

Achtergronddocument Redeneerlijn verwijderen microverontreinigingen op de afvalwaterzuivering (AWZI) Zuiderzeeland

Inleiding

Voldoende en schoon water worden een steeds grotere uitdaging voor waterbeheerders en drinkwaterbedrijven. In oppervlaktewater worden zeer regelmatig medicijnresten aangetroffen, waarvan een groot gedeelte in de buurt van AWZI's.

In deze notitie wordt ingegaan op de nut en noodzaak van het verwijderen van microverontreinigingen bij de AWZI's. Microverontreinigingen zijn milieuvreemde stoffen en horen niet thuis in water. Het gaat onder meer om medicijnen, gewasbeschermingsmiddelen, hormoon ontregelende stoffen, brandvertragende stoffen en weekmakers. Hoewel over deze stoffen (nog) veel niet bekend is, is wel duidelijk dat ze ongewenste effect hebben op het watermilieu. Medicijnresten worden vaak genoemd als aanleiding voor een extra zuiveringsstap op een AWZI. In deze notitie gaat het over microverontreinigingen maar worden medicijn(resten) genoemd als dit de aanleiding is of specifieke beleid hierover gaat. Microplastics en antibioticaresistentie behoren niet tot de scope van deze redeneerlijn.

In de evaluatie Zicht op Waterkwaliteit welke op 20 april 2021 beeldvormend in de Algemene Vergadering is besproken zijn de situatie en ontwikkelingen vanuit het perspectief van het oppervlaktewater besproken. Hierin staan de genomen bronmaatregelen beschreven. Deze notitie sluit daarbij aan vanuit het perspectief van de afvalwaterketen.

Het beleid en wettelijk kader wordt eerst beschreven. Daarna wordt de huidige situatie met de probleemstelling en uitgevoerde onderzoeken besproken. In het afwegingskader is beschreven welke criteria meegenomen zijn voor een techniekeuze om medicijnresten te verwijderen. Voor de AWZI Almere is dit uitgewerkt tot een voorkeursvariant. De keuze hiervoor is in de laatste paragraaf beschreven.

Beleid en wettelijk kader

Op 5 maart 2020 heeft het Europees parlement een resolutie aangenomen over de aanpak van medicijnresten. Deze resolutie is gebaseerd op de European approach of pharmaceuticals van maart 2019. In deze resolutie staat dat de aanpak van medicijnresten noodzakelijk is. Bronaanpak is hierin leidend. De maatregelen die genoemd zijn in de resolutie, zijn dan ook met name gericht op bronaanpak zoals aanpassen van regelgeving en beleid, opleiden van zorgpersoneel en betrekken van de industrie. Over waterzuiveringen wordt genoemd dat onderzocht wordt of wetgeving aangepast moet worden. Met als doel om (bepaalde) afvalwaterzuiveringen te upgraden met meer geavanceerde zuiveringstechnieken.

De Europese commissie heeft een lijst met prioritaire stoffen opgesteld. Voor deze stoffen moeten beheersmaatregelen getroffen worden om emissies te voorkomen. Er wordt onderzocht of deze lijst onder andere moet worden uitgebreid met verschillende medicijnen zoals diclofenac en ibuprofen. Het is onduidelijk wanneer hier een besluit over genomen wordt. Als deze stoffen worden toegevoegd aan de prioritaire stoffenlijst wordt dit op zijn vroegst, na 2024 in nationale wetgeving verankerd.

De EU is bezig om de richtlijn Stedelijk Afvalwater te herzien. De Unie van Waterschappen geeft in een position paper aan dat een goede afstemming tussen de richtlijn Stedelijk Afvalwater en de Kaderrichtlijn Water noodzakelijk is. Hiermee wordt de relatie gelegd tussen de emissies vanuit de afvalwaterketen en waterkwaliteitsdoelen.

In Nederland constateerden de gezamenlijke overheden in 2015 dat de waterkwaliteit een impuls nodig heeft om in 2027 de doelen van de Kaderrichtlijn Water te kunnen bereiken. Dit heeft in 2016 geresulteerd in de Deltaplan Waterkwaliteit en Zoetwater. De waterschappen zijn medeondertekenaars van de intentieverklaring, waarin alle ketenpartners de intentie uitspreken na te zullen gaan welke bijdrage ze kunnen leveren aan het deltaplan. Voor medicijnresten is het deltaplan nader uitgewerkt in de Ketenaanpak Medicijnen uit Water. Het doel van de Ketenaanpak Medicijnen uit Water is om de emissies van medicijnresten naar oppervlaktewater en de negatieve effecten daarvan op het watermilieu en de bereiding

van goed drinkwater, terug te dringen. Binnen de ketenaanpak is voor de waterschappen een rol weggelegd in het verwijderen van medicijnresten op de zuivering. Binnen de ketenaanpak is een lijst met 11 gidsstoffen opgesteld. Deze stoffen dienen als indicator voor het verwijderen van de microverontreinigingen. De gidsstoffen komen vaak voor in afvalwater, worden in de huidige zuivering niet of nauwelijks verwijderd en er is een goede methode om deze stoffen te meten.

In het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit RWZI-afvalwater (IPMV) hebben het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), waterschappen en STOWA voor de periode 2019-2023 als doel om technologieën en technieken door te ontwikkelen voor verwijdering van microverontreinigingen uit afvalwater. In dit innovatieprogramma werken rijksoverheid, waterschappen, kennisinstellingen, drinkwaterbedrijven en het bedrijfsleven samen om microverontreinigingen uit afvalwater te verwijderen en daarmee de waterkwaliteit in Nederland verder te verbeteren. Dit innovatieprogramma sluit goed aan bij de bijdrageregeling verwijderen van medicijnresten van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Om waterschappen te motiveren microverontreinigingen te verwijderen en meer ervaring op te doen, heeft het ministerie van IenW deze bijdrageregeling opgezet. De belangrijkste voorwaarden zijn:

- minimaal 70% van de 11 gidsstoffen verwijderen.
- ecotoxiciteit met 50% verminderen, volgens de opgestelde meetmethode.
- op een hotspotlocatie.
- minimaal 10 jaar in bedrijf
- installatie voor de 1^{ste} tranche in bedrijf tussen 2020-2023
- installatie voor de 2^e tranche in bedrijf tussen 2024-2027.

Het bestuursprogramma “Water beweegt 2019-2023” geeft de ambitie om microverontreinigingen te verminderen in het oppervlaktewater door een bron- en ketenaanpak. Inzetten op bronaanpak en bewustwording. Daarnaast is het de ambitie om aanvullende zuiveringsmogelijkheden te onderzoeken, om te bepalen of op een efficiënte manier microverontreinigingen te verwijderen zijn.

Huidige situatie en probleemstelling

Bronnen van medicijnresten en microverontreinigingen

Medicijnen zijn ontworpen om effect te hebben bij lage concentraties in ons menselijk lichaam of dat van (grotere) dieren. Het medicijngebruik stijgt de laatste jaren, waardoor de vracht aan medicijnresten in het afvalwater stijgt. De gebruikte medicijnen komen via afspoelen van zalven, ontlasting en urine voor 95% in het rioolwater terecht. Een klein deel, de overige 5 %, is afkomstig van medicijnen die doorgespoeld worden. Van de medicijnvracht in het rioolwater komt circa 10% van ziekenhuizen en zorginstellingen, de overige 90% komt uit huishoudens. Naast medicijnresten komen in het afvalwater ook microverontreinigingen terecht onder andere door het gebruik van consumentenproducten, persoonlijke verzorgingsproducten en industriële lozingen. Hierbij gaat het om heel veel stoffen waarvan vaak weinig bekend is. Via de AWZI komen de microverontreinigingen als een puntbron in het oppervlaktewater terecht. De huidige AWZI's zijn niet ontworpen om microverontreinigingen te verwijderen.

Naast een grote bron als AWZI effluent voor microverontreinigingen zijn er nog kleinere bronnen zoals IBA's (individuele afvalwaterbehandeling installaties), riolering (zoals overstorten, foutieve aansluitingen) en afstroming van dierlijke mest. Dit zijn meer diffusere bronnen. Het vergaand zuiveren op een AWZI heeft de meeste impact om de emissies naar het oppervlaktewater te verminderen.

Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Medicijnresten worden aangetroffen in grond- en oppervlaktewater. In 2016 heeft het RIVM ingeschat dat jaarlijks minimaal 140 ton in het oppervlaktewater terecht komt, in 2020 is dat bijgesteld tot 190 ton per jaar. Via de AWZI komt de grootste vracht aan medicijnresten in het oppervlaktewater. Uit een recente analyse van het RIVM blijkt dat de gemiddelde jaarconcentratie van 10 medicijnen op één of meerdere locaties in Nederland de risicogrens overschrijdt. Voor een aantal stoffen zijn veilige concentraties (PNEC, Predicted No Effect Concentrations) bepaald, deze waarden wordt als risicogrens gebruikt.

De effecten (die bekend zijn) hebben met name betrekking op het dierlijk waterleven. Wetenschappelijk onderzoek laat verschillende effecten zien op vissen en kleine kreeftachtigen. Zo is bekend dat weefselschade kan ontstaan door pijnstillers, geslachtsverandering door hormoon ontregelende stoffen of het gedrag beïnvloed kan worden door bijvoorbeeld antipsychotica.

In Nederland is nooit specifiek onderzoek gedaan in het oppervlaktewater naar effecten van medicijnresten of andere microverontreinigingen op het waterleven en het ecosysteem. Wel zijn er verschillende laboratoriumonderzoeken uitgevoerd voor specifieke medicijnen. In het LOES onderzoek (Landelijk Onderzoek oEstrogene Stoffen 2002) is hormoonverstoring aangetoond bij vissen in Nederlandse regionale oppervlaktewateren. In het buitenland zijn effecten op vissen (geslachtsverandering) en macrofaunagemeenschappen in het oppervlaktewater gerelateerd aan de aanwezigheid van AWZI effluent met medicijnresten. Deze effecten verwachten wij ook in Nederland.

Effecten in Flevoland

Niet alle microverontreinigingen zijn even toxisch voor het waterleven. Daarom zijn in 2018 en 2019 een aantal effectonderzoeken uitgevoerd, waarin de toxiciteit en ecologische risico's onderzocht zijn in het watersysteem. Van AWZI-effluenten en in het ontvangend oppervlaktewater, om het effect van effluentlozingen te meten.

Resultaten uit 2018 geven aan dat overal in het watersysteem medicijnresten worden aangetroffen, in stedelijk en landelijk gebied. De hoogste concentraties aan medicijnresten zijn in het oppervlaktewater aangetoond nabij de AWZI's. In het oppervlaktewater bij AWZI Almere zijn de hoogste concentraties gemeten, gevolgd door de AWZI's Lelystad, Tollebeek, Dronten en tot slot Zeewolde.

Enkele individuele toxiciteitstesten geven een verhoogd risico op effecten door milieuvreemde stoffen. De hoogste toxiciteit is nabij lozingspunten van AWZI's gemeten. Het algemene beeld over de uitgevoerde toxiciteitstesten geeft op basis van verschillende bio-assays een aanvaardbaar ecologisch risico. Bij een aanvaardbaar risico is de invloed van microverontreinigingen meetbaar, de effect signaalwaarde wordt niet meer dan 50% overschreden.

Samenvattend kan worden gesteld kan dat er sprake is van toxische druk door microverontreinigingen, maar het beeld is niet compleet.

AWZI's Zuiderzeeland

In het kader van de Delta-aanpak heeft STOWA in 2017 een landelijke hotspotanalyse geneesmiddelen uitgevoerd. De afvalwaterzuiveringsinstallatie is een belangrijk doorvoerpunt voor medicijnresten. Met deze analyse is in beeld gebracht welke AWZI's de grootste invloed hebben op het oppervlaktewater. Met als doel om deze zuiveringen als eerste aan te pakken. Voor waterschap Zuiderzeeland zijn de AWZI's Almere en Lelystad een hotspotlocatie. De toxiciteit en effectonderzoeken die zijn uitgevoerd geven aan dat het grootste effect is gemeten bij AWZI Almere en Lelystad, dit komt overeen met het STOWA hotspotanalyse onderzoek.

Samen met de andere Rijn-Oost waterschappen hebben we een onderzoek laten uitvoeren naar de huidige verwijderingsrendementen van de AWZI's. Het verwijderingspercentage is erg afhankelijk van de stoffen. Sommige stoffen worden namelijk goed verwijderd zoals paracetamol en metformine, andere stoffen worden niet verwijderd. Er zijn (nog) geen normen voor medicijnresten in het effluent van de AWZI. Landelijk wordt de lijst met gidsstoffen aangehouden die is opgesteld vanuit de ketenaanpak. De doelstelling is om gemiddeld 70% van deze gidsstoffen te verwijderen. In de huidige AWZI's wordt gemiddeld 30-40% van de gidsstoffen verwijderd.

Handelingsperspectief

Bij het vaststellen van de nota Zicht op waterkwaliteit 2018-2021 is ingezet op kennisvermeerdering, bewustwording en bronaanpak van microverontreinigingen (het voorzorgbeginsel). De genomen acties zijn beschreven in de evaluatie Zicht op waterkwaliteit. Bronaanpak blijft belangrijk, wat er niet in zit hoeft er niet uit. Op Europees en landelijk niveau is vastgesteld dat medicijnen noodzakelijk blijven. Door vergrijzing

verwachten we dat het medicijngebruik stijgt. Bronaanpak blijft het uitgangspunt, maar is niet voldoende om de emissies microverontreinigingen flink te verminderen.

Naast bronaanpak zijn er inspanningen om samen met gemeenten de meer diffusere bronnen van microverontreinigingen aan te pakken. In gemeenten met een gemengde riolering worden mogelijkheden verkend om meer hemelwater af te koppelen. Bij intensieve regenbuien vinden dan minder riool overstorten, met afvalwater naar het oppervlaktewater plaats. Het is bekend dat in gescheiden riolering foutieve aansluitingen voorkomen (vuilwater op het hemelwaterriool). Samen met de gemeente Almere onderzoeken wij de effecten in het oppervlaktewater na het opsporen en verhelpen van deze foutieve aansluitingen. In Waterlab Flevoland worden IBA systemen onderzocht met verbeterde zuiveringstechnologieën. De lokale zuiveringssystemen worden met name onderzocht voor de nutriënten, met verwijdering van microverontreinigingen als pré.

Het aanvullend zuiveren op een AWZI heeft de grootste impact op het verminderen van emissies naar het oppervlaktewater. Het verwijderen van microverontreinigingen vraagt andere technieken dan de huidige afvalwaterzuivering. De technieken zijn gebaseerd op het binden van microverontreinigingen door bijvoorbeeld actief kool. Oxidatietechnieken als ozon en UV zorgen dat de grote moleculen van microverontreinigingen, kleinere moleculen worden die over het algemeen makkelijker (biologisch) te verwijderen zijn. Filtratietechnieken zoals membraanfiltratie houden veel stoffen tegen waaronder microverontreinigingen. Alle technieken hebben voor- en nadelen. Over het algemeen verbruiken deze technieken (veel) energie en zijn primaire grondstoffen nodig zoals chemicaliën. Dit levert een hogere CO₂ footprint op.

De technieken met actief kool en ozon worden als bewezen technieken beschouwd. In Duitsland en Zwitserland worden technieken op meerdere locatie toegepast bij het zuiveren van afvalwater. In de drinkwatersector en industrie worden verschillende technieken ook in Nederland toegepast.

Afwegingskader

Ambitieniveau aanvullend zuiveren microverontreinigingen.

Europees en landelijk beleid geven aanleiding om een extra stap te zetten door aanvullend microverontreinigingen te verwijderen. Dit is nog geen verplichting. Waterschappen hebben de keuze om een extra inspanning te doen. In het bestuursprogramma Water beweegt, heeft Zuiderzeeland de intentie gegeven om een extra inspanning te doen voor het aanvullend zuiveren van microverontreinigingen tegen maatschappelijk verantwoorde kosten.

Het aanvullend zuiveren op een AWZI aangemerkt als hotspotlocatie heeft de meeste impact op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Aanhaken bij bestuurlijke en maatschappelijke opgaven

Een extra zuiveringsstap op de AWZI moet zoveel mogelijk aansluiten bij andere bestuurlijke ambities zoals klimaatdoelstellingen (verminderen CO₂ footprint), grondstoffenterugwinning. Dit moet worden afgewogen tegen bijvoorbeeld het effect op slibvolume. Als waterschap willen wij innovaties mogelijk maken en het goede voorbeeld geven aan de omgeving. Hiervoor willen we samenwerken en zoveel mogelijk circulair worden. Technieken die dit mogelijk maken hebben een pré.

Aansluiten bij andere ontwikkelingen en maatschappelijke opgaven heeft de voorkeur zoals nutriënten concentraties in het oppervlaktewater en groei van de hoeveelheid afvalwater door extra woningbouw in Flevoland.

Techniekkeuze

Keuze tussen een bestaande bewezen techniek of een nieuwe techniek. Waarbij een nieuwe techniek meer onzekerheden met zich meebrengt. Flexibiliteit in de operationele regeling zorgt voor optimalisatie mogelijkheden op de langere termijn.

Financieel

De investeringskosten en exploitatiekosten zijn van invloed op een aanvaardbare tariefontwikkeling. Meeliften met een renovatie of nieuwbouwproject en cofinanciering helpen om een logisch investeringsmoment te vinden. Bij een afweging tussen verschillende technieken heeft de mate van behandeling als deelstroom of het totale debiet invloed op de spreiding en totale kosten.

Beheeraspecten

De aanvullende zuiveringsinstallatie moet inpasbaar zijn op het terrein van de AWZI. Flexibiliteit in de bouw van de installatie heeft de voorkeur. Bij groei van de hoeveelheid afvalwater kan de installatie uitgebreid worden. Daarnaast moeten de consequenties voor de bedrijfsvoering zoals personele inzet en aansluiting op de andere installaties worden meegewogen.

AWZI Almere

Ambitieniveau aanvullend zuiveren microverontreinigingen.

Naast het voorzorgbeginsel willen we een extra inspanning doen om de vracht microverontreinigingen naar het oppervlaktewater te verminderen. AWZI Almere is onze grootste zuivering, waarbij we de komende jaren een gemiddelde groei verwachten van 3%. De vracht microverontreinigingen is dan ook het grootste bij deze AWZI. Uit de Stowa Hotspotanalyse en de uitgevoerde effectmetingen komt AWZI Almere als hotspotlocatie naar voren. Deze locatie is daarom een effectieve locatie is om aanvullend te zuiveren, met de grootste impact op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Techniekkeuze

We hebben een variantenstudie uitgevoerd met 4 technieken: actief kool filter (GAK), ozon + zandfilter, membraanfiltratie en poederkooldosering (PACAS) gemaakt van hout snoeiafval uit de regio. Poederkooldosering van hout snoeiafval is hier als voorkeursvariant uitgekomen.

- de CO₂ footprint is het laagst van de onderzochte varianten,
- de investeringskosten en exploitatiekosten zijn lager dan de andere varianten
- de installatie is goed in te passen bij de huidige AWZI en flexibel uit te breiden
- meer circulair doordat hout snoeiafval wordt opgewaarderd voor een nieuwe toepassing

Poederkool doseren wordt op verschillende locaties in Duitsland en Zwitserland toegepast. Rijnland bouwt dit jaar een installatie bij de AWZI Leiden. De onzekerheden over deze techniek zijn klein. De installatie is relatief eenvoudig, de silo om poederkool in op te slaan neemt de meeste ruimte in. Het is alleen mogelijk om het gehele debiet te behandelen, deelstroom is niet mogelijk. Uitbreiden van de installatie kan door een doseerunit erbij te plaatsen en eventueel een extra silo om poederkool in op te slaan. De hoeveelheid poederkool die gedoseerd wordt, is te regelen met de doseerunit. Deze installatie is in te passen op het AWZI terrein. Indien gewenst kan de installatie in de toekomst verplaatst worden naar een andere AWZI, dit bespaart circa 70% van de investeringskosten voor de nieuwe locatie. Het is niet mogelijk om met deze techniek gelijktijdig nutriënten te verwijderen. Mogelijk dat wel wat extra fosfaat aan de poederkool bindt, hier is nog onzekerheid over.

Aanhaken bij bestuurlijke en maatschappelijke opgaven

In de afweging zijn verschillende bestuurlijke en maatschappelijke opgaven meegewogen. Nutriënten in het oppervlaktewater zijn een belangrijk thema, zeker in combinatie met een verwachte toename van de hoeveelheid afvalwater. Uit de stoffenbalans komt dat met name voor fosfaat het aandeel vanuit de

zuiveringen één van de grotere beïnvloedbare bronnen is. Voor fosfaat zijn een aantal relevante ontwikkelingen waarvan het effect lastig te voorspellen zijn:

- De verwachting is dat de bedrijfsvoering van de AWZI Almere kan worden geoptimaliseerd zodat de fosfaatverwijdering verbetert.
- Door het plaatsen van een slibvergister en het mogelijk het winnen van struviet verandert de fosfaatverwijdering in het effluent.
- Voor de Natura 2000 reset van de Oostvaardersplassen wordt nu extra water uitgedompt met gemaal de Blocq van Kuffeler. Hiermee wordt ook het effluent van de AWZI Almere direct uitgedompt naar het Markermeer. Binnen het project Oostvaardersoevers wordt overwogen of deze route in de toekomst de voorkeursroute wordt.

Deze ontwikkelingen en de fosfaatconcentratie in de Lage Vaart blijven we monitoren. De focus op nutriënten verwijderen is nu minder urgent en niet meegenomen voor de voorkeursvariant.

De innovatie om van hout snoeiafval uit de regio poederkool te maken, zorgt voor een actief kool met de laagste CO₂ footprint van de bewezen technieken. Voor dit project werken we samen met partners en zorgen we ervoor dat grondstoffen (hout) opgewaardeerd worden tot een hoogwaardige product om microverontreinigingen te verwijderen uit afvalwater.

De hoeveelheid slib neemt wel 1 a 2% toe in volume, doordat het poederkool in de aerobe tank wordt toegevoegd en samen met het slib bezinkt. Naast de poederkool zijn geen andere primaire grondstoffen nodig.

Financieel

Om de capaciteit voor de toekomst op orde te brengen is een renovatie en uitbreidingproject gestart Almere Fit for the future. Met dit project sluiten we daarbij aan voor zoveel mogelijk synergie.

Mocht het niet lukken om uit hout snoeiafval poederkool tegen een aanvaardbaar tarief te maken, is er de mogelijkheid om poederkool van andere leveranciers te gebruiken. Vaak wordt deze poederkool uit fossiele grondstoffen gemaakt waardoor de CO₂ footprint hoger is dan van poederkool uit hout snoeiafval uit de regio.

De investering en exploitatiekosten liggen een stuk lager dan de andere onderzochte varianten. De besparingen die de slibgisting oplevert in het Almere Fit for the future project kunnen ingezet worden om poederkool dosering mogelijk te maken.

Beheeraspecten

Poederkooldosering is goed in te passen in het huidige zuiveringsproces. De capaciteit van de nabezinktanks is voldoende om de extra toegevoegde poederkool af te vangen. De verwachting is dat de personele inzet bij alle varianten ongeveer gelijk is, per techniek is hier weinig over bekend. In de begin periode is meer inzet nodig om het proces goed in te regelen en kennis op te doen.

Bronnen:

- PBL, Nationale analyse waterkwaliteit 2020, registratienummer 4002
- European approach of pharmaceuticals, maart 2019
- Concept richtlijn Stedelijk water EU uit de WWE bijeenkomst van 4 december 2020
- RIVM en Deltares, geneesmiddelen en waterkwaliteit, 2016-0111
- RIVM en Deltares, geneesmiddelen en waterkwaliteit een update, 2020-0088
- Ministerie IenW, Ketenaanpak medicijnresten uit water, uitvoeringsprogramma 2018-2022
- Bijdrage regeling verwijderen medicijnresten ministerie IenW
- Position paper Unie van Waterschappen voor Richtlijn Stedelijk afvalwater, KRW 2019, KRW 2020
- Stowa, brochure IMPV
- Stowa 2014-45, Microverontreinigingen in het water, een overzicht
- RIVM, Informatieblad nut en noodzaak van normen voor medicijnresten in het oppervlaktewater, oktober 2019
- Ecofide, Ecologische effecten van vergaande zuiveringen van RWZI-effluent een beknopte literatuurstudie, 7-10-2019
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Hormoonontregeling boven water LOES Het Landelijk Onderzoek oEstrogene Stoffen in beeld, februari 2002
- UVW, Position paper herziening Stedelijk Afvalwater [Richtlijn 91/271/EEG], 19-05-2020
- ZZL, Bestuursprogramma Water beweegt 2019-2023
- ZZL, Evaluatie Zicht op Waterkwaliteit, april 2021
- AD eco advies, Effectonderzoek ten behoeve afweging van maatregelen bij RWZI's in het beheersgebied van Rijn-Oost, november 2019
- H₂O netwerk, Artikel Integrale analyse van milieurisico's door microverontreinigingen, 5 december 2018