

Worden hormoonverstorende stoffen (EDC's) door bestaande drinkwaterzuiveringen verwijderd?

WOLTER SIEGERS, KIWA WATER RESEARCH
 ERWIN BEERENDONK, KIWA WATER RESEARCH
 GUUS IJPELAAR, KIWA WATER RESEARCH

Uit een oriënterend, op laboratoriumschaal, uitgevoerd onderzoek blijkt dat de meeste huidig toegepaste en toekomstige zuiveringstechnieken, met uitzondering van coagulatie-sedimentatie, goed in staat zouden moeten zijn veel voorkomende hormoonverstorende stoffen (ook wel endocrine disrupting compounds of EDC's genoemd) uit het oppervlaktewater te verwijderen. Amitrol lijkt als enige onderzochte stof slecht te verwijderen door bijvoorbeeld actieve-koolfiltratie, maar is goed verwijderbaar met ozon.

De hormoonverstorende stoffen worden zeer frequent en op veel locaties gesignaleerd in het oppervlaktewater van Nederland, dat ook wordt gebruikt voor de drinkwaterproductie². Het tot nu toe nationaal (LOES-project) en internationaal uitgevoerde onderzoek was met name gericht op het vóórkomen van hormoonverstorende stoffen in het milieu en het benoemen van de emissiebronnen zoals effluenten van afvalwaterzuiveringen. Over de verwijdering van deze stoffen door waterzuiveringsstechnieken is de informatie echter beperkt. Uit literatuuronderzoek naar de verwijdering van hormoonverstorende stoffen door drinkwaterzuivering blijkt dat met name gegevens beschikbaar zijn over membraanfiltratie en in mindere mate over oxidatie en adsorptie³.

Opzet onderzoek

In het kader van het bedrijfstakonderzoek, dat Kiwa Water Research samen met de Nederlandse waterleidingbedrijven uitvoert, zijn enkele relevante zuiveringstechnieken getest op de verwijdering van een aantal veel voorkomende hormoonverstorende stoffen. De onderzochte zuiveringstechnieken waren coagulatie/sedimentatie, ozonisatie, actieve-koolfiltratie, UV/H₂O₂ en nanofiltratie. De technieken zijn gekozen aan de hand van het literatuuronderzoek, waaruit de geschikt-

heid van de verschillende technieken in beperkte mate kon worden vastgesteld. De experimenten zijn op laboratoriumschaal uitgevoerd. De resultaten zijn weliswaar, met uitzondering van coagulatie/sedimentatie, niet volledig vertaalbaar naar praktijkinstallaties, maar geven een goede indruk van de mogelijkheden van de zuiveringstechnieken.

De onderzochte stoffen zijn gekozen op

basis van aanwezigheid, verdachte oestrogene werking en mobiliteit. Het betreft de hormonen oestron, 17 α -ethinyloestradiol en 17 β -oestradiol, de weekmakers diethylfthalaat, di(iso-butyl)fthalaat en di(n-butyl)fthalaat, het door de industrie veel toegepaste bisfenol A, de bestrijdingsmiddelen carbendazim, amitrol en de bestrijdingsmiddelen atrazin en bentazon als referentiestoffen.

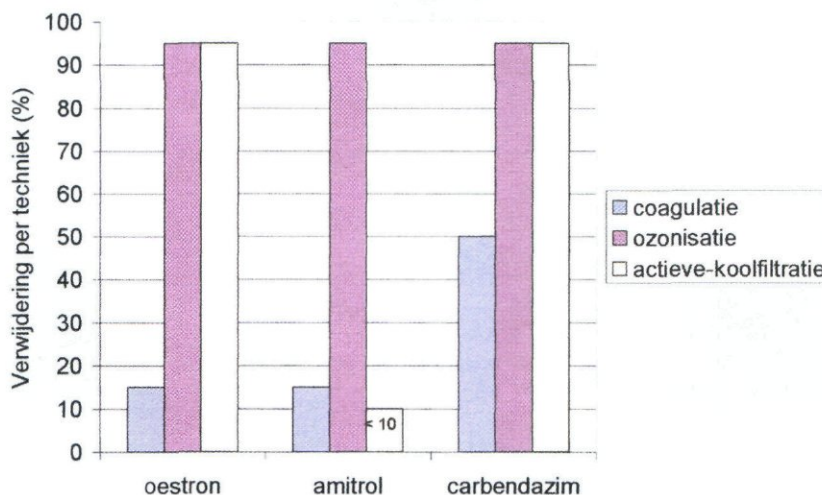
Resultaten

Afbeelding 1 geeft voor oestron, amitrol en carbendazim de verwijdering weer door drie gebruikelijke zuiveringsmethoden. Voor een volledige beschrijving van de resultaten wordt verwezen naar Siegers e.a.⁴.

In tabel 2 is de verwijdering vermeld van de onderzochte hormoonverstorende stoffen door de verschillende zuiveringsstappen. De doorbraakmomenten van de stoffen op de actieve kool zijn bepaald ten opzichte van bentazon. Met deze benadering kan de doorbraak worden voorspeld in een praktijkkolom. Deze meetlatmethode is gepubliceerd in H₂O nr. 23 uit 1998, pag. 40-42¹). Opgemerkt dient te worden dat de doorbraak van bentazon in de praktijk altijd vroeg plaatsvindt (een factor 0,2 ten opzichte van atrazin). Een toegekende kwalificatie van zeer goed ten opzichte van bentazon dient dan ook gerelativeerd te worden naar de in de praktijk optredende doorbraak van bentazon.

Het blijkt dat de meeste oppervlaktewaterzuiveringen goed in staat zouden moeten zijn de onderzochte hormoonverstorende stoffen te verwijderen tot een acceptabel niveau. Tijdens de coagulatiestap is de verwijdering over het algemeen relatief laag. Amitrol is een stof die mogelijk zorgen baart. Ozon en nanofiltratie blijken goed in staat amitrol te verwij-

Afb. 1: Verwijdering van oestron, amitrol en carbendazim door respectievelijk coagulatie, ozonisatie en actieve-koolfiltratie.



Uitvoering experimenten

Bij alle experimenten zijn de stoffen gedoseerd op een individueel niveau van 5 µg/l. Deze in de praktijk niet voorkomende hoge concentratie is gekozen vanwege de relatief hoge onderste analysegrens van de bepalingsmethode, welke speciaal is ontwikkeld voor dit onderzoek. De bepalingsmethode is ontwikkeld voor het simultaan kunnen analyseren van zoveel mogelijk stoffen vanwege de besparing op de analysekosten. De hormonen bleken met de methode niet te analyseren en zijn uiteindelijk door TNO Voeding bepaald. Tevens bleek kwantitatieve analyse van de fthalaten niet mogelijk, omdat contaminatie met fthalaten erg moeilijk te voorkomen was.

Met uitzondering van coagulatie/sedimentatie is water gebruikt na snelfiltratie van zuiveringsstation Leiduin (GWA). Dit water is in de praktijk geschikt voor de gekozen zuiverings-technieken. Voor coagulatie/sedimentatie is gebruik gemaakt van Lekkanaalwater (influent WRK Nieuwegein).

De experimenten zijn uitgevoerd met de ozonopstelling, de minikolomopstelling (actieve-koolfiltratie), het bekersglasapparaat (coagulatie/sedimentatie), het membraantestapparaat en de UV-labopstelling. Deze opstellingen zijn door Kiwa ontwikkeld om onderzoek op laboratoriumschaal mogelijk te maken. De omstandigheden van de verschillende experimenten staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1: Omstandigheden van de laboratoriumexperimenten

zuiveringstechnologie	middel	omschrijving
coagulatie/sedimentatie	FeCl ₃ -dosering	dosering van 0-1-2-4-8 mg Fe/l
actieve-koolfiltratie	Chemviron F-300 fractie 90-106 µm in minikolom	simulatie van 20 min leegbed contacttijd
ozonisatie	ozondosering	dosering van 0-1-1,4-1,8-2,4 g/g O ₃ /DOC
UV/H ₂ O ₂	middendruk UV-lamp (200-400 nm), H ₂ O ₂ -dosering	7.500-10.000-15.000-20.000 J/m ² H ₂ O ₂ 10 mg/l
nanofiltratie	Trisep TS-80	duplo flat cell test met recirculatie flux 20 l/m ² .h

Tabel 2: Overzicht van de verwijdering van de hormoonverstorende stoffen door de zuiveringstechnieken.

hormoon-verstorende stof	verwijdering door				
	coagulatie	ozon	UV/H ₂ O ₂	nano-filtratie	actieve-kool-filtratie, relatieve doorbraak t.o.v. bentazon
oestron	-	++	+	++	++
17β-oestradiol	-	++	+	++	++
17α-ethinyloestradiol	-	++	++	++	++
diethylfthalaat	onb.	wg	wg	wg	wg
di(iso-butyl)fthalaat	onb	wg	wg	wg	wg
di(n-butyl)fthalaat	onb	wg	wg	wg	wg
bisfenol A	onb	+	+	+	++
carbendazim	+/-	++	++	+	++
	(8 mg/l Fe)				
amitrol	-	++	+/-	++	-
			(max. 44%)		
atrazin	+	+/++	++	++	++
	(8 mg/l Fe)	(75-99%)			
bentazon	-	++	+/-	++	n.v.t.
			(max. 84%)		

++ = groter dan 95%, + = 80-95%, +/- = 40-80%, - = 10-40%, - = minder dan 10%, wg. = waarschijnlijk goed, niet kwantitatief aangetoond, bepaald op aanwezigheid/afwezigheid piek bij de analyse, onb. = onbekend

deren. Tot slot dient nogmaals opgemerkt te worden dat de resultaten indicatief zijn. Voor het vaststellen van de werkelijke prestaties van waterzuiveringsinstallaties is onderzoek op proefinstallatie- of praktijkinstallatieschaal noodzakelijk. ■

LITERATUUR

- 1) Heijman S., W. Siegers en R. Hopman (1998). Relatief doorbraakmoment: een snelle indicatie van de adsorptie-eigenschappen van bestrijdingsmiddelen bij actieve-kool-filtratie. H₂O nr. 23, pag. 40-42.
- 2) Vethaak A., G. Rijs, S. Schrap, H. Rutter, A. Gerritsen en J. Lahr (2002). Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. RIZA/RIKZ-rapport 2002.001.
- 3) Siegers W., S. Heijman en G. Ijpelaar (2002). Removal of endocrine disrupting compounds during drinking water treatment. Literature research. Kiwa Water Research BTO 2002.142(c).
- 4) Siegers W., E. Beerendonk, G. Ijpelaar en S. Heijman (2003). Removal of endocrine disrupting compounds during drinking water treatment. Laboratory experiments. Kiwa Water Research, conceptrapport BTO 2002.149.