

Memo

Aan [redacted] (Waterschap Rivierenland)
Van [redacted] (AD eco advies)
Onderwerp Onderzoek oorzaak schuimvorming rwzi Nijmegen - resultaten metingen
Datum 28 aug 2024
Bijlagen Analyserapporten IAC24-05399_F.pdf en IAC24-05400_F.pdf
Excelbestand 'metingen rwzi Nijmegen.xlsx'

1. Inleiding

Bij rwzi Nijmegen vindt herhaaldelijk schuimvorming in de actief slib tank plaats. WSRL wil graag de bron van de schuimvorming achterhalen. Omdat tevens hoge PFAS¹ concentraties worden gemeten op rwzi Nijmegen bestaat het vermoeden dat deze schuimvorming wordt veroorzaakt door een bedrijf dat PFAS-houdend afval loost. Uit vooronderzoek bestaat reeds een vermoeden in welk deelgebied van het rioleringsgebied dit bedrijf zich bevindt. In dit deelgebied bevindt zich onder andere een bedrijf dat oude PFAS-houdende [redacted] verwerkt. Door [redacted] (2023) is een projectplan opgesteld. Dit projectplan beschrijft de opzet van een onderzoek om de bron van de schuimvorming te achterhalen.

In het projectplan zijn een aantal mogelijke analysemethoden beschreven om PFAS (inclusief PFAS precursors) goed in beeld te kunnen brengen. De keuze voor een analysemethode zou mede gebaseerd worden op resultaten van een onderzoek naar bronnen van PFAS en PFAS precursors in het influent van rwzi Lelystad. Deze resultaten zijn inmiddels bekend maar gaven onvoldoende uitsluitsel over de toepasbaarheid bij rwzi Nijmegen. Er is daarom proefmeting uitgevoerd met monsters van het rioolgemaal Wychen Meerdreef. Ten tijde van de monsternamen was sprake van schuimvorming. In de proefmeting zijn de monsters met verschillende analysemethoden geanalyseerd. Tevens is een beperkte literatuurstudie uitgevoerd naar welke PFAS verwacht mogen worden in [redacted]. De resultaten zijn beschreven in [redacted] (2024). De conclusies worden in het kader hieronder samengevat.

Conclusies proefmeting en beperkte literatuurstudie

De resultaten laten zien dat er hoge concentraties stabiele PFAS worden aangetroffen, tot ongeveer 1 µg PFAS totaal per liter. Daarnaast duiden de AOF-metingen en de TOP-analyse op hoge concentraties PFAS-precursors. Alle drie de analysemethoden zijn geschikt om in te zetten in het vervolgonderzoek. De methoden zijn complementair, ze versterken elkaar in bewijslast.

Uit de korte literatuurscan komt naar voren dat in PFAS houdend [redacted] zeer veel verschillende PFAS zijn en worden gebruikt. Er worden veel verschillende formuleringen gebruikt, elke formulering is uniek. Vroeger werden vooral C8 PFAS toegepast, maar na uitfasering heeft er een verschuiving naar C6 PFAS en gerelateerde verbindingen plaatsgevonden. Naast stabiele PFAS worden vele verschillende precursors toegepast in [redacted]. Een brede chemische screeningsmethode heeft honderden verschillende PFAS aangetoond in PFAS houdend [redacted]. De meeste van deze PFAS kunnen niet gemeten worden in reguliere PFAS metingen. Dit onderstreept het belang om – naast reguliere PFAS analyses – ook andere screeningsmethoden zoals AOF-metingen en TOP-analyses toe te passen om onbekende PFAS in beeld te brengen.

De gevonden analyseresultaten komen overeen met hetgeen verwacht mag worden bij aanwezigheid van restanten van PFAS-houdend [redacted] in het afvalwater, zowel voor wat betreft de hoge concentraties PFAS en totaal fluor, als de forse toename van stabiele PFAS met korte ketens na oxidatie in de TOP-analyse. Dit beeld is niet uniek voor [redacted]. Het duidt wel op een forse bron van PFAS en PFAS-precursors. Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen dat zich een dergelijke alternatieve bron van PFAS in het betreffende rioleringsgebied bevindt.

Het onderzoek is voortgezet conform het projectplan. Dat wil zeggen dat er monsters zijn genomen van het effluent en influent van rwzi Nijmegen, bij rioolgemaal Wychen Meerdreef en op diverse plekken in het riool van de [redacted]. Aanvullend zijn een tweetal afvalwatermonsters van de vermoedelijke lozer, het bedrijf [redacted], bemonsterd en zijn bij rwzi Nijmegen monsters genomen van de bodem in de directe omgeving van de actief slib tank en het centraat van de slibcentrifuge. Dit centraat wordt teruggevoerd naar de zuivering.

¹ PFAS is een verzamelnaam voor een groep van duizenden stoffen, die als gemeenschappelijk kenmerk hebben dat zij een gefluoreerde koolstofketen hebben.

Deze memo beschrijft de resultaten van deze metingen.

Gedurende de looptijd van dit onderzoek heeft de handhavende partij reeds opgetreden bij de vermoedelijk bron: de verwerking van PFAS-houdende [REDACTED] door [REDACTED] is eind mei gestaakt. Sinds die tijd is de schuimvorming significant afgenomen, maar nog niet geheel verdwenen.

2. Doel

Doel van het onderzoek is:

- Samenhang tussen PFAS in influent en schuimvorming op zuivering aantonen.
- Aantonen dat PFAS uit de streng komt waar het deelrioleringsgebied [REDACTED] op loost.
- Aantonen dat PFAS aanwezig is in rioolwater van het deelrioleringsgebied.
- Aantonen van PFAS in het rioolwater na lozing van afvalwater van het bedrijf [REDACTED] dat oude [REDACTED] verwerkt.
- Vaststellen op basis van de fingerprint of het afvalwater van het bedrijf [REDACTED] de bron van PFAS in het rioolwater en influent is.
- Vaststellen op basis van de fingerprint of andere bronnen van PFAS waarschijnlijk zijn.

3. Aanpak

3.1 Monsters

In deze meetronde zijn in totaal 11 monsters genomen en geanalyseerd: 10 watermonsters en 1 bodemmonster.

Op 31 januari 2024 was er sprake van enorme schuimvorming op rwzi Nijmegen. In de middag zijn daarom diverse monsters genomen, grotendeels conform het projectplan [REDACTED], 2023). Het betreft de volgende monsters:

1. Effluent rwzi Nijmegen: debietproportioneel monster van 14:00u tot 23:59u
2. Influent rwzi Nijmegen: debietproportioneel monster van 14:00u tot 23:59u
3. Rioolgemaal Wychen Meerdreef: steekmonster vanuit de ontvangstkelder
4. Rioolput 08_8409 [REDACTED] totaal): schuim
5. **VERVALLEN** Monsterpunt 08_8159A (zuidelijke rioolleiding, vóór bedrijfslozing): te weinig water in riool om een monster te kunnen nemen
6. Monsterpunt 08_8159 (zuidelijke rioolleiding, na bedrijfslozing): stilstaand water
7. Monsterpunt 08_8329A (noordelijke rioolleiding, vóór bedrijfslozing): stilstaand water
8. Monsterpunt 08_8338 (noordelijke rioolleiding, na bedrijfslozing): veel schuim

Daarnaast zijn op 25 maart 2024 tijdens een bedrijfsbezoek op het terrein van [REDACTED] twee steekmonsters van het afvalwater² genomen:

9. [REDACTED] NA1: bestaand/bekend lozingspunt
10. [REDACTED] NA2: nieuw/onbekend lozingspunt (veel schuim)

Op rwzi Nijmegen is op 11 april 2024 een monster genomen van het centraat van de slibcentrifuges. Dit is het water wat bij centrifugeren van het slib vrijkomt en weer teruggaat naar het influent. Hoge concentraties PFAS in het centraat zorgen voor een extra belasting van de zuivering en recirculatie van PFAS.

Tenslotte is een op 18 april 2024 een bodemmonster van de omgeving van de actief slib tank genomen.

De influent- en effluentmonsters zijn genomen met behulp van een monsternamekast. De monsters bij het rioolgemaal, in het riool, het bedrijfsafvalwater en van het centraat betreffen steekmonsters. Tijdens de monstername was het overwegend droog. Van alle watermonsters zijn twee flessen van 500 ml verzameld die tot zijn analyse ingevroren. De monsters zijn ingevroren aangeleverd bij het laboratorium SGS te Antwerpen. Het bodemmonster betreft een mengmonster van de bovenste 5 cm van de bodem, direct onder een sliblaag van 5 tot 7 cm (deze is voorafgaand aan de monstername verwijderd). Dit monster is verzameld in twee potten van 500 ml en is gekoeld bewaard en aangeleverd.

² Het verwerkingsproces is niet in detail bekend. Volgens de verstrekte informatie betreft [REDACTED] NA 1 het water dat vrij komt uit een vacuümverdamer, die opereert bij een temperatuur van 35 tot 40°C. [REDACTED] NA 2 is genomen bij een afvoer van een grote IBC tank. Deze tank vangt het overloopwater vanuit de verwerkingsinstallatie. Volgens het bedrijf wordt deze bijna nooit gebruikt en wordt de tank af en toe geleegd.

3.2 Analysemethoden

De monsters zijn geanalyseerd door het laboratorium SGS te Antwerpen. Op deze monsters zijn zowel de standaard PFAS analyses als de AOF-meting en de TOP-analyse uitgevoerd:

1. Standaard PFAS analysepakket
Deze analyse bestaat uit 45 verschillende PFAS met een rapportagegrens van 20 ng/l voor de meeste stoffen en 100 of 1000 ng/l voor enkele stoffen (zie analyserapporten in de bijlage voor details)³.
Er zijn verschillende groepen van PFAS geanalyseerd:
 - a. Twee groepen van stabiele PFAS, te weten:
PFCA's (de 'PFOA-groep': PFAS die in structuur lijken op het bekende PFOA) en
PFSA's (de 'PFOS-groep': PFAS die in structuur lijken op het bekende PFOS).
 - b. Verschillende vervangers van stabiele PFAS, zoals HPFO-DA (ook wel 'GenX' genoemd).
 - c. Verschillende groepen van PFAS-precursors. PFAS-precursors kunnen – vaak via verschillende tussenstappen waarbij andere precursors worden gevormd – afbreken tot stabiele PFAS uit de PFOA-groep en de PFOS-groep.
2. Adsorbeerbaar Organisch Fluor (AOF) meting (water) of Extraheerbaar Organisch Fluor (EOF) meting (bodem)
Screening op alle stoffen die organisch gebonden fluor bevatten, waaronder PFAS. Voor bodem is AOF-meting niet mogelijk maar is een vergelijkbare methode, de EOF-meting toegepast. Beiden methoden geven een totaal organisch fluor gehalte. De rapportagegrens is 2,0 µg F/l.
3. Totaal Oxideerbare Precursors (TOP) analyse
Na meting van het standaard PFAS-pakket, wordt het monster geoxideerd met een sterk oxidatiemiddel waardoor PFAS-precursors afbreken tot stabiele PFAS uit het standaard PFAS-pakket (en deels tot andere precursors). Na oxidatie wordt opnieuw 14 stabiele PFAS uit het standaard PFAS-pakket gemeten. Het verschil is een indicatieve maat voor de aanwezige precursors. De rapportagegrens bij de TOP-analyse is 100 ng/l.

4. Resultaten

4.1 Analysetechnisch

De analyserapporten (zie bijlage) vermelden voor sommige monsters bijzonderheden over de analyses, zoals (tussen haakjes de stoffen waarvoor deze bijzonderheden zijn vermeld):

- Verhoogde rapportagegrens wegens grotere verdunning door de hoge concentraties
- De concentratie ligt boven het hoogste kalibratiepunt van de kalibratiecurve en moet aldus als indicatief beschouwd worden (6:2 FTS, 8:2 FTS, PFOS).
- De terugvinding van de isotoop gelabelde interne standaard is >200% (voor 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS).
- De terugvinding van de isotoop gelabelde interne standaard is <30% (PFBA).

Voor details over de monsters waar deze bijzonderheden betrekking op hebben wordt verwezen naar de bijlagen. Het gevolg van deze analytische bijzonderheden is dat er voor de betreffende analyses sprake is van hogere rapportagegrenzen of een grotere meetonzekerheid.

De vermelding dat de terugvinding van de isotoop gelabelde interne standaard <30% of >200% is, betekent dat de recovery (terugvindbaarheid) van de interne standaard laag of juist hoog is. De monsterconcentratie wordt berekend wordt door middel van isotopendilutie: vóór de monstervoorbereiding wordt een bekende hoeveelheid isotopisch gelabelde PFAS (de interne standaard) toegevoegd. Aan de hand van de terugvinding van deze standaard wordt de concentratie PFAS in het monster bepaald. Bij de gerapporteerde waarde is dus al rekening is gehouden met de recovery (terugvindbaarheid). Bij lage of hoge recovery van de interne standaard is er geen gevolg voor de hoogte van de gemeten concentraties, maar is de meetonzekerheid hoger dan in het geval van een goede recovery.

4.2 Analyseresultaten

De analyseresultaten zijn terug te vinden in twee analyserapporten (separate bijlage met bestandsnaam IAC24-05400_F.pdf voor de watermonsters en IAC24-5399_F.pdf voor het bodemmonster) en in een separaat Excelbestand (bestandsnaam 'Metingen rwzi Nijmegen.xlsx'). Hieronder worden achtereenvolgens de totaalconcentraties, de individuele PFAS ('de fingerprint') en de resultaten van de TOP-analyse en AOF analyse van de watermonsters besproken. De resultaten van het centraat en het bodemmonster worden apart besproken.

³ De rapportagegrenzen zijn hoger dan de 1, 5 of 20 ng/l uit de proefmeting. De verhoogde rapportagegrenzen hebben met name te maken met de zeer hoge concentraties PFAS in sommige monsters. Hierdoor moet het betreffende monster sterk verdund worden om de concentraties binnen de calibratiecurves te laten vallen. De rapportagegrenzen voor de overige PFAS gaan hierdoor omhoog.

Totaalconcentraties

De resultaten worden samengevat in tabel 1. In de tabel zijn alleen de totaalconcentraties vermeld. Let op de eenheid: PFAS concentraties worden normaliter in nanogrammen per liter uitgedrukt (ng/l; dat wil zeggen 1 miljardste gram per liter), maar zijn hier voor de vergelijkbaarheid allemaal in microgram per liter uitgedrukt ($\mu\text{g/l}$; dat wil zeggen 1 miljoenste gram per liter).

De concentraties PFAS totaal zoals gemeten met het standaard analysepakket zijn in influent en effluent ongeveer $1 \mu\text{g/l}$ (microgram per liter oftewel één miljoenste gram per liter), in het rioolgemeal ongeveer $14 \mu\text{g/l}$, bij de [redacted] ('wijk') bijna $700 \mu\text{g/l}$ en in monsterpunt Noord na (monsterpunt 8338, direct na de bedrijfslozing) maar liefst bijna $40000 \mu\text{g/l}$. Dit komt overeen met bijna $0,04 \text{ g/l}$ (gram per liter). De concentraties kunnen als heel hoog worden beschouwd.

Er zijn bij [redacted] twee lozingspunten onderzocht. Bij het reguliere lozingspunt [redacted] na 1) zijn de concentraties PFAS relatief gezien beperkt (lager dan de concentratie gemeten in het effluent), hoewel een concentratie van [redacted] $\mu\text{g/l}$ (oftewel 670 ng/l) nog steeds als hoog moet worden beschouwd⁴. Bij het tweede lozingspunt [redacted] na 2) zijn de concentraties in het afvalwater zeer hoog (bijna $20000 \mu\text{g/l}$, oftewel bijna $0,02 \text{ gram per liter}$), maar wel een factor twee lager dan in het rioolwater bij monsterpunt Noord na.

Volgens informatie ten tijde van het opstellen van het plan van aanpak zou het bedrijf lozen op twee rioolleidingen, een zuidelijke en een noordelijk rioolleiding. Deze leidingen staan onderling in verbinding, stromingsrichting is van zuidelijk naar noordelijk, waarna de rioolleiding uitkomt bij de rioolput van de [redacted]. Volgens meer recente informatie zouden de twee onderzochte monsterpunten beiden lozen op dezelfde afvoer, die uitkomt op de noordelijke leiding. Uit de metingen blijkt duidelijk dat in ieder geval het water van [redacted] na 2 wordt geloosd op de noordelijke rioolleiding. Voor [redacted] na 1 is dit niet met zekerheid te zeggen. In de zuidelijke rioolleiding zijn de concentraties na het lozingspunt (Zuid na) min of meer vergelijkbaar met het water van [redacted] na 1. Het kan daarom niet uitgesloten worden dat het water van [redacted] na 1 toch op de zuidelijke leiding wordt geloosd. Het water van monsterpunt Zuid voor kon niet bemonsterd worden omdat er te weinig aanvoer was.

Fingerprint

De aangetroffen PFAS en de verhouding van de concentraties van de aangetroffen PFAS, ook wel 'fingerprint' genoemd, geeft informatie over de bron van de PFAS. De resultaten van de individuele PFAS zijn te vinden in de bijlagen.

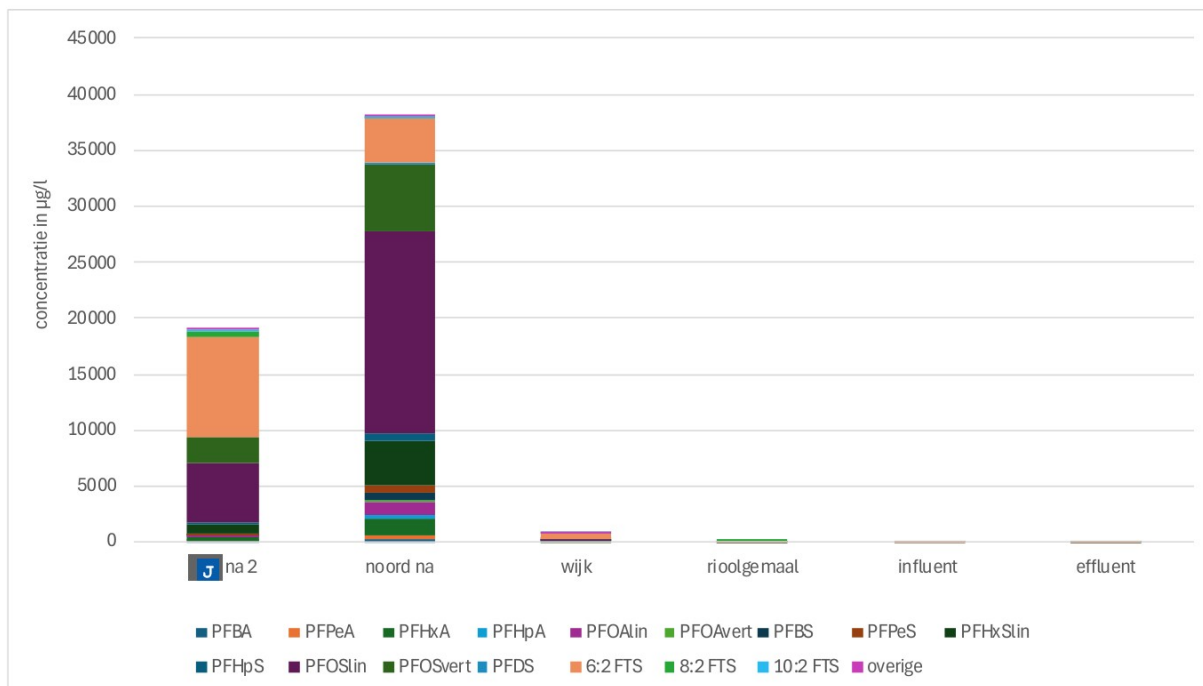
De stoffen die in dit onderzoek in de hoogste concentraties zijn aangetroffen zijn PFOS (lineair en vertakt), PFHxS, PFOA en PFHxA. Dit zijn stabiele PFAS met een ketenlengte van 8 (PFOS en PFOA) of 6 (PFHxS en PFHxA) koolstofatomen. Daarnaast is de precursor 6:2 FTS aangetroffen in hoge concentraties. Deze stoffen komen exact overeen met de stoffen die volgens de beknopte literatuurstudie in hoge concentraties in PFAS-houdend [redacted] kunnen worden verwacht [redacted] (2024).

Het aantal aangetroffen stoffen in [redacted] na 1, Zuid na, influent en effluent is met 4 tot 7 laag te noemen. Dit wordt mede veroorzaakt door de verhoogde rapportagegrenzen. De beschouwing van de concentraties van de individuele PFAS richt zich daarom op de overige monsters. Voor deze monsters zijn de concentraties in figuur 1 weergegeven. In figuur 2 is het aandeel in de totaalconcentratie weergegeven.

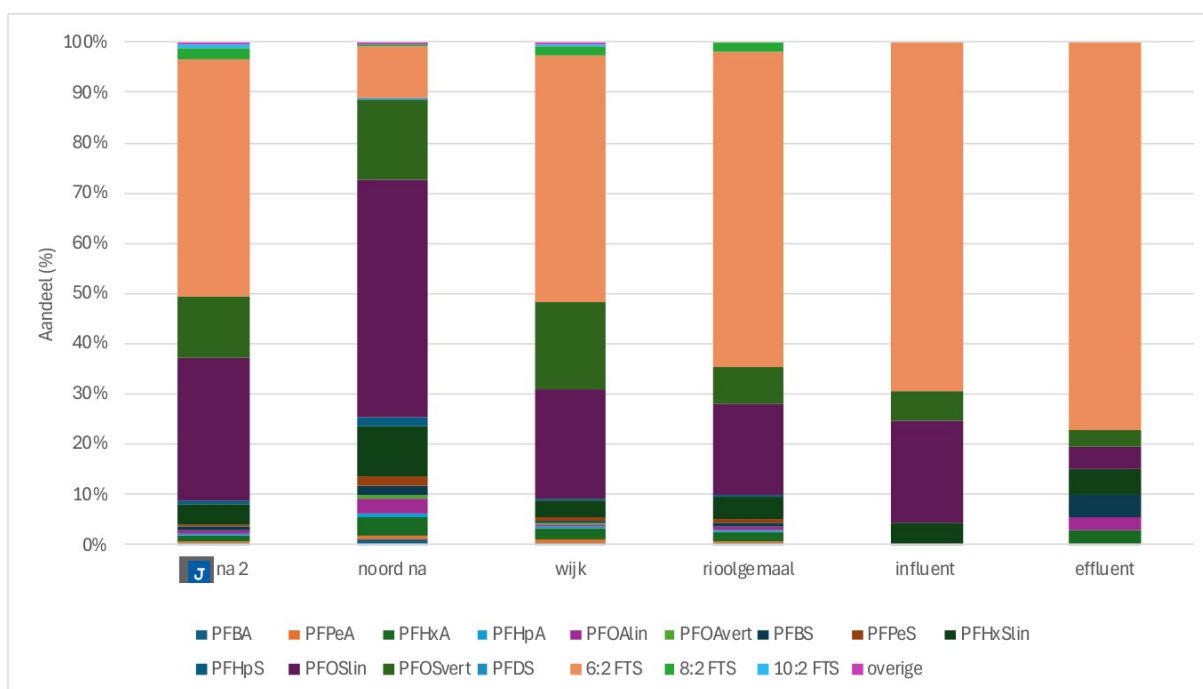
⁴ Dit is vergelijkbaar met de influentconcentraties van de hotspot rwzi's Dordrecht en Bath, maar nog wel ongeveer een factor 10 lager dan concentraties gemeten door [redacted] & [redacted] (2021) in het afvalwater van Chemours en een vuilstort.

Tabel 1 Samenvatting concentraties PFAS na standaard PFAS analyse, AOF- of EOF-analyse (totaal fluor) en TOP-analyse (PFAS totaal na oxidatie, n=14). In µg/l of µg/kgds. De rode kleur geeft voor de afvalwatermonsters per regel (of twee of drie regels in het geval van de groepsindeling) de onderlinge verschillen aan en heeft verder geen bijzondere betekenis. Hoe donkerder hoe hoger de concentratie.

| | centraat | effluent | influent | rioolgemaal | wijk | zuid voor | zuid na | noord voor | noord na | na 1 | na 2 | bodem |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-------------|-------|-----------|---------|------------|----------|------|--------|--------|
| Standaard PFAS analyses | | | | | | | | | | | | |
| Totaal PFAS | 0,97 | 1,1 | 1,0 | 13,8 | 693 | | 0,60 | 25,0 | 38112 | 0,67 | 18983 | 2844 |
| n>RG (n totaal=45/48) | 8 | 7 | 4 | 14 | 23 | | 4 | 14 | 21 | 4 | 19 | 40 |
| Som PFCA's | 0,07 | 0,06 | 0,00 | 0,50 | 29 | | 0,00 | 1,3 | 3710 | 0,00 | 538 | 216 |
| Som PFSA's | 0,21 | 0,19 | 0,31 | 4,4 | 305 | | 0,24 | 10,3 | 30270 | 0,14 | 8842 | 1981 |
| Som precursors | 0,69 | 0,82 | 0,69 | 8,9 | 359 | | 0,36 | 13,4 | 4132 | 0,53 | 9603 | 644 |
| TOP analyse | | | | | | | | | | | | |
| Totaal PFAS na TOP | 11 | 5,8 | 6,6 | 49 | 26441 | | 6 | 69 | 434800 | 11 | 560560 | 326335 |
| n>RG (n totaal = 14) | 5 | 4 | 5 | 9 | 11 | | 5 | 10 | 13 | 6 | 9 | 12 |
| Som PFCA's | 10 | 5,8 | 6,4 | 46 | 26270 | | 6,0 | 66 | 369200 | 11 | 540700 | 312187 |
| Som PFSA's | 0 | 0,00 | 0,20 | 3,2 | 171 | | 0,15 | 2,9 | 65600 | 0 | 19860 | 14149 |
| AOF/EOF analyse | | | | | | | | | | | | |
| Totaal fluor | 66 | 26 | 27 | 280 | 14000 | | 30 | 850 | 180000 | 19 | 260000 | 67000 |



Figuur 1 Concentraties van individuele PFAS in het geloosde bedrijfsafvalwater en het afvalwater verder stroomafwaarts (op volgorde).



Figuur 2 Aandeel van de individuele PFAS in het geloosde bedrijfsafvalwater en het afvalwater verder stroomafwaarts (op volgorde).

Uit de bijlages, figuur 1 en figuur 2 blijkt dat de fingerprint van [redacted] na 2, bij de rioolput van de [redacted] ('wijk') en het rioolgemaal Wychen Meerdreef erg vergelijkbaar is. Bij Noord na worden ook enkele andere PFAS aangetroffen. In figuur 3 is de correlatie tussen de concentraties in het bedrijfsafvalwater en het betreffende monsterpunt in het rioolsysteem tegen elkaar uitgezet. In de grafieken is ook een trendlijn, met vergelijking en correlatiecoëfficiënt, weergegeven. De correlatiecoëfficiënt (R^2) geeft aan hoe goed gegevens met elkaar correleren en kan een waarde tussen de 0 en 1 hebben. De concentraties in de monsterpunten hebben een correlatiecoëfficiënt tussen de 0,92 en 0,99 dat wil zeggen een zeer sterke correlatie. Dit maakt het zeer waarschijnlijk dat de lozing uit [redacted] na 2 tijdens deze meetronde de bron voor PFAS is geweest.

Bij de noordelijke riool na lozing (Noord na) moet wel een kanttekening gemaakt worden. Bij dit monsterpunt zijn een aantal stoffen die afwijken en daarom buiten de trendlijn zijn gelaten, te weten 6:2 FTS, 8:2 FTS en 10:2 FTS. De concentratie van deze stoffen is in [redacted] na 2 vele malen hoger dan in Noord na. Ook opvallend is dat er hogere concentraties en meer verschillende PFAS worden aangetroffen, waaronder enkele PFAS die niet (PFSA's met langere ketens) of in verhoudingsgewijs lagere concentraties (PFCA's met kortere ketens) in het afvalwater van [redacted] zijn aangetroffen. Een logische verklaring hiervoor kan zijn dat de samenstelling van het afvalwater van [redacted] varieert. Dit blijkt uit vier monsters van het afvalwater van [redacted] bij het monsterpunt [redacted] na 1 die in 2022 en het voorjaar van 2024 zijn genomen in het kader van de vergunningverlening. Uit deze analyses blijkt dat de concentraties in de tijd flink kunnen variëren, van 1 tot 443 $\mu\text{g/l}$ totaal, en dat ook de verhouding tussen de aangetroffen stoffen verschilt in de tijd. De hierboven genoemde stoffen worden daarbij in meerdere monsters aangetroffen. Hier wordt verder op ingegaan onder het kopje 'Mogelijke andere bronnen?'

TOP-analyse en AOF-analyse

Deze analysemethoden zijn beide een screeningsmethode voor het aandeel precursors. De resultaten staan in de Excel bijlage en zijn in figuur 4 en 5 grafisch weergegeven. De totaalconcentraties zijn opgenomen in tabel 1.

Uit tabel 1 blijkt dat er na oxidatie (TOP analyse) een (zeer) forse toename is van PFAS. De totaal concentraties van de gemeten stabiele PFAS zijn na TOP zijn in influent en effluent ongeveer 6 $\mu\text{g/l}$ (microgram per liter oftewel één miljoenste gram per liter), in het rioolgemaal bijna 50 $\mu\text{g/l}$, bij de [redacted] ('wijk') ruim 25000 $\mu\text{g/l}$ (0,025 g/l) en in monsterpunt Noord na (monsterpunt 8338, direct na de bedrijfslozing) maar liefst bijna 435000 $\mu\text{g/l}$. Dit komt overeen met ruim 0,4 g/l (gram per liter). Deze resultaten duiden er op dat er naast de bekende PFAS ook nog een zeer groot aandeel onbekende precursors in de monsters aanwezig is. Dit is met name het geval bij [redacted] na 2, noord na en de rioolput van de [redacted] ('wijk'). De AOF metingen bevestigen dit beeld: ook de totaal fluor gehalten duiden op een zeer groot aandeel onbekende precursors. De verhoudingen tussen de monsters die bij de TOP analyse werd gezien is ook terug te zien bij de AOF meting.

Bij de interpretatie van de TOP-analyse is het van belang te realiseren dat de aangetroffen stabiele PFAS niet kwantitief één op één vergeleken kunnen worden met de standaard analyses. Een precursor kan namelijk uiteenvallen in meerdere stabiele PFAS.

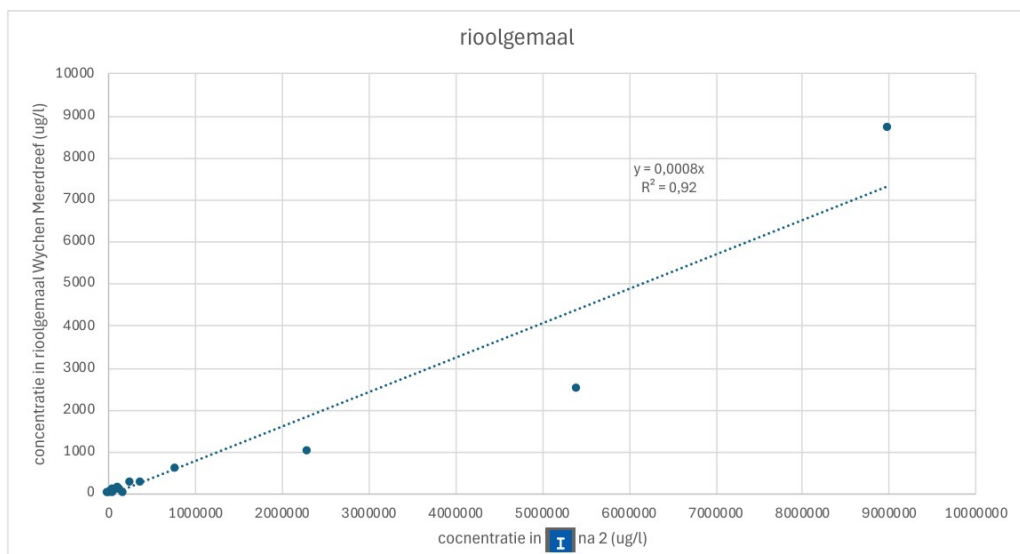
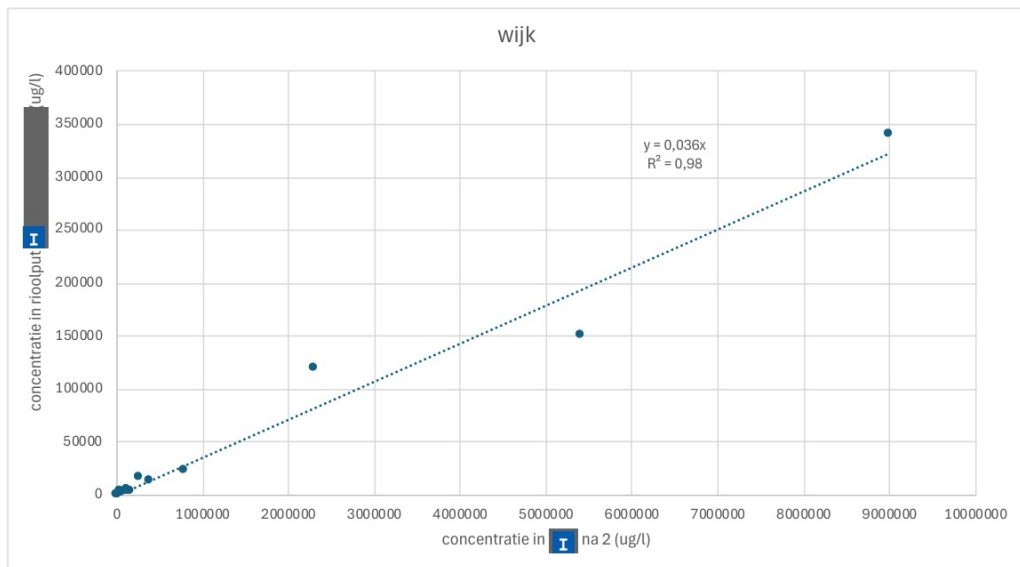
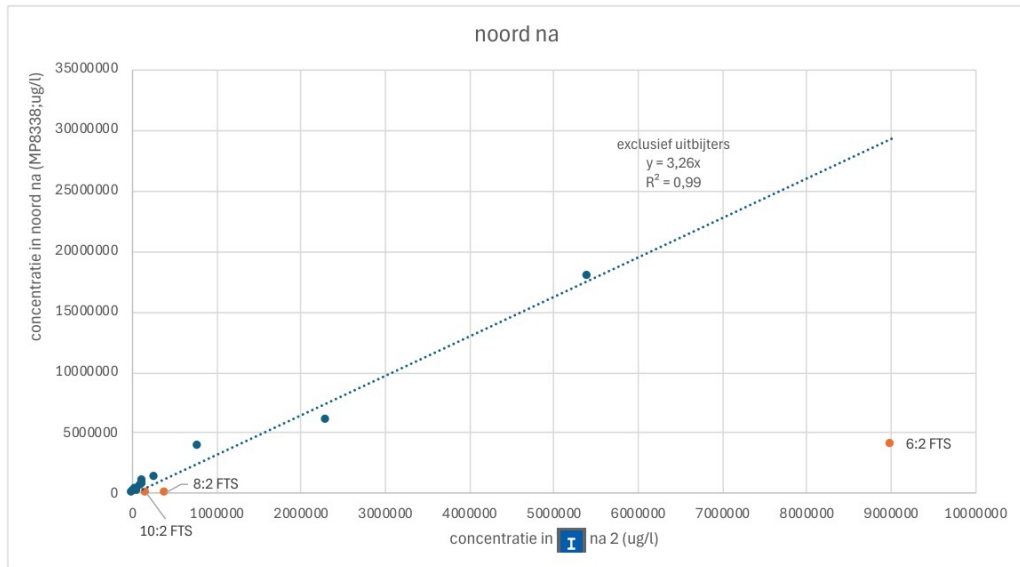
Centraat

De resultaten van de metingen in het centraat zijn opgenomen in de bijlagen en in tabel 1. Het concentratieniveau totaal PFAS is vergelijkbaar met het influent en effluent. Ook de aangetroffen stoffen zijn heel vergelijkbaar. Uit de AOF analyse en TOP analyse blijkt dat er ongeveer twee keer meer precursors aanwezig zijn dan in influent en effluent.

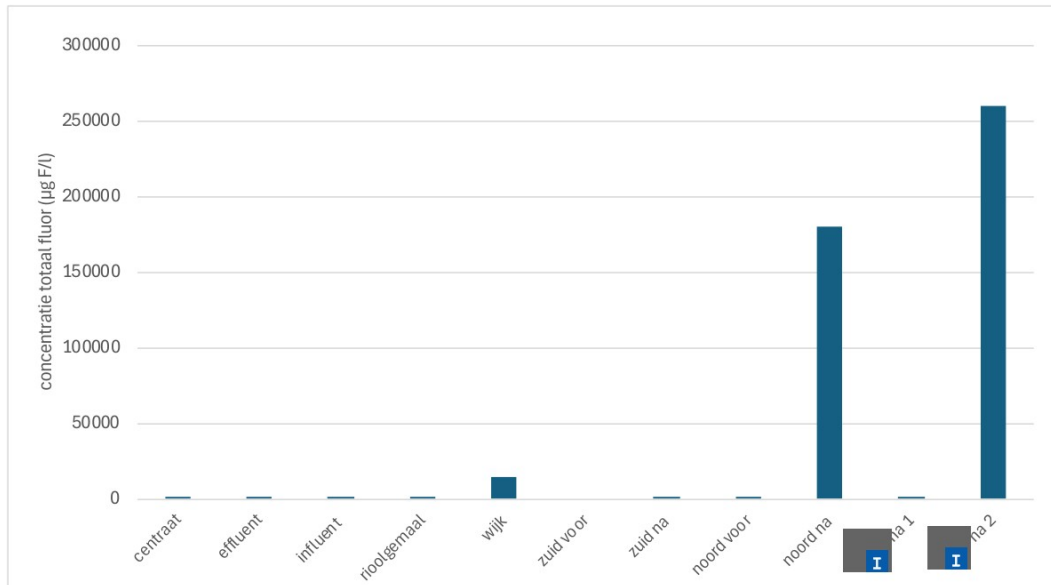
Bodem

De resultaten van de bodemanalyse zijn terug te vinden in de bijlagen. In de bodem is 2,8 mg PFAS/kgds aangetroffen. Het betreft vooral PFOS (lineair en vertakt) en 6:2 FTS aangetroffen, samen goed voor bijna 80% van de totaalconcentratie. Daarnaast worden bijna alle geanalyseerde PFAS aangetroffen, in totaal 40 van de 48 geanalyseerde PFAS. Alleen de langere PFAS ketens ontbreken. Dit is logisch is omdat deze langere ketens vanwege hun stofeigenschappen niet in de waterfase verwacht worden en dus ook niet op de bodem naast de actief slib tank kunnen komen.

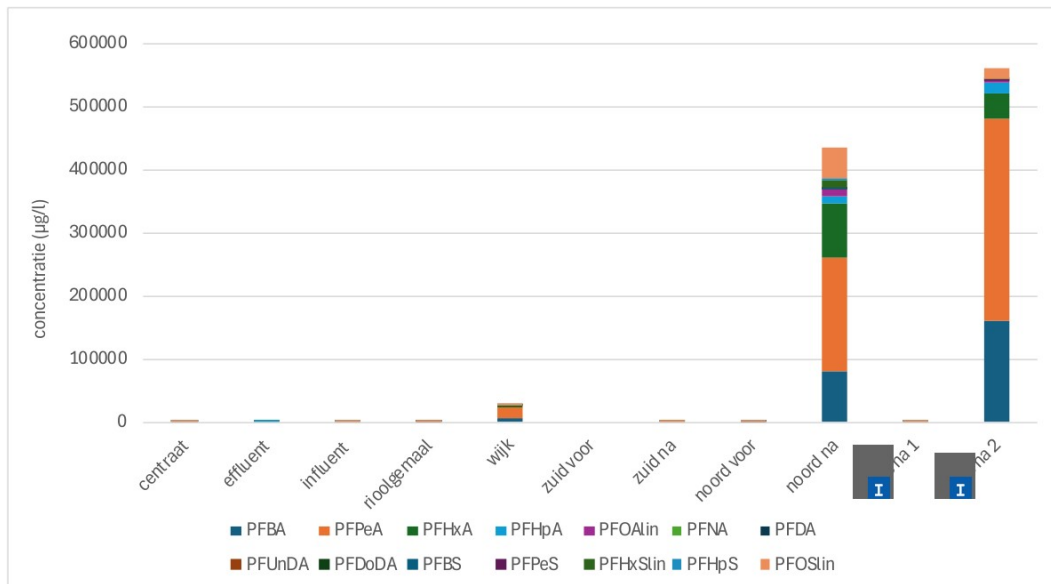
De EOF analyse en TOP analyse laten zien dat er veel precursors aanwezig zijn, verhoudingsgewijs enkele keren meer dan in de waterfase.



Figuur 3 Correlatie tussen de concentraties PFAS in **J** na 2, Noord na, de rioolput bij de **I** (**I** ('wijk') en bij het rioolgemaal Wychen Meerdreef. Zie tekst voor toelichting.



Figuur 4 Resultaten AOF meting (in µg fluor per liter).



Figuur 5 Resultaten TOP analyses (in µg/l).

4.3 Nadere duiding

Vergelijking met normen

Vergelijking van concentraties met normen is een manier om de hoogte van de aangetroffen concentraties te duiden. Echter, er zijn in Nederland geen normen voor PFAS in afvalwater. Er zijn wel normen voor PFAS in oppervlaktewater en (bronnen voor) drinkwater. Deze normen zijn niet bedoeld voor afvalwater. Bij gebrek aan beter worden ze toch regelmatig gebruikt om de gevonden concentraties te duiden en in perspectief te plaatsen.

Er is recent nogal wat veranderd in de normstelling van PFAS, en de ontwikkelingen zijn nog steeds gaande. Er zijn daarbij twee tendensen waar te nemen: 1) de normen worden steeds strenger en liggen voor water ruim onder de $\mu\text{g/l}$, en 2) er worden steeds meer stoffen meegenomen in de normstelling, waarbij de bijdrage van individuele PFAS wordt omgerekend met behulp van Relatieve Potentie Factoren (RPF) naar een equivalent van PFOA. Voor meer details wordt verwezen naar een overzicht dat het RIVM, mede op verzoek van een aantal waterschappen, heeft gemaakt van de reeds beschikbare methodieken om de risico's van PFAS te beoordelen voor een aantal belangrijke gebruiksfuncties van oppervlaktewater (J et al., 2024).

Een uitgebreide vergelijking met normen is in deze memo niet gemaakt. Duidelijk is wel dat de normen in al het onderzochte afvalwater normen voor PFAS in oppervlaktewater vele malen overschrijden. Ook de beschikbare normen voor PFOS en PFOA in bodem worden (ruim) overschreden.

Vrachten en emissiefactor

Vrachten kunnen alleen voor influent, effluent en het rioolgemaal berekend worden omdat op andere punten debieten niet bekend zijn. Er is uitgegaan van een debiet van 80000 m³/dag voor influent en effluent en 10000 m³/dag voor het rioolgemaal (geschat o.b.v. aangeleverde info), een concentratie van ongeveer 1 $\mu\text{g/l}$ in influent en effluent en 14 $\mu\text{g/l}$ in het rioolgemaal. De geschatte dagvracht is dan 80 g PFAS totaal per dag voor influent en effluent en 140 g PFAS totaal per dag voor het rioolgemaal.

Daarnaast is ook de emissiefactor van het effluent uitgerekend. Daarbij is uitgegaan van een concentratie van 1 $\mu\text{g/l}$, een debiet van 80000 m³/dag en een vuillast van 370000 i.e. per jaar (150gO₂). De berekende missiefactor is dan 79 mg/i.e. per jaar.

Zowel de dagvracht als de emissiefactor zijn hoog. Waarbij wel de kanttekening moet worden geplaatst dat er is gemeten bij hoge belasting. Ter vergelijking: de gemiddelde dagvracht in het effluent van de hotspotlocaties rwzi Dordrecht en rwzi Bath is respectievelijk 34 g/dag en 55 g/dag en de emissiefactor 55 mg/i.e. per jaar respectievelijk 41 mg/i.e. per jaar (J & J, 2021).

Mogelijke andere bronnen?

De concentraties bij noord voor zijn hoger dan bij zuid na, ongeveer 40 keer op basis van totaalconcentraties. Deze monsterpunten staan met elkaar in verbinding, waarbij noord voor stroomafwaarts van zuid na ligt. Er bestaat een mogelijkheid dat er bedrijven tussen liggen die PFAS lozen. Het is echter niet goed bekend wat de bedrijvigheid is tussen riool noord en zuid en in hoeverre hier activiteiten plaatsvinden waarbij PFAS vrij kan komen. Gezien de hele hoge concentraties PFAS bij Noord na is het ook niet ondenkbaar dat PFAS in beperkte mate verspreid naar 'bovenstreams' als de afvoer in het riool stagneert.

Opvallend is dat voor de meeste PFAS de concentraties bij Noord na veel hoger zijn dan in het afvalwater van I na 2. De precursors 6:2 FTS, 8:2 FTS en 10:2 FTS zijn een uitzondering. De concentratie van deze stoffen is in J na 2 vele malen hoger dan in Noord na. Ook opvallend is dat er bij Noord na meer verschillende PFAS worden aangetroffen dan in het afvalwater van J, waaronder enkele PFAS die niet (PFSA's met langere ketens) of in verhoudingsgewijs lagere concentraties (PFCA's met kortere ketens) zijn aangetroffen. Deze verschillen worden verder stroomafwaarts niet terug gezien. De meest waarschijnlijke verklaring is variatie in de samenstelling van het afvalwater. De samenstelling van PFAS houdende I verschilt dus ook het water dat door I wordt geloosd, zowel in concentratie als samenstelling. Dit blijkt ook uit een viertal metingen die in 2022 en 2024 in het kader van vergunningverlening zijn uitgevoerd. Er zijn echter een aantal dominante stoffen die altijd voorkomen, vandaar dat nog steeds een goede correlatie wordt gevonden.

Bij het rioolgemaal Wychen Meerdreef worden ook enkele PFAS aangetroffen die niet in andere monsters zijn gevonden. Het gaat om PFDA (C10 PFCA) en PFOSA lineair en vertakt. Dit duidt op mogelijke bronnen voor deze PFAS elders in het rioleringsgebied van Wychen Meerdreef (niet in de I)

In het centraat van de slibverwerking is de precursor N-MePFBSAA aangetroffen. Deze stof is in de waterfase niet in andere monsters aangetroffen, wel in de bodem. Het vermoeden bestaat dat deze stof vooral bindt aan de vaste fase, zo in het slib terecht is gekomen en daar bij centrifuge weer uit vrij kan komen.

5. Conclusies

Ten tijde van grootschalige schuimvorming op rwzi Nijmegen zijn op diverse plekken bij de rwzi en in het riool PFAS metingen uitgevoerd. Bij deze metingen zijn zeer hoge concentraties PFAS aangetroffen. De concentratie PFAS totaal in influent en effluent ongeveer 1 µg/l (microgram per liter oftewel één miljoenste gram per liter), in het rioolgemaal ongeveer 14 µg/l, bij de [REDACTED] ('wijk') bijna 700 µg/l en in monsterpunt Noord na (monsterpunt 8338, direct na de bedrijfslozing) maar liefst bijna 40.000 µg/l. Dit komt overeen met bijna 0,04 g/l (gram per liter). Met name PFOA, PFHxS, PFOA, PFHxA en 6:2 FTS zijn aangetroffen in hoge concentraties. Deze stoffen kunnen verwacht worden in PFAS-houdend [REDACTED]. Screeningsmethoden voor PFAS precursors, te weten totaal fluor analyse en de TOP-analyse, duiden daarnaast op de aanwezigheid van grote hoeveelheden onbekende PFAS precursors. Ook dit is conform verwachting voor PFAS-houdend [REDACTED].

Op een ander tijdstip zijn twee afvalwaterstromen bij het bedrijf [REDACTED], dat PFAS houdende [REDACTED] verwerkt, geanalyseerd. Het betrof een bekende afvalwaterstroom en een nog niet bekende afvalwaterstroom afkomstig uit een groot verzamelvat. In het water uit het bestaande lozingspunt werd 0,67 µg PFAS totaal/l aangetroffen. In het afvalwater uit het verzamelvat werden hoge concentraties PFAS aangetroffen (bijna 19.000 µg/l, dat wil zeggen 19 mg/l totaal PFAS). Dit afvalwater uit het verzamelvat wordt op de noordelijke rioolleiding geloosd. Voor het afvalwater uit het bestaande monsterpunt is dit niet duidelijk, dit zou zowel op de noordelijke als de zuidelijke rioolleiding geloosd kunnen zijn. Er bestaat een zeer sterke correlatie tussen de concentraties PFAS in het bedrijfsafvalwater uit de verzamelvat en de concentraties stroomafwaarts in het riool. Wel zijn in het bedrijfsafvalwater uit de verzamelvat enkele PFAS aangetroffen die niet in het riool zijn gevonden. Dit hangt vermoedelijk samen met de batchgewijze verwerking van [REDACTED]. Elke [REDACTED] heeft z'n eigen unieke formulering van PFAS.

Andere bronnen zijn binnen het deelrioleringsgebied [REDACTED] niet waarschijnlijk maar ook niet geheel uit te sluiten. De metingen wijzen daarnaast op mogelijke bronnen voor bepaalde PFAS elders in het rioleringsgebied van Wychen Meerdreef. Vergeleken met de lozing vanuit het bedrijf [REDACTED] zijn de andere bronnen beperkt van omvang.

6. Aanbevelingen

De bron van de schuimvorming is herleid. De verwerking van PFAS houdende [REDACTED] door het bedrijf [REDACTED] is sinds eind mei stilgelegd. Sindsdien is de schuimvorming sterk verminderd, maar niet geheel verdwenen. Dit doet vermoeden dat de activiteiten niet geheel gestopt zijn. Aanbevolen wordt om de schuimvorming scherp in de gaten te blijven houden en het afvalwater van [REDACTED] te blijven monitoren.

Hoewel het schuimprobleem lijkt opgelost, is het PFAS probleem dat niet. Zo is het terrein rond de actief slib tank van rwzi Nijmegen sterk verontreinigd met PFAS. Daarnaast is niet duidelijk in hoeverre de PFAS zich heeft verspreid naar het grondwater. Aanbevolen wordt om de noodzaak, mogelijkheden en verantwoordelijkheid voor sanering van het bedrijventerrein, het rioolsysteem en het terrein rond de actief slib tank te onderzoeken.

7. Literatuur

- [REDACTED], A. & [REDACTED] (2021). PFAS in influent, effluent en zuiveringsslib. Resultaten van een meetcampagne op acht rwzi's. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), Amersfoort. STOWA rapportnummer 2021-46.
- [REDACTED], A. (2023). Wat is de oorzaak van de schuimvorming op rwzi Nijmegen? Projectplan. 14 maart 2023. In opdracht van Waterschap Rivierenland.
- [REDACTED], A. (2024). Memo 'Onderzoek oorzaak schuimvorming rwzi Nijmegen - resultaten proefmeting verschillende PFAS analysemethoden'. Gericht aan [REDACTED], d.d. 11 april 2024. In opdracht van Waterschap Rivierenland.
- [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED] en [REDACTED] (2024). PFAS verontreinigingen: een overzicht van beschikbare risicobeoordelingsinstrumenten voor gebruiksfuncties van oppervlaktewater. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Kenmerk KU2024-0004

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

I Art. 5.1 lid 2 sub d

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de inspectie, controle en toezicht door bestuursorganen

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen