

Beslissingsondersteuning: Wat te doen met milieuvreemde stoffen in water?

Astrid Fischer (TU Delft), Floris van den Hurk (TU Delft, Waternet, HZ-University of Applied Sciences), Annemarie van Wezel (KWR Watercycle Research Institute, Copernicus Institute, Utrecht University), Jan Peter van der Hoek (TU Delft, Waternet)

Milieuvreemde stoffen: steeds vaker treffen we ze aan in het oppervlaktewater. Welke stoffen leveren de grootste risico's op voor mens en milieu? Wat is in bepaalde omstandigheden de meest efficiënte aanpak? In Europees verband wordt gewerkt aan een webgebaseerd systeem om beslissingen hierover te ondersteunen.

SAMENVATTING

Milieuvreemde stoffen worden steeds vaker gedetecteerd in oppervlaktewater, met mogelijke toxische bijverschijnselen in het aquatische milieu, en potentieel gevaar voor de drinkwatervoorziening. De centrale vraag: *hoe gaat men zo effectief en efficiënt mogelijk om met de bedreiging van nieuwe stoffen die voorkomen in de gehele watercyclus?* moet daarom worden beantwoord. In het kader van het Europese Interreg-project TAPES (*Transnational Action Programme on Emerging Substances*) is een beslissingsondersteunend systeem ontwikkeld om deze vraag te beantwoorden. Dit webgebaseerde kennisplatform verschaft informatie over milieuvreemde stoffen en maatregelen die genomen kunnen worden. Het doel is hiermee samenwerking en consensus in de watersector te bevorderen en te komen tot duurzame oplossingen.

In het oppervlaktewater worden steeds vaker milieuvreemde stoffen gedetecteerd. Dat wil zeggen: stoffen met mogelijk toxische bijverschijnselen (zoals hormoonverstoring en alle gevolgen van dien) in het aquatische milieu, en een potentieel gevaar voor het drinkwater. Vaak is het onduidelijk welke stoffen de meeste risico's opleveren voor mens en leefomgeving en dus qua aanpak de prioriteit verdienen. Ook zijn er veel strategieën mogelijk om problemen aan te pakken. Sommige kunnen worden ingezet bij de bron (veilig ontwerp en markttoelating van stoffen), andere pas tot 'end of pipe' (bij de drinkwaterzuivering) en alles wat daar tussen zit. Welke van de strategieën het beste past in een specifieke situatie, is vaak niet duidelijk voor betrokkenen. Daarnaast hebben partijen niet dezelfde belangen en kunnen naar elkaar wijzen als oplossingen gevonden moet worden. Dus hoe ga je hier mee om?

Het Europese Interreg-project TAPES (*Transnational Action Programme on Emerging Substances*) is gestart om praktijkgerichte oplossingen te zoeken. In het project wordt samengewerkt met partijen in de hele waterketen. Waternet, KWR, TU Delft en waterschap De Dommel zijn de Nederlandse projectpartners. Het doel van TAPES is om een goed doordacht beslissingsondersteunend systeem (BOS) op te leveren en te testen, dat actoren in de gehele watercyclus kan helpen om te gaan met milieuvreemde stoffen.

Wat is een BOS?

Zo'n beslissingsondersteunend systeem (BOS) is een computergestuurde technologische oplossing, die wordt ingezet ter ondersteuning van het nemen van beslissingen bij het oplossen van complexe problemen.

Een belangrijk knelpunt van sommige beslissingsondersteunende systemen is dat ze onvoldoende zijn afgestemd op de wensen van de doelgroep [1]. Welke vragen heeft de doelgroep precies? Welke kennis heeft ze al? Verder worden beslissingsondersteunende systemen niet altijd doorontwikkeld, waardoor veroudering op de loer ligt.

In het kader van TAPES zijn tien interviews gehouden met stakeholders in de watersector: een drinkwaterbedrijf, een rioolwaterzuiveringsbedrijf, een waterschap, twee onderzoeksinstituten

en een watercyclusbedrijf. Uit die interviews kwam duidelijk naar voren dat de actoren niet een gebrek aan informatie ervaren. Het knelpunt is hoe om te gaan met de beschikbare informatie; welke informatie is vooral relevant en wat is de essentie ervan? De belangrijkste vragen die de actoren willen beantwoorden in hun locatiespecifieke situatie zijn:

1. Milieuvreemde stoffen in oppervlaktewater:

- a. Wat zijn de bronnen?
- b. Wanneer heeft het waterlichaam problemen met milieuvreemde stoffen, en zijn ongewenste effecten te verwachten voor mens en/of milieu?

2. Mogelijke maatregelen:

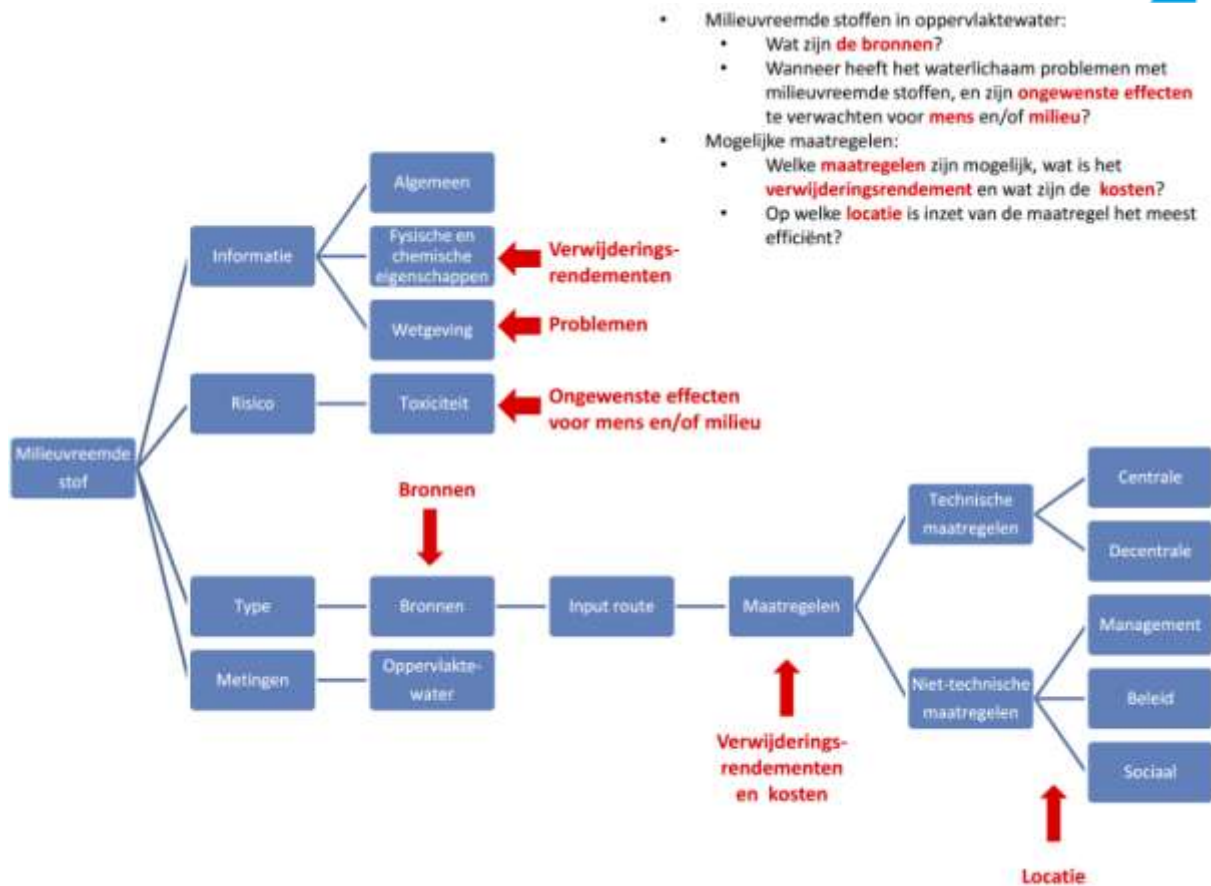
- a. Welke maatregelen zijn mogelijk, wat is het verwijderingsrendement en wat zijn de kosten?
- b. Op welke locatie is inzet van de maatregel het meest efficiënt?

3. Hoe verhouden verschillende mogelijke oplossingen op langere termijn zich met mogelijke oplossingen op korte termijn?

4. Wat zijn mogelijke toekomstscenario's, bijvoorbeeld met betrekking tot klimaat, technologie, demografie, etcetera?

5. Welke onderdelen zijn nog niet onderzocht, en hebben wij dus nog geen antwoorden op (nieuwe onderzoeksvragen)?

TAPES is gefocust op de eerste twee punten en de daarbij vermelde subvragen. In eerste instantie heeft TAPES zich gericht op een kleine twintig stoffen die problemen vormden voor de partners, stoffen met een diversiteit aan fysisch-chemische eigenschappen. Op basis van de interviewresultaten is een diagram gemaakt over de nodige informatie voor het beslissingsondersteunend systeem-milieuvreemde stoffen en maatregelen (BOS-MM) om de gekozen vragen te beantwoorden (zie afbeelding 1).



- Milieuvreemde stoffen in oppervlaktewater:
 - Wat zijn **de bronnen**?
 - Wanneer heeft het waterlichaam problemen met milieuvreemde stoffen, en zijn **ongewenste effecten** te verwachten voor **mens** en/of **milieu**?
- Mogelijke maatregelen:
 - Welke **maatregelen** zijn mogelijk, wat is het **verwijderingsrendement** en wat zijn de **kosten**?
 - Op welke **locatie** is inzet van de maatregel het meest efficiënt?

Afbeelding 1. Informatie die nodig is in het beslissingsondersteunend systeem-milieuvreemde stoffen en maatregelen (BOS-MM) om de hoofdvragen te beantwoorden, te weten: wat zijn de bronnen, welke effecten zijn te verwachten, welke maatregelen zijn mogelijk en waar zijn deze het meest effectief?

Resultaat

Het resultaat is een webgebaseerd kennisplatform met informatie over milieuvreemde stoffen die voorkomen in de watercyclus. Het platform biedt de mogelijkheid een factsheet op te vragen over specifieke milieuvreemde stoffen. Daarnaast kan de gebruiker meetgegevens invoeren van milieuvreemde stoffen en op basis daarvan informatie krijgen over een bepaald water. De factsheet, die inmiddels beschikbaar is voor een kleine twintig stoffen in combinatie met bijbehorende zuiveringstechnieken, geeft de volgende informatie;

- Gebruik van de stof: geneesmiddel, gewasbeschermingsmiddel, brandvertrager, industrieel bijproduct, oplossingsmiddel of andere.
- Emissie van de stof: huishoudens en zorginstellingen, landbouw, industrie en handel, verkeer of gebruikers van oppervlaktewater (inclusief scheepvaart).
- Hoe komt de stof terecht in de watercyclus: bijvoorbeeld via het effluent van een rioolwaterzuivering of als afvloeiing van besproeide velden, dit geeft inzicht waar het beste ingegrepen kan worden.
- De belangrijkste chemische en fysische stoffeigenschappen, die relevant zijn voor de verwijdering van de stof in diverse waterzuiveringstechnieken.
- Toxicologische gegevens over veilig geachte blootstelling bij mensen.
- Toxicologische gegevens over veilig geachte concentraties in het milieu.
- Overzicht van relevant beleid voor deze stof (Europese Kaderrichtlijn Water, Nederlandse Drinkwaterwet etcetera).
- Overzicht van technische verwijderingsmogelijkheden; van de meest voorkomende zuiveringstechnieken (afvalwater én drinkwater) inclusief verwijzingen naar al bestaande literatuur.

- Overzicht van decentrale technische en niet-technische verwijderingsmogelijkheden; beleid, bewustmakingscampagnes voor consumenten, convenanten met boeren, verwijdering direct bij het ziekenhuis, retentiefilters bij riooloverstorten etcetera.

Substance characteristics	
Name	Bentazon
Description	Bentazon (Bentazone, Basagran, Herbattox, Leader, Laddock) is a chemical manufactured by BASF Chemicals for use in herbicides. It is categorized under the thiadiazine group of chemicals. Sodium bentazon is available commercially and appears slightly brown in colour.
Type	Pesticide

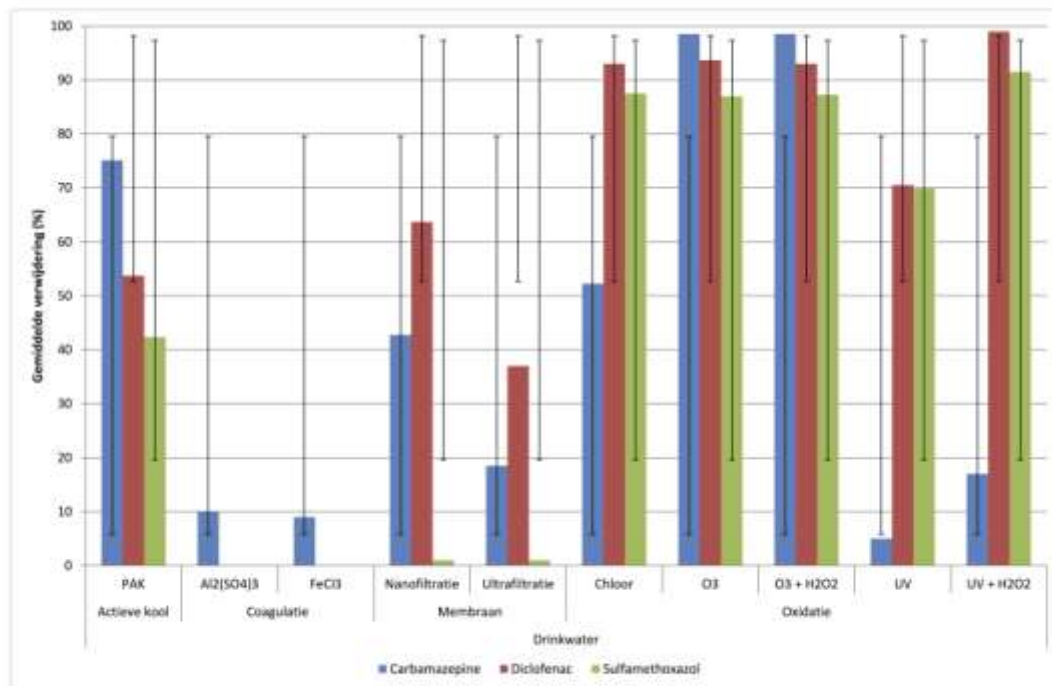
Physical/Chemical	
Pressure of vapor (mmHg)	3.45E-6
Melting point (°C)	140.0
Polarizability (cm ³)	2.37E-22
Solubility (mg/L)	570.0
Log kov	2.8
Flash point (°C)	193.1
pKa (mg/L)	3.3
Molecular mass (g/mol)	240.3
Total biodegradation (%)	
Total Removal (%)	
LogD	0.04

Figuur 2. Screenshot deel van BOS-MM factsheet voor Bentazon, een onkruidbestrijdingsmiddel

Als meetgegevens ingevoerd worden, wordt een beknopte versie van de factsheet weergegeven, maar dan voor meerdere stoffen tegelijk, gebaseerd de meetgegevens (zie afbeelding 2). Hier krijg de gebruiker informatie over:

- Gebruik van de stoffen; geneesmiddel, gewasbeschermingsmiddel, brandvertrager, industrieel bijproduct, oplosmiddel of andere.
- Emissie van de stoffen; huishoudens en zorginstellingen, landbouw, industrie en handel, verkeer of gebruikers van oppervlaktewater, inclusief scheepvaart.
- Hoe komen de stoffen terecht in de watercyclus; bijvoorbeeld via het effluent van een rioolwaterzuivering of als afvloeiing van besproeide velden, dit geeft inzicht waar het beste ingegrepen kan worden.
- Toxicologisch effect op mensen; berekend op basis van de voorlopige limiet voor drinkwater als geadviseerd door de wereldgezondheidsorganisatie [2].
- De *aquatisc* Predicted No Effect Concentration (PNEC) als die bestaat voor de stoffen.
- Overzicht van centrale technische verwijderingsmogelijkheden; efficiëntiegegevens van de meest voorkomende zuiveringstechnieken (drinkwater en afvalwater), inclusief verwijzingen naar al bestaande literatuur (zie figuur 3).
- Overzicht van decentrale technische en niet-technische verwijderingsmogelijkheden; beleid, bewustmakingscampagnes voor consumenten, convenanten met boeren, verwijdering direct bij het ziekenhuis, retentiefilters bij het riooloverstort etcetera.

Voorbeeld van gemiddelde verwijderingsrendementen van een selectie van drinkwater zuiveringstechnieken voor de geneesmiddelen carbamazepine, diclofenac en sulfamethoxasole



uit de literatuurstudie database.

Afbeelding 3. Voorbeeld van gemiddelde verwijderingsrendementen van een selectie van drinkwater zuiveringstechnieken voor de geneesmiddelen carbamazepine, diclofenac en sulfamethoxasole uit de literatuurstudie database.

Het BOS-MM geeft deze informatie deels op basis van een database die gebaseerd is op een grote literatuurstudie van het verwijderingsrendement van zuiveringstechnieken voor bepaalde stoffen voor veelgebruikte technieken, zoals geavanceerde oxidatie (ozon en UV/H₂O₂), actieve kool (poederkool en granulaire actieve kool), en membranen (reverse osmosis, ultrafiltratie en nanofiltratie).

Ook is in het kader van het TAPES-project onderzoek gedaan naar de efficiëntie van drinkwater-zuiveringstechnieken (zoals UV+H₂O₂, nanofiltratie, granulaire actieve kool en affiniteitsabsorptie) en afvalwater-zuiveringstechnieken (zoals poederkool, ozon, retentie filters, UV (+H₂O₂), het 1-STEP filter bij watercyclusbedrijf Waternet en *Dissolved Air Flotation* (DAF)). Deze resultaten zijn meegenomen in het BOS-MM.

Een tweede ronde interviews met experts van de technieken in de literatuurstudie is gehouden om het BOS praktijkgericht te maken, voor- en nadelen van de technieken in beeld te brengen en de parameters aan te geven die het verwijderingsrendement van de technieken beïnvloeden. Deze informatie is nog niet meegenomen in de BOS-MM, maar moet op termijn de gebruiker van het systeem helpen om de resultaten van de literatuurstudie beter te vertalen naar de eigen situatie. Ook is een literatuurstudie gedaan en geïmplementeerd in het BOS-MM naar decentrale (niet-)technische maatregelen voor de stofgroepen geneesmiddelen, gewasbeschermingsmiddelen en huishoudelijke stoffen.

Het BOS-MM, met alle tot dan toe beschikbare informatie, is sinds september 2015 openbaar toegankelijk (www.tapes-interreg.eu). Het systeem is echter nog niet op uitgebreide schaal in de praktijk getoetst. Het idee is dat besluitnemers met de informatie van het BOS-MM over de eigenschappen van de stoffen, over hoe ze in de waterketen terechtkomen, welke centrale technische zuiveringstechnieken belovend uitzien, en eventueel welke niet-technische maatregelen genomen kunnen worden, sneller en gerichter kunnen zien welke oplossingen geschikt zijn voor hun specifieke water.

Met het BOS-MM is de kennis al in huis en kan een verkennend onderzoek snel uitgevoerd worden. Daardoor kunnen sneller en efficiënter beslissingen genomen worden over de volgende stappen, zoals een vooronderzoek doen naar technieken die door BOS-MM geselecteerd zijn, bepaalde niet-technische maatregelen in een stroomgebied etcetera.

Conclusie en vervolg

Op dit moment informeert het BOS-MM de partijen in de waterketen over een kleine twintig milieuvreemde stoffen en de mogelijke maatregelen die hiertegen genomen kunnen worden. De ambitie is dat het BOS-MM zich zal blijven ontwikkelen en steeds uitgebreider informatie kan verstrekken over hoe om te gaan met milieuvreemde stoffen.

De nieuwe toegepaste wetenschappelijke component van het BOS-MM is de geïntegreerde aanpak over de hele watercyclus. Het TAPES-project is erop gericht om met partners het BOS-MM te laten uitgroeien tot het systeem waar men in Europa naar toe gaat bij vragen over nieuwe stoffen en de maatregelen om hier mee om te gaan; door innovatieve oplossingen of met oude vertrouwde technieken. Doordat het probleem van milieuvreemde stoffen in de watercyclus integraal wordt benaderd – van bron tot tap – zal dit op termijn leiden tot meer samenwerking en consensus in de watersector over het ingewikkelde onderwerp van milieuvreemde stoffen in de watercyclus en tot duurzame oplossingen.

*Dit artikel is ook gepubliceerd in Water Matters van oktober 2015.
Water Matters is het halfjaarlijkse kenniskatern van H2O.*

Referenties

1. Newman, S., T. Lynch, et al. (1999). *Success and failure of decision support systems: Learning as we go*. Proceedings of the American Society of Animal Science.
 2. Power, D. J. and R. Sharda (2007). *Model-driven decision support systems: Concepts and research directions*. Decision Support Systems 43(3): 1044-1061.
- WHO (2011). Guidelines for Drinking water Quality fourth edition, WHO.