

Ontwikkeling van criteria voor contact- en looptijden bij koolfiltratie

Inleiding

In een aantal gevallen waarbij koolfiltratie wordt toegepast is het doel, dat hiermee wordt nagestreefd niet kwantitatief geformuleerd en bovendien aan veranderingen onderhevig. Dit is op zich geen teken van wispelturigheid, maar het directe gevolg van één der toepassingsmogelijkheden van koolfiltratie, namelijk die van een buffer, een veiligheid tegen onbekende mogelijke schadelijke verbindingen. Zo heeft het ontstaan van de problematiek van de trihalomethanen een aanzet gegeven tot nieuwe



DR. IR. A. P. MEIJERS
KIWA NV
per 1 augustus 1980
werkzaam bij
WRK te Nieuwegein

criteria voor contact- en looptijden van koolfilters.

Het eenvoudigst lijken de criteria te liggen, waar het gaat om de verwijdering van de smaak. Hiervoor is actieve kool uitermate geschikt, doch de smaakbepaling met behulp van een panel vormt bij vele bedrijven een probleem en van de aard van de smaakstoffen is heel weinig bekend.

Een andere toepassingsmogelijkheid van actieve koolfiltratie vormt het verminderen van nagroei in het leidingnet. Ook hier is niet bekend welke stoffen nagroei veroorzaken en wat hun concentratie in water is. De verwijdering van microverontreinigingen met behulp van koolfiltratie levert eveneens problemen op. Het gaat immers niet alleen om bekende, doch ook om onbekende stoffen, terwijl de analyse van de bekende stoffen (isolatie, gaschromatografie en/of massaspectrometrie) tijdrovend en duur is.

Hier kan teruggegrepen worden op sneller te meten groepsparameters zoals EOCl¹ en AOCl². Deze groepsparameters bestrijken echter slechts een klein onbekend deel van het veld. Toxicologische testmethoden lijken dan ook onontbeerlijk. In het hiernavolgende zal eerst gepoogd worden de doelstellingen voor koolfiltratie en de daaraan gekoppelde normen zo duidelijk mogelijk te formuleren. Daarna zal nagegaan worden welke doelstellingen bij een aantal praktijkgevallen vooropstaan. Vervolgens zullen conclusies getrokken worden omtrent de contact- en looptijden bij koolfiltratie.

¹ EOCl = de met petroleumether extraheerbare fractie organochloorverbindingen.

² AOCl = de op actieve kool adsorbeerbare fractie organochloorverbindingen.

TABEL I - Doelstellingen voor koolfiltratie en bijbehorende normen.

Doelstelling	Meetmethodiek	Norm	Normsteller
1. Verwijdering van microverontreinigingen			
smaak	smaakpanel	2 bij 12 °C	EG
pesticiden, individueel	gaschromatografie	0,1 µg/l	EG
totaal		0,5 µg/l	EG
polycyclische aromaten	dunnelaagchromatografie	0,2 µg/l	EG
fenolen	colorimetrie	0,5 µg/l	EG
andere gechloreerde koolwaterstoffen (geen pesticiden)	EOCl AOCl	1 µg/l minimaal	EG EBI ^a
2. Veiligheid toxische stoffen			
	gaschromatografie	conc. effl. < conc.infl.	EBI
	koolextracten	conc. onderin < 0,7 x conc. bovenin	Zürich ^b
	Amestesten	onbekend	—
3. Vermindering van door chlooring gevormde stoffen			
trihalomethanen (THM)	gaschromatografie	100 µg/l 25 µg/l	EPA ^c Zürich
chloorhoudende stoffen	zie boven (andere gechloreerde koolwaterstoffen)		
4. Beperking van nagroei in het leidingnet			
afname totaal organische stof	TOC, UV extinctie	onbekend	—
zuurstofverbruik	amperometrische	onbekend	—
afname assimileerbare org. koolstof	AOC	onbekend	—
5. Afname totaal organische stof bij aanvang koolfiltratie			
regeneratie criterium	TOC UV extinctie	TOC effl. ≤ 0,5 TOC infl. Δ TOC = 0,5 mg/l doorslag 50 %	EPA EBI Zürich
afname precursors	gaschromatografie THM	doorslag 100 % zie boven	

a Engler Bunte Institut, Karlsruhe.

b Wasserversorgung Zürich.

c Environmental Protection Agency, USA.

Doelstellingen en normen

In tabel I zijn de doelstellingen en de daaraan gekoppelde normen op een rijtje gezet. Tevens is aangegeven door wie de normen gesteld zijn en op welke wijze de analyse van de te verwijderen componenten plaatsvindt. Waar sprake is van EG normen, dient bedacht te worden dat dit nog de conceptnormen voor drinkwater zijn. Een aantal normen zijn duidelijk, zoals voor pesticiden, polycyclische aromaten en fenolen. Niet eenduidig zijn evenwel de normen voor de gechloreerde koolwaterstoffen, welke fluctueren tussen 1 (voor EOCl) en 25 tot 100 µg/l (voor trihalomethanen).

Zoals reeds gezegd is de doelstelling 'veiligheid tegen toxische stoffen' noodgedwongen vaag. Hier zullen vermoedelijk toxiciteitstesten, zoals Amestesten, uitsluitend moeten gaan geven.

Ten aanzien van de doelstelling 'beperking van nagroei' is tot heden veelal gekeken naar de afname van totaal organische stof en het zuurstofverbruik in het koolfilter, aannemende dat als beide aanzienlijk zijn, de nagroei wel gering zal zijn. Een potentieel beter criterium hiervoor lijkt het

gehalte aan assimileerbare organische koolstof, een biologische test.

Zeer vaag is ook de doelstelling 'afname totaal organische stof'. Vragen als 'Waarom moet dit?' en 'Tot hoever?' dringen zich op. De door de EPA en EBI gestelde normen zijn streng en niet hecht onderbouwd.

Het blijkt tot nu toe dat de doelstellingen voor koolfiltratie redelijk geformuleerd kunnen worden, doch dat de bijbehorende normen meer moeite opleveren. In het volgende zal nagegaan worden hoe deze zaken bij enkele praktijksituaties liggen.

Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland (PWN), Andijk

Het PWN is voor een gedeelte van zijn watervoorziening aangewezen op het IJsselmeer. Hierin is de verontreiniging aan microverontreinigingen laag, doch incidenteel kunnen hogere gehalten aan fenolen, cholinesterase remmende stoffen, EOCl (extraheerbare organische chloorverbindingen) en chlorophyll (algen-groei) voorkomen, zodat toch een geavanceerd zuiveringssysteem nodig is.

Het pompstation Andijk heeft een maximale zuiveringscapaciteit van 4000 m³/h en is in 1967 in gebruik genomen. In een bekken met een voorraad van drie weken wordt IJsselmeerwater ingenomen. Door microzeven van 35 µm worden de meeste algen tegengehouden. Vervolgens vindt breekpuntchloring plaats met gemiddeld 9 mg/l chloor, desinfectie in een detentiekelder van 30 minuten contacttijd, coagulatie in hydrotreaters, dubbellaagssnelfiltratie, koolfiltratie en nogmaals filtratie over microzeven om hogere organismen te verwijderen. Tenslotte vindt nachloring plaats met 0,03 mg/l chloor.

De redenen van toepassing van koolfiltratie te Andijk zijn de volgende:

a. beperking van de nagroei in het leidingnet;

b. veiligheid tegen incidentele verontreinigingen en toxische stoffen;

c. verbetering van de smaak.

Het criterium voor de beperking van de nagroei is bij onderzoek dat reeds voor 1975 is uitgevoerd vertaald in een eis voor de DOC verwijdering.

Pas tijdens de bouw van de koolfilters ging de problematiek van de trihalomethanen spelen, hetgeen een nieuw criterium heeft opgeleverd voor de looptijd van de koolfilters. Over de koolfilters wordt een flow aangehouden van 4000 m³/h. Daar gemiddeld slechts 2000 m³/h afgenomen wordt, vindt er recirculatie over de koolfilters plaats met een factor 1,7 tot 2,5. Om de 14 dagen wordt een koolfilter geregeneerd bij de fabrikant. In de toekomst gaat dit op het bedrijf zelf gebeuren.

Na de eerste koolfiltratietrap wordt het water verzameld, opgevoerd naar de tweede koolfiltratietrap, daarna opnieuw verzameld en voor de helft gerecirculeerd. Na de inloophase zijn de filters op deze wijze vanaf april 1978 bedreven.

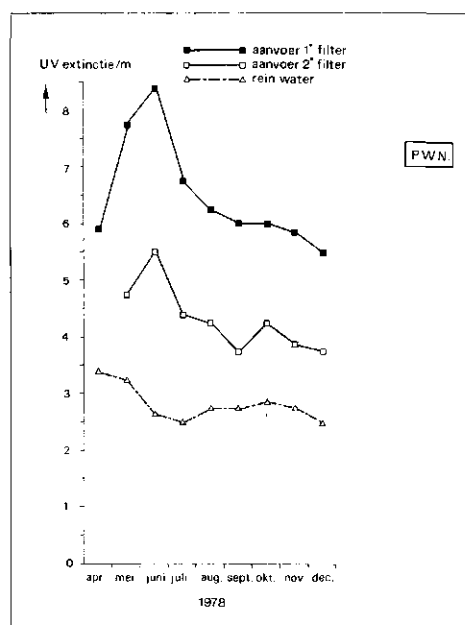
Hierdoor loopt de belading in de filters vlak voor regeneratie op tot 20 à 25 gewichtspercenten en wordt met vergelijkbare resultaten ten opzichte van één koolfiltratiefase een 50 % langere looptijd verkregen. Ondanks de extra pompfase tussen de twee koolfilters is het geheel goedkoper vanwege het geringere koolverbruik. Uit vooronderzoek is gebleken, dat een verblijftijd van 30 minuten bij deze toepassing (DOC reductie) optimaal is ten aanzien van de kosten (van Lier en Schultink c.s. in Veröffentlichungen Engler Bunte Institut, Heft 9, Adsorption, Karlsruhe 1975, p. 142).

Door de wijze waarop de filters bedreven worden kunnen tamelijk constante effluenten verkregen worden. Dit blijkt ook het

geval te zijn voor de parameters UV extinctie, DOC en trihalomethanen (zie de afb. 1 t/m 3).

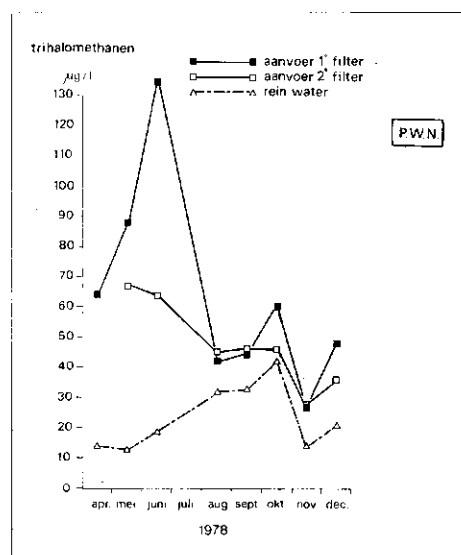
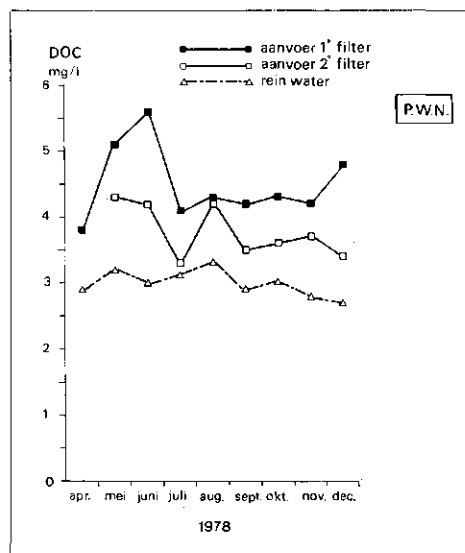
De DOC en UV extinctie nemen met een gemiddeld constant percentage af.

De verwijdering van trihalomethanen is zeer verschillend. Dit is echter ook het geval met het aanbod, zie afb. 3. De hoge zomerconcentraties werden goed afgevangen. De verwijdering van deze stoffen heeft voor het bedrijf geleid tot een nieuw criterium voor de looptijd van de filters. Getracht wordt de regeneratiecyclus zo af te stellen, dat in het effluent gehalten van minder dan 30 µg/l THM voorkomen. Ten aanzien van de doelstellingen voor koolfiltratie kan geconstateerd worden dat



Afb. 1 - Afname UV extinctie bij 254 nm door koolfiltratie in Andijk.

Afb. 2 - Afname van DOC door koolfiltratie in Andijk.



Afb. 3 - Afname van trihalomethanen door koolfiltratie in Andijk.

de nagroei in het leidingnet duidelijk onderdrukt is.

De verwijdering van smaakstoffen en schadelijke stoffen is goed te noemen. De gehalten van pesticiden en fenolen liggen beneden de detectiegrens.

De doelstellingen vermindering van nagroei (DOC reductie) en verlaging van het gehalte van trihalomethanen brengen met zich mee dat een lange contacttijd (30 minuten) vereist is, terwijl de looptijd beperkt is (minder dan 1 jaar). Gebleken is dat het in verband met een zo gering mogelijke doorslag van groot belang is een constante filtratiesnelheid toe te passen.

Gemeentewaterleidingen Amsterdam

Voor een groot deel betreft Gemeentewaterleidingen zijn water uit het Lekkanaal bij Nieuwegein. Dit wordt indirect vanuit de Rijn gevoed.

Hierin komen vele organische microverontreinigingen voor zoals organische fosfaten, gechlloreerde en genitreeerde aromaten, gechlloreerde ethers, aromatische basen en ftalaten.

In Nieuwegein vindt sinds 1957 inname van water plaats uit het Lekkanaal. Vervolgens vindt coagulatie en sedimentatie plaats, gevolgd door snelfiltratie. Na chloring wordt het water over een afstand van 55 km getransporteerd naar de duinen en geïnfilteerd. Hierdoor wordt een goede verwijdering van deze verbindingen gerealiseerd, terwijl ook egalisatie van de kwaliteit bereikt wordt. Na infiltratie komen nauwelijks vluchtige verbindingen meer voor. De concentraties van de overgebleven microverontreinigingen zijn veelal veel geringer dan 1 µg/l, dit met uitzondering van de ftalaten. Niettemin is het

geïnfiltreerde water niet smaakvrij en kunnen vele verontreinigingen van de Rijn, zij het in sterk verlaagde concentraties teruggevonden worden. Na de infiltratie wordt het water belucht, wordt 3 mg/l poederkool gedoseerd en wordt het water opgeslagen in een waterplas, de Oranjekom. Achtereenvolgens wordt het water verder gezuiverd door snelfiltratie, langzame zandfiltratie en nachloring. Dit vindt plaats te Leiduin. Indien de temperatuur van het Lekwater lager wordt dan 10 °C wordt het te transporteren water niet meer gechloord. Daarboven wordt gemiddeld 2,4 mg/l gedoseerd. Dit geeft aanleiding tot de vorming van ongeveer 100 µg/l trihalomethanen, welke door de infiltratie weer verwijderd worden.

Daar de resultaten van poederkooldosering niet geheel bevredigend zijn, wordt door Gemeentewaterleidingen overwogen koolfiltratie toe te passen.

Hiervoor bestaan de volgende argumenten:

- a. verwijdering van rest smaakstoffen;
- b. vermindering van nagroei in het leidingnet;
- c. verwijdering van onbekende eventueel toxische stoffen;
- d. zo min mogelijk vorming van trihalomethanen door nachloring.

Het ligt in de bedoeling de koolfiltratie na de snelfiltratie van Oranjekomwater te plaatsen.

In proeffilters zijn in 1978 een drietal koolsoorten onderzocht met contacttijden van 12, 24 en 40 minuten. Het bleek, dat de smaak met korte contacttijden zeer langdurig tegengehouden wordt, dat de gehalten aan microverontreinigingen (gemeten met EOCl en GC-MS) zeer laag waren, zodat hierop moeilijk criteria opgebouwd kunnen worden.

Gen aanzien van de doelstelling 'vermindering van nagroei' worden de TOC en JV extinctie en het zuurstofverbruik gemeten. Bij toenemende contacttijd werd de organische stof beter verwijderd en nam het zuurstofverbruik toe. Wanneer echter de doelstelling bereikt wordt zal in de praktijk moeten blijken. Trihalomethanen ontstaan pas weer wanneer na koolfiltratie nachloring wordt uitgevoerd. Bij toepassing van een chloringscriterium van 0,2 mg/l

TABEL II - Contact- en looptijden bij een tweetal aangenomen criteria voor doorslag van de JV extinctie.

Contacttijd min.	Looptijd (maanden) bij doorslag UV extinctie van	60 %	80 %
2		3	9
4		9	> 11
0		> 11	> 11

> 11: De proefnemingen zijn na 11 maanden estopt.

restchloor na 20 min. standtijd, bleek dat bijna onafhankelijk van de koolsoort en de verblijftijd ongeveer 20 µg/l trihalomethanen ontstonden.

Duidelijke criteria van contact- en looptijden komen niet naar voren. Wellicht kunnen deze gevonden worden, wanneer gesteld wordt (zoals in de inleiding) dat koolfiltratie een buffer tegen toxische stoffen dient te zijn. Dit pleit ervoor een zekere rest adsorptie capaciteit voor organische stoffen te handhaven, ofwel de filters te regenereren wanneer een bepaalde TOC of UV doorslag optreedt (zie ook tabel I). In tabel II is deze gedachtengang uitgewerkt voor de criteria 60 resp. 80 % doorslag van de UV extinctie. Een keuze hieruit is een kwestie van uit te geven kosten in relatie tot de mate van gewenste veiligheid.

Drinkwaterleiding Rotterdam, Kralingen

Rotterdam betreft zijn water vanuit het spaarbekken de Biesbosch, waar het ingelaten water van de rivier de Maas een verblijftijd heeft van ongeveer drie maanden. De rivier is enigermate verontreinigd met microverontreinigingen.

Tijdens het verblijf in het spaarbekken vindt een goede verbetering van de waterkwaliteit plaats en worden pieken van ingelaten verontreinigingen geëgaliseerd. De vorming van algen wordt onderdrukt door bellenschermen in het diepe spaarbekken, die een circulatie van het water teweegbrengen.

Vanuit dit spaarbekken wordt het water getransporteerd naar de bedrijven Berenplaat en Kralingen (30 km).

Het bedrijf te Kralingen heeft een capaciteit van 5000 m³/h. De zuivering vindt plaats door coagulatie en sedimentatie in lamellenseparatoren, ozonisatie (3 mg/l ozon), secundaire ijzerdosering, dubbel-laagfiltratie, koolfiltratie en nachloring met 0,8 mg/l chloor.

De redenen voor toepassing van koolfiltratie te Kralingen zijn de volgende:

- a. veiligheid tegen incidentele verontreinigingen en toxische stoffen;
- b. verwijdering van door chloring gevormde stoffen;
- c. vermindering van nagroei.

De extra veiligheid van koolfiltratie, naast de ozonisatie, wordt noodzakelijk geacht omdat het bekend is, dat ozon vele stoffen, waaronder hooggechlorideerde organische stoffen, niet oxideert.

Ten aanzien van de door chloring gevormde stoffen, wordt niet direct gedacht aan de trihalomethanen, doch meer aan de gechlorideerde organische stoffen, welke worden weergegeven door de parameters EOCl en AOCl.

De AOCl bepaling is evenwel nog in ontwikkeling, zodat deze bepaling nog niet als criterium voor contacttijden en looptijden van de filters kan gelden. Hetzelfde is het geval met toxiciteitstesten, welke op het KIWA ontwikkeld worden.

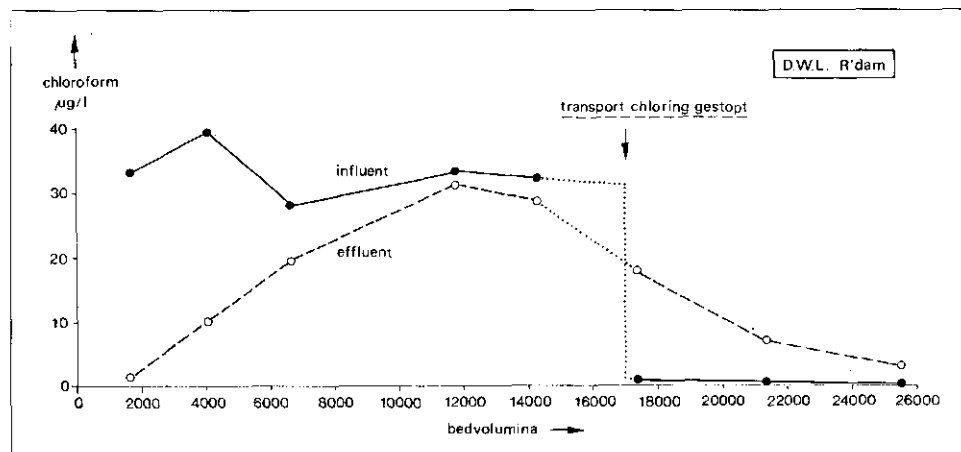
Van de koolfilters in het bedrijf (contacttijd 12 min.) zijn inmiddels de resultaten sinds medio 1977 bekend.

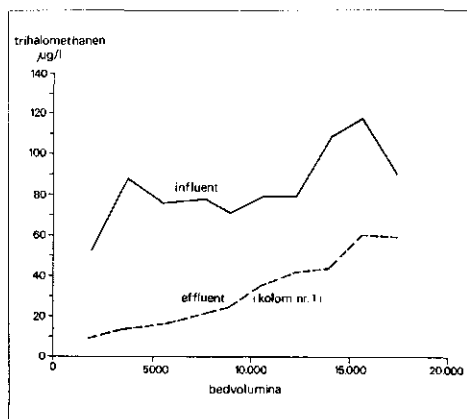
In 1979 is een onderzoek aangevangen naar de optimale koolsoort. Hierbij werd een contacttijd van 24 minuten aangehouden. Uit de gegevens van EOCl en GC-MS¹ bleken de gehalten van de microverontreinigingen voor en na koolfiltratie zo laag te liggen, dat hierop geen keuze criterium gebaseerd kon worden.

In 1977 werd bij de Biesbosch nog een forse transportchloring toegepast, welke resulteerde in een hoog gehalte aan chloroform, hetgeen in de koolfilters snel doorsloeg. Afb. 4 laat zien dat na 7000 bedvolumina ofwel ruim 2 maanden looptijd bij een contacttijd van 12 minuten al 70 % doorslag optreedt. De andere trihalome-

¹ GC-MS = gaschromatografie en massaspectrometrie combinatie.

Afb. 4 - Chloroformgehalten voor en na koolfiltratie in Kralingen.

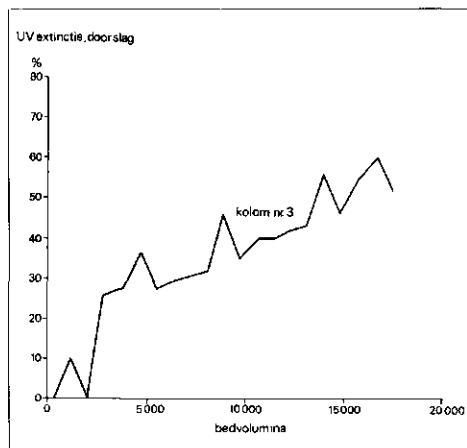




Afb. 5 - Het gehalte van trihalomethanen na dosering van chloor als functie van de looptijd bij een proeffilter in Kralingen (DWL R'dam), contacttijd 24 min.

thanan slaan minder snel door, terwijl ook langere contacttijden gunstig werken. In 1979 werd nog maar zo weinig chloor gedoseerd dat het THM gehalte voor koolfiltratie uitermate laag was. Pas door nachloring na de koolfiltratie werden ze weer gevormd. Hier gold als criterium dat na 48 uur nog 0,5 mg/l chloor aantoonbaar moest zijn. Tijdens de looptijd van het koolfiltratieproces zijn monsters van zowel het influent als het effluent van de proefkoolfilters gechloord en op THM geanalyseerd, hetgeen afb. 5 oplevert. Hieruit blijkt dat bij een contacttijd van 24 min. na 10.000 bedvolumina (6 maanden) 30 µg/l en na 15.000 bedvolumina (9 maanden) 50 µg/l trihalomethanen gevormd worden. Afb. 6 laat de doorslag van de UV extinctie zien. Na 17.000 bedvolumina (10 maanden) treedt 60 % doorslag op. Geconcludeerd kan worden, dat bij het nastreven van een zo laag mogelijk THM gehalte, bv. maximaal 50 µg/l en lage doorslag van UV extinctie, bv. maximaal 60 %, een contacttijd van 24 minuten vereist is bij een looptijd van 9 maanden.

Afb. 6 - Doorslag van UV extinctie als functie van de looptijd bij een proeffilter te Kralingen (DWL R'dam), contacttijd 24 min.



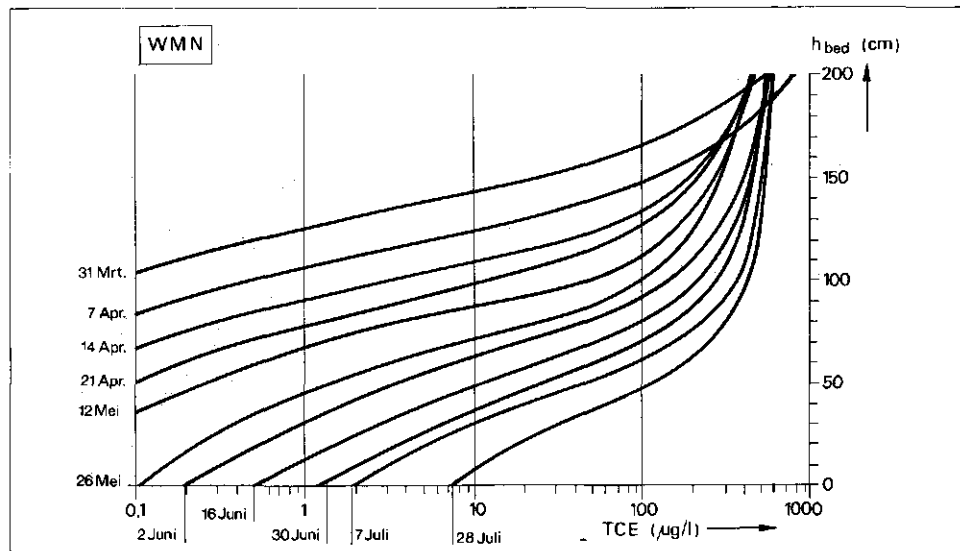
Gezien het voorgaande lijkt in dat geval ook voldoende veiligheid tegen toxische stoffen ingebouwd.

Waterleiding Midden-Nederland, pompstation Zeist

Te Zeist wordt zeer schoon grondwater opgepompt met een uitermate laag organisch stofgehalte. Sinds enkele jaren is echter een verontreiniging van trichlooretheen geconstateerd in gehalten van 500 tot 1000 µg/l. Dergelijke verontreinigingen zijn ook elders in grondwater in Nederland gevonden, bv. tri- en tetrachlooretheen in Hilversum, tribroometheen en tetrachlooretheen in Almelo en trichlooretheen in Nijmegen, terwijl verspreid ook chloroform voorkomt.

Het grondwater wordt belucht en gefiltreerd over akdolie. Hierbij treedt ontzuring en verwijdering van ijzer en mangaan op. Bij een aantal putten zijn koolfilters bijgezet met een capaciteit van 300 m³/h. Hiervan luidt de doelstelling: Verwijdering van trichlooretheen tot minder dan 1 µg/l. Tijdens de proefnemingen is gebleken, dat koolfiltratie het beste na de filtratie over akdolie kan plaatsvinden, anders moet te frekwent teruggespoeld worden met gevaar voor snelle doorslag. Bij een proeffilter is getracht de kool in een vast bed te fixeren. Tijdens het spoelen ontspant alleen de bovenste 50 cm. Bij een contacttijd van 8 minuten werd met deze wijze van spoelen een looptijd van 4 maanden verkregen. Er ontstaan fraaie doorslagkolommen (afb. 7). In de evenwichtsfase blijkt de belading van de kool circa 50 k/kg kool te zijn. Bij regeneratie moet wel alle kool uit het filter verwijderd worden, anders treedt er direct desorptie en doorslag op.

Afb. 7 - Doorslagkrommen van trichlooretheen bij een proef koolfilter te Zeist, contacttijd 8 min.



De bedrijfsfilters zijn sinds 1 december 1978 in dienst genomen. Er zijn twee filters in serie geplaatst met een totale contacttijd van 12 minuten. Gebleken is dat de totale looptijd meer dan 1 jaar bedraagt. De kosten voor deze kleine capaciteit bedragen meer dan 10 ct/m³.

Ook bij het Engelse werk te Zwolle, alwaar in het oeverfiltraat een aantal chloorhoudende organische stoffen aangetoond kunnen worden in concentraties tot enkele µg/l en het gemiddelde smaakgetal 3 bedraagt, is gebleken dat bij bovenstaande condities (kool aan eind van de zuivering, contacttijd 12 minuten) koolfiltratie langer dan 1 jaar water levert dat aan de normen voor smaak en organische chloorverbindingen voldoet.

Samenvatting

Het lijkt erop dat bij gebruik van oppervlaktewater de criteria voor contact- en looptijden vooral gezocht moeten worden in een minimale vorming van trihalomethanen, een behoorlijke reductie van het organische stofgehalte en in het handhaven van een bepaalde restadsorptiecapaciteit als veiligheid tegen toxische stoffen. Deze criteria leiden tot tamelijk lange contacttijden en niet te lange looptijden (≤ 1 jaar). Een betere onderbouw van de doelstelling 'Veiligheid tegen toxische stoffen' kan wellicht verkregen worden bij uitvoering van de recent ontwikkelde Amestesten. Hetzelfde geldt voor de bepaling van assimileerbare organische koolstof, AOC, ten behoeve van een betere onderbouw voor de doelstelling 'Vermindering van nagroei'. Anders ligt de problematiek bij de zuivering van oeverfiltraat en van verontreinigd grondwater, waar met kortere contacttijden kan worden volstaan. De looptijd zal in

Ondergrondse ontijzering en ontmanganing, eerste resultaten van onderzoek in Nederland

proefinstallaties nagegaan dienen te worden en veelal eveneens rond 1 jaar liggen.

Dankbetuiging

Veel dank is verschuldigd aan het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland, Gemeentewaterleidingen, Drinkwaterleiding Rotterdam, het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland en de Waterleidingmaatschappij Overijssel voor het beschikbaar stellen van de gegevens, die deze voordracht en publicatie mogelijk maakten.

Rijkssteun voor schone technologie

Minister Ginjaar heeft het aardappelmeel-concern AVeBe f 1.423.000,— verstrekt voor het uitvoeren van een gigantisch ombouwprogramma om de afvalwaterverontreiniging door bestrijding bij de bron te voorkomen. Hiertoe ontwikkelt de AVeBe hoogwaardige technologieën, die het onder meer mogelijk maken om uit het afvalwater eiwitten te winnen.

Verder krijgt de lijmfabriek Trommelen te Dongen (Noord-Brabant) f 180.000,—. Dit bedrijf zal op semi-technische schaal nagaan of het modificeren van het fabricageproces teneinde de milieubelasting te voorkomen technisch en economisch haalbaar is. Het farmaceutisch bedrijf Orphahell krijgt f 60.000,— ten behoeve van de ontwikkeling van een anaeroob zuiveringsproces. Aan de Landbouw Hogeschool te Wageningen is een bijdrage verstrekt ten behoeve van de ontwikkeling van een luchtstrip-proces om ammoniak te verwijderen uit anaeroob behandelde mest (f 60.000,—). Verwacht mag worden, dat bij welslagen van dit project het zgn. luchtstrip-proces ook toepasbaar is voor anaeroob gezuiverd afvalwater, dat stikstofverbindingen bevat. Anaeroob zuivering is een waterzuiveringsmethode, die steeds meer wordt toegepast. Een belangrijk technisch aspect is, dat het actieve slib een zo hoog mogelijke bezinknelheid heeft. De Gekro Smit Holding (f 200.000,—) zal een onderzoek uitvoeren, waarin wordt nagegaan hoe de bezinknelheid kan worden verhoogd. Dit onderzoek zal in nauwe samenwerking met de Landbouw Hogeschool te Wageningen worden uitgevoerd.

De verstrekte overheidsbijdragen zijn voor 1980 thans ca. f 3.6 miljoen. Het ligt in de bedoeling ook voor 1981 gelden beschikbaar te stellen voor projecten, die de ontwikkeling van schone technologie inhouden teneinde waterverontreiniging te voorkomen respectievelijk te beperken.

1. Inleiding

Door een beperkte hoeveelheid zuurstofrijk water in het watervoerend pakket te injecteren kan in vele gevallen een grotere hoeveelheid grondwater worden onttrokken die minder ijzer en mangaan bevat. Deze wijze van grondwaterzuivering is volledig afwijkend van de conventionele methode bestaande uit beluchting gevolgd door filtratie, met allerlei varianten.

Bij nadere beschouwing van de methode van ondergrondse ontijzering dringen zich ondermeer de volgende vragen op. Op welke



IR. C. G. E. M. VAN BEEK
KIWA NV

wijze wordt de chemische samenstelling van het met behulp van deze methode onttrokken grondwater beïnvloed? Hoe staat het met de bacteriologische betrouwbaarheid van het op deze wijze onttrokken water? Het uit het grondwater verwijderde ijzer wordt in het watervoerend pakket afgezet, wat zijn hiervan de gevolgen op de hydraulische eigenschappen van het watervoerend pakket? Op de methode zijn verschillende octrooien aangevraagd, hoe staat het daarmee? Is het mogelijk iets te zeggen omtrent de toepassingsmogelijkheden?

Om de mogelijkheden van de ondergrondse ontijzering onder Nederlandse omstandigheden na te gaan is op 19 maart 1979 de Werkgroep Ondergrondse Ontijzering geïnstalleerd. De aanleiding voor deze installatie werd gevormd door de gunstige resultaten van de experimenten die door de WMG op het puttenveld Andelst werden uitgevoerd. Op deze resultaten wordt later nog teruggekomen. In de Werkgroep zijn op dit moment zeven streekwaterleidingbedrijven, het KIWA en het RID vertegenwoordigd. Doelstelling van deze Werkgroep is evaluatie van de methode onder Nederlandse omstandigheden. Daartoe zullen door de deelnemende bedrijven experimenten op hun winningen worden uitgevoerd, het RID zal de milieuhygiënische aspecten verzorgen, terwijl het KIWA het onderzoek zal coördineren en evalueren. De laatstgenoemde taken worden uitgevoerd in het kader van het VEWIN speurwerkprogramma.

In deze publicatie zullen de reeds verkregen resultaten worden besproken. Tevens zullen, voor zover mogelijk, enkele gedachten over de hierboven gestelde vragen ter discussie worden gesteld. De bij deze methode behorende installatie is zo simpel dat hierop niet nader hoeft te worden ingegaan.

2. Theorie

De binnen de groep bestaande inzichten omtrent de processen die zich bij deze methode in het watervoerend pakket afspeelen zijn reeds in een vorige publicatie [Van Beek en Vaessen, 1979], opgehangen aan een chromatografisch model, besproken. Zij zullen hier in het kort worden samengevat.

Bij het invoeren van zuurstofrijk water in een watervoerend pakket zal het van nature aanwezige grondwater worden verdrongen. Allerlei in de vaste fase van het watervoerend pakket aanwezige oxydeerbare verbindingen, zoals ijzer(II)- en mangaan(II)verbindingen, sulfiden, organisch materiaal etc. kunnen, zodra zij in contact komen met het zuurstofrijke water, worden geoxydeerd. Doordat de opgeloste zuurstof wordt verbruikt, zal het 'injectiefront' zich verder van de put af verbreiden dan het 'zuurstoffront'. De mate van achterblijven van het 'zuurstoffront' op het 'injectiefront' is afhankelijk van de hoeveelheid oxydeerbare verbindingen in de vaste fase van het watervoerend pakket. In afb. 1a is de situatie na beëindiging van de invoer van zuurstofrijk water schematisch aangegeven.

Bij de daaropvolgende onttrekking zal eerst het zuurstofhoudende ingevoerde water (het gearceerde gedeelte in afb. 1a), en vervolgens het zuurstofloze ingevoerde water (het gedeelte tussen het 'zuurstoffront' en het 'injectiefront' in afb. 1a) worden gewonnen. Pas daarna zal grondwater dat nu een lagere concentratie aan ijzer en mangaan bevat dan voorheen het geval was, worden onttrokken. Het in het grondwater in oplossing aanwezige ijzer(II) en mangaan(II) zal aan de gevormde ijzer- en mangaanoxyden worden geadsorbeerd. Dit zal pas gebeuren zodra het grondwater de uiteindelijke positie van het zuurstoffront is gepasseerd. Op dezelfde wijze als het 'zuurstoffront' achterbleef bij het 'injectiefront' zal ook het 'ijzer(II)front' achterblijven bij het 'onttrekkingsfront'. Zodra het onttrokken water weer ijzer(II) begint te bevatten, dat wil zeggen het 'ijzer(II)front' begint de put te bereiken, moet de onttrekking worden gestopt. In afb. 1b is deze situatie schematisch aangegeven. Tijdens de daaropvolgende injectie van zuurstofrijk water zal het geadsorbeerde ijzer(II) en mangaan(II) in ijzer(III) respectievelijk mangaan(IV) worden omgezet, waarbij de gevormde oxyden op de reeds aanwezige afzettingen zullen aangroeien. Vervolgens kan weer grondwater met lagere concentraties ijzer en mangaan worden onttrokken etc. Overigens zijn ijzeroxyden ook in staat met allerlei zware metalen een neerslag te vormen en organische stoffen te adsorberen.