

Standaarden bij monitoring en prioritering van 'hotspots'

Geneesmiddelen in oppervlaktewater

Waterbeheerders worden behoorlijk in beslag genomen door de monitoring van nieuwe stoffen die mogelijk van invloed zijn op de 'gezondheid' van het oppervlaktewater zoals geneesmiddelen. In de verkennende fase wordt vooral eerst gemeten. Het hanteren van een (beperkt) standaard analysepakket en een standaard methode om de prioritaire locaties op te sporen dragen bij aan de doelmatigheid van de monitoring en aan de vergelijkbaarheid van onderzoeksresultaten van de waterbeheerders.

Door: Roelof Veeningen en Froukje van der Meer

Over de auteurs:

ir. R. Veeningen is senior medewerker bij de cluster Gegevensbeheer van Wetterskip Fryslân
 drs. F. van der Meer is teamcoördinator organisch en biologisch onderzoek bij het Laboratorium van Wetterskip Fryslân

INLEIDING

Uit recente ervaringen van Wetterskip Fryslân komt naar voren dat er twee cruciale elementen zijn die bijdragen aan een efficiënte oriëntatie op monitoring en modellering van geneesmiddelen in oppervlaktewater:

1. het hanteren van een standaard pakket voor de analyse;
2. het inzetten van een waterkwaliteitsmodel.

De bronnen van geneesmiddelen, de routes naar en de concentraties in oppervlaktewater zijn door de STOWA en KWR in een uitgebreid overzicht in beeld gebracht.¹ Mede op basis hiervan heeft de Unie van Waterschappen samen met de Vereniging van Drinkwaterleidingbedrijven (VEWIN) een Plan van aanpak opgesteld. Dit Plan van aanpak is op 11 november 2014 aangeboden aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu.² Daarin worden 3 sporen voorgesteld: 1) Probleemdefinitie (ecologische en humane gezondheidseffecten), 2) bronaanpak en 3) de aanpak binnen de waterketen.

Uiteindelijk zullen er keuzes gemaakt moeten worden: waar leggen we de acceptabele grenzen voor de waterkwaliteit en waar worden welke maatregelen getroffen.

In ieder geval is duidelijk dat deze problematiek niet in één klap is opgelost, en dat in de toekomst de monitoring moet worden voortgezet. Zowel in effluenten en afvalwater van rwzi's en in belangrijke afvalwaterstromen, als in oppervlaktewater, drinkwater en mogelijk ook in grondwater.

MONITORING GENEESMIDDELEN

Bij geneesmiddelen hebben we te maken met honderden stoffen. Zo zijn er de afgelopen jaren diverse rapporten verschenen waarin de resultaten van lange lijsten stoffen werden gepresenteerd.

In 2011 heeft het overlegorgaan van de laboratoria van de waterbeheerders (ILOW) samen met de STOWA het initiatief genomen om te komen tot een standaard pakket wat een redelijke afspiegeling vormt van de honderden stoffen. De selectie van de stoffen heeft plaatsgevonden op basis van gegevens over het voorkomen van die stoffen in oppervlaktewater en hun ecologische effecten. Vanwege de beperking van de kosten is geprobeerd die stoffen te selecteren die in één analysegang gemeten zouden kunnen worden. Dit heeft geleid tot een pakket van 25 geneesmiddelen. De selectie is gerapporteerd door het ILOW samen met de STOWA (<http://www.ilow.nl/openbaar/ilow-publicaties>).

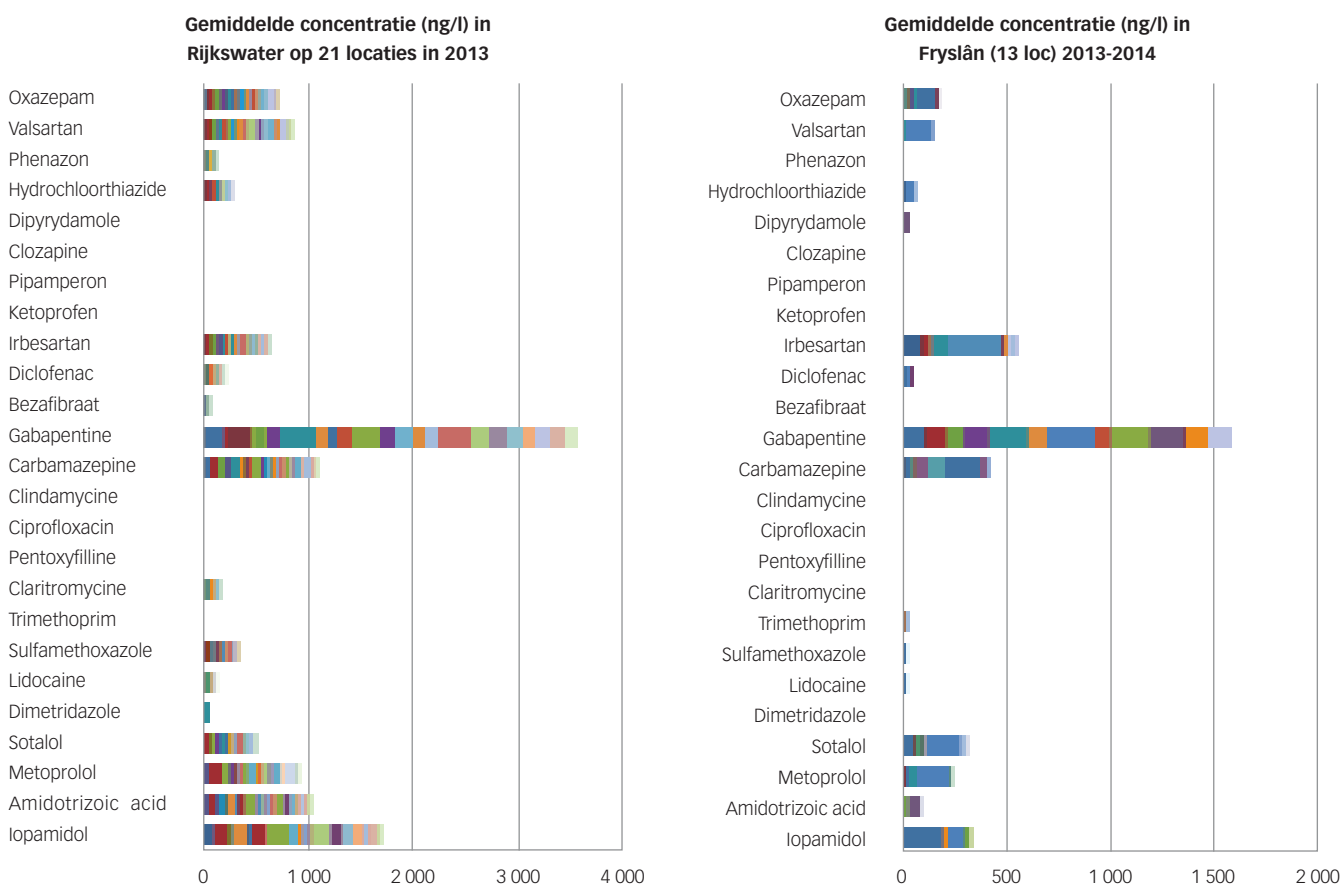
ERVARINGEN MET DE TOEPASSING VAN HET STANDAARD PAKKET

De definitieve lijst is in 2013 vastgesteld. Vervolgens hebben de laboratoria de methode toegepast in hun werkomgeving. De validatie heeft een jaar in beslag genomen. De laboratoria komen nog regelmatig bijeen om verdere optimalisatie te bespreken. Wetterskip Fryslân hebben intussen ervaring opgedaan met de toepassing van het standaardpakket.

In figuur 1 worden de resultaten van de metingen in het oppervlaktewater van beide beheerders vergeleken.

In de eerste plaats wordt duidelijk dat met het hanteren van één standaard pakket de resultaten eenvoudig kunnen worden vergeleken. Geneesmiddelen die op veel locaties in goed meetbare hoeveelheden voorkomen springen er meteen uit. Gabapentine (een middel voor behandeling van epilepsie) komt op vrijwel alle locaties voor zowel in de rijkswateren als in de regionale wateren van Fryslân. Grofweg kan geconcludeerd worden dat er veel overeenkomst is tussen rijkswater en regionaal water: de meeste stoffen die in rijkswater worden aangetroffen worden ook in de wateren van Fryslân aangetroffen.

Wanneer de totale hoeveelheden per meetlocatie van de gemiddelde concentratie in één figuur worden samengevat kunnen locaties met sterk verhoogde concentraties snel worden opgespoord. In het regionale water van Fryslân zijn er twee opvallende



FIGUUR 1: RESULTATEN VAN DE METINGEN MET HET STANDAARD ILOW PAKKET UITGEVOERD DOOR RIJKSWATERSTAAT (LINKS) EN WETTERSKIP FRYSLÂN (RECHTS). DE GRAFIEK GEEFT DE GEMIDDELD CONCENTRATIES PER STOF OP DE VERSCHILLENDE LOCATIES (BIJ RWS GAAT OM HET OM TWEE METINGEN OP 21 LOCATIES IN DE MAANDEN MEI EN SEPTEMBER 2013; BIJ WETTERSKIP FRYSLÂN HEBBEN DE RESULTATEN BETREKKING OP 12 LOCATIES DIE IN DE PERIODE APRIL 2013-APRIL 2014 GEMIDDELD 8 KEER GEMETEN ZIJN).

locaties: In het geïsoleerde natuurgebied de Deelen (221 DD) komen geen (heel weinig) geneesmiddelen voor. De Opsterlandse compagnonsvaart (81 OK) met twee effluënten van rwzi's en weinig waterverversing vertoont de hoogste concentraties. In rijkswater zijn er geen locaties met extreme concentraties.

CONCENTRATIES IN EFFLUËNTEN

Het standaard ILOW-pakket is ook gebruikt voor de kwantificering van de geneesmiddelen in effluënten van zes rwzi's in Fryslân. Zo kunnen de effluënten van de verschillende rwzi's eenvoudig worden vergeleken. Het beeld van de concentraties per stof in effluënten (figuur 3) vertoont overeenkomsten met dat van oppervlaktewater. Dat is niet verwonderlijk als de rwzi's als belangrijke bronnen worden beoordeeld.³

Noot van de redactie

Geneesmiddelen als nieuwe stoffen in het milieu die aandacht behoeven is voor het oppervlaktewater momenteel in onderzoek, zoals uit deze bijdrage blijkt. Bij oppervlaktewater zijn we ons aan het oriënteren: wat zijn geschikte meetpunten en meetmethoden, en hoe groot is het milieuprobleem daadwerkelijk? Voor bodem zijn we zelfs nog niet in de oriëntatiefase. Voor bodem zal mogelijk het probleem van diergeneesmiddelen, die via de toepassing van mest op een diffuse wijze in de bodem terecht komen, groter zijn dan humane geneesmiddelen. Daar liggen dus direct gigantische uitdagingen, omdat de meetmethoden vermoedelijk tekort schieten. Echter resistentieontwikkeling als gevolg van het gebruik van antibiotica in de veehouderij is wel al aangetoond: zie Ehlerst en Dolfing, 2010. Toename van de resistentie van bodembacteriën tegen antibiotica: veldonderzoek over de periode 1940-2008. Bodem 20(4): 18-20; Schmitt et al., 2010. Antibioticaresistentie in de bodem - de rol van antibiotica en bemesting: een overzicht van de recente bevindingen. Bodem 20(4): 21-22.

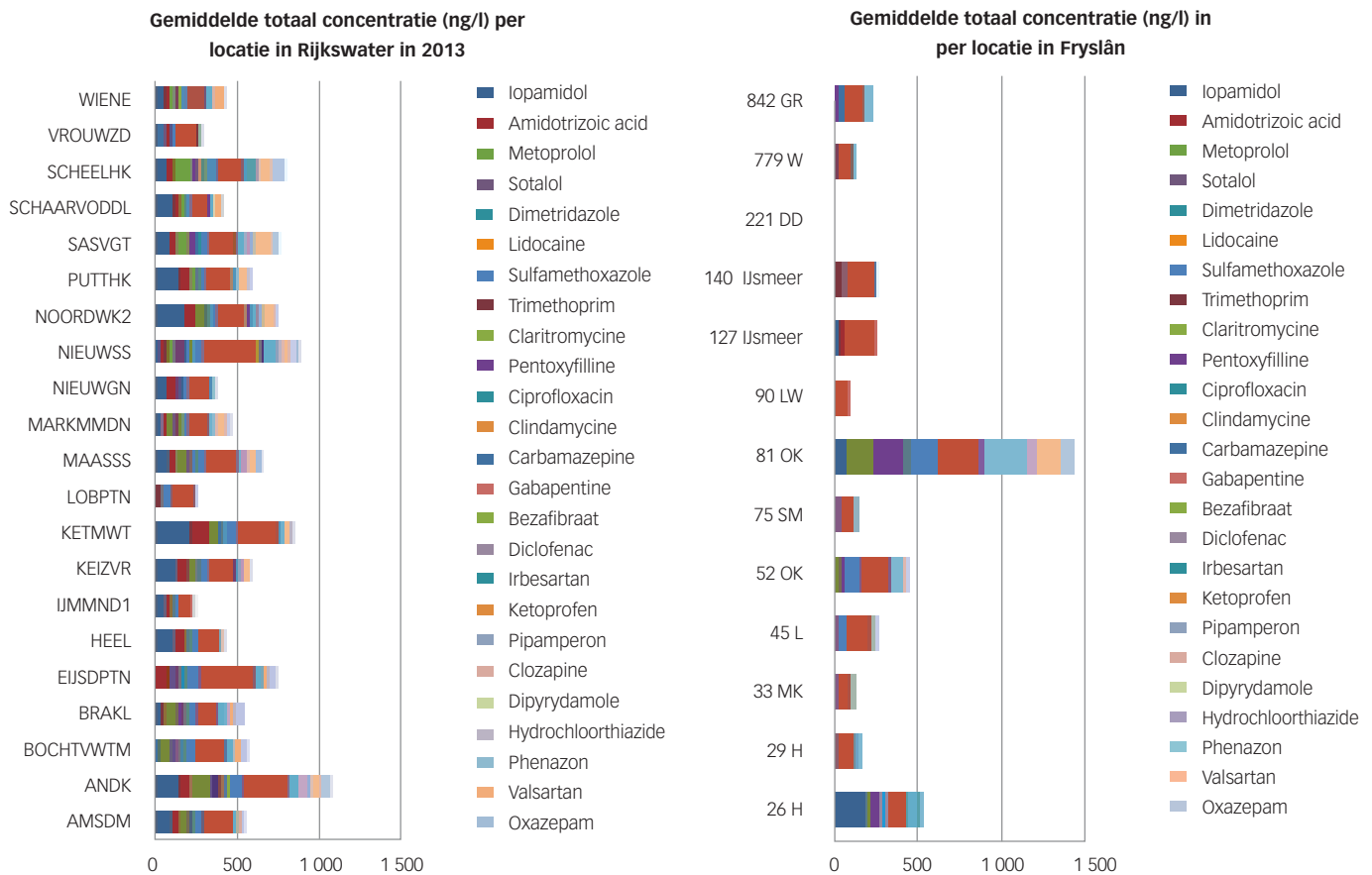
NORMEN EN HOTSPOTS

In het rapport van de STOWA en KWR is samengevat van wat er bekend is over de effecten van geneesmiddelen in oppervlaktewater. Dit heeft er (nog) niet toe geleid dat er normen zijn opgesteld. De drinkwaterbedrijven hanteren een generieke streefwaarde van 0,1 µg/l voor geneesmiddelen in oppervlaktewater met een drinkwaterfunctie.⁴ In Nederland is voor een zeer beperkt aantal medicijnen, waaronder carbamazepine, een norm opgesteld. Carbamazepine zou wegens plaatselijke overschrijding van de jaargemiddelde grenswaarde in aanmerking komen voor opname in de officiële regelgeving als specifiek verontreinigende stof binnen de KRW. Met het oog op toekomstige investeringsprogramma's willen waterbeheerders wel weten wat de 'hotspots' zijn als ooit besloten wordt dat er een extra zuivering van de effluënten moet plaatsvinden. De STOWA heeft het initiatief genomen om de waterbeheerders methoden aan te reiken om de hotspots in hun beheergebied te bepalen.⁵

MODELLERING

Een van de methoden uit de hotspot analyse is modellering. Wetterskip Fryslân heeft een goed werkend waterkwaliteitsmodel om de eutrofiering (stikstof en fosfaat) te modelleren. Hetzelfde model is ook toegepast op de modellering van geneesmiddelen.⁶ Belangrijke inputgegevens voor het model waren de gemeten concentraties in effluënten van rwzi's en de metingen in het IJsselmeerwater. Er is gemodelleerd met het medicijn gabapentine. Er is voor deze stof gekozen omdat deze stof heel goed meetbaar blijkt in effluent en in oppervlaktewater. Daarnaast lijkt er een redelijk verband tussen de hoeveelheid gabapentine in effluent en de totale hoeveelheid medicijnen in het effluent.

In figuur 4 wordt de berekende concentratie van gabapentine vergeleken met de gemeten concentraties op een locatie in de



FIGUUR 2: DE RESULTATEN VAN DE METINGEN VAN RIJKSWATERSTAAT EN WETTERSKIP FRYSLÂN PER LOCATIE. PER LOCATIE EN PER METING ZIJN DE GEMIDDELTE CONCENTRATIES VAN DE AFZONDERLIJKE GENEESMIDDELEN IN 1 STAAF GESOMMEERD. ZIE VOOR DETAILS DE LEGENDA BIJ FIGUUR 1.

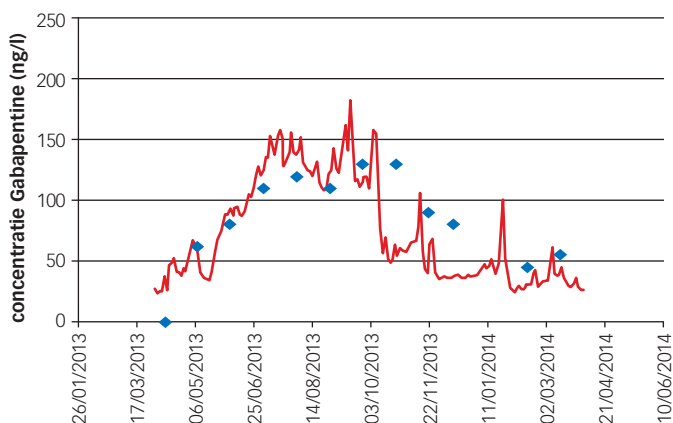
boezem. Op alle locaties bleek de orde van grootte van de berekende concentraties en de variatie gedurende een jaar goed overeen te komen met de gemeten concentraties. Dat betekent dat de mate van belasting door de rwzi's afgeleid kan worden uit het waterkwaliteitsmodel en dat de monitoring kan worden beperkt.

HOTSPOTS IN FRYSLÂN

Met het model kunnen de concentraties op elke plek en op elk moment berekend worden. Om de hotspots in beeld te brengen kunnen de trajecten worden gemarkeerd waar de berekende concentratie boven een bepaald niveau komt. Dat kan gelden voor het zomergemiddelde of het jaargemiddelde of voor de maximale concentratie gedurende een jaar. In figuur 5 zijn de trajecten ge-

markeerd waar de jaargemiddelde concentratie aan gabapentine boven de 100 nanogram per liter uitkomt.

Voor het zuidoosten is een apart SOBEK-model gebruikt omdat dat gebied geen onderdeel is van de Friese boezem. Dit meer gedetailleerde model is ook gebruikt om de concentraties in de kleinere wateren te berekenen (figuur 6). De berekeningen voor de Opsterlandse compagnonsvaart bevestigen de hoge concentraties die daar gemeten zijn; dit hangt dus samen met de relatief geringe verdunning (in vergelijking met de boezem). Tegelijkertijd laten de berekeningen in dit gebied ook zien dat de problematiek zich niet beperkt tot de Opsterlandse compagnonsvaart waarop de effluenten worden geloosd, maar dat ook

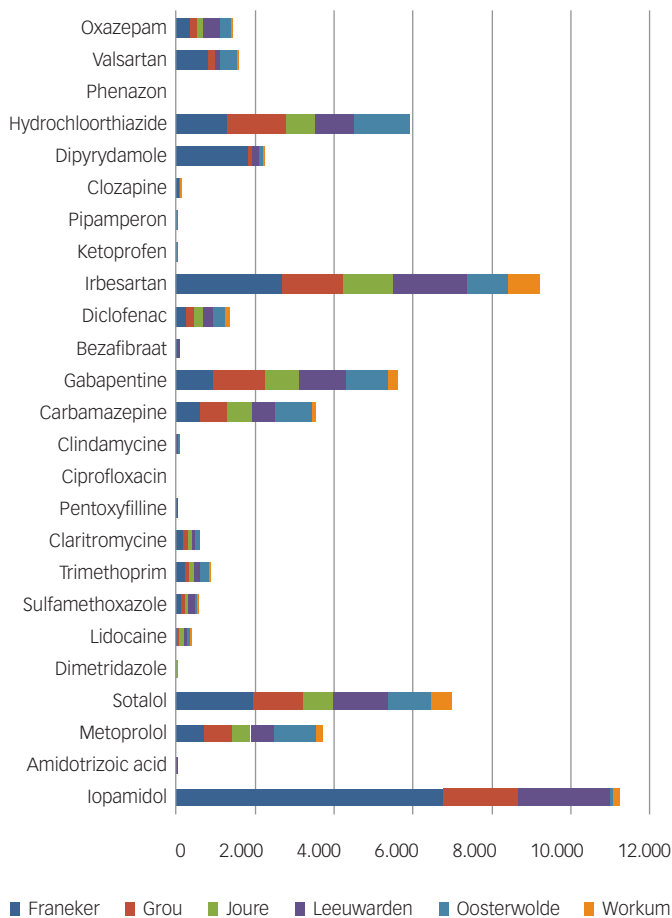


FIGUUR 4: DE MET HET WATERKVALITEITSMODEL BEREKENDE CONCENTRATIE GABAPENTINE (GETROKKEN LIJN) VERGELEKEN MET DE METINGEN (BLAUWE STIPPEN) IN HET PRINSES MARGRIETKANAAL BIJ BERGUM IN DE PERIODE 2013-2014.



FIGUUR 5: HOTSPOT OP BASIS VAN DE TRAJECTEN WAAR DE BEREKENDE JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE BOVEN 100 NANOGRAM PER LITER UITKOMT.

Geneesmiddelen in effluenten: cumulatie van gemeten gemiddelde concentraties per stof (in ng/l)



FIGUUR 3: GEMIDDELTE CONCENTRATIES VAN GENEESMIDDELEN IN EFFLUENTEN VAN 6 RWZI'S VAN WETTERSKIP FRYSLÂN. DE GEMIDDELTE CONCENTRATIE VAN VIJF METINGEN IN DE PERIODE FEBRUARI 2013 TOT EN MET FEBRUARI 2014 IS PER STOF CUMULATIEF WEERGEGEVEN.

het gebied dat op peil gehouden wordt met water uit die vaart, wordt beïnvloed.

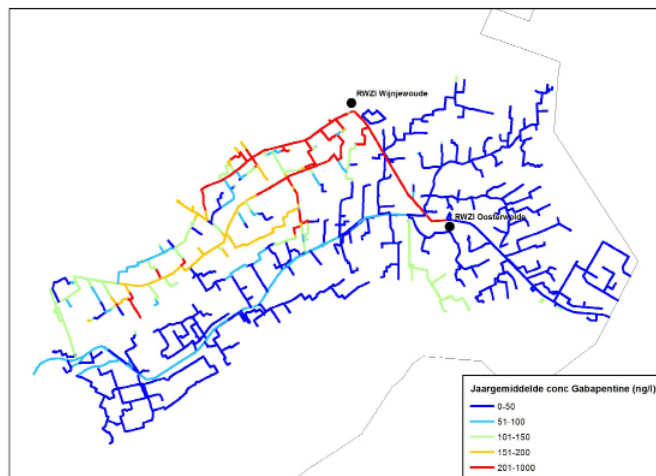
WAT ZIJN DE HOTSPOTS?

De hotspots kunnen bepaald worden op basis van de hoogste concentraties (d.w.z. de 'rode' trajecten in de figuren 5 en 6). Dit zijn echter trajecten met verschillende volumes. Een nadere prioritering kan toegepast worden door de berekening van de volumina water waarin een bepaald concentratieniveau wordt overschreden. Op basis hiervan zijn de wateren in de omgeving van de rwzi's Drachten, Leeuwarden, Sneek en Harlingen als hotspot aange-merkt.

Een bijzondere situatie doet zich voor bij Lemmer. Bij Lemmer bevindt zich de rwzi van Lemmer, maar in een groot volume water wordt het niveau van 100 ng/l overschreden vanwege de inlaat in de zomer van IJsselmeerwater met een relatief hoge concentratie gabapentine. In het meer de Grote Brekken boven het inlaatpunt en boven de effluentlozing worden geen hoge concentraties aangetroffen.

CONCLUSIES

Het hanteren van een standaardpakket bij de monitoring van oppervlaktewater en effluenten heeft er toe bijgedragen dat in korte tijd met beperkte middelen een goed inzicht is verkregen in de concentraties van de geneesmiddelen in oppervlaktewater en in effluenten in Fryslân. Het standaard pakket leent zich heel goed voor (snelle) vergelijkingen. Het gebruik van waterkwaliteitsmo-



FIGUUR 6: DE BEREKENDE JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIES GABAPENTINE IN HET ZUID-OOSTEN VAN FRYSLÂN. TWEE RWZI'S (DE ZWARTE PUNTEN) LOZEN HUN EFFLUENT OP DE OPSTERLANDSE COMPAGNONSVAART (LOPEND VANUIT HET ZUID-OOSTEN NAAR HET NOORD-WESTEN EN BIJ WIJNJEWOUDE AFBUIGENDE NAAR HET ZUID-WESTEN).

dellen maakt de hotspots goed zichtbaar. Voorlopig is dit een de-gelijke basis voor bijvoorbeeld berekeningen van mogelijke investeringskosten van verdere zuivering bij de (grote) rwzi's die volgens de gehanteerde methodiek geprioriteerd worden.

AANBEVELINGEN

Het hanteren van een standaardpakket voor de monitoring van geneesmiddelen biedt grote voordelen bij de vergelijkbaarheid van onderzoek door de diverse actoren op dit gebied. Eén analysegang beperkt de kosten terwijl de resultaten toch een redelijke afspiegeling vormen. Ook uniformiteit bij de prioritering, de hotspot-analyse, draagt bij aan het inzicht in het landelijk beeld van de problematiek. Verder nuancering kan wenselijk zijn. Zo is er nog weinig zicht op het voorkomen van diergeneesmiddelen in oppervlaktewater. Voor bodem zijn het mogelijk juist de diergeneesmiddelen die een potentieel gevaar vormen, vanwege de diffuse verspreiding via toepassing van dierlijke mest (zie tekstbox van de redactie). Het kan nuttig zijn rekening te houden met de aanwezigheid van grote bronnen zoals ziekenhuizen. Dat geldt vooral voor geneesmiddelen die voornamelijk daar toegepast worden. Voor de waterbeheerder is het inzicht in de waterhuishouding van cruciaal belang. Tenslotte lijkt het dat het aantonen van echte ecologische effecten met behulp van bio-assays belangrijk is om de beleidsvorming in beweging te houden. Met andere woorden: er is behoefte aan informatie over veldeffecten om antwoord te geven op de vraag: Maar wat is het werkelijke effect op het oppervlaktewater ecosysteem? Deze benadering kan mogelijk de monitoring van afzonderlijke stoffen deels vervangen.

LITERATUUR

1. STOWA (2013). Humane geneesmiddelen in de waterketen. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort. STOWA rapport 2013-06. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein. KWR projectnr. 2013-006.
2. Unie van Waterschappen en VEWIN, 2014. Plan van aanpak geneesmiddelen in de waterketen.
3. STOWA, 2011. Gebiedsstudie geneesmiddelen provincie Utrecht. STOWA-rapport 2011-09.
4. IAWR et al., 2013. Memorandum regarding the protection of European rivers and watercourses in order to protect the provision of drinking water.
5. STOWA, 2015. Hotspotanalyse geneesmiddelen. Methodiek voor waterbeheerders om rwzi's te prioriteren. STOWA-rapport 2015-32.
6. Arcadis, 2015. Hotspots geneesmiddelen in Fryslân met behulp van waterkwaliteitsmodellen (in opdracht van Wetterskip Fryslân).