diamètre moyen des grains dans une couche déterminée est plus grand que celui qui se trouve dans chacune des couches là-dessus.
2. A mesure que l'expansion est plus grande, la durée de rinçage plus longue, l'épaisseur du lit plus petite et que le matériau du filtre diffère plus en grosseur du grain, la séparation se fera plus vite.
3. A mesure que le lit filtrant est plus pollué, la séparation se fera moins vite.
4. Si le lavage d'un filtre est irrégulier ou qu'il s'y présente des effets de jet, la séparation sera troublée.
5. Si le lavage à l'eau d'un lit de sable qui se trouve dans une expansion, est combiné avec un lavage à l'air fort, ceci mettra obstacle à la séparation. Dans un lit qui n'a pas été expansié, un lavage à l'air et à l'eau pourra aider au contraire à la séparation.

¹ „Perspex”, „Plexiglas”.

- 6.** Dans une filtration à courant ascendant, le principe de filtration de grosseur du grain en diminution (des interstices qui deviennent plus petites) dans la direction de filtration, est favorisé par la séparation. Dans ce rapport une durée de lavage longue, une expansion grande et des vitesses de lavage à l'air modérées sont favorables. Dans une filtration à courant descendant les dimensions des grains démontrent une augmentation dans la direction de filtration à cause de séparation. Comme les subtiles fractions de sable se trouvent en ce cas-là dans les couches supérieures du filtre, le penchant de la couche supérieure pour se colmater devient plus grand par la séparation. Quand on veut borner la séparation, une expansion pas trop grande et un lavage à l'air intense sont désirés.
- 7.** La séparation diminue le penchant des grains petits à obstruer au passer les fentes dans les crépines et mènera en général à la réduction de la perte de charge des crépines.
- 8.** La séparation augmente les chances pour l'enlèvement des fractions de sable qui se composent de grains à diamètre petit. Aussi, une séparation appliquée avec réflexion donne la possibilité d'enlever ces fractions de sable qui sont parfois indésirables.
- 9.** Si l'on aperçoit un lit filtrant séparé en expansion, il est possible que seulement les couches supérieures se trouvent dans l'expansion.

ZUSAMMENFASSUNG

von

*Mitteilung Nr. 7 des Ausschusses für Filterkonstruktionen (Cofico)
des Prüfungsinstitutes für Wasserleitungartikel A.G. KIWA*

„Entmischung von Filtersand durch Spülen“

Wenn ein Sandfilter ausschliesslich mit Wasser von genügend hoher Geschwindigkeit gespült wird, wird in der Regel eine Trennung nach Korngrösse (Entmischung) auftreten.

In einem aus Plexiglas gefertigten VersuchsfILTER wurde der Entmischungsvorgang ausführlich untersucht. In einer Erörterung der Resultate dieser Versuche wurde die Aufmerksamkeit auf den Einfluss gerichtet, den Faktoren wie Sandexpansion, kombinierte Luft-Wasserspülung, Spülzeit, Schichthöhe des Sandbettes, Korngrösse, Verschlammung und Strahlwirkung auf die Entmischung haben. Aus den Resultaten der ausgeführten Untersuchungen und auf Grund der Erörterung des Phänomens der Entmischung können die folgenden Schlüsse gezogen werden.

1. Während des Spülens mit Wasser eines sich im Zustand der Expansion befindeten Filterbettes wird in der Regel eine Entmischung der Filtermasse auftreten. Durch diese Entmischung orientieren sich die Filterkörner so, dass der mittlere Korndurchmesser in einer bestimmten Schicht grösser ist als der in jeder darüber liegenden Schicht.
2. Je nachdem die Sandexpansion grösser, die Spülzeit länger, die Schichthöhe kleiner und je ungleichmässiger die Korngrösse des Filtermaterials ist, desto schneller wird die Entmischung erfolgen.
3. Je mehr das Filterbett verschlammt ist, desto langsamer wird die Entmischung vor sich gehen.
4. Wenn der Spülvorgang unregelmässig ist oder wenn Strahlwirkung im Bett auftritt, wird die Entmischung gestört.
5. Wird bei einem Sandbett, das im Zustand der Expansion ist, die Wasserspülung mit einer kräftigen Luftspülung kombiniert, dann wird dies der Entmischung entgegenwirken. Dagegen wird eine kombinierte Spülung bei einem nicht expandierten Bett die Entmischung befördern können.
6. Bei Filtration im Aufwärtsstrom wird das Filtrationsprinzip der abnehmenden Korngrösse (kleiner werdende Poren) in der Filtrationsrichtung durch Entmischung begünstigt. Lange Spülzeit, grosse

Expansion und mässige Luftspülgeschwindigkeit wirken in diesem Zusammenhang günstig.

Bei Filtration im Abwärtsstrom verursacht die Entmischung eine in der Strömungsrichtung zunehmende Korngrösse. Da die kleinen Sandfraktionen sich in den oberen Schichten des Filters befinden, wird die Neigung zum Verschlammen der oberen Schicht durch Entmischung grösser. Wünscht man die Entmischung zu beschränken, dann ist eine nicht zu grosse Sandexpansion und eine intensive Luftspülung erwünscht.

7. Entmischung verkleinert die Tendenz zum Verstopfen durch kleine Teilchen beziehungsweise zum Durchlassen von kleinen Teilchen in die Filterdüsen und führt im Allgemeinen zur Abnahme des Druckverlustes der Filterdüsen.

8. Entmischung vergrössert die Möglichkeit des Wegspülens der Sandfraktionen, die aus Körnern kleinen Durchmessers bestehen. Durch eine bewusst angewandte Entmischung ist also die Möglichkeit zur Entfernung dieser manchmal unerwünschten Sandfraktionen geboten.

9. Wird bei einem entmischten Filterbett einer bestimmten Sandsorte Expansion wahrgenommen, dann ist es möglich, dass sich nur die oberen Schichten im Expansionszustand befinden.