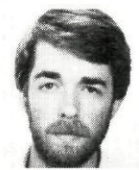


Filtratie van ijzerhoudend grondwater in Nederland

1. Inleiding

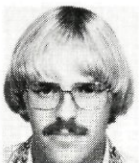
De ontijzeringsfiltratie is in vele gevallen de meest belangrijke – en dikwijls zelfs de enige – zuiveringstrap bij de zuivering van grondwater bij Nederlandse waterleidingbedrijven. Om na te gaan hoe de ontijzeringsfiltratie in Nederland in de praktijk wordt gebracht, is een onderzoek uitgevoerd bij een tiental regionale Nederlandse waterleidingbedrijven. Hierbij bleek dat historie en 'bedrijfsvoorkeur' een zeer belangrijke rol speelt in ontwerp en bedrijfsvoering, zodat het moeilijk is objectieve en universele proces-



IR. H. R. VAN WIJK
TU Delft



IR. J. C. VAN DIJK
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



IR. P. J. DE MOEL
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV

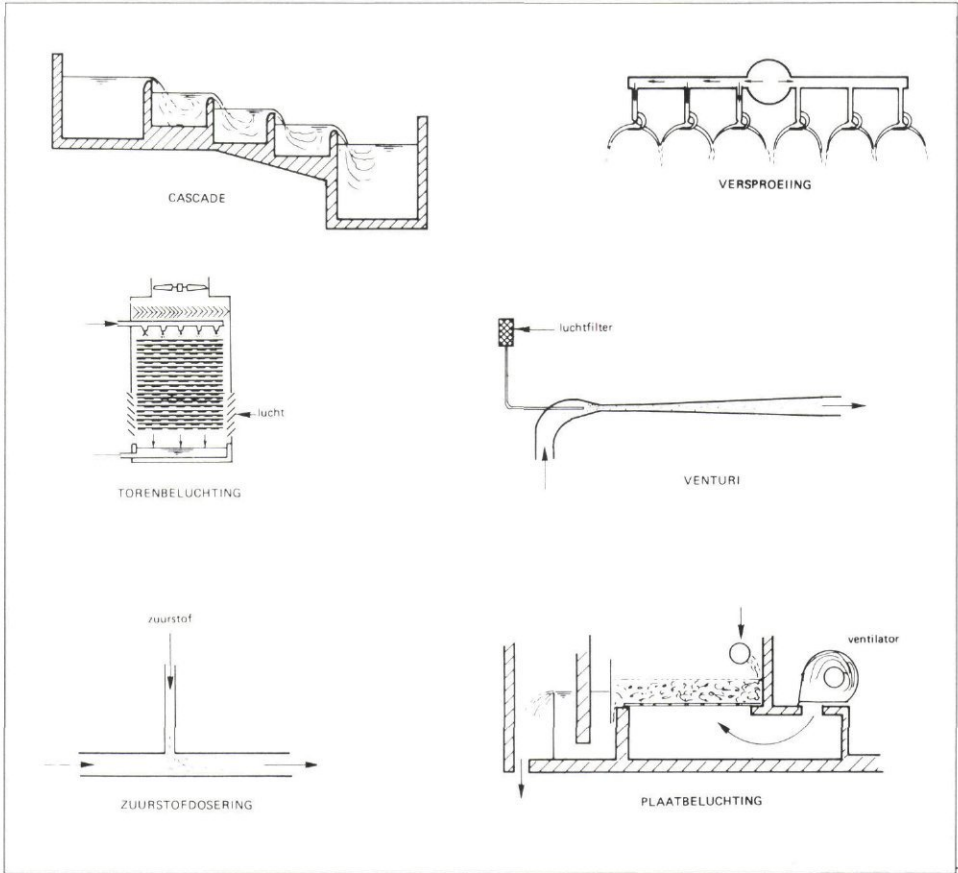
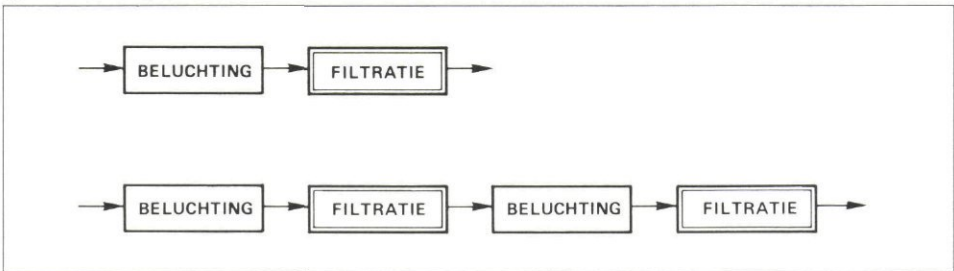
criteria voor de ontijzeringsfiltratie te formuleren. Daarnaast bleek dat ontijzeringsfilters uit veiligheids- en bedrijfsvoeringsoverwegingen vaak niet volledig belast worden.

In dit artikel wordt een deel van de onderzoeksresultaten beschreven; een volledig overzicht is te vinden in de literatuur [1, 2].

2. Toegepaste zuiveringssystemen

In totaal zijn de gegevens van 97 pompstations ontvangen. Deze pompstations verzorgen de zuivering van ca. 70% van het in Nederland gewonnen grondwater. De pompstations zijn verder onderscheiden in 115 zuiveringseenheden, waarbij een zuiveringseenheid is gedefinieerd als een zelfstandig bedreven installatie. De toegepaste zuiveringssystemen omvatten

Afb. 1 - Zuiveringssystemen voor ontijzering.



Afb. 2 - Methoden van beluchting.

bij de betrokken pompstations in alle gevallen een snelfilterfase. De snelfilterfase wordt bijna altijd voorafgegaan door een beluchtingsfase. Bij 3 van de 115 zuiveringseenheden vindt geen beluchting plaats aangezien gemengd aëroob en anaëroob water wordt gewonnen. Op één zuiveringseenheid wordt de functie van de beluchting overgenomen door een zuurstofdosing. Op 60% van de onderzochte zuiveringseenheden wordt het grondwater gezuiverd via een enkele filtratiefase. Bij 40% van de zuiveringseenheden is nog een tweede filtratiefase aanwezig en in één geval zelfs een derde filtratiefase.

Deze extra filtratiefase is steeds voorzien van een beluchtingsfase behalve in enkele gevallen waarbij droogfilters als voorfiltratie worden toegepast.

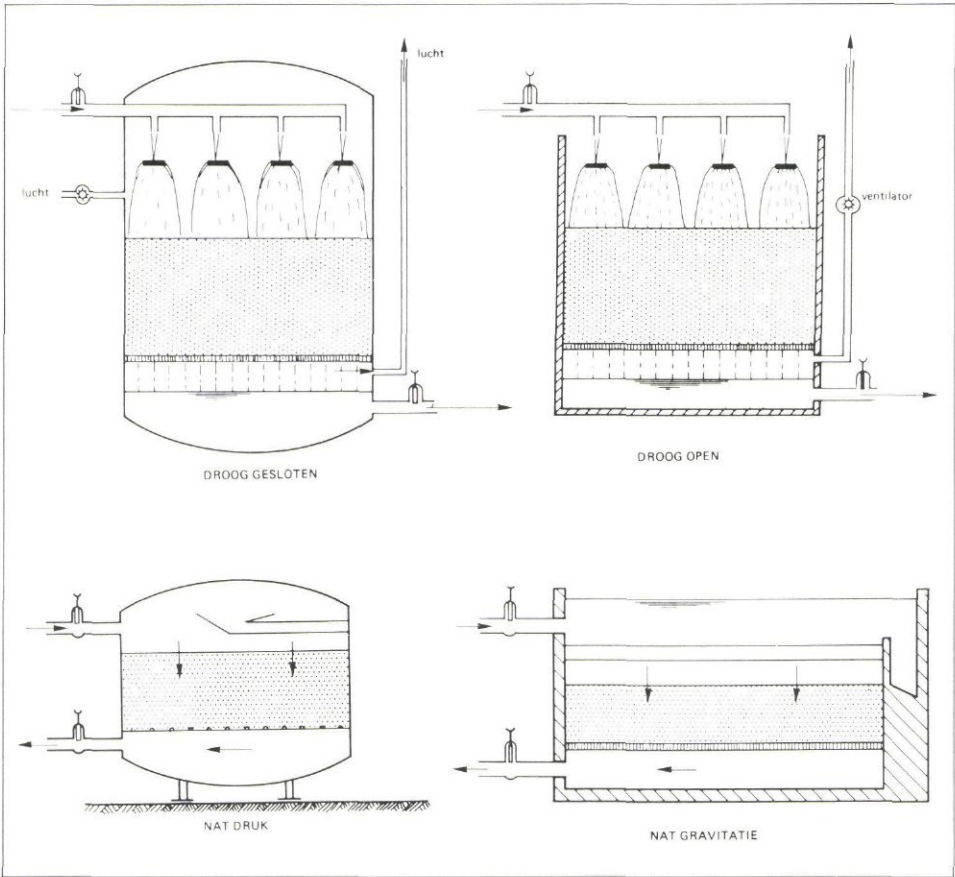
Afbeelding 1 toont schematisch de meest gangbare zuiveringssystemen. Een overzicht van de toegepaste zuiveringssystemen is weergegeven in tabel I. Hieruit blijkt dat voor de ontijzering in 4 gevallen een oxydatiemiddel (KMnO_4 , O_3) of een coagulant (aluminaat) wordt toegepast. In 12 zuiveringssystemen wordt een basisch filtratiemedium toegepast, terwijl in 4 zuiveringssystemen ontharding plaatsvindt tussen beide filtratiefasen. In 16 zuiveringssystemen vindt na de filtratiefase(n) nog een nabehandeling plaats, veelal bestaande uit een extra beluchtingsfase of pH correctie.

De keuze van het zuiveringssysteem wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kwaliteit van het ruwe water, in het bijzonder

TABEL I - Frequentie toegepaste zuiveringssystemen.

Zuiveringssystemen	Aantal zuiveringseenheden	
	enkelvoudige filtratie	meervoudige filtratie
Toepassing zandfiltratie	58	37
Eveneens dosering van oxydatiemiddel of coagulant*	1	3
Toepassing van basisch filtermateriaal	9	3
Eveneens ontharding	–	4
Totaal	68	47
Extra nabehandeling**	9	7

* KMnO_4 , O_3 , aluminaat
** pH correctie, beluchting, actieve-kooldosering, desinfectie



Afb. 3 - Typen snelfilters.

het ijzergehalte en de zuurgraad. Dat echter bij de systeemkeuze ook 'bedrijfsvoorkeur' een zeer belangrijke rol speelt lijkt onmiskenbaar. Hierdoor is het niet goed mogelijk toepassingsgebieden van verschillende zuiveringssystemen te definiëren.

3. Beluchting

De beluchting dient enerzijds om zuurstof in het water te brengen voor de ijzeroxidatie en anderzijds gassen als CO₂, H₂S en CH₄ te verwijderen. Op de betrokken pompstations staan in totaal 614 beluchtingsinstallaties opgesteld. Voor de beluchting wordt een vijftal methoden toegepast waarvan de frequentieverdeling is weergegeven in tabel II. Deze methoden worden schematisch weergegeven in afbeelding 2.

TABEL II – Frequentieverdeling (%) beluchtingsinstallaties.

Beluchtingsmethode	Eerste beluchting	Tweede beluchting*
Versproeiing	49	5
Cascade	6	5
Venturi	12	—
Plaatbeluchting	4	2
Torenbeluchting	0,5	10
Zuurstofdosing	0,5	—
Niet bekend	5	1
Totaal	77	23

* Beluchting behorend bij eventuele tweede filtratietrap.

De verschillende beluchtingsmethoden onderscheiden zich in de mate waarin zuurstof wordt ingebracht en de overige gassen worden verwijderd. Voor alle 476 beluchtingsinstallaties opgesteld als eerste beluchtingstrap, is de zuurstofinbreng bepaald uit de ruw- en rein-waterkwaliteit waarbij rekening is gehouden met het zuurstofverbruik in de filters. Het rendement van de zuurstofinbreng ten opzichte van de verzadigingswaarde blijkt voor plaatbeluchters nagenoeg 100% te bedragen. Voor versproeiing en cascades is dit rendement ongeveer 95% terwijl venturi's een gemiddeld rendement van minder dan 85% hebben. Van de drie torenbeluchters waren onvoldoende gegevens beschikbaar om het rendement te kunnen bepalen. Het verwijderingsrendement van CO₂ is bepaald voor alle beluchtingsinstallaties welke niet gevolgd worden door basische filtratie. Voor toren- en plaatbeluchters bedraagt het gemiddelde verwijderingsrendement ongeveer 80%, voor versproeiing en cascades 30 tot 40% en voor venturi's minder dan 5%.

4. Filtratíe

De toegepaste filters kunnen worden verdeeld naar een drietal typen:
— nat gravitatie filter;

TABEL III – Frequentie (aantal) filtertypen.

Type filter	Enkel filter	Voorfilter	Nafilter
<i>Opgestelde filters</i>			
Nat gravitatiefilter	152	109	161
Nat drukfilter	113	19	0
Droogfilter	39	140	16
<i>Verwerkte filters bedrijfsvoeringsgegevens</i>			
Nat gravitatiefilter	136	97	132
Nat drukfilter	107	3	0
Droogfilter	31	140	0

TABEL IV – Bedrijfsvoering ontijzeringsfilters.

Type filter	Enkel filter	Voorfilter	Nafilter
<i>Ijzergehalte influent (mg/l Fe)</i>			
Nat gravitatiefilter	2,9	9,5	0,30
Nat drukfilter	1,1	1,8*	—
Droogfilter	0,7	8,1	—
<i>Filtratiesnelheid (m/h)</i>			
Nat gravitatiefilter	6,8	8,2	8,6
Nat drukfilter	13,9	10,5*	—
Droogfilter	12,9	12,2	—
<i>Filtratielooptijd (uur)</i>			
Nat gravitatiefilter	84	42	171
Nat drukfilter	130	55*	—
Droogfilter	92	51	—
<i>Filtratieproductie (m³/m²)</i>			
Nat gravitatiefilter	631	337	1.804
Nat drukfilter	1.770	579*	—
Droogfilter	1.206	611	—
<i>Droge-stofbelasting (kg Fe/m²)</i>			
Nat gravitatiefilter	1,5	2,9	0,6
Nat drukfilter	1,3	1,0*	—
Droogfilter	0,6	3,9	—

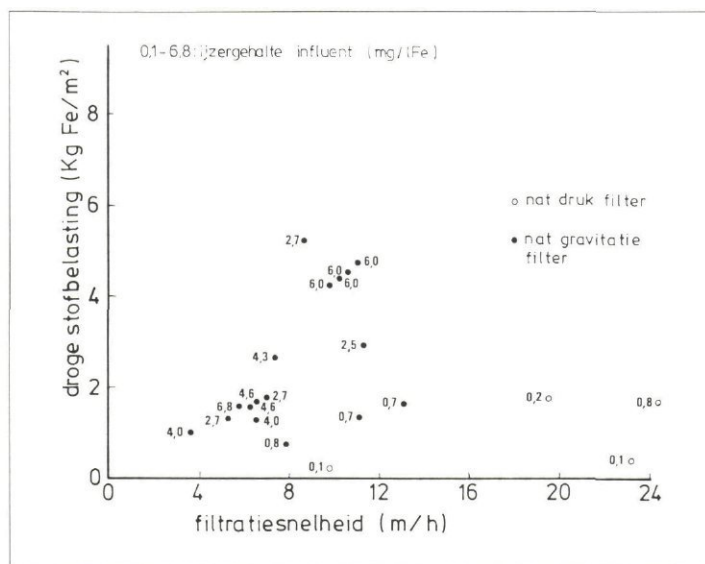
* Door gering aantal filters zijn de waarden voor natte drukfiltratie als voorfilter minder significant.

— nat drukfilter;
— droog filter, zowel in open uitvoering als drukfilter.
Schematisch zijn deze typen weergegeven in afbeelding 3.

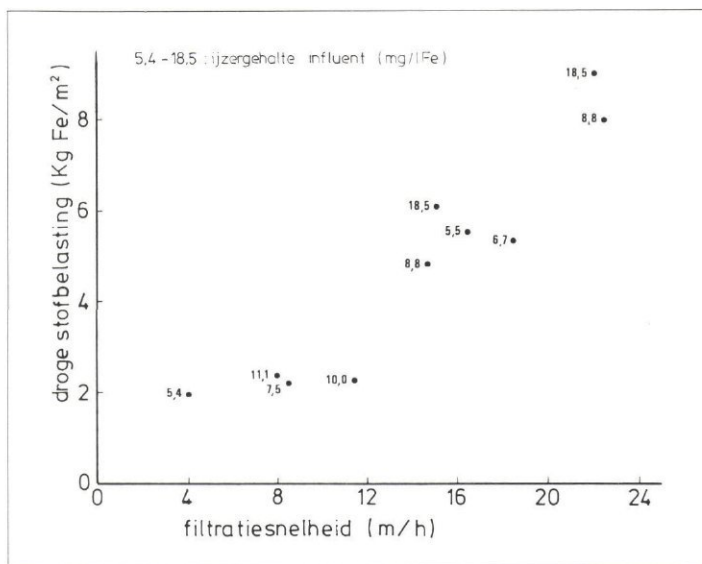
De voorkomensfrequentie van deze typen, als voorfilter, nafilter dan wel enkelfilter is weergegeven in tabel III. Hierin zijn tevens de aantallen weergegeven van de filters waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn voor een evaluatie van de bedrijfsvoering. De resultaten van deze evaluatie van de bedrijfsvoering is weergegeven in tabel IV. Deze evaluatie zal hieronder voor de verschillende aspecten nader worden besproken.

Influentkwaliteit

Het gemiddelde ijzergehalte in het influent van alle voor- en enkelfilters bedraagt 4,8 mg/Fe (standaardafwijking 4,6 mg/l). Het gemiddelde mangaangehalte bedraagt 0,2 mg/l Mn (standaardafwijking 2,2 mg/l) en het gemiddelde ammoniumgehalte 0,6 mg/l NH₄ (standaardafwijking 0,7 mg/l). Meervoudige filtratie wordt toegepast bij hoge ijzergehalten (gemiddeld 8,5 mg/l Fe). Bij lagere ijzergehalten (gemiddeld 1,9 mg/l)



Afb. 4 - Droge-stofbelasting voor enkelfiltratie met natte druk en gravitatiefilters, gespoeld op druk.



Afb. 5 - Droge-stofbelasting voor voorfiltratie met droogfilters, gespoeld op filtratiehoeveelheid.

kan volstaan worden met enkelvoudige filtratie.

Opvallend is dat droogfiltratie als enkelvoudige filtratie wordt toegepast bij relatief lage ijzergehalten hetgeen in mindere mate ook geldt voor natte drukfiltratie.

Filtratiesnelheid

De filtratiesnelheid bij ontwerpcapaciteit ligt bij natte gravitatiefiltratie beduidend lager dan bij de overige filtratietypen (7-8 m/h ten opzichte van 11-14 m/h). Of een filter als voor-, na- of enkelfilter wordt toegepast, blijkt weinig invloed te hebben op de filtratiesnelheid.

Filtratielooptijd

De filtratielooptijd, gedefinieerd als de tijd tussen twee filterspoelingen, is voor enkelfilters beduidend langer dan voor voorfilters. Hierbij speelt uiteraard het hogere ijzergehalte van het influent een grote rol.

Filterproductie

De verschillen in ijzergehalten hebben ook invloed op de filterproductie (in m³), gedefinieerd als totale hoeveelheid filtraat per m², geproduceerd tussen twee filterspoelingen.

Droge-stofbelasting

De droge-stofbelasting wordt hier gedefinieerd als de hoeveelheid ijzer in kg Fe, die gedurende de looptijd in het filterbed wordt verwijderd per m² bedoppervlak. Als enkelfilter hebben natte gravitatiefilters ongeveer dezelfde droge-stofbelasting als natte drukfilters. De belasting van droogfilters is beduidend lager. Droogfilters toegepast als voorfilter hebben echter juist de grootste droge-stofbelasting. Het wordt weleens verondersteld dat de

parameter droge-stofbelasting constant is voor een bepaald type filter. Dit zou betekenen dat de droge-stofbelasting niet afhankelijk is van influent ijzerconcentratie en van filtratiesnelheid. Afbeelding 4 laat echter zien dat de droge-stofbelasting geen constante parameter is. In de afbeelding zijn alle enkelfilters van het type 'nat gravitatiefilter' opgenomen waarvan de filtertijd wordt bepaald door het bereiken van een vaste drukval over het filterbed. De gepresenteerde relatie geeft geen causaal verband, maar toont aan dat in de praktijk kennelijk lagere droge-stofbelastingen worden toegepast bij lagere ijzerconcentraties en lagere filtratiesnelheden.

In afbeelding 5 is dezelfde relatie weergegeven voor droge voorfilters, gespoeld na het behandelen van een vastgestelde hoeveelheid water.

Korrel diameter

De effectieve korrel diameter van het filtermedium ligt bij 90% van de filters tussen 1,0 en 1,75 mm, en bij 10% tussen 2,5 en 3,0 mm. Deze laatste diameters worden vooral toegepast bij natte voorfilters. Tussen de verschillende filtertypen wordt geen duidelijk onderscheid waargenomen in toegepaste korrel diameter, zij het dat de droge voorfilters welke in drukuitvoering worden toegepast over het algemeen een kleinere korrel diameter hebben. Er is geen relatie gevonden tussen korrel diameter en droge stofbelasting, of influent ijzergehalte.

5. Conclusies

Het onderzoek uitgevoerd naar de ontijzeringsfiltratie door enquetering van de bedrijfsgegevens van praktijkinstallaties heeft geen eenduidige relaties tussen de ver-

schillende procesparameters opgeleverd.

Dit wordt waarschijnlijk vooral veroorzaakt door het grote belang van een zeer robuuste bedrijfsvoering om een constant goede waterkwaliteit te verkrijgen. Hierdoor worden de ontijzeringsinstallaties vaak niet volledig belast. Daarnaast speelt ook de 'bedrijfsvoorkeur' een belangrijke rol in ontwerp en bedrijfsvoering.

Het onderzoek heeft wel een goed overzicht opgeleverd van de praktijk van de ontijzeringsfiltratie in Nederland.

Literatuur

1. Wijk, H. R. van (1985). *De praktijk van de grondwaterontzuring in Nederland*. TH Delft.
2. Dijk, J. C. van, Wijk, H. R. van and Mundhra, S. D. (1986). *Design optimization of drinking water filtration plants: use of filtration models and microcomputers*. Proceedings 4th World Filtration Congress, Ostend.

• • •