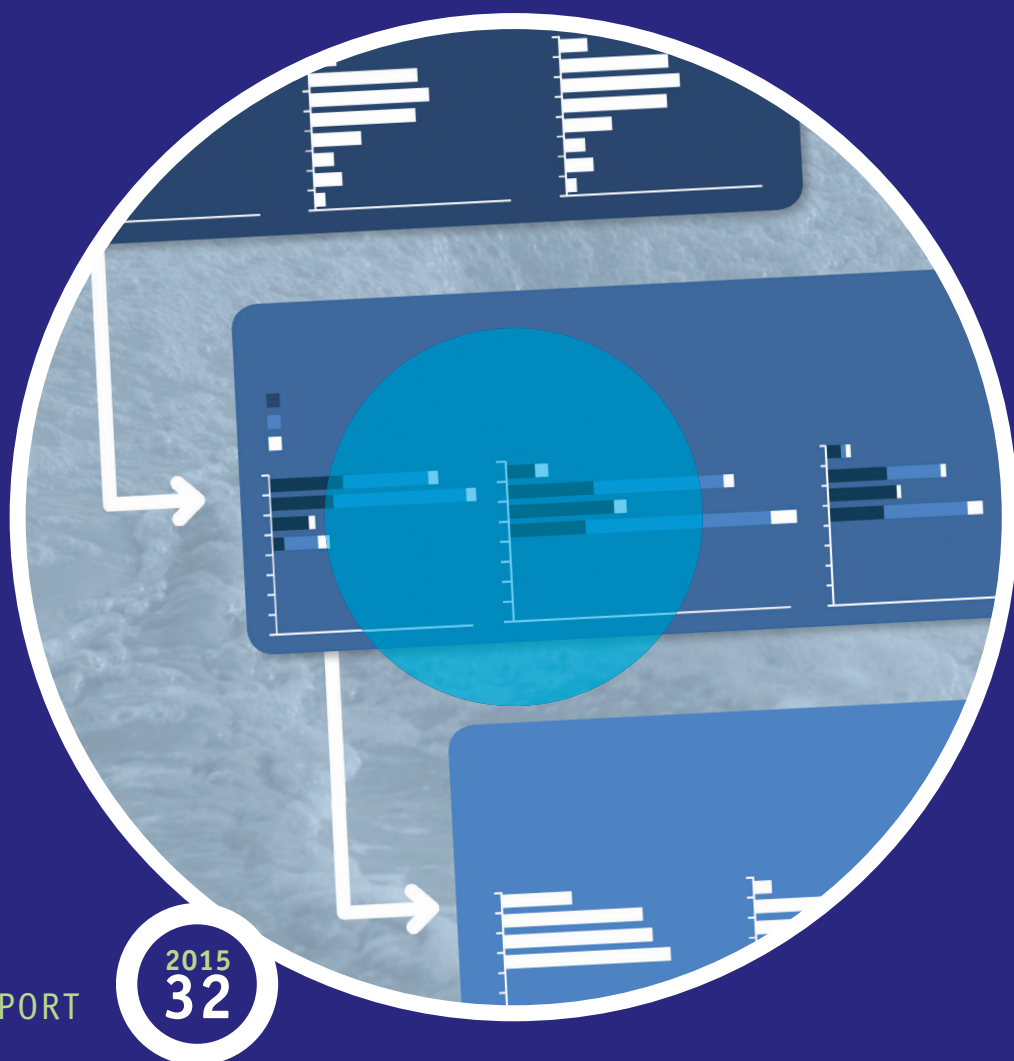


HOTSPOTANALYSE GENEESMIDDELEN



RAPPORT

2015
32

HOTSPOTANALYSE GENEESMIDDELEN

METHODIEK VOOR WATERBEHEERDERS OM RWZI'S TE PRIORITEREN

RAPPORT

2015

32

ISBN 978.90.5773.702.2



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

OPGESTELD DOOR
Anja Derksen - AD eco advies

IN OPDRACHT VAN
Bert Palsma - STOWA

Het concepteindrapport is van commentaar voorzien door een Leescommissie, bestaande uit Joost Buntsma (STOWA), Bas van der Wal (STOWA), Ciska Blom (Unie van Waterschappen) en Anke Durant (Waterschap Vechtstromen).

IN SAMENWERKING MET
Peter van der Wiele - Waterschap Vechtstromen
Roelof Veeningen - Wetterskip Fryslân
Jos Goossen - Waterschap Scheldestromen
Frans de Bles - Waterschap Vallei en Veluwe

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2015-32
ISBN 978.90.5773.702.2

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

TEN GELEIDE

Voor u ligt een methodiek waarmee waterbeheerders in hun beheersgebied rwzi's kunnen prioriteren op basis van de emissie van humane geneesmiddelen in zogenaamde "hotspots".

De invloed van de lozing door een rwzi is niet op alle locaties even groot: de impact van een grote rwzi die loost op een klein oppervlaktewater is veel groter dan die van een grote rwzi die loost op rijkswater. Er is daarom behoefte om locaties met de grootste impact op het oppervlaktewater te prioriteren. Dergelijke "hotspots" kunnen vastgesteld worden door de emissie uit verschillende bronnen te koppelen aan de kenmerken van het ontvangende watersysteem. Een "hotspot" is te omschrijven als een locatie waar de emissie tot problemen in het ontvangende water kunnen leiden.

De prioritering biedt de waterbeheerder de handvaten en munitie om een weloverwogen afweging te maken wáár in het beheergebied maatregelen de meeste milieuwinst kunnen opleveren. Daarmee levert de hotspotanalyse input voor beleidsplannen en stroomgebieds-beheersplannen.

Deze technische uitwerking wordt gevolgd door een bestuurlijke afweging waarin ook aspecten als kosten, de functie van het oppervlaktewater en anderen worden meegenomen. De wijze waarop deze bestuurlijke afweging tot stand komt alsmede de keuze voor de meest kosten-effectieve maatregel valt buiten de reikwijdte van dit rapport.¹

De kern van de methode is een prioritering van locaties op basis van de vracht, de concentratie en het milieurisico. Daarbij wordt van grof naar fijn gewerkt. Een eerste grove analyse is voldoende om een eerste schifting te maken. In de volgende stappen worden steeds meer aspecten in de analyse betrokken, zoals de aanwezigheid van zorginstellingen, bovenstroomse bronnen en wisselende omstandigheden. Hierdoor wordt de analyse ingewikkelder maar ook nauwkeuriger. Het staat iedere gebruiker vrij om de methodiek op een voor hem of haar passende manier in te vullen.

¹ Hoewel er steeds meer aanwijzingen zijn dat microverontreinigingen negatieve effecten kunnen hebben in het oppervlaktewater (STOWA, 2014) is de vraag 'Hoe erg is de aanwezigheid van geneesmiddelen en andere microverontreinigingen in water?' nog niet eenvoudig te beantwoorden. De discussie of maatregelen op de rwzi noodzakelijk zijn en opwegen tegen de extra kosten is in Nederland nog niet beslecht en valt nadrukkelijk buiten de scope van deze hotspot-analyse.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegestap technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

HOTSPOTANALYSE GENEESMIDDELEN

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	STOWA IN HET KORT	
1	ACHTERGROND EN DOEL	1
	1.1 Microverontreinigingen in water	1
	1.2 Geneesmiddelen als voorbeeld	2
	1.3 Doel hotspotanalyse	2
	1.4 Scope en reikwijdte	3
	1.5 Leeswijzer	5
2	ALGEMENE ASPECTEN	6
	2.1 Definitie hotspot	6
	2.2 Route en stappen	8
3	VERGELIJKING TOEGEPASTE METHODEN	9
	3.1 Geëvalueerde methoden	9
	3.2 Conclusies en uitgangspunten voor de methodiek	9

4	EEN EENVOUDIGE EN ROBUUSTE METHODIEK VOOR HOTSPOTANALYSE	11
4.1	Toelichting op methodiek	11
4.2	Wanneer is een gedetailleerde analyse wenselijk?	12
4.3	Vracht op basis van kentallen	14
4.4	Concentratie (en verdunning)	16
4.5	Milieurisicoindex	18
4.6	Bestuurlijke afweging	19
5	LITERATUUR	21
	BIJLAGEN	
1	EVALUATIE TOEGEPASTE METHODEN	23
2	KENTALLEN VOOR EMISSIEBEREKENINGEN	28
3	KENTALLEN VOOR MILIEURISICOINDEX BEREKENINGEN	29

1

ACHTERGROND EN DOEL

1.1 MICROVERONTREINIGINGEN IN WATER

Geneesmiddelen, hormonen en andere microverontreinigingen in het water: we horen er steeds vaker over. Veel van de microverontreinigingen zoals resten van gebruikte geneesmiddelen en hormonen worden uitgescheiden via urine en feces. Deze stoffen komen met het afvalwater in het riool terecht en vervolgens op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi). Ook door het gebruik van huishoudelijke producten komen microverontreinigingen, zoals conserveringsmiddelen, UV-filters, weekmakers, brandvertragers en andere stoffen in het afvalwater terecht. Een rwzi verwijdert deze stoffen slechts gedeeltelijk. Alle niet-verwijderde microverontreinigingen worden met het gezuiverde afvalwater op het oppervlaktewater geloosd. Daar kunnen ze onbedoelde en ongewenste effecten hebben op waterorganismen (STOWA, 2014).

Nieuwe zuiveringstechnieken kunnen microverontreinigingen - afhankelijk van de specifieke stof - redelijk tot goed uit het afvalwater verwijderen. Op beperkte schaal worden dergelijke vergaande zuiveringstechnieken al in binnen- en buitenland toegepast. Ook is het mogelijk om geconcentreerde afvalwaterstromen, bijvoorbeeld het afvalwater van ziekenhuizen of zorginstellingen, apart te behandelen en zo te voorkomen dat ze in het afvalwater terecht komen. Door de hoge concentraties kunnen de aanwezige geneesmiddelen en andere microverontreinigingen effectief verwijderd worden. Bij ziekenhuizen kan zelf zuiveren onderdeel uitmaken van een nieuwe aanpak voor verbetering van hygiëne, arbo-omstandigheden en bedrijfsprocessen en het verlagen van afvalverwerkingskosten. Of een dergelijke aanpak ook kosteneffectief is, hangt af van de situatie ter plaatse.

Om de emissie naar het oppervlaktewater terug te dringen kunnen dus twee soorten maatregelen genomen worden:

- brongerichtemaatregelen - waarmee voorkomen wordt dat microverontreinigingen in het (afval)water terecht komen, en
- end-of-pipe maatregelen - waarbij de microverontreinigingen uit het afvalwater worden verwijderd.

Brongerichte maatregelen lijken het meest effectief. Wat niet in het water terecht komt, hoef je er immers ook niet uit te halen. Echter, de emissiereductie die met bronmaatregelen bereikt kan worden is bij sommige stofgroepen beperkt. Mensen zullen bijvoorbeeld altijd geneesmiddelen blijven gebruiken en natuurlijke hormonen blijven uitscheiden. End-of-pipe maatregelen blijven daarom noodzakelijk.

De discussie wáár precies in de waterketen maatregelen het beste genomen kunnen worden - aan de bron, bij geconcentreerde afvalwaterstromen of end-of-pipe bij de rwzi - is nog niet beslecht. Duidelijk is dat het technisch mogelijk is om het water schoner te maken door het apart behandelen van geconcentreerde afvalwaterstromen en/of end-of-pipe maatregelen bij

de rwzi, maar dat daar een prijskaartje aan hangt. Stel dat de waterschappen alle zuiveringen in Nederland zouden uitrusten met een ozon-installatie en actief-koolbehandeling, dan stijgen de jaarlijkse zuiveringskosten van ca. 1 naar 1,8 miljard euro (STOWA, 2013).

Daar staat tegenover dat de invloed van een lozing door een rwzi niet op alle locaties even groot is: de impact van een grote rwzi die loost op een klein oppervlaktewater is veel groter dan die van een grote rwzi die loost op rijkswater. Als ervoor wordt gekozen slechts een deel van de rwzi's aan te passen, of minder vergaand te zuiveren, vallen de kosten lager uit. Er is daarom behoefte om locaties met de grootste impact op het oppervlaktewater te prioriteren. Dergelijke hotspots kunnen vastgesteld worden door de emissie uit verschillende bronnen te koppelen aan de kenmerken van het ontvangende watersysteem. Door hotspots als eerste aan te pakken is de milieuwinst maximaal terwijl de kosten beperkt blijven.

1.2 GENEESMIDDELEN ALS VOORBEELD

Humane geneesmiddelen kunnen als voorbeeldstofgroep dienen voor het vaststellen van dergelijke hotspots. Zij vormen immers een belangrijke groep van microverontreinigingen waarvoor ketenanalyses hebben uitgewezen dat veruit de belangrijkste route naar het oppervlaktewater via de rwzi loopt (STOWA, 2013)..

In diverse studies is de emissie van geneesmiddelen verder onderzocht en gekwantificeerd. Berekeningen en metingen bij zorginstellingen en huishoudens hebben kentallen opgeleverd (STOWA, 2011; STOWA, 2009). Op basis van deze kentallen zijn de vrachten op rwzi's en de bijdragen van verschillende bronnen (huishoudens, ziekenhuizen en zorginstellingen) uit te rekenen. De emissie van humane geneesmiddelen is dus goed te kwantificeren. Diverse waterschappen hebben voor hun beheersgebied de emissie van geneesmiddelen in kaart gebracht en gekoppeld aan gebiedskennis over het ontvangende watersysteem. Op deze wijze zijn de hotspots binnen het beheersgebied in kaart gebracht. Dergelijke gebiedsstudies zijn uitgevoerd in Utrecht, Zeeland, Friesland, de Vechtstreek en Limburg (STOWA, 2011b; SAZ, 2011; Heeringa, 2013; Muis, 2013; KWR, 2013).

Hoewel elke studie net een iets andere aanpak kende, is de kern van alle studies dat de emissie wordt gekoppeld aan kenmerken van het ontvangende water. Dit gegeven vormt het uitgangspunt voor het opstellen van de algemene methodiek zoals in dit rapport beschreven, (de overeenkomsten en verschillen tussen de afzonderlijke studies zijn te vinden in bijlage 1)

1.3 DOEL HOTSPOTANALYSE

De methodiek voor een hotspotanalyse voor geneesmiddelen die in dit rapport wordt beschreven richt zich op waterschappen en andere waterbeheerders die knelpunten in hun beheersgebied willen identificeren en prioriteren. Voor waterbeheerders die een hotspotanalyse willen uitvoeren is het wenselijk effectief gebruik te kunnen maken van de kennis en ervaringen die reeds zijn opgedaan in eerdere studies. Dit voorkomt dat het wiel opnieuw uitgevonden moet worden, en bespaart tijd en moeite. De kennis en ervaringen die in eerdere studies zijn opgedaan zijn in dit rapport samengebracht, en vervolgens vertaald naar een algemene methodiek.

Hoofddoel van dit rapport is:

- Het geven van een eenvoudige, laagdrempelige methode voor het uitvoeren van een hotspotanalyse voor humane geneesmiddelen, waarmee waterbeheerders locaties (zoals rwzi's of zorginstellingen) binnen hun beheersgebied kunnen prioriteren voor het nemen van maatregelen.

De methodiek heeft de vorm van een toolbox, waaruit een waterbeheerder, naar gelang de toepassing en het gewenste detailniveau, onderdelen kan kiezen. Een grofschalige analyse biedt voldoende informatie voor een eerste discussie. Verder in detail inzoomen geeft bijvoorbeeld de mogelijkheid om de bijdrage van verschillende zorginstellingen te kwantificeren, de stofstromen van antibiotica (en daarmee het risico op resistentieontwikkeling) in het systeem beter te volgen, of om op basis van nieuwe inzichten het monitoringsprogramma aan te passen (en daarmee analysekosten te beperken). De prioritering biedt de waterbeheerder handvaten en munitie om een weloverwogen afweging te maken wáár in het beheergebied maatregelen de meeste milieuwinst kunnen opleveren. Daarmee levert de hotspotanalyse daarmee input voor beleidsplannen en stroomgebiedsbeheersplannen.

Hoewel er steeds meer aanwijzingen zijn dat microverontreinigingen negatieve effecten kunnen hebben in het oppervlaktewater (STOWA, 2014) is de vraag 'Hoe erg is de aanwezigheid van geneesmiddelen en andere microverontreinigingen in water?' nog niet eenvoudig te beantwoorden. De discussie of maatregelen op de rwzi noodzakelijk zijn en opwegen tegen de extra kosten is in Nederland al enige tijd gaande en nog niet beslecht. Deze discussie valt nadrukkelijk buiten de scope van deze hotspotanalyse. Ook de keuze voor de meest kosten-effectieve maatregel valt buiten de scope van deze hotspotanalyse.

1.4 SCOPE EN REIKWIJDTE

PRIORITERING

Dit document beschrijft een methodiek waarmee een hotspotanalyse van geneesmiddelen kan worden uitgevoerd. Hotspots worden bepaald door de emissie van geneesmiddelen te koppelen aan kenmerken van het watersysteem. Rwzi's vormen veruit de belangrijkste emissiebron van geneesmiddelen. De prioritering van locaties (i.e. rwzi's) vindt plaats op basis van drie pijlers: de totale vracht, de concentratie in het ontvangende oppervlaktewater en de milieurisicoindex van de concentratie in het oppervlaktewater. Elke pijler levert een prioritering van hoog naar laag op.

Nadrukkelijk wordt aan de prioritering géén maatlat gekoppeld, d.w.z. er wordt géén oordeel gegeven of de lozing een bepaalde ongewenste grens overschrijdt of niet. Dit is mede ingegeven door het feit dat er (nog) bijna geen normen of grenswaarden voor geneesmiddelen in water zijn vastgesteld. Het gaat in de hotspotanalyse dus om een onderlinge ranking van locaties van hoog naar laag op basis van de drie pijlers (vracht, concentratie en milieurisicoindex).

GENEESMIDDELEN ALS VOORBEELDSTOFGROEP VOOR ANDERE MICROVERONTREINIGINGEN

Deze methodiek biedt de waterbeheerder handvaten om in het eigen beheergebied hotspots van emissie van geneesmiddelen naar oppervlaktewater te kunnen bepalen. Geneesmiddelen dienen hierbij als voorbeeldstofgroep voor andere microverontreinigingen die via de rwzi in het milieu terecht komen. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de bronnen van andere microverontreinigingen anders kunnen zijn dan die van geneesmiddelen.

VAN GROF NAAR FIJN

Afhankelijk van het gewenste detailniveau en de lokale situatie kan de waterbeheerder kiezen voor een eenvoudige, snelle maar vrij grove methode (op basis van totaal geneesmiddelengehalte in een gemiddelde situatie), dan wel voor een uitgebreidere prioritering met een kleinere foutenmarge (op basis van individuele stoffen). In de uitgebreidere prioritering kan bijvoorbeeld onderscheid naar de bron (ziekenhuis, zorginstelling of huishoudens) gemaakt worden. Ook kunnen zaken als afbraak, aanvoer vanaf bovenstrooms en de toxiciteit van de stoffen meegenomen worden. Een eerste grove prioritering heeft als voordeel dat het aantal locaties dat uitgebreider uitgewerkt wordt beperkt kan blijven. Dit bespaart tijd en moeite.

DE WIJZE WAAROP KOSTEN, FUNCTIE OPPERVLAKTEWATER EN ANDERE ASPECTEN WORDEN AFGEWOGEN WORDT NIET UITGEWERKT BINNEN DE METHODIEK

De prioritering binnen deze methodiek baseert zich op feitelijke getallen. Zoals gezegd wordt hierbij geen maatlat of minimaal te behalen kwaliteit gehanteerd. Er is dan ook geen indeling in 'voldoet' en 'voldoet niet', maar slechts een prioritering van hoog naar laag op basis van de drie pijlers (vracht, concentratie en milieurisicoindex). Bij de keuze voor maatregelen spelen daarnaast ook de kosten en andere afwegingen een rol. Hierbij kan gedacht worden aan een drinkwaterfunctie of ecologische functie van het water, de noodzaak om een rwzi op korte termijn te vervangen, maar ook zaken als ongerustheid van omwonenden of de ambitie van het waterschapsbestuur. De wijze waarop de kosten, functies en andere aspecten kunnen worden meegenomen in de uiteindelijke prioritering van locaties zijn bewust buiten de methodiek gelaten. Enerzijds omdat het lastig is hiervoor algemene regels af te leiden, maar anderzijds ook omdat iedere waterbeheerder hierin eigen keuzes maakt.

GEEN UITSPRAAK OVER NOODZAAK MAATREGELEN

De discussie over het nut, de noodzaak en de keuze van eventuele maatregelen valt nadrukkelijk buiten de scope van deze hotspotanalyse (zie ook paragraaf 1.3).

ALLEEN EMISSIE HUMANE GENEESMIDDELEN VIA RWZI

Met de methodiek wordt de route van humane geneesmiddelen naar het oppervlaktewater gekwantificeerd, namelijk de route via de rwzi. Studies hebben aangetoond dat dit veruit de belangrijkste route naar het oppervlaktewater is (STOWA, 2013). Andere, kwantitatief minder belangrijke routes van humane geneesmiddelen naar het water, zoals lozing door de industrie of riooloverstorten, worden in de methodiek niet meegenomen. Ook diergeneesmiddelen worden buiten beschouwing gelaten. De route van diergeneesmiddelen naar het watermilieu via bemesting, uitspoeling en afspoeling is indirect en biedt daardoor minder aangrijpingsmogelijkheden voor emissiereductie². Dit betekent overigens niet dat diergeneesmiddelen (in een ander kader) geen aandacht zouden verdienen.

ALLEEN GOED OPLOSBAAR STOFFEN

Tenslotte ligt de focus op goed oplosbare stoffen. De meeste geneesmiddelen zijn goed oplosbaar, maar sommigen binden ook aan zwevend stof en/of hopen zich op in levende organismen (biota). Deze stoffen zullen zich ophopen in de waterbodem, en vaak gedurende lange tijd aanwezig zijn. Dit aspect is niet meegenomen in de hotspotanalyse, maar vormt wel een punt van aandacht.

² Een uitzondering vormt de trend om mest te verwerken in mestverwerkingsinstallaties. Dit levert een effluentstroom op die behandeld wordt op de rwzi. Voor diergeneesmiddelen die via deze route in het watersysteem komen geldt hetzelfde als voor humane geneesmiddelen die via de rwzi in het watersysteem komen.

1.5 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt allereerst een definitie van een hotspot gegeven en worden de algemene kenmerken van een hotspotanalyse beschreven. De route naar het oppervlaktewater en de stappen in de analyse worden toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de verschillende hotspotanalyses die reeds door waterbeheerders zijn uitgevoerd vergeleken. Deze vergelijking vormde input voor de discussie die heeft geresulteerd in de methodiek die in hoofdstuk 4 wordt beschreven.

2

ALGEMENE ASPECTEN

2.1 DEFINITIE HOTSPOT

Alvorens de kenmerken van een hotspotanalyse te beschrijven is het van belang allereerst duidelijk te definiëren wat onder een hotspot wordt verstaan.

Een hotspot is een locatie waar emissie vanuit een rwzi met een bepaalde vracht (aan geneesmiddelen) tot problemen in het ontvangende oppervlaktewater kunnen leiden.

In een hotspotanalyse wordt de emissie van geneesmiddelen (de vracht) gekoppeld aan kenmerken (grootte, concentraties, stroomsnelheid) van het ontvangende oppervlaktewater. Op die manier ontstaat inzicht in de locaties waar de emissie tot meer of minder problemen in het ontvangende water kunnen leiden (de 'hotspots').

Er worden binnen deze methodiek drie typen hotspots gedefinieerd op basis van drie kenmerken:

- 1 Rwzi's met de hoogste vracht naar het oppervlaktewater
- 2 Rwzi's die leiden tot de hoogste concentraties in het ontvangende oppervlaktewater
- 3 Rwzi's met de hoogste milieurisicoindex

Ad 1) Motivatie achter deze definitie vormt de verplichting vanuit de Kader Richtlijn Water om de emissie van (prioritaire) stoffen naar het oppervlaktewater te verminderen en de waterkwaliteit continu te verbeteren. Door een rwzi met een grote vracht naar het oppervlaktewater aan te pakken kan in één keer een forse emissiereductie bereikt worden, en wordt afwenteling naar stroomafwaarts gelegen wateren verminderd. Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat de waterkwaliteit niet noodzakelijkerwijs zal verbeteren. Bij rwzi's met een grote vracht die lozen op een groot water, is de verdunning groot en blijft de concentratie in het oppervlaktewater in de bestaande situatie al laag. Door maatregelen op een dergelijke rwzi wordt de emissie dan weliswaar gereduceerd, maar zal de waterkwaliteit daar nauwelijks van profiteren.

Ad 2) De concentratie van een stof bepaalt de blootstelling. Op die plekken waar de concentratie in het ontvangende oppervlaktewater het hoogste is, kunnen dan ook de grootste negatieve effecten op de ecologie verwacht worden. Voor water dat gebruikt wordt voor de drinkwaterbereiding is de aanwezigheid van geneesmiddelen ongewenst³.

³ Voor oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor drinkwaterbereiding wordt voor geneesmiddelen een streefwaarde van 0,1 µg/l per individuele stof gehanteerd (IAWR, 2013). Dit geldt ook voor andere antropogene, niet natuurlijke stoffen.

Ad 3) Het ene geneesmiddel is het andere geneesmiddel niet: sommige stoffen zijn al in zeer lage concentraties werkzaam (bijvoorbeeld hormonen), terwijl voor andere middelen grote hoeveelheden nodig zijn om een therapeutisch effect te bereiken (bijvoorbeeld het antidiabetesmiddel metformine). De totale concentratie in gram per liter zegt dus maar tot op zekere hoogte iets over de activiteit van de stof in het menselijk lichaam en in het oppervlaktewater. Ter illustratie: in ziekenhuizen worden zwaardere middelen gebruikt dan in huishoudens. Een gram geneesmiddelen afkomstig uit ziekenhuizen is daarmee in het algemeen bezwaarlijker voor het ontvangende oppervlaktewater dan een gram geneesmiddelen afkomstig uit huishoudens. Om deze reden wordt ook een prioritering op basis van milieurisico uitgewerkt.

Een probleem bij het bepalen van het milieurisico is dat openbare toxiciteitsgegevens op dit moment voor de meeste geneesmiddelen ontbreken. Voor alle geneesmiddelen is wel bekend welke hoeveelheid nodig is om een therapeutisch effect te bereiken. Dit wordt uitgedrukt als de Defined Daily Dosis of DDD, een gestandaardiseerde maat voor de effectiviteit van een geneesmiddel. Bij gebrek aan toxiciteitsgegevens kan de DDD als indicatie voor de toxiciteit voor waterorganismen worden gebruikt. Met behulp van de DDD kan een milieurisicoindex uitgerekend worden. Op termijn – als er meer toxiciteitsgegevens voor waterorganismen beschikbaar zijn – kan een andere methode toegepast worden om het milieurisico te bepalen, bijvoorbeeld de methode die in het project in ESF8 wordt ontwikkeld⁴.

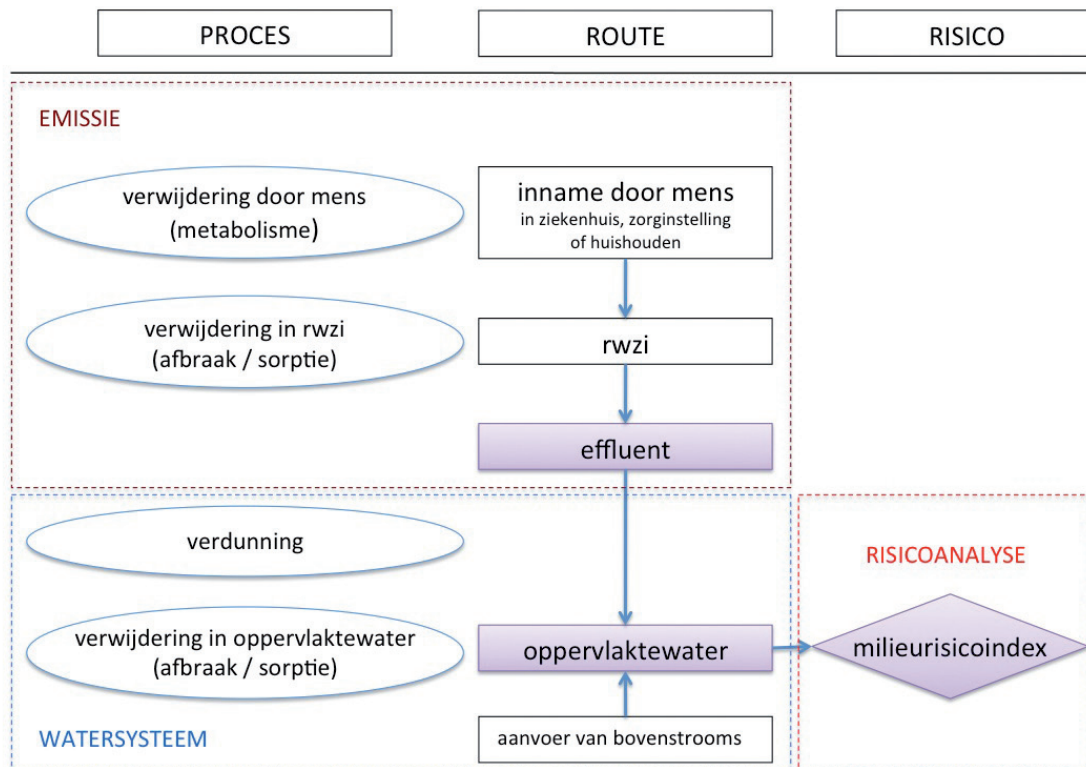
In de methodiek worden de drie typen hotspots elk afzonderlijk geprioriteerd. Zoals in paragraaf 1.4 reeds is aangegeven is het goed te realiseren dat er geen toetswaarde of afkapgrens wordt gehanteerd: de hotspots zijn die locaties die het hoogst scoren in de ranking binnen de uitgevoerde analyse. Verdere factoren die de prioriteit beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld de functie van het ontvangende oppervlaktewater, worden in de bestuurlijke afweging meegenomen en vallen buiten de scope van de methodiek.

4 In het STOWA-project 'Ecologische Sleutelfactor 8 - Toxiciteit', kortweg ESF8 genoemd, wordt geprobeerd meer grip te krijgen op de invloed van chemische stoffen op het ecologisch functioneren van het ecosysteem. Het project bestaat uit twee sporen: een chemisch spoor en een effectgericht spoor. Het chemische spoor biedt mogelijkheden om het potentiële risico van (groepen van) microverontreinigingen, waaronder geneesmiddelen, nader te duiden. De concentraties van de stoffen worden in een model gestopt dat de toxische druk van het mengsel berekent. Dit mengseleffect wordt uitgedrukt in een getal van 0 tot 1, de msPAF. Dit staat voor meerdere stoffen Potentieel Aangetaste Fractie soorten, en is een maat voor de fractie van alle soorten die theoretisch een negatief effect ondervinden van het aanwezige mengsel. Het ontwikkelde model bevat op dit moment nog slechts een beperkt aantal toxiciteitsgegevens voor geneesmiddelen, maar dit kan op termijn uitgebreid worden. Voor meer informatie zie: http://watermozaiek.stowa.nl/Sleutelfactoren/ESF_m8__Toxiciteit.

2.2 ROUTE EN STAPPEN

Figuur 1 geeft een vereenvoudigde weergave van de route van geneesmiddelen via uitscheiding door de mens naar het oppervlaktewater. Tevens worden de verschillende processtappen die tot vermindering van de concentratie in het oppervlaktewater leiden aangegeven. Daarnaast wordt aangegeven hoe het risico wordt ingeschat.

FIGUUR 1 VEREENVOUDIGDE ROUTE VAN HUMANE GENEESMIDDELEN NAAR HET OPPERVLAKTEWATER. TEVEN IS AANGEGEVEN WELKE PROCESSTAPPEN TOT VERMINDERING VAN DE CONCENTRATIE IN HET OPPERVLAKTEWATER LEIDEN EN HOE HET RISICO WORDT INGESCHAT. DE DRIE PIJLERS VOOR PRIORITERING ZIJN IN PAARS AANGEGEVEN



In een hotspotanalyse worden drie onderdelen uitgewerkt:

- 1 De emissie van geneesmiddelen.
De emissie wordt uitgedrukt als de vracht geneesmiddelen (in kg) in het effluent.
- 2 De kenmerken van het ontvangende watersysteem.
Berekening van de concentratie in het ontvangende oppervlaktewater (in $\mu\text{g/l}$).
- 3 De risicoanalyse
Het geneesmiddelengebruik verschilt per bron (ziekenhuis, zorginstelling of huishouden), zowel in hoeveelheid als type middel. Hierdoor verschilt de toxiciteit van het afvalwater per bron. In de risicoanalyse worden deze verschillen in toxiciteit verdisconteerd door de milieurisicoindex van de uiteindelijke concentratie in het oppervlaktewater uit te rekenen (in aantal behandelde personen⁵).

De wijze waarop deze onderdelen in eerdere studies zijn verwerkt wordt beschreven in bijlage

1. De wijze waarop deze onderdelen in de methodiek verder wordt ingevuld wordt beschreven in hoofdstuk 4.

5 Dat wil zeggen: de concentratie in het oppervlaktewater heeft voldoende activiteit om een X aantal personen te behandelen.

3

VERGELIJKING TOEGEPASTE METHODEN

3.1 GEËVALUEERDE METHODEN

Zoals aangegeven hebben diverse waterschappen voor hun beheersgebied hotspots van emissie van geneesmiddelen in kaart gebracht.

Het gaat om de volgende studies:

- 1 Gebiedsstudie geneesmiddelen provincie Utrecht (STOWA, 2011).
- 2 Zeeuwse situatie emissie geneesmiddelen. Een inschatting van de milieurisico's voor het oppervlaktewater (SAZ, 2011).
- 3 Medicijnverontreiniging in het beheergebied van Wetterskip Fryslân (Heeringa, 2013).
- 4 Geneesmiddelen in het Vechtstroomgebied. Probleemanalyse en verkenning van maatregelen (Muis, 2013).
- 5 Geneesmiddelen in de Watercyclus in Limburg. Fase 1: Voorkomen, herkomst en ernst van geneesmiddelen in het watersysteem (KWR, 2013).

Elke studie kende net een iets andere aanpak. In bijlage 1 worden de overeenkomsten en verschillen beschreven. Uit de evaluatie en de daaruit volgende discussies binnen de projectgroep zijn een aantal conclusies getrokken die de basis voor de opgestelde methodiek vormen. De discussiepunten en conclusies worden in paragraaf 3.2 verwoord.

Tijdens het schrijven van dit rapport zijn in aanvulling op de bovengenoemde studies ook nieuwe en/of aanvullende studies uitgevoerd in Friesland, Gelderland, Flevoland en Zuid Holland en landelijk (Arcadis, 2015; Grontmij, 2014; Grontmij 2015; Hoogheemraadschap van Rijnland, 2015; Coppens et al., 2014). De bevindingen uit deze studies zijn globaal bestudeerd, maar niet meer uitgebreid geëvalueerd. De bevindingen uit de recente studies ondersteunen echter die uit de eerdere studies. Uit de studie van Coppens et al (2014) zijn al wel een aantal belangrijke conclusies ten aanzien van hotspots voor geneesmiddelen te trekken (zie bijlage 1).

Naast deze studies zijn er verschillende activiteiten die verwant zijn aan de hotspotanalyse, maar hier verder niet besproken worden⁶.

3.2 CONCLUSIES EN UITGANGSPUNTEN VOOR DE METHODIEK

Op basis van de evaluatie zijn de randvoorwaarden, definities, reikwijdte en wijze waarop de hotspotanalyse kan worden uitgevoerd uitvoerig bediscussieerd binnen de projectgroep.

⁶ TAPES project (<http://www.tapes-interreg.eu/>); SOLUTIONS project (<http://www.solutions-project.eu/>); ter Laak et al., 2010; Hut et al., 2013.

Hieruit zijn de volgende conclusies en uitgangspunten voor de methodiek naar voren gekomen:

- De definitie van een hotspot hangt af van de benaderingswijze. Voor de blootstelling is de concentratie in het oppervlaktewater van belang. Voor de KRW bestaat er echter de verplichting om de emissie terug te dringen en speelt de vracht dus ook een rol. Een ziekenhuis kan een hotspot zijn omdat juist hier geneesmiddelen worden gebruikt die erg toxisch zijn (m.a.w. het afvalwater van een ziekenhuis heeft een grotere milieurisicoindex dan het afvalwater van een woonwijk). In paragraaf 2.1 zijn daarom drie typen hotspots gedefinieerd, gebaseerd op 1) de totale vracht, 2) de concentratie in het oppervlaktewater en 3) de milieurisicoindex.
- Géén van de reeds toegepaste methoden voldoet aan alle wensen ten aanzien van een eenvoudige robuuste methodiek. Sommige onderdelen kunnen eenvoudiger, andere onderdelen missen voldoende detaillering. Elementen uit de toegepaste methoden bieden echter goede aanknopingspunten voor een generieke methode.
- Een uniforme voorgeschreven methodiek is niet haalbaar en ook niet wenselijk. De methodiek moet de goede balans vinden tussen voorschrijven en vrij laten.
- Hou de methode zo simpel mogelijk! Op deze wijze blijft het begrijpelijk en inzichtelijk voor bestuurders. In de simpelste vorm kan volstaan worden met de berekening van de emissie in het effluent op basis van een kental (1 gram geneesmiddelen/i.e/dag) en de verdunning in het water.
- Voor een eerste berekening kan volstaan worden met een berekening op basis van totaal geneesmiddelengehalte in een gemiddelde situatie. Een meer gedetailleerde berekening is met name zinvol als de situatie niet gemiddeld is⁷.
- De wijze waarop de emissie berekend kan worden heeft in het verleden al veel aandacht gekregen en is derhalve reeds goed uitgewerkt. Het gedrag in het watersysteem en de risicoanalyse dienen beter uitgewerkt te worden.
- Bepaling van de verdunning in het watersysteem is niet altijd eenvoudig, bijvoorbeeld wanneer er geen eenduidige stromingsrichting is, of wanneer gebiedsvreemd water van een onbekende kwaliteit wordt ingelaten.
- De hotspotanalyse geeft een ranking van de hotspots die kan dienen voor de prioritering van de locaties waar maatregelen gewenst zijn. Aan deze ranking wordt nadrukkelijk géén maatlat gekoppeld, d.w.z. er wordt géén oordeel gegeven of de lozing een bepaalde ongewenste grens overschrijdt of niet.
- Eerdere analyses van hotspots van geneesmiddelen hebben aangetoond dat de berekeningen van de emissie op basis van kentallen (STOWA, 2011b; SAZ, 2011; KWR, 2013) en de emissie op basis van metingen zelden meer dan een factor twee afwijken. Daarmee is de waarde en geldigheid van de berekeningen aangetoond. De berekeningen kunnen uiteraard indien gewenst nog geverifieerd worden door middel van metingen.
- De functie van het ontvangende water, zoals grondstof voor drinkwaterwinning of een natuurfunctie, zou bij voorkeur wel meegewogen moeten worden. Echter, deze weging binnen de ranking in getallen of weegfactoren uitdrukken is niet eenvoudig en kent mitsen en maren. Om die reden is dit aspect niet verder uitgewerkt. De functie van het ontvangende water kan meegenomen worden in de bestuurlijke afweging.
- Een stapsgewijze aanpak van grof naar fijn heeft als voordeel dat snel duidelijk wordt welke rwzi's mogelijk een hotspot vormen, en welke zeker niet. Deze laatsten hoeven in de verder uitwerking niet meegenomen te worden. Dit scheelt werk.
- De methodiek geeft de gereedschapskist voor de technische uitwerking. Andere factoren die mede bepalend zijn voor de prioriteit vormen onderdeel van de bestuurlijke afweging.

⁷ Zie paragraaf 4.2 voor situaties waarin een gedetailleerde uitwerking wenselijk is.

4

EEN EENVOUDIGE EN ROBUUSTE METHODIEK VOOR HOTSPOTANALYSE

4.1 TOELICHTING OP METHODIEK

De methodiek voor de hotspotanalyse wordt in figuur 2 weergegeven. Deze methodiek wordt geïllustreerd aan de hand van een achttal theoretische rwzi's (A t/m H), die verschillen in grootte, achterliggende bronnen (ziekenhuis, zorginstellingen en huishoudens) en type ontvangend water.

De methodiek bestaat uit een technische uitwerking op drie detailniveau's (grof, fijn en fijner), gevolgd door een bestuurlijke afweging waarin ook aspecten als kosten, de functie van het oppervlaktewater en anderen worden meegenomen. Zoals in paragraaf 1.4 reeds is aangegeven wordt de wijze waarop deze bestuurlijke afweging tot stand komt niet uitgewerkt in de methodiek. Enerzijds omdat het lastig is hiervoor algemene regels af te leiden, anderzijds omdat iedere waterbeheerder hierin zijn eigen keuzes maakt. In paragraaf 4.6 worden een aantal aspecten genoemd die een rol kunnen spelen. De beschrijving van de methodiek beperkt zich tot de technische uitwerking op drie detailniveau's.

De eerste grove analyse is eenvoudig en wordt gebaseerd op de totale geneesmiddelenemissie in een gemiddelde situatie⁸. De concentratie in het oppervlaktewater wordt berekend door de vracht te delen door het debiet, of door een verdunningsfactor te gebruiken. Uit deze grove berekeningen volgen een aantal rwzi's die nooit hoog in de prioritering zullen eindigen. Deze kunnen bij verdere gedetailleerdere berekeningen buiten beschouwing worden gelaten. Er kunnen zich ook situaties voordoen waarbij direct duidelijk is dat een gedetailleerdere uitwerking wenselijk is. In die gevallen kan overwogen worden de eerste grove stap over te slaan.

In de volgende stap ('fijn') wordt onderscheid gemaakt naar de bron, en wordt de concentratie in het oppervlaktewater op een betrouwbaardere manier uitgerekend, door middel van een modelberekening of door de emissie-immisietoets. Indien relevant wordt de achtergrondconcentratie meegenomen. De milieurisicoindex wordt berekend op basis van kentallen per bron. Op deze wijze worden verschillen in toxiciteit tussen de afvalwaterstromen uit verschillende bronnen meegewogen in de milieurisicoindex. Deze verschillen kunnen aanzienlijk zijn (zie bijlage 3).

In de laatste stap ('fijner') worden de berekeningen per geneesmiddel uitgevoerd (en eventueel daarna gesommeerd). Om verschillen in afbraaksnelheden en seizoensinvloeden goed zichtbaar te maken is het nodig per individueel geneesmiddel te rekenen. Dit maakt het ook

⁸ Omdat in deze stap geen onderscheid gemaakt wordt naar bron van de emissie (i.e. woonwijk, ziekenhuis of zorginstelling) is de grove ranking op basis van milieurisicoindex gelijk aan die van de ranking op basis van de concentratie in het oppervlaktewater. Deze dient als referentie voor de milieurisicoindex bij de fijne berekening (om verschuivingen in prioritering op basis van risico inzichtelijk te maken).

mogelijk om de concentraties in het oppervlaktewater te toetsen aan eventuele normen of geen-effect-concentraties⁹.

In paragraaf 4.2 worden situaties besproken waarin een gedetailleerdere analyse wenselijk is. In paragraaf 4.3 t/m 4.5 worden achtereenvolgens de berekeningen van de vracht, de concentratie in het oppervlaktewater en de milieurisicoindex toegelicht. In paragraaf 4.6 tenslotte worden een aantal relevante factoren voor de bestuurlijke afweging benoemd.

4.2 WANNEER IS EEN GEDETAILLEERDE ANALYSE WENSELIJK?

Verder verfijnen van de methodiek is wenselijk als de situatie niet gemiddeld is. Dergelijke situaties kunnen bijvoorbeeld zijn:

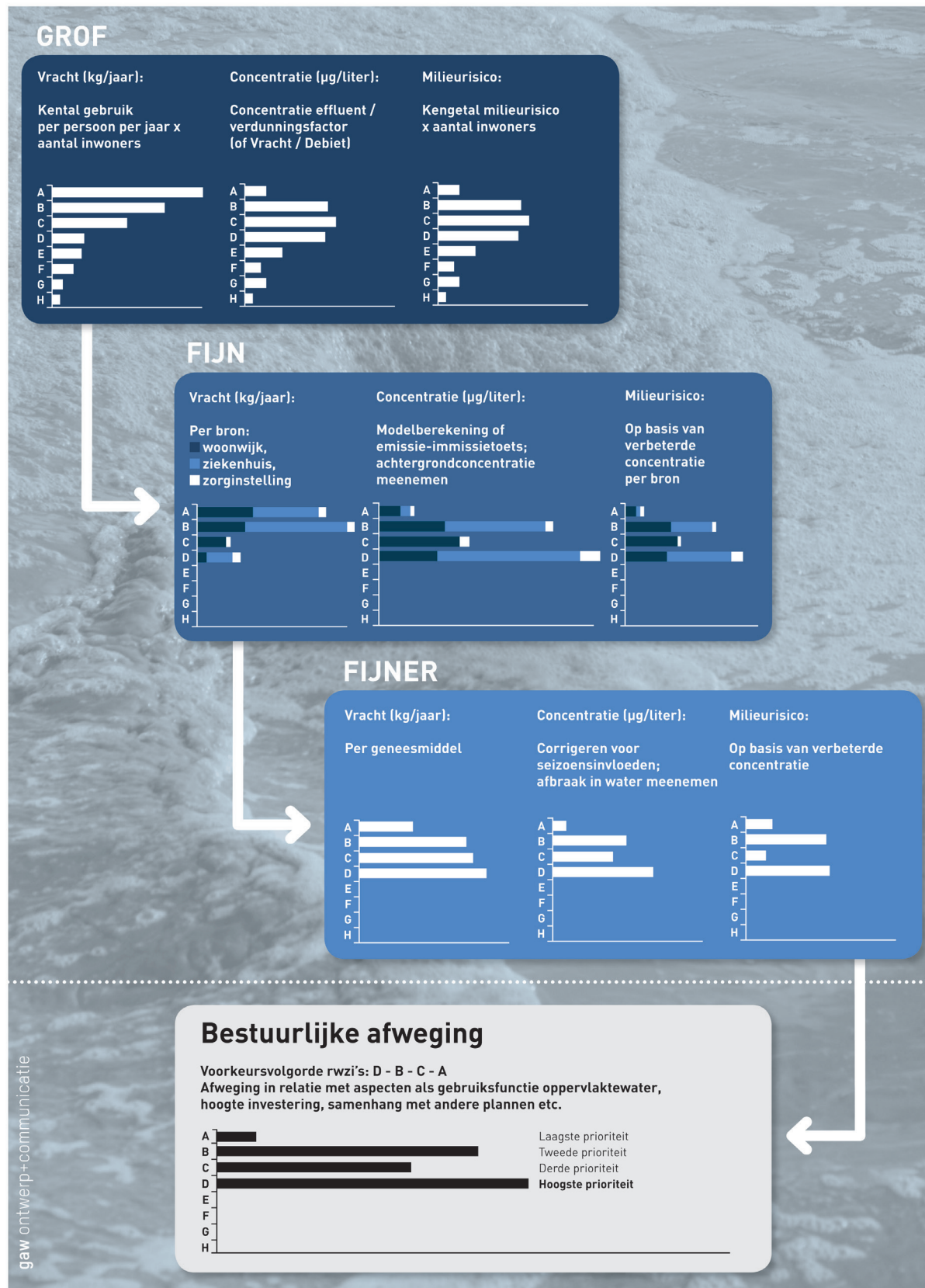
- Een groot ziekenhuis loost op een kleine rwzi
In dit geval kunnen maatregelen bij het ziekenhuis mogelijk kosteneffectief zijn, en is het zinvol om te weten welke bijdrage het ziekenhuis levert. Daarnaast worden in ziekenhuizen andere geneesmiddelen gebruikt dan in huishoudens, zoals bijvoorbeeld zwaardere antibiotica. De toxiciteit van deze geneesmiddelen is hoger dan de meer algemene middelen die in huishoudens worden gebruikt. Ziekenhuisafvalwater is dus toxischer dan afvalwater uit huishoudens. Dit kan inzichtelijk worden gemaakt door middel van de milieurisicoindex.
- De rwzi's binnen het beheersgebied verschillen in zuiveringsrendement
Bijvoorbeeld als één van de rwzi's recent is gemoderniseerd, of als één van de rwzi's juist slecht presteert. In dit geval kan het zuiveringsrendement in de berekening aangepast worden. In een gemiddelde situatie wordt uitgegaan van een zuiveringsrendement van 65%.
- Seizoensinvloeden spelen een grote rol
Het seizoen heeft zowel invloed op het geneesmiddelengebruik, de temperatuur (en daarmee de afbraak in de biologische waterzuivering en het oppervlaktewater) en de waterafvoer. Met name in situaties met een grote variatie in de verdunning in het watersysteem is het wenselijk de seizoensinvloed mee te nemen.
- Verwijdering in het oppervlaktewater
Behalve door verdunning kan de concentratie in het oppervlaktewater ook door afbraak en sorptie afnemen. Voor stromende watersystemen waarbij meerdere rwzi's op hetzelfde watersysteem lozen is het wenselijk om de afbraak in het watersysteem mee te nemen om overschatting van de concentratie stroomafwaarts te voorkomen.
- Er mag aanvoer van geneesmiddelen van bovenstrooms verwacht worden.
Allereerst leidt dit tot een hogere concentratie in het oppervlaktewater na het lozingspunt, en daardoor tot een hoger risico (en wellicht een andere ranking van locaties). Inzicht in de aanvoer van bovenstrooms is ook van belang om te kunnen bepalen waar maatregelen de grootste winst opleveren voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Als de aanvoer van bovenstrooms al groot is zal een maatregel op de betreffende rwzi weinig kwaliteitsverbetering opleveren.
- Het ontvangend water heeft een kwetsbare functie
Denk aan beschermde gebieden, bijvoorbeeld drinkwaterwingebieden of gebieden met een belangrijke natuurfunctie (i.e. Natura-2000 gebieden). In dit geval is een gedetailleerder beeld van de bronnen, type middelen en/of de milieurisicoindex wenselijk.

⁹ Voor een aantal geneesmiddelen zijn normen afgeleid in Moermond (2014). Deze normen zijn in december 2014 beleidsmatig vastgesteld. Voor andere geneesmiddelen zijn er nog niet of nauwelijks normen beschikbaar. Toxiciteitsgegevens voor geneesmiddelen worden onder andere verzameld in het STOWA-project 'Ecologische Sleutel Factor 8 – Toxiciteit' (http://watermozaiek.stowa.nl/Sleutelfactoren/ESF_m8__Toxiciteit) en binnen het Europese NORMAN-network (<http://www.norman-network.net/?q=node/50>).

FIGUUR 2

METHODIEK HOTSPOTANALYSE. PRIORITERING OP BASIS VAN VRACHT, CONCENTRATIE EN MILIEURISICO. DE UITWERKING WORDT GEÏLLUSTREERD AAN DE HAND VAN EEN ACHTTAL THEORETISCHE RWZI'S (A T/M H), DIE VERSCHILLEN IN GROOTTE, ACHTERLIGGENDE BRONNEN (ZIEKENHUIS, ZORGINSTELLINGEN EN HUISHOUDENS) EN TYPE ONTVANGEND WATER. VOOR VERDERE TOELICHTING ZIE TEKST (HOOFDSTUK 4)

Hotspotanalyse geneesmiddelen: prioriteren van rwzi's



4.3 VRACHT OP BASIS VAN KENTALLEN

KENTALLEN VOOR EMISSIE VAN GENEESMIDDELEN

De vracht geneesmiddelen kan worden berekend door gebruik te maken van kentallen voor de emissie van geneesmiddelen. Deze kentallen zijn afgeleid op basis van metingen van geneesmiddelen in afvalwater van zorginstellingen en huishoudens. Ze worden uitgedrukt in gram/persoon/jaar. Op basis van deze kentallen zijn de vrachten in influenten en effluënten van rwzi's en de bijdrage van de verschillende bronnen uit te rekenen.

De kentallen zijn afgeleid op basis van metingen bij het project Verg(h)ulde Pillen en het project ZORG (STOWA, 2011b; STOWA, 2009a) in:

- vier ziekenhuizen (afvalwater)
- acht zorginstellingen van verschillende typen (afvalwater)
- acht woonwijken (afvalwater)
- acht rwzi's (influent en effluent)

Er zijn kentallen afgeleid voor ziekenhuizen, verschillende typen zorginstellingen, woonwijken en influent en effluent van rwzi's. Er zijn kentallen op verschillend detailniveau: per individueel geneesmiddel, per groep geneesmiddel volgens de classificatie van de internationaal erkende ATC codes¹⁰, of per bron. Hoewel ieder individueel geneesmiddel zijn eigen processen ondergaat van inname tot verlaten van de rwzi, is het voor een analyse van de hotspots niet altijd nodig om op een dergelijk detailniveau in te zoomen: in eerste instantie zijn kentallen voor totaal geneesmiddelen per persoon en/of per bron voldoende. Indien meer detail gewenst is kan naar individuele middelen gekeken worden. De kentallen zijn te vinden in bijlage 2.

AFBRAAK VAN GENEESMIDDELEN IN DE RWZI

Uit de studies die de basis vormden voor het afleiden van de kentallen, zijn ook verwijderingspercentages van geneesmiddelen in de rwzi afgeleid. Deze zijn terug te vinden in bijlage 2 en 3.

Geneesmiddelen vormen een zeer diverse groep van stoffen met zeer diverse eigenschappen. Het gedrag in de rwzi kan per geneesmiddel sterk verschillen (STOWA, 2013). Dit wordt geïllustreerd door figuur 3 waarin de gemeten verwijdering in rwzi's voor diverse geneesmiddelen wordt weergegeven. De verwijdering varieert van 0 tot 100% per individuele stof¹¹. Dit betreft conventionele biologische afvalwaterzuiveringen.

Zonder extra maatregelen wordt bij een conventionele biologische afvalwaterzuivering gemiddeld ongeveer 65% van de totaalvracht geneesmiddelen in het influent verwijderd. Dit percentage is gebaseerd op de gemeten gehalten geneesmiddelen boven de rapportagegrens in het influent en effluent van rwzi's exclusief röntgencontrastmiddelen en antidiabetica¹² (STOWA, 2011a). Met aanvullende zuiveringstechnieken is het mogelijk om van de resterende vracht in het effluent nog eens tot 90% extra te verwijderen (Grontmij, 2011).

10 ATC betekent Anatomisch Therapeutische Chemische classificatie (<http://www.whocc.no/>). De ATC code is een code van zeven letter en cijfers die specifiek is voor een bepaald actief bestanddeel. De eerste letter van de code geeft de hoofdgroep aan.

11 Hierbij dient opgemerkt te worden dat verdwijnen van de uitgangsstof in een biologische zuivering niet persé betekent dat deze ook volledig verwijderd is: er ontstaat een breed scala aan afbraakproducten, die soms stabiel en/of toxischer zijn dan de uitgangsstof.

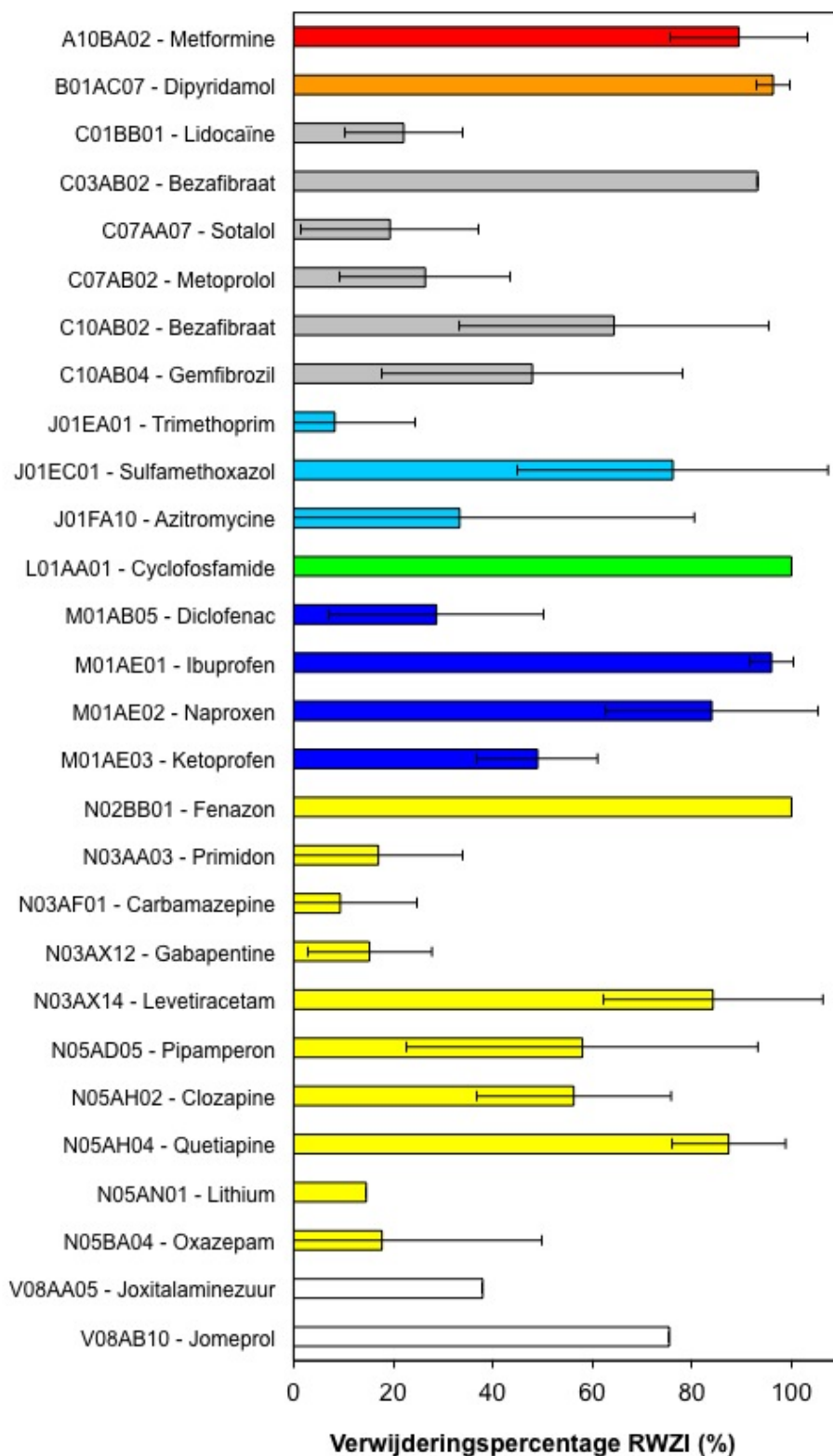
12 Röntgencontrastmiddelen en het antidiabetesmiddel metformine worden in zulke hoge concentraties gebruikt dat zij het beeld sterk vertekenen. Om deze reden, en omdat deze middelen ondanks de hoge concentraties niet noemenswaardig bijdragen aan de toxiciteit, worden ze meestal buiten beschouwing gelaten.

BENODIGDE GEGEVENS

De gegevens die nodig zijn voor de vrachtberekeningen worden samengevat in tabel 1. Tevens wordt aangegeven waar deze gegevens te vinden zijn.

FIGUUR 3

GEMIDDELDE VERWIJDERINGSPERCENTAGE OP BASIS VAN METINGEN BIJ 8 RWZI'S. HET BETREFT CONVENTIONELE BIOLOGISCHE AFVALWATERZUIVERINGEN. PER STOF IS AANGEGEVEN OP HOEVEEL BEPALINGEN (N) HET GEMIDDELDE IS GEBASEERD EN WAT DE SPREIDING (STANDAARDDEVIATIE) IS. UIT: STOWA (2011A)



TABEL 1 BENODIGDE GEGEVENS VOOR DE VRACHTBEREKENINGEN.

Benodigde gegevens	Grof	Fijn	Fijner	Bron
Rwzi's:	x	x	x	Data waterschap
aantal, ligging, rioleringsgebied per rwzi				
Aantal inwoners dat loost op rwzi*	x	x	x	http://www.cbs.nl/ > Kerncijfers wijken en buurten 2004-2014
Zorginstellingen:		x	x	www.zorgatlas.nl *; http://www.dutchhospitaldata.nl/bibliotheek/statistieken/Paginas/default.aspx ; https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_Nederlandse_ziekenhuizen ; http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/12/20/landelijke-monitor-intramurale-ggz.html
Aantal, type, ligging, rioleringsgebied, aantal bedden per instelling				
Kentallen emissie geneesmiddelen effluent	x			Bijlage 2
Kentallen emissie geneesmiddelen per bron		x		Bijlage 2
Kentallen emissie geneesmiddelen per bron per middel			x	Bijlage 2
Verwijdering in rwzi - generiek	x	x		Bijlage 2
Verwijdering in rwzi - per geneesmiddel			x	Bijlage 2
Verwijdering in rwzi - per geneesmiddel in zomer en winter			optio- neel	Opzoeken in literatuur

* de emissie van geneesmiddelen is afhankelijk van het aantal inwoners. Daarom wordt het aantal inwoners gebruikt in plaats van het aantal inwonerequivalenten (i.e.)

** de Nationale Atlas Volksgezondheid (www.zorgatlas.nl) wordt in de loop van 2015 ondergebracht onder www.volksgezondheidenzorg.info.

4.4 CONCENTRATIE (EN VERDUNNING)

ALGEMEEN

Afhankelijk van het watersysteem kan het ontvangende water al geneesmiddelen bevatten. De concentratie is de hoeveelheid geneesmiddelen in µg/l die het oppervlaktewater bevat voordat het effluent er in stroomt. Het effluent vermengt zich met het oppervlaktewater waar het op wordt geloosd en zal in bepaalde mate worden verdund, afhankelijk van het debiet in de watergang ten opzichte van het debiet van het effluent.

Beide afvoeren zijn niet constant in de tijd en dus is de mate van verdunning ook niet constant. Er bestaan zelfs situaties waarbij de stromingsrichting van het water kan omkeren afhankelijk van de aanvoer, bijvoorbeeld in boezemwateren. Er zijn verschillende methoden om verdunning mee te nemen. Op basis van de evaluatie van toegepaste methoden (zie bijlage 1) gaat de voorkeur uit naar modelberekeningen met het model SOBEK. Indien geen model beschikbaar is, kan als alternatief de emissie-immissie toets gebruikt worden.

Zeker voor grote rivieren kan de aanvoer van bovenstrooms aanzienlijk zijn (KWR, 2013; ter Laak, 2010). Dit geldt ook voor kleinere wateren waarbij stroomopwaarts rwzi's lozen. In die gevallen is het voor een realistisch beeld wenselijk bij de berekening van de concentratie en de milieurisicoindex rekening te houden met de achtergrondconcentratie.

Eenmaal in het watersysteem kunnen de geneesmiddelen door afbraak en/of sorptie uit het oppervlaktewater verwijderd worden. Deze verwijdering kan worden meegenomen in de hotspotanalyse.

WATERKWALITEITSMODELLEN

Uit een inventarisatie van de STOWA is naar voren gekomen dat vrijwel alle waterbeheerders werken met het model SOBEK om het oppervlaktewatersysteem in kaart te brengen. SOBEK is een integraal model dat zowel de waterkwantiteit als waterkwaliteit kan modeleren. Het model bestaat uit verschillende modules, onder andere voor Open Water, Rainfall-runoff en Water Quality (Deltares, 2014). Het model biedt niet alleen de mogelijkheid om de trajecten te berekenen waar een bepaald concentratieniveau wordt overschreden, maar ook het volume water dat wordt beïnvloed.

De KRW-verkenner lijkt niet geschikt als alternatief voor waterkwaliteitsberekeningen. De KRW-verkenner is een analyse-instrument voor het doorrekenen van effecten van KRW-maatregelen op de ecologische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater¹³, maar waterschappen blijken de KRW-verkenner niet of nauwelijks te gebruiken voor regionale toepassingen¹⁴. Dit heeft te maken met de ervaring dat er nog veel informatie in het model moet worden gestopt om een goed regionaal beeld te krijgen.

EMISSIE-IMMISSIETOETS

De emissie-immissietoets wordt gebruikt om de belasting van vergunningplichtige puntlozingen op oppervlaktewater te toetsen. De toets is echter ook toepasbaar in andere situaties, bijvoorbeeld om lozingen te rangschikken op relatieve bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater. De emissie-immissietoets is gebruikt in de hotspotsanalyses in Utrecht (STOWA, 2011), Gelderland (Grontmij, 2014) en Zeeland (2015).

De wijze van uitvoering van de emissie-immissietoets wordt uitgevoerd beschreven in het Handboek Immissietoets (Ministerie I&M, 2011). Dit is een aangepaste versie van de emissie-immissietoets uit CIW-nota uit 2000 (CIW, 2000). In de nieuwe versie is de methodiek zodanig aangepast dat de toets op uniforme wijze kan worden toegepast voor alle in Nederland voorkomende oppervlaktewateren, ook voor systemen met in de tijd zowel een positieve als negatieve afvoer. De mengzone verdeelt zich in dat geval naar verhouding beneden en bovenstrooms rond het lozingspunt. Wanneer verwijderingssnelheden bekend zijn als gevolg van afbraak, sorptie en dergelijke kunnen deze worden meegenomen.

Deltares heeft daarnaast een webapplicatie ontwikkeld waarmee de toets kan worden uitgevoerd. Deze is beschikbaar via <http://apps.helpdeskwater.nl/prog/extra/immissietoets/sources>. Voor details voor de uitvoering van de emissie-immissietoets wordt verwezen naar het handboek en de webapplicatie.

¹³ [Http://publicwiki.deltares.nl/display/KRWV/Deelmodules](http://publicwiki.deltares.nl/display/KRWV/Deelmodules)

¹⁴ Peiling onder de netwerkleiden van het STOWA-netwerk 'Monitoring nieuwe stoffen' op de netwerkdag op 20 mei 2014.

BENODIGDE GEGEVENS

De gegevens die nodig zijn voor de concentratieberekeningen worden samengevat in tabel 2. Tevens wordt aangegeven waar deze gegevens te vinden zijn.

TABEL 2 BENODIGDE GEGEVENS VOOR CONCENTRATIEBEREKENINGEN.
NB BIJ MODELBEREKENINGEN ZITTEN VEEL VAN DE BENODIGDE GEGEVENS AL IN HET MODEL

Benodigde gegevens	Grof	Fijn	Fijner	Bron
Rwzi's: ligging lozingspunt effluent, ontvangende oppervlaktewater, jaardebiet (gemiddeld, evt. verdeling)	x	x	x	Data waterschap
Vracht effluent	x	x	x	Berekend
Ontvangend oppervlaktewater: Verduunningsfactor óf jaardebiet	x			Data waterschap
Ontvangende oppervlaktewater: Jaardebiet (gemiddeld), afmetingen waterlichaam		x		Data waterschap
Ontvangende oppervlaktewater: Debiet (gemiddeld, seizoensvariaties), afmetingen			x	Data waterschap
Achtergrondconcentratie		x (totaal)	x (per stof)	Berekend, eventueel gemeten
Verwijderingssnelheid in oppervlaktewater		Optioneel	Optioneel	Opzoeken in literatuur

4.5 MILIEURISICOINDEX

De milieurisicoindex is een relatieve maat die uitdrukking geeft aan de toxiciteit van de geneesmiddelen die in het water terecht komen. Binnen deze hotspotanalyse zijn kentallen voor het milieurisico afgeleid, waarbij onderscheid is gemaakt naar de bron (ziekenhuis, zorginstellingen of huishoudens). Deze kentallen zijn te vinden in bijlage 3. De kentallen voor het milieurisico zijn voor het ziekenhuis aanzienlijk hoger dan voor woonwijken. Met andere woorden: het afvalwater van ziekenhuizen is aanzienlijk toxischer dan het afvalwater van woonwijken. In mindere mate geldt dit ook voor zorginstellingen. Met name in situaties waar ziekenhuizen en andere zorginstellingen aanwezig zijn, kan dit tot een andere prioritering van rwzi's leiden. Niet elk middel is even belastend voor waterorganismen, dit is afhankelijk van de toxiciteit of giftigheid. Het risico kan gewogen worden door de concentratie te delen door de toxiciteit.

Helaas ontbreken (openbare) toxiciteitsgegevens voor geneesmiddelen grotendeels. Wat wel voor alle geneesmiddelen bekend is, is welke therapeutische dosis nodig is om een bepaald therapeutisch effect te bereiken. Deze wordt uitgedrukt als de Defined Daily Dosis of DDD, een gestandaardiseerde maat voor de effectiviteit van een geneesmiddel. Hoe lager de DDD, hoe actiever de stof zich in het menselijk lichaam gedraagt. Bij gebrek aan toxiciteitsgegevens kan de DDD als een indicatie voor de toxiciteit voor waterorganismen gebruikt worden. Onder de aanname dat een geneesmiddel zich in waterorganismen gelijk gedraagt als in de mens kan zo een milieurisicoindex uitgerekend worden voor effluent of oppervlaktewater¹⁵. Dit is onder andere gedaan in STOWA (2009), STOWA (2011a) en SAZ (2011).

15 Op termijn – als er meer toxiciteitsgegevens voor waterorganismen beschikbaar zijn voor geneesmiddelen - kan een andere methode toegepast worden om het risico te bepalen, bijvoorbeeld de methode die in het project in ESF8 wordt ontwikkeld (zie voetnoot 3 voor toelichting). Dit kan echter pas als er berekeningen per individueel geneesmiddel worden uitgevoerd, dus in de stap 'fijner'.

De kentallen voor het milieurisico zijn berekend door de kentallen voor de vracht (in g/inwoner/jaar) te delen door 365 keer de DDD in (g/behandeld persoon/dag). De eenheid van de kentallen voor het milieurisico is daarmee het aantal behandelde personen per inwoner. De milieurisicoindex wordt berekend door het kental te vermenigvuldigen met het aantal inwoners dat loost op de betreffende rwzi, en wordt daarmee uitgedrukt in het aantal behandelde personen. Om ook de invloed van het ontvangende watersysteem (i.e. de verdunning) mee te nemen, kan het 'aantal behandelde personen' op een vergelijkbare manier als de vracht in de modelberekening of de emissie-imissietoets worden meegenomen, om zodoende de aantal behandelde personen per liter in het oppervlaktewater uit te rekenen.

Als alternatief voor het gebruik van de kentallen voor het milieurisico kan ook de concentratie in het oppervlaktewater (in g/l) gedeeld worden door de standaard dagdosis (in g/behandeld persoon/dag) (uitgedrukt in aantal behandelde personen per dag). Dit kan echter alleen als de concentraties voor de individuele middelen bekend zijn, dat wil zeggen in de stap 'fijner'.

BENODIGDE GEGEVENS

De gegevens die nodig zijn voor de milieurisicoindex worden samengevat in tabel 3. Tevens wordt aangegeven waar deze gegevens te vinden zijn.

TABEL 3 BENODIGDE GEGEVENS VOOR DE BEREKENING VAN DE MILIEURISICOINDEX

Benodigde gegevens	Grof	Fijn	Fijner	Bron
Aantal inwoners dat loost op rwzi*	x	x	x	Data waterschap
Kentallen milieurisico effluent	x			Bijlage 3
Kentallen milieurisico per bron		x		Bijlage 3
Kentallen milieurisico per bron per middel			x	Bijlage 3
Alternatief				
Concentratie oppervlaktewater			x	Berekend
Standaard dagdosis (DDD)			x	Bijlage 3

* de emissie van geneesmiddelen is afhankelijk van het aantal inwoners. Daarom wordt het aantal inwoners gebruikt in plaats van het aantal inwonerequivalenten (i.e.).

4.6 BESTUURLIJKE AFWEGING

De methodiek geeft een technische uitwerking van de prioritering op basis van vracht, concentratie en milieurisico. Daarnaast zijn er ook andere factoren, die een prioritering kunnen beïnvloeden. Deze factoren dienen door de waterbeheerder meegewogen te worden in de uiteindelijke prioritering en de keuze voor eventuele maatregelen.

Relevante factoren zijn bijvoorbeeld:

- De functie van het ontvangende oppervlaktewater. Kwetsbare functies kunnen tot een hogere prioriteit leiden. Denk aan bijvoorbeeld aan natuurgebieden, gebruik als bron voor drinkwaterbereiding of beschermde gebieden binnen de Kaderrichtlijn Water¹⁶.
- De afstand tot het gebied met een bepaalde functie.
- De aanwezigheid van bovenstroomse bronnen.
- De kosten van eventuele maatregelen.

¹⁶ <http://www.helppdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijn-water/beschermde-gebieden/>

- De samenhang met andere ontwikkelingen, bijvoorbeeld de noodzaak om een rwzi op korte termijn te vervangen of de mogelijkheid om afvalwater van ziekenhuizen of zorginstellingen apart aan te pakken (bijvoorbeeld bij nieuwbouw).
- De ambitie van het waterschapsbestuur.
- Ongerustheid van omwonenden.

Zoals in paragraaf 1.4 reeds is aangegeven wordt de wijze waarop deze bestuurlijke afweging tot stand komt niet uitgewerkt in de methodiek, enerzijds omdat het lastig is hiervoor algemene regels af te leiden, en anderzijds ook omdat iedere waterbeheerder hierin eigen keuzes maakt.

5

LITERATUUR

- Arcadis (2015). Hotspots geneesmiddelen in Fryslân met behulp van waterkwaliteitsmodellen. In opdracht van Wetterskip Fryslân.
- CIW (2000). Emissie-Immissie, prioritering van bronnen en de immissietoets. Commissie Integraal Waterbeheer (CIW), juni 2000.
- Coppens, L., J. van Gils, T. ter Laak, B. Raterman & A. van Wezel (2014). Impact van rwzi's op geneesmiddelconcentraties in kwetsbaar oppervlaktewater. H2O-online 15 november 2014.
- Deltares (2014). SOBEK. 1D/2D modelling suite for integral water solutions. Deltares Systems. Informatiefolder. Zie ook <https://www.deltares.nl/en/software/sobek/#7>.
- Grontmij (2015). Hotspotanalyse emissie medicijnresten in Flevoland. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland. Grontmij Nederland BV, De Bilt. Projectnummer 340355.
- Grontmij (2014). Quick scan geneesmiddelen Provincie Gelderland. Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit geneesmiddelen. In opdracht van Provincie Gelderland. Grontmij Nederland BV, De Bilt. Projectnummer 337445. Referentienummer GM-0141870.
- Grontmij (2011). Zuivering geneesmiddelen uit afvalwater. Eindrapportage. In opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Grontmij, Houten. Grontmij projectnr 285866.
- Heeringa, Johanna (2013). Medicijnverontreiniging in het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Stageverslag in opdracht van Wetterskip Fryslân.
- Hoogheemraadschap van Rijnland (2015). Persoonlijke communicatie met Anna Koenis over de tussenresultaten van een hotspotanalyse rwzi's.
- Hut, R., N. van de Giesen & C. Houtman (2013). Medicinal footprint of the population of the Rhine basin Environ. Res. Lett. 8 044057. <http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/4/044057/article>
- IAWR, IAWD, AWE, AWWR & RIWA-Maas (2013). Memorandum regarding the protection of European rivers and watercourses in order to protect the provision of drinking water.
- KWR (2013). Geneesmiddelen in de Watercyclus in Limburg. Fase 1: Voorkomen, herkomst en ernst van geneesmiddelen in het watersysteem. KWR rapport 2013.011, februari 2013.
- Laak, T.L. ter, van der Aa, M., Houtman, C., Stoks, P., van Wezel, A., 2010. Temporal and spatial trends of pharmaceuticals in the Rhine. Association of River Waterworks, RIWA, Nieuwegein, the Netherlands, p. 44. http://www.riwa-rijn.org/uploads/tx_deriva/169_pharmas_trends.pdf.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011). Handboek Immissietoets. Toetsing van lozingen op effecten voor het oppervlaktewater. Uitgevoerd door RWS-Waterdienst.
- Moermond C.T.A. (2014). Environmental risk limits for pharmaceuticals. Derivation of WFD water quality standards for carbamazepine, metoprolol, metformin and amidotrizoic acid. RIVM Letter Report 270006002/2014.

Muis, Judith (2013). Geneesmiddelen in het Vechtstroomgebied. Probleemanalyse en verkenning van maatregelen. Stageverslag in opdracht van waterschap Regge en Dinkel.

SAZ (2011). Zeeuwse situatie emissie geneesmiddelen. Een inschatting van de milieurisico's voor het oppervlaktewater. Samenwerking Afvalwaterketen Zeeland (SAZ) / Waterschap Scheldestromen.

STOWA (2009). Verg(h)ulde pillen, eindrapport deel B. Case studies bij het Refaja Ziekenhuis te Stadskanaal, het St. Anthoniusziekenhuis te Nieuwegein en het Leids Universitair Medisch Centrum. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Utrecht. STOWA rapport 2009-06 en bijbehorende werkrapporten 2009-W01 t/m W03 (3 individuele rapporten).

STOWA (2010). Inventarisatie gebruik en investeringen in modellen door waterbeheerders. Conceptrapport. Royal Haskoning, 's Hertogenbosch. Projectnr. 9V6779. In opdracht van Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort.

STOWA (2011a). Inventarisatie van emissie van geneesmiddelen uit zorginstellingen. ZORG, Deel C. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort. STOWA rapport 2011-02.

STOWA (2011b). Gebiedstudie geneesmiddelen provincie Utrecht. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort. STOWA rapport 2011-09.

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.

STOWA (2014). Microverontreinigingen in het water. Een overzicht. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort. STOWA rapport 2014-45.

BIJLAGE 1

EVALUATIE TOEGEPASTE METHODEN

ALGEMEEN

Als uitgangspunt voor de op te stellen methodiek voor hotspotanalyse van geneesmiddelen zijn de volgende studies geëvalueerd:

- 1 Gebiedstudie geneesmiddelen provincie Utrecht (STOWA, 2011).
- 2 Zeeuwse situatie emissie geneesmiddelen. Een inschatting van de milieurisico's voor het oppervlaktewater (SAZ, 2011).
- 3 Medicijnverontreiniging in het beheergebied van Wetterskip Fryslân (Heeringa, 2013).
- 4 Geneesmiddelen in het Vechtstroomgebied. Probleemanalyse en verkenning van maatregelen (Muis, 2013).
- 5 Geneesmiddelen in de Watercyclus in Limburg. Fase 1: Voorkomen, herkomst en ernst van geneesmiddelen in het watersysteem (KWR, 2013).

In tabel 1 worden de kenmerken van deze studies samengevat. Elk van de onderdelen (emissie, watersysteem en risico) wordt hieronder in meer detail besproken. Tenslotte worden een aantal belangrijke conclusies uit een eerste globale landelijke studie van Coppens et al. (2014) beschreven.

EMISSIE

Bij de vergelijking van de reeds toegepaste methodes valt op dat de emissiekant uitgebreid uitgewerkt is, terwijl het watersysteem en de risicoanalyse veel minder goed zijn uitgewerkt. Deze uitgebreide uitwerking van de emissiekant is te verklaren vanuit de gedachte dat ziekenhuizen en andere zorginstellingen mogelijk een grote bijdrage aan de vracht van geneesmiddelen zouden leveren en daarmee een mogelijk aangrijpingspunten voor maatregelen zouden vormen. Om deze reden zijn apart kentallen afgeleid voor ziekenhuizen en zorginstellingen. In de praktijk blijkt het aandeel van ziekenhuizen en zorginstellingen in de meeste situaties minder groot dan aanvankelijk gedacht (STOWA, 2013).

In elke methodiek is een andere methode gebruikt om de emissie in beeld te brengen. In Fryslân is de emissie gemeten (Heeringa, 2013).

In het Vechtstroomgebied is gebruik gemaakt van een voorspellingsmodel. De influentvracht is berekend uit gegevens over de verstrekte geneesmiddelen, afkomstig uit de GIPdatabank¹⁷, na correctie voor metabolisme in de mens door middel van een excretiefactor. Bij het berekenen van de effluentvracht is rekening gehouden met de invloed van het seizoen of de afbraak door te rekenen met maximale en minimale verwijdering in respectievelijk zomer en winter (Muis, 2013).

Bij de andere studies zijn kentallen voor de emissie van geneesmiddelen gebruikt, afkomstig uit STOWA (2011a). Er zijn wel verschillen in het detailniveau van de berekeningen. In de gebiedsstudie in Utrecht (STOWA, 2011b) is de influentvracht berekend op basis van de kentallen voor totaal geneesmiddelen in gram per persoon per jaar gebruikt, waarbij onderscheid

17 In de GIPdatabank wordt informatie verzameld door het College van Zorgverzekeringen over het gebruik van genees- en hulpmiddelen over een periode van vijf jaar. Het betreft uitsluitend de geneesmiddelen die via openbare apotheken zijn verstrekt.

is gemaakt naar de emissiebron (woonwijk, ziekenhuis en diverse typen zorginstellingen). De effluentvracht is berekend op basis van een gemiddeld verwijderingspercentage in de rwzi van 65%.

Bij de studies in Zeeland (SAZ, 2011) en Limburg (KWR, 2013) zijn de kentallen en verwijderingspercentages voor individuele stoffen gebruikt. Ook hier is onderscheid gemaakt naar de emissiebron.

TABEL 1

KENMERKEN VAN DE TOEGEPASTE METHODEN VOOR HOTSPOTANALYSE VAN GENEESMIDDELEN (STOWA, 2011B; ANONIEM, 2011; HEERINGA, 2013; MUIS, 2013; KWR, 2013)

Studie	Emissie Concentratie in influent o.b.v.	Onderscheid bron (zkh, zorg, woonwijk)	Afbraak in zuivering	Milieurisico meegewogen?	Berekening emissie	Watersysteem Concentratie / verdunning in oppervlaktewater o.b.v.	Gecorrigeerd voor verwijdering in oppervlaktewater?	Risico Risico o.b.v.	Functie water meegewogen?	Overig Verificatie concentratie d.m.v. metingen?
Utrecht	Kentallen (totaal geneesmiddelen)	Ja, aandeel in influent rwzi	65% voor alle middelen	Nee	Vracht influent naar bron, vracht effluent	Emissie-immisietoets CIW (toetsing concentratie op afstand L van lozingspunt)	Nee	Concentratie oppervlaktewater	Nee	Ja (influent, effluent en opp.water stroomopwaarts en stroomafwaarts) Ja (effluent)
Zeeland	Kentallen (voor Refaja ziekenhuis)	Ja, aandeel in milieurisicoindex effluent	Op stofniveau	Milieurisicoindex effluent o.b.v. DDD (conform ZORG en Verghulde Pillen)	Milieurisicoindex in effluent naar bron (totaal en per stof)	Vermenigvuldiging milieurisicoindex in effluent met correctiefactor afhankelijk van lengte van ontvangend regionaal oppervlaktewater	Nee	Milieurisicoindex * correctiefactor	Nee	
Fryslân	N.v.t. (alleen effluent)	Nee	n.v.t.	Nee	N.v.t.; Gemeten concentraties effluent (gemiddeld)	Fractieanalyse aandeel rwzi in oppervlaktewater (model SOBEK)	Nee	Concentratie oppervlaktewater	Nee	Gebaseerd op metingen effluent
Vecht	Voorspellingsmodel, consumptie o.b.v. GIP- databank (openbare apothek), gecorrigeerd voor excretie	Nee (n.v.t.), aanwezigheid ziekenhuizen en zorginstellingen wel geinventariseerd	Op stofniveau; zomer maximaal, winter minimaal	Nee	Voorspellingsmodel: vracht influent, vracht effluent, vracht na afbraak in opp. water, concentratie op meetpunt	Debieten en stoomsnelheden zomer, winter en jaargemiddelde	Gecorrigeerd voor afbraak (o.b.v. metingen biozone rwzi Ootmarsum)	Concentratie oppervlaktewater gecorrigeerd voor afbraak	Nee	Ja (opp.water)
Limburg	Kentallen (per geneesmiddel)	Ja, aandeel in effluent rwzi	Op stofniveau	Nee	Vracht effluent	N.v.t. (vracht effluent vergeleken met vracht oppervlaktewater o.b.v. metingen)	N.v.t.	N.v.t.	Nee	Ja (opp.water)

WATERSYSTEEM

Er zijn verschillende methoden toegepast om verdunning mee te nemen o.a.:

- 1 Modelberekening met het programma SOBEK (Heeringa, 2013)
- 2 De emissie-immissietoets van CIW (STOWA, 2011b)
- 3 Een correctiefactor voor lengte van het regionaal watersysteem (SAZ, 2011)
- 4 Een voorspellingsmodel (Muis, 2013)

De immissietoets die gebruikt is in Utrecht (STOWA, 2011b) is gebaseerd op de methodiek uit de CIW-nota 2000. Deze methodiek is in 2011 herzien.

De afbraak in het watersysteem is alleen in het voorspellingsmodel voor het Vechtstroomgebied meegenomen (Muis, 2013). De afbraaksnelheden werden gebaseerd op onderzoek in de biozone achter rwzi Ootmarsum, onder zomer- en winteromstandigheden.

Bij alle toegepaste methoden zijn metingen uitgevoerd om de berekende concentratie in effluent en/of oppervlaktewater te verifiëren. Deze metingen hebben aangetoond dat de berekeningen op basis van kentallen en de verificatiemetingen over het algemeen niet meer dan een factor twee verschillen (STOWA, 2011a; SAZ, 2011; KWR, 2013). Dit bevestigt de waarde en geldigheid van de kentallen.

RISICO

In de geëvalueerde studies is de risico-inschatting gebaseerd op de concentratie in het oppervlaktewater. Strikt genomen is dit niet correct, het risico wordt immer bepaald door de combinatie van blootstelling en de toxiciteit van een stof. De concentratie geeft alleen inzicht in de blootstelling.

Verschillen in de toxiciteit van de geneesmiddelen per emissiebron zijn alleen meegenomen in de Zeeuwse situatie. Hier is de milieurisico-index van de stoffen in het effluent berekend door de jaarvracht te delen door de Defined Daily Dosis (de standaard dagdosering van een geneesmiddel; deze wordt gebruikt als maat voor de toxiciteit) (zie paragraaf 2.1 en 4.5).

De berekening van de milieurisico-index geeft nieuwe inzichten. Het aandeel van ziekenhuizen in de milieurisico-index (19,5%) blijkt aanzienlijk groter dan op basis van de vracht (2,9%), hetgeen betekent dat het ziekenhuisafvalwater aanzienlijk toxischer is dan het afvalwater uit de woonwijk. In mindere mate geldt dit ook voor verpleeg- en verzorgingshuizen (16% van de milieurisico-index en 12% van de vracht). Verder blijken van de 40 onderzochte stoffen er 7 bepalend te zijn voor 90% van de milieurisico-index (SAZ, 2011).

De functie van het ontvangende water is in géén van de studies meegewogen.

LANDELIJKE STUDIE

In de studie van Coppens et al. (2014) is een eerste globale, landsdekkende prioritering van rwzi's gemaakt op basis van de emissie van geneesmiddelen. Met behulp van de emissiemodule in de KRW-verkenner zijn op basis van de consumptie en stoffeigenschappen concentraties van voorbeeldstoffen in effluent en oppervlaktewater berekend. Hierbij zijn ook seizoensinvloeden en de functie van het ontvangende oppervlaktewater meegenomen. Het resultaat is een landelijk beeld van impact factors per rwzi. De gebruikte emissiemodule en de KRW-verkenner zijn vrij grofmazig. De waterschappen hebben aangegeven behoefte te hebben aan een betere inbreng van specifieke gebiedskennis en de mogelijkheid om bestuurlijke afwegingen binnen het waterschap mee te nemen. Ook de wijze waarop de functie van het ontvangende water is meegewogen roept vragen en discussie op.

Uit Coppens et al. (2014) kunnen al wel een aantal belangrijke conclusies worden getrokken:

- Meer dan tweederde van de waterlichamen wordt niet substantieel beïnvloed door rwzi's.
- Voor de meeste waterlichamen die beïnvloed worden door rwzi-effluent, is de Nederlandse bijdrage van overheersend belang.
- Ongeveer een vijfde van alle Nederlandse rwzi's blijkt verantwoordelijk voor het leeuwendeel van de impact voor de drinkwaterfunctie. Voor gebieden met een hoge natuurfunctie (Natura 2000 gebieden) is dit ongeveer twee vijfde. Rwzi's met een grote capaciteit hebben vaker invloed.

Bij lage afvoer wordt via beheersmaatregelen water vastgehouden en herverdeeld. Onder die omstandigheden worden, zeker in het lage westen van Nederland, waterlichamen beïnvloed, die daar bij hoge afvoer geen rwzi-effluent ontvangen.

BIJLAGE 2

KENTALLEN VOOR EMISSIEBEREKENINGEN

Groen kentallen voor berekening 'grof'
 Oranje kentallen voor berekening 'fijn'
 Rood kentallen voor berekening 'fijner'

Kentallen vrachten effluenten op basis van metingen (gram/persoon/jaar); -- niet bekend of niet te bepalen

	Ziekenhuizen	verpleeg- en verzorgingshuizen	instellingen voor gehandicapten	GGZ instellingen	Woonwijken	influent RWZI	effluent RWZI	% verwijdering	DDD (g/persoon/dag)
Type geneesmiddel									
A - Spijsvertering (metformine)		26,6	6,1	17,6	5	6,7	0,5		
A10BA02 - Metformine		26,63	6,08	17,56	5	6,7	0,5	89	2
B - Bloed- en bloedvormende organen		1,1	0,59	0,18	0,2	0,3	0,01		
B01AC07 - Dipyridamol		1,1	0,59	0,18	0,17	0,25	0,01	96	0,45
C - Hart- en vaatmiddelen	2,3	1,8	0,7	0,7	0,3	0,6	0,4		
C01BB01 - Lidocaine		0,03	0	0,01	0,01	0,02	0,01	22	0,15
C04AD03 - Pentoxifylline	0,004							22	0,65
C07AA05 - Propanolol	0,08							0	0,16
C07AA07 - Sotalol	0,69	0,83	0,41	0,06	0,1	0,11	0,1	19	0,4
C07AB02 - Metoprolol	0,40	0,54	0,22	0,25	0,19	0,35	0,24	26	0,175
C07AB03 - Atenolol	0,34							-	0,075
C10AB02 - Bezafibraat	0,01	0,17	0,01	0,32	0,003	0,02	0,01	64	0,5
C10AB04 - Gemfibrozil	0,81	0,27	0,03	0,11	0,02	0,08	0,04	48	1,2
J - Anti-infectiemiddelen (antibiotica)	15,2	0,2	0,4	0,3	0,05	0,05	0,03		
J01AA02 - Doxycycline		0,12						-	0,1
J01CA04 - Amoxicilline		1,59						-	1
J01EA01 - Trimethoprim		0,83	0,08	0,06	0,03	0,01	0,01	8	0,3
J01EB03 - Sulfadimidine		0,05						-	4
J01EB04 - Sulfapyridine		0,17						-	1
J01EC01 - Sulfamethoxazol		1,75	0,29	0,28	0,02	0,04	0,01	76	2
J01EC02 - Sulfadiazine		0,004						-	0,6
J01FA01 - Anhydro-erythromycine		1,09						-	1
J01FA09 - Clarithromycine		0,15			0,003		0,002	-	0,75
J01FA10 - Azithromycine		0,16		0,01			0,01	33	1,25
J01FF01 - Clindamycine		0,03						-	1,5
J01MA02 - Ciprofloxacin		7,76						-	0,75
J01MA04 - Enoxacin		0,05						-	0,8
J01MA06 - Norfloxacin		1,41						-	0,8
L - Immunomodulerend	0,1					0,001			
L01AA01 - Cyclofosfamide		0,08				0,001		100	-
L01AA06 - Ifosfamide		0,01						-	-
L01XA01 - Pt		0,04						-	-
M - Spier- en skeletstelsel	4,8	0,9	1,5	2,5	1	1,2	0,07		
M01AB05 - Diclofenac		0,22	0,09	0,1	0,05	0,02	0,02	29	0,135
M01AE01 - Ibuprofen		2,33	0,31	0,68	0,48	0,53	0,01	96	1,2
M01AE02 - Naproxen		2,30	0,53	0,67	1,52	0,49	0,58	84	0,5
M01AE03 - Ketoprofen			0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,003	49
N - Zenuwstelsel	0,2	3,8	8,4	7,6	0,3	1	0,5		
N02BB01 - Fenazon					0,0005	0,0004	0,0008	100	3
N02BB04 - Propyfenazon		0,05						-	3
N02BE03 - Fenacetine		0,004						-	1,8
N03AA03 - Primidon			0,26	0,92			0,001	17	1,375
N03AF01 - Carbamazepine		0,13	1,11	0,24	0,02	0,05	0,05	9	1,05
N03AX12 - Gabapentine			0,44	0,53	1,5	0,08	0,24	15	2,25
N03AX14 - Levettiracetam			1,42	5,77	1,37	0,09	0,29	84	1,75
N05AD05 - Pipamperon			0,09	0,33	0,29	0,01	0,21	58	0,22
N05AH02 - Clozapine			0,42	0,06	1,3	0,04	0,08	56	0,156
N05AH04 - Quetiapine			0,11	0,06	0,32	0,01	0,09	87	0,425
N05BA01 - Diazepam		0,004					0,02	-	0,01
N05BA04 - Oxazepam			0,81	0,26	1,68	0,05	0,06	18	0,08
N06AX16 - Venlafaxine		0,047						-	0,1
Overig	1,6				0,002				
D10AX05 - Dapson		0,05						0	-
P01AB01 - Metronidazol		1,26			0,002			-	2
QJ01MA90 - Enrofloxacin		0,15						-	-
R03AC02 - Salbutamol		0,05						-	0,012
V - Varia (röntgencontrastmiddelen)	507								
V08AA01 - Amidotrizoïnezuur		17,34						-	-
V08AA05 - Joxitalaminezuur		21,02						-	-
V08BA02 - Jothexol		0,24						-	-
V08BA03 - Joxaglinezuur		0,28						-	-
V08BA04 - Jopamidol		0,02						-	-
V08BA05 - Jopromide		142,51						-	-
V08BA10 - Jomeprol		274,12						-	-
V08AC04 - Iodipamide		0,08						-	-
V08BA01 - Ba		50,14						-	-
V08CA01 - Gd		1,28						-	-
Totaal	531,2	34,5	17,6	28,9	6,8	9,7	1,5	81*	
Totaal excl röntgencontrastmiddelen en metformine	24,2	7,9	11,5	11,3	1,8	3	1	65	

* exclusief röntgencontrastmiddelen

BIJLAGE 3

KENTALLEN VOOR MILIEURISICOINDEX

BEREKENINGEN

Groen kentallen voor berekening 'grof'
 Oranje kentallen voor berekening 'fijn'
 Rood kentallen voor berekening 'fijner'

Kentallen milieurisico effluënten op basis van metingen (aantal behandelde personen per inwoner); -= niet bekend of niet te bepalen

	Ziekenhuizen	verpleeg- en verzorgingshuizen	instellingen voor gehandicapten	GGZ instellingen	Woonwijken	influent RWZI	effluent RWZI	% verwijdering	DDD (g/persoon/dag)
Type geneesmiddel									
A - Spijvertering (metformine)		0,03648	0,00833	0,02405	0,00685	0,00918	0,00068		
A10BA02 - Metformine		0,03648	0,00833	0,02405	0,00685	0,00918	0,00068	89	2
B - Bloed- en bloedvormende organen		0,00670	0,00359	0,00110	0,00104	0,00152	0,00006		
B01AC07 - Dipyridamol		0,00670	0,00359	0,00110	0,00104	0,00152	0,00006	96	0,45
C - Hart- en vaatmiddelen		0,02682	0,01623	0,00638	0,00651	0,00390	0,00689	0,00477	
C01BB01 - Lidocaine		0,00002	0,00055	0,00000	0,00018	0,00037	0,00018	22	0,15
C04AD03 - Pentoxifylline		0,00141						22	0,65
C07AA05 - Propanolol		0,00472	0,00568	0,00281	0,00041	0,00068	0,00068	0	0,16
C07AA07 - Sotalol		0,00632	0,00845	0,00344	0,00391	0,00297	0,00548	19	0,4
C07AB02 - Metoprolol		0,01245					0,00376	26	0,175
C07AB03 - Atenolol		0,00004	0,00093	0,00005	0,00175	0,00002	0,00011	-	0,075
C10AB02 - Bezafibraat		0,00185	0,00062	0,00007	0,00025	0,00005	0,00018	64	0,5
C10AB04 - Gemfibrozil		0,05535	0,00059	0,00113	0,00095	0,00031	0,00015	48	1,2
J - Anti-infectiemiddelen (antibiotica)									
J01AA02 - Doxycycline		0,00322						-	0,1
J01CA04 - Amoxicilline		0,00437						-	1
J01EA01 - Trimethoprim		0,00755	0,00046	0,00073	0,00055	0,00027	0,00009	8	0,3
J01EB03 - Sulfadimidine		0,00003						-	4
J01EB04 - Sulfapyridine		0,00047						-	1
J01EC01 - Sulfamethoxazol		0,00240	0,00014	0,00040	0,00038	0,00003	0,00005	76	2
J01EC02 - Sulfadiazine		0,00002						-	0,6
J01FA01 - Anhydro-erythromycine		0,00299						-	1
J01FA09 - Clarithromycine		0,00053			0,00001		0,00001	-	0,75
J01FA10 - Azitromycine		0,00035			0,00002		0,00002	33	1,25
J01FF01 - Clindamycine		0,00006						-	1,5
J01MA02 - Ciprofloxacin		0,02835						-	0,75
J01MA04 - Enoxacin		0,00018						-	0,8
J01MA06 - Norfloxacin		0,00482						-	0,8
L - Immunomodulerend									
L01AA01 - Cyclofosfamide		-				-		100	-
L01AA06 - Ifosfamide		-				-		-	-
L01XA01 - Pt		-						-	-
M - Spier- en skeletstelsel		0,02239	0,00580	0,00744	0,01199	0,00437	0,00518	0,00065	
M01AB05 - Diclofenac		0,00448	0,00183	0,00203	0,00101	0,00041	0,00061	29	0,135
M01AE01 - Ibuprofen		0,00532	0,00071	0,00155	0,00192	0,00110	0,00121	96	1,2
M01AE02 - Naproxen		0,01259	0,00290	0,00367	0,00833	0,00268	0,00318	84	0,5
M01AE03 - Ketoprofen			0,00037	0,00018	0,00073	0,00018	0,00018	49	0,15
N - Zenuwstelsel		0,0028095	0,0409832	0,0275472	0,0924703	0,0023669	0,0075894	0,0045527	
N02BB01 - Fenazon						0,0005	0,0004	100	3
N02BB04 - Propyfenazon		0,00004						-	3
N02BE03 - Fenacetine		0,00001						-	1,8
N03AA03 - Primidon			0,00052	0,00183			0,00000	17	1,375
N03AF01 - Carbamazepine		0,00033	0,00128	0,00290	0,00063	0,00005	0,00013	9	1,05
N03AX12 - Gabapentine			0,00054	0,00065	0,00183	0,00010	0,00029	15	2,25
N03AX14 - Levitiracetam			0,00222	0,00903	0,00214	0,00014	0,00045	84	1,75
N05AD05 - Pipamperon			0,00112	0,00411	0,00361	0,00012	0,00262	58	0,22
N05AH02 - Clozapine			0,00738	0,00105	0,02283	0,00070	0,00140	56	0,156
N05AH04 - Quetiapine			0,00071	0,00039	0,00206	0,00006	0,00058	87	0,425
N05BA01 - Diazepam		0,00114						-	0,01
N05BA04 - Oxazepam			0,02774	0,00890	0,05753	0,00068	0,00171	18	0,08
N06AX16 - Venlafaxine		0,00129						-	0,1
Overig		0,01291			0,00000				
D10AX05 - Dapson		-						0	-
P01AB01 - Metronidazol		0,00173			0,00000			-	2
QJ01MA90 - Enrofloxacin		-						-	-
R03AC02 - Salbutamol		0,01118						-	0,012
V - Varia (röntgencontrastmiddelen)									
V08AA01 - Amidotrizoïnezuur		-						-	-
V08AA05 - Joxitalaminezuur		-						-	-
V08BA02 - Jhexol		-						-	-
V08BA03 - Joxaglinezuur		-						-	-
V08BA04 - Jopamidol		-						-	-
V08BA05 - Jopromide		-						-	-
V08BA10 - Jomeprol		-						-	-
V08AC04 - Iodipamide		-						-	-
V08BA01 - Ba		-						-	-
V08CA01 - Gd		-						-	-
Totaal	0,12027	0,10679	0,05441	0,13708	0,01884	0,03051	0,01085	81*	
Totaal min röntgencontrastmiddelen en metformine	0,12027	0,07031	0,04608	0,11302	0,01199	0,0213276	0,0101668	65	

* exclusief röntgencontrastmiddelen