



Harrie Timmer, Oasen

Jelle Roorda, Grontmij, thans MWH Global

Bronaanpak geneesmiddelen: voorkomen beter dan genezen

Het verwijderen van geneesmiddelen uit het effluent van 'hot spots', zoals ziekenhuizen, draagt lang niet in alle gevallen bij aan de gewenste vermindering van geneesmiddelen in het milieu. In sommige grondwaterbronnen van drinkwaterbedrijf Oasen zijn sporen van geneesmiddelen aangetroffen. Op basis van een meetcampagne bij het ziekenhuis Hofpoort in Woerden, de rwzi Woerden en het drinkwaterbedrijf, blijkt dat de aangetroffen geneesmiddelen in het grondwater niet gerelateerd kunnen worden aan lozingen van het ziekenhuis. Ook de directe bijdrage van het ziekenhuis op de oppervlaktewaterkwaliteit blijkt beperkt, met uitzondering van enkele metaalhoudende röntgencontrastmiddelen en een antibioticum. Daarnaast wordt bevestigd dat rwzi's een redelijke verwijdering van geneesmiddelen realiseren. Tenslotte blijkt bodempassage effectief als buffer om te voorkomen dat geneesmiddelen in het drinkwater komen.

S teeds vaker meten we sporen van geneesmiddelen in het oppervlaktewater, grondwater en zelfs (in nog kleinere hoeveelheden) in het drinkwater. Oorzaak hiervan is ons gebruik van geneesmiddelen en het feit dat deze niet allemaal in het lichaam afbreken. De resten ervan komen deels via het riool en de rwzi's in het oppervlaktewater terecht en kunnen via die route ook in het drinkwater terechtkomen. Dit is niet wenselijk. Reden voor drinkwatermaatschappij Oasen, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, de Provincie Utrecht en de Zuwe zorggroep (onder andere ziekenhuis Hofpoort te Woerden) om te zien of hieraan gezamenlijk wat kan worden gedaan. Dit vanuit de veronderstelling dat een significant gedeelte van de geneesmiddelen, en zeker de röntgencontrastmiddelen, via het ziekenhuis in het watermilieu terechtkomt.

De emissie van geneesmiddelen vanuit zorginstellingen staat al langer in de belangstelling. In een eerste analyse van de omvang van de problemen in 2004 is reeds naar voren gekomen dat zorginstellingen en in het bijzonder ziekenhuizen een mogelijke hot-spot zijn als het gaat om de emissie van humaan gebruikte geneesmiddelen. Op basis van vervolgstudies¹⁾ zijn begin 2007 door de staatssecretaris van VROM concrete acties benoemd die er uiteindelijk toe moeten leiden dat de emissie van geneesmiddelen naar het watermilieu verlaagd wordt²⁾. Expliciet wordt in de genoemde brief aan de Tweede Kamer gesproken over een tweetal

joodhoudende röntgencontrastmiddelen (amidotrizoïnezuur en jopamidol), en het anti-epilepticum carbamazepine.

Voor deze stoffen is vanuit de drinkwatersector duidelijk gemaakt dat deze in de grondstof van drinkwater aangetroffen worden en dat ze onwenselijk zijn en niet meer in het watermilieu gebracht zouden mogen worden. Uit een inventarisatie van het RIVM uit 2007³⁾ blijkt dat de aanwezigheid van spoortjes geneesmiddelen in drinkwater toeneemt. Ook het RIVM beveelt aan om gericht te werken aan bestrijding bij de bron, zoals bij zorginstellingen maar ook bijvoorbeeld door gescheiden inzameling van urine bij huishoudens.

Om de omvang van het probleem inzichtelijk te krijgen, zijn in 2007/2008 enkele STOWA-onderzoeken uitgevoerd naar de emissies van geneesmiddelen en mogelijk reducerende maatregelen in ziekenhuizen en zorginstellingen⁴⁾. De belangrijkste conclusies waren:

- Het grootste deel van de emissie van het ziekenhuis wordt bepaald door een beperkt aantal stoffen (10 tot 20). Andere stoffen (ongeveer 500) worden in veel kleinere hoeveelheden voorgeschreven en komen daarmee ook in kleinere hoeveelheden bij de rwzi's terecht;
- De bijdrage vanuit ziekenhuizen aan de emissie van geneesmiddelen wordt veroorzaakt door met name twee stofgroepen, namelijk antibiotica en röntgencontrastmiddelen.

Daarnaast blijkt dat de omvang sterk locatiespecifiek is. Op basis van metingen bij een drietal ziekenhuizen blijkt 22 tot 47 procent van de hoeveelheid geneesmiddelen die in de rwzi worden gemeten, vanuit het ziekenhuis te komen. Dit zijn met name röntgencontrastmiddelen en antibiotica. Het andere deel wordt voornamelijk via de huishoudens in het afvalwater gebracht. Deze uitkomsten bevestigen dat een significant deel van de geneesmiddelen van een beperkt aantal bronnen afkomstig is en dat een lokale bronaanpak mogelijk effectief is om een emissiereductie te bewerkstelligen. In de omgeving Woerden was een goede mogelijkheid voor een quickscan / haalbaarheidsonderzoek naar de effectiviteit van een bronaanpak: een ziekenhuis met een regionale functie (Hofpoort te Woerden), een rwzi die het effluent van dit ziekenhuis op het oppervlaktewater loost (rwzi Woerden) en een drinkwaterwinning die dit water na gemiddeld 25 jaar bodempassage oppompt (zuiveringsstation de Hooge Boom, ten noorden van Woerden).

Proefsituatie Woerden

Oasen onttrekt grondwater voor de drinkwatervoorziening ten noorden van Woerden. Dit water is gemiddeld 25 jaar oud. Ongeveer 20 procent hiervan is van oorsprong geïnfiltrerd water vanuit de Oude Rijn. De rest is lokaal geïnfiltrerd regenwater. De kwaliteit van het oppervlaktewater heeft dus invloed op de kwaliteit van het onttrokken grondwater.

Uit metingen van het Hoogheemraadschap

de Stichtse Rijnlanden kan worden afgeleid dat het water van de Oude Rijn gedurende enkele perioden in het jaar (in de zomer) lokaal voor meer dan 80 procent uit rwzi-effluent bestaat. Kortom: De waterkwaliteit van het effluent afkomstig van de rwzi Woerden kan een sterke invloed hebben op de drinkwaterkwaliteit (zie afbeelding). Op de rwzi Woerden (85.000 i.e.) wordt het afvalwater verwerkt van het ziekenhuis Zuwe Hofpoort in Woerden en van de inwoners van de gemeente Woerden.

De beïnvloeding is niet alleen theoretisch: bij eerdere metingen op het gezuiverde drinkwater van Oasen ten noorden van Woerden zijn sporen van het koortsverlagend middel Fenazon aangetroffen. Overigens was dit ruim onder de voorzorgsnorm van 100 ng/l (0,1 microgram). Daarnaast is vanuit andere waterwinlocaties van Oasen bekend dat het contrastmiddel Iopamidol en het anti-epilepticum Carbamazepine in het opgepompte grondwater kan zitten dat Oasen gebruikt voor de drinkwatervoorziening. Deze stoffen breken blijkbaar niet af tijdens de jarenlange bodempassage van het water tussen het moment van infiltreren in de bodem en het moment dat het door een grondwaterput wordt onttrokken aan de bodem.

Om de invloed van het ziekenhuisafvalwater op de samenstelling van het rwzi-effluent (ten aanzien van geneesmiddelen) te bepalen, begon Oasen in nauwe samenwerking met het ziekenhuis, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en de Provincie Utrecht een onderzoek. Doel was inzicht te krijgen in de omvang van de emissie, de relatie tussen het rwzi-effluent en het door Oasen opgepompte grondwater én de mogelijkheden voor maatregelen om de emissie vanuit het ziekenhuis te reduceren. Hiervoor is als eerste stap een bemonsteringsplan opgesteld. Ook is een inventarisatie gemaakt van mogelijke vervolgstappen.

Op basis van de resultaten van eerdere onderzoeken zijn monsters genomen van het afvalwater van het ziekenhuis en het influent en effluent van de rwzi Woerden (24-uurs en debiet-proportioneel). Dit om de samenstelling, het zuiveringseffect van de rwzi en de bijdrage van het ziekenhuis te kunnen kwantificeren.

Om het effect te bepalen op de drinkwatervoorziening zijn monsters genomen van het ruwe grondwater dat als bron dient voor de drinkwaterbereiding en het geproduceerde reine drinkwater. Deze metingen zijn uitgevoerd in de week van 25 tot 29 augustus 2008. Er is breed geanalyseerd.

Naast pijnstillers, cholesterolverlagers, hart- en vaatmiddelen, stoffen voor chemotherapie en anti-epileptica is ook gekeken naar antibiotica.

Resultaten

Analgetica (pijnstillers)

In het ziekenhuisafvalwater bedraagt de concentratie analgetica tot 2,5 maal de concentratie in het rwzi-influent. Opvallend is dat Diclofenac nauwelijks wordt verwijderd in de rwzi. Het koortsverlagend middel Fenazon blijkt in het effluent van de rwzi Woerden drie keer lager aangetroffen dan in de bronnen voor drinkwater op zuiveringsstation de Hooge Boom. De sporen van deze stof in de drinkwaterbronnen en het drinkwater betreffen dan ook waarschijnlijk een historische vervuiling. De bijdrage vanuit het ziekenhuis Hofpoort voor deze stofgroep op de totale hoeveelheid gevonden medicijnen van de rwzi Woerden bedraagt twee tot drie procent.

Cholesterolverlagers

Alleen de cholesterolverlager Gemfibrozil is aangetroffen in het afvalwater. Deze stof wordt voor meer dan 90 procent verwijderd op de rwzi en is niet in de drinkwaterbronnen aangetroffen. Het aandeel vanuit het ziekenhuis in het influent van de rwzi bedraagt maximaal één procent.

Anti-epileptica

Van de anti-epileptica ligt de concentratie Carbamazepine in het afvalwater van het ziekenhuis ongeveer drie maal zo hoog als de concentratie in het rwzi-influent. De verwijdering in de rwzi is slecht (negen procent), maar in de drinkwaterbron wordt deze stof (nog) niet aangetroffen. Op basis van metingen op andere locaties wordt verwacht dat deze stof op den duur waarschijnlijk wel gevonden zal worden. Carbamazepine breekt niet af tijdens de jarenlange bodempassage van het water tussen het moment van infiltreren in de bodem en het moment dat het door een grondwaterput wordt onttrokken aan de bodem. Het aandeel vanuit het ziekenhuis in het influent bedraagt drie procent.

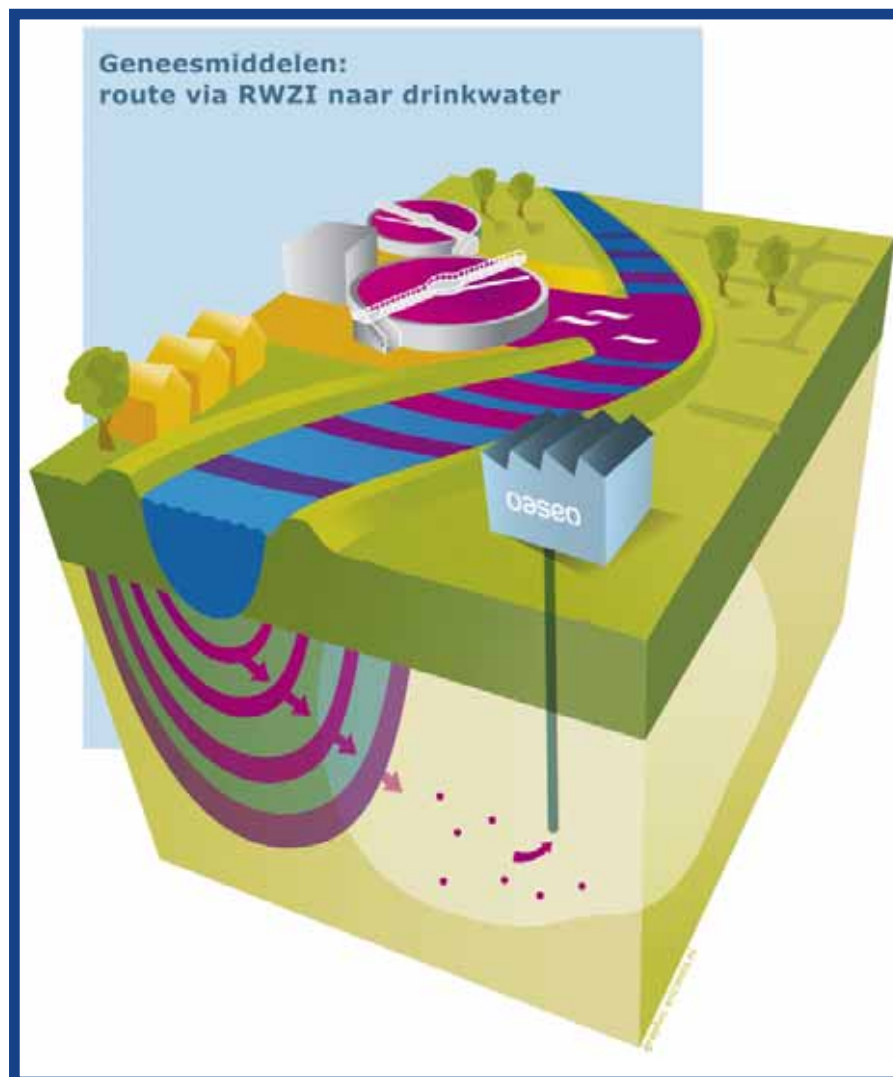
Hart- en vaatmiddelen

Atenolol, metoprolol en sotalol zijn in de afvalwaterstromen aangetroffen. De verwijdering van deze stoffen op de rwzi is matig (50 procent) tot zelfs negatief (hogere concentratie in effluent dan in influent, voor metoprolol). De bijdrage voor deze stoffen vanuit het ziekenhuis bedraagt één tot twee procent. Deze stoffen worden niet in de drinkwaterbronnen aangetroffen.

Röntgencontrastmiddelen

Stoffen die tot de röntgencontrastmiddelen behoren, worden in relatief hoge dosering toegediend en daarom ook in hoge concentraties aangetroffen in het afvalwater van het ziekenhuis en op de rwzi. De verwijdering van deze stoffen is voor de joodhoudende röntgencontrastmiddelen uitstekend en voor één stof matig (ioxitalamic acid). Voor de metaalhoudende middelen met de componenten Barium en Gadolinium is de verwijdering matig

Schematische situatie semi-driedimensionaal.



(Ba 67%) of negatief (Gd -33%, een toename dus). Voor de joodhoudende middelen bedraagt het aandeel vanuit het ziekenhuis in het influent van de rwzi 0 tot 7%, voor de metaalhoudende is het aandeel groter: tot 24% (Gd) en 6% (Ba). Barium wordt ook in de ruwwaterbron en reinwater aangetroffen, maar de herkomst van dit metaal is daar niet gekoppeld aan ziekenhuisactiviteiten. Barium komt ook van nature voor in het grondwater.

Antibiotica

Bij de antibiotica springt een aantal stoffen er uit, namelijk azithromycin, trimethoprim, doxycycline, ciprofloxacine en norfloxacine. Deze stoffen worden niet in de drinkwaterbronnen aangetroffen (behalve azithromycin in een zeer lage concentratie, 26 ng/l), maar zijn in sommige gevallen voor een belangrijk deel afkomstig uit het ziekenhuis (ciprofloxacine 16%, norfloxacine 9%, doxycycline 6%). De verwijdering van deze stoffen in de rwzi is matig (18 tot 89%). Voor geen van deze stoffen is echter een verband tussen de lozing van het ziekenhuisafvalwater en de concentratie in de drinkwaterbronnen aan te tonen.

Conclusie en aanbeveling

Op basis van de metingen in het afvalwater van het ziekenhuis Hofpoort, het influent en effluent van de rwzi Woerden en het ruw- en reinwater van zuiveringsstation de Hooge Boom blijkt het volgende:

- Meetbare hoeveelheden geneesmiddelen komen via de rwzi in het milieu terecht. Sporen ervan zijn aan te tonen in het drinkwater;
- De rwzi verwijdt geneesmiddelen slecht tot redelijk (18 tot 90%);
- De aangetoonde geneesmiddelen in het influent van rwzi Woerden zijn voor maximaal enkele procenten afkomstig van geneesmiddelen, die gebruikt en

uitgescheiden zijn in het Zuwe Hofpoort ziekenhuis. Uitzonderingen zijn de metaalhoudende röntgencontrastmiddelen en enkele antibiotica. De bijdrage bedraagt voor Gadolinium 24% en voor Ciprofloxacine 16%;

- Daar waar de stoffen uit het effluent van de rwzi in het oppervlaktewater terecht komen, is een heel gering verband gevonden tussen de effluentlozing en de eventuele aanwezigheid in het door Oasen opgepompte grondwater (na oeverfiltratie). Blijkbaar worden die stoffen die nog in het effluent (en daarmee in het oppervlaktewater) aanwezig zijn, vrijwel geheel verwijderd in de oeverfiltratie.

Als nuancering bij de laatste conclusie moet gemeld worden dat hierbij ook de tijdsvertraging tussen oppervlaktewater en grondwater een rol speelt, samen met de menging met grondwater van een andere herkomst. Daarnaast volgt uit de metingen van Fenazon dat waarschijnlijk ook het gebruik van geneesmiddelen evolueert (de ene pijnstiller vervangt de andere).

Als we deze resultaten vertalen naar concrete aanbevelingen, moet worden geconcludeerd dat voor deze situatie in Woerden een bronaanpak, ingevuld als een alternatieve bedrijfsvoering of een intensieve zuiveringsstap op de locatie van het Zuwe Ziekenhuis, niet leidt tot een substantiële verlaging van de emissie van geneesmiddelen naar het door Oasen opgepompte grondwater.

Voor het oppervlaktewater geldt grofweg hetzelfde. In de beschreven situatie bedraagt de geneesmiddelenbijdrage vanuit het ziekenhuis aan de medicijnresten in het oppervlaktewater slechts enkele procenten (met uitzondering van de röntgencontrastmiddelen en een antibioticum). Zuivering

bij het ziekenhuis levert hier theoretisch wel een bijdrage, maar zal niet leiden tot serieuze vermindering van de belasting. Belangrijk extra probleem hierbij is dat voor de verwijdering van röntgencontrastmiddelen praktisch nog geen goede technieken voorhanden zijn.

Mogelijke emissiereducerende maatregelen die wel effectief kunnen leiden tot een lagere belasting van het oppervlaktewater met geneesmiddelen, zijn de vergaande zuivering van het rwzi-effluent of bijvoorbeeld een stringenter beleid rond toelating en gebruik van medicijnen gericht op het voorkomen van resten in het milieu. Ook zouden in nieuwbouwsituaties (zowel woonwijken als ziekenhuizen, bejaardencentra) gescheiden inzameling en behandeling van urine (waarin 70 procent van alle geneesmiddelen voorkomt) op termijn kunnen leiden tot een verlaging van de belasting van het oppervlaktewater.

LITERATUUR

- 1) Derksen J. en J. Roorda (2005). Ketenanalyse humane en veterinaire geneesmiddelen in het watermilieu. Indicatieve kwantitatieve analyse en mogelijkheden voor reductie van belasting van het watermilieu. In opdracht van het ministerie van VROM. Grontmij.
- 2) Tweede Kamer (2007). Vergaderjaar 2006-2007. Kamerstuk 28.808, nr. 39.
- 3) Versteegh J., M. van der Aa en E. Dijkman (2007). Geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen. RIVM.
- 4) Derksen J., J. Roorda en D. Swart (2007). Verg(h)ulde pillen: onderzoek naar de emissie van geneesmiddelen uit ziekenhuizen. STOWA. Rapport 2007-03.
- 5) Kools S. en J. Roorda (2009). Haalbaarheidsonderzoek bronaanpak medicijnresten Woerden. Grontmij.