

B-1

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

NEGATIEVE DRUKKEN IN
OPEN SNELFILTERS

door ir. K. W. H. LEEFLANG

MEDEDELING NO 1
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)

MOORMAN'S PERIODIEKE PERS N.V. — DEN HAAG

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen N.V.
KIWA

Van Speykstraat 34 — 's-GRAVENHAGE

NEGATIEVE DRUKKEN IN
OPEN SNELFILTERS

door ir. K. W. H. LEEFLANG

MEDEDELING NO 1
VAN DE COMMISSIE FILTERCONSTRUCTIES (COFICO)

1. Inleiding

Onder het optreden van negatieve druk in een open snelfilter wordt het verschijnsel verstaan, dat plaatselijk in het filterbed een druk heerst die kleiner is dan de atmosferische. Omtrent de toelaatbaarheid van deze toestand lopen de meningen uiteen.

Sommige beheerders van filterinstallaties staan afwijzend tegenover de toelaatbaarheid van negatieve druk in een snelfilter. Hun bezwaren berusten op de overweging, dat water, dat bij atmosferische druk verzadigd is aan zuurstof en stikstof, bij een lagere druk oververzadigd zal zijn. Ter plaatse van de negatieve druk bestaat dus het gevaar van afzetting van gasbellen in het filterbed, waardoor de weerstand van het filter zal toenemen en de gelijkmatigheid van de filtratie wordt verstoord.

Teneinde het optreden van negatieve drukken te voorkomen, geldt de regel, dat de maximale weerstand van het filter, gemeten in cm wk, niet groter mag zijn dan de hoogte van de waterlaag, die boven het filterbed staat. In deze regel zit een grote mate van veiligheid, omdat, zoals hieronder zal blijken, negatieve drukken eerst optreden nadat de bovengenoemde weerstand reeds belangrijk is overtroffen.

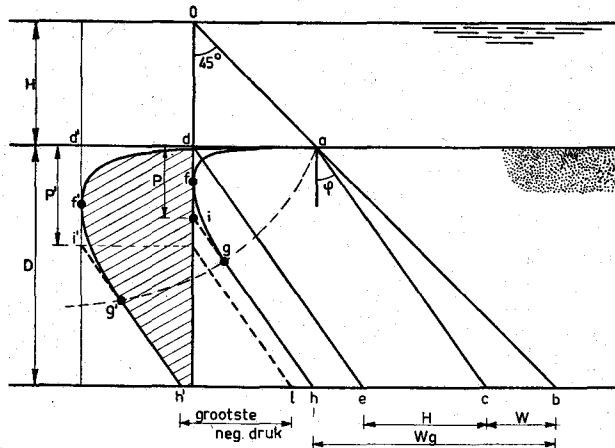
Tegenover deze opvatting staat de omstandigheid, dat bij moderne snelfilters met lage bovenwaterstand, zoals o.a. in Duitsland veelvuldig worden gebruikt, de maximaal toegelaten weerstand van het filter in het algemeen zo hoog wordt gesteld, dat negatieve drukken daarbij onvermijdelijk zijn. Indien men navraagt of van deze negatieve drukken ooit hinder werd ondervonden, luidt het antwoord steeds ontkennend.

Deze controverse gaf aanleiding tot een nader onderzoek naar de toelaatbaarheid van negatieve druk in een snelfilter.

2. Het ontstaan van negatieve druk

Aan de hand van het door Lindquist (1) ontworpen filterdiagram, zal worden nagegaan bij welke filterweerstand een negatieve druk begint op te treden.

Indien in afb. 1 de hoogte van de laag bovenwater = H m en de dikte van het filterbed = D m, dan wordt de drukhoogte in m wk in het nog niet in bedrijf zijnde filter op iedere diepte voorgesteld door een lijn $0 a b$, die een hoek van 45° maakt met de verticaal, die de atmosferische druk aangeeft.



Afb. 1 Filterdiagram volgens Lindquist

Is het zandbed geheel schoon en homogeen, dan heeft het, indien het filter met een snelheid van v m/h in bedrijf wordt gesteld, op de diepte d een weerstand die volgens de wet van Darcy gelijk is aan $w = \frac{vd}{k}$. Hierin is k

de doorlatendheid (uitgedrukt in m/h) van het schone bed (die in het algemeen kleiner zal zijn dan de waarde voor het verse zand, aangezien het bed bij het rijpen aan doorlatendheid inboet). De diepte d wordt uitgedrukt in meters, de weerstand w in meters waterkolom.

De druk in het schone bed wordt weergegeven door de lijn $a c$, die een hoek φ maakt met de vertikaal.¹⁾ De totale weerstand W van het goed gespoelde, rijpe filterbed is dus:

$$b c = W = \frac{v D}{k} \quad (1)$$

Beschouwen wij nu het geval, waarbij tijdens de filtratie alle daaruit voortkomende weerstand zich concentreert aan de oppervlakte van het filterbed.

Zodra deze weerstand is aangegroeid tot $a d$ is het ogenblik gekomen, waarop bij voortgezette filtratie een negatieve druk zal optreden. Het gehele verloop van de druk in het bed wordt dan voorgesteld door de gebroken lijn $a d e$, waarbij $d e$ evenwijdig loopt aan $a c$, aangezien alle vuil op het bed is afgezet en het bed zelf schoon is gebleven. (In dit en alle volgende voorbeelden is aangenomen, dat de filtratiesnelheid constant wordt gehouden.

¹⁾ Het uiterst geringe verlies aan snelheidshoogte in het bovenwater is hierbij verwaarloosd.

den en dat de temperatuur van het water niet verandert).

De totale filterweerstand, waarbij nog juist geen negatieve druk voorkomt, is in dit geval:

$$b e = b c + a d = W + H \quad (2)$$

In werkelijkheid dringt het vuil meer of minder diep in het bed door en krijgt de druklijn een verloop, dat in afb. 1 schematisch is weergegeven door de kromme a f g h. De overgang naar negatieve druk treedt op, zodra de kromme raakt aan de verticaal uit 0. In afb. 1 is dit het geval in het punt f.

Op de diepte d f is de druk in het filterbed *minimaal*. Het punt f stelt niet de grootste *indringingsdiepte* van het vuil voor. Deze wordt op het moment van ontstaan van negatieve druk weergegeven door het punt g, waarin de kromme overgaat in een recht gedeelte g h, evenwijdig aan de druklijn van het schone filterbed a c.

De totale weerstand, waarbij nog juist geen negatieve druk voorkomt, is nu nog vermeerderd met h e. Indien g h wordt verlengd tot het snijpunt i met de verticaal uit 0 en de diepte d i = P wordt gesteld, dan is

$$h e = P \operatorname{tg} \varphi = P \frac{D - W}{D}$$

De totale filterweerstand (*Wg*), waarbij op de diepte d f de grens van positieve en negatieve druk is bereikt, wordt:

$$Wg = W + H + P \frac{D - W}{D} \quad (3)$$

Deze weerstand is dus gelijk aan de hoogte van de waterlaag boven het zandbed, vermeerderd met de aanvangsweerstand van het schone bed en een factor die afhankelijk is van de indringingsdiepte van het vuil, zomede van de verdeling van het vuil over deze diepte. Deze laatste bepaalt nl. de vorm van de kromme a f g h en daarmee de afstand van het punt g tot de verticaal door 0. Praktische betekenis heeft formule (3) niet, tenzij de indringingsdiepte van het vuil bekend is en P daaruit kan worden afgeleid. Deze indringingsdiepte zal evenwel het beste experimenteel met behulp van het drukdiagram van Lindquist bepaald kunnen worden en daarbij kan *Wg* tegelijkertijd uit dit diagram worden afgelezen.

Bij voortgezette filtratie ontstaat in het filterbed een gebied van negatieve druk, dat zich met het oplopen van de filterweerstand uitbreidt. De negatieve druk is niet op alle diepten dezelfde; hij is op ieder tijdstip van de filtratieperiode het grootst in het punt waarin een verticale raaklijn aan de druklijn kan worden getrokken

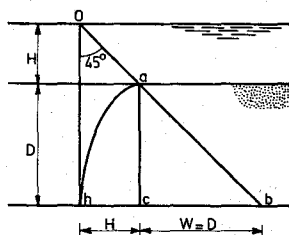
(punt f' in afb. 1). Deze grootste waarde van de negatieve druk is evenwel niet gelijk aan de filterweerstand op het beschouwde tijdstip, verminderd met Wg . In het algemeen zal het vuil tijdens de filtratie steeds dieper in het bed dringen; het verloop van de indringingsdiepte is in het in afb. 1 gegeven voorbeeld door de lijn $ag g'$ aangeduid. Dientengevolge neemt P toe tot P' en h e tot $h'e$. Hiervan komt evenwel niet de totale aangroeiing $h'h$, doch slechts het gedeelte $h'l$ overeen met de grootste waarde van de negatieve druk. Deze laatste groeit dus iets langzamer aan dan de filterweerstand.

Een bijzonder geval ontstaat, zodra $\varphi = 0$ wordt, d.w.z. dat a c verticaal komt te staan. Daar $\operatorname{tg} \varphi = \frac{D-W}{D}$

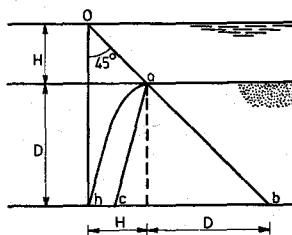
$1 - \frac{v}{k}$, doet dit geval zich voor indien $v = k$. Zoals volgt uit (3) en ook onmiddellijk blijkt uit afb. 2 wordt

$$Wg = H + W = H + D \quad (4)$$

Deze zelfde formule (4) geldt indien de doorlatendheid kleiner is dan de snelheid, gelijk blijkt uit afb. 3.



Afb. 2 Filterdiagram
voor $v = k$



Afb. 3 Filterdiagram
voor $v > k$

Een toestand als weergegeven in afb. 2 schijnt kenmerkend te zijn voor de in de Verenigde Staten van Amerika gebruikelijke snelfilters (2), (3). Deze worden in de regel bedreven met een filtratiesnelheid van 125 million U.S. gallon/acre/day, d.i. 5 m/h. De korrelgrootte van het filterzand bedraagt gewoonlijk 0,4 mm; een dergelijk zand heeft inderdaad een doorlatendheid, die bij 10 °C om en bij de 5 m/h ligt. In deze filters zal dus een negatieve druk optreden, zodra de weerstand de som van de hoogte van het bovenwater en de beddikte overschrijdt.

Als voorbeeld van een moderne Duitse installatie kan het filterbedrijf aan de Hengstey See van de stad Hagen in Westfalen worden genoemd. Deze filters hebben een constante bovenwaterstand van enkele dm boven het zandbed (de overstortrand van de spoelgoot ligt op ± 50 cm boven het bed en blijft bij normaal bedrijf steeds boven water). Het filterzand heeft een korrelgrootte van

1,2—1,5 mm, met een hoge k -waarde. Ondanks het feit, dat de dikte van het bed vrij groot is, nl. 2 m, zal de aanvangsweerstand W bij een filtratiesnelheid van ± 5 m/h vrij laag zijn. Relatief is dientengevolge (zie formule (3)) de waarde van P van veel invloed op de grootte van Wg . Daar P samenhangt met de indringingsdiepte van het vuil, waarover geen gegevens ter beschikking staan, is het ondoenlijk een exacte waarde van deze grootte op te geven. Het lijkt evenwel geen twijfel, dat bij de maximaal toegelaten filterweerstand van 2,5, soms zelfs 3 m, in deze filters aanzienlijke negatieve drücken moeten voorkomen. Wordt om de gedachte te bepalen de waarde van P op het tijdstip, dat negatieve druk gaat optreden = 0,6 m gesteld, en zij voorts $H = 0,4$ m en $W = 0,3$ m, dan bedraagt Wg volgens (3) 1,2 m. Zij P' aan het einde van de filtratieperiode = 1 m, dan bereikt de grootste negatieve druk in het filter een waarde van ± 1 à 1,5 m wk.

3. De gevolgen van negatieve druk

Een tweede, belangrijke vraag is, onder welke voorwaarden een negatieve druk oorzaak zal kunnen zijn van hinderlijke gasontwikkeling.

Indien een filter na het spoelen in bedrijf wordt gesteld is het denkbaar dat bellen spoellucht in het bed blijven hangen. Deze lucht staat onder de druk, die in het bed ter plaatse heerst en die aanvankelijk hoger is dan de atmosferische. Het te filtreren water (goed geaëreerd grondwater of oppervlaktewater) zal in het algemeen bij atmosferische druk verzadigd zijn aan stikstof, maar niet geheel aan zuurstof.

Ten opzichte van de in het bed voorkomende bellen is het water onderverzadigd, zodat deze in oplossing zullen gaan. Dit verschijnsel wordt versneld naarmate zij kleinere afmetingen aannemen, daar de druk, die in de bolvormig gedachte gasbel tengevolge van de oppervlakte-spanning heerst, omgekeerd evenredig is met de straal. Nadat de filtratie enige tijd is voortgezet, mag derhalve worden verondersteld, dat het bed geen luchtbellen meer bevat.

Voor de beantwoording van de hiervoren gestelde vraag, zal worden uitgegaan van waarnemingen aan een proeffilter, waardoor duinwater werd gefiltreerd.

Hierin trad bij een laag bovenwater van 30 cm, een beddikte van 1,50 m (soortelijke korrelgrootte van het zand 1,2 mm) en een maximale filterweerstand van 2 m plaatselijk een grootste negatieve druk op van 1 m wk. De absolute druk ter plaatse bedroeg aan het einde van de filterperiode dus 0,9 atm.

Het water was t.o.v. de atmosfeer verzadigd aan stikstof; de opgeloste hoeveelheid van dit gas (met inbegrip van de edele gassen) was dus in evenwicht met een partiële druk van 0,79 atm.

Op de diepte van de grootste negatieve druk bedroeg het zuurstofgehalte 6 mg/l, d.w.z. dat het water bij atmosferische druk en een temperatuur van 10 °C voor 52,5% was verzadigd. Bij de opgeloste zuurstof behoorde een partiële druk van $\frac{52,5}{100} \times 0,21 = 0,11$ atm. De scm

van de partiële drukken, die behoren bij de opgeloste hoeveelheden stikstof en zuurstof (de geringe hoeveelheid koolzuur is verwaarloosd), was in het beschouwde geval dus juist gelijk aan de kleinste in het filter voorkomende absolute druk.

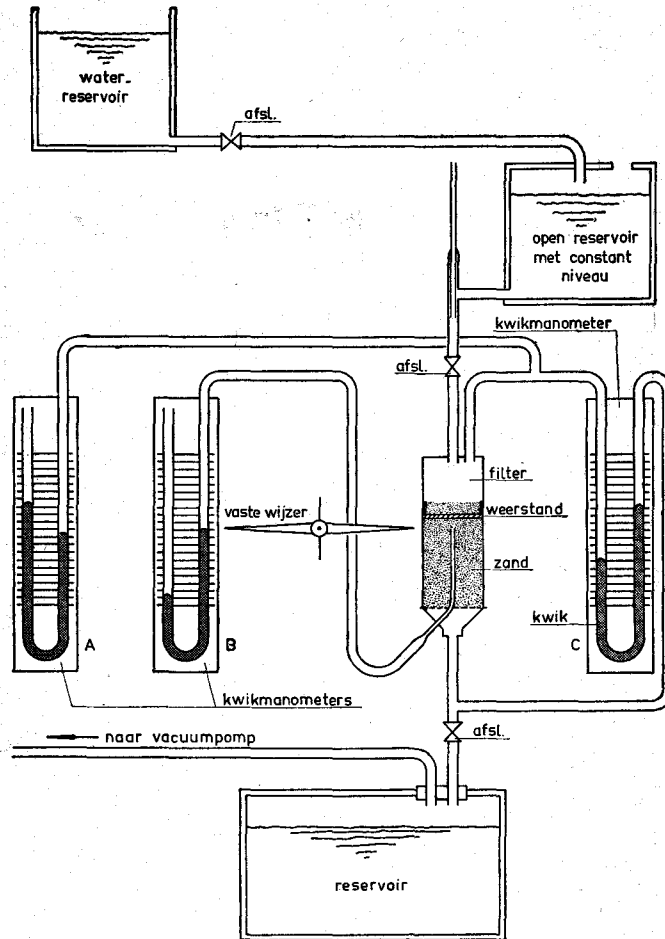
Onder deze omstandigheden bestaat er evenwicht tussen de hoeveelheid opgelost gas en deze laagste druk, zodat het gas geen neiging zal hebben uit de oplossing te treden. In het onwaarschijnlijke geval, dat er nog luchtbelletjes in het bed aanwezig zouden zijn, zal er enige uitwisseling geschieden tussen de opgeloste gassen en die in de belletjes tot de verhoudingen in beide fasen in evenwicht gekomen zijn. Verdere verschijnselen zullen zich niet voordoen.

Algemeen geformuleerd luidt de conclusie, dat indien de minimale absolute druk in een filterbed p atm bedraagt ($p < 1$), er zich geen gas zal afscheiden, zolang de som der partiële drukken der opgeloste gassen niet groter is dan p . Is het water bij atmosferische druk verzadigd aan stikstof, dan mag het zuurstofgehalte niet

meer bedragen dan $\frac{p-0,79}{0,21} \times 100\%$ van de hoeveelheid zuurstof, die bij atmosferische druk en de gegeven temperatuur van het water in verzadigde toestand in het water aanwezig is.

Indien de som der partiële drukken, in het vervolg als de evenwichtsdruk aangeduid, de laagste in het filter voorkomende, absolute druk overtreft, zal het water ter plaatse aan lucht oververzadigd zijn en bestaat dus de kans op het uittreden van gas. Daar aangenomen mag worden, dat het bed geen luchtbelletjes meer bevat, zullen deze nieuw gevormd moeten worden. Het is aannemelijk dat daartoe de oververzadiging een zekere waarde zal moeten bereiken, met andere woorden dat de gasafscheiding met een zekere vertraging zal geschieden.

Eenzijds is voor het ontstaan van een belletje een kiem nodig, die zich meestal aan een vaste wand zal vormen. De meer of mindere gemakkelijkerheid, waarmee dit



Afb. 4 Toestel voor het bepalen van de grootte van de negatieve druk bij bellenvorming.

gebeurt, is afhankelijk van de aard van de wand, o.a. van de wandruwheid²⁾. Zijn er geen kiemen, dan kan de absolute druk veel lager worden dan de evenwichtsdruk.

Anderzijds is de gevormde gasbel in het allereerste stadium van zijn ontstaan zeer klein. Het is uit het bovenstaande duidelijk, dat daarin tengevolge van de oppervlaktespanning een grote druk heerst, zodat de druk in het water, wil de bel over dit eerste stadium heenkomen, lager moet zijn dan de evenwichtsdruk. Is de bel hier eenmaal over heen, dan gaat de groei snel, omdat de druk

²⁾ De ruwheid, waarvan hier sprake is, is de microscopische, niet de met het blote oog zichtbare.

in de bel omgekeerd evenredig met de toeneming van de lineaire afmeting kleiner wordt.

Getracht is om de grootte van de vertraging experimenteel na te gaan.

Het daartoe gebezigde toestel is in afb. 4 schematisch afgebeeld. Het bestaat uit een cilindrisch, glazen filtertje, dat via een snelheidsmeter en een regelkraan uit een bak met constant niveau wordt gevoed. De weerstand in het bovendeel van het filterbed wordt verkregen door middel van een schijfje filtreerpapier met fijne poriën of wel een gesinterd glasplaatje. Een nauw in het filter passende rubberring zorgt voor de afdichting tussen de aangebrachte weerstand en de glaswand.

De onderzijde van het filter mondt via een tweede kraan uit in een reservoir, waarin met behulp van een vacuumpomp een onderdruk wordt onderhouden. Door een juiste keuze van de weerstand en de instelling van de beide kranen is het mogelijk iedere gewenste combinatie van filtratiesnelheid en negatieve druk te verwezenlijken.

Het toestel is voorzien van een drietal kwikmanometers. Manometer A dient ter controle van de druk boven het filter, die teneinde afscheiding van gas op een ongewenste plaats te voorkomen boven de atmosferische wordt gehouden. Manometer B staat in verbinding met het filterbed, even onder de weerstand. Deze manometer is verschuifbaar, zodat de kwikspiegel in het gesloten been op de hoogte van de uitmonding van het buisje in het filterbed gebracht kan worden en de aflezing dus de juiste waarde van de negatieve druk op die plaats aangeeft. Op manometer C wordt de filterweerstand afgelezen.

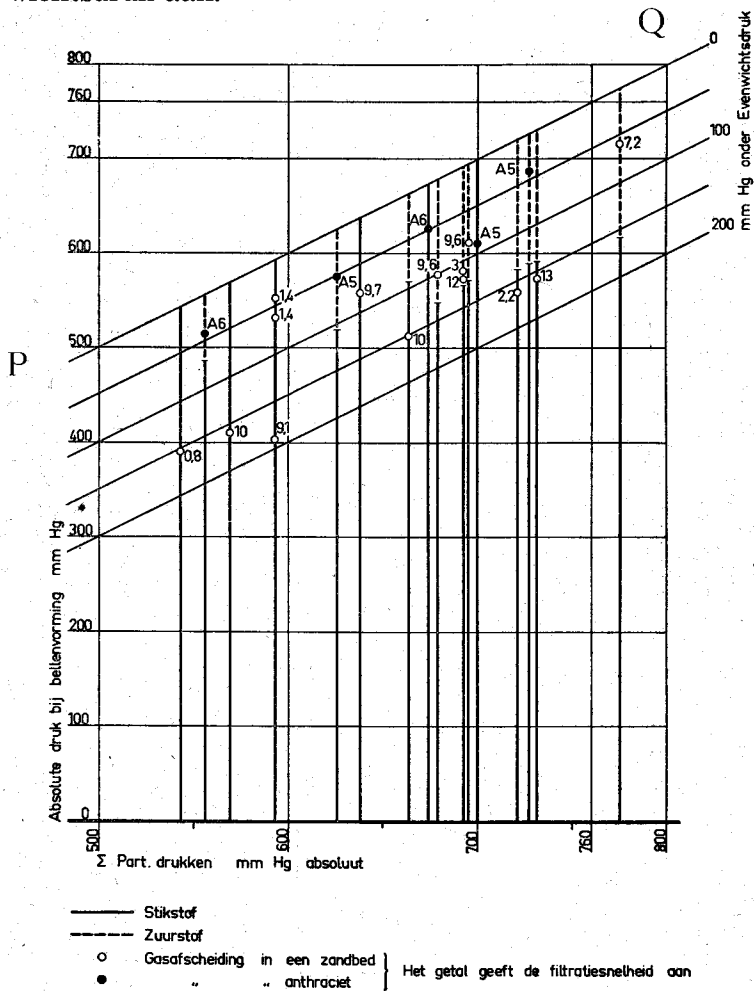
Nadat het filter met water was teruggespoeld en de weerstand aangebracht, werd de filtratie met de gewenste snelheid in gang gezet. Na verloop van een half uur werd een geringe negatieve druk onder de weerstand opgewekt, die vervolgens met tussenpozen van een half uur telkenmale met 10 mm kwik werd vergroot. Waargenomen werd bij welke negatieve druk de eerste gasbellen zichtbaar werden. Deze vormden zich zeer snel ter grootte van enkele mm. De verwachting, dat zij ook onmiddellijk een verhoging van de filtratieweerstand tengevolge zouden hebben, werd niet bewaarheid. De weerstand loopt eerst op; nadat een vrij groot deel van het bed door lucht wordt ingenomen.

De proeven werden uitgevoerd met rivierzand en met anthraciet als filtermateriaal. Dit laatste was afkomstig van de Domaniale mijn en welwillend door dr. W. K a u f f m a n n ter beschikking gesteld.

Uitgegaan werd van water, waarin hetzij alleen stik-

stof, hetzij een mengsel van stikstof en zuurstof was opgelost. De totale hoeveelheid der opgeloste gassen werd volgens Winkler bepaald (4), door deze met koolzuur uit te drijven en boven sterke loog in een eudiometerbuis op te vangen. Het aandeel van de zuurstof werd vastgesteld door absorbtie met alkalische pyrogallol-oplossing. Ter controle werd het zuurstofgehalte van het water op de normale wijze titrimetrisch bepaald.

De uitkomsten zijn in afb. 5 voorgesteld. In deze figuur is voor iedere proefneming de som der partiële drukken afgebeeld, die behoren bij de hoeveelheden der opgeloste gassen bij de gegeven temperatuur van het water. De lijn PQ geeft de absolute waarde van de evenwichtsdruk aan.



Afb. 5 Verband tussen negatieve druk en bellevorming

De absolute drukken, waarbij de gasafscheiding zichtbaar werd, zijn voor zand met een open, voor anthraciet met een gesloten cirkel aangeduid. Bij de bepaling van deze drukken is rekening gehouden met de heersende barometerstand.

Zoals uit de figuur blijkt komt in het gebied boven PQ inderdaad nimmer gasafscheiding voor, overeenkomstig de hiervoren gegeven conclusie. Tevens blijkt, dat daling van de absolute druk beneden de evenwichtslijn niet onmiddellijk gasafscheiding tengevolge heeft. Zoals bij het verbreken van een labiele toestand verwacht mag worden, kan deze vertraging zeer uiteenlopende waarden aannemen. De filtratiesnelheid, die bij ieder waarnemingspunt is aangegeven, heeft daarop weinig of geen invloed. Zowel bij lage als bij hoge snelheid kan de vertraging zeer aanzienlijk zijn.

De minimale overschrijding van de evenwichtslijn bedroeg 40, de maximale bijna 200 mm kwikkolom.

Bij gebruik van anthraciet scheidt het gas zich in het algemeen bij kleinere negatieve drukken af dan bij filterzand. Dit wordt verklaard door de omstandigheid, dat anthraciet meer waterafstotend is dan zand. Hoe meer een stof waterafstotend is, hoe gemakkelijker kiemvorming plaats heeft.

Op grond van deze proeven kan de bovengestelde conclusie als volgt worden aangevuld:

In een filterbed, waarin negatieve druk optreedt, zal afscheiding van gas eerst mogelijk zijn, indien de som der partiële drukken van de in het water opgeloste gasen de minimale absolute druk in het bed overtreft. Daarbij treedt bovendien een vertraging op, die bij de genomen proeven minstens gelijk was aan 0,5 m wk. Op grond hiervan mag in het algemeen worden gesteld, dat bij filtratie van zowel aan stikstof als aan zuurstof verzadigd water, ook indien het filter geen zuurstof verbruikt, een negatieve druk van 0,5 m wk toelaatbaar is. Hoe kleiner het zuurstofgehalte op de diepte, waarop de minimale druk zich zal manifesteren, is, des te groter negatieve druk kan worden toegelaten.

Literatuur.

1. E. G. W. Lindquist, in R. Buydens, Rapport sur le sujet spécial 4, I.W.S.A. First Congress Amsterdam 1949, Londen, z.j.
2. R. Michau, l'Eau 38, 1951, 191.
3. F. E. Turneure and H. L. Russel, Public Water Supplies, 4th Ed., New York 1946.
4. Lunge-Berl, Chemisch Technische Untersuchungsmethoden, Bd I, 7. Aufl. Berlin 1921.

November 1956.

SAMENVATTING

van

*Mededeling no 1 van de Commissie Filterconstructies
(COFICO) van het Keuringsinstituut voor
Waterleidingartikelen N.V. KIWA*

„Negatieve drukken in open snelfilters”,

door ir. K. W. H. LEEFLANG

In een open filter ontstaat een negatieve druk, zodra de totale filterweerstand gelijk is geworden aan de som van de hoogte van de waterlaag boven het filterbed, de aanvangsweerstand van het goed gespoelde filter en een factor die afhankelijk is van de indringingsdiepte van het vuil.

Indien de filtratiesnelheid gelijk is aan de doorlaatbaarheid van het filterbed of deze overtreft, treedt negatieve druk op zodra de totale weerstand gestegen is tot de som van de hoogte van de waterkolom en de dikte van het zandbed.

Afscheiding van gas is niet mogelijk voordat de minimale absolute druk in het filter gedaald is beneden de som van de partiële drukken die overeenkomen met de hoeveelheden der in het water opgeloste gassen.

Indien de absolute druk onder deze kritische waarde daalt, wordt gas eerst afgescheiden met een vertraging, die afhankelijk is van de fysische aard van het filtermateriaal.

Uit proefnemingen met verschillende hoeveelheden stikstof en zuurstof en met zowel zand als antraciet als filtermateriaal, mag worden afgeleid dat deze vertraging ten minste 0,5 m waterkolom bedraagt.

Aangezien een goed geaëreerd grondwater of een oppervlakte water in het algemeen bij atmosferische druk verzadigd zal zijn aan stikstof, is het zuurstofgehalte van het water op de diepte, waarop de grootste negatieve druk voorkomt, bepalend voor de maximale weerstand die zonder gevaar voor afscheiding van gas kan worden toegelaten.

SUMMARY

of

Communication no 1 of the Committee for the Construction of rapid filters (COFICO) of the Institution for the testing of Waterworks Materials (KIWA) Ltd.

"Negative heads in open rapid filters",

by ir. K. W. H. LEEFLANG

In a rapid gravity filter negative head becomes manifest at the moment that the total loss of head has grown to the sum of the depth of the water above the bed, the initial resistance of the well washed filter and a factor which depends upon the depth of penetration of the dirt. In case of the rate of flow being equal to or surpassing the permeability of the sand, this total loss of head amounts to the sum of the depth of the water and the sand thickness.

No release of gas is possible before the minimum absolute pressure in the bed has sunk below the sum of the partial pressures which correspond to the quantities of the gases, dissolved in the water. Even when the absolute pressure decreases beyond this critical value, gases are released with a retardation which depends upon the physical character of the filtering material. According to experiments with different quantities of dissolved nitrogen and oxygen and both sand and anthracite as a filtering material, this retardation is at least 0.5 m water column.

As, generally speaking, an aerated ground water or a surface water will be saturated with nitrogen at atmospheric pressure, the oxygen content of the water at the depth of the largest negative head will determine the total loss of head at which the filter may safely be operated.

RÉSUMÉ

du

*Rapport no 1 de la Commission Construction des Filtres
(COFICO) de l'institut pour la réception et la vérifica-
tion du matériel des services de distribution d'eau
la S.A. KIWA.*

„Pressions négative dans les filtres rapides ouverts”,

par K. W. H. LEEFLANG, ingénieur

Il se produit une pression négative dans un filtre ouvert lorsque la perte de charge totale du filtre est devenue égale à la somme de la hauteur de la couche d'eau au dessus du lit filtrant, de la perte de charge initiale du filtre bien lavé et d'un facteur qui dépend de la profondeur de pénétration des boues.

Quand la vitesse de filtration est égale ou supérieure à la perméabilité du lit filtrant, la pression négative se manifeste dès que la perte de charge totale atteint la somme de la hauteur de la colonne d'eau et de l'épaisseur du lit filtrant.

Le dégagement de gaz n'est pas possible avant que la pression minimale absolue dans le filtre soit descendue au dessous de la somme des pressions partielles correspondant aux quantités de gaz dissous dans l'eau.

Quand la pression absolue descend au dessous de cette valeur critique, les gaz se dégagent d'abord avec un retard qui dépend de la nature physique du matériau filtrant.

D'expériences faites avec des teneurs variables en azote et en oxygène, et avec du sable ou de l'antracite comme matériau filtrant, on peut conclure que ce retard atteint au moins 0,5 m de hauteur d'eau.

Etant donné qu'une eau souterraine bien aérée ou une eau superficielle sont en général saturées en azote à la pression atmosphérique, c'est la teneur en oxygène à la profondeur où se produit la plus grande pression négative qui est déterminante pour la perte de charge maximale qui peut être tolérée sans danger de dégagement de gaz.

ZUSAMMENFASSUNG

von

*Mitteilung no 1 des Ausschusses für Filterkonstruktionen
(COFICO)
des Prüfinstituts für Wasserwerksartikel (KIWA) A.G.*

„Negative Drücke in offenen Schnellfiltern“,

von ir. K. W. H. LEEFLANG

In einem offenen Filter entsteht ein negativer Druck, sobald der totale Filterwiderstand von gleicher Grösse geworden ist wie die Summe der Wasserschichtshöhe oberhalb des Filterbettes, des anfänglichen Widerstandes des gut gespülten Filters und eines von der Eindringungstiefe des Schmutzes abhängigen Faktors.

Wenn die Filtrationsgeschwindigkeit gleich der Durchlässigkeit des Filterbettes ist oder diese übertrifft, tritt ein negativer Druck auf sobald der totale Widerstand gestiegen ist bis zu der Summe der Höhe der Wassersäule und der Dicke der Sandschicht.

Gasausscheidung ist nicht möglich bevor der absolute Minimaldruck sich im Filter gesenkt hat unter dem Total der Partialdrücke welche übereinstimmen mit den im Wasser gelösten Gasmengen.

Wenn der absolute Druck sich senkt unter diesen kritischen Wert, wird Gas erst ausgeschieden mit einer von der physischen Verfassung des Filtermaterials abhängigen Verzögerung.

Aus Versuchen mit verschiedenen Mengen Stickstoff und Sauerstoff, und mit Sand sowohl als mit Anthrazit als Filtermaterial kann man folgern, dass diese Verzögerung mindestens 0.5 M. Wassersäule beträgt.

Da ein gut durchlüftetes Grundwasser oder ein Oberflächenwasser im Allgemeinen bei atmosphärischem Druck mit Stickstoff gesättigt sein wird, ist der Sauerstoffgehalt des Wassers in der Tiefe wobei der grösste Negativdruck vorkommt, bestimmend für den Maximalwiderstand welcher ohne Gefahr für die Ausscheidung des Gases zugelassen werden darf.