Analyse DGT-meting PFAS en metalen in Venlo en Weert

Schone Maaswaterketen
RIWA Maas

14 september 2025
Kenmerk: PRJ001113 IMD25 001
Status: definitief

Opgemaakt door:
IMD BV
Tweelingenlaan 105
7324 BL Apeldoorn
Tel.: 055 – 368 14 14

KvK: 08109078
BTW: NL 814271856B01

Auteur: Benjamin van Schothorst

GEDREVEN DOOR WATER

Inhoudsopgave

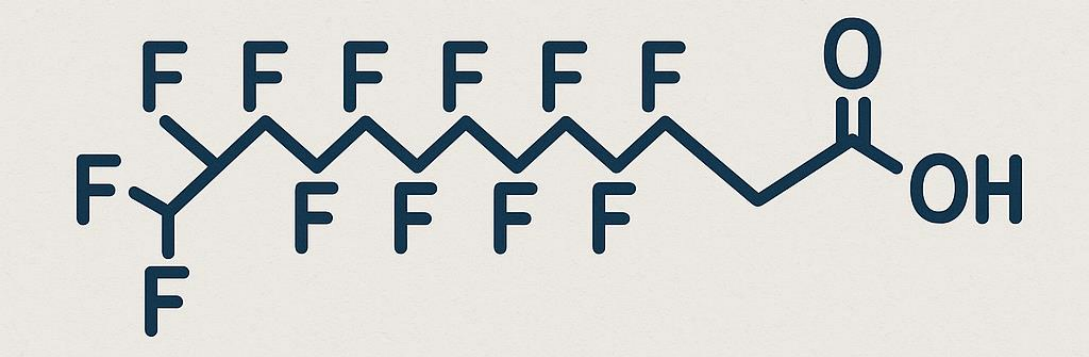
1	Inleidend	3
2	Methode	6
2.1	Bevindingen veldwerk	6
2.2	Laboratoriumanalyse	8
3	Analyse en resultaten	9
3.1	Analyse ruwe data	9
3.1.1	Venlo	9
3.1.2	Weert	9
3.2	Resultaten Venlo	10
3.3	Normtoets (toets risicogrenzen)	12
3.4	Berekening vrachten	16
3.5	Resultaten Weert	20
4	Overwegingen bruikbaarheid en toepassing gevonden gegevens	23
4.1	Opsporing	23
4.2	Interpretatie Analyse en gerapporteerde waarden	25
4.3	Scenario 1	25
4.3.1	PFAS gebonden aan andere stoffen	25
4.3.2	Aantasting DDL (diffuse dubellaag}	26
4.3.3	Verzadiging of opnamestop	26
4.4	Scenario 2	26
4.5	Scenario 3	27
5	Conclusie	28
Bijlage 1	Meetprotocol DGT research	30
Bijlage 2	Berekening PFAS en Metalen	31
Bijlage 3	Meetplan Venlo en Weert	32
Bijlage 4	Locatiebladen Weert en Venlo	33
Bijlage 5	Verslaglegging labanalyse Aquon	34

1 Inleidend

Schone Maaswaterketen maakt zich sterk voor het belang van een schone Maas, waaruit zonder problemen water van goede kwaliteit kan worden afgenomen. De organisatie onderhoudt in samenwerking met partners een uitgebreid meetsysteem, waarmee relevante stoffen worden gemonitord en bronnen van vervuiling geïdentificeerd.

Schone Maaswaterketen, bij monde van RIWA Maas, heeft IMD om ondersteuning gevraagd bij het ontwerpen en uitvoeren van een pilotstudie, in het rioleringssysteem van Venlo en Weert. Daarbij wordt passieve monstername ingezet en getest als technologie om monitoring en bronopsporing te verbeteren.

In Venlo is de pilot gericht op de (bron)opsporing van diverse PFAS, gerelateerd aan de zogeheten PFAS-29. PFAS is een overkoepelende naam voor een groep stoffen waarbij een gefluorideerde koolstofketen de gemene deler is, die (eenmaal in het watersysteem) gepaard gaat met aanmerkelijke gezondheidsrisico's voor mens en dier (Figuur 1.1). Dit terwijl nog niet goed bekend is in welke mate deze stoffen voor- dan wel vrijkomen en wat de precieze oorsprong ervan is. Venlo is een grote RWZI. Metingen uitvoeren bij en rondom grote RWZI's is complexer dan bij kleinere RWZI's, maar het effect van deze RWZI's op het Maaswater is potentieel groot.



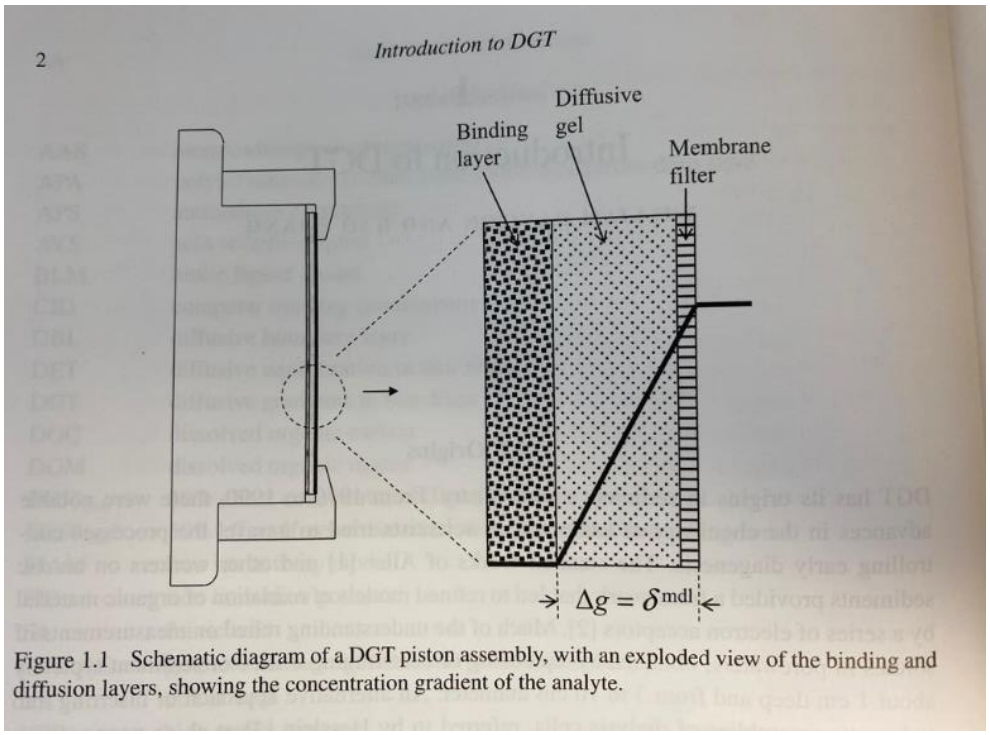
Figuur 1.1: molecuulformule PFOA

In Weert is de pilot gericht op de opsporing van diverse zware metalen, zowel anionen als kationen. Vanuit diverse wet- en regelgeving en met het oog op drinkwaternormen wordt de concentratie van zware metalen in het afval- en vooral het oppervlaktewater sinds tientallen jaren gemonitord en bewaakt. Wel zijn ook hier nog steeds lacunes in de kennis over het voorkomen ervan en met name de herkomst. Bij Weert zal bronopsporing door de beperktere schaal potentieel sneller en effectiever kunnen verlopen.

Achtergrond

De techniek diffusive gradient in thin films (DGT) is een passieve monsternametechniek, waarbij, op basis van diffusie doorheen een diffusiegel, een bepaalde doelstof uit een stroom wordt opgenomen en aan een bindmiddel (absorbens) gebonden. Tussen 24-10-2024 en 21-11-2024 (vier weken lang) werden DGT-pistons van voornamelijk type LSNW-

AP en in mindere mate LSND-AT ingezet bij de influentput van de RWZI van Venlo en diverse gemalen van het rioolsysteem van Venlo. Voor een schematisch overzicht van de opbouw van een DGT piston, zie Figuur 1.2. In de basis gaat het om de selectieve onttrekking van een bepaalde doelstof uit een watermatrix, om over tijd een geconcentreerd monster van die stof te krijgen. Er zijn dan ook talloze uitvoeringen van een piston denkbaar, die in meer en minder mate bepaalde stoffen in het water kunnen bemeten.



Figuur 1.2: schematische weergave werking piston (Davison et al., 2016).

Het laboratorium van de VU Amsterdam heeft de bindingsgellen uit de pistons gericht op PFAS geïsoleerd en heeft middels het protocol van DGT Research (bijlage 1) de geaccumuleerde PFAS bemeten. De resultaten die dit heeft opgeleverd zijn met IMD gedeeld en nader geïnterpreteerd (bijlage 2) en worden in dit document verder toegelicht. Aquon heeft hetzelfde gedaan voor de zware metalen.

Belangrijk om te begrijpen is dat door de inzet van passieve monstername en DGT in het bijzonder, een indicatief beeld verkregen wordt van de tijdgemiddelde concentratie in een gegeven matrix over tijd. In dit geval wordt dus berekend wat in de vier weken dat de DGT-pistons werden ingezet op de verschillende locaties de tijdgemiddelde concentratie was, waarbij de variatie in concentratie over tijd niet bepaald kan worden. Wel kan met behulp van debieten een indicatie van vrachten gegeven worden. Het opgetelde debiet van de verschillende gemalen vertegenwoordigt samen iets minder dan de helft van het totale influent van de RWZI Venlo.

Zoals bij iedere techniek, kent passieve monstername haar beperkingen. Het riool is een uitdagende omgeving, waar zeer weinig controle op de omstandigheden en relevante parameters als pH en temperatuur mogelijk is. Interferentie met de opname, door aanklittend vuil, vetophoping en andere dergelijke zaken, is te verwachten. Door een duplometing te doen wordt een indicatie verkregen van de consistentie van de meetmethode, waarbij opgemerkt moet worden dat voor een meer definitieve uitspraak over de betrouwbaarheid van de metingen, de vergelijking gemaakt moet worden met andere meetmethoden. Tabellen 1.1 en 1.2 geven een overzicht van de locaties, ingezette pistons (type) en geven aan of PFAS dan wel zware metalen werden aangetoond.

Tabel 1.1: overzicht locaties Venlo

Locatie	Debiet als % stroom RWZI	Ingezette pistons	PFAS gemeten? (boven waardes Blanco)
1 (RWZI Venlo)	100	LSNW-AP	NEE
2 (Velden)	8,76	LSNW-AP	JA
3 (Belfeld)	7,87	LSNW-AP	JA
4 (Baarlo)	4,79	LSNW-AP, LSND-AT	JA (bij 1 piston)
5 (Maasbree)	10,55	LSNW-AP	NEE
6 (Sevenum)	3,37	LSNW-AP, LSND-AT	JA
7 (Kronenberg)	0,43	LSNW-AP, LSND-AT	JA
8 (Horst)	8,17	LSNW-AP	NEE
9 (Grubbenvorst)	2,03	LSNW-AP, LSND-AT	JA

Tabel 1.2 geeft een overzicht van de locaties, ingezette pistons (type) en geeft aan of metalen werden aangetroffen in Weert.

Tabel 1.2: overzicht locaties Weert

Locatie	Debiet als % stroom RWZI	Ingezette pistons	Metalen gemeten? (boven waardes Blanco)
1 (RWZI Weert)	100	LSNY-NP	JA
2 (Nederweert)	15,4	LSNY-NP	JA
3 (Eind)	13,0	LSNY-NP	JA

Onderstaand wordt in hoofdstuk 2 eerst de methode toegelicht. Daarna worden in hoofdstuk 3 de resultaten gegeven, aangevuld door overwegingen over de bruikbaarheid daarvan in hoofdstuk 4. Het rapport wordt in hoofdstuk 5 afgesloten met een conclusie.

2 Methode

Zie Bijlage 3 voor het volledige door IMD aangeleverde Meetplan DGT Venlo en Weert d.d. 8 augustus 2024. Er is geopteerd voor een aanpak waarbij gelijktijdig op meerdere plaatsen in het systeem is gemeten, om daarmee helder te krijgen welke takken van het rioolsysteem het zwaarst belast zijn met verontreinigingen (PFAS resp. zware metalen voor Venlo en Weert). Hiermee wordt eventuele bronopsporing van vervuilingen vergemakkelijkt. Doordat bij rioolgemalen is gemeten, is het mogelijk een indicatie van vrachten te geven waarmee de RWZI en mogelijk ultiem het oppervlaktewater te maken krijgen.

2.1 Bevindingen veldwerk

Gedurende 4 weken werden passives opgehangen in het riool van Weert en Venlo. Halverwege de inzetduur werd een controle uitgevoerd, waarbij staat en actie gedocumenteerd werden in locatiebladen. Zie onderstaand als voorbeeld voor de meetput van de RWZI Venlo. Voor overige locatiebladen zie bijlage 4.

Zuiveringskring RWZI Venlo

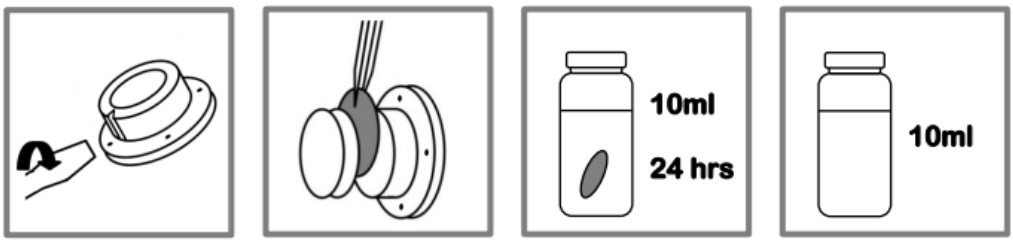
Locatie	Bevindingen	Acties
Influentput RWZI Venlo	Passive is onbeschadigd en geheel onderwater. De buitenkant van de passive is vervuild door vezel, haren en slib. De binnenkant van de passive is in mindere maten vervuild.	Het vuil is van de buitenkant van de passive verwijderd.

In algemene zin hadden locaties veel te kampen met vervuiling, waarbij grofvuil aan de buitenzijde van de behuizingen aanklitte. Binnen de behuizingen was in wisselende mate sprake van ophopend vet en sediment. Op één locatie (Velden) werd bij de tussentijdse controle geconstateerd dat de behuizing inclusief samplers verloren was gegaan; een nieuwe set is toen ingezet. Over het geheel genomen presteerden behuizingen naar verwachting. Te overwegen valt in de toekomst veldbezoeken met een hogere frequentie af te leggen, zodat intensiever gereinigd kan worden.

Het bleek mogelijk in één dag plaatsing op alle locaties uit te voeren en ook controle en reiniging verliepen over het algemeen vlot. Dit onderstreept de meerwaarde van de techniek ten opzichte van materiaal-intensieve alternatieven, zoals actieve monstername met een monsternamekast. Zie ter illustratie onderstaande foto van de schone behuizing bij plaatsing. In de regel konden behuizing en ophangmechanisme in korte tijd volgens plan geassembleerd en ingezet worden.

2.2 Laboratoriumanalyse

In het laboratorium werd het door DGT research ontwikkelde analyseprotocol gevolgd, waarvan ter illustratie onderstaand een uitsnede is opgenomen voor PFAS.



5. To retrieve the resin gel after deployment, insert a suitable screw driver into the groove in the cap and twist it. The cap will be broken at the weak point.

6. Pull the broken cap off and then peel off the filter and diffusive gel layer to reveal the bottom binding-gel layer.

7. Fully immerse the resin gels in 10 mL MeOH containing 0.5% NH_3. Leave for at least 24 hours before analysis.

8. Remove resin gel from the elution solution.

Note for step 5: If this fails, using clean tweezers break the white filter membrane and pull out the gels directly.

De met demiwater gereinigde pistons worden opengebroken, waarop de bindingsgel geïsoleerd wordt. Vervolgens wordt met behulp van MeOH een eluent gemaakt, waarbij de verwachting is dat (in dit geval) alle PFAS zich in de oplossing bevinden. Het eluent wordt vervolgens ingedikt tot er bijna geen vocht resteert, waarop een methanoloplossing wordt gemaakt van 1 mL. Deze oplossing wordt middels HPLC-MS op relevante parameters geanalyseerd, eventueel verdund wanneer de apparatuur dat nodig heeft. Voor deze verdunning kan vervolgens weer gecorrigeerd worden.

Het laboratorium dat de analyse verzorgd heeft (VU Amsterdam) gaf aan dat bij de initiële analyse met een factor 10 verdund was. Dit is de normale gang van zaken. Bij deze verdunning werd echter weinig tot geen PFAS aangetoond, waarna de analyse herhaald is zonder verdunningsstap. Daarbij werden wel resultaten gevonden, die in navolgende hoofdstukken worden uiteengezet en geïnterpreteerd.

Aquon heeft voor de door haar uitgevoerde analyses twee memo's verzorgd, waarin de methode en resultaten voor twee 'batches' zijn weergegeven. Bij de analyse voor aquon is ervoor gekozen om de duplo-metingen apart te analyseren, om te voorkomen dat gegevens verloren gingen door gebrek aan ervaring met de methode. De memo's zijn bij dit rapport gevoegd als bijlage 5.

3 Analyse en resultaten

3.1 Analyse ruwe data

3.1.1 Venlo

De ruwe gegevens die door het lab werden aangeleverd zijn omgezet naar de gemiddelde concentratie over tijd in ng/L, door toepassing van de zogeheten 'DGT formule.' Dit is de standaard wijze waarop dit gebeurt. In algemene zin worden inzetduur en gemeten concentratie vertaald naar de gemiddelde toestand in de watermatrix, aan de hand van berekende parameters (oppervlak, dikte diffusielaag) en geijkte parameters (diffusieconstante). Voor de volledigheid is hieronder het overzicht gegeven:

Calculations

In most situations where DGT is deployed in water that is flowing or subject to convection currents the standard DGT equation is appropriate.

$$c_{\mathrm{DGT}} = \frac{M\Delta_{\mathrm{g}}}{DA_{\mathrm{p}}t}$$

C_{DGT} (nmol mL^{-1} or ng mL^{-1}) is the time averaged concentration of analyte in the deployment medium measured by DGT.
M (nmol or ng) is the mass of analyte accumulated in the binding layer. It is obtained from the sample analysis (see below).
Δ_g (0.094 cm) is the total thickness of the materials in the diffusion layer (diffusive gel and filter membrane).
D (cm^2 s^{-1}) is the diffusion coefficient of analyte in the material diffusion layer at the temperature during deployment (obtained from the DGT web site).
A_p (3.14 cm^2) is the physical area of the exposed filter membrane or the window of the DGT device.
t (s) is the deployment time.
Recommended units for each parameter to facilitate easy calculation are shown above. This calculation procedure should work well for most situations. For more accurate methods of calculation that incorporate estimates of the flow regime of the water, see FAQs on the web site.

The mass, M, of analyte on the binding layer, is calculated from the measured concentration of analyte, c_e, in the elution solution, of volume V_{re}, remembering to take into account any subsequent dilution or pre-concentration.

$$M = \frac{c_{\mathrm{e}}V_{\mathrm{re}}}{f_{\mathrm{e}}}$$

Elution efficiency, f_e

The f_e values can be found in the Appendix. More detailed information on compounds that have been measured can be found in the Appendix

De diffusieconstante, die temperatuurafhankelijk is, is op 14 graden geijkt, wat overeenkomt met de gemiddelde temperatuur op vrijwel alle locaties.

3.1.2 Weert

Dezelfde 'DGT formule' kan gebruikt worden voor zware metalen. Er is wel een nuance voor het vaststellen van de diffusieconstante. De diffusieconstante, die temperatuurafhankelijk is, is op 14 graden geijkt, wat overeenkomt met de gemiddelde temperatuur op vrijwel alle locaties. Zeker bij metalen is sprake van een grote

afhankelijkheid van temperatuur voor de diffusiesnelheid. Deze diffusiecoëfficiënten zijn door de producten van de piston (DGT research) goeddeels al geijkt:

T°C	Ag	Al	AsV	Cd	Co	CrIII	CrVI	Cu	Fe	Hg?	Mn
1	6.58	2.22	2.57	2.84	2.77	2.36	3.97	2.91	2.85	3.73	2.73
2	6.83	2.30	2.66	2.95	2.88	2.45	4.12	3.02	2.96	3.87	2.83
3	7.09	2.39	2.76	3.06	2.98	2.54	4.27	3.13	3.07	4.02	2.94
4	7.35	2.48	2.87	3.17	3.09	2.63	4.43	3.25	3.18	4.17	3.05
5	7.62	2.56	2.97	3.29	3.21	2.73	4.59	3.36	3.30	4.32	3.16
6	7.89	2.66	3.08	3.41	3.32	2.82	4.75	3.48	3.42	4.47	3.27
7	8.17	2.75	3.18	3.53	3.44	2.92	4.92	3.61	3.54	4.63	3.39
8	8.45	2.85	3.30	3.65	3.56	3.02	5.09	3.73	3.66	4.79	3.50
9	8.74	2.94	3.41	3.77	3.68	3.13	5.27	3.86	3.78	4.96	3.62
10	9.04	3.04	3.52	3.90	3.80	3.23	5.44	3.99	3.91	5.12	3.75
11	9.34	3.14	3.64	4.03	3.93	3.34	5.62	4.12	4.04	5.29	3.87
12	9.64	3.25	3.76	4.16	4.06	3.45	5.81	4.26	4.17	5.47	4.00
13	9.95	3.35	3.88	4.30	4.19	3.56	6.00	4.39	4.31	5.64	4.13
14	10.27	3.46	4.00	4.43	4.32	3.67	6.19	4.53	4.45	5.82	4.26
15	10.59	3.57	4.13	4.57	4.46	3.79	6.38	4.67	4.58	6.00	4.39
16	10.92	3.68	4.26	4.71	4.60	3.91	6.58	4.82	4.73	6.19	4.53

Voor nog niet bekende diffusieconstanten is gebruik gemaakt van een schatting, aan de hand van de door DGT geleverde formule

$$D = AT^2 + BT + C$$

Waarbij afhankelijk van diverse afgeleide parameters en constanten (te vinden in de literatuur, cf. dgtresearch.com) en de temperatuur een schatting van de diffusieconstante gegeven kan worden. Op deze manier is voor alle gemeten metalen een schatting van vrachten gemaakt.

3.2 Resultaten Venlo

Zie voor de resultaten het overzicht in Figuur 3.1 en zie Bijlage 2 voor de ruwe Excelgegevens vanuit het laboratorium en vervolgberekeningen. In Figuur 3.1 zijn locaties tegen gemeten PFAS uitgezet, terwijl de locatie van de piston in de behuizing met kleur is aangegeven (voor: groen, achter: oranje). Let op: de hogere concentratie van 6:2 FTS gemeten bij Velden wordt omwille van de leesbaarheid niet op schaal weergegeven in de figuur.

PFAS waarden per locatie en type

Figuur 3.1: Waarden in ng/l. NB: concentraties 6:2 FTS Velden zijn veel hoger (10 resp. 13 ng/l), maar omwille van de leesbaarheid van de grafiek afgesneden.

GEDREVEN DOOR WATER

Wat opvalt is dat de consistentie van de duplometingen over het algemeen redelijk tot goed is. Er zijn hier duidelijke uitzonderingen op, zoals in Baarlo (waar maar één piston betekenisvolle gegevens opleverde) en in mindere mate in Grubbenvorst en Sevenum. Een deel van de verklaring zou erin kunnen liggen dat bij bovengenoemde drie locaties twee soorten pistons werden gebruikt (LSNW-AP resp. LSND-AT). Desniettemin vallen concentraties in de regel duidelijk in dezelfde ordegrootte.

Belangrijker om op te merken, is dat de gevonden waardes lager zijn dan verwacht zou mogen worden op basis van historische gegevens. Waar bij gemalen bij geval nog plausibele waarden worden gevonden, wordt bij het influent van de RWZI nauwelijks PFAS aangetroffen. Met een concentratie van 0,013 ng/l is PFOS de enige parameter die boven de blanco uitkomt (PFHxA is ook aangetroffen, met een concentratie beneden de blanco-meting). De duplo-meting komt voor de twee aangetroffen PFAS wel exact overeen.

Wanneer we naar genoemde stoffen kijken, worden die – volgens gegevens ontvangen van Rijkswaterstaat – in het effluent van de RWZI consistent aangetroffen. Voor PFOS gaat het dan doorgaans over 1-3 ng/l (een factor 100 hoger) en voor PFHxA gaat het regelmatig over waardes boven de 10 ng/l, wat een vergelijkbare bandbreedte verwijderd is. Ook andere PFAS die regelmatig in significante hoeveelheden worden aangetroffen, zijn bij de RWZI niet aangetroffen. Deze vergelijking lijkt erop te wijzen dat deze methode (in het veld of in het laboratorium) een onderschatting van de hoeveelheid PFAS oplevert. Een alternatieve verklaring zou zijn dat precursors in de RWZI tot stabiele PFAS worden omgevormd, naar analogie van door STOWA aangetoonde processen (rapport 2021-46). Dit is niet verder uitgezocht.

Met genoemde caveats in acht genomen, is ervoor geopteerd de gegevens nader te analyseren. Onderstaand worden gegevens vergeleken met relevante normen en worden vrachtberekeningen gemaakt, terwijl in het volgende hoofdstuk de bruikbaarheid van de gegevens nader bediscussieerd wordt.

3.3 Normtoets (toets risicogrenzen)

Gevonden PFAS-concentraties zijn vergeleken met de risicogrenzen voor oppervlaktewater en drinkwater als vrijgegeven door het RIVM (RIVM-briefrapport 2022-0074). Daaruit bleek dat bij verschillende gemalen ten opzichte van met name de risicogrens oppervlaktewater (met het oog op visconsumptie) overschrijdingen plaatshadden van diverse PFAS. De concentratie was soms honderden malen hoger dan de risicogrens voor het oppervlaktewater. Onderstaande Tabel 3.1 geeft het overzicht per stof waarbij sprake is van een dergelijke overschrijding. Overschrijdingen zijn tamelijk wijd verspreid over de gemalen waar gemeten is, met uitzondering van de influentput van de RWZI, daarnaast Horst en Maasbree, waar in het geheel geen PFAS zijn aangetoond.

Tabel 3.1 Overzicht PFAS met overschrijding RIVM waarde oppervlaktewater per locatie (m.b.t. visconsumptie). Waarden in [ng/l].

	PFOA	PFNA	PFDA	PFunDA	PFDoDA	PFOS (br)	PFOS	6:2 FTS	8:2 FTS	MeFOSAA
Loc 1 Venlo Midden							0,0127			
Loc 1 Venlo Voor							0,0127			
Loc 2 Velden Midden	0,5916	0,9063	0,1931	0,1179		0,9847	1,5191	10,3600	0,0447	
Loc 2 Velden Voor	0,5674	0,9063	0,2074	0,0629		0,9191	1,4558	13,2378	0,0447	
Loc 3 Belfeld Midden	0,5433	0,4183	0,1109	0,0432		0,0328	0,0823	0,1151	0,0415	
Loc 3 Belfeld Voor	0,6640	0,5229	0,1073	0,0629		0,0427	0,1044	0,1439	0,0447	
Loc 4 Baarlo Midden										
Loc 4 Baarlo Voor	0,2988	0,4531	0,2146	0,1296	0,1329	0,0919	0,2089	0,0863	0,1116	0,0269
Loc 5 Maasbree Midden										
Loc 5 Maasbree Voor										
Loc 6 Sevenum Midden	0,5433	0,4531	0,1180	0,0275		0,0328	0,0791	0,0863	0,0351	
Loc 6 Sevenum Voor	0,2807	0,2022	0,0894	0,0550		0,0361	0,0823	0,0576	0,0351	
Loc 7 Kronenberg Midden	0,5131	0,1813	0,0930	0,0275		0,0427	0,0791	0,2014	0,0478	
Loc 7 Kronenberg Voor	0,5433	0,9760	0,1645	0,1021		0,0361	0,0760	0,1151	0,0447	0,0120
Loc 8 Horst Midden										
Loc 8 Horst Voor										
Loc 9 Grubbenvorst Midden	0,9960	0,9063	0,2790	0,1414	0,0291	0,0525	0,1393	0,6043	0,1914	0,0120
Loc 9 Grubbenvorst Voor	0,1358	0,1534	0,1645	0,1139	0,1536	0,0394	0,1329	0,1151	0,1595	0,0149
Blanco sampler										
RIVM risicogrens opp.water	**0,3**	**0,007**	**0,003**	**0,001**	**0,0004**	**0,007**	**0,007**	**0,9**	**0,007**	**0,007**

overschrijding <factor 10

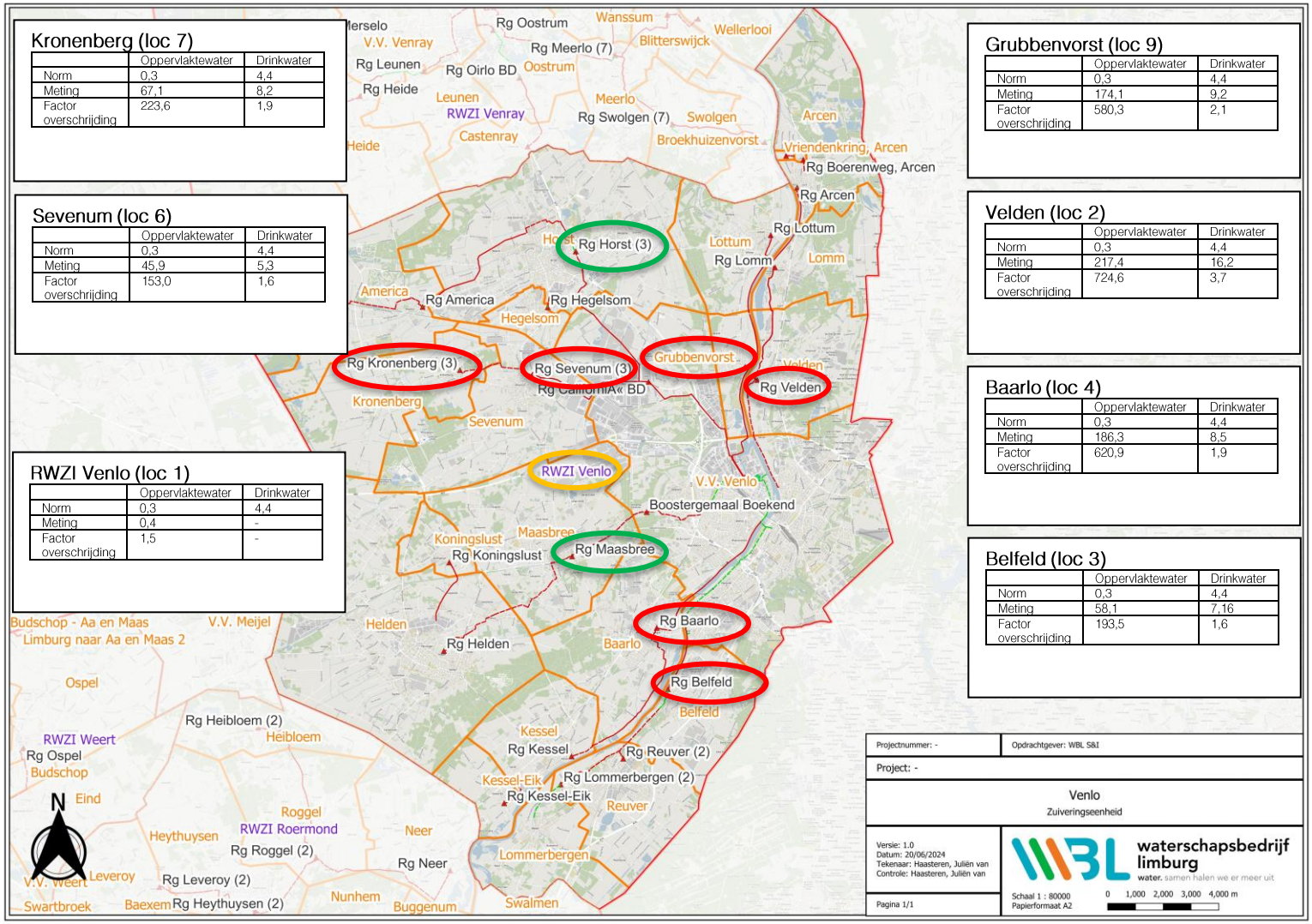
overschrijding factor 10-100

overschrijding >factor 100

GEDREVEN DOOR WATER

Waar informatie over afzonderlijke stoffen van belang is, is het ook belangrijk om een maatstaf te hebben voor de totale belasting. Om een dergelijke algemene waarde te verkrijgen, is het gebruikelijk dat PFAS-concentraties worden omgezet naar PFOA-equivalenten. Het is namelijk zo dat sommige PFAS veel lagere risicowaarden hebben dan andere, zodat concentraties *an sich* niet volstaan om de toxische druk te kwantificeren. Om de omrekening te maken, is de RIVM PEQ tool gebruikt (V2 16 mei 2024). PEQ staat voor PFOA-equivalenten. Onderstaand overzicht (Figuur 3.1) verbindt de gemeten waarde aan de norm en geeft weer hoe de ruimtelijke spreiding hierin is.

Wat blijkt is dat zes van de acht gemeten gemalen in meer of mindere mate de risicogrens in oppervlaktewater overschrijden, vanuit het oogpunt van visconsumptie en drinkwaterinname. Zoals eerder gesteld, is bij het influent van de RWZI sterk minder PFAS aangetoond dan bij afzonderlijke gemalen. De daar aangetroffen concentratie PFOS zou iets boven de risicogrens van PEQ ng/l vanuit het oogpunt van visconsumptie komen.

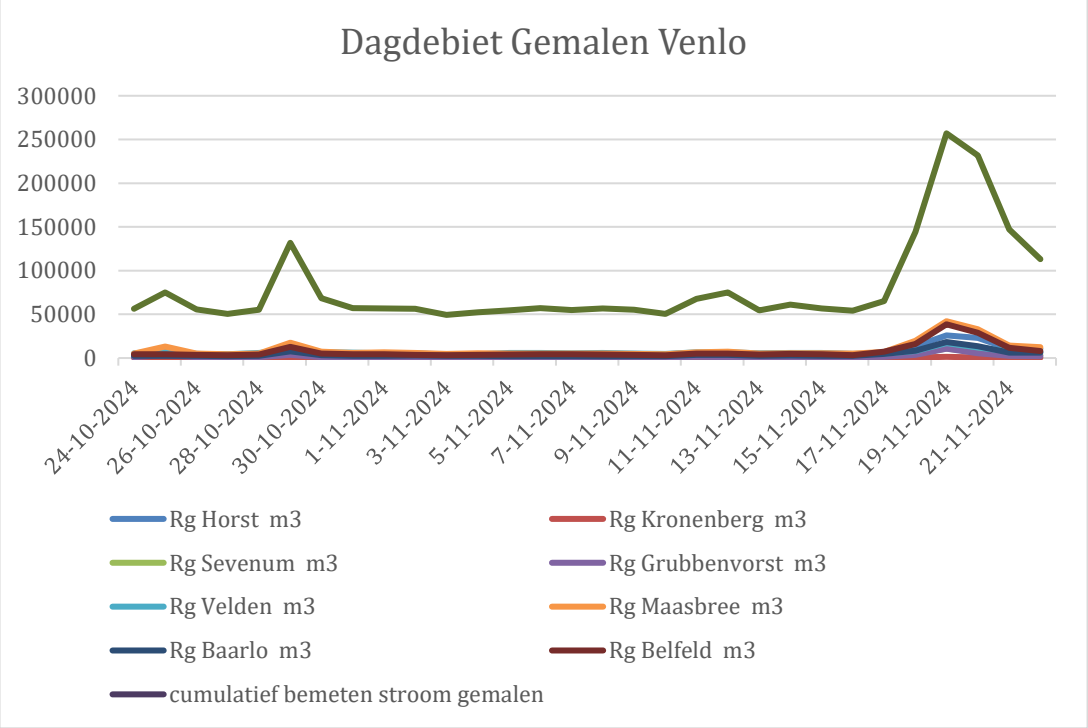


Figuur 3.2: Waarden norm en meting (gemiddelde duplo, behalve voor loc 4, waar maar één meting is) zijn in ng PEQ/l, oftewel PFOA-equivalent.

GEDREVEN DOOR WATER

3.4 Berekening vrachten

De inzet van passieve monstername-instrumenten geeft inzicht in de gemiddelde concentratie over tijd van bepaalde stoffen in een gegeven watermatrix. Om tot vrachtberekeningen te komen, moeten deze gegevens gecombineerd worden met debietgegevens. Van de RWZI's waarbij gemeten is, is bekend wat het debiet geweest is. Een relatief droge periode met stabiele DWA (droogweerafvoer), werd gevolgd door een nattere periode met RWA (regenweerafvoer). Een overzicht hiervan is gegeven in Figuur 3.2, terwijl in navolgende tabellen verduidelijkt wordt wat het gemiddelde debiet van de gemalen is ten opzichte van het totale influent op de RWZI en wat de uiteindelijke vrachten waren gedurende de bemeten periode (in milligrammen). Deze vracht is berekend door de berekende, gemiddelde concentratie over tijd te vermenigvuldigen met de gemeten debieten. De hoeveelheid in nanogrammen is geconverteerd naar milligrammen voor de leesbaarheid.



	aandeel influent	cumulatief debiet [m3]
Rg Horst	8,17%	205.436
Rg Kronenberg	0,43%	10.236
Rg Sevenum	3,37%	81.176
Rg Grubbenvorst	2,03%	54.959
Rg Velden	8,76%	193.026
Rg Maasbree	10,55%	279.504
Rg Baarlo	4,79%	124.075

Rg Belfeld	7,87%	216.882
cumulatief bemeten stroom gemalen	45,97%	1.165.294
RWZI Venlo	100,00%	2.421.357

Stof	Loc 1 Venlo Midden	Loc 1 Venlo Voor	Loc 2 Velden Midden	Loc 2 Velden Voor	Loc 3 Belfeld Midden	Loc 3 Belfeld Voor	Loc 4 Baarlo Midden	Loc 4 Baarlo Voor	Loc 5 Maasbree Midden	Loc 5 Maasbree Voor	Loc 6 Sevenum Midden	Loc 6 Sevenum Voor	Loc 7 Kronenberg Midden	Loc 7 Kronenberg Voor	Loc 8 Horst Midden	Loc 8 Horst Voor	Loc 9 Gr.vorst Midden	Loc 9 Gr.vorst Voor	**Gem. mg PFAS periode**
PFBA	0,0	0,0	25,7	25,7	14,5	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	**42,2**
PFPeA	0,0	0,0	12,8	18,3	41,1	41,1	0,0	0,0	4,6	6,0	0,0	1,2	0,6	0,0	5,8	3,9	6,9	0,0	**71,2**
PFHxA	39,3	39,3	62,6	64,7	64,5	105,5	2,0	2,7	6,8	9,1	24,1	2,0	3,3	0,5	8,9	5,6	17,8	1,0	**190,5**
PFHpA	0,0	0,0	24,6	22,7	45,7	58,5	0,0	7,0	0,0	0,0	17,7	4,6	2,2	1,0	0,0	0,0	12,0	1,1	**98,5**
PFOA br	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	8,5	0,0	1,9	0,0	0,0	2,1	1,3	0,3	0,2	0,0	0,0	2,0	0,0	**12,6**
PFOA	0,0	0,0	114,2	109,5	117,8	144,0	0,0	37,1	0,0	0,0	44,1	22,8	5,3	5,6	0,0	0,0	54,7	7,5	**331,3**
PFNA	0,0	0,0	174,9	174,9	90,7	113,4	0,0	56,2	0,0	0,0	36,8	16,4	1,9	10,0	0,0	0,0	49,8	8,4	**366,8**
PFDA	0,0	0,0	37,3	40,0	24,0	23,3	0,0	26,6	0,0	0,0	9,6	7,3	1,0	1,7	0,0	0,0	15,3	9,0	**97,6**
PFunDA	0,0	0,0	22,7	12,1	9,4	13,6	0,0	16,1	0,0	0,0	2,2	4,5	0,3	1,0	0,0	0,0	7,8	6,3	**48,0**
PFDoDA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	8,4	**13,3**
HFPO-DA	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	**4,7**
PFBS	0,0	0,0	60,6	60,6	65,1	85,1	0,0	0,0	0,0	0,0	31,9	1,1	2,6	0,3	0,0	0,0	15,2	0,6	**161,6**
PFPeS	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	**8,6**
PFHxS br	0,0	0,0	5,6	4,4	11,2	11,9	0,0	2,5	0,0	0,0	5,1	2,3	0,5	0,4	0,0	0,0	3,5	1,3	**24,4**
PFHxS	0,0	0,0	8,8	8,8	25,4	30,9	0,0	6,4	0,0	0,0	5,8	4,4	0,9	0,5	0,0	0,0	6,6	1,1	**49,8**
PFOS br	0,0	0,0	190,1	177,4	7,1	9,3	0,0	11,4	0,0	0,0	2,7	2,9	0,4	0,4	0,0	0,0	2,9	2,2	**203,4**
PFOS	30,7	30,7	293,2	281,0	17,8	22,7	0,0	25,9	0,0	0,0	6,4	6,7	0,8	0,8	0,0	0,0	7,7	7,3	**335,2**
62FTS	0,0	0,0	1.999,8	2.555,2	25,0	31,2	0,0	10,7	0,0	0,0	7,0	4,7	2,1	1,2	0,0	0,0	33,2	6,3	**2.338,2**
82FTS	0,0	0,0	8,6	8,6	9,0	9,7	0,0	13,8	0,0	0,0	2,8	2,8	0,5	0,5	0,0	0,0	10,5	8,8	**37,8**
MeFOSAA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,7	0,8	**2,5**
N-EtFOSAA	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	5,0	0,0	7,7	0,0	0,0	1,3	1,9	0,2	0,3	0,0	0,0	2,2	3,1	**14,7**
MeFBSAA	0,0	0,0	7,7	6,0	5,8	6,7	0,0	1,1	0,0	0,0	2,5	1,3	0,3	0,2	0,0	0,0	3,2	0,0	**17,3**
PFOA tot	0,0	0,0	98,6	94,5	110,7	132,8	0,0	33,9	0,0	0,0	40,2	20,9	4,8	5,0	0,0	0,0	49,3	0,0	**295,4**
PFHxS tot	0,0	0,0	12,3	11,4	31,4	36,7	0,0	7,6	0,0	0,0	9,4	5,8	1,3	0,8	0,0	0,0	8,6	2,0	**63,6**
PFOS tot	26,3	26,3	409,5	388,5	21,2	27,1	0,0	31,7	0,0	0,0	7,7	8,2	1,1	1,0	0,0	0,0	9,0	8,1	**456,5**

In het oog springende, hogere vrachten, werden in de tabel geel gearceerd. Wat blijkt is dat uitgedrukt in vrachten, andere locaties naar voren komen als het meest belastend voor de RWZI. Locaties Velden en Belfeld zijn veruit het meest prominent. Dit zijn beiden locaties die ongeveer 8% van het influent van de RWZI uitmaken. Terzijde kan opgemerkt worden dat voor bijvoorbeeld 6:2 FTS verwacht had mogen worden dat dit ook op het influent van de RWZI gemeten werd (in een concentratie van minstens om en nabij de 0,2 ng/l). Dit duidt erop dat er bij de bemonsteringsronde op de RWZI of bij de analyse iets niet goed is gegaan.

Dit brengt ons tot de discussie van de verdere bruikbaarheid van de gegevens als zodanig, wat in het laatste hoofdstuk plaats zal hebben.

3.5 Resultaten Weert

Bij metingen in Weert zijn op alle locaties metalen gevonden. Metingen waren van vergelijkbare ordegrootte, maar lagen bij duplometingen soms behoorlijk uit elkaar. Meest opvallend zijn de relatief hoge gemeten concentraties aan ijzer, juist ook in de blanco. Dit duidt op mogelijke 'problemen' in het laboratorium, in de zin dat de bindingsgel met deze methode en apparatuur al zeer hoge ijzermetingen oplevert. Dit probleem is bekend en duidt erop dat het lab normale, lage resolutie ICPMS analyse doet/gebruikt. Geen van de gemeten waarden overschrijdt de drinkwaternorm van deze stoffen, wat niet wegneemt dat minimalisatie wenselijk bevonden kan worden. Aquon heeft bij de analyseresultaten benadrukt dat deze indicatief zijn. In het kader van opsporing is van de gevonden gehaltes te zeggen dat de ruimtelijke differentiatie van bronnen aanmerkelijk lijkt, hoewel merendeels geen duidelijke hotspots aanwijsbaar zijn. Een paar opmerkelijke vrachten zijn geel gearceerd.

Tabel 3.2: berekende gemiddelde concentratie van metalen in ug/l (lege cellen waren beneden detectielimiet, cf. bijlage 5)

	Mg	Al	Cr(III/IV)	Fe	Ni	Zn	Cd	Pb
blanco_1			0,14	1823,61				
blanco_2				1689,01				
LOC-V2 (RWZI)	15,02	9,30	0,21	1910,44	0,85	2,10		
LOC-V2M (RWZI)	25,04	9,18		1502,30	0,80	5,85	0,03	0,08
LOC-V3 (Eind)	37,55	6,76	0,27	1823,61	0,88	3,25		
LOC-V3M (Eind)	50,07	7,00		1793,21	1,08	8,29		
LOC-V4 (Nederweert)	8,58	6,69	0,18	1823,61	0,29	4,48		
LOC-V4M (Nederweert)	14,31	10,79		1702,03	0,39	47,31	0,12	

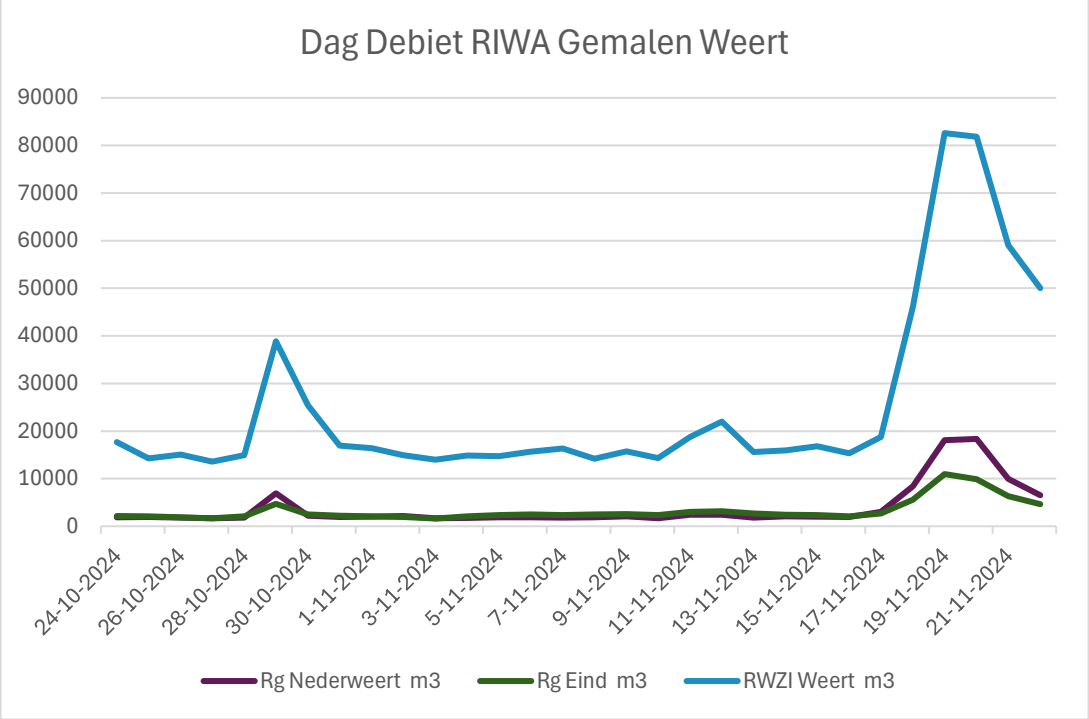
In de gegevens tekent zich een patroon af waarbij de in de eerste ronde geanalyseerde bindgellen (V2, V3, V4) over de hele linie lagere resultaten laten zien dan de in de tweede ronde geanalyseerde gellen (V2M, V3M, V4M), behalve voor Cr(III/IV). Met name magnesium- en zinkmetingen liggen relatief ver uit elkaar, hoewel bijvoorbeeld aluminium en nikkel weer dichter opeenliggen. Het aantal metingen is te laag om iets te zeggen over de mogelijke invloed van de positie van de DGT's in de behuizing (vooraan of achteraan) of om dit terug te relateren aan de laboratoriumanalyse. Sowieso moet rekening gehouden worden met het caveat van Aquon dat de resultaten als indicatief gezien moeten worden.

In het kader van de onderzoeksopzet is interessant om te proberen een paar conclusies te trekken over de gemeten metalen en de verhouding tussen gemalen en RWZI.

- Bij de RWZI lijkt enige concentratie van lood gemeten te worden, wat niet te relateren is aan gemalen Eind of Nederweert. De gevonden concentratie is echter laag. Alle andere bij de RWZI aangetroffen stoffen komen ook voor bij de beide gemalen.
- Bij gemaal Nederweert worden concentraties van cadmium aangetroffen, die niet gevonden zijn bij gemaal Eind. Zink wordt bij één meting aangetroffen in een mate die suggereert dat er bovenstrooms een mogelijke bron aanwezig is. Nikkel wordt juist in mindere mate gevonden, wat impliceert dat het bovenstroomse gebied minder interessant is om hierop nader te onderzoeken.
- Bij gemaal Eind zijn de meeste aangetoonde metalen behoorlijk in lijn met wat bij de RWZI wordt aangetroffen. Het lijkt in die zin een redelijk 'gemiddeld' gemaal te zijn voor het systeem.

De conclusie lijkt te zijn dat er over het geheel genomen geen grote differentiatie in het systeem is gevonden, behalve dat lood wordt aangetroffen in de RWZI en niet bij andere gemalen, terwijl gemaal Nederweert voor verscheidene metalen aanknopingspunten biedt om bovenstrooms verder op zoek te gaan naar bronnen.

Hoewel is aangegeven dat gevonden concentraties indicatief zijn, wordt onderstaand voor de volledigheid nog een vrachtberekening gemaakt.



	aandeel influent	cumulatief debiet [m3]
Rg Nederweert	15,46%	116.037
Rg Eind	12,97%	97.403
RWZI Weert	100%	750.761

Tabel 3.3: Vrachtberekening in kg, gedurende hele periode (ijzer weggelaten)

	Mg	Al	Cr(III/IV)	Ni	Zn	Cd	Pb
LOC-V2 (RWZI)	11,28	6,98	0,16	0,64	1,58	0,00	0,00
LOC-V2M (RWZI)	18,80	6,89	0,00	0,60	4,39	0,02	0,06
LOC-V3 (Eind)	3,66	0,66	0,03	0,09	0,32	0,00	0,00
LOC-V3M (Eind)	4,88	0,68	0,00	0,11	0,81	0,00	0,00
LOC-V4 (Nederweert)	1,00	0,78	0,02	0,03	0,52	0,00	0,00
LOC-V4M (Nederweert)	1,66	1,25	0,00	0,05	5,49	0,01	0,00

De hoogste vrachten, geel gearceerd, worden (behalve voor zink) bij de RWZI aangetroffen. Conclusies voor mogelijk interessante locaties in het kader van bronopsporing veranderen niet. Gevonden concentraties en vrachten vallen onzes inziens binnen redelijke bandbreedtes, wat veelbelovend is voor de bruikbaarheid van de techniek.

4 Overwegingen bruikbaarheid en toepassing gevonden gegevens

4.1 Opsporing

Doel van deze meetronde was om ervaring op te doen met passieve monstername. Met deze meetcampagne is inzicht verkregen in de locatie van mogelijke hotspots in specifieke strengen van het systeem.

PFAS

Passieve monstername maakt het mogelijk ook zeer lage concentraties van PFAS op te sporen. Detectielimieten zijn in de orde van picogrammen per liter. Doordat bij de rioolgemalen debietmeters aanwezig zijn, konden ook schattingen van vrachten worden aangeleverd, wat voor de uiteindelijke invloed op de RWZI en ultiem de Maas het meest van belang is. Uit de combinatie van deze gegevens blijkt dat in een aantal rioolgemalen met lagere afvoeren hogere concentraties gevonden worden van specifieke PFAS, terwijl met name de gemalen Velden en Belfeld verantwoordelijk zijn voor een groter aandeel van de vrachten.

Van de meeste PFAS is aangetoond dat op maandbasis grofweg enige tientallen tot honderden milligrammen vanuit het rioolsysteem van Venlo komen, terwijl één stof (6:2 FTS) er qua vracht duidelijk uitspringt. Verschillen tussen rioolgemalen zijn duidelijk aanwezig, waarmee voorzichtig gesteld kan worden dat de passive samplers als opsporingsmethode werken. Er zijn duidelijke aanwijzingen verkregen voor eventuele hotspots dieper in het stelsel. Echter, de lage gehaltes vergeleken met eerdere metingen en het feit dat aangetoonde PFAS niet worden teruggevonden op de samplers bij het RWZI-influent geven wel vraagtekens bij de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Te meer om dat bij andere projecten onder meer gecontroleerde omstandigheden (zoals bij drinkwaterbedrijven) wel meer realistische gehaltes PFAS gevonden werden.

Stappen als een aanscherping van de kwaliteitscontrole en ophelderen waar de lage gemeten concentraties vandaan komen, kunnen helpen om de techniek robuuster te maken. Combinatie met andere meetmethodes, het opvoeren van het aantal metingen (volgtijdelijk of bijvoorbeeld met triplo-metingen) en/of een verificatieslag met een ander laboratorium om vast te stellen dat vergelijkbare ordegroottes gevonden worden, lijken hiervoor het meest aangewezen. Onderstaand (H4.2) worden de overwegingen over de gevonden waarden verder uiteengezet.

Metalen

Waar PFAS in onverwacht lage concentraties worden aangetroffen, worden metalen in normalere concentraties gevonden. De analyse van metalen is in twee stappen gebeurd, wat erop wijst dat de analyse behoorlijk consistent is, aangezien waarden dicht bij elkaar liggen. Voor een aantal stoffen is geen duidelijke ruimtelijke differentiatie gevonden, wat erop lijkt te wijzen dat opgeloste metalen diffuse oorsprong kennen. Bijvoorbeeld bij aluminium wordt in vrachten uitgedrukt ~25% van de vracht bij de RWZI gevonden in ~28,5% van het debiet. Van een aantal stoffen, zoals zink en cadmium, zijn er aanwijzingen dat het gemaal Nederweert een significante bijdrage levert van de vracht bij de RWZI,

terwijl bij dat gemaal juist relatief weinig nikkel wordt aangetroffen. Rioolgemaal Eind heeft ten opzichte van de RWZI een ‘normale’ hoeveelheid nikkel. lood wel bij de RWZI wordt aangetroffen, maar niet bij de beide rioolgemalen. Al met al zijn er duidelijke aanknopingspunten voor stofspecifieke bronopsporing.

4.2 Interpretatie Analyse en gerapporteerde waarden

De nadruk ligt in deze sectie op PFAS, omdat hier de meeste evidente vraagtekens bij bestaan. Zoals in het begin al aangegeven vertonen de gemeten waardes redelijk goede consistentie (duplo-meting zit veelal dicht bij elkaar), maar waardes van met name PFAS zijn over het geheel genomen (veel) lager dan verwacht zou mogen worden. Historisch onderzoek (bijvoorbeeld STOWA 2021-46) identificeert een range van hoog- tot laagbelaste RWZI's, waarbij in het hoog belaste segment vaak honderden nanogrammen per liter worden gevonden en in het laagst belaste segment enige tot enige tientallen nanogrammen per liter. drie scenario's zijn mogelijk:

- Scenario 1: de opname van PFAS is op de één of andere wijze gefrustreerd geweest c.q. is dermate traag verlopen dat een te lage inschatting van gemiddelde concentraties gemaakt wordt;
- Scenario 2: er is bij het prepareren van de monsters of bij de analyse een fout van structurele aard gemaakt, waardoor alle monsters tot te lage inschattingen van de concentraties leiden;
- Scenario 3: het systeem Venlo is bijzonder laag belast met PFAS.

Alle scenario's worden uitgewerkt.

4.3 Scenario 1

Veldbezoeken wezen uit dat sprake was van significante ophoping van vuil en vet rondom de pistons. Dit ligt in de lijn der verwachting, aangezien metingen in het riool te kampen hebben met een onvoorspelbare en zeer vervuilde matrix. Dit kan disparate effecten hebben gehad:

- PFAS kan in hoge mate gebonden zijn geweest aan andere stoffen, waardoor de PFAS niet beschikbaar was voor opname door de DGT;
- De vet- en vuillaag kan de diffusieconstante hebben aangetast (verbreed), waardoor de delta g (cf. H3.1) vermeerderd werd en algehele concentratie dus onderschat;
- De pistons waren verzadigd of hebben om een andere reden niet de volledige 4 weken PFAS opgenomen.

4.3.1 PFAS gebonden aan andere stoffen

Wanneer PFAS gebonden is aan slib of andere stoffen/vuil, kan het zijn het niet beschikbaar is voor opname door DGT (waarmee biologische beschikbaarheid wordt gemeten c.q. de in het water opgeloste fractie). Te denken valt aan binding aan zwevend stof, vetten, eiwitten. Dit zou kunnen leiden tot een onderschatting van de totale hoeveelheid PFAS. Het is lastig om dit exact te achterhalen. Om dit verder uit te diepen, zou vergelijking met andere meetmethoden in slib en watermatrix aan de orde zijn.

4.3.2 Aantasting DDL (diffuse dubellaag)

Aangroei op de DGT en vetophoping kunnen ertoe leiden dat de diffuse dubbellaag verbreed is. Om de gemiddelde concentratie te bepalen wordt namelijk onder andere rekening gehouden met de dikte van het materiaal (diffusiegel en filter). De diffuse dubbellaag is altijd aanwezig, maar wordt de facto genegeerd. Verbreding van deze laag kan tot een afwijking in delta g van ongeveer 30% leiden, wat een gelijke afwijking zou geven in de bepaalde concentratie. Deze variatie in de dikte van de DDL geeft eerder een marginale dan een substantiële afwijking en kan geen afwijking van ordegroottes verklaren.

4.3.3 Verzadiging of opnamestop

Hoewel op vrijwel alle locaties 4 weken lang pistons zijn ingezet, is door omstandigheden op locatie 2 maar een inzet van 2 weken geweest. Weliswaar is de berekende gemiddelde concentratie over tijd op locatie 2 de hoogste, maar andere locaties hebben concentraties van vergelijkbare orde of een zoveel lagere concentratie dat een opnamestop na enige weken of dagen dergelijke gehaltes niet kan verklaren. Dit is dus een onwaarschijnlijke uitleg.

Wat verzadiging betreft: de pistons hebben een capaciteit van enige honderden microgrammen, terwijl volgens de analyse slechts nanogrammen waren opgehoopt. Verzadiging en/of opnamestop zijn feitelijk uit te sluiten.

Het is in theorie wel mogelijk dat de opname van DGT gefrustreerd werd. Dat zou gebeuren als de stroomsnelheid langs de DGT beneden de 2cm/s zou komen. Als dit zou leiden tot een opnamestop, is het wel vreemd dat de metingen onderling nog zo consistent zijn. In en om de behuizingen is de ophoping van vuil niet uniform; je zou verwachten dat er dan een duidelijker patroon is tussen pistons die voor en die achter in de behuizing zitten.

De conclusie voor scenario 1, is dat alleen het niet beschikbaar zijn van PFAS een rol van betekenis kan hebben gespeeld, terwijl afwijkingen voor de diffuse dubbellaag vrijwel uit te sluiten zijn als reden van belang, terwijl een opnamestop door de consistentie tussen duplo's en de plausibele waarden voor metalen minder plausibel is.

4.4 Scenario 2

Het is in theorie mogelijk dat bij het prepareren van de monsters of bij de analyse een fout van structurele aard gemaakt is, waardoor algeheel te lage inschattingen van de concentraties zijn doorgevoerd. Aangezien de gevonden concentraties per sample goed corresponderen, is het onlogisch dat sprake is van contaminatie of juist ongecontroleerd verlies. Dan zou een grotere spreiding te verwachten zijn. Een mogelijkheid is dat de elutie in het laboratorium (het losweken van de PFAS uit de bindingsgel) onvolledig gebeurd is, ondanks grote ervarenheid van het laboratorium, juist met het analyseren van PFAS. Desniettemin is bij een volgende proef aan te raden:

- De diffusiegels niet direct te vernietigen, maar ze te bewaren;

- Enige monsters op te sturen naar een ander laboratorium van vergelijkbaar statuur (vanuit IMD gaat de voorkeur dan uit naar Lancaster), om te toetsen of vergelijkbare gehaltes worden gevonden.

4.5 Scenario 3

Ten slotte is het natuurlijk nog mogelijk dat het systeem van Venlo zeer laag belast is met PFAS, ten minste wanneer het vergeleken wordt met zwaarder belaste systemen als Dordrecht (cf. STOWA 2021-46).

Dit is te verifiëren door een vergelijking te maken met historische meetgegevens en/of enige (steek)monsters te nemen voor een ordegroottebepaling. De aangeleverde gegevens vanuit RWS, wijzen erop dat er een hogere mate van belasting van de RWZI te verwachten is dan in deze pilot gevonden werd. Dit scenario is daarmee minder waarschijnlijk dan scenario 2 of 1 en eigenlijk vrijwel uit te sluiten. Wel is het zo dat op een aantal rioolgemalen plausibele gehaltes zijn aangetroffen. Met name de meting op het influent van de RWZI komt significant lager uit dan verwacht zou mogen worden.

5 Conclusie en discussie voortzetten pilot

In Weert is van meerdere metalen de aanwezigheid aangetoond, wat erop wijst dat deze methode bruikbaar is voor opsporing van bronnen van zowel anionen als kationen. Bij deze studie is merendeels geen duidelijke, ruimtelijke differentiatie gevonden, maar niets wijst erop dat dit op een andere locatie niet mogelijk zou zijn. Van een aantal stoffen, zoals cadmium en zink, bestaan wel degelijk aanwijzingen dat een bepaald rioolgemaal (Nederweert) interessant kan zijn, terwijl de (voornaamste) bron van lood elders lijkt te liggen. De waarden vallen ook in een plausibel spectrum, hoewel het zonder parallelle monstername lastig is hier uitsluitsel over te geven. Bovendien geeft het laboratorium aan dat waarden als indicatief beschouwd moeten worden.

In Venlo is op het merendeel van de locaties de aanwezigheid van PFAS aangetoond, zij het in concentraties die lager uitvallen dan verwacht. Zowel bij duplometingen als tussen locaties is sprake van vergelijkbare ordegroottes, zodat eventuele meetfouten van structurele aard lijken te zijn.

Gevonden gegevens lijken nog steeds bruikbaar te zijn in het kader van opsporing. Door combinatie met debietgegevens kan zowel worden ingezet op gemalen met lagere debieten en hogere concentraties als op gemalen met hogere totale vrachten aan PFAS. Locaties als Maasbree en Horst lijken niet interessant om nader te onderzoeken, terwijl dat bij locaties als Velden, Belfeld en Grubbenborst expliciet wel het geval is. Een detailstudie bij één of meer van deze gemalen om specifieke bronnen te vinden, kan een waardevolle vervolgstap zijn. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van een combinatie van systeemkennis (*expert judgement*), steekmonsters en strategische meetlocaties.

Natuurlijk zijn veel PFAS ook niet bemeten/geanalyseerd; daar kan niet een dergelijk stellige uitspraak over gedaan worden.

In het vervolg is aan te raden de kwaliteitscontrole uit te breiden. Hier zijn verscheidene opties voor:

- Het aantal metingen per locatie uitbreiden. Dit kan in de tijd (door bijvoorbeeld na 1, 2 en 4 weken samplers op te halen) en door in plaats van duplometingen bijvoorbeeld triplometingen te doen;
- Een controle van de analyse in te bouwen door een ander geaccrediteerd lab een aantal monsters op te sturen, om te bepalen of in de analyse vergelijkbare ordegroottes worden gevonden. In het kader hiervan is ook aan te raden monsters niet te snel te vernietigen, maar de gels bijvoorbeeld beschikbaar te houden voor nadere analyse;
- Combinatie met andere metingen. Een aantal steekmonsters gaande de meting kan als ijkpunt dienen om de uiteindelijke concentraties die gevonden worden van een kader te voorzien.

Al met al lijkt het gebruik van passieve monstername een bruikbare methode voor het opsporen van hotspots en het bepalen van vrachten over tijd, mits bovenstaande overwegingen in het vervolg worden meegenomen, om de robuustheid van gegevens nader te ondersteunen. Het lijkt mogelijk om het meten aan microverontreinigingen een

brede impuls te geven, waarmee doelstellingen voor een goede waterkwaliteit dichter binnen handbereik komen.

Bijlage 1 Meetprotocol DGT research

Zie separate bijlage onder volgende link:

https://www.dgtresearch.com/wp-content/uploads/2022/03/DGT-method-LSNW-AP-website-feb-converted.pdf

Bijlage 2

Zie het separaat bijgevoegde Excelbestand:

2_berekening_PFAS_BvS_20250108_blancoW_LC

2_analyse_metalen

Bijlage 3 Meetplan Venlo en Weert

Zie het separaat bijgevoegde bestand:

3_Meetplan DGT Venlo en Weert

Bijlage 4 Locatiebladen Weert en Venlo

Zie separaat bijgevoegde document

4_controle passives venlo&weert

Bijlage 5 Verslaglegging laboratoriumanalyse Aquon en UVA

5_Memo_passives_Weert

5_Memo_deel2

5_Analysecertificaat PFAS2024-204 (002)

GEDREVEN DOOR WATER