Geneesmiddelen en de drinkwatervoorziening in Nederland

THEO NOIJ, KIWA WATER RESEARCH
MARGREET MONS, KIWA WATER RESEARCH
ANS VERSTEEGH, RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU
PETER STOKS, VERENIGING VAN RIVIERWATERBEDRIJVEN

Het vóórkomen van geneesmiddelen in drinkwaterbronnen in Nederland is in kaart gebracht. Het onderzoek richtte zich op in totaal 105 humane en veterinaire geneesmiddelen in het oppervlaktewater, het grondwater en de oevergrondwaterwinningen én in het daaruit bereide drinkwater. Tevens is de verandering van de kwaliteit tijdens het zuiveringsproces onderzocht.
In totaal werden 44 geneesmiddelen in oppervlaktewater aangetroffen, in concentraties tot 0,8 µg/l. In grondwater werden vrijwel geen geneesmiddelen aangetroffen. De toegepaste zuiveringen laten een verwijdering van geneesmiddelen zien van gemiddeld 70 tot 90 procent. In drinkwater werden, afhankelijk van de grondstof en de toegepaste zuivering, zeer lage concentraties van enkele geneesmiddelen teruggevonden. De hoogst gemeten concentratie in drinkwater bedraagt 0,09 µg/l (carbamazepine). Vooralsnog vormen de stoffen voor het drinkwater geen probleem.

De concentraties in drinkwater liggen ver beneden de door RIVM afgeleide gezondheidskundige limietwaarden en ook ver beneden de therapeutische doses. Zo is de totale geconsumeerde dosis carbamazepine na levenslange blootstelling via drinkwater maximaal vijf procent van de dosis die voor therapeutisch gebruik dagelijks wordt ingenomen. Een gezondheidskundig effect wordt bij de gemeten concentraties ook op langere termijn niet aannemelijk geacht. Toch is de aanwezigheid van deze stoffen in (de bronnen van) drinkwater ongewenst en strookt niet met de visies van VEWIN en RIWA (zie elders in dit nummer). Aanbevolen wordt daarom om het oppervlaktewater dat als grondstof voor drinkwater dient, te monitoren op de aanwezigheid van de aangetroffen middelen.

Aanleiding

Nadat in 1994 in Berlijn het cholesterolverlagend middel clofibrinezuur in lage concentraties in het drinkwater werd aangetroffen[5], is met name in Duitsland uitvoerig onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van geneesmiddelen in het (aquatisch) milieu[6,7,8,9]. De eerste gegevens uit de VS stammen uit 2002[10]. Uit deze en andere onderzoeken komt naar voren dat geneesmiddelen wijd verspreid voorkomen in oppervlaktewater en incidenteel ook in lage concentraties in drinkwater.

De gegevens over Nederland beperkten zich tot nog toe tot een inventariserend onderzoek uitgevoerd door VEWIN, RIWA en Kiwa in 2000[11]. Van de elf onderzochte geneesmiddelen werden er acht in oppervlaktewater aangetoond in concentraties tot 0,3 µg/l (vooral carbamazepine en sulfamethoxazol). In drinkwater werden toen geen geneesmiddelen aangetroffen in meetbare concentraties.

Omdat uit buitenlands onderzoek inmiddels was gebleken dat veel meer geneesmiddelen in het milieu aanwezig kunnen zijn én de Gezondheidsraad[12] het advies uitbracht om geneesmiddelen dezelfde aandacht te geven als bestrijdingsmiddelen, besloot het college van opdrachtgevers van het bedrijfstakonderzoek van de waterbedrijven tot nader onderzoek naar het vóórkomen van geneesmiddelen in relatie tot de drinkwatervoorziening.

Samenwerking in onderzoek

Omstreeks dezelfde tijd ontwikkelden het RIZA, het RIVM en de RIWA eveneens plannen om onderzoek uit te voeren naar geneesmiddelen in het aquatisch milieu. Op initiatief van Kiwa en RIZA is een samenwerking opgezet en zijn de onderzoeksplannen onderling afgestemd. Omwille van de slagvaardige aanpak is besloten om er niet één groot gezamenlijk project van te maken, maar om een conglomeraat van projecten te vormen. Uitgangspunten daarbij waren een zo volledig mogelijk overzicht van de Nederlandse situatie, zo min mogelijk overlap, autonome uitvoering door elke partner, en gelijktijdige, onderling zo veel mogelijk afgestemde rapportage.

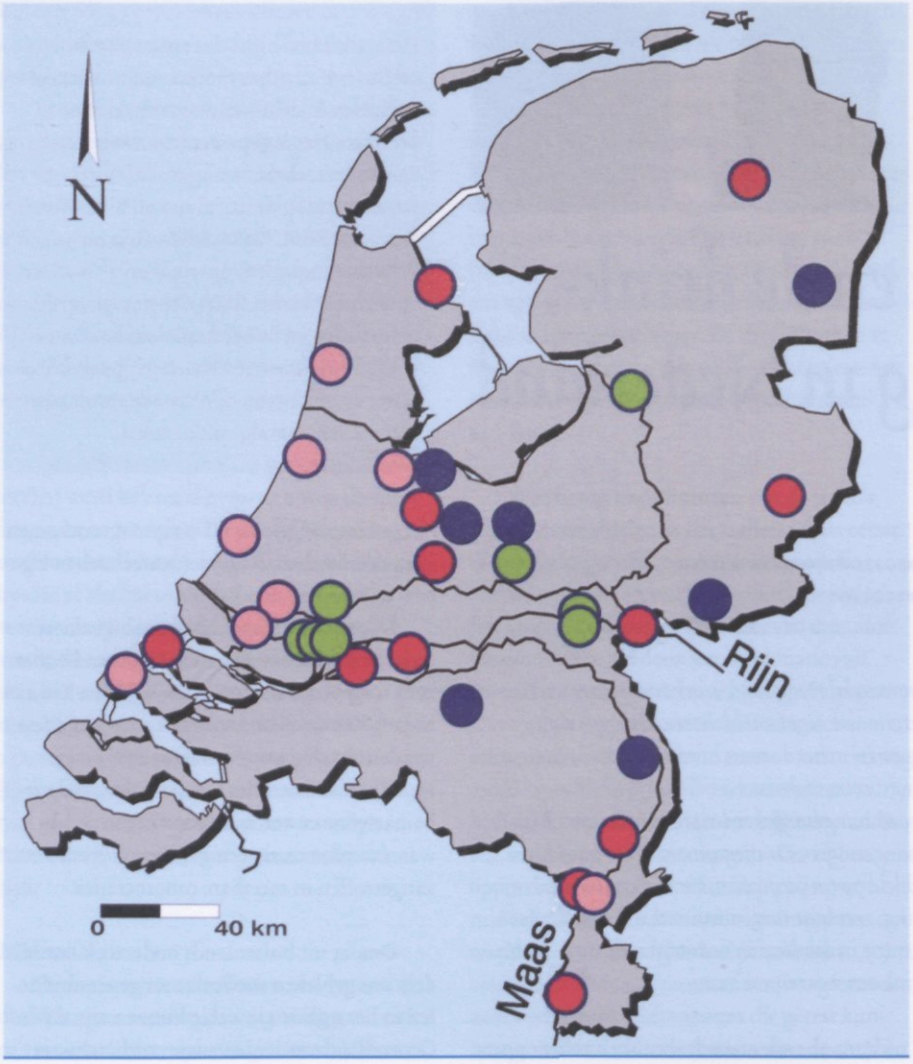
Voor de veelheid van stoffen zijn verschillende meetmethoden bij de laboratoria van de partners ingezet en analyses onderling uitbesteed. Ook is een belangrijk deel van de metingen verricht door het Technologie Zentrum für Wasser in Karlsruhe. De meetmetho-

Tabel 1. Opzet van het geneesmiddelenonderzoek.

partner	aantal gemeten geneesmiddelen	locaties	aard	frequentie per jaar
Kiwa	66 (hu+ve)	11: 5x gw, 6x ow	ruw, proces, rein	4
RIZA	102 (hu+ve)	3*: 3x ow	ruw	2
RIVM	15 (hu)	21: 3x gw, 8x oegw, 10x ow	ruw, proces, rein	2
RIWA-Rijn	78 (hu)	5: 5x ow	ruw	12

hu = humane geneesmiddelen, ve = veterinaire geneesmiddelen, gw = grondwater, oegw = oevergrondwater, ow = oppervlaktewater
* In totaal heeft RIZA op 34 locaties gemeten; drie daarvan hebben een directe relatie met drinkwater (Lobith, Eijsden en Keizersveer). Alleen deze drie komen in dit artikel aan bod.

Dit artikel beschrijft de resultaten van onderzoek naar het vóórkomen van geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen. Het is gebaseerd op resultaten van onderzoek dat is uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen Kiwa Water Research, RIZA, RIVM, RIWA-Rijn en Waterleidingbedrijf Amsterdam[1,2,3,4]. Het onderzoek van het RIZA richtte zich op de ecotoxicologische betekenis van het voorkomen van geneesmiddelen in oppervlaktewater en afvalwater. Zie voor de resultaten hiervan het voorafgaande artikel.



Alle punten die onderzocht zijn op het vóórkomen van geneesmiddelen in het water. Rood = oppervlaktewater, blauw = grondwater, groen = oevergrondwater, rose = drinkwaterbereiding op andere locatie dan winning.

den zijn gebaseerd op GC/MS en LC/MS-MS, na voorconcentrering van de monsters.

Grondwater

Geen van de 67 geneesmiddelen die onderzocht werden in grondwater, is aangetroffen in een concentratie hoger dan 0,05 µg/l. Incidenteel werden lage concentraties gemeten van acetylsalicylzuur, clofibrinezuur en ibuprofen. Voorts werden spoortjes van enkele diergeneesmiddelen gedetecteerd op het niveau van ng/l (= 0,001 µg/l).

Oppervlaktewater

In oppervlaktewater werden wél geneesmiddelen aangetroffen. Een overzicht staat in onderstaande tabel en afbeelding 1. Van de in totaal 105 onderzochte geneesmiddelen werden 44 in oppervlaktewater aangetroffen in concentraties tot 0,8 µg/l.

Uit het overzicht komt duidelijk naar voren dat geneesmiddelen wijdverbreid in het Nederlandse oppervlaktewater voorkomen. De situatie is daarmee vergelijkbaar met die in bijvoorbeeld Duitsland. Per oppervlaktewatersysteem zijn de verschillen aanzienlijk: Rijn en Maas en de daarvan afgeleide oppervlaktewateren worden relatief sterk belast met humane geneesmiddelen, de kleine oppervlaktewateren die voor drinkwaterbereiding gebruikt worden nauwelijks of niet. In Rijn en Maas werd geen duidelijk seizoenspatroon waargenomen, maar voor individuele geneesmiddelen varieert de concentratie in de tijd aanzienlijk. Geneesmiddelen die in oppervlaktewater in relatief hoge concentraties frequent voorkomen zijn diverse röntgencontrastmiddelen, de pijnstiller diclofenac en het anti-epilepticum carbamazepine.

Oevergrondwater

De kwaliteit van oeverfiltraat ligt globaal tussen dat van grond- en oppervlaktewater in. In oeverfiltraat zijn alleen clofibrinezuur, carbamazepine, diclofenac en (acetyl)salicylzuur aangetroffen (concentraties tot 0,08 µg/l). Hierbij moet opgemerkt worden dat oevergrondwater alleen is onderzocht op de aanwezigheid van de 15 door RIVM gemeten geneesmiddelen.

Drinkwater

In enkele gevallen worden geringe hoeveelheden geneesmiddelen ook in drinkwater aangetroffen. Van de 67 in drinkwater onderzochte middelen (drinkwater en proceswater zijn alleen door Kiwa en RIVM onderzocht) werden er negen aangetoond; alle in concentraties lager dan 0,1 µg/l. Omdat in het Waterleidingbesluit geen normen voor geneesmiddelen zijn opgenomen, zijn door het RIVM voor de in drinkwater aangetroffen geneesmiddelen (voorlopige) limietwaarden afgeleid[3]. Deze staan in tabel 3. Daarin is ook de berekende levenslange blootstelling bij de gemeten concentraties in drinkwater (I_{70}: twee liter per dag, gedurende 70 jaar) en de dagelijkse minimale therapeutische dosis opgenomen.

Uit tabel 3 blijkt dat de gemeten concentraties ver onder de door het RIVM afgeleide limietwaarden liggen en dat na levenslange blootstelling via drinkwater de totale inname niet meer bedraagt dan vijf procent van de minimale dagelijkse therapeutische dosis. Het is dan ook niet aannemelijk dat de aanwezigheid van deze concentraties geneesmiddelen in drinkwater een gezondheidskundig effect zal geven.

Effect van de zuivering

Hoewel nog geen systematisch onderzoek naar het effect van drinkwaterzuivering heeft plaatsgevonden, is in de onderzoeken van Kiwa en RIVM wel aandacht geweest voor de verwijdering van geneesmiddelen tijdens de drinkwaterproductie. De effectiviteit van de zuivering verschilt per stofgroep en per type zuivering. Pijnstillers (diclofenac, ibuprofen) en bèta-blokkers worden over het algemeen goed verwijderd, anti-epileptica (carbamazepine), röntgencontrastmiddelen en antibiotica in mindere mate. Vertegenwoordigers van deze groepen worden dan ook in drinkwater in lage concentraties teruggevonden. In veel gevallen is de voorzuivering al een belangrijke barrière tegen geneesmiddelen, voor de nazuivering lijken membranen of de combinatie ozon en koolfiltratie effectieve zuiveringsstappen. In het onderhavige onderzoek lag de totale verwijdering van geneesmiddelen tussen 70 en 90 procent.

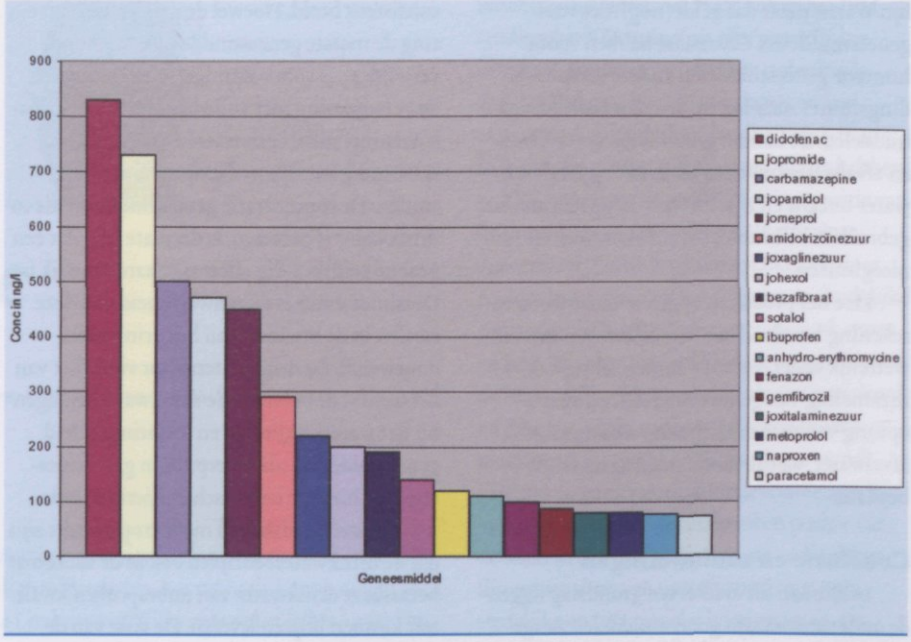
Na bestrijdingsmiddelen nu geneesmiddelen?

Eind jaren tachtig ontstond in de Nederlandse drinkwaterbedrijfstak beroering vanwege de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater, en in een aantal gevallen ook in drinkwater. De Gezondheidsraad concludeerde in 2001 dat geneesmiddelen nu dezelfde aandacht verdienen als bestrijdingsmiddelen toen[12]. Welke analogieën bestaan tussen de bestrijdingsmiddelen van toen en de geneesmiddelen van nu? Allereerst gaat het in beide gevallen om een grote diversiteit aan chemische stoffen.

Beide groepen zijn bedoeld om een effect op levende organismen te hebben (met uitzondering van de röntgencontrastmiddelen, die eigenlijk geen geneesmiddelen zijn in de strikte betekenis van het woord). Daarnaast hebben de concentraties waarin de stoffen in oppervlaktewater worden aangetroffen in grote lijnen dezelfde ordegrootte: sub-µg/l niveau.

In de jaren negentig hebben waterbedrijven op grote schaal hun zuiveringen aangepast om bestrijdingsmiddelen uit water te verwijderen. En met succes: concentraties in drinkwater werden teruggebracht tot (ver) onder de drinkwaternorm van 0,1 µg/l. Deze zuiveringen kunnen geneesmiddelen in het algemeen ook grotendeels verwijderen. Tot zover de overeenkomsten.

Verschillen bestaan op het gebied van wetgeving: bestrijdingsmiddelen zijn opgenomen in het Waterleidingbesluit en in de Kaderrichtlijn Water, geneesmiddelen niet. Bestrijdingsmiddelen zijn bedoeld om een effect op levende organismen te hebben, geneesmiddelen niet. Dat geldt niet voor de bijwerkingen van geneesmiddelen op de mens, die zijn wel bedoeld om een effect op de mens te hebben. Dat is een belangrijk verschil.



Afb. 1: Geneesmiddelen die in een maximale concentratie van meer dan 50 ng/l zijn aangetroffen in oppervlaktewater.

Tabel 2. Geneesmiddelen die in oppervlaktewater zijn aangetroffen in een concentratie groter dan 0,05 µg/l.

geneesmiddel	type	locaties met concencentratie van meer dan 0,1 µg/l	locaties met een concentratie tussen 0,05 en 0,1 µg/l
diclofenac	pijnstiller	Rijn: Lobith en Lekkanaal Maas: Eysden en Roosteren Haringvliet	Maas: Keizersveer IJsselmeer
iopromide	röntgencontrastmiddel	Rijn: Lobith en Lekkanaal Maas: Eysden en Roosteren IJsselmeer Haringvliet	Maas: Keizersveer
carbamazepine	anti-epilepticum	Rijn: Lobith en Lekkanaal Maas: Brakel IJsselmeer Haringvliet	Maas: Eysden, Roosteren en Keizersveer Twentekanaal
iopamidol	röntgencontrastmiddel	Rijn: Lobith en Lekkanaal IJsselmeer Haringvliet	Maas: Brakel en Keizersveer
iomeprol	röntgencontrastmiddel	Rijn: Lobith en Lekkanaal IJsselmeer Haringvliet	Maas: Roosteren en Brakel
amidotrizoïnezuur	röntgencontrastmiddel	Rijn: Lobith en Lekkanaal Maas: Eysden, Roosteren en Keizersveer IJsselmeer Haringvliet	Maas: Brakel
ioxaglinezuur	röntgencontrastmiddel	Maas: Eysden	Maas: Roosteren
iohexol	röntgencontrastmiddel	Rijn: Lobith en Lekkanaal Maas: Eysden en Roosteren	Maas: Brakel en Keizersveer IJsselmeer Haringvliet
bezafibraat	cholesterolverlager	Rijn: Lekkanaal	Rijn: Lobith IJsselmeer
sotalol	bèta-blokker	Rijn: Lobith en Lekkanaal	Maas: Eysden en Keizersveer Haringvliet
ibuprofen	pijnstiller	Twentekanaal	Rijn: Lekkanaal Maas: Eysden en Roosteren
anhydro-erythromycine	(metaboliet van) antibioticum	Rijn: Lekkanaal	Rijn: Lobith
fenazon	pijnstiller	Rijn: Lekkanaal	Rijn: Lobith

lijn Water, maar dat geldt (nog) niet voor geneesmiddelen. Daarnaast hebben vooral humane geneesmiddelen andere verspreidingsroutes naar het milieu dan bestrijdingsmiddelen. Ze komen grotendeels via de riool- en afvalwaterzuiveringen in het oppervlaktewater terecht en zijn direct te koppelen aan het gebruik in huishoudens, ziekenhuizen en verpleeghuizen.

Hoe het probleem opgelost moet worden, rekening houdend met het ontbreken van een wettelijk kader, verantwoorder gebruik en inzameling van geneesmiddelen en aparte opvang van met medicijnen verontreinigd afvalwater, wordt vooral maatschappelijk bepaald.

Conclusie en aanbevelingen

In alle aan dit artikel ten grondslag liggende onderzoeken zijn geneesmiddelen aangetoond in oppervlaktewater en incidenteel in grondwater. De resultaten vertonen daarin een consistent beeld. Hoewel de drinkwaterzuivering de meeste geneesmiddelen grotendeels verwijdert, is voor sommige geneesmiddelen de verwijdering niet volledig. Met name carbamazepine, sulfamethoxazol en röntgencontrastmiddelen zijn in dat opzicht aandachtsstoffen. De concentratie geneesmiddelen die in drinkwater is gemeten, is dermate laag dat een gezondheidskundig effect niet aannemelijk is. Desalniettemin is de aanwezigheid van deze stoffen in de bronnen van het drinkwater ongewenst. De drinkwatersector vindt het van belang dat de overheid de drinkwaterbelangen bij het waterkwaliteits- en toelatingsbeleid geneesmiddelen als speerpunten gaat hanteren. Het huidige beleid schiet hierin te kort.

Het overheidsbeleid moet erop gericht zijn dat de drinkwaterbedrijven ook in de toekomst betaalbaar drinkwater van onbesproken kwaliteit kunnen blijven leveren. De visie van de drinkwatersector staat op pagina 4 van dit nummer van H_2O. ¶

Tabel 3. Gezondheidskundige betekenis van in drinkwater aangetroffen geneesmiddelen.

geneesmiddel	maximale concentratie in drinkwater (µg/l)	(voorlopige) limiet - waarde (µg/l)	I_{70} (mg)	therapeutische dosis (mg/dag)
carbamazepine	0,090	50	4,6	100 (min.)
amidotrizoïnezuur	0,083	250.000	4,2	50.000 (max.)*
iopamidol	0,068	415.000	3,5	83.000 (max.)*
sulfamethoxazol	0,040	75	2,0	2.000 (min)
clofibrinezuur	0,032	30	1,6	1.200 (min)
ibuprofen	0,023	150	1,2	300 (min)
lincomycine	0,021	30	1,1	1.200 (min)
fenazon	0,015	125	0,8	250 (min)
acetylsalicylzuur	0,013	25	0,7	20 (min)

* Voor de röntgencontrastmiddelen iopamidol en amidotrizoïnezuur is de maximale dosis gehanteerd, omdat deze stoffen juist niet ontwikkeld zijn om een therapeutisch effect te hebben.

LITERATUUR

1) Mons M., A. Hogenboom en T. Noij (2003). Pharmaceuticals and drinking water supply in The Netherlands. Kiwa-rapport BTO 2003.040.

2) Schrap M., G. Rijs, M. Beek, J. Maaskant, J. Staeb, G. Stroomberg en J. Triesnitsch (2003). Humane en veterinaire geneesmiddelen in Nederlands oppervlaktewater en afvalwater. Een screening in 2002. RIZA-rapport 2003.023.

3) Versteegh J., A. Stolker, W. Niesing en J. Muller (2003). Geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen. RIVM-rapport 703719004/2003.

4) Sacher F. en P. Stoks (2003). Pharmaceuticals residues in waters in The Netherlands. Results of a monitoring programme for RIWA. RIWA.

5) Stan H.-J., T. Hebererer en M. Linkerhägner (1994). Vorkommen von Clofibrinsäure in aquatischen System - Führt die therapeutische Anwendung zu einer Belastung von Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser?. Vom Wasser nr. 83, pag. 57-68.

6) Stumpf M., T. Ternes, K. Haberer, P. Seel en W. Baumann (1996). Determination of pharmaceutics in sewage plants and river water. Vom Wasser nr. 86, pag. 291-303.

7) Ternes T. (1998). Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. Water Research nr. 11, pag. 3245-3260.

8) Sacher F., E. Lochow, D. Bethmann en H-J. Brauch (1998). Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen in Oberflächenwässern. Vom Wasser nr. 90, pag. 233-243.

9) Ternes T. en R. Hirsch (2000). Occurrence and behavior of x-ray contrast media in sewage facilities and the aquatic environment. Environmental Science & Technology nr. 13, pag. 2741-2748.

10) Kolpin D., E. Furlong, M. Meyer, E. Thurman, S. Zaugg, L. Barber en H. Buxton (2002). Pharmaceuticals, hormones and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: an national reconnaissance. Environmental Science & Technology nr. 6, pag. 1202-1211.

11) Mons M., J. van Genderen en A. van Dijk-Looijaard (2000). Inventory on the presence of pharmaceuticals in Dutch water. RIWA/VEWIN/Kiwa-rapport.

12) Gezondheidsraad (2001). Milieurisico's van geneesmiddelen. Rapport 2001/17.

advertentie

ASTRASAND continue (bio)filtratie

- Biologische (de)nitrificatie en polijsting van afvalwater
- Kringloopsluiting
- Proceswaterbereiding uit oppervlaktewater
- Spoelwaterbehandeling in de drink- en proceswaterbereiding
- (Biologische) zijstroomfiltratie in koelwatercircuits

www.paques.nl

Paques bv
P.O. Box 52
8560 AB Balk NL
t 0514 · 60 85 00
f 0514 · 60 33 42
e info@paques.nl
i www.paques.nl

NaturalSolutions PAQUES