



# Evaluatie beleid medicijnresten

Gerda Valkering  
afdeling Beleid, Projecten en Laboratorium  
Veendam, 30 augustus 2021



## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
2	Voorgeschiedenis .....	6
3	Waar staan we nu.....	7
3.1	Monitoring zuiveringen .....	7
3.2	Monitoring oppervlaktewater .....	10
3.2.1	Humane medicijnresten .....	11
3.2.2	Dierlijke medicijnresten.....	19
3.3	Effectmonitoring/bioassays .....	20
3.4	Laboratorium, medicijnresten onderzoek.....	21
3.5	Communicatie .....	22
3.6	Bronaanpak.....	23
3.6.1	Aanpak bij de gebruiker .....	23
3.6.2	Aanpak in de zorgsector (zuivering) .....	23
3.7	Netwerk medicijnresten Noord-Nederland .....	24
3.8	Technieken zuivering .....	24
4	Landelijke ontwikkelingen en samenwerking.....	26
4.1	RIVM-rapportage: Medicijnresten en waterkwaliteit: een update .....	26
4.2	Stand van zaken landelijke Ketenaanpak .....	26
4.3	Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV) .....	27
4.4	Bijdrageregeling ‘demo’s zuivering medicijnresten’ .....	28
4.5	Landelijke themagroep Bronaanpak medicijnresten .....	28
5	Discussie.....	30
6	Voorstel beleid en uitvoering periode 2022-2025 .....	33

**Deze notitie is tot stand gekomen met bijdragen van en in samenwerking met:**

John Koop – Schoon Water

Cora Kuiper – Staffuncties & ondersteuning

Annette Geesken-Oosterveld – Schoon Water

# 1 Inleiding

Begin 2019 heeft Hunze en Aa's een beleidsnotitie Medicijnresten opgesteld. Hierin staat dat we eerst de situatie in ons gebied monitoren, kennis vergaren en de ontwikkelingen nauwlettend volgen. Na drie jaar monitoren hebben we een eerste beeld gekregen van de situatie rondom medicijnresten in ons beheergebied. De resultaten hiervan zijn geëvalueerd en opgenomen in deze notitie.

Humane, maar ook dierlijke (van huisdieren), medicijnresten komen via huishoudelijk afvalwater in het oppervlaktewater terecht. De grootste vracht is afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). Uiteraard zijn er ook emissies via overstorten en IBA's. Dierlijke medicijnresten uit de veeteelt komen veelal via mest in het oppervlaktewater. Uit landelijk onderzoek van het RIVM is gebleken dat medicijnresten een risico zijn voor het waterleven. In welke mate het een risico is in ons beheergebied proberen we met deze evaluatie verder te duiden.

Medicijnresten zijn op dit moment niet gekoppeld aan de Kaderrichtlijn water (KRW), maar via de landelijke "Ketenaanpak medicijnresten uit water" is er veel aandacht en inzet voor het onderwerp. In de toekomst wordt het mogelijk wel onderdeel van de KRW als één of meerdere medicijnresten als prioritaire stof worden aangemerkt.

Daarnaast geeft de drinkwatersector aan dat de kwaliteit van drinkwaterbronnen onder druk staat, o.a. door opkomende stoffen en medicijnresten.

In deze notitie hebben we alle gegevens op een rij gezet om de ingezette beleidslijn uit 2019 te evalueren.

## Lijst met gebruikte afkortingen

KRW	Kaderrichtlijn Water
IBA	Individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater
PNEC	Predicted No Effect Concentration: de concentratie in oppervlaktewater waarbij geen negatieve effecten op het ecosysteem te verwachten zijn
PACAS	Powdered Activated Carbon in Activated Sludge
IPMV	Innovatieprogramma microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater
PAK	Poeder Actief Kool
GAK	Granulair Actief Kool
FTO	Farmacotherapeutisch overleg
DOC	Dissolved Organic Carbon
WON	Waterketen Onderzoek Noord

## 2 Voorgeschiedenis

In de beleidsnotitie medicijnresten van 2019 is aandacht besteed aan verschillende onderwerpen. De nadruk in deze notitie lag op de landelijke ontwikkelingen omdat we als waterbeheerder op dat moment nog niet veel wisten van de situatie in ons beheergebied. We gebruikten de volgende gegevens:

- In 2016 schreef het RIVM het rapport “Geneesmiddelen en waterkwaliteit” waarin wordt aangegeven dat in Nederland per jaar minstens 140 ton medicijnresten via rwzi’s op het oppervlaktewater worden geloosd. Of medicijnresten daadwerkelijk verantwoordelijk zijn voor schade aan het ecosysteem kon niet worden geduïd.
- De STOWA voerde in 2017 de *Landelijke hotspotanalyse geneesmiddelen rwzi’s* (Stowa 2017-42) uit. Daarin is van alle rwzi’s in Nederland in kaart gebracht in welke mate ze bijdragen aan de hoeveelheid medicijnresten in het oppervlaktewater. Deze analyse is gebaseerd op kentallen, die zijn gebaseerd op daadwerkelijk gemeten waarden in effluent van Nederlandse rwzi’s (maar niet die van ons). Voor ons waterschap kwamen drie rwzi’s naar voren die een aanzienlijke bijdrage leveren. Het betreft de rwzi’s Stadskanaal, Gieten en Assen.
- Het ministerie van IenW stelde de “Ketenaanpak medicijnresten uit water” op, ook in 2017. Het is een samenwerking met de departementen VWS, LNV en lagere overheden en met een brede vertegenwoordiging van stakeholders uit de zorg-, de farmaceutische- en de watersector. De Unie van Waterschappen vertegenwoordigt hierin de waterschappen. Het gezamenlijke doel is: het verminderen van de hoeveelheid medicijnresten in water. Tegelijkertijd moet de toegang tot zorg geborgd blijven.
- In maart 2019 is door de Europese Commissie “De strategische aanpak van de Europese Unie van geneesmiddelen in het milieu” medegedeeld. Deze sluit grotendeels aan bij de Nederlandse Ketenaanpak.
- En naast deze landelijke ontwikkelingen hebben we zelf in 2018 ‘Atelier Hunze’ georganiseerd. Deze bijeenkomst richtte zich op het formuleren van onderzoeksvragen en oplossingsrichtingen voor een goede waterkwaliteit van de Hunze in relatie tot de rwzi Gieten.

### 3 Waar staan we nu

In dit hoofdstuk besteden we aandacht aan de verschillende onderdelen van de inspanning die we tot nu toe verricht hebben op het gebied van medicijnresten.

#### 3.1 Monitoring zuiveringen

##### **Monitoringsprogramma**

Na enkele incidentele bemonsteringen in 2015-2017 heeft de uitkomst van de landelijke hotspotanalyse ertoe geleid om de hoeveelheden medicijnresten in het influent en het effluent van deze rwzi's met ingang van 2018 structureel in kaart te brengen. Met ingang van 2019 is besloten om ook een aantal andere rwzi's van ons waterschap te monitoren op medicijnresten. Deze extra rwzi's staan weliswaar niet in de top drie van de landelijke hotspotanalyse maar wel in de subtop op plek 4 tot en met 8. Daarnaast loost een deel van deze zuiveringen op oppervlaktewater dat verder door ons beheergebied stroomt. Daarmee kunnen ze grotere delen van ons watersysteem beïnvloeden dan alleen de watergangen waar de rwzi's rechtstreeks op lozen. In tabel 1 staat een overzicht van het monitoringsprogramma van onze rwzi's.

Tabel 1. Overzicht gemonitorde rwzi's

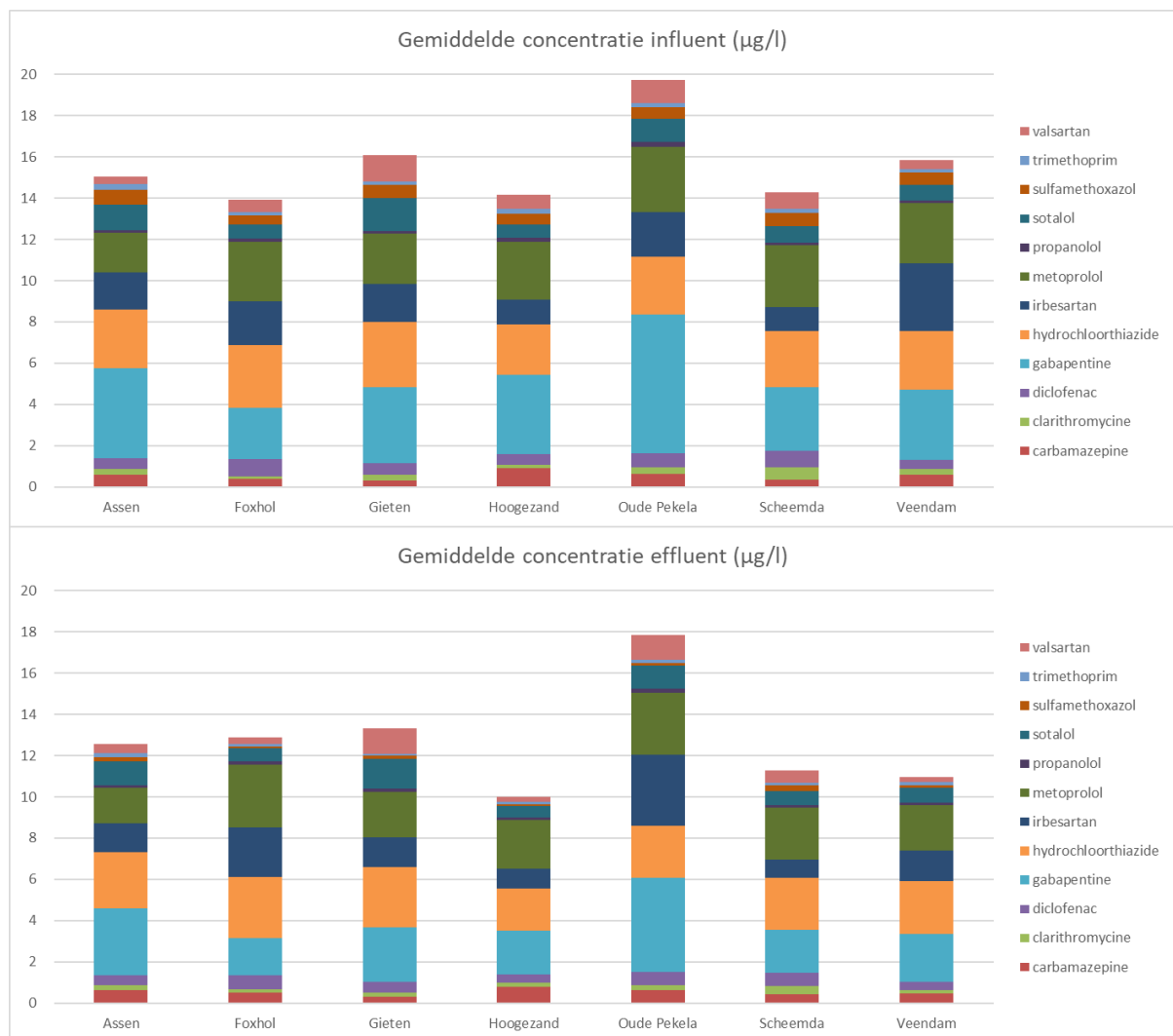
	<b>Ontvangend oppervlaktewater</b>	<b>Monitoringsperiode</b>
Assen	Noord-Willemskanaal (via Havenkanaal)	2018-2021
Gieten	Hunze en Zuidlaardermeer	2018-2021
Stadskanaal	Alteveerkanaal, later Kanaal Veendam-Musselkanaal	2018
Scheemda	Winschoterdiep	2019-2021
Foxhol	Winschoterdiep	2020-2021
Hoogezand	Winschoterdiep	2020-2021
Oude Pekela	Pekelerhoofddiep	2020-2021
Veendam	A.G. Wildervanckkanaal	2020-2021

##### **Stadskanaal**

We monitorden het in- en effluent van rwzi Stadskanaal maar één jaar. De zuivering werd in de landelijke hotspotanalyse aangemerkt als hotspot omdat de lozing plaatsvond op het kleine Alteveerkanaal. Maar, het lozingspunt van de rwzi is begin 2019 verlegd naar het grotere Kanaal Veendam-Musselkanaal. Theoretisch is - op de maatlat concentratiebijdrage van de landelijke hotspotanalyse - de klassering van rwzi Stadskanaal daarmee veranderd van de hoogste categorie (>23,7 µg/l) naar de laagste (<1 µg/l). De monitoring van het in- en effluent van rwzi Stadskanaal is op dat moment stopgezet.

### Resultaten monitoring

Onder medicijnresten vallen meer dan 2.000 stoffen die onmogelijk allemaal geanalyseerd kunnen worden. Landelijk is geprobeerd afspraken te maken over welke stoffen er geanalyseerd dienen te worden om medicijnresten te monitoren in influent en effluent. Dit is deels gelukt. Veel organisaties (waterschappen, Rijkswaterstaat, adviesbureaus, etc.) hanteren hun eigen 'lijstjes'. Er zit weliswaar veel overlap in. Maar er zijn ook verschillen. Dat heeft te maken met welke analyses welk laboratorium uit kan voeren, wat voor water geanalyseerd wordt (influent, effluent, oppervlaktewater), wat de kosten zijn van analyses en met voortschrijdend inzicht. Kortom: Het hele veld van bemonsteren en analyseren is nog volop in ontwikkeling. In Figuur 1 staat een overzicht van welke stoffen wij in welke concentraties in het influent en effluent van de rwzi's hebben aangetroffen. De in verschillende kleuren weergegeven concentraties zijn de gemiddelde concentraties per stof, van influent of effluent, per rwzi over de periode 2018 - maart 2021. Deze gemiddelde concentraties zijn gestapeld weergegeven om de verschillen tussen de rwzi's goed te kunnen overzien.



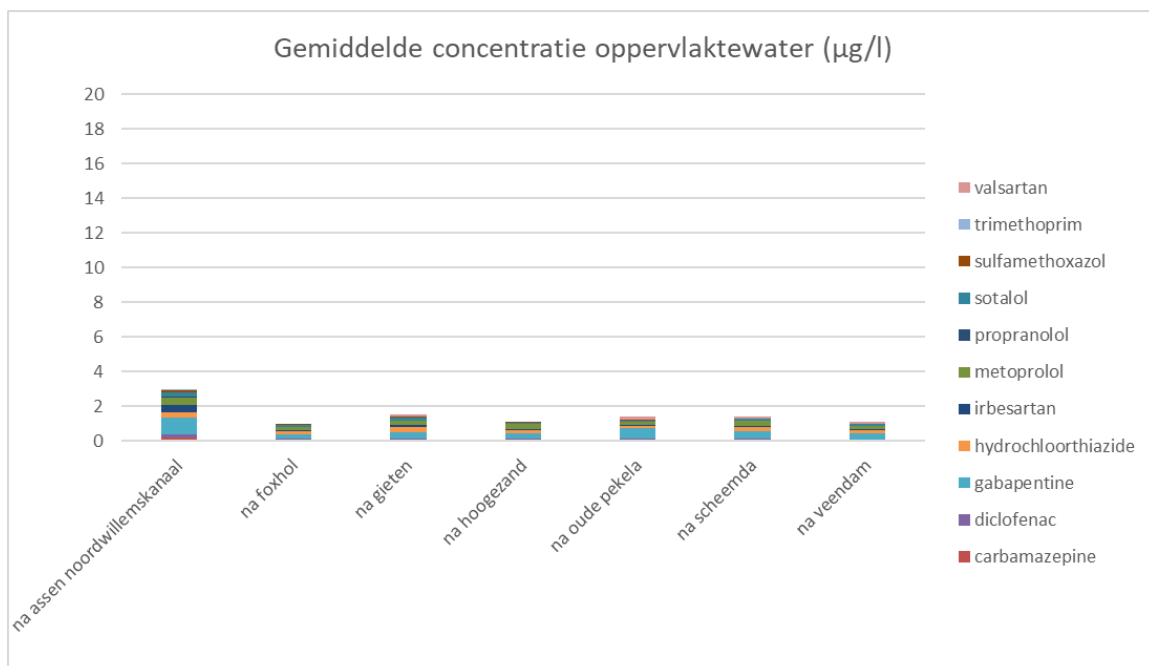
Figuur 1. Medicijnresten in influent en effluent (2018 - maart 2021)

We zien dat de samenstelling van het influent en het effluent per rwzi verschilt. Ook de afbraak van medicijnresten verschilt van rwzi tot rwzi en van stof tot stof.

Bij figuur 1 horen de volgende kanttekeningen:

- De stof metformine, gebruikt door diabetespatiënten, is weggelaten in het overzicht. Metformine vormt ongeveer een derde van de totale hoeveelheid medicijnresten die binnenkomt op een rwzi. In de grafieken zouden de overige stoffen niet meer goed te onderscheiden zijn als metformine zou zijn weergegeven.
- De stoffen benzotriazol en 'mengsel 4- en 5-methylbenzotriazol' zijn weggelaten om de gemiddelde concentraties beter te kunnen vergelijken met de gemeten gemiddelde concentraties in het oppervlaktewater (zie hieronder).
- Gemiddeld over de hele periode, over alle getoonde stoffen, over alle rwzi's neemt de concentratie met 19% af van zo'n 16 naar 13  $\mu\text{g/l}$  (spreiding 7% - 31%). Let op, dit is niet persé gelijk aan het verwijderingsrendement van de rwzi. Om het verwijderingsrendement van een rwzi te bepalen is een koepelvoorschrift gepubliceerd (Stowa 2021-15) en wordt momenteel nader onderzoek gedaan door de Stowa. Wij hebben het verwijderingsrendement daarom nog niet volgens geldende richtlijnen kunnen bepalen.
- Kijken we naar de geloosde gemiddelde concentraties dan vormen Oude Pekela, Gieten en Foxhol de top drie.

Voor een eerste indicatie van het effect op het oppervlaktewater staan in figuur 2 dezelfde stoffen weergegeven op het eerstvolgende oppervlaktewatermeetpunt na de lozing van de rwzi. Door de opmenging van het effluent met het oppervlaktewater dalen de concentraties met een factor van ca. 4 tot 20. Dit verschilt per rwzi door bijvoorbeeld verschillen in volumeverhoudingen tussen oppervlaktewater en effluent. Het is ook vaak zo dat er al een bepaalde concentratie van medicijnresten in het water aanwezig is voorafgaand aan de lozing van het effluent, doordat het ontvangende oppervlaktewater al belast is door andere rwzi's.



Figuur 2. Medicijnresten in oppervlaktewater (2018 – 2020)



## 3.2 Monitoring oppervlaktewater

Sinds 2018 monitoren we medicijnresten in oppervlaktewater. Vanaf 2019 gebruiken we een vast meetpakket wat uit verschillende typen medicijnresten bestaat. In tabel 2 staat een overzicht van deze medicijnresten met daarbij de resultaten van de monitoring in de periode 2018-2020. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van deze stoffen naar type en humaan en/of dierlijk gebruik. Tabel 2 is gesorteerd op het percentage aangetroffen stoffen. De vaakst aangetroffen stof staat bovenaan. Of we een stof wel of niet aantreffen in oppervlaktewater heeft te maken met verschillende factoren zoals het gebruik van de stof, de afbraak in het lichaam en de daaropvolgende emissie. Maar ook de afbreekbaarheid van een stof in de zuivering of in het oppervlaktewater speelt een rol. Dit is goed te zien aan bijvoorbeeld metoprolol en metformine. Deze staan vrij hoog in de top 100 van gebruikte geneesmiddelen op basis van de gemiddelde dagelijkse dosis per dag (zie bijlage 2). We vinden het dan ook zeker terug in het oppervlaktewater, maar niet bovenaan in onderstaande tabel. Metoprolol staat op plaats 7 en metformine op plaats 18. Metformine is beter afbreekbaar dan metoprolol, zoals ook blijkt uit het zuiveringsrendement van respectievelijk 73 en 32% (bron: RIVM medicijnresten en waterkwaliteit 2020-0088)

Er zijn nog nauwelijks waterkwaliteitsnormen voor medicijnresten voor het jaargemiddelde of de maximale concentratie. Daarom is getoetst aan een andere risicogrens, de PNEC (Predicted No Effect Concentration), welke aan de rechterkant van de tabel staat. Het grote aantal waardes hoger dan de PNEC voor diclofenac valt op. Maar ook sulfamethoxazol en sulfapyridine, beide antibiotica, scoren hoog. Nagenoeg alle PNEC's uit deze lijst zijn afkomstig uit RIVM-rapporten, waarin aangegeven wordt dat de RIVM deze voldoende betrouwbaar acht. Alleen die van sulfapyridine is afkomstig van een zoektocht in andere rapporten of publicaties, waarvan niet duidelijk is of de waarde betrouwbaar genoeg is. In dit rapport is deze stof daarom niet verder meegenomen.

Tabel 2. Aangetroffen medicijnresten in oppervlaktewater met toetsing aan de PNEC.

Parameter	Aantal gemeten	Aangetroffen	% aangetroffen	Normen			Toetsing/gehaltes 2018-2020		
	2018-2020	2018-2020	2018-2020	PNEC	MAC	JG	> PNEC	max (ug/l)	min (ug/l)
irbesartan	156	150	96	704	-	-		1,6	0,01
oxazepam	188	172	91	0,481	-	-	4	0,91	0,01
carbamazepine	216	191	88	-	1600	0,5		0,5	0,01
gabapentine	192	158	82	5	-	-		3	0,1
gemfibrozil	188	133	71	1,5	-	-		1,4	0,01
diclofenac	216	151	70	0,05	-	-	75	1,2	0,01
metoprolol	216	138	64	8,6	760	62		1,9	0,1
lidocaïne	188	118	63	81,7	-	-		0,19	0,01
jopromide	152	95	63	20	-	-		1,7	0,01
clindamycine	188	111	59	0,1	-	-	4	0,15	0,01
hydrochloorthiazide	192	113	59	6,3	-	-		2,5	0,1
sulfamethoxazol	234	127	54	0,118	-	-	26	0,49	0,01
sotalol	156	84	54	47,88	-	-		1,2	0,05
amidotrizoïnezuur	152	69	45	130	-	-		0,32	0,01
sulfapyridine	188	52	28	0,000122	-	-	52	0,2	0,03
naproxen	188	51	27	1,7	-	-		1,1	0,02
valsartan	192	44	23	560	-	-		1,5	0,06
metformine	216	47	22	-	780	780		4,7	0,5
furosemide	188	40	21	100	-	-		0,5	0,1
jopamidol	188	31	16	1,252	-	-		0,15	0,01
ibuprofen	152	12	8	0,01	-	-	12	0,3	0,1
atorvastatine	188	12	6	14	-	-		0,19	0,01
claritromycine	216	7	3	0,12	-	-	2	0,2	0,1
aspirine	188	6	3	28,3	-	-		0,31	0,05
fenazon (antipyrine)	188	6	3	1,1	-	-		0,02	0,01
trimethoprim	174	5	3	16	-	-		0,2	0,07
propranolol	156	4	3	0,02	-	-	4	0,07	0,05
ethinylestradiol	188	3	2	-	0,056	0,000016	3	0,0028	0,0016
azitromycine	188	2	1	0,019	-	-	2	0,09	0,06
17beta-estradiol	188	1	1	0,0004	-	-	1	0,0011	0,0011
dipyridamol	188	1	1	2,4	-	-		0,09	0,09
erytromycine	206	0	0	0,2	-	-			
flumequine	18	0	0	0,019	-	-			
fluoxetine	188	0	0	0,11	-	-			
oxytetracycline	18	0	0	0,31	-	-			
roxitromycine	188	0	0	0,047	-	-			
tiamuline	18	0	0	2	-	-			
tylosine	18	0	0	0,82	-	-			

### 3.2.1 Humane medicijnresten

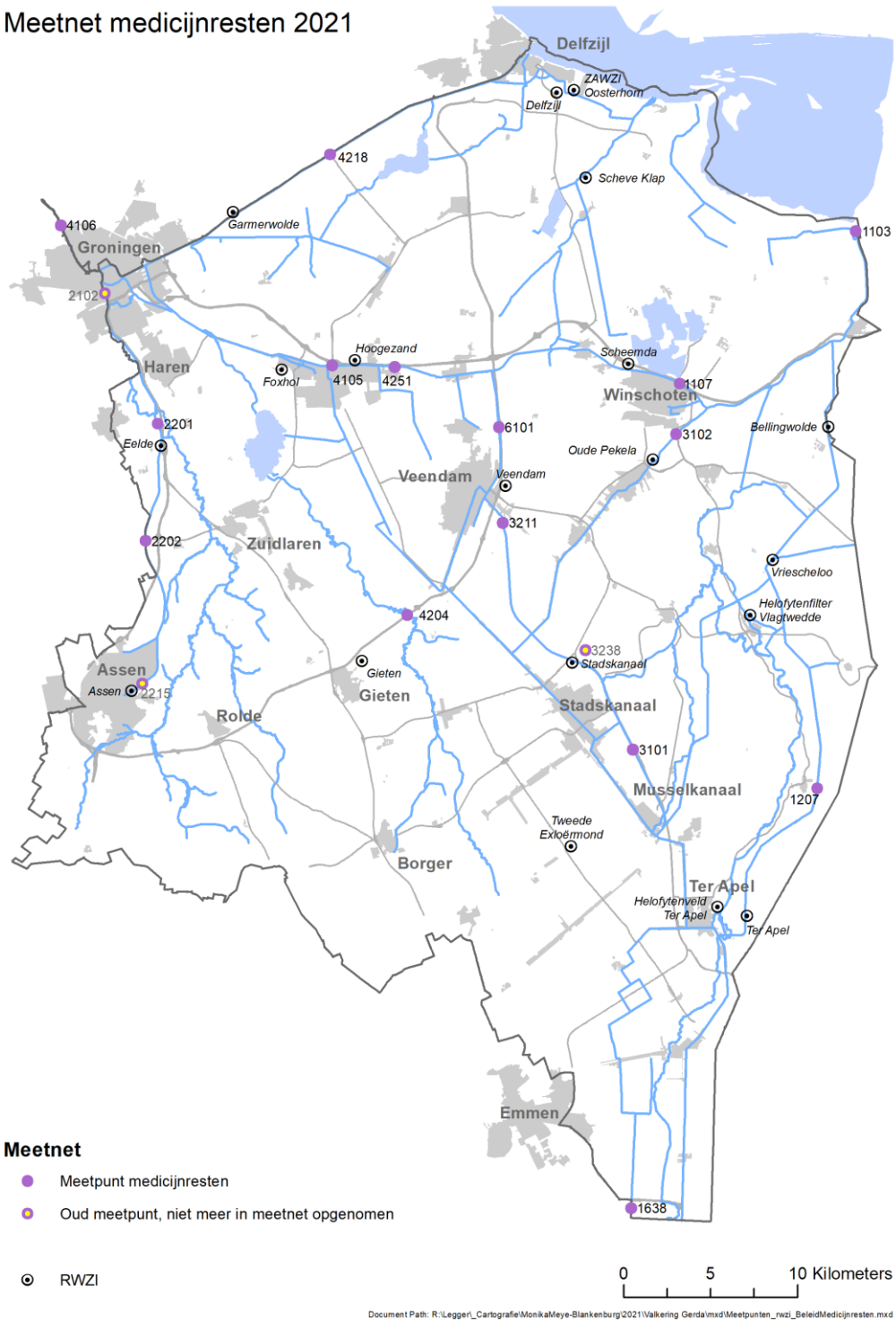
In onderstaande kaart zijn de meetpunten voor humane medicijnresten opgenomen. De meetpunten zijn gelegen:

- na een rwzi,
- bij de noordelijke en zuidelijke inlaat waar we water aanvoeren vanuit het beheergebied van respectievelijk waterschap Noorderzijlvest en Vechtstromen.
- bij de uitlaat bij Nieuwe Statenzijl (= deel afvoer naar de Eems-Dollard)

Voor de meetpunten is gebruik gemaakt van bestaande meetpunten. De afstand tussen de rwzi en het meetpunt verschilt daarom per meetpunt.

De meetfrequentie van het meetnet is 6 keer per jaar; er is altijd in de maanden januari, maart, mei, juli, september en november bemonsterd. Het meetnet heeft zich in de jaren ontwikkeld, in bijlage 3 staat een overzicht van de meetjaren en het aantal gemeten stoffen.

## Meetnet medicijnresten 2021



Figuur 3. Meetnet humane medicijnresten

### **Beschouwing monitoringsresultaten op basis van concentratie**

De stof irbesartan wordt in 96% van de metingen aangetroffen, wat aangeeft dat de stof redelijk persistent is. Deze stof is daarom goed bruikbaar om de verschillende meetpunten met elkaar te vergelijken.

De stromingsrichting van het oppervlaktewater is in ons beheergebied door het jaar heen niet altijd overal hetzelfde. In de zomerperiode voeren we water aan voor de landbouw aan de noord- en zuidkant van ons beheergebied. Dit betekent dat sommige oppervlaktewatermeetpunten in de winter een andere rwzi representeren dan in de zomer. Bijvoorbeeld meetpunt 3211 onder Veendam (zie figuur 3); dit meetpunt staat in de zomer onder invloed van rwzi Veendam maar in de winter is het representatief voor de invloed van rwzi Stadskanaal. Zie ook tabel 3.

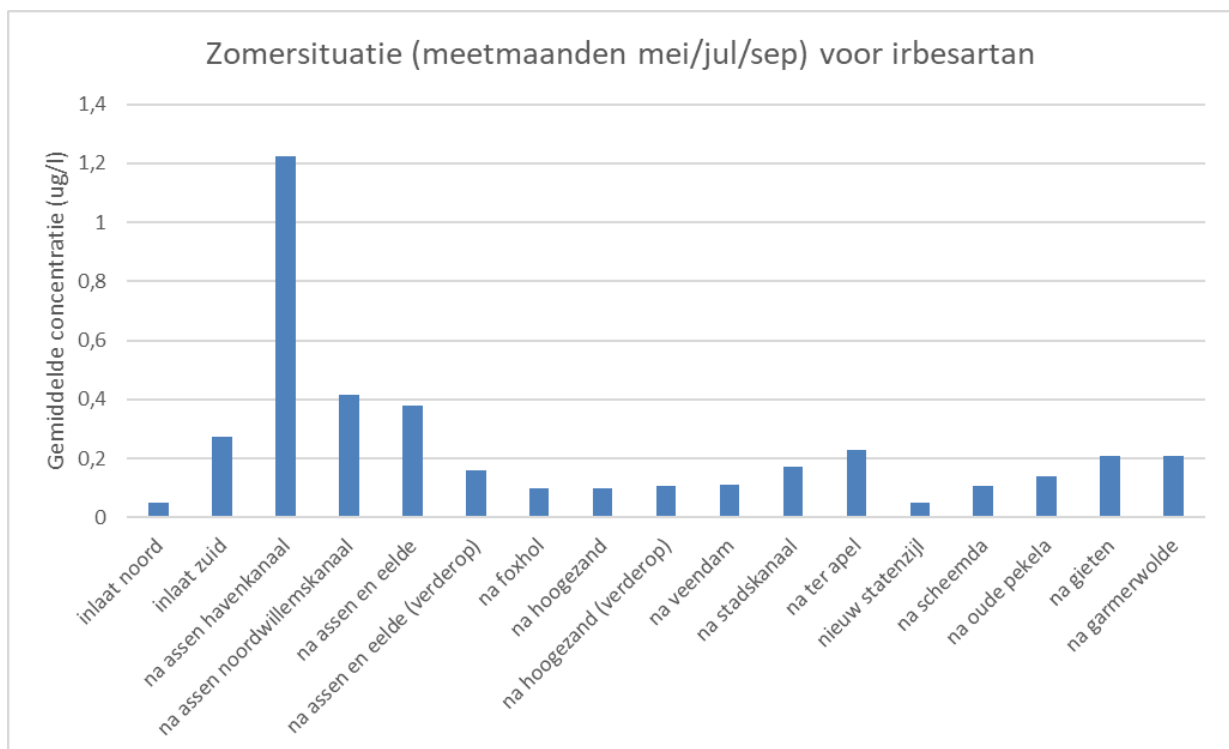
Tabel 3. Invloed rwzi per meetpunt in zomer- en wintersituatie. Licht oranje gearceerd de meetpunten waar verschil is tussen de zomer- en wintersituatie.

<b>meetpuntcode</b>	<b>zomersituatie</b>	<b>wintersituatie</b>
1103	nieuw statenzijl	nieuw statenzijl
1638	inlaat zuid	inlaat zuid
2102	na assen en eelde (verderop)	na assen en eelde (verderop)
2215	na assen havenkanaal	na assen havenkanaal
3211	na veendam	na stadskanaal
4106	inlaat noord	inlaat noord
4204	na gieten	na gieten
4218	na garmerwolde	na garmerwolde
1107	na scheemda	na scheemda
3101	na stadskanaal	na inlaat zuid
4105	na foxhol	na hoogezand
1207	na ter apel	na ter apel
2201	na assen en eelde	na assen en eelde
2202	na assen noordwillemskanaal	na assen noordwillemskanaal
3102	na oude pekela	na oude pekela
4251	na hoogezand	na veendam (verderop)
6101	na hoogezand (verderop)	na veendam

Voor onderstaande beschouwing is uitgegaan van de zomersituatie (meetmaanden mei, juli en september). De gemiddelde concentratie irbesartan per meetpunt is in figuur 4 weergegeven. In de grafiek zijn eerst de twee inlaten weergegeven, gevolgd door de concentratie in het Havenkanaal vlak na de lozing van rwzi Assen. Het Havenkanaal komt vervolgens uit in het Noord-Willemskanaal, waar ook rwzi Eelde op loost. Na de lozing van rwzi Eelde ontstaat er verdunning doordat de Drentsche Aa uitmondt in het Noord-Willemskanaal. Bij de stad Groningen mengt (het grootste deel) zich met het water afkomstig van de noordelijke inlaat en stroomt verder langs rwzi Foxhol, Hoogezand, Veendam en Stadskanaal. Na de aanvankelijke verdunning van het water uit het Noord-Willemskanaal met het water van de noordelijke inlaat wordt de concentratie langzamerhand weer wat hoger. Na Stadskanaal kan het water zich mengen met het water van de zuidelijke inlaat (waar invloed rwzi Emmen aanwezig is) wat de concentratie mogelijk verhoogt en stroomt langs rwzi Ter Apel. Dit laatste meetpunt meten we nog maar 1 jaar. Het is op dit moment onduidelijk (er zijn meer metingen nodig) of de duidelijk

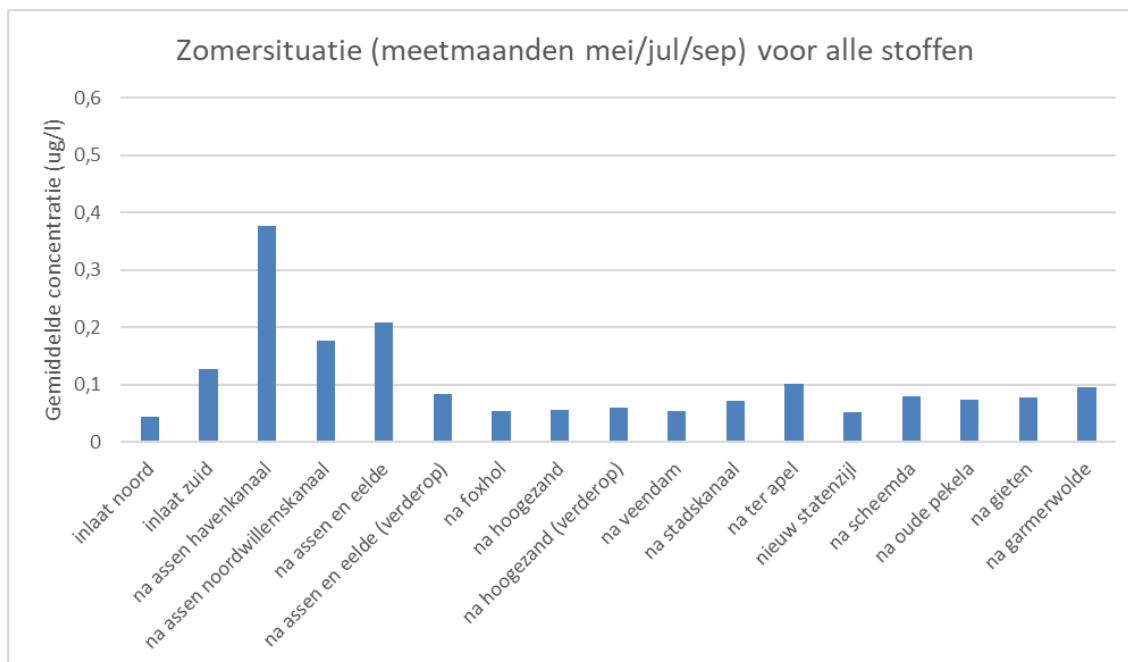
hogere concentratie na Ter Apel een direct gevolg is van de hoge concentratie van inlaat Zuid of dat rwzi Ter Apel een duidelijke bijdrage levert aan de concentratie irbesartan. Rwzi Ter Apel kwam niet als relevant naar voren in de hotspotanalyse.

In de hotspotanalyse komen rwzi Assen, Gieten en Stadskanaal naar voren als hotspot. Daarnaast is ook rwzi Emmen geduid als hotspot, rwzi Garmerwolde in iets mindere mate. De oppervlaktewatermetingen voor irbesartan bevestigen de hotspotanalyse, waarbij rwzi Assen er echt wel uitspringt gezien de concentraties in het Noord-Willemskanaal. Het lozingspunt van rwzi Stadskanaal is verplaatst (zie paragraaf 3.1). Ook in deze nieuwe situatie zien we na rwzi Stadskanaal een duidelijke verhoging van de concentratie irbesartan. Op basis van de theoretische berekening was de verwachting dat de concentratiebijdrage gering zou zijn, dit blijkt niet het geval te zijn. Rwzi Stadskanaal blijft dus relevant voor de concentratie medicijnresten in oppervlaktewater.



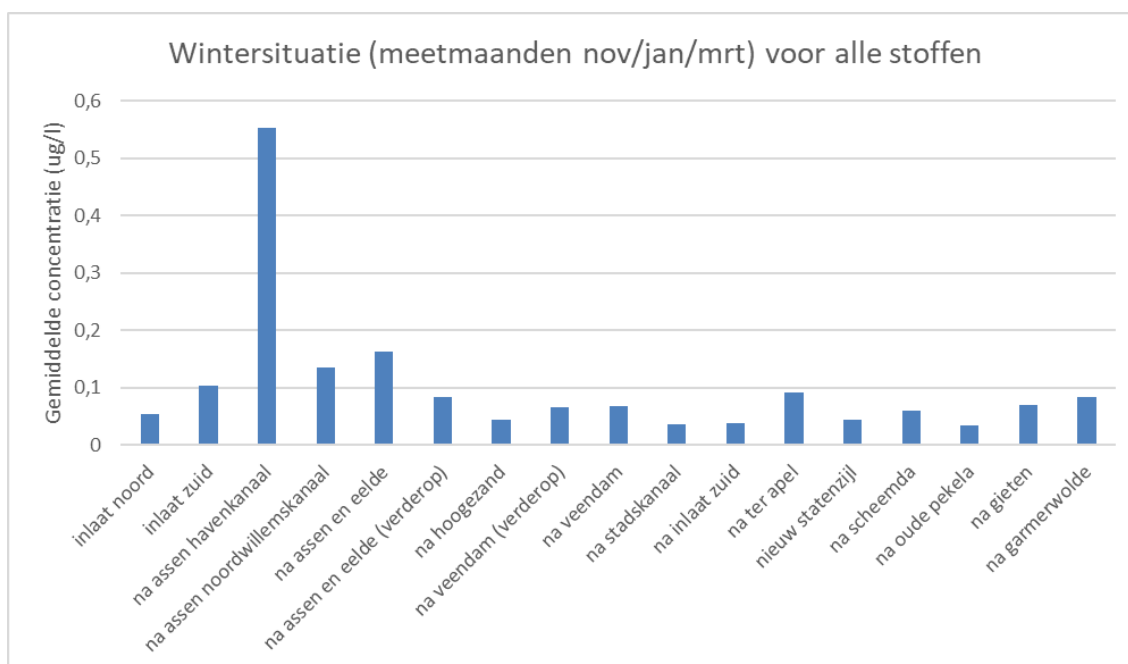
Figuur 4. Gemiddeld concentratie (µg/l) irbesartan per meetpunt in de zomersituatie

Bovenstaande grafiek kan ook gemaakt worden voor alle gemeten stoffen; dan zien we een vergelijkbaar beeld (figuur 5). Op basis van alle gemeten stoffen zien we echter duidelijker de bijdrage van rwzi Eelde, Scheemda en Oude Pekela naar voren komen.



Figuur 5. Gemiddeld concentratie (µg/l) medicijnresten per meetpunt in de zomersituatie

Voor de volledigheid hieronder ook nog de gemiddelde concentratie in de wintersituatie. Let op: de meetpunten zijn deels anders genaamd vanwege het verschil in winter- en zomersituatie. Wat vooral opvalt is dat de gemiddelde concentratie in het Havenkanaal na rwzi Assen als wintergemiddelde duidelijk hoger ligt dan als zomergemiddelde. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de aanvoer van water (schuttingen) in de zomer wat een verdunnend effect heeft. Verder zijn de winterconcentraties over het algemeen iets lager dan de zomerconcentraties, wat verklaarbaar is door meer neerslag in de winter.



Figuur 6. Gemiddeld concentratie (µg/l) medicijnresten per meetpunt in de wintersituatie

### Treffen we overal dezelfde stoffen aan?

Een groot deel van de stoffen treffen we inderdaad op (nagenoeg) alle meetpunten aan. Maar dat is niet altijd het geval, zo treffen we bijvoorbeeld azitromycine alleen aan bij meetpunt 1638 (inlaat zuid) en 2215 (Havenkanaal). Bij deze twee meetpunten vinden we ook het hoogste aantal stoffen. Of we een stof wel of niet aantreffen heeft, naast de eerdergenoemde factoren aan het begin van dit hoofdstuk, ook te maken met de rapportagegrens van de analyse. Zo heeft ibuprofen bijvoorbeeld een rapportagegrens van 0,1 µg/l en deze vinden we op een aantal meetpunten wel net boven de rapportagegrens, maar voor de resterende meetpunten is de concentratie onder de rapportagegrens. In bijlage 4 staat hetzelfde overzicht maar dan voorzien van de gemiddelde concentraties in de periode 2018-2020.

Stof	Meetpunt																
	1103	1107	1207	1638	2102	2201	2202	2215	3101	3102	3211	4105	4106	4204	4218	4251	6101
17beta-estradiol																	
amidotrizoïnezuur																	
aspirine																	
atorvastatine																	
azitromycine																	
carbamazepine																	
claritromycine																	
clindamycine																	
diclofenac																	
dipyridamol																	
ethinylestradiol																	
fenazon (antipyriene)																	
furosemide																	
gabapentine																	
gemfibrozil																	
hydrochloorthiazide																	
ibuprofen																	
irbesartan																	
jopamidol																	
jopromide																	
lidocaïne																	
metformine																	
metoprolol																	
naproxen																	
oxazepam																	
propranolol																	
sotalol																	
sulfamethoxazol																	
sulfapyridine																	
trimethoprim																	
valsartan																	
<b>Aantal aangetroffen stoffen</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>19</b>

Tabel 4. Meetpunten waar we de verschillende stoffen 1 of meerdere malen hebben aangetroffen. De stoffen zijn op alle meetpunten gemeten. Een blauw gekleurd vakje betekent dat de stof is aangetroffen (= >rapportagegrens)

### Oplading van medicijnresten in beheergebied

In de zomersituatie voeren we water aan, waarbij het grootste deel (ca. 70 %) afkomstig is van de noordelijke inlaat. In het aanvoerwater bevinden zich al medicijnresten. Door de lozingen van rwzi's in ons beheergebied voegen we medicijnresten toe. Vervolgens wateren we ons oppervlaktewater af op de Eems-Dollard. Qua debiet is Nieuwe Statenzijl ongeveer 40% van onze afwatering naar de Eems-Dollard en Delfzijl ongeveer 30%. De uitlaten van de waterlichamen Fiemel, Oldambt en Duurswold vormen de overige 30%.

Kijken we naar de gemeten concentraties bij de beide inlaten en bij uitlaten Nieuw Statenzijl en Delfzijl (de gemeten concentratie na Garmerwolde stellen we voor deze globale vergelijking representatief voor de uitlaat Delfzijl) dan lijkt het alsof het oppervlaktewater niet verder opgeladen wordt met medicijnresten. Voor het beoordelen van de oplading van het oppervlaktewater moeten we echter kijken naar vrachten. Daarvoor hebben we een concentratie nodig en een debiet. Voor het debiet maken we gebruik van de beschikbare gegevens uit de water- en stoffenbalans voor stikstof en fosfaat en de debietgegevens van de rwzi's. Eigenlijk is een adequate water- en stoffenbalans op basis van de huidige drie jaar monitoring niet te maken. De reden hiervoor is dat het gaat om concentraties van veel verschillende stoffen, het relatief geringe aantal metingen, maar ook omdat we zien dat de concentraties veel variëren. Maar om toch een grove indruk te krijgen van de oplading van medicijnresten in het beheergebied is op basis van de gemiddelde dagdebieten en de som van de gemiddelde concentraties van de medicijnresten een vracht berekend (zie tabel 5). Daarbij is voor alle uitlaten uitgegaan van de gemeten concentraties bij Nieuwe Statenzijl, behalve voor Delfzijl waar is uitgegaan van het meetpunt na Garmerwolde. Er is gerekend met de stoffen die zowel in het effluent als in het oppervlaktewater zijn gemeten, dit zijn 12 stoffen. Voor de rwzi's is gerekend met de daadwerkelijk gemeten waarden op de 7 zuiveringen waar gemeten is de afgelopen jaren. Voor de andere zuiveringen, ook die van waterschap Noorderzijlvest (NZV), is gerekend met het gemiddelde van de 7 zuiveringen waar gemeten is. Op basis van deze grove berekening neemt de vracht, als gevolg van de lozingen van de 16 zuiveringen in ons beheergebied, met circa een factor 8 toe. Wat verder opvalt is dat alle drie zuiveringen in beheer bij NZV hoog in de lijst staan wat betreft de geloosde vracht medicijnresten per jaar.

Tabel 5. Vrachtberekening inlaten, rwzi's en uitlaten op basis van 12 stoffen (carbamazepine, claritromycine, diclofenac, gabapentine, hydrochloorthiazide, irbesartan, metoprolol, propranolol, sotalol, sulfamethoxazol, trimethoprim, valsartan)

		gemiddeld dagdebiet (m3)	som gemiddelde concentratie (ug/l)	vracht per jaar (kg)	totale vracht per jaar (kg)
Inlaat	Noord	151000	1,0	53	113
	Zuid	57000	2,9	60	
Rwzi	Garmerwolde	77781	12,7	360	926
	Assen	18649	12,6	85	
	Eelde	17271	12,7	80	
	Delfzijl	12680	12,7	59	
	Scheemda	14162	11,3	58	
	Veendam	14118	11,0	57	
	Foxhol	9344	12,9	44	
	Stadskanaal	9262	12,7	43	
	Gieten	8371	13,3	41	
	Hoogezand	7688	10,0	28	
	Oude Pekela	3191	17,8	21	
	Ter Apel	3658	12,7	17	
	Scheve Klap	2123	12,7	10	
	Tweede Exloërmond	1905	12,7	9	
	Vriescheloo	1698	12,7	8	
Bellingwolde	1493	12,7	7		
Uitlaat	Delfzijl	577396	1,8	379	954
	Duurswold	276853	1,1	107	
	Oldambt	294149	1,1	114	
	Fiemel	38498	1,1	15	
	Nieuw-Statenzijl	874548	1,1	338	



### **Overschrijdingen van de risicogrens**

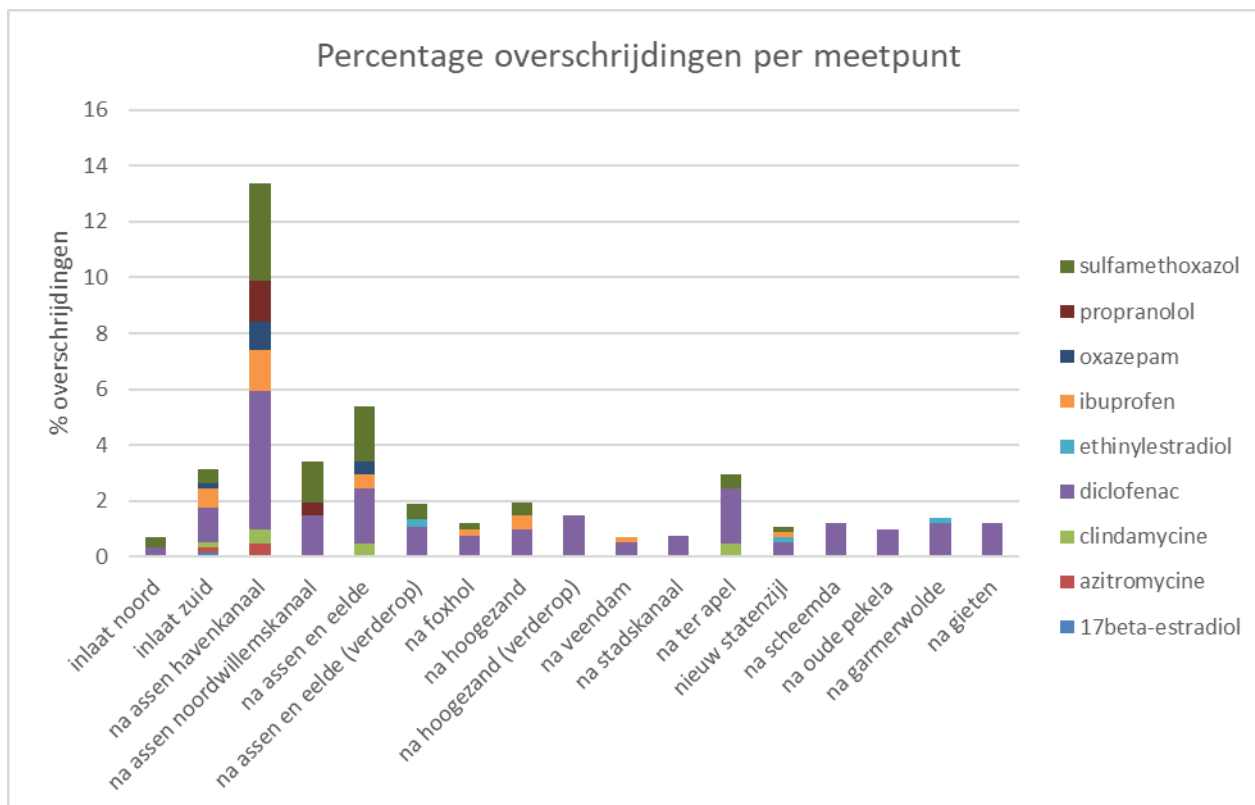
De monitoring van het oppervlaktewater laat zien dat medicijnresten alom voorkomen in ons watersysteem. Voor 10 van de 34 gemeten medicijnresten leidt dit tot overschrijdingen van de risicogrens (PNEC), zie tabel 6. In de derde kolom is het percentage metingen aangegeven waarvan het analyseresultaat boven de risicogrens ligt. Het risicoquotiënt, in de vierde kolom, geeft aan hoeveel keer de risicogrens overschrijdt bij de maximaal gemeten waarde. Bijvoorbeeld: Diclofenac is 216 keer gemeten en 75 metingen liggen boven de risicogrens (=35 %). En de hoogst gemeten waarde voor diclofenac is 1,2 ug/l, dit ligt 24 keer boven de risicogrens van 0,05 ug/l. Op basis van beide beoordelingen ligt het grootste risico bij de pijnstillers diclofenac en ibuprofen. Het percentage metingen en het risicoquotiënt is namelijk voor beide hoog. Ethinylestradiol heeft ook een hoog risicoquotiënt, maar het aantal metingen boven de risicogrens is laag.

Tabel 6. Percentage metingen hoger dan de risicogrens en de risicoquotiënt

<b>Parameter</b>	<b>Type</b>	<b>% metingen &gt;risicogrens</b>	<b>Risicoquotiënt</b>
diclofenac	pijnstillers, ontstekingsremmer	35	24
sulfamethoxazol	antibioticum	11	4,2
ibuprofen	pijnstillers, ontstekingsremmer	8	30
propranolol	bloeddrukverlager	3	3,5
oxazepam	spierontspanning, rustgever	2	1,9
clindamycine	antibioticum	2	1,5
ethinylestradiol	anticonceptie	2	175
azitromycine	antibioticum	1	4,7
claritromycine	antibioticum	1	1,7
17beta-estradiol	anticonceptie	1	2,8

Deze stoffen komen nagenoeg allemaal ook als risicovol naar voren in de landelijke analyse van het RIVM (2020). Alleen ethinylestradiol is niet meegenomen in de analyse van het RIVM. De helft van deze stoffen staat op de oude (diclofenac, claritromycine, azitromycine, 17beta-estradiol) of nieuwe (sulfamethoxazol) 'watchlist' van de Kaderrichtlijn Water. Stoffen die op de 'watchlist' staan zijn mogelijk een probleem voor oppervlaktewater, maar er zijn niet genoeg meetgegevens om het risico te beoordelen. Lidstaten moeten de stoffen vier jaar lang tenminste een keer per jaar meten. Vervolgens wordt vastgesteld of de stof op de prioritaire stoffenlijst moet komen; voor de oude 'watchlist' is dit proces nu gaande.

In figuur 7 is het percentage overschrijdingen per meetpunt weergegeven. Er is gekozen voor een weergave met het percentage overschrijdingen (t.o.v. het totaal aantal metingen) in plaats van het aantal overschrijdingen omdat de meetinspanning niet op alle meetpunten hetzelfde is geweest. Naast het hoge percentage overschrijdingen in het Havenkanaal na rwzi Assen en het Noord-Willemskanaal is het percentage overschrijdingen bij de zuidelijke inlaat en na rwzi Ter Apel opvallend. Verder zien we de overschrijdingen in het hele gebied, tot en met de uitlaat bij Nieuwe Statenzijl.



Figuur 7. Percentage overschrijdingen per meetpunt, periode 2018-2020.

### 3.2.2 Dierlijke medicijnresten

Dierlijke geneesmiddelen worden gebruikt in de veeteelt maar ook voor huisdieren. Bij de veeteelt komen ze in het milieu terecht doordat mest op het land wordt gebracht. Ze komen in het oppervlaktewater via de bodem of doordat de stoffen met regenwater wegspoelen. Huisdiermiddelen kunnen in het oppervlaktewater komen bijvoorbeeld doordat honden daar zwemmen of via het riool (aaien en vervolgens handen wassen of wassen van dieren in bad of douche).

In 2018 hebben we op drie meetpunten in landelijk gebied gemonitord met een klein pakket dierlijke medicijnresten. Tijdens deze meetronde zijn geen van deze stoffen aangetroffen.

In 2019 en 2020 is in WON-verband vervolgonderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn begin 2021 vastgelegd in het rapport "Veterinaire geneesmiddelen in grond- en oppervlaktewater". De samenvatting van het rapport luidt als volgt:

*Ten behoeve van beeldvorming m.b.t. de aanwezigheid van diergeneesmiddelen in oppervlaktewater en (ondiep) grondwater, zijn door WON in 2019 en 2020 meetcampagnes uitgevoerd. In totaal zijn daarbij 50 monsters geanalyseerd op (dier)geneesmiddelen, afkomstig van 8 grondwaterlocaties en 17 oppervlaktewaterlocaties in Noord-Nederland.*

*In circa 1/3 deel van de watermonsters werden geneesmiddelen aangetroffen die exclusief zijn toegelaten voor veterinair gebruik: in 4 grondwater- en 13 oppervlaktewatermonsters. Op ruim 80% van de onderzochte locaties werden ook middelen aangetroffen die (tevens) zijn toegelaten voor humaan gebruik, zoals carbamazepine of sulfamethoxazol.*

*De aangetroffen concentraties van diergeneesmiddelen (exclusief toegelaten voor veterinaire gebruik) waren in het algemeen laag: meestal < 0,01 µg/l met een enkele uitschieter tot 0,07 µg/l. De concentraties waren in veel gevallen lager dan 'Predicted No Effect Concentrations', maar dat geldt niet voor sulfadimidine en sulfapyridine. Bij die antibiotica zijn overschrijdingen van PNEC-waarden geconstateerd en kunnen er dus milieurisico's bestaan.*

Zoals in het begin van dit hoofdstuk is genoemd is de PNEC voor sulfapyridine niet in een RIVM-rapport opgenomen, dit geldt ook voor de PNEC van sulfadimidine. Van deze twee PNEC's is daarom de betrouwbaarheid onduidelijk.

De Stowa heeft in 2019 een rapport uitgebracht waarin alle landelijk beschikbare gegevens zijn beoordeeld. De Stowa schrijft daarover kort samengevat het volgende op de website:  
*Restanten van geneesmiddelen voor dieren kunnen in het water, in de bodem en in de mest van dierlijke grazers terecht komen. Middelen tegen parasieten vormen een risico voor het milieu, omdat ze schadelijk zijn voor organismen in mest en in het oppervlaktewater. Sommige antibiotica en middelen tegen darmparasieten (coccidiostatica) zijn in de bodem aangetroffen, maar dit lijkt weinig risico voor het milieu te vormen. In oppervlaktewater daarentegen vormt een aantal antibiotica wel een risico.*

### **3.3 Effectmonitoring/bioassays**

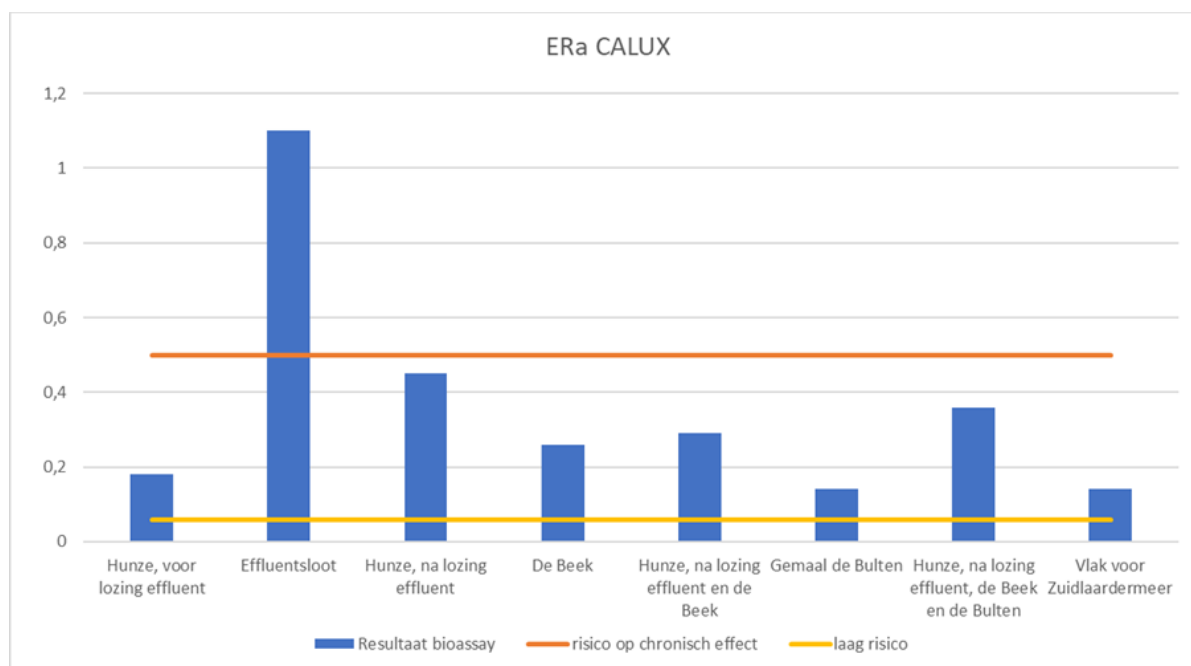
In 2019 heeft Hunze en Aa's samen met Noorderzijlvest de eerste stappen gezet op het gebied van effectmonitoring. Op tien locaties is onderzoek uitgevoerd met behulp van bioassays; op zeven locaties is sprake van meer of minder rwzi-belast oppervlaktewater. De drie andere locaties zijn gekozen vanuit een andere invalshoek als medicijnresten. Op alle locaties is ook de chemie gemonitord.

Voor Hunze en Aa's ging het voor de rwzi-belaste locaties om drie locaties bij rwzi Gieten en het zuidelijke inlaatwater wat onder invloed staat van rwzi Emmen. De resultaten zijn opgenomen in het rapport "Effectgericht onderzoek met bioassays" van onderzoeks- en adviesbureau Ecofide. De conclusie van het onderzoek is dat de resultaten goed overeenkomen met de resultaten van vergelijkbaar onderzoek, dat eerder door andere waterschappen is uitgevoerd. Zowel de chemische analyses als de biologische effectmetingen bevestigen dat de lozing van RWZI-effluent leidt tot een stijging in de belasting van oppervlaktewater met vooral microverontreinigingen, die afhankelijk van de situatie ook tot ecologische risico's in het ontvangende oppervlaktewater kan leiden (overschrijding van chemische normen of biologische grenswaarden). In bijlage 5 staan de resultaten van de verschillende bioassays.

Omdat het onderzoek liet zien dat de lozing van effluent van rwzi Gieten leidt tot een verhoging van de ecologische risico's als gevolg van microverontreinigingen is in 2020 vervolgonderzoek uitgevoerd op basis van de volgende vragen:

1. Wat is het effect van de gemeten toxiciteit op de macrofauna?
2. Over welke lengte van de Hunze is dit effect terug te vinden? En is er ook verder stroomafwaarts een verhoging van de ecologische risico's c.q. toxiciteit terug te vinden?

De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in de rapportage “Vervolg effectgericht onderzoek: rwzi Gieten in relatie tot de Hunze” van Eelke Schoppers en Gerda Valkering. Het onderzoek laat zien dat toxiciteit als gevolg van de effluentlozing een rol speelt bij de ontwikkeling van het waterleven in de Hunze. Zo zien we een afname van de KRW-score met 20% voor macrofauna en een chronisch toxiciteitsrisico bij een hormoongerelateerde bioassay de ERa CALUX (met als effect bijv. vervrouwelijking van vissen). Voor de laatste ter illustratie onderstaande figuur. Hier zien we de resultaten van de bioassay ERa CALUX over de lengte van de Hunze. De effluentsloot, de Beek en Gemaal de Bulten zijn aanvoerstromen die zich samenvoegen met de Hunze totdat deze uiteindelijk in het Zuidlaardermeer uitmondt.



Er is besloten om voorlopig nog geen actie te ondernemen naar aanleiding van dit onderzoek, maar het in 2024 te herhalen, omdat:

1. De extra zuiveringsstap voor fosfaat mogelijk leidt tot een afname van medicijnresten in het effluent.
2. Het effluent van rwzi Gieten alleen invloed heeft op het benedenstroomse deel van de Hunze. Bovenstrooms worden de komende jaren nog meerdere inrichtingsmaatregelen genomen om de KRW-score voor macrofauna te verhogen.
3. Er nog veel ontwikkelingen gaande zijn op het gebied van effectmonitoring.

### 3.4 Laboratorium, medicijnresten onderzoek

In 2019 heeft ons laboratorium deelgenomen met andere ILOW-labs aan een project om een geschikte monsternamen en analysemethoden te ontwikkelen voor de beoordeling van een selectie medicijnresten (gidsstoffen) in afvalwater. Deze gidsstoffen worden gebruikt om toegepaste maatregelen op rwzi's ter verbetering van de verwijdering van microverontreinigingen, afdoende te kunnen beoordelen.

In maart 2019 was fase A (literatuurstudie) afgerond. Ons laboratorium is vanaf fase B ingestroomd; het praktische deel van het project. Het laboratorium voerde nog geen medicijnresten analyses in

oppervlaktewater en afvalwater uit. Gezamenlijk met andere waterschapslaboratoria is een opwerkmethode ontwikkeld. Na het aanschaffen van de standaarden is eind 2019 een analysemethode ontwikkeld voor oppervlaktewater en afvalwater. Februari 2020 is gestart met een gezamenlijk validatie voor afvalwater, tegelijkertijd is de validatie in oppervlaktewater uitgevoerd. Voor de gidsstoffen is een gezamenlijk validatierapport geschreven, koepelvoorschrift gemaakt en advies uitgebracht aan beleidscommissie. Eind 2020 is het project aan STOWA opgeleverd. Daarnaast is in 2020 het validatierapport in oppervlaktewater afgerond. Voor de analyse van gidsstoffen is de verwachting dat deze eind 2021 zijn gevalideerd en routinematig kunnen worden geanalyseerd. Vanaf januari 2021 wordt er op het laboratorium van Hunze en Aa's een medicijnresten pakket geanalyseerd in oppervlaktewater én in afvalwater (voor die tijd werd de analyse uitbesteed). In 2021 wordt ervaring in de analyse opgedaan door veel metingen te verrichten. Daarnaast wordt de methode geoptimaliseerd en wordt er gewerkt aan het verbeteren van de rapportagegrenzen van een paar stoffen. Doelstelling is om de verbeterde methode vanaf 2022 te gaan gebruiken. Vanaf 2022 zal jaarlijks in overleg met de opdrachtgevers worden bekeken welke stoffen moeten worden toegevoegd aan de bestaande analysepakketten voor oppervlaktewater en afvalwater.

### 3.5 Communicatie

Daar waar we kunnen voorkomen dat er medicijnresten in het oppervlaktewater komen, hoeven we het er ook niet uit te halen. Onze communicatie is met name daarop gericht. In deze paragraaf omschrijven we in het kort wat er afgelopen jaar aan communicatie is gedaan.

#### ***Landelijke campagne***

Afgelopen jaar hebben we meegewerkt aan de landelijke campagne om overgebleven medicijnresten in te leveren bij de apotheek. **Medicijnen over? Lever ze in bij uw apotheek!** We schreven hierover een artikel op onze site, in onze nieuwsbrief en deelden het via onze sociale mediakanalen.

#### ***Voorlichting en lezingen aan huisartsen en apothekers***

Daarnaast gaven onze specialisten voorlichting via lezingen bij huisartsen en apothekersgroepen, waarbij ze vertellen over de gevolgen van bepaalde medicijnen in ons oppervlaktewater. Dit is in de meeste gevallen een eyeopener. Artsen en apothekers kunnen – ook met een aanpassing in hun eigen werkwijze - voorkomen dat een deel van de medicijnen door het riool gespoeld worden. Dit gaat uiteraard maar om een fractie, maar alle beetjes helpen (zie ook hoofdstuk 3.6.1).

#### ***Voorlichting tijdens Waterdrager***

De gegevens die in ons gebied bekend zijn over medicijnresten in ons oppervlaktewater hebben we gedeeld in onze Waterdrager bijeenkomsten. In deze bijeenkomsten spraken we mensen die geïnteresseerd zijn in het waterbeheer voor de komende jaren, ter voorbereiding op ons nieuwe waterbeheerprogramma.

#### ***Kennisdeling in het Hunzeatelier***

In een eerdere fase hebben we een bijeenkomst georganiseerd met waterspecialisten: Het Hunzeatelier. Het effluent van rwzi Gieten komt in het oppervlaktewater van de Hunze en uiteindelijk in het Zuidlaardermeer terecht. We spraken met specialisten over de problematiek en een mogelijke

aanpak voor onze situatie in het Hunzegebied.

Voor deze bijeenkomst maakten we een filmpje, die de weg van het effluent goed in beeld brengt.

### ***Informatieverstrekking tijdens bioassay-onderzoek***

Op de monsternameplekken voor de bioassays stond een informatiebordje. Hierop werd verteld wat we daar deden. We communiceerden hier bewust niet actief over om het onderzoek niet te verstoren.

### ***Communicatie door andere waterschappen***

Een aantal waterschappen en drinkwaterbedrijven werken actief aan pilots en proeven om medicijnresten uit het afvalwater te halen. Denk bijvoorbeeld aan waterschap Aa en Maas. Hun communicatie is naast bronaanpak veelal gelinkt aan hun eigen pilot. Daarnaast is er landelijk door verschillende waterschappen gecommuniceerd over de landelijke ketenaanpak waarin waterschappen, zorgsector en drinkwaterbedrijven samenwerken: 'Medicijnresten uit water'.

## **3.6 Bronaanpak**

### **3.6.1 Aanpak bij de gebruiker**

We hebben afgelopen twee jaar met vijf groepen huisartsen en apothekers gesproken over het verlagen van de emissie van medicijnresten naar water. Dit gesprek vond plaats tijdens zogenoemde farmacotherapeutisch overleggen (FTO). Binnen de landelijke "Ketenaanpak medicijnresten uit water" is voor het FTO een module ontwikkeld. We maken gebruik van deze module en lichten de monitoringsresultaten van het oppervlaktewater en het in- en effluent van de rwzi's toe.

Tijdens deze voorlichting ging er voor de huisartsen en de apothekers een "nieuwe" wereld open. Huisartsen en apothekers zijn gericht op het behandelen van patiënten, waarbij emissies van medicijnresten naar water buiten het blikveld vallen. De toelichting die wij gaven leidde verschillende keren tot de eyeopener: "Oei! Ik spuit de overgebleven rest in mijn spuit in de wasbak! Zo heb ik dat geleerd tijdens mijn opleiding. Ik kan beter mijn spuit met overgebleven rest in de naaldencontainer doen." Na de monitoringsresultaten hebben we mogelijke maatregelen besproken om de emissie te verlagen. Hierbij kwam bijvoorbeeld het informeren van de patiënten over het inleveren van overgebleven medicijnen aan bod.

Er zijn ongeveer 23 FTO's actief in ons beheergebied. Dit betekent dat we de komende jaren nog bij 18 FTO's voorlichting kunnen gaan geven.

### **3.6.2 Aanpak in de zorgsector (zuivering)**

In circa 2013/2014 is een initiatief geweest om samen met het nieuwe ziekenhuis in Scheemda de mogelijkheden te onderzoeken voor een zogenaamd Pharmafilter. Dit concept is gebaseerd op twee onderdelen:

1. Een shredder installatie waarin biologisch afbreekbare beddesteken, incontinentieluiers, etc. worden vermalen tot een pulp. Voor een ziekenhuis levert dit enerzijds het voordeel dat te doen gebruikelijke voorwerpen niet meer afgewassen en gedesinfecteerd hoeven te worden, het aantal logistieke handelingen neemt af. Dit geeft een financieel voordeel en

een voordeel op het gebied van hygiëne, oftewel een verlaging van de risico's op interne besmettingen.

2. De pulp wordt in een zuiveringsinstallatie van Pharmafilter gezuiverd met behulp van membraanfiltratie, oxidatie en vergisting. Het vrijkomende water wordt na desinfectie hergebruikt in de shredderinstallatie. Bij het vergistingsproces komt biogas vrij dat als brandstof wordt gebruikt. Medicijnresten worden in de oxidatiestap afgebroken.

Normaal worden de shredder(s) binnen in het ziekenhuis geplaatst en de zuivering van een Pharmafilter op het buitenterrein van een ziekenhuis. In het geval van het ziekenhuis in Scheemda is gekeken naar de mogelijkheden om de zuivering op het terrein van rwzi Scheemda te plaatsen. Dit biedt het voordeel dat personeel van het waterschap voor onderhoud en beheer kan zorgen. De gemeente Oldambt heeft hierop geanticipeerd door alvast een separate persleiding rechtstreeks van het ziekenhuis naar het terrein van de rwzi Scheemda te leggen.

Destijds is het plan 'on hold' gezet omdat het ziekenhuis de financiering niet rond kon krijgen. Op bestuurlijk niveau bij het ziekenhuis en het waterschap bestaat echter wel enthousiasme voor dit initiatief. Inmiddels heeft ook een nabij gelegen zorginstelling interesse getoond om aan te sluiten. Echter om een aantal redenen is het momenteel vrij stil rond dit onderwerp. Op het moment dat het initiatief weer opgepakt wordt haken we uiteraard weer aan.

### **3.7 Netwerk medicijnresten Noord-Nederland**

In 2018 is door de provincie Drenthe in het provinciehuis te Assen een symposium geïnitieerd met als doel de zorg- en watersector dichterbij elkaar te brengen en bewustzijn te creëren met betrekking tot medicijnresten. De provincie Drenthe heeft begin 2019 aan Healthy Ageing Network Northern Netherlands (HANNN) de opdracht gegeven om een vervolgsymposium met dezelfde strekking te organiseren.

Verschillende water(gerelateerde) bedrijven zijn hiervoor benaderd. Ook Hunze en Aa's is aangehaakt. Contact tussen zorg en water past binnen ons medicijnrestenbeleid waarvan bronaanpak een onderdeel is. In november 2019 is hierover een convenant tot stand gekomen. Daarin is een samenwerking vastgelegd tussen de partners onder de noemer 'Noord-Nederlands Netwerk Medicijnresten'.

Acties van Hunze en Aa's naar aanleiding van het convenant zijn:

1. Voorlichting geven op FTO's (farmacotherapeutisch overleg) om bewustwording binnen de zorg te vergroten.
2. Aandacht in onze externe communicatie voor het initiatief Medischoon. Hier wordt aandacht gevestigd op het belang om niet gebruikte medicijnen niet door het toilet te spoelen maar in te leveren bij de apotheek.
3. Het volgen van regionale initiatieven voor onderzoek naar 'end of pipe' oplossingen, zoals bijvoorbeeld extra zuiveringsstappen op een rwzi. Hier is echter landelijk al volop aandacht voor (zie 4.3). Alleen bij heel specifieke initiatieven is het voor ons zinvol om bij een regionale ontwikkeling aan te sluiten.

### **3.8 Technieken zuivering**

Om met een extra zuiveringsstap medicijnresten uit het afvalwater te halen zijn twee bewezen technieken beschikbaar: adsorptie aan actief kool en oxidatie. Deze technieken worden in Zwitserland en Duitsland gebruikt en daar is intussen veel kennis opgebouwd waar wij in Nederland gebruik van

maken. In het kader van het IPMV (zie 4.3) worden deze technieken als basis genomen om ze verder te verfijnen, dat wil zeggen: energievriendelijker, minder chemicaliën, hoger rendement.

#### **Adsorptie aan actief kool**

- Adsorptie kan plaatsvinden aan granulair actief kool in een multimedia filter (zand plus actief kool korrels).  
*Voordeel:* bewezen techniek in het buitenland.  
*Nadeel:* multimediafilters hebben meer ruimte en meer energie nodig.
- Een andere optie is om poederkool in te zetten. Dit kan dan weer op twee manieren.
  - a. In de hoofdstroom door poederkool toe te voegen aan de beluchtingstank (het zogenaamde PACAS-principe).  
*Voordeel:* lage investeringskosten.  
*Nadeel:* hogere kans op slibuitspoeling.
  - b. Als nageschakelde techniek. Een deelstroom van het effluent wordt door een tank met poederkool geleid.  
*Voordeel:* lager verbruik van actief kool dan PACAS  
*Nadeel:* hogere investeringen dan PACAS

#### **Oxidatie**

Medicijn(rest)en bestaan vaak uit langere moleculen. Deze moleculen worden gevormd door ketens van voornamelijk C-atomen. Met een oxidant zoals ozon kunnen deze ketens opgeknipt worden in kleinere moleculen waarmee ze hun oorspronkelijke werking verliezen. Het nadeel van deze methode is dat deze kleinere moleculen op hun eigen manier ook weer schadelijk kunnen zijn voor het leven in het oppervlaktewater. Als schadelijk restproduct kan ook het giftige bromaat ontstaan. Het voordeel van oxidatie is dat de medicijnresten voor een groot deel ter plekke worden afgebroken. Met medicijnresten verzadigd actief kool moet in een verbrandingsoven worden afgebroken.



## 4 Landelijke ontwikkelingen en samenwerking

### 4.1 RIVM-rapportage: Medicijnresten en waterkwaliteit: een update

De RIVM-rapportage “Medicijnresten en waterkwaliteit: een update” uit 2020 is een gedeeltelijke update van de rapportage uit 2016. In tegenstelling tot de rapportage uit 2016 is nu wel duidelijk aangegeven dat medicijnresten een risico zijn voor het waterleven. Ook de hoeveelheid geschatte medicijnresten is hoger dan de eerste berekening. Verder is duidelijk geworden dat sommige afbraakproducten van medicijnresten zich in het watermilieu weer samenvoegen tot de oorspronkelijke werkzame stof.

De samenvatting van het rapport luidt als volgt:

*Medicijnresten komen na gebruik door de patiënt via het riool in het oppervlaktewater terecht. Volgens het RIVM zijn de medicijnresten een risico voor dieren en planten die in het oppervlaktewater leven. Regelmatig gaan concentraties van verschillende soorten medicijnresten over risicogrenzen heen: van pijnstillers en antibiotica tot bloeddrukverlagers, antidepressiva en anti-epileptica.*

*Dit blijkt uit nieuw onderzoek van het RIVM en Deltares naar medicijnresten in oppervlaktewater. In 2017 en 2018 hebben concentraties van 19 verschillende stoffen een of meerdere keren de risicogrens overschreden. Waarschijnlijk gebeurt dit vaker. Veel medicijnresten hebben namelijk een heel lage risicogrens. Waterbeheerders zijn niet altijd in staat stoffen op dit lage niveau aan te tonen. Jaarlijks bereikt minstens 190 ton medicijnresten het oppervlaktewater. Dat is meer dan het RIVM in 2016 schatte (minstens 140 ton). Dat komt omdat er nauwkeurigere gegevens zijn gebruikt over de mate waarin medicijnen in de mens worden afgebroken en de rioolwaterzuivering ze uit het afvalwater haalt. De werkelijke hoeveelheid medicijnresten die in het oppervlaktewater belandt is nog groter, omdat de huidige schatting voornamelijk gaat over receptgeneesmiddelen uit de openbare apotheek. Het gebruik van geneesmiddelen uit de vrije verkoop en de specialistische zorg is niet bekend. Er is ook geen rekening gehouden met afbraakproducten die in het water weer de vorm van de oorspronkelijke werkzame stof kunnen krijgen. Deze terugvorming zorgt mogelijk voor nog eens 50 tot 500 ton extra medicijnresten per jaar.*

*De huidige analyse laat zien dat medicijnresten een risico vormen voor het watermilieu. Onderzoek naar nog meer stoffen kan het beeld genuanceerder maken, maar verandert de conclusie voor de stofgroep als geheel niet. Deze informatie kan beleidsmakers helpen om te beslissen of en waar maatregelen nodig zijn.*

*Dit onderzoek is een vervolg op een eerdere studie uit 2016, waarin meetgegevens uit 2014 zijn gebruikt. Het RIVM en Deltares hebben nu nieuwe meetgegevens van waterbeheerders uit 2017 en 2018 gebruikt. Het onderzoek bevestigt de conclusies uit 2016.*

### 4.2 Stand van zaken landelijke Ketenaanpak

In mei 2021 is er een voortgangsbericht over de Ketenaanpak gepubliceerd door de Rijksoverheid. Hierin wordt aandacht besteed aan de het rapport van de RIVM, waarna geconcludeerd wordt dat het rapport de noodzaak onderstreept voor het ingezette beleid onder de Ketenaanpak medicijnresten uit water. Verder meldt het voortgangsbericht het volgende (=gedeeltelijke tekst van het voortgangsbericht):

Ook in Europees verband is er steeds meer aandacht voor geneesmiddelen in het milieu. In november 2020 is de voortgangsrapportage van de acties onder de Strategic Approach to Pharmaceuticals in the Environment verschenen<sup>2</sup>. Zo onderzoekt de Europese Commissie in het kader van de herziening van de richtlijn prioritair stoffen en de grondwaterrichtlijn onder de Kaderrichtlijn water, opname van enkele geneesmiddelen op de lijst prioritair stoffen en de bijlage van de grondwaterrichtlijn.

Om waar mogelijk op onderdelen te versnellen en concrete afspraken te maken is de ketenaanpak sinds 2019 onderwerp van de Versnellingstafel 'Opkomende stoffen en medicijnresten' onder de Delta-aanpak Waterkwaliteit geweest. Deze tafel, met bestuurders van de verschillende partijen uit de zorg, farmaceutische sector, waterschappen en drinkwaterbedrijven, besprak de voortgang van het uitvoeringsprogramma en heeft waar nodig versnellingen in gang gezet. Op 20 januari 2021 is de Stuurgroep Water akkoord gegaan met de bestuurlijke afspraken die gemaakt zijn op de Versnellingstafels Medicijnresten en Opkomende Stoffen.

Er zijn generieke afspraken gemaakt, waarbij partijen akkoord zijn om de uitgangspunten van de Ketenaanpak Medicijnresten uit Water als leidraad te nemen. Daarnaast wordt de voortgang van de afspraken en lopende en nieuwe initiatieven die effect hebben op het verminderen van medicijnresten in water regelmatig besproken. Elke afspraak heeft ook een ambassadeur die trekker is van de specifieke afspraak.

Daarnaast zijn er afspraken gemaakt over de verbetering van de transparantie over de milieugegevens van medicijnen, de aanpak van geneesmiddelen bij de bron, de verbetering van de omgang met ongebruikte medicijnen, en de ontwikkeling van de zuivering van rioolwater en de vorming van een afvalwatervisie.

Medicijnresten uit water is ook één van de vier thema's uit de Green Deal Duurzame Zorg die het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport heeft afgesloten met – inmiddels – 260 partijen uit de zorg. Daarmee staat het onderwerp goed op de agenda's van de verschillende bestuurders uit de zorgsector. Vanuit de Green Deal wordt een bijdrage geleverd aan de brede proef gericht op het gebruik van plaszakken om de hoeveelheid röntgencontrastmiddelen in het water te verminderen. De maatregelen van het uitvoeringsprogramma zijn geclusterd in de ketenstappen 'ontwikkeling en toelating', 'voorschrijven en gebruik', en 'afval en zuivering'. Daarnaast zijn er ketenbrede onderwerpen.

1. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0088.pdf>
2. Update on progress and implementation - Publications Office of the EU (europa.eu)

Vervolgens wordt er in het voortgangsbericht nog dieper ingegaan op de verschillende ketenstappen.

### **4.3 Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV)**

Onder leiding van de Stowa is het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater (IPMV) opgezet. Het heeft tot doel om snel de weg vrij te maken voor veelbelovende verwijderingstechnieken, of mogelijke verbeteringen van bestaande technieken, zodat waterschappen binnen vijf tot zeven jaar meer beproefde verwijderingstechnieken tot hun beschikking hebben waaruit ze de beste keuze kunnen maken voor hun eigen situatie.

Het innovatieprogramma is onderverdeeld in vijf thema's, inclusief bijbehorende projecten. Het gaat om:

1. Poeder-Actiefkool (PAK)

2. Granulair Actief Kool (GAK)
3. Oxidatieve technieken
4. Adsorptie: alternatieve adsorptiemiddelen
5. Filtratie

Hunze en Aa's is lid van de begeleidingscommissie van PAK en participeert in 'Poeder Actief Kool in combinatie met doekfiltratie', een pilot bij waterschap Aa en Maas. Deze techniek hebben we tijdens een werkbezoek in Duitsland gezien. Daar werden goede resultaten behaald. Het betreft een nageschakelde techniek waarbij PAK toegevoegd wordt aan het effluent van een rwzi. De microverontreinigingen binden zich aan het PAK en vervolgens worden PAK en gezuiverd water gescheiden door een nabezinktank (Duitsland) en een doekfilter. Wij nemen deel aan een pilot die op twee punten afwijkt van de situatie in Duitsland:

- De eerste scheiding tussen PAK en water vindt in de pilot plaats in een lamellenfilter in plaats van een nabezinktank zoals in Duitsland. Een lamellenfilter is veel goedkoper en kleiner dan een nabezinktank en daarom interessant als alternatief.
- Er wordt niet alleen gekeken naar de verwijdering van microverontreinigingen maar ook heel nadrukkelijk naar de combinatie met verwijdering van fosfaat.

Dit is mede een zeer interessant project omdat we op rwzi Gieten ook met een doekfilter gaan werken om aanvullend fosfaat te verwijderen. We participeren dan ook financieel én met inzet van onze technologen. De kennis die we zo vergaren kunnen we in de toekomst gebruiken in onze afweging óf en met welke techniek we medicijnresten gaan verwijderen op een rwzi.

Binnen het IPMV is er ook ruim aandacht voor de juiste bemonsterings- en analysetechnieken om de zuiveringsrendementen te kunnen vaststellen.

#### **4.4 Bijdrageregeling 'demo's zuivering medicijnresten'**

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft 60 miljoen euro beschikbaar gesteld voor de waterschappen om daadwerkelijk zuiveringsstappen te installeren op rwzi's ten einde microverontreinigingen te verwijderen. Voor een bijdrage uit deze regeling moet een waterschap aan een serie eisen voldoen. Een overzicht van deelnemende waterschappen aan de eerste tranche van subsidies van het Rijk voor demo installaties staat in bijlage 6.

Onder leiding van de Stowa is in 2018 een zogenaamde Community of Practice (CoP Micro's) in het leven geroepen waar waterschappen elkaar opzoeken en ondersteunen bij het aanvragen van zo'n bijdrage. Inmiddels wordt deze CoP ook gebruikt om breder informatie te delen over het zuiveren van medicijnresten, zoals bijvoorbeeld monitoring en analysemethodes. Wij zijn als waterschap Hunze en Aa's aangehaakt bij deze CoP om de ontwikkelingen in Nederland op dit gebied goed te kunnen volgen.

#### **4.5 Landelijke themagroep Bronaanpak medicijnresten**

In de landelijke themagroep Bronaanpak medicijnresten ontvangen de waterschappen een terugkoppeling uit het landelijke kernteam van de Ketenaanpak medicijnresten uit water. Verder bespreken en stemmen de waterschappen de inzet af over bijvoorbeeld:

- FTO's Medicijnresten uit water

- Inzamelweek van medicijnresten in de week van ons water
- Maken van een nieuwe strategie voor de bronaanpak in de komende jaren

In de themagroep wordt op dit moment gewerkt aan een nieuwe landelijke strategie. In deze strategie worden acties geformuleerd op het gebied van:

- Nazorg voor het FTO
- FTO-werkwijze verbreden naar de zorgsector.
- Voorlichting
- Leefstijl

## 5 Discussie

### *Impact op het oppervlaktewater*

Zoals in de eerste beleidsnotitie al beschreven, is het ultieme doel voor de oppervlaktewaterkwaliteit een zodanige kwaliteit dat de aanwezige stoffen de ontwikkeling van de ecologie niet beïnvloeden. De RIVM-rapportage uit 2020 geeft aan dat medicijnresten een risico zijn voor dieren en planten die in het oppervlaktewater leven. Dit blijkt uit de landelijke metingen die het RIVM beoordeeld heeft. Er zijn veel verschillende geneesmiddelen (ca. 2000) en het meten van al deze stoffen is onbegonnen werk. Maar van de stoffen die wel gemeten zijn, overschrijdt 15% (meetjaar 2018) en 27% (meetjaar 2017) de risicogrens (= PNEC). Ze geven hierbij aan dat deze percentages waarschijnlijk een onderschatting zijn van het werkelijke risico. Dit komt doordat voor meerdere stoffen de analytische methode niet nauwkeurig genoeg is om tot op het niveau van de risicogrens te meten. Voor ons beheergebied zien we dat het percentage stoffen dat de PNEC-waarden overschrijdt 26% is (periode 2018-2020), dit is vergelijkbaar met het landelijke beeld. De overschrijdende stoffen zijn, voor zover gemeten, nagenoeg hetzelfde als de landelijk overschrijdende stoffen. Op basis hiervan kunnen we concluderen dat medicijnresten ook in ons beheergebied een risico vormen. Het RIVM concludeert verder dat het feit dat een deel van de medicijnresten een risico vormt voor het watermilieu, voldoende is om te beslissen óf, en zo ja, wáár er maatregelen genomen moeten worden.

Uit onze monitoringsgegevens van de periode 2018-2020 blijkt dat we ons oppervlaktewater opladen met medicijnresten afkomstig uit de rwzi's. Dit op basis van een grove schatting van de vrachten. Het verschil tussen de vracht op de meetpunten van in- en uitlaat is ongeveer een factor 8. Door het hele gebied heen treffen we medicijnresten aan. De hoogste concentraties vinden we in het Noord-Willemskanaal als gevolg van de lozingen van rwzi Assen en Eelde. Deze twee rwzi's staan qua vracht ook in de top 3. Ook na rwzi Gieten, Ter Apel en Garmerwolde zijn de concentraties duidelijk hoger dan voor de zuivering. Ten aanzien van rwzi Ter Apel moet eerst verder onderzocht worden of dit daadwerkelijk het gevolg is van de lozing van rwzi Ter Apel. Mogelijk speelt hier het zuidelijke inlaatwater nog een rol, alhoewel dat niet heel waarschijnlijk is. Na het verleggen van het lozingspunt van rwzi Stadskanaal naar het Kanaal Veendam-Musselkanaal was de verwachting dat de concentratiebijdrage gering zou zijn. De monitoring laat zien dat er toch een concentratieverhoging te zien is.

Het hoogste percentage overschrijdingen van de PNEC vinden we na rwzi Assen, Eelde, Ter Apel en bij de zuidelijke inlaat. De laatste is waarschijnlijk het gevolg van de lozing van rwzi Emmen. Ter Apel komt naar voren op basis van één jaar monitoren, de komende jaren moet uitwijzen of Ter Apel qua medicijnresten inderdaad een grotere impact heeft op het oppervlaktewater. Opvallend is ook dat er in het hele beheergebied overschrijdingen voorkomen, waarvan het merendeel veroorzaakt wordt door diclofenac. Maar ook overschrijdingen van sulfamethoxazol, een antibioticum, komen regelmatig voor. Kijken we naar de hoogste gemeten concentraties in relatie tot de PNEC, dan zijn diclofenac en ibuprofen de stoffen met het hoogste risico. Pijnstillers/ontstekingsremmers zoals diclofenac en ibuprofen kunnen weefselschade (aan lever, kieuw en nier) bij vissen veroorzaken.

De vraag die vaak gesteld wordt als een stof overschrijdend voorkomt is: Hoe erg is dat dan? Het antwoord is eigenlijk vrij simpel; namelijk dat een overschrijding per definitie een probleem is. De norm of de risicogrens is niet uit de lucht gegrepen, maar op basis van wetenschappelijk onderzoek vastgesteld. Het feit dat er geen JG- of MAC-normen voor medicijnresten zijn vastgesteld is lastig,

maar niet onoverkomelijk omdat er wel PNEC's zijn. Deze risicogrenzen zijn gecheckt door het RIVM en voldoende betrouwbaar geacht om op basis hiervan beleid op te stellen voor medicijnresten.

Gebruik van normen of risicogrenzen is één manier om de risico's voor het waterleven te beoordelen, een andere manier is onderzoek te doen naar de toxiciteit van het oppervlaktewater.

Toxiciteitsonderzoek brengt de mengseltoxiciteit van alle aanwezige stoffen (ook andere toxische stoffen bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen of prioritair stoffen) in kaart terwijl een norm- of risicogrens-toetsing het risico van één stof weergeeft. Voor de lozing van rwzi Gieten zijn inmiddels twee toxiciteitsonderzoeken in de vorm van bioassays en macrofaunamonitoring uitgevoerd. Daaruit kwam naar voren dat er risico is op chronische toxiciteit. Ook bleek uit het onderzoek dat de KRW-score voor macrofauna na de lozing van rwzi Gieten afneemt. Naast het onderzoek bij Gieten hebben we het zuidelijke inlaatwater éénmalig onderzocht op toxiciteit. Daar zagen we toxische invloed van rwzi-belast water, wat waarschijnlijk afkomstig van rwzi Emmen. Er werden tijdens dit onderzoek geen chronische effecten gemeten, maar dit kan ook toeval zijn omdat het een éénmalig onderzoek was gedurende zes weken. Gezien het hoge percentage overschrijdingen van de risicogrenzen bij de inlaat is het zinvol om het onderzoek nog een keer te herhalen. In het beheerprogramma voor 2022-2027 is als maatregel "In kaart brengen van de toxiciteit van de aanwezige microverontreinigingen" opgenomen. Deze evaluatie is input voor deze maatregel. Het ligt voor de hand om in ieder geval na rwzi Assen toxiciteitsonderzoek te doen. Daarnaast zijn de beken in het waterlichaam Westerwolde ook een optie, omdat deze gevoed worden vanuit de rest van het beheergebied én beken een hogere ecologische waarde hebben dan kanalen.

Uit de evaluatie en het landelijke beeld blijkt dat de grootste zorg bij de humane geneesmiddelen ligt; de aangetroffen concentraties van diergeneesmiddelen zijn in het algemeen laag. Alleen antibiotica kunnen een probleem vormen.

Zoals in de inleiding genoemd geeft de drinkwatersector aan dat de kwaliteit van drinkwaterbronnen onder druk staat, o.a. door opkomende stoffen en medicijnresten. Vanuit oppervlaktewater en via de bodem kunnen resten van humane of dierlijke geneesmiddelen het grondwater bereiken. Het is goed om bij onze monitoring hier ook rekening mee te houden door met de drinkwaterbedrijven de behoefte aan monitoring van oppervlaktewater af te stemmen.

### ***Terugbrengen van emissies: Bronaanpak en zuivering***

Het hoge aantal overschrijdingen van diclofenac is geen reden om diclofenac in de "ban te doen" in ons beheergebied. Als er alternatieven voor diclofenac worden voorgeschreven, dan kan het gevolg zijn dat een andere pijnstiller overschrijdend voor gaat komen. Een stofgerichte bronaanpak is daarom geen goed idee. Beter is om de huidige bronaanpak, waarbij ingezet wordt op bewustwording in de breedste zin van het woord, voort te zetten. Ook al is via de bronaanpak maar een klein deel van de totale medicijnrestenemissie (5%) terug te dringen, toch is het goed om hier voldoende aandacht aan te blijven besteden. Dit kan bijvoorbeeld door de voorlichting bij de FTO's voort te zetten, maar ook door op onze website aandacht te besteden aan medicijnresten.

De overige 95% emissie kan, zo nodig, alleen aangepakt worden door huishoudelijke afvalwater verdergaand te zuiveren op medicijnresten. Op dit moment is het nog niet mogelijk om te duiden of verdergaand zuiveren noodzakelijk is of waar dat dan zou moeten plaatsvinden. Hiervoor moet de situatie nog verder in beeld gebracht worden. Wat we op basis van de huidige monitoringsgegevens

en uitgevoerde vrachtberekeningen wel kunnen duiden is dat er een aantal rwzi's "uitspringen" qua vracht en concentratie in het ontvangende oppervlaktewater. We zien de bevestiging van de hotspotanalyse van Stowa voor rwzi Assen en Gieten. Maar daarnaast mag de aandacht in ieder geval uitgaan naar rwzi ter Apel en de zuiveringen van onze collega-waterschappen die ons oppervlaktewater beïnvloeden. Drie van de vier zuiveringen met de grootste vracht zijn van (of in beheer bij) Noorderzijlvest. Rwzi Garmerwolde is de grootste vervuiler qua medicijnresten, want het loost veruit de grootste vracht. NZV is bezig met het opzetten van een pilot op Garmerwolde om verschillende zuiveringstechnieken uit te proberen. Deze zuivering loost echter op het Eemskanaal en heeft daarmee geen invloed op de concentraties in de rest van ons beheergebied. Dit ligt anders met rwzi Assen en Eelde, die respectievelijk op plaats twee en drie staan qua vracht. Het water van het Noord-Willemskanaal stroomt in de zomersituatie door het hele beheergebied (vanwege het aanvoeren van water via de noordelijke inlaat). Aanpak van deze twee zuiveringen zou de vracht in het hele beheergebied, op basis van een hypothetisch verwijderingsrendement van 100%, met ca. 20% kunnen verlagen. Voor een eventuele aanpak in de toekomst zijn dit soort constatering zeker van belang. Maar eerst moet verder onderzoek in de komende jaren uitwijzen of vergaande zuivering nodig is. Zoals hiervoor genoemd zit ook rwzi Delfzijl bij de zuiveringen met de hoogste vrachten. Dit effluent voegt zich bij het oppervlaktewater wat al opgeladen is door rwzi Garmerwolde. Daarmee verdient de monitoring van medicijnresten vanuit uitlaat Delfzijl ook de aandacht in de komende jaren.

Om met een extra zuiveringsstap medicijnresten uit het afvalwater te halen zijn twee bewezen technieken beschikbaar: adsorptie aan actief kool en oxidatie. Een keuze tussen beide principes is sterk afhankelijk van de specifieke omstandigheden op een zuivering: wat is de samenstelling van het te behandelen water, hoeveel afvalwater moet er behandeld worden, wat is het huidige rendement al (zonder extra stap), hoe ver wil je gaan met de verwijdering van medicijnresten, hoe gevoelig is het ontvangende oppervlaktewater, et cetera? Deze keuze vergt per rwzi een gedegen studie. De CoP's van de Stowa bieden ondersteuning bij de keuze hierover en tijdens het traject om gebruik te maken van de bijdrageregeling van het Rijk.

Op dit moment is er geen Europese of landelijke verplichting voor de waterschappen om de medicijnresten uit het rioolwater te zuiveren. Op basis van de ontwikkelingen die nu gaande zijn, is het mogelijk dat één of meerdere medicijnresten worden opgenomen in de prioritair stoffenlijst van de KRW. Dit heeft dan tot gevolg dat Nederland beheersmaatregelen moet treffen om de emissies te stoppen (prioritair gevaarlijke stof) of om de emissies te verminderen (prioritaire stof). Hierdoor kan alsnog een vorm van verplicht zuiveren worden opgelegd.

### ***Medicijnresten bij Wetterskip Fryslan en Noorderzijlvest***

Het beeld van medicijnresten bij Wetterskip Fryslan lijkt wat gunstiger dan bij ons omdat ze minder overschrijdingen van de risicogrens vinden. Ze hebben vooralsnog geen aanvullende zuiveringsmaatregelen gepland op de rwzi's. Voor NZV is het beeld over de afgelopen jaren op dit moment niet bekend. Qua geplande zuiveringsmaatregelen is er de eerdergenoemde pilot bij Garmerwolde.

## 6 Voorstel beleid en uitvoering periode 2022-2025

Uit de evaluatie van onze monitoringsresultaten blijkt dat medicijnresten een risico vormen voor de oppervlaktewaterkwaliteit in ons hele beheergebied. Deze conclusie is gebaseerd op overschrijdingen van de risicogrenzen voor medicijnresten. Waar voor de oppervlaktewaterkwaliteit zich de grootste risico's voordoen kunnen we nu nog niet precies duiden; onderzoek op het gebied van toxiciteit voor het waterleven is nog gaande. Alhoewel de situatie qua medicijnresten door de inzet van afgelopen jaren duidelijker is geworden, is verder onderzoek en monitoring nodig. Dit betekent dat we de huidige beleidslijn voort kunnen zetten: We brengen eerst goed in beeld waar de grootste risico's zich voordoen voordat we het besluit nemen om wel of niet te investeren in aanvullende zuiveringsstappen op rwzi's. En waar mogelijk zetten we in op de bronaanpak.

Het is ook goed om de medicijnrestenproblematiek in ons beheergebied te bespreken met Noorderzijlvest gezien het aandeel wat zij hebben in de vracht medicijnresten vanuit de rwzi's Garmerwolde, Eelde en Delfzijl. En alhoewel de vracht die aangevoerd wordt vanuit inlaat Zuid niet groot is, vinden we daar wel veel overschrijdingen. Dus ook een bespreking met Vechtstromen ligt voor de hand.

Voor de oppervlaktewatermonitoring betekent dit dat we de komende jaren de huidige chemische monitoring voortzetten en uitbreiden met de beken van Westerwolde. Daarnaast onderzoeken we de invloed van de bijdrage van rwzi Ter Apel en rwzi Eelde (in samenwerking met NZV). Een punt van aandacht is ook rwzi Delfzijl en de concentratie in het Noord-Willemskanaal voordat het Havenkanaal erop uitmondt. Door het voortzetten van de monitoring kunnen we over een aantal jaar de situatie met meer zekerheid duiden. Ook gaan we meerdere toxiciteitsonderzoeken uitvoeren om de mengseltoxiciteit te bepalen.

De monitoring van de rwzi's zetten we voort, maar daarbij wijzigen we de huidige insteek. We gaan het effluent bemonsteren van alle rwzi's om de bijdrage aan de vracht vast te stellen. Voor rwzi Assen en Gieten gaan we in- en effluent bemonsteren volgens het koepelvoorschrift van de Stowa (of eventuele updates hiervan). Hiermee kunnen we het huidige zuiveringsrendement vaststellen. Dit vraagt een andere manier van bemonsteren en daarmee een extra inspanning van de bemonsteringscapaciteit. Deze extra inspanning kan opgevangen worden binnen de huidige capaciteit van ons laboratorium. Ook meten we op deze rwzi's aanvullende parameters (bromide en DOC) om de mogelijkheid van zuivering door ozon nader te onderzoeken.

De tweede tranche van de bijdrageregeling 'demo's zuivering medicijnresten' loopt van 2023 tot 2027. We hebben hierop geanticipeerd door alvast rwzi Assen en Gieten op de lijst te laten zetten, dit brengt geen verplichtingen met zich mee. Afhankelijk van de resultaten van het lopende onderzoek beslissen we op een later tijdstip of we mogelijk alsnog van de regeling gebruik willen maken.

De resultaten van de pilot 'Poeder Actief Kool in combinatie met doekfiltratie' waarin we participeren worden in 2021 verwacht. We gebruiken de resultaten bij het maken van een keuze voor een techniek als we besluiten ergens een extra zuiveringsstap te plaatsen op een rwzi.

Met de module Medicijnresten uit water in het FTO hebben we nog maar een klein deel van de huisartsen en apothekers bereikt. Daarom gaan we door met deze overleggen. Jaarlijks verwachten



we ca. 4 FTO's. Daarbij maken we gebruik van de nieuwe landelijke strategie en pakken de acties op, die passen in ons beheergebied.

De communicatie rondom deze thematiek is tweërlei. Het gaat om de informatievraag naar de gevolgen van medicijnresten én het gaat om een gedragsverandering die we bij onze inwoners teweeg willen brengen. Omdat de informatievraag groeit, is het goed om op onze website meer informatie te geven. Dit kan inmiddels ook, omdat we meer informatie hebben. De conclusie van deze evaluatie delen we met de inwoners in ons gebied via onze website, onze digitale nieuwsbrief én laten we een terugkerend thema zijn van onze voorlichtingsbijeenkomsten bij bijvoorbeeld de ANBO, Vrouwen van Nu en Rotery groepen. We gaan ervan uit dat we hiermee een gedragsverandering inzetten, omdat er vaak sprake is van onwetendheid. Daarnaast maken we bij de communicatie rondom de gedragsverandering zoveel mogelijk gebruik van landelijke campagnes.

Uiteraard blijven we ook de landelijke ontwikkelingen op het gebied van zuivering, bronaanpak en monitoring volgen via de verschillende landelijke overleggen en themabijeenkomsten.

In 2025 voeren we een opnieuw een evaluatie uit voor het onderwerp medicijnresten in oppervlaktewater.

### **Kosten**

Bovenstaand voorstel leidt tot extra analysekosten voor bromide en DOC van 2500 euro per jaar. Daarnaast is nog een uitbesteding nodig voor het meten van hormoongerelateerde stoffen in het oppervlaktewater (bedrag is nog onbekend). Het meetpakket wordt elk jaar beoordeeld en zo nodig aangevuld. De gelden die nodig zijn voor monitoring en toxiciteitsonderzoek voor de komende jaren zijn reeds opgenomen in de begroting van het beheerprogramma 2022-2027.

Bijlage 1. Overzicht types gemeten stoffen in oppervlaktewater met toepassing

De stoffen die groen gearceerd zijn bij de kolom gebruik, zijn vrij verkrijgbaar bij de drogist.

Parameter	Type	Gebruik	
		Humaan	Dierlijk
irbesartan	bloeddrukverlager	x	
oxazepam	spierontspanning, rustgever	x	
carbamazepine	anti-epilepticum	x	
gabapentine	anti-epilepticum	x	
gemfibrozil	cholesterolverlager	x	
diclofenac	pijnstillers, ontstekingsremmer	x	
metoprolol	bloeddrukverlager	x	
lidocaïne	verdovend middel	x	x
jopromide	contrastvloeistof rontgen	x	
clindamycine	antibioticum	x	x
hydrochloorthiazide	plasmiddel	x	
sulfamethoxazol	antibioticum	x	x
sotalol	bloeddrukverlager	x	
amidotrizoïnezuur	afbraakproduct contrastvloeistof	x	
sulfapyridine	antibioticum	x	x
naproxen	pijnstillers, ontstekingsremmer	x	
valsartan	bloeddrukverlager	x	
metformine	bloedglucoseverlager	x	
furosemide	plasmiddel	x	x
jopamidol	contrastvloeistof rontgen	x	
ibuprofen	pijnstillers, ontstekingsremmer	x	
atorvastatine	cholesterolverlager	x	
claritromycine	antibioticum	x	
aspirine	pijnstillers, ontstekingsremmer	x	
fenazon (antipyrene)	pijnstillers, koortsremmer	x	
trimethoprim	antibioticum	x	x
propranolol	bloeddrukverlager	x	
ethinylestradiol	anticonceptie	x	
azitromycine	antibioticum	x	
17beta-estradiol	anticonceptie	x	
dipyridamol	antistollingsmiddel	x	
erytromycine	antibioticum	x	x
flumequine	antibioticum		x
fluoxetine	antidepressivum	x	x
oxytetracycline	antibioticum	x	x
roxitromycine	antibioticum		
tiamuline	antibioticum		x
tylosine	antibioticum		x

## Bijlage 2. Top 100 gebruikte geneesmiddelen op basis van de gemiddelde dagelijkse dosis per dag

### DDD (Defined Daily Dose):

Om inzicht te krijgen in het gebruik van geneesmiddelen is alleen een vergelijking van aantallen uitgiftes niet voldoende. Een uitgifte kan namelijk verschillende hoeveelheden tabletten, injectiespuiten etc. bevatten. Het tellen van het aantal tabletten en injectiespuiten levert ook problemen op, immers hoe verhouden zich 10 mg tabletten tot 100 mg/ml injectiespuiten? Daarom heeft de World Health Organization een inschatting gemaakt van wat de gemiddelde dagelijkse dosis zal zijn wanneer het geneesmiddel wordt ingezet voor de hoofdindicatie. Hierbij wordt uitgegaan van een onderhoudsbehandeling van volwassenen. Deze dosis heet de Defined Daily Dose ofwel DDD. Deze definitie maakt het mogelijk om het gebruik van verschillende toedieningsvormen en verschillende middelen met elkaar te vergelijken. Bij een aantal geneesmiddelen heeft de WHO geen DDD-waarde gedefinieerd en hebben we t/m 2017 zelf een DDD bepaald. Vanaf 2018 volgen wij de [G standaard](#) van de Z index en de WHO en zullen we niet meer handmatig een DDD-waarde bepalen. Hierdoor is er een trendbreuk in de reeks DDD's bij de ATC-codes die beginnen met een S, V of een Y. De DDD-waarde die op de GIPdatabank wordt gerapporteerd, is de DDD-waarde die geldig is in het meest recente rapportagejaar. Deze waarde is toegepast op alle voorafgaande jaren zodat de berekening van het aantal DDD's over alle jaren volledig met elkaar vergelijkbaar is.

GIPdatabank.nl >



## Top 100 van geneesmiddelen o.b.v. het aantal DDD's in 2019

### • Raming voor de totale Zvw-populatie

Rang 2019	ATC-code	2015	2016	2017	2018	2019
1	<a href="#">A02BC01 Omeprazol (Losec mups®)</a>	423.325.900	450.996.700	439.578.400	435.470.100	433.437.200
2	<a href="#">A11CC05 Colecalciferol (D-cura®)</a>	293.144.900	337.531.300	401.615.500	419.361.400	395.411.600
3	<a href="#">D02AX Overige emollientia en protectiva</a>	301.808.700	291.687.900	317.780.800	334.488.400	343.545.900
4	<a href="#">C10AA01 Simvastatine (Zocor®)</a>	350.641.100	353.067.000	356.227.600	349.824.500	336.856.100
5	<a href="#">C10AA05 Atorvastatine (Lipitor®)</a>	199.638.000	220.734.000	240.762.500	259.819.300	276.083.800
6	<a href="#">A02BC02 Pantoprazol (Pantozol®)</a>	185.055.600	211.893.200	229.338.500	248.491.900	270.840.100
7	<a href="#">C08CA01 Amlodipine (Norvasc®)</a>	200.805.800	211.840.900	225.176.000	235.601.600	256.118.200
8	<a href="#">B01AC06 Acetylsalicylzuur (Aspirine protect®)</a>	230.078.100	229.614.200	228.448.600	222.634.600	213.763.300
9	<a href="#">B03BB01 Foliuimzuur</a>	192.581.000	195.912.700	203.931.200	205.321.500	201.969.700
10	<a href="#">C07AB02 Metoprolol (Selokeen®)</a>	174.890.800	172.771.200	171.059.600	167.536.700	165.094.600
11	<a href="#">C09CA01 Losartan (Cozaar®)</a>	99.645.000	102.783.700	104.307.400	118.591.600	157.692.300
12	<a href="#">A10BA02 Metformine (Glucient®)</a>	150.827.800	152.442.900	155.204.100	155.292.000	156.690.500
13	<a href="#">A12AX Calcium met vitamine d en/of andere middelen</a>	109.367.500	118.231.400	126.935.000	133.955.500	145.338.000
14	<a href="#">C10AA07 Rosuvastatine (Crestor®)</a>	91.564.400	98.388.600	108.290.500	120.769.400	134.840.600
15	<a href="#">C09AA02 Enalapril/enalapriilaat (Renitec®)</a>	141.354.900	138.498.400	136.255.200	132.605.000	133.077.600
16	<a href="#">C03AA03 Hydrochloorthiazide</a>	124.931.400	125.231.600	126.876.100	125.685.400	126.403.700
17	<a href="#">C09AA03 Lisinopril (Zestril®)</a>	101.660.500	105.763.800	109.071.500	112.686.500	123.154.300
18	<a href="#">C09AA04 Perindopril (Coveryl arg®)</a>	106.760.700	111.358.500	115.096.100	118.099.400	122.798.600
19	<a href="#">A10BB09 Gliclazide (Diamicon®)</a>	76.084.400	87.678.200	98.361.500	106.240.700	114.114.900
20	<a href="#">H03AA01 Levothyroxine (Euthyrox®)</a>	106.073.900	111.051.600	110.782.700	111.046.000	113.359.100
21	<a href="#">B03BA03 Hydroxocobalamine (Hydrocobamine®)</a>	80.967.700	93.758.800	99.688.500	111.257.500	113.206.400
22	<a href="#">B01AC04 Clopidogrel (Plavix®)</a>	44.236.800	58.547.500	73.097.000	87.633.000	110.051.500
23	<a href="#">G03AA07 Ethinylestradiol met levonorgestrel (Microgynon®)</a>	106.871.700	111.239.600	105.675.700	105.438.800	109.557.400

Bijlage 3. Meetinspanning per meetpunt

Aantal gemeten parameters per jaar per meetpunt

<b>Meetpunt</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
1103	27	34	34
1107		34	34
1207			34
1638	27	34	34
2102	27	34	
2201			34
2202			34
2215	6	28	
3101		34	34
3102			34
3211	27	34	34
3238	6		
3261	7		
4105		34	34
4106	27	34	34
4204	6	28	34
4218	27	34	34
4251			34

Bijlage 4. Gemiddelde concentratie periode 2018-2020

Let op! De gemiddelde concentratie is berekend op basis van de aangetroffen concentraties.

De < - waarden zijn dus niet meegenomen bij de berekening.

Stof	Meetpunt																
	1103	1107	1207	1638	2102	2201	2202	2215	3101	3102	3211	4105	4106	4204	4218	4251	6101
17beta-estradiol				0,0011													
amidotrizoïnezuur	0,015	0,0267	0,0525	0,086	0,035	0,025	0,0175	0,1067	0,026	0,02	0,0225	0,0267	0,0243	0,0167	0,0529	0,02	0,02
aspirine		0,31			0,29			0,24				0,27	0,05		0,27		
atorvastatine	0,03			0,02		0,19			0,03					0,02	0,08		
azitromycine				0,06				0,09									
carbamazepine	0,0428	0,0542	0,0883	0,1593	0,1218	0,1683	0,18	0,3575	0,0489	0,0383	0,0456	0,0492	0,04	0,045	0,0839	0,05	0,0467
claritromycine				0,115				0,1									
clindamycine	0,015	0,0245	0,035	0,0371	0,0338	0,0533	0,0383	0,065	0,024	0,02	0,0167	0,0133	0,02	0,0233	0,0294	0,02	0,018
diclofenac	0,0573	0,0727	0,282	0,1783	0,15	0,37	0,164	0,285	0,0556	0,095	0,0427	0,07	0,034	0,085	0,0767	0,094	0,128
dipyridamol								0,09									
ethinylestradiol	0,0016				0,0023										0,0028		
fenazon (antipyryne)				0,01						0,015		0,02					
furosemide	0,15	0,2	0,1667	0,15	0,1	0,175	0,2	0,325	0,1	0,15		0,15		0,15	0,18	0,2	0,15
gabapentine	0,2733	0,4273	0,52	0,7429	0,59	0,8833	1	2	0,3875	0,5667	0,3182	0,26	0,2471	0,35	0,5278	0,28	0,26
gemfibrozil	0,0717	0,126	0,39	0,1867	0,0767	0,36	0,2475	0,33	0,1114	0,1375	0,0531	0,06	0,0383	0,0678	0,0683	0,106	0,236
hydrochloorthiazide	0,175	0,21	0,18	0,3462	0,2111	0,3833	0,32	1,3833	0,2	0,15	0,18	0,1429	0,15	0,3	0,26	0,1667	0,125
ibuprofen	0,2			0,175		0,1		0,1333				0,1	0,2			0,1	
irbesartan	0,0491	0,0908	0,1933	0,361	0,226	0,3817	0,4017	1,0417	0,1036	0,0833	0,0836	0,0842	0,0683	0,1542	0,1933	0,08	0,1017
jopamidol	0,0333	0,04	0,15	0,076	0,0133				0,05		0,0325	0,03	0,052	0,02	0,0433	0,02	0,01
jopromide	0,064	0,0714	0,25	0,39	0,09	0,588	0,175	0,0867	0,055	0,0275	0,1217	0,0771	0,1322	0,078	0,4733	0,115	0,14
lidocaine	0,0223	0,0267	0,022	0,0507	0,0425	0,054	0,055	0,1425	0,02	0,025	0,0171	0,025	0,04	0,02	0,0435	0,0375	0,02
metformine			0,9	0,85	0,6333	1,3333	1,75	2	1				0,5667	0,75	0,6	0,8	
metoprolol	0,1444	0,3	0,2	0,4214	0,2889	0,4667	0,42	0,9083	0,28	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2455	0,38	0,3	0,175
naproxen	0,74	0,43	0,345	0,315	0,24	0,71	0,315	0,37	0,215	0,32	0,37	0,2367	0,232	0,2925	0,3617	0,66	0,5067
oxazepam	0,0638	0,1033	0,14	0,1921	0,118	0,31	0,2383	0,5975	0,0644	0,084	0,0538	0,06	0,0547	0,07	0,1189	0,0817	0,075
propranolol							0,05	0,06									
sotalol	0,06	0,1	0,112	0,181	0,172	0,1883	0,278	0,8167	0,124	0,075	0,0967	0,105	0,104	0,1771	0,1144	0,06	0,06
sulfamethoxazol	0,0333	0,0356	0,0617	0,0762	0,0788	0,2067	0,1017	0,1789	0,028	0,03	0,017	0,0433	0,0643	0,04	0,0486	0,045	0,026
sulfapyridine	0,03	0,05	0,0433	0,0822	0,06	0,0683	0,1	0,1425	0,08		0,05	0,06	0,05	0,0625	0,0622	0,05	0,04
trimethoprim					0,07	0,07	0,1567										
valsartan	0,22	0,08	0,1333	0,312	0,09	0,13		0,32	0,0775	0,195	0,1		0,06	0,142	0,13		0,07
<b>Aantal aangetroffen stoffen</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>19</b>

Bijlage 5. Resultaten effectmonitoring 2019

Tabel 3.1. Resultaten van de uitgevoerde bioassays.

Waarden onder de rapportage grens zijn als "<" aangegeven. Grijs gearceerd is niet uitgevoerd.

■ = geen risico; ■ = laag risico; ■ = risico op chronisch effect (>ESW); ■ = risico op acuut effect

Naam	Eenheid	RWZI						GBM		Overig	
		Gieten			Leek	Uithuizermeeden		Scholtenskanaal	Zevenblokkengrft	Zeegserloopje	Gorechtvijver
		Bovenstrooms	Effluent	Benedenstrooms	Benedenstrooms	Belast bovenstrooms	Belast benedenstrooms				
<b>In situ testen</b>											
Waternlo	% sterfte	0	0	0	3	3	0	0	20	0	0
<b>Algemene bioassays</b>											
Bacterie	TU water	<	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,0006	0,001
Algen	TU water	<	0,0004	<	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,0006	<
Waternlo	TU water	<	0,002	<	0,002	<	<	0,002	0,002	<	<
Cytotox polair	TU water	0,003	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,03	0,009	0,003	0,012
Cytotox apolair	TU water	0,0003	0,0002	0,0002	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	<0,0001
<b>Specifiek polair (POCIS)</b>											
ER Calux	ng EEQ/L	0,20	4,5	0,60	0,50	0,49	0,71	0,36	0,21	0,29	0,29
Anti AR Calux	µg FEQ/L	4,3	10,7	7,7	3,9	14,9	39,9	13,7	11,9	7,1	15,1
GR Calux	ng DEQ/L	<	36,9	5,5	22,0	13,7	19,6	8,3	<	<	<
Anti PR Calux	ng REQ/L	0,6	3,9	1,0	2,0	4,0	57,1	6,5	1,1	1,9	17,5
Antibiotica T	ng OEQ/L	34	60	47	22	34	71	22	11	28	14
Antibiotica Q	ng FEQ/L	<	11	11	<	5	11	5	<	5	<
Antibiotica M+B	ng PEQ/L	<	33	13	21	11	11	18	<	3	<
Antibiotica S	ng SEQ/L	<	220	16	119	60	28	89	<	<	<
Antibiotica A	ng NEQ/L	<	565	173	292	71	196	173	89	71	<
<b>Specifiek apolair (Siliconenrubber)</b>											
DR Calux	pg TEQ/L	<	0,03	0,08	<	0,21	0,08	<	0,05	<	0,10
PAH Calux	ng BEQ/L	10,2	8,3	9,9	29,9	79,4	26,9	16,5	44,6	4,1	82,0
PPAR Calux	ng REQ/L	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Nrf2 Calux	µg CEQ/L	11,6	4,5	7,9	8,5	9,0	6,5	6,7	5,7	4,1	5,0
PXR Calux	µg NEQ/L	12,2	6,3	8,3	18,4	24,3	12,6	9,5	9,2	5,8	12,2
p53 Calux	TU water	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
p53+ Calux	TU water	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
<b>Eindscore</b>		0,7	1,3	0,6	1,0	1,3	1,3	0,7	0,7	0,4	0,8

Bijlage 6. Overzicht van deelnemende waterschappen aan de eerste tranche van subsidies van het Rijk voor demo installaties.

<b>Waterschap</b>	<b>RWZI</b>	<b>Behandeld jaarvolume (mln m3)</b>	<b>Zuiverings- techniek</b>
Hoogheemraadschap van Delfland	De Grootte Lucht	6,4	Ozon + zandfilter
Hoogheemraadschap van Rijnland	Leiden-Noord	9,0	PACAS
Waterschap Aa en Maas	Ooijen	15,5	PACAS
	Dinther	6,5	Ozon/PACAS
Waterschap de Dommel	Hapert	3,2	Upflow GAK
	Soerendonk	1,7	Ozon
Waterschapsbedrijf Limburg (WBL)	Simpelveld	0,9	PAK in Nereda
Waterschap Rijn en IJssel	Winterswijk	3,8	Ozon
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	Hostermeer	8,5	O3-STEP
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Houten	3,4	Ozon
	Woerden	4,3	Ozon of PACAS
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Wervershoof	5,9	Ozon
<b>Subtotaal vastgelegd in SOK/NOK</b>		<b>69,1</b>	
Waterschap Noorderzijlvest	Garmerwolde	?	?
Waterschap Rivierenland	Groesbeek	1,8	PACAS
<b>TOTAAL</b>		<b>70,9</b>	

V0.2 16 mrt 2021