

SMWK-1803



Samenwerken aan schoner water in het Maasstroomgebied

Resultaten op hoofdlijnen van onderzoek naar
verwijdering microverontreinigingen met poederkool (PACAS) en
regionale hotspotanalyse medicijnresten



De essentie

Schone Maaswaterketen

De aandacht voor medicijnresten en opkomende stoffen, zoals industriële verontreinigingen, is sterk toegenomen. Dit vormde de aanleiding voor de waterschappen en waterbedrijven langs de Maas om de handen ineen te slaan. Wij werken als *Schone Maaswaterketen* samen onder het motto *De Maas kan en moet schoner*. Wij zijn de samenwerking gestart met twee projecten:

1. Het verkennen van de mogelijkheden van het toepassen van poederkooldosering in het actief slib proces ('PACAS') om microverontreinigingen uit afvalwater te verwijderen.
2. Het in beeld brengen van de effecten van aanvullende zuivering op de waterkwaliteit in het Maasstroomgebied ('regionale hotspotanalyse').

Zuiveren met PACAS

De PACAS techniek is getest op de rwzi Papendrecht van waterschap Rivierenland. De dosering van poederkool is daarbij ingepast in de bestaande zuivering. Er is weinig ruimte nodig. PACAS is breed en flexibel inzetbaar.

Ten opzichte van het effluent van de bestaande zuivering neemt bij een dosering van 15 mg/l poederkool de hoeveelheid organische microverontreinigingen in het effluent met meer dan de helft af. Ook de ecotoxiciteit van het effluent neemt af: de zogenaamde Simoni score wordt ruim gehalveerd.

De kosten van PACAS variëren van 2 eurocent (lage dosering,

grote rwzi) tot 7,5 eurocent (hoge dosering, kleine rwzi) per kubieke meter.

De milieubelasting is gemiddeld ten opzichte van andere verwijderingstechnieken. Verbetering is mogelijk bij toepassen van niet-fossiele grondstoffen, zoals kokosschalen, of wellicht hergebruik van granulaire kool uit de drinkwaterbereiding.

PACAS blijkt geen negatieve invloed te hebben op de bedrijfsvoering en op de verwijdering van stikstof en zuurstofverbruik. Slibindikking en slibontwatering verbeteren enigszins.

Effecten op de waterkwaliteit in het Maasstroomgebied

De landelijke hotspotanalyse medicijnresten is als vertrekpunt genomen voor de analyse van effecten van aanvullende zuivering. Eerst is een aantal criteria toegevoegd die het effect van de effluentlozing beschrijven, zoals de oeverlengte waarover beïnvloeding plaatsvindt. Vervolgens zijn de wateren waarop de rwzi's lozen gewaardeerd. Een lozing op een natte natuurparel telt zwaarder dan een lozing op een kanaal.

De rwzi's zijn vervolgens kwalitatief met een + of een - gewaardeerd op de effectcriteria en op de ecologische waarde van het ontvangende water. Op basis van de balans van plussen en minnen zijn de rwzi's geprioriteerd.

De tien hoogst scorende rwzi's uit de eindlijst bepalen voor 70% de invloed van effluentlozingen (uitgedrukt als beïnvloede

oppervlakte benedenstroomse wateren). Deze rwzi's zijn te beschouwen als 'hotspots' binnen het Nederlandse deel van het Maasstroomgebied. Toepassing van PACAS op de tien zuiveringen vraagt jaarlijks 5 miljoen euro, ofwel gemiddeld iets meer dan 1½ euro per inwoner binnen het Maasstroomgebied.

Voor de drinkwaterbereiding maakt het niet op welke rwzi medicijnresten worden verwijderd, zolang de rwzi zich maar bovenstrooms van een innamepunt bevindt. Met de tien hotspot rwzi's kan bijna de helft van de totale binnenlandse belasting van de Maas met medicijnresten worden aangepakt. De te bereiken reductie is afhankelijk van de toegepaste verwijderingstechniek.

De lijst met prioritering van rwzi's kan gebruikt worden voor een nadere verdiepingsslag per waterschap.

Voortzetten samenwerking

De waterbeheerders en waterbedrijven langs de Maas hebben elkaar gevonden. Waterkwaliteit is wat ons bindt. Wij willen de samenwerking voortzetten. Onze ambities hebben we geformuleerd als vijf beloften voor de toekomst:

- We maken de Maas schoner
- We beschouwen de hele keten, van bron tot zuiveren
- We zetten in op internationale samenwerking
- We zoeken naar optimalisatie van maatregelen binnen het Maasstroomgebied
- We werken samen met ander initiatieven die de Maas schoner willen maken.

INHOUD

1. Samenwerking Schone Maaswaterketen	6
Opkomende stoffen en medicijnresten	6
Schone Maaswaterketen	7
2. Verwijderen microverontreinigingen met PACAS	9
Verwijderingstechnieken	9
PACAS.....	9
Doseringen	10
Analyses.....	10
Effect PACAS op zuiveringsrendement.....	10
Effect PACAS op ecologische kwaliteit	12
Bedrijfsvoering	13
Duurzaamheid	13
Kosten	14
Conclusie PACAS techniek	15
3. Regionale hotspotanalyse Maasstroomgebied	17
Regionale verfijning hotspotanalyse medicijnresten.....	17
Invloed Nederlandse rwzi's.....	17
Aanpak regionale hotspotanalyse	18
De resultaten	20
Hoe nu verder?.....	22

4. Beloften voor de toekomst	24
Gedeeld belang	24
We maken de Maas schoner	25
We beschouwen de hele keten, van bron tot zuiveren ...	25
We zetten in op internationale samenwerking	26
We zoeken naar optimalisatie van maatregelen binnen het Maasstroomgebied.....	26
We werken samen	26
5. Colofon en referenties	28
Colofon	28
Referenties	28

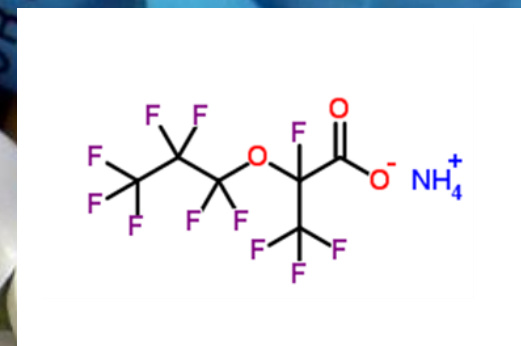
Tip:

- U kunt snel door het rapport verplaatsen via de hoofdstuktitels in de voettekst van de pagina's.
- Rapporttitels bevatten koppelingen naar de betreffende rapporten.

Foto voorpagina:

De spaarbekkens van Evides Waterbedrijf in de Brabantse Biesbosch

**Samenwerking
Schone
Maaswaterketen**



1. Samenwerking Schone Maaswaterketen

Opkomende stoffen en medicijnresten

De aandacht voor waterkwaliteit is in kort tijdsbestek sterk toegenomen. Vele partijen hebben eind 2016 de Intentieverklaring Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater getekend¹. Het heeft onder meer geleid tot de ketenaanpak medicijnresten² en tot een structurele aanpak van opkomende stoffen in water³.

Om te komen tot een effectieve vermindering van opkomende stoffen in water is er behoefte aan feitenmateriaal over herkomst en omvang ervan en over de manier waarop concentraties van deze stoffen kunnen worden teruggebracht. In principe verdient een bronaanpak hierbij de voorkeur, maar dit is niet altijd mogelijk. Voor medicijnresten geldt bijvoorbeeld dat 90% van de belasting afkomstig is van huishoudelijk afvalwater. We kunnen en willen het gebruik van geneesmiddelen niet verbieden. Daarom is er ook aandacht nodig voor maatregelen op de zuivering.

Aandacht voor waterkwaliteit noodzakelijk

- De OECD⁴ oordeelde in 2014 dat Nederland een laag ambitieniveau heeft voor waterkwaliteit.
- In 2015 raakte het Maaswater vanuit een industriële lozing in Stein verontreinigd met pyrazool, waardoor de drinkwaterbedrijven enkele maanden geen Maaswater konden innemen.
- In 2016 beschrijft het RIVM de mogelijke effecten van medicijnresten op het aquatisch ecosysteem⁵: weefsel schade, hormoonverstoring en gedragsverandering treden in het laboratorium op bij concentraties die ook in het oppervlaktewater worden aangetroffen.
- In 2016 is een verontreiniging van oppervlaktewater met de schadelijke GenX stoffen geconstateerd. De stoffen zijn afkomstig van een chemisch bedrijf in Dordrecht

¹ Bijlage bij kamerstuk 27625 nr. 379

² Brief Minister IenW aan Tweede Kamer, kamerstuk 27625 nr. 408 (2017)

³ Brief Minister IenM aan Tweede Kamer, kamerstuk 27625 nr. 404 (2017)

⁴ Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling: Watergovernance in the Netherlands: Fit for the Future? (2014)

⁵ RIVM (2016) Geneesmiddelen en waterkwaliteit

Schone Maaswaterketen

Een goede waterkwaliteit is wat waterschappen en drinkwaterbedrijven bindt. In 2015 hebben de drinkwaterbedrijven en waterschappen langs de Maas daarom samen met het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Stowa de handen ineen geslagen om te werken aan een betere waterkwaliteit in het Maasstroomgebied, onder het motto *De Maas kan en moet schoner*. De samenwerking opereert onder de naam Schone Maaswaterketen.

De samenwerking is gestart met twee praktische onderzoeken:

1. Het verkennen van de toepassing van dosering van actieve poederkool in het actief slib proces van een rioolwaterzuivering ('PACAS') om de concentraties van medicijnresten en andere microverontreinigingen te verminderen.
2. Het in beeld brengen van de effecten van het toepassen van de PACAS techniek op de waterkwaliteit in het Maasstroomgebied.

Beide onderzoeken zijn afgerond en in afzonderlijke rapporten in detail beschreven^{6,7}. In dit overkoepelend rapport lichten wij de resultaten van beide onderzoeken op hoofdlijnen toe. In hoofdstuk 4 gaan wij in op de verdere samenwerking binnen de Schone Maaswaterketen.

⁶ STOWA rapport 2018-02 PACAS – Poederkooldosering in actiefslib voor verwijdering van microverontreinigingen



Het is goed om te zien dat we in de watersector gezamenlijk optrekken om verontreinigingen door opkomende stoffen aan te pakken. Wat een positieve energie vanuit alle deelnemende organisaties!

Jelle Roorda, initiatiefnemer

⁷ SMWK-1801 Nadere regionale hotspotanalyse in het Maasstroomgebied

Verwijderen microverontreinigingen met PACAS



Feestelijke opening PACAS proefinstallatie op rwzi Papendrecht van Waterschap Rivierenland (24 oktober 2016)

2. Verwijderen micro-verontreinigingen met PACAS

Verwijderingstechnieken

Microverontreinigingen komen in huishoudelijk of industrieel afvalwater terecht. Het is belangrijk om verschillende technieken beschikbaar te hebben om deze verontreinigingen uit het afvalwater te verwijderen. Elke techniek heeft zijn eigen karakteristieken. Inmiddels is een breed scala aan technieken onderzocht. De bevindingen zijn gebundeld in STOWA rapport 2017-36: Verkenning technologische mogelijkheden voor verwijdering van geneesmiddelen uit afvalwater. De voorlopige resultaten van het PACAS onderzoek zijn hierin opgenomen; definitieve resultaten zijn in het PACAS eindrapport beschreven. Als waterschappen of bedrijven aanvullende zuivering willen realiseren om organische microverontreinigingen te verwijderen, kunnen zij op basis van de inzichten over verwijderingstechnieken een gefundeerde keuze maken uit de beschikbare opties.

Wij leggen nu de PACAS techniek in hoofdlijnen uit: wat is het, wat kan het en wat kost het?

PACAS

PACAS staat voor Powdered Activated Carbon in Activated Sludge. Bij de techniek wordt poederkool toegevoegd aan het

bestaande actief slib proces. Het is dus geen nageschakelde techniek zoals ozon of actieve koolfiltratie. In Zwitserland en Duitsland is al onderzoek gedaan naar de techniek. Er is nu getoetst of de techniek ook onder Nederlandse condities toepasbaar is. Proeven hebben plaatsgevonden op de rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) Papendrecht van Waterschap Rivierenland. Deze rwzi kent twee volledig gescheiden straten zodat het effect van poederkooldosering op één van beide straten goed te volgen is. De rwzi heeft een zuiveringscapaciteit van 48.000 inwonerequivalenten en een hydraulische capaciteit van 11.000 kubieke meter per dag.



Figuur 1. Binnenzijde PACAS proefinstallatie

Doseringen

De werking van PACAS is bij vier verschillende doseringen getest: 10, 15, 20 en 25 mg poederkool per liter binnenkomend afvalwater. De hoeveelheid kool die gedoseerd wordt, is dus afhankelijk van de hoeveelheid afvalwater die aangevoerd wordt. Bij regenwateraanvoer wordt extra kool gedoseerd, tot een maximum van de dosering bij tweemaal de droogweeraanvoer.

Analyses

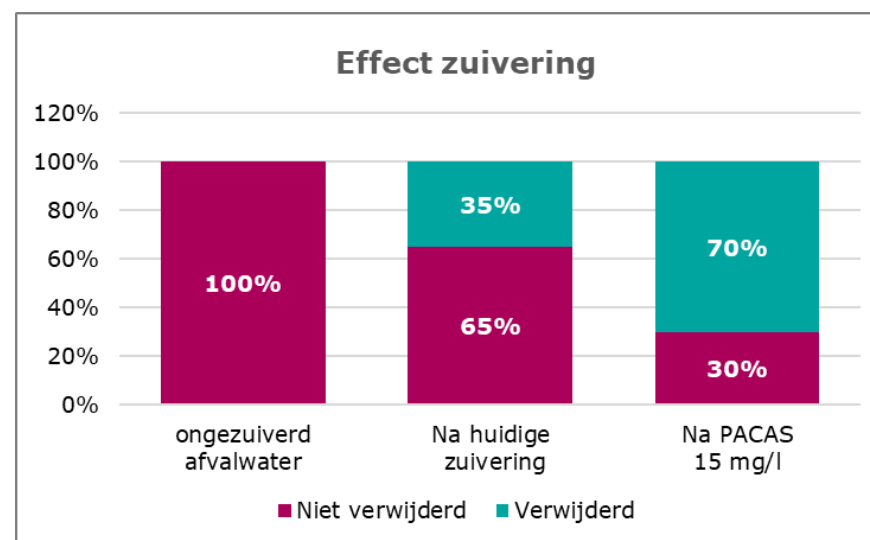
Om het effect van PACAS te kunnen meten is een stoffenlijst opgesteld. Deze lijst bestaat uit verschillende componenten: medicijnresten, röntgencontrastmiddelen, industriële verontreinigingen (bijv. weekmakers), consumentenproducten (bijv. vaatwastabletten, zoetstoffen) en gewasbeschermingsmiddelen. De lijst bevat in totaal ongeveer 50 stoffen. De verwijdering van deze stoffen is bij de verschillende poederkoldoseringen vastgesteld.

Naast de chemische kwaliteit is ook de ecotoxiciteit van het effluent met en zonder poederkoldosering bepaald aan de hand van de zogenaamde Simoni score⁸ (slimme integrale monitoring; de methode is nog in ontwikkeling). Dit is een parameter die het totaaleffect van het effluentwater bepaalt op de ecologische activiteit. In dit totaaleffect zitten ook de effecten van stoffen en combinaties van stoffen die niet (kunnen) worden gemeten.

⁸ STOWA rapport 2016-15 (deel 1). Ecologische Sleutelfactor Toxiciteit

Effect PACAS op zuiveringsrendement

PACAS wordt toegepast om microverontreinigingen uit het afvalwater te verwijderen. Het effect van het toepassen van PACAS is in Figuur 2 weergegeven. De concentratie van elke gemeten stof in het ongezuiverde afvalwater is op 100% gesteld. Na de zuivering nemen deze concentraties af. De figuur toont het gemiddelde van de restconcentraties van de gemeten stoffen na de bestaande zuivering en na toevoegen van PACAS met een dosering van 15 mg/l.



Figuur 2. Effect van de bestaande zuivering en de zuivering aangevuld met PACAS op het gemiddelde van de verwijderingsrendementen van de gemeten stoffen.

Door toevoegen van poederkool verdubbelt de gemiddelde verwijdering van microverontreinigingen van 35% naar 70% (groen in de figuur). Een verdere verhoging van de dosering resulteert in een beperkte verhoging van het totale zuiveringsrendement (tot 80% bij 25 mg/l).

N.B.: Verwijderingsrendementen

Het verwijderingsrendement van de rwzi Papendrecht zonder PACAS ligt met 35% onder de waarde van 65%, waarmee in de landelijke hotspotanalyse is gerekend. Oorzaak hiervan zijn de gemeten stoffen. In de hotspotanalyse is dit een selectie van geneesmiddelen(resten). In het PACAS onderzoek is er bewust voor gekozen om ook andere microverontreinigingen mee te nemen, zoals probleemstoffen in het Maasstroomgebied en stoffen die in vergelijkbaar Zwitsers en Duits onderzoek zijn geselecteerd. Een belangrijk criterium bij de stofselectie was dat deze niet goed te verwijderen zijn door een rwzi. Door het verschil in keuze van gemeten stoffen valt het overall verwijderingsrendement van een bestaande zuivering bij de PACAS stofselectie lager uit dan in de landelijke hotspotanalyse.

Voor het ontvangende oppervlaktewater is de niet-verwijderde fractie van belang (donkerrood in de figuur). Bij de huidige zuivering is dit 65%. Door PACAS wordt dit teruggebracht tot

30%. Een poederkooldosering van 15 mg/l halveert dus ruimschoots de niet-verwijderde fractie aan organische microverontreinigingen.

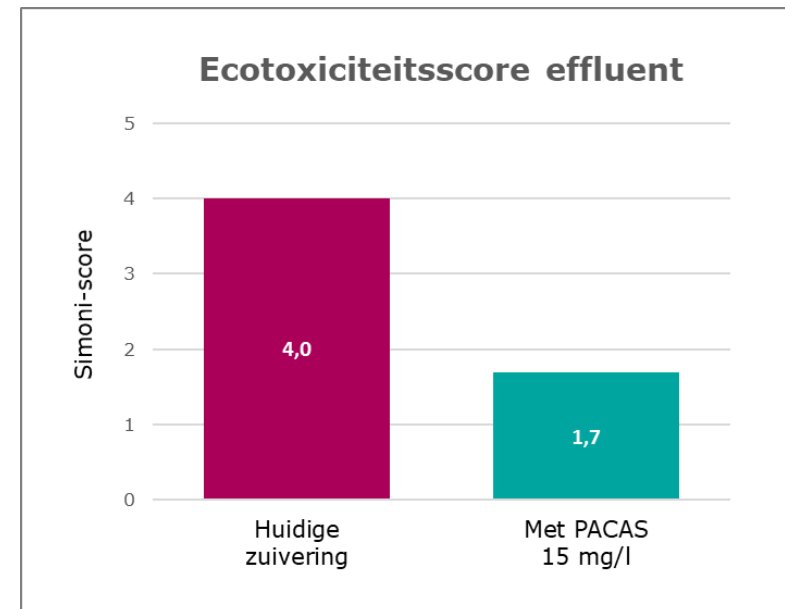
Figuur 2 toont gemiddelde waarden. De verwijderingsrendementen verschillen echter per stof. Voor een aantal stoffen vindt in de huidige zuivering al vergaande verwijdering plaats. Voor andere stoffen levert PACAS een duidelijke verbetering. In enkele gevallen leidt het toepassen van PACAS echter niet tot verbetering. Het betreft bijvoorbeeld de stof guanylureum. Dit is een afbraakproduct van het geneesmiddel metformine, dat gebruikt wordt voor de behandeling van diabetes. Metformine komt in hoge concentraties in het ongezuiverde afvalwater van de rwzi Papendrecht voor. Na de zuivering neemt de concentratie metformine af, maar de concentratie guanylureum juist toe.

Meten in afvalwater

Het meten van microverontreinigingen in afvalwater is geen sinecure en nog omgeven met forse onzekerheden. De spreiding in analyseresultaten is groot. Ondanks deze onzekerheid zijn de trends in verwijderingsrendementen, vanwege het grote aantal analyses tijdens de PACAS proeven, overtuigend.

Effect PACAS op ecologische kwaliteit

Voor de ecologie van het oppervlaktewater is het effect van de mix van verontreinigende stoffen van belang. Om de mogelijke ecologische effecten in te schatten is daarom de ecotoxiciteit van het effluent bepaald, met en zonder PACAS. Deze is uitgedrukt in de Simoni score. Het toepassen van poederkool brengt de Simoni-scores aanzienlijk terug (Figuur 3). Er is een duidelijke afname van de ecotoxiciteit van het effluent. Door verdunning zal een verdere afname plaatsvinden.



Figuur 3. De ecotoxiciteitsscore van het effluent van de huidige zuivering en van de zuivering met PACAS (15 mg/l dosering).

Bedrijfsvoering

Bij het toepassen van een nieuwe techniek zoals PACAS is het natuurlijk van belang te bezien of er effecten optreden op het bestaande zuiverings- en slibverwerkingsproces. Toepassen van PACAS blijkt geen negatieve invloed te hebben op de zuiveringsprestaties ten aanzien van stikstof, fosfaat en zuurstofverbruik. De slibindikking en slibontwatering verbeteren zelfs enigszins.

Toepassen van poederkooldosering heeft niet geleid tot negatieve effecten in de bedrijfsvoering. Er is geen afzetting van poederkool op sensoren waargenomen. En er is geen slijtage waargenomen van pompen en mixers.

De rwzi Papendrecht is niet volbelast. De extra belasting door de poederkool kon in het actief slib proces worden opgevangen. Tijdens de proeven bleek de slibbezinking te verbeteren. Doordat de extra belasting en de betere bezinking elkaar als het ware compenseren, is toepassen van de PACAS techniek wellicht ook mogelijk op volbelaste rwzi's. Dit zal wel in de praktijk moeten worden getest.

De proeven met PACAS hebben duidelijk gemaakt dat de poederkool zeer effectief en nauwkeurig kan worden gedoseerd. Er is maar een beperkt aantal storingen opgetreden, vooral als gevolg van het proefkarakter met kleine voorraadvaten. Bij toepassing van een voorraadsilo kan naar verwachting met één controleronde per week worden volstaan.

Duurzaamheid

De scheiding en verwerking van microverontreinigingen vindt gecontroleerd plaats. De stoffen adsorberen aan de poederkool. De 'beladen' poederkool wordt met het spuislib afgevoerd en in de slibeindverwerking verbrand. Er ontstaan dus geen nieuwe reststromen of onbekende nevenproducten.

De poederkool die bij de proeven is gebruikt, wordt door verhitting van steenkool gemaakt. Het proces belast daarmee het milieu. Uitgedrukt in het zogenaamde bruto primair energieverbruik neemt de milieubelasting met ongeveer 35% toe ten opzichte van een referentiezuiivering zonder aanvullende zuivering. De extra milieubelasting door toepassing van PACAS wordt bijna volledig bepaald door de productie en verwerking van poederkool. De milieubelasting kan aanzienlijk verminderd worden door niet-fossiele bronnen te gebruiken, zoals kokosschalen. Wellicht kan ook de granulaire kool uit de drinkwaterbereiding vermalen en hergebruikt worden. Natuurlijk zal de effectiviteit van andere koolsoorten moeten worden getest.

Kosten

De investeringskosten zijn laag (zie Tabel 1). Er hoeft alleen een voorraadsilo en doseerinstallatie te worden aangelegd (zie ook de relatief kleine unit op de luchtfoto op pagina 8) .

De kosten worden, zeker bij grotere installaties, vooral bepaald door de aanschaf van poederkool. De kosten van het toepassen van poederkool liggen, afhankelijk van dosering en schaalgrootte, in de range van 2 tot 7,5 eurocent per kubieke meter +/- 1 eurocent onzekerheidsmarge (Tabel 2). Ter vergelijking: de zuiveringskosten voor een rwzi van 100.000 i.e. bedragen ongeveer 45 eurocent per kubieke meter.

Interessant is dat de kosten voor het verwijderen van een bepaalde hoeveelheid verontreiniging, slechts weinig afhangt van de poederkooldosering. Bij een hogere dosering nemen het verwijderingsrendement en de kosten namelijk ongeveer evenredig toe. Dit geeft extra keuzemogelijkheden bij het toepassen van PACAS. Zo kan op meerdere plekken met een lage dosering begonnen worden, waarna tussen de zuiveringen naar optimalisatie van het poederkoolgebruik wordt gezocht.

Tabel 1. Investerings- en operationele kosten bij toepassen van PACAS

Kostensoort	Rwzi van 25.000 i.e	Rwzi van 100.000 i.e.
	Eurocent per m3	Eurocent per m3
Investering	3,0	1,0
Kosten per 5 mg poederkool per liter	0,9	0,9

Tabel 2. Totale kosten van het toepassen van PACAS bij verschillende doseringen en omvang rwzi's

Dosering	Rwzi van 25.000 i.e	Rwzi van 100.000 i.e.
mg poederkool per liter	Eurocent per m3	Eurocent per m3
5	3,9	1,9
10	4,8	2,8
15	5,7	3,7
20	6,6	4,6
25	7,5	5,5

Conclusie PACAS techniek

Het PACAS onderzoek leidt tot de volgende bevindingen:

Toepassingsgebied:

- Het doseren van poedervormig actiefkool in het actief slibproces (PACAS) is één van de beschikbare technieken om geneesmiddelen en andere microverontreinigingen uit afvalwater te verwijderen.
- Een karakteristieke eigenschap is dat de techniek in de bestaande zuivering wordt ingepast. Er is weinig ruimte nodig. PACAS is breed en flexibel inzetbaar.
- PACAS lijkt ook toepasbaar op zuiveringen die al volbelast zijn; dit zal wel moeten worden getoetst.

Bedrijfsvoering:

- Nauwkeurige dosering van poederkool is goed mogelijk. Er is slechts beperkt onderhoud en controle nodig.
- Toepassen van PACAS heeft geen nadelige effecten op de bedrijfsvoering van de bestaande installatie en geen nadelige effecten op de verwijdering van stikstof en zuurstofverbruik. De slibbezinking en slibontwatering verbeteren enigszins.

Duurzaamheid:

- De milieubelasting van PACAS is gemiddeld ten opzichte van andere verwijderingstechnieken en kan afnemen door te zoeken naar andere grondstoffen voor de poederkool.
- De microverontreinigingen worden gecontroleerd verwijderd en verwerkt via het slibverwerkingsproces.

Effecten:

- Ten opzichte van het effluent zonder PACAS neemt bij een dosering van 15 mg/l poederkool de hoeveelheid organische microverontreinigingen in het effluent met meer dan de helft af. Deze afname is minder groot dan bijvoorbeeld bij toepassen van oxidatieve technieken, die een breder werkingsspectrum hebben.
- De ecotoxiciteit van het effluent, uitgedrukt in de Simoni-score, neemt met meer dan de helft af.
- PACAS werkt op de volledige volumestroom, ook tijdens regenaanvoer. Er is geen by-pass nodig.

Kosten:

- De investeringskosten zijn laag.
- De totale kosten liggen in de orde van 2 eurocent per kubieke meter (lage dosering, grote rwzi) tot 7,5 eurocent per kubieke meter (hoge dosering, kleine rwzi). Ter vergelijking: een conventionele zuivering op een grote rwzi kost ongeveer 45 eurocent per kubieke meter.
- De totale kosten zijn laag ten opzichte van gangbare, nageschakelde technieken als ozon en actiefkoolfiltratie.

**Regionale
hotspotanalyse
Maasstroomgebied**



3. Regionale hotspotanalyse Maasstroomgebied

Regionale verfijning hotspotanalyse medicijnresten

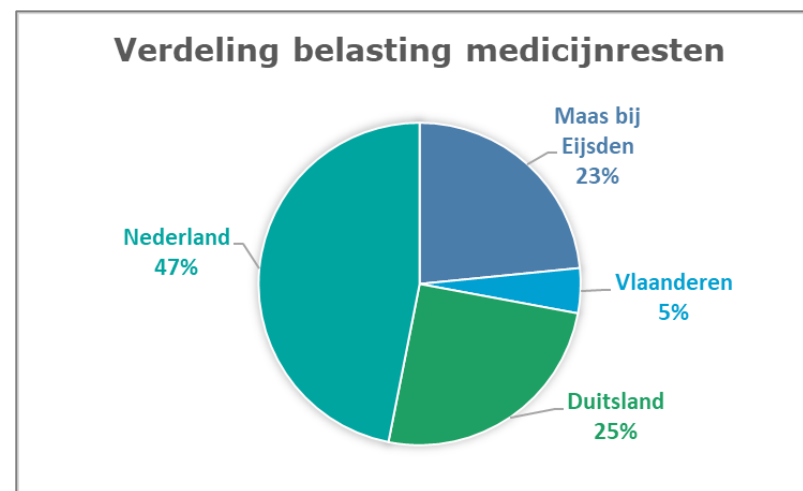
Eind 2017 is de landelijke hotspotanalyse geneesmiddelen rwzi's verschenen (STOWA rapport 2017-42). In het rapport zijn de rwzi's geïdentificeerd die een relatief grote invloed hebben op de waterkwaliteit ten gevolge van het lozen van medicijnresten. Afhankelijk van de gehanteerde maatlat zijn hotspots afgeleid. Dit zijn rwzi's die een dominante invloed hebben op de ontvangende of benedenstroomse wateren of die de drinkwaterbronnen beïnvloeden.

In navolging van deze landelijke hotspotanalyse is een nadere regionale hotspotanalyse voor het Maasstroomgebied gemaakt. Doel was een duidelijker handelingsperspectief voor de Maaswaterschappen te creëren. Dit is gerealiseerd door:

1. nader te kijken naar de invloed van de effluentlozing en
2. de ecologische waarde van de wateren waar de effluentlozing op plaatsvindt mee te wegen.

Invloed Nederlandse rwzi's

Voordat we ingaan op de bevindingen uit de nadere hotspotanalyse staan we stil bij de herkomst van de belasting van de Maas met medicijnresten. In Figuur 4 is de herkomst uitgesplitst over de landen. Uit de figuur is op te maken dat het aandeel van de Nederlandse rwzi's aan de totale belasting met medicijnresten iets minder dan 50% bedraagt. Dit geldt overigens voor een gemiddeld droge zomer. Bij extreem droog weer wordt in België meer Maaswater ingenomen waardoor de relatieve bijdrage vanuit Nederland toeneemt.



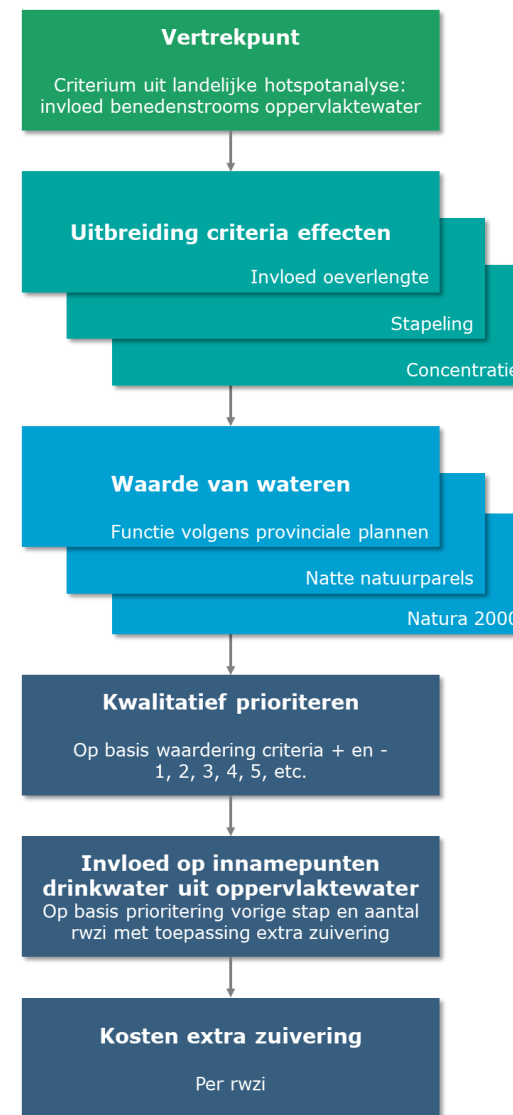
Figuur 4. Herkomst van de belasting van de Maas met medicijnresten. De belasting bij Eijsden is voornamelijk afkomstig uit Wallonië en Frankrijk.

Als we in termen van inwonerequivalenten de helft van de rwzi's in alleen het Nederlandse deel van het Maasstroomgebied voorzien van PACAS en uitgaan van een extra verwijdering door PACAS met 50%, dan zal dit leiden tot een afname van de belasting van het Maaswater met medicijnresten met 12,5%. Het maakt duidelijk dat een forse inspanning in Nederland én het buitenland nodig is om medicijnresten vergaand te verwijderen.

Aanpak regionale hotspotanalyse

De aanpak van de regionale hotspotanalyse is in Figuur 5 schematisch weergegeven. De landelijke hotspotanalyse is als vertrekpunt genomen. Vervolgens is een aantal extra criteria toegevoegd, zoals de oeverlengte van het oppervlaktewater dat door de lozing wordt beïnvloed. Daarna is de ecologische waarde van de ontvangende wateren gewaardeerd aan de hand van criteria, die op basis van beleidsdocumenten kunnen worden ingevuld. De functie van het water, zoals vermeld in provinciale plannen, en de invloed op natte natuurgebieden en Natura 2000 gebieden zijn in beeld gebracht.

In het Nederlandse deel van het Maasstroomgebied staan in totaal 55 rwzi's. Bij een eerste analyse zijn 15 rwzi's afgevalen, omdat zij door hun ligging en omvang zeker niet tot de hotspots zullen gaan behoren. De overige 40 rwzi's zijn vervolgens kwalitatief gewaardeerd op de criteria en de ecologische waarde van de ontvangende oppervlaktewateren door per rwzi een plus, min of een neutrale waarde aan elk criterium toe te kennen.



Figuur 5. Schematische aanpak regionale hotspotanalyse Maasstroomgebied

Op basis van deze waardering zijn de rwzi's geprioriteerd: hoe hoger de score (saldo van plussen en minnen), des te relevanter de rwzi om medicijnresten te verwijderen.

De prioritering berust op deze wijze op de ecologische waarde van het toevoegen van aanvullende zuivering op een rwzi. Maar we willen nadrukkelijk ook de belasting met medicijnresten verminderen om zo schoon mogelijke bronnen voor de drinkwatervoorziening te krijgen. Voor de drinkwatervoorziening maakt het niet uit waar medicijnresten worden verwijderd, zolang het maar bovenstrooms van het innamepunt is. Bij directe inname van oppervlaktewater werkt een vermindering rechtstreeks door. Bij oever- en grondwaterwinning zal dat verband door afvlakking, adsorptie en afbraak minder direct zijn.

Door meer rwzi's uit de geprioriteerde lijst te voorzien van aanvullende zuivering, kan een grotere reductie van concentraties worden verkregen. Op die manier kunnen doelstellingen ten aanzien van de waterkwaliteit bij innamepunten voor drinkwater worden gerealiseerd. Indien verdergaande reductie van concentraties wenselijk is, kunnen rwzi's worden geselecteerd, die relatief weinig ecologische impact hebben, maar wel een grote impact hebben op waterkwaliteit in de Maas. Dit zijn de grote rwzi's die direct lozen op de Maas.

Als laatste stap in de regionale aanpak zijn de kosten voor het toepassen van PACAS op iedere rwzi in beeld gebracht. Als we weten welke geprioriteerde rwzi's we willen aanpakken, rolt daar direct een totaal prijskaartje uit.



De resultaten

Uit de regionale analyse volgen zeventien rwzi's met een positieve eindscore (zie Tabel 3).

De bovenste tien rwzi's veroorzaken 70% van de binnenlandse invloed (uitgedrukt als beïnvloede oppervlakte benedenstroomse wateren). Deze rwzi's zijn te beschouwen als 'hotspots' binnen het Nederlandse deel van het Maasstroomgebied, omdat effecten van maatregelen hier groot zijn. Toepassing van PACAS op de tien zuiveringen vraagt jaarlijks 5 miljoen euro, ofwel gemiddeld iets meer dan 1½ euro per inwoner binnen het Maasstroomgebied.

Voor de drinkwaterbereiding maakt het niet op welke rwzi medicijnresten worden verwijderd, zolang de rwzi zich maar bovenstrooms van een innamepunt bevindt. Met de aanpak van de tien hoogst scorende rwzi's wordt bijna de helft van de totale binnenlandse belasting van de Maas met medicijnresten aangepakt. Wanneer daarnaast ook de vijf grootste rwzi's worden aangepakt, die niet bij de top tien horen maar wel relatief veel impact hebben op de oppervlaktewaterwinningen, kan dit worden vergoot tot 75%.

De te bereiken reductie is afhankelijk van de toegepaste verwijderingstechniek.

Tabel 3. Eindresultaat regionale hotspotanalyse Maasstroomgebied

Waterschap	Rwzi	Concentratie	Involed oppervlak	Involed lengte	Stapelng	Natte natuurparels	Natura 2000	Provinciefunctie	Totaal
Aa en Maas	Aarle Rixtel	+	+	+	+	+		+	6
De Dommel	Eindhoven		+	+	+	+		+	5
De Dommel	Tilburg Noord	+	+	+	+	+			5
Aa en Maas	Land van Cuijk	+	+	+				+	4
Aa en Maas	Oijen	+	+	+				+	4
De Dommel	Hapert			+		+	+	+	4
Brabantse Delta	Rijen	+		+	+			+	4
Limburg	Hoensbroek	+		+		+			3
Aa en Maas	Dinther	+			+			+	3
De Dommel	Hilvarenbeek					+	+	+	3
Limburg	Simpelveld	+	-	+		+		+	3
Brabantse Delta	Dongemond		+		+				2
De Dommel	Soerendonk					+		+	2
Brabantse Delta	Kaatsheuvel	+			+				2
Brabantse Delta	Chaam	+	-			+		+	2
Aa en Maas	Vinkel							+	1
Limburg	Kaffeberg	+	-					+	1

De top tien rwzi's wordt gevolgd door rwzi's die minder hoog scoren. Het ligt niet direct voor de hand hier als eerste maatregelen te treffen. Nieuw inzicht, bijvoorbeeld wanneer ongewenste effecten op grondwaterwinningen aanwezig blijken, kan per locatie wel tot een hogere prioriteit leiden

We merken op dat de prioritering niet zal wijzigen bij het toepassen van andere technieken voor verwijdering van microverontreinigingen of een combinatie van PACAS met andere technieken. Wel zullen de mate van verwijdering en de kosten voor aanvullende zuivering wijzigen.

Verontreiniging vanuit het buitenland komt via Maas, Roer, Niers en tien kleinere wateren ons land binnen. In de regionale hotspotanalyse zijn deze buitenlandse bronnen op vergelijkbare wijze in beeld gebracht als de Nederlandse rwzi's. Dit leidt tot drie bronnen met een positieve totaalscore (Tabel 4).

Tabel 4. Eindresultaat regionale hotspotanalyse Maasstroomgebied, buitenlandse bronnen

Grensbron	Concentratie	Invoed oppervlak	Invoed lengte	Stapeling	Natie natuurparels	Natura 2000	Provinciefunctie	Totaal
Molenbeek	+	+	+				+	4
Dommel		+	+		+	+	-	3
Leijen		-			+		+	1

Hoe nu verder?

De geschetste prioritering is een tussenstap. Door de prioritering is voor het hele Maasstroomgebied een duidelijke focus gekregen voor verdere verkenning. Het vormt een vertrekpunt voor een verdiepingsslag door de individuele waterschappen van de eigen rwzi's (zie Figuur 6).

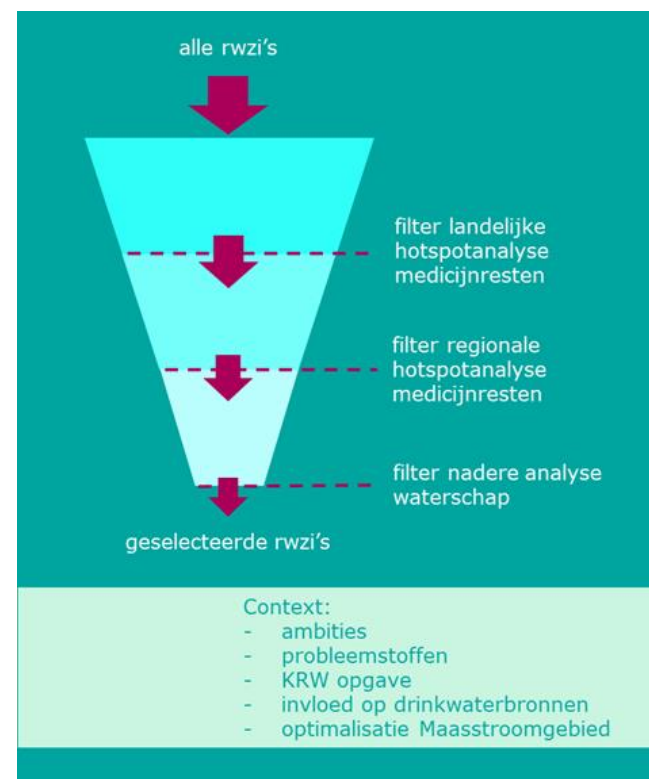
Bij de verdiepingsslag kunnen de waterschappen de situatie per hotspot in beeld brengen aan de hand van vragen als:

- Welke probleemstoffen zijn relevant?
- Welke opgaven liggen er vanuit de Kaderrichtlijn Water?
- Welke verwijdering realiseert de bestaande zuivering en wat is de impact op het oppervlaktewater?
- Wat zijn geplande ingrepen en kunnen we maatregelen combineren?
- Welke techniek of combinatie van technieken gaan we inzetten?
- Wat gaat dat kosten?

Op basis van de ambities ten aanzien van het verbeteren van de waterkwaliteit, zowel in ecologische zin als de impact op de drinkwatervoorziening, kunnen vervolgens definitieve keuzes worden gemaakt.

Keuzes zijn ook op korte termijn mogelijk. Met PACAS is een techniek beschikbaar die een significante verbetering realiseert, flexibel inzetbaar is en lage investeringskosten kent. Door doseerinstallaties modulair en verplaatsbaar te ontwerpen,

kunnen ze tussen rwzi's worden verplaatst. Zo kunnen bijvoorbeeld nu al microverontreinigingen verwijderd worden op rwzi's die op middellange termijn grootschalig worden gerenoveerd. Er hoeft nu dan nog niet besloten te worden of de gerenoveerde installatie met PACAS of nageschakelde technieken zal worden uitgevoerd. De PACAS-installatie kan immers worden verplaatst en op een andere rwzi ingezet.



Figuur 6. Proces waarlangs rwzi's geselecteerd kunnen worden waar aanvullende zuivering gewenst is. De regionale hotspotanalyse is een tussenstap.

**Beloften
voor de toekomst**



© VMM

4. Beloften voor de toekomst

Gedeeld belang

Als waterbeheerders en waterbedrijven langs de Maas hebben wij een gedeeld belang: een goede waterkwaliteit in het Maasstroomgebied. Dit gedeelde belang hebben we onderkend en heeft in 2015 geleid tot een praktische samenwerking binnen de Schone Maaswaterketen. De samenwerking is gestart met onderzoek naar verwijdering van medicijnresten en andere microverontreinigingen uit afvalwater. Het PACAS onderzoek en de regionale hotspotanalyse voor het Maasstroomgebied laten mooie, bruikbare resultaten zien.

De dialogen binnen de stuurgroep en werkgroepen zijn waardevol gebleken. Zij dragen bij aan wederzijds begrip en een goede verstandhouding. Daarom willen wij de samenwerking ook graag voortzetten. Wij willen onze uitvoeringskracht benutten om opkomende stoffen in het Maaswater te verminderen.

De wens tot samenwerking hebben we verwoord in vijf beloften voor de toekomst. Deze beloften zullen we in 2018 vertalen in een samenwerkingsprogramma voor de komende jaren en eind 2018 voorleggen aan de besturen van de Maaswaterketenpartners.



Figuur 7. Stuurgroep Schone Maaswaterketen te gast bij Evides Waterbedrijf, zuivering Berenplaat

Belofte 1

We maken de Maas schoner

Onze ambitie is de waterkwaliteit in de Maas en het hele Maasstroomgebied te verbeteren. De Schone Maaswaterketen richt zich daarbij primair op opkomende stoffen, zoals medicijnresten en industriële verontreinigingen. We wachten niet op anderen. We nemen zelf initiatief.

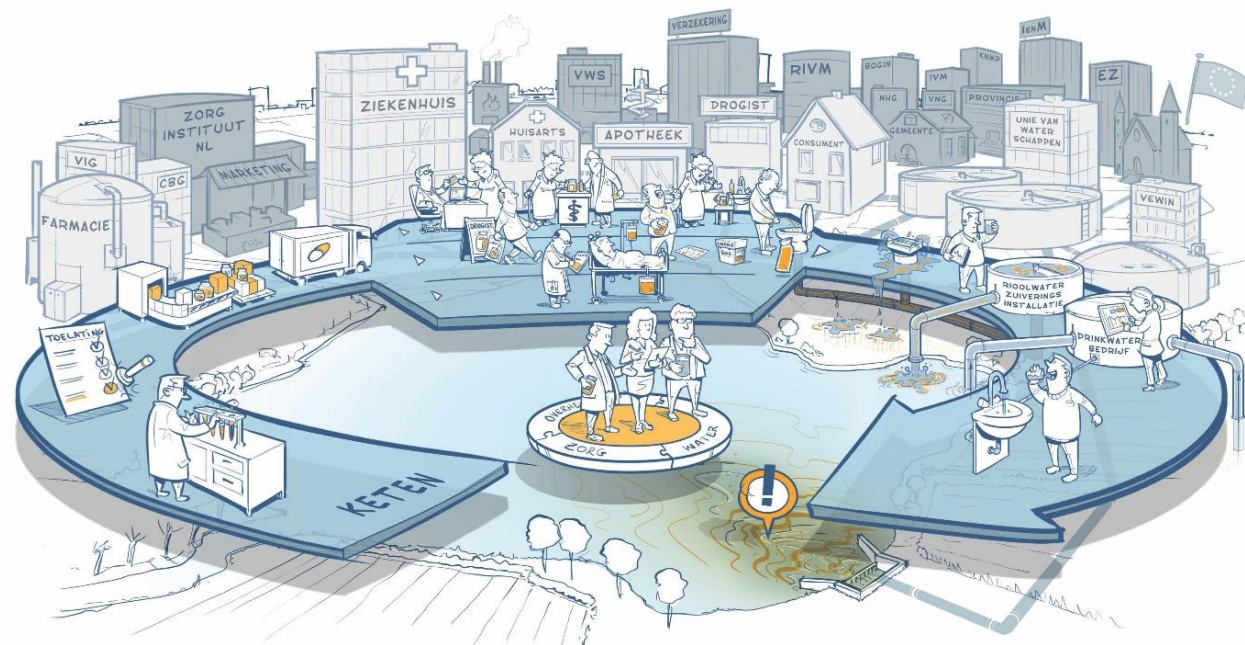
Belofte 2

We beschouwen de hele keten, van bron tot zuiveren

Het PACAS onderzoek en de regionale hotspotanalyse richtten zich op de rwzi's van de waterschappen. In het vervolg zullen we de hele keten beschouwen.

Door een bronpak willen we zo veel mogelijk voorkomen dat microverontreinigingen in het afvalwater of in het Maaswater terecht komen. Denk bijvoorbeeld aan het toelatingsbeleid van stoffen, vergunningverlening van activiteiten of decentrale zuivering bij ziekenhuizen.

Maar een bronpak alleen is niet voldoende. Zo vragen medicijnresten om aanvullende zuivering op rwzi's. En door lozingen vanuit industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties kan het Maaswater belast worden met probleemstoffen. Dat betekent dat voor de drinkwaterbereiding aanvullende barrières tegen microverontreinigingen nodig kunnen zijn.



Belofte 3

We zetten in op internationale samenwerking

Wij realiseren ons dat ruim de helft van de vracht aan medicijnresten in het Maaswater via de grens ons land binnenkomt. Wij zoeken daarom actief de samenwerking met onze collega's in de buurlanden om strategie en aanpak ten aanzien van het verminderen van medicijnresten en andere opkomende stoffen met elkaar te bespreken en af te stemmen.

Belofte 4

We zoeken naar optimalisatie van maatregelen binnen het Maasstroomgebied

We bezien binnen het Maasstroomgebied waar welke maatregel het meest effectief is. De nadere hotspotanalyse binnen het Maasstroomgebied is daar een mooi voorbeeld van. In de nadere uitwerking willen we ook plannen naast elkaar houden. En samen zoeken we naar een juiste balans tussen aanpak bij de bron, maatregelen op de zuivering en internationale samenwerking.

Belofte 5

We werken samen

We werken als Maaswaterketenpartners samen om de beloften in te vullen. We delen informatie en kennis over opkomende stoffen en andere microverontreinigingen. We voeren gezamenlijk nieuw onderzoek uit. We benutten de kracht van de samenwerking om beschikbare stimuleringsmaatregelen te ontsluiten.

En we willen nadrukkelijk ook samenwerken met andere initiatieven, organisaties en bedrijven die een betere Maaswaterkwaliteit nastreven. We willen daarbij geen dingen dubbel doen; we willen elkaar aanvullen en versterken.



**Colofon
en referenties**



5. Colofon en referenties

Colofon

Dit rapport is opgesteld onder verantwoordelijkheid van de stuurgroep Schone Maaswaterketen. De stuurgroep bestaat uit Andries Vonken (WBL), Lianne van Oord (WML), Stefan Weijers (De Dommel), Peter Verlaan (Aa en Maas; voorzitter), André Verberne (Brabantse Delta), Sandra Verheijden (Brabant Water), Ed Steenbergen (Rivierenland), Henk Ketelaars (Evides Waterbedrijf), Ad de Waal Malefijt (Dunea), Jaap Bos (Delfland), Jan Peter van der Hoek (Waternet), Cora Uijterlinde (Stowa), Marc de Rooy (Ministerie Infrastructuur en Waterstaat) en Maarten van der Ploeg (RIWA-Maas).

Tekst en vormgeving: Hans van der Eem (Welldra) in samenwerking met het coördinatieteam Schone Maaswaterketen: Aad Oomens (De Dommel), Mirabella Mulder (MMWWM), Hans Geerse (Evides Waterbedrijf) en Imre van der Meulen (Brabantse Delta)

Referenties

- ▶ SMWK-1801: Nadere regionale hotspotanalyse in het Maasstroomgebied
- ▶ STOWA rapport 2018-02, PACAS Poederkooldosering in actiefslib voor verwijdering van microverontreinigingen
- ▶ STOWA rapport 2017-42, Landelijke hotspotanalyse geneesmiddelen rwzi's
- ▶ STOWA-rapport 2017-38, Verkenning technologische mogelijkheden voor verwijdering van geneesmiddelen uit afvalwater.
- ▶ STOWA rapport 2016-15 (deel 1). Ecologische Sleutelfactor Toxiciteit

DE **MAAS** KAN EN
MOET **SCHONER**



De Schone Maaswaterketen is een samenwerkingsinitiatief van Waterschap Aa en Maas, Waterschap Brabantse Delta, Hoogheemraadschap van Delfland, Waterschap De Dommel, Waterschap Rivierenland, Waterschapsbedrijf Limburg (namens waterschap Limburg), de drinkwaterbedrijven Brabant Water, Dunea, Evides Waterbedrijf, WML, Watercyclusbedrijf Waternet, STOWA, Rijkswaterstaat en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. RIWA-Maas heeft een adviserende rol.