



Foto Unsplash

Aandachtvragende stoffen in rwzi-effluent: de huidige stand van de kennis

[UITGELICHT](#) H2O- Online

24 OKTOBER 2023

In deze studie is een synthese gemaakt van onderzoeken naar organische microverontreinigingen in rwzi-effluent. Naast geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen zijn er tal van opkomende stoffen die aandacht vragen. De Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen gaat de resultaten onder de aandacht brengen van relevante (beleids)kaders.

Geschreven door Anja Derksen (AD eco advies), Anne Jans (Rijkswaterstaat), Els Smit (RIVM), André Bannink (RIWA), Stefan Kools (KWR Water Research Institute)

Rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) vormen het afvoerputje (of beter: doorgeefluik) van het afvalwatersysteem. Op een rwzi komt een wereld aan stoffen binnen. Een deel daarvan wordt verwijderd. Wat overblijft wordt met het gezuiverde afvalwater (effluent) op het oppervlaktewater geloosd. Dit maakt rwzi's een belangrijke route van stoffen naar het oppervlaktewater en daarmee een mogelijk aangrijpingspunt voor emissiereductie. Daarvoor is het wenselijk te weten welke stoffen de grootste risico's veroorzaken.

In opdracht van de Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen (WAOS, zie kader) is de huidige stand van kennis over opkomende stoffen in het effluent van rwzi's samengevat en is hieruit een synthese gemaakt van de stoffen of stofgroepen die nadere aandacht verdienen.

Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen (WAOS)

Waterbeheerders en drinkwaterbedrijven stuiten in het water steeds vaker op nieuwe en relatief onbekende stoffen die nog geen normering hebben gekregen. Ook zijn er stoffen waarvoor uit nieuwe informatie blijkt dat ze toch schadelijker zijn voor mens of milieu dan eerder gedacht. Deze stoffen worden opkomende stoffen genoemd. Opkomende stoffen zijn een mogelijke bedreiging voor de waterkwaliteit.

Sinds 2015 zet de Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen (WAOS) zich in om nieuwe opkomende stoffen te achterhalen, kennishiaten over bekende opkomende stoffen vast te stellen en benodigd onderzoek uit te voeren. De werkgroep bestaat uit leden van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, waterschappen, provincies, Rijkswaterstaat, RIVM en drinkwaterbedrijven.

De WAOS ontwikkelt een strategische aanpak voor opkomende stoffen. Het doel daarbij is het geven van advies over verder onderzoek of mogelijke maatregelen. Dit gebeurt in een cyclisch proces, waarin keer op keer bekeken wordt welke informatie nog mist en hoe deze het best aangevuld kan worden. Zo verzamelt de werkgroep eerst kennis over de aanwezigheid van stoffen en stofgroepen, waarna voor de schadelijke stoffen nader bronnenonderzoek wordt gedaan, om zo tot een handelingsperspectief te komen.

Daarnaast stimuleert de werkgroep het ontwikkelen van nieuwe analysetechnieken om opkomende stoffen op het spoor te komen en onderzoekt zij de bruikbaarheid hiervan in de praktijk. Op de website van het Informatiepunt Leefomgeving (IPLO) [1] staat meer informatie over de werkgroep, de context waarin zij werkt en de onderwerpen waar zij zich mee bezighoudt.

Opzet

In de uitgevoerde studie [2] zijn onderzoeken naar organische microverontreinigingen in binnen- en buitenland bestudeerd. De focus lag daarbij op studies naar stoffen in het gezuiverde afvalwater van rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi-effluent). De studies hadden met elkaar gemeen dat ze een methode toepasten om de aangetroffen stoffen te prioriteren. Bijvoorbeeld vanwege onwenselijke stoffeigenschappen, overschrijding van voorspelde geen-effectconcentraties (Predicted No Effect Concentrations, PNEC's) of een hoge score in een methode gebaseerd op risico, zoals de NORMAN-prioriteringssystematiek [3]. De studies waren bijzonder door het aantal

stoffen dat werd gemeten. Dat gebeurde met een zeer uitgebreide lijst van doelstoffen of door toepassing van suspect screening [4].

Bevindingen

In effluenten van rwzi's worden honderden stoffen aangetroffen. In totaal zijn in studies in binnen- en buitenland meer dan 1.200 unieke stoffen gevonden. De concentraties variëren van minder dan 1 nanogram per liter tot meer dan 100 microgram per liter. Vooral bij industriële stoffen treden (zeer) grote concentratieverschillen op tussen verschillende rwzi's.

In veel studies komen geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen naar voren als mogelijk risicovolle stofgroepen. Dat hoeft echter niet te betekenen dat deze stofgroepen daadwerkelijk het grootste probleem vormen. Het beeld is namelijk deels vertekend: deze stofgroepen zijn meer onderzocht en er zijn meer toxiciteitsgegevens voor bekend. Voor deze stofgroepen bestaat ook al specifiek beleid.

Omdat de focus bij dit project lag op opkomende stoffen, is in de verdere uitwerking vooral gekeken naar stoffen met een andere toepassing dan uitsluitend als geneesmiddel of gewasbeschermingsmiddel. Evengoed blijft het een zeer relevante constatering dat deze stoffen in effluent aandacht vragen. Dit geldt met name voor gewasbeschermingsmiddelen, omdat er nog maar weinig onderzoek is gedaan naar de emissies van deze stoffen via het riool.

Door de stoffen en stofgroepen die in de diverse studies hoog scoren in risicogebaseerde methoden samen te voegen is een lijst opgesteld van bijna 60 aandachtvragende stoffen (zie tabel 1 aan het einde van het artikel). Deze aandachtvragende stoffen zijn ingedeeld naar stofgroep en/of toepassing (zie ook tabel 1):

- Benzotriazolen: worden vrijwel altijd en in hoge concentratie ($\mu\text{g/L}$) aangetroffen in effluenten.
- Stoffen die worden toegepast bij de productie van rubber of vrij kunnen komen bij gebruik en slijtage van rubber: soms worden zeer hoge

concentraties (tot >100 µg/L) van deze stoffen aangetroffen.

- PFAS: vragen vooral aandacht vanwege hoge persistentie en toxiciteit.
- Alkylfosfaatesters: komen vaak voor in rwzi-effluent en hebben een hoge toxiciteit. Met name de alkylfosfaatesters die chloor bevatten zijn erg toxisch.
- Diverse andere industriële stoffen: vooral stoffen die gebruikt worden in chemische processen, voor de productie van stoffen of die vrijkomen uit producten (zie tabel 1).
- Diverse biociden: vooral biociden met een desinfecterende werking en de insectenwerende stof DEET.
- Stoffen met meerdere toepassingen dan alleen als biocide: vooral de stoffen die in antivlooienmiddelen voor huisdieren worden toegepast vallen in diverse studies op door hun hoge risicoscore.
- Een diverse restgroep: onder andere enkele zoetstoffen.

De bestudeerde onderzoeken zijn divers van aard, opzet, onderzochte stoffen en wijze van prioritering op basis van risico. Dit maakt het lastig om aan te geven welke van deze aandachtvragende stoffen of stofgroepen voor Nederland de hoogste prioriteit hebben.

Bijna de helft van de aandachtvragende stoffen is al in beeld doordat zij als (potentieel) Zeer Zorgwekkende Stof ((p)ZZS) zijn geïdentificeerd, of binnen de Kaderrichtlijn Water zijn aangewezen als (kandidaat) prioritaire stof of Watchlist-stof. Enkele aandachtvragende stoffen in rwzi-effluenten overlappen met de aandachtvragende stoffen die de WAOS eerder voor oppervlaktewater heeft geïdentificeerd [5].

Bronnen en routes van aandachtvragende stoffen in effluent

De mogelijke bronnen en routes van aandachtvragende stoffen en stofgroepen in effluent zijn niet in detail bekeken. De toepassing of werking van de stoffen geeft echter wel vaak een idee van de oorsprong en biedt daarmee inzicht in de mogelijkheden om de emissie via bronaanpak terug te dringen. Duidelijk is het volgende:

- Industriële activiteiten kunnen lokaal leiden tot (zeer) hoge concentraties (tot >100 µg/L) in het rwzi-effluent. Dit betekent dat

industriële (punt)bronnen een grote invloed hebben op het effluent. De meegenomen studies bieden echter onvoldoende informatie om de belasting uit industriële bronnen en die vanuit huishoudens nader te kunnen kwantificeren.

- Stoffen die worden toegepast tegen vlooien bij huisdieren scoren hoog in diverse risicobeoordelingen. Voorbeelden hiervan zijn imidacloprid en fipronil. Dit laat zien dat antivlooienmiddelen voor huisdieren via de rwzi in het oppervlaktewater terechtkomen. De Kennisimpuls Waterkwaliteit, project Diergeneesmiddelen [6] en Diepens et al. [7] constateerden dit al eerder.
- De stoffen carbendazim, terbutryn en diuron zitten als biocide in verven en coatings voor muren en daken en in bouwmaterialen, zoals pleister of cement. Deze stoffen komen via afstromend hemelwater op de rwzi terecht.
- In rwzi-effluenten zitten diverse rubberadditieven. Deze stoffen komen vermoedelijk zowel uit industriële puntbronnen als via afstromend hemelwater met daarin resten bandenslijpsel op rwzi's terecht.
- Ook gewasbeschermingsmiddelen komen op rwzi's terecht. Deze stoffen hebben vaak een negatief effect op de waterkwaliteit. De gegevens uit deze studie laten zien dat gewasbeschermingsmiddelen niet alleen uit de landbouw komen, maar ook via andere bronnen de rwzi bereiken.

Hoe verder?

Deze studie bevestigt het belang van rwzi's in de verspreiding van microverontreinigingen naar het oppervlaktewater. Naast geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen zijn er tal van opkomende stoffen die aandacht vragen. Daarom zijn er in de WAOS diverse aanbevelingen besproken. De WAOS gaat de resultaten van deze studie onder de aandacht brengen van relevante (beleids)kaders. Een aantal acties zijn reeds als beleid geïmplementeerd of anderszins ingevoerd. De bevindingen van deze synthese onderstrepen nogmaals het belang daarvan. Het is van belang de resultaten van deze studie bij de betreffende (beleids)kaders onder de aandacht te brengen, zodat

kennis kan worden genomen van de bevindingen en hierop met vervolgacties op kan worden gereageerd.

Verder wil de WAOS monitoring stimuleren waarbij gebruik wordt gemaakt van brede chemische monitoringsmethoden (i.e. suspect screening) bij onderzoek van effluent. Daarvoor is het nodig om de stoffenbibliotheken voor suspect screening verder uit te breiden en om aandachtvragende stoffen mee te nemen in de beoordeling van de effectiviteit van aanvullende zuiveringsstappen. Bronnen en routes van aandachtvragende stoffen moeten nader worden uitgewerkt.

Conclusie

Deze studie laat zien dat verschillende microverontreinigingen via rwzi's in het oppervlaktewater terechtkomen. De route via rwzi's was al goed bekend voor geneesmiddelen. Deze studie bevestigt dit, maar geeft ook aan dat een aantal minder bekende resten van geneesmiddelen aandacht behoeven in meetprogramma's. Uit dit overzicht blijkt dat ook gewasbeschermingsmiddelen via huishoudelijk afvalwater en/of regenwaterriolen op de rwzi terecht komen. Daarnaast worden industriële stoffen, biociden en antivlooiemiddelen voor huisdieren in rwzi-effluenten aangetroffen. Door de stoffen te prioriteren op basis van hun potentiële risico's komen uit deze stoffen de 'aandachtvragende stoffen' in beeld.

Meer onderzoek naar de aandachtvragende stoffen die volgen uit dit onderzoek wordt aanbevolen, zodat de ecologische en/of humane risico's van deze stoffen nog beter kunnen worden uitgezocht. Met deze kennis komt de urgentie nog beter naar voren en kunnen specifieke beleidsmaatregelen onderbouwd worden. De vervolgacties naar aanleiding van dit rapport worden nu door de Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen bepaald.

Samenvatting

In deze studie is een synthese gemaakt van onderzoeken naar organische

microverontreinigingen in rwzi-effluent. De studie bevestigt de rol van rwzi's in de verspreiding van microverontreinigingen naar het oppervlaktewater. Naast geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen zijn er tal van opkomende stoffen die aandacht vragen. De Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen gaat de resultaten onder de aandacht brengen van relevante (beleids)kaders. Bronnen en routes van aandachtvragende stoffen moeten nader worden uitgewerkt. Daarnaast wil de WAOS toepassing van brede chemische monitoringsmethoden (suspect screening) bij onderzoek van afvalwater stimuleren.

REFERENTIES

1. Informatiepunt Leefomgeving (2023). *Aanpak opkomende stoffen*. <https://iplo.nl/thema/water/oppervlaktewater/delta-aanpak-waterkwaliteit/aanpak-opkomende-stoffen/>
2. Derksen, A. (2022). *Aandachtvragende stoffen in rwzi-effluent. Samenvatting van de huidige stand van de kennis*. AD eco advies, Wageningen. In opdracht van Werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen / RWS.
3. [//open.rws.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@259087/aandachtvragende-stoffen-rwzi-effluent/](https://open.rws.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@259087/aandachtvragende-stoffen-rwzi-effluent/)
4. Dulio, V. & Ohe, P.C. von der (2013). *NORMAN Prioritisation framework for emerging substances*. Working Group on Prioritisation of Emerging Substances. NORMAN network. [Http://www.norman-network.net/sites/default/files/files/Publications/NORMAN_prioritisation_Manual_15%20April2013_final%20for%20website-f.pdf](http://www.norman-network.net/sites/default/files/files/Publications/NORMAN_prioritisation_Manual_15%20April2013_final%20for%20website-f.pdf)
5. Meekel, N., Leerdam, T. van, Vughs, D., Béen, F. & Kotte, M. (2023). 'Suspect en non-target screening; wat is het verschil'? *H2O-online*, 2 juni 2023.
6. Osté, L., Ouwekerk, K. & Derksen, A. (2022). *NORMAN prioritering Nederlandse waterkwaliteitsdata*. Deltares-rapport 11206216-010-BGS-0001.

7. <https://www.deltares.nl/expertise/publicaties/norman-prioritering-nederlandse-waterkwaliteitsdata>.
8. Mul M., Veenenbos M., Van Vliet J. (2021). *Emissiereductie van antivlooienmiddelen voor honden naar het oppervlaktewater*. CLM Rapport 1078, CLM Onderzoek en Advies, Culemborg, Nederland.
9. Diepens, N.J., Belgers, D., Buijse, L. & Roessink, I (2023). 'Pet dogs transfer veterinary medicines to the environment'. *Science of The Total Environment* 858(1): 159550.

Tabel 1. Samenvatting aandachtvrage stoffen in rwzi-effluent.

** = ook aandachtvrage stof in oppervlaktewater [5], gbm = gewasbeschermingsmiddel*

Stofgroep	Stof	Toepassing
Benzotriazolen	1,2,3 benzotriazool* 4- en/of 5-methyl-1H-benzotriazool* 5-chloor-1H-benzotriazool	anticorrosiemiddel, rubberadditief anticorrosiemiddel, rubberadditief anticorrosiemiddel
Rubberadditieven	1,3-Difenylguanidine 2-Benzothiazolesulfonzuur Hexamethoxymethylmelamine (HMMM)* Mono-, di- en tri(methoxymethyl)melamine	catalysator in rubber fungicide, rubberadditief rubberadditief, crosslinker in harsen en coatings (o.a.) afbraakproducten van HMMM
PFAS	Perfluorhexaanzuur (PFHxA) Perfluorheptaanzuur (PFHpA) Perfluorocataanzuur (PFOA) Perfluorocataansulfonaat (PFOS)	divers, afbraakproduct andere PFAS divers, afbraakproduct andere PFAS divers, afbraakproduct andere PFAS divers, afbraakproduct andere PFAS
Alkylfosfaatesters	Tris(2-chloorethyl)fosfaat (TCEP) Tris(2-chloor-1-(chloormethyl)ethyl)fosfaat (TDCP) Trichloorpropylfosfaat (TCPP) Triisobutylfosfaat (TIBP) Tributylfosfaat (TBP) Triethylfosfaat (TEP)	brandvertrager weekmaker, brandvertrager brandvertrager weekmaker weekmaker weekmaker, brandvertrager en meer
Overige industriële stoffen	1,3,5-Triazine-2,4,5-triamine (melamine) 2- en/of 4-nitrofenol 2,3- en/of 2,4- en/of 2,6-nitrofenol 2,4-dichloorfenol 4-tert-octylfenol Bisfenol A (BPA) Di-ethyleentriaminepentaazijnzuur (DTPA) Dichloorazijnzuur Dodecyl-benzeensulfonaat (C12-LAS) Ethyleendiaminetetraethaanzuur (EDTA)* Hexamethyleentetramine (urotropine) Tetrabroombisfenol A (TBBPA) Tetraglyme (TEGDME) Trifenyfosfineoxide (TPPO)	basis voor harsen en coatings gebruikt bij productie geneesmiddelen, gbm en kleurstoffen gebruikt bij productie gbm en kleurstoffen gebruikt bij productie gbm en biocides gebruikt bij productie industriële stoffen plasticadditief (o.a.) complexvormer industriële toepassingen detergent complexvormer industriële toepassingen, conserveringsmiddel brandvertrager oplosmiddel bijproduct chemische synthese
Biociden	1,2-benzisothiazool-3(2H)-on Benzododecinium Benzyl-dimethyltetradecylammonium Didecyl-dimethylammonium (DDAC) N,N-dimethyldodecylamine Triclosan	fungicide, conserveringsmiddel desinfectant desinfectant (quaternaire ammoniumverbinding) desinfectant (quaternaire ammoniumverbinding) reiniging oppervlakken desinfectant
Stoffen met meerdere toepassingen, onder andere als	Aminocarb Carbendazim Diazinon Diuron Fipronil Hexachloorcyclohexaan (lindaan, HCH) Imidacloprid Permethrin Piperonyl-butoxide* Propoxur Terbutryn Terbutryn-sulfoxide Terbutylazine Thiabendazool Thiamethoxam	insecticide, biocide fungicide, biocide insecticide, acaricide, antivlooienmiddel herbicide, biocide insecticide, acaricide, biocide, antivlooienmiddel insecticide, biocide insecticide, biocide, antivlooienmiddel insecticide, biocide, antivlooienmiddel insecticide, biocide, versterking effect antivlooienmiddel insecticide, acaricide, biocide, antivlooienmiddel herbicide, biocide herbicide, biocide (metaboliet) herbicide, biocide in koeltorens fungicide, biocide insecticide, houtconservering
Overige	Sucralose Cyclamaat Cafeïne Cotinine DEET Fenantreen	zoetstof zoetstof geneesmiddel, stimulant tabakingsrediënt insectenwerend polycyclische aromatische koolwaterstof (PAK)