

Galloo NV Gent

Evaluatie verwijdering PFAS d.m.v. actieve kool filtratie na 1,5 jaar

TBE-2001040/MAV/001

Galloo NV Gent
Scheepzatestraat 9
9000 Gent

11 juni 2026
TBE-2001040
Uitgave nr.1

Elk document dat door Trevi wordt opgesteld is exclusief bestemd voor de ontvanger en mag niet worden gebruikt, gekopieerd, verspreid of ingezet ten behoeve van derden zonder schriftelijke toestemming van Trevi. Elke schending kan leiden tot juridische stappen, inclusief schadevergoeding. De ontvanger stemt ermee in de vertrouwelijkheid te waarborgen en de gedeelde informatie (ongeacht de vorm) niet aan derden bekend te maken zonder schriftelijke toestemming van Trevi.

Marieke Verbeke
Environmental Expert Water

Bram Eggermont
Recognized Environmental Expert Water

INHOUD

1. INLEIDING EN SITUERING	4
2. JURIDISCHE CONTEXT	5
3. SAMENSTELLING AFVALWATER NA BIOLOGISCHE ZUIVERING EN TROMMELFILTER	7
4. ACTIEVE KOOLFILTRATIE	9
4.1. EVALUATIE WERKING ACTIEVE KOOL IN DE PRAKTIJK	10
4.1.1. <i>Maximale normen</i>	10
4.1.2. <i>Jaargemiddelde normen</i>	10
4.1.3. <i>Ultrakorteketen PFAS</i>	11
4.1.4. <i>Belading en standtijd, verwijderingsefficiëntie</i>	13
4.1.4.1. Belading PFAS	13
4.1.4.2. Belading COD	16
4.1.5. <i>Haalbare verwijderingsrendementen</i>	18
4.1.6. <i>Conclusie en bepaling wisselfrequentie AK filters</i>	19
4.2. REACTIVATIE VERZADIGDE ACTIEVE KOOL	19
5. CONCLUSIE EN BIJSTELLING NORMENKADER	21
6. REFERENTIES	23

Lijst van de tabellen

Tabel 1: Rapportagegrens van UKK PFAS.....	5
Tabel 2: Bijzondere lozingsvoorwaarden voor PFAS parameters geldend voor 2 jaar (12/12/2024-12/12/2026). MOZ: meetonzekerheid.	6
Tabel 3: Minimum, gemiddelde, 90 ^e percentiel en maximum waarden van de tweewekelijkse analyses op afvalwater na de trommelfilter in de periode 29/11/2024 – 4/05/2026.	8
Tabel 4: Maandelijks verwerkte volumes afvalwater in de actieve koolfilters.	9
Tabel 6: Aftoetsing van de gemiddelde concentratie van 4 PFAS parameters in het geloosde effluent uit de periode 10/12/2024-03/11/2025 aan de jaargemiddelde norm.	11
Tabel 7: Analyseresultaten UKK PFAS boven rapportagegrens in het geloosde effluent in 2025-2026. Gekeurde waarden zijn in overschrijding van de geldende lozingsnorm. Rode waarden vallen buiten de meetonzekerheid.	11
Tabel 8: Analyseresultaten van de UKK PFAS in het influent en effluent van de AK filters op 01-12-2025. Gekeurde waarden zijn in overschrijding van de geldende lozingsnorm. Rode waarden vallen buiten de meetonzekerheid. Oranje waarden vallen binnen de meetonzekerheid. ..	12
Tabel 9: Het verwerkt volume door de AK filters bij doorbraak van PFBA of PFPeA boven de rapportagegrens en bij verzadiging en de belading van de AK filter op dat moment. *nog geen doorbraak boven RG of verzadiging gemeten.	16
Tabel 10: Inschatting van de jaargemiddelde verwijderingsefficiëntie en worst case verwijderingsefficiëntie (ingeschat bij einde optimale standtijd). Bron: Nota evaluatie & motivatie het PFAS-normenkader, Witteveen+Bos,2024.	18

Tabel 11: Gemiddelde COD en PFAS-verwijdering tertiaire zuivering.	18
Tabel 12: Bijzondere lozingsvoorwaarden voor PFAS parameters	22

Lijst van de figuren

Figuur 1: Concentraties van de PFAS parameters gemeten boven de rapportagegrens in het afvalwater na de trommelfilter in de periode 29/11/2024 -04/05/2026.	7
Figuur 2: De concentratie PFBA in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.	13
Figuur 3: Berekende PFBA belading van de verschillende koolfilters.	14
Figuur 4: De concentratie PFPeA in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.	14
Figuur 5: Berekende PFPeA belading van de verschillende koolfilters.	15
Figuur 6: De concentratie COD in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.	17
Figuur 7: Berekende COD belading van de verschillende koolfilters.	17

Evaluatie verwijdering PFAS d.m.v. actieve kool filtratie na 1,5 jaar

1. INLEIDING EN SITUERING

Galloo is een bedrijvengroep gespecialiseerd in de recyclage van ferro- en non-ferrometalen en heeft verschillende vestigingen in België, Frankrijk en Nederland. De site in Gent, het vroegere Van Heyghen Recycling, is onderdeel van de Galloo Recycling Group en verwerkt jaarlijks ca. 850 000 ton staal. Deze site speelt een sleutelrol bij het verwerken van schroot en het verhandelen van schroot, richting staalfabrieken. Daarnaast is het bedrijf één van de meeste performante scheepssloperijen in Europa. Het bedrijfsterrein aan de Scheepszatestraat is 8 ha groot en ligt centraal in de Gentse zeehaven, tussen het Grootdok en het Sifferdok. Het bedrijfsafvalwater is afkomstig van verontreinigd hemelwater en aflopend sproeiwater voor stofbestrijding en bevochtiging van schroot.

De waterzuivering is opgebouwd uit een voorbezinking, bufferbekken, aeratietank en een nabezinktank. Het gezuiverde afvalwater wordt geloosd in het Kanaal Gent-Terneuzen.

Uit analyseresultaten van het geloosde afvalwater bleek in het verleden dat er overschrijdingen zijn van het normenkader voor PFAS. Om tot een normconforme lozing te komen werd door Galloo de waterzuivering op 29/11/2024 uitgebreid met twee actieve koolfilters die in serie. Er werd een trommelfilter geïnstalleerd dewelke zwevende stoffen verwijdt uit het effluent van de nabezinker, ter bescherming van de koolfilters.

De twee actieve koolfilters (AK) in serie laten toe om de eerste filter te gebruiken tot volledige verzadiging, terwijl de tweede filter vermijdt dat er doorslag optreedt. Bij verzadiging van de eerste filter, wordt deze gewisseld voor een verse actieve koolfilter. Vervolgens wordt de volgorde van de filters omgewisseld, zodat de gewisselde nieuwe filter de tweede in de serie wordt (carousel-configuratie).

De werking van de tertiaire zuivering wordt bestudeerd door minstens maandelijks PFAS-metingen en CZV-metingen uit te voeren voor en na de actieve koolfiltratie. Hierbij worden zowel de nominatief in de vergunning genoemde PFAS-verbindingen gemeten als alle andere PFAS-verbindingen die (onder meer gebaseerd op proceskennis) mogelijk in het afvalwater kunnen voorkomen.

De belading van de actieve kool wordt opgevolgd om de standtijd in te schatten en de wissels in te plannen. Op deze manier kan de effectieve PFAS verwijderingsefficiëntie en kosteneffectiviteit bepaald worden.

Dit rapport bevat een evaluatie van de werking van de nabehandeling en voortgang voor een concreet plan van aanpak met het oog op het respecteren van de rapportagegrenzen voor PFAS.

2. JURIDISCHE CONTEXT

De lopende omgevingsvergunning dateert van 31 augustus 2023 en werd verleend voor een termijn tot en met 11 januari 2032). Het bedrijf is momenteel vergund voor het lozen van 40 m³/uur, 400 m³/dag en 45 000 m³/jaar bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen via een waterzuivering op oppervlaktewater (in het Grootdok waarna het meteen samenkomt met het water in het Kanaal Gent-Terneuzen).

De lozingsnormen die van toepassing zijn voor Galloo Gent betreffen:

- Algemene lozingsvoorwaarden voor lozing op oppervlaktewater (VLAREM II art. 4.2.2.1.1) (AV)
- Sectorale lozingsvoorwaarden voor sector 48 (Verontreinigd hemelwater van inrichtingen voor de opslag van afvalstoffen) voor de lozing in oppervlaktewater (VLAREM II Bijlage 5.3.2.48°a) (SV)
- Bijzondere voorwaarden die werden opgelegd in de vergunning (OMV 2024200991_BIJST2023045988, 12/12/2024) (BV)
- Indien er geen sectorale of bijzondere norm bestaat, dient getoetst te worden aan het indelingscriterium voor gevaarlijke stoffen (IC)
- De rapportagegrens (RG) is van toepassing indien er geen indelingscriterium bestaat.

Voor de PFAS parameters is er enkel voor PFOS een indelingscriterium gelijk aan de rapportagegrens. Voor de overige parameters is geen indelingscriterium gekend, waardoor de toetsingswaarde voor deze parameters gelijkgesteld wordt aan de officiële rapportagegrens vastgelegd in WAC/IV/A/025. Voor de meeste PFAS parameters is dit 20 ng/l.

Voor de ultra korte keten PFAS wordt de toetswaarde gelijkgesteld aan de officiële rapportagegrens vastgelegd in WAC/IV/A/026 en gepubliceerd in Vlarem II, bijlage 4.2.5.2. (zie ook Tabel 1). Deze zijn praktisch gezien van toepassing zijn vanaf 17/11/2026.

Tabel 1: Rapportagegrens van UKK PFAS.

Parameter	Eenheid	MOZ	Rapportagegrens
Trifluorazijnzuur (TFA)	µg/l	50%	4
Perfluor-n-propaanzuur (PFPrA)	µg/l	50%	0,5
Perfluor-n-propaansulfonzuur (PFPrS)	µg/l	50%	1
Trifluor-n-methaansulfonzuur (TFMS)	µg/l	50%	0,5
Pentafluor-n-ethaansulfonzuur (PFETs)	µg/l	50%	0,5
2,3,3,3-Tetrafluor-n-propaanzuur (2,3,3,3-TeFPrA)	µg/l	50%	2,5
2,2,3,3-Tetrafluor-n-propaanzuur (2,2,3,3-TeFPrA)	µg/l	50%	0,5

In het vergunningsbesluit (OMV_2024100991, 12/12/2024) werden op basis van een studie van Witteveen+Bos (2024) milieuvoorwaarden voor vier PFAS componenten bijgesteld voor beperkte termijn van 2 jaar. Deze wordt weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Bijzondere lozingsvoorwaarden voor PFAS parameters geldend voor 2 jaar (12/12/2024-12/12/2026).

MOZ: meetonzekerheid.

Parameter	Eenheid	MOZ	Jaargemiddelde norm*	Maximale norm
Perfluorbutaanzuur (PFBA)	µg/l	50%	0,225	0,8
Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	µg/l	50%	0,225	1,3
Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	µg/l	50%	0,030	0,7
Perfluorbutaansulfonzuur (PFBS)	µg/l	50%	0,02	0,1

(*) Het jaargemiddelde betreft het voortschrijdend rekenkundig gemiddelde van minstens maandelijkse metingen op PFAS op het geloosde bedrijfsafvalwater.

Verder werd ook een zelfcontroleprogramma opgelegd, in functie van de opvolging van de zuiveringstechnieken ter verwijdering van de aanwezige PFAS.

De PFAS-verbindingen worden minstens maandelijks gemeten zowel voor als na de geïnstalleerde technieken en in het effluent. Hierbij worden zowel de nominatief in de vergunning genoemde PFAS-verbindingen gemeten als alle andere PFAS-verbindingen die (onder meer gebaseerd op proceskennis) mogelijk in het afvalwater kunnen voorkomen.

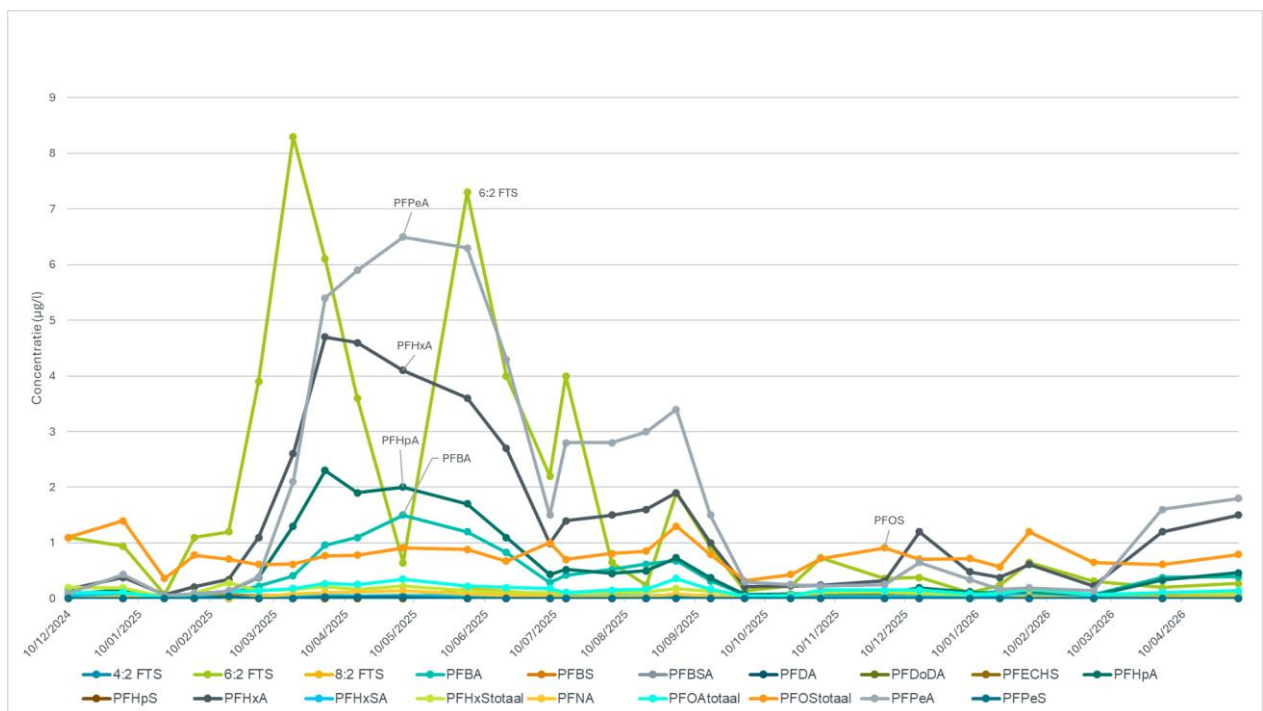
3. SAMENSTELLING AFVALWATER NA BIOLOGISCHE ZUIVERING EN TROMMELFILTER

Het effluent van de biologische zuivering ondergaat een nazuivering door middel van een trommelfilter, waarna het wordt behandeld in de tertiaire zuivering.

De concentraties aan PFAS componenten, CZV en zwevende stoffen in het water na de trommelfilter werden sinds december 2024 minstens maandelijks bepaald. Er werden 20 PFAS-verbindingen gemeten boven de rapportagegrens (Tabel 3). 6:2 FTS kwam in 2025 in de hoogste concentraties voor, alsook PFPeA, PFHxA en PFHpA. 6:2 FTS is een typische PFAS gebruikt in blusschuimen.

In 2026 werden aanzienlijk lagere concentraties gemeten en kwamen eerder, PFPeA, PFHxA, PFOS en PFHpA in de hoogste concentraties voor.

PFBA als korte keten PFAS betreft de moeilijkst verwijderbare PFAS-component binnen alle korte en lange PFAS-componenten met een officiële rapportagegrens vastgelegd in Vlarem II bijlage 4.2.5.2.



Figuur 1: Concentraties van de PFAS parameters gemeten boven de rapportagegrens in het afvalwater na de trommelfilter in de periode 29/11/2024 -04/05/2026.

Tabel 3: Minimum, gemiddelde, 90^e percentiel en maximum waarden van de tweewekelijkse analyses op afvalwater na de trommelfilter in de periode 29/11/2024 – 4/05/2026.

Parameter	Eenheid	Minimum	Gemiddelde	90 ^e percentiel	Maximum
COD	mg/l	7,8	27,85	37,7	41,8
Zwevende st.	mg/l	0,0	5,1	9,2	14,0
6:2 FTS	µg/l	0,070	1,838	4,630	8,300
PFPeA	µg/l	0,059	1,814	5,550	6,500
PFHxA	µg/l	0,064	1,396	3,750	4,700
PFHpA	µg/l	0,029	0,559	1,780	2,300
PFBA	µg/l	0,051	0,416	1,030	1,500
PFOS	µg/l	0,320	0,789	1,130	1,400
PFOA	µg/l	0,022	0,157	0,258	0,360
PFHxS	µg/l	0,023	0,132	0,205	0,280
8:2 FTS	µg/l	0,021	0,051	0,079	0,180
PFNA	µg/l	0,022	0,058	0,114	0,140
PFHxSA	µg/l	0,020	0,039	0,050	0,075
PFBS	µg/l	0,023	0,040	0,055	0,069
PFDA	µg/l	0,021	0,031	0,047	0,064
HFPO-DA	µg/l	0,056	0,056	0,056	0,056
PFPeS	µg/l	0,022	0,028	0,034	0,038
PFDoDA	µg/l	0,023	0,026	0,030	0,031
PFBSA	µg/l	0,020	0,021	0,022	0,023
4:2 FTS	µg/l	0,022	0,022	0,022	0,022
PFECHS	µg/l	0,022	0,022	0,022	0,022
PFHpS	µg/l	0,022	0,022	0,022	0,022

Het valt op dat in nattere periodes (september - februari) wanneer er meer afvalwater (afvloeiend verontreinigd hemelwater) verwerkt werd, er lagere concentraties PFAS worden aangetroffen in het afvalwater. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een verdunningseffect. Er is echter geen eenduidig verband te vinden tussen de verwerkte hoeveelheid afvalwater en de PFAS concentratie in het afvalwater.

Tabel 4: Maandelijks verwerkte volumes afvalwater in de actieve koolfilters.

Maand	Verwerkt volume (m³)
December 2024	3865
Januari 2025	4870
Februari 2025	2915
Maart 2025	317
April 2025	571
Mei 2025	1061
Juni 2025	1849
Juli 2025	1893
Augustus 2025	692
September 2025	2916
Oktober 2025	5518
November 2025	1761
December 2025	1600
Januari 2026	3008
Februari 2026	3311
Maart 2026	1247
April 2026	691

4. ACTIEVE KOOLFILTRATIE

Actieve koolfiltratie is een techniek waarbij verontreinigingen uit het afvalwater geadsorbeerd worden met behulp van een kolom die gevuld is met actieve kool. Het type actieve kool varieert afhankelijk van het ruwe materiaal dat gebruikt wordt en het proces dat het materiaal activeert. De adsorptie van de verschillende verontreinigingen zal afhangen van zowel de soort actieve kool, als van de molecule zelf (grootte, polariteit) en de concentratie, maar ook van de overige componenten in het afvalwater. Actieve kool adsorbeert organische pollutanten zoals recalcitrant organisch materiaal, PAK en PFAS.

De biologische zuivering blijft noodzakelijk om enerzijds de bulk organische vervuiling te verwijderen en zo de standtijd van de filters te maximaliseren en anderzijds om bijvoorbeeld stikstofverbindingen te verwijderen. De zandfilters worden hierbij als voorfilter voor de adsorptiefilters voorzien om nog aanwezige zwevende stoffen te verwijderen dewelke de actieve koolfilter kunnen verstopen.

Het adsorptieproces is niet limiterend voor PFAS, maar ook de restverontreiniging aan COD na biologische zuivering zal geadsorbeerd worden. Hierdoor zal de adsorptiecapaciteit voor PFAS afnemen, waardoor de actieve koolfilters sneller vervangen moeten worden. Verschillende PFAS componenten hebben ook verschillende affiniteiten voor de actieve kool. Langere componenten zoals PFOS en PFOA zullen gemakkelijker adsorberen dan PFBA of PFBS. Voor korte keten PFAS worden normaal gezien de PFAS met sulfonzure eindgroepen met grotere affiniteit geadsorbeerd dan PFAS met een carboxzure eindgroep.

Componenten kunnen ook terug desorberen van de kool om plaats te maken voor componenten met een hogere affiniteit voor de kool. Door echter twee actieve koolfilters in serie te schakelen, kan de doorbraak van PFAS voorkomen worden. Op het moment dat de concentratie na de eerste filter oploopt, kan de eerste filter afgevoerd worden en een nieuwe filter na de tweede filter geschakeld worden, waardoor de adsorptiecapaciteit van de filters optimaal benut wordt.

4.1. EVALUATIE WERKING ACTIEVE KOOL IN DE PRAKTIJK

Sinds 29/11/2024 werd de WZI uitgebreid met een trommelfilter en twee in serie geplaatste actieve koolfilters. De eerste actieve koolfilter zal gebruikt worden tot volledig verzadiging van de meest kritische PFAS parameter, waarbij de tweede filter dient om eventuele doorslag op te vangen. Met volledige verzadiging wordt bedoeld dat de ingaande en uitgaande concentraties gelijk zijn voor de meest kritische parameter.

De meest kritische PFAS parameter is degene die het eerst gemeten wordt in het effluent van de eerste actieve koolfilter. Er wordt verwacht dat dit PFBA is, aangezien dit de kortste PFAS parameter is (4 koolstofatomen) met de laagste affiniteit voor de actieve kool (carbonzuur). Op dit moment dient de eerste actieve koolfilter gewisseld te worden met een verse actieve koolfilter en wordt de tweede filter verschoven naar de eerste positie en de nieuwe filter wordt in serie geplaatst.

4.1.1. Maximale normen

Er werden sinds 12/10/2024 maandelijks 24-uurs, debietsproportionele stalen genomen van het geloosde effluent door een erkend labo. Op basis van de analyseresultaten kan vastgesteld worden dat Galloo Gent voldoet aan de lozingsnormen.

Ook voor alle 42 PFAS-parameters (WAC/IV/A/025) werden in geen van de 19 stalen waarden boven de geldende tijdelijke lozingsnormen vastgesteld, alsook niet boven de rapportagegrens.

4.1.2. Jaargemiddelde normen

Voor vier PFAS componenten werden naast de tijdelijk verleende maximale lozingsvoorwaarden ook jaargemiddelde normen toegevoegd. Het jaargemiddelde betreft het voortschrijdend rekenkundig gemiddelde van minstens maandelijkse metingen op PFAS op het geloosde bedrijfsafvalwater. In Tabel 5 wordt voor de PFAS parameters het gemiddelde weergegeven van de analyseresultaten van de voorbije twaalf maanden.

Het laatste staal werd genomen op 30/04/2026. Analyseresultaten onder de rapportagegrens werden als 0 beschouwd.

Alle PFAS parameters bevonden zich onder de tijdelijk vergunde jaargemiddelde normen.

Tabel 5: Aftoetsing van de gemiddelde concentratie van 4 PFAS parameters in het geloosde effluent uit de periode 10/12/2024-03/11/2025 aan de jaargemiddelde norm.

Parameter	Eenheid	Jaargemiddelde norm	Voortschrijdend gemiddelde
PFBA	µg/l	0,225	0,003
PFBS	µg/l	0,225	0,000
PFHxA	µg/l	0,030	0,000
PFPeA	µg/l	0,020	0,000

4.1.3. Ultrakorteketen PFAS

De ultra korte keten (UKK) PFAS werden zes maal geanalyseerd in het geloosde effluent en éénmaal voor en na de actieve koolfilters.

In het geloosde effluent wordt meerdere keren TFA en één keer PFPrA gemeten boven de rapportagegrens. In de stalen voor en na de AK filters (dd. 1-12-2025) worden andere UKK PFAS gemeten boven de rapportagegrens, namelijk PFPrA en TFMS. TFMS wordt 100% verwijderd door de AK filters, PFPrA voor 87%.

Dit wijst erop dat TFA en PFPrA niet afdoende door de AK filters verwijderd worden bij de huidige wisselfrequentie.

UKK PFAS (≤ 3 C-ketens) zoals zijn zeer mobiel en minder hydrofoob, waardoor ze minder goed op actieve kool adsorberen. Er wordt daarom geadviseerd om een bijzondere voorwaarde aan te vragen voor TFA en PFPrA na te gaan of bijkomende maatregelen mogelijk zijn. Op basis van andere cases schat Trevi dat het koolverbruik om ook deze parameters te verwijderen grootteorde drie maal hoger zou liggen. Andere mogelijke zuiveringstechnieken zijn onder meer ionenuitwisseling.

Voor de ultra korte keten PFAS wordt de toetswaarde gelijkgesteld aan de officiële rapportagegrens vastgelegd in WAC/IV/A/026 en gepubliceerd in Vlarem II, bijlage 4.2.5.2. Hiervoor is een overgangstermijn voorzien van 18 maanden, waardoor deze praktisch gezien van toepassing zijn in november 2026.

Tabel 6: Analyseresultaten UKK PFAS boven rapportagegrens in het geloosde effluent in 2025-2026. Gekeurde waarden zijn in overschrijding van de geldende lozingsnorm. Rode waarden vallen buiten de meetonzekerheid.

Parameter	Eenheid	15/07/2025	19/08/2025	16/09/2025	21/10/2025	19/11/2025	16/12/2025	21/04/2026	19/05/2026
TFA	µg/l	11	12	16	9,7	5,4	<4	5,3	<4
PFPrA	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,98	0,56	<0,5	5,7

Tabel 7: Analyseresultaten van de UKK PFAS in het influent en effluent van de AK filters op 01-12-2025. Gekeurde waarden zijn in overschrijding van de geldende lozingsnorm. Rode waarden vallen buiten de meetonzekerheid. Oranje waarden vallen binnen de meetonzekerheid.

Parameter	Eenheid	Influent AK 1	Effluent AK 1	Effluent AK 2	Verwijdering
TFA	µg/l	<4	<4	<4	-
PFPrA	µg/l	7,3	1	0,92	87%
PFPrS	µg/l	<1	<1	<1	-
TFMS	µg/l	0,5	<0,5	<0,5	100%
PFEtS	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-
2,3,3,3-TFPA	µg/l	<2,5	<2,5	<2,5	-
2,2,3,3-TFPA	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-

4.1.4. Belading en standtijd, verwijderingsefficiëntie

Sinds eind november 2024 wordt de werking van de actieve koolfiltratie opgevolgd door minstens maandelijkse PFAS en CZV metingen voor en na de actieve koolfilters.

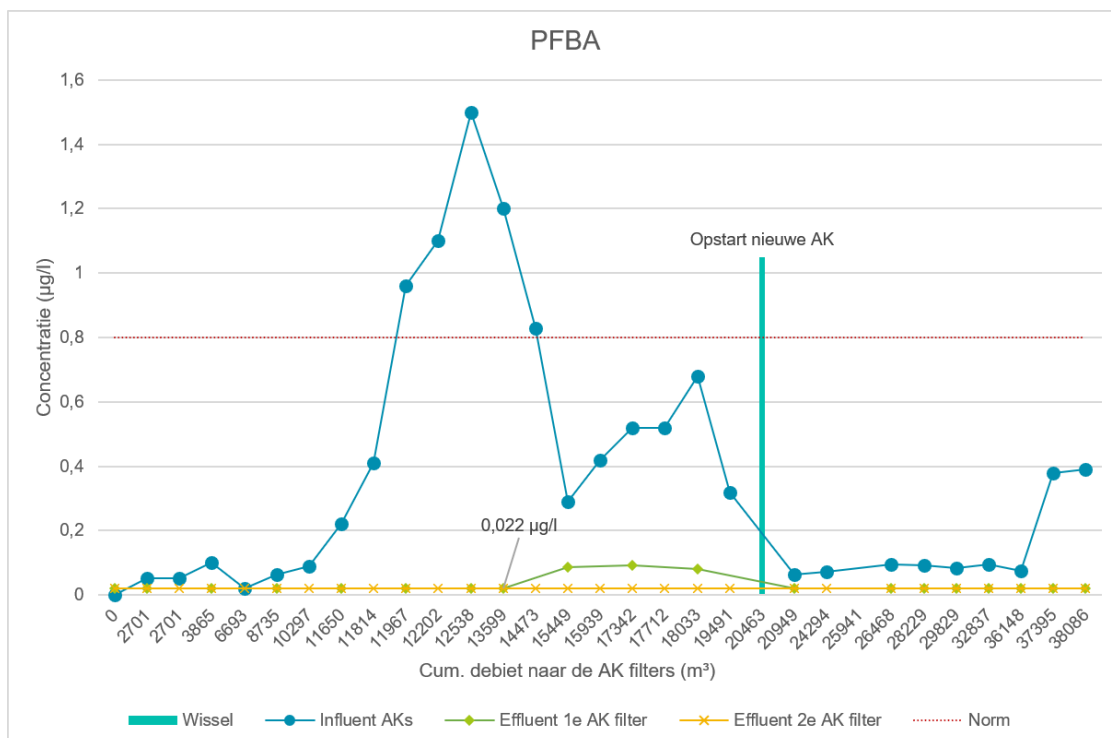
Door middel van de debieten afvalwater die verwerkt worden over de actieve koolfilters en de concentratie gemeten in het water na de trommelfilter, na AK filter 1 en na AK filter 2 kan de belading van de filters berekend worden.

Er wordt aangenomen dat de AK verzadigd is met een bepaalde component als de concentratie na de AK filter groter of gelijk is aan de concentratie voor de AK filter (i.e. volledige doorbraak).

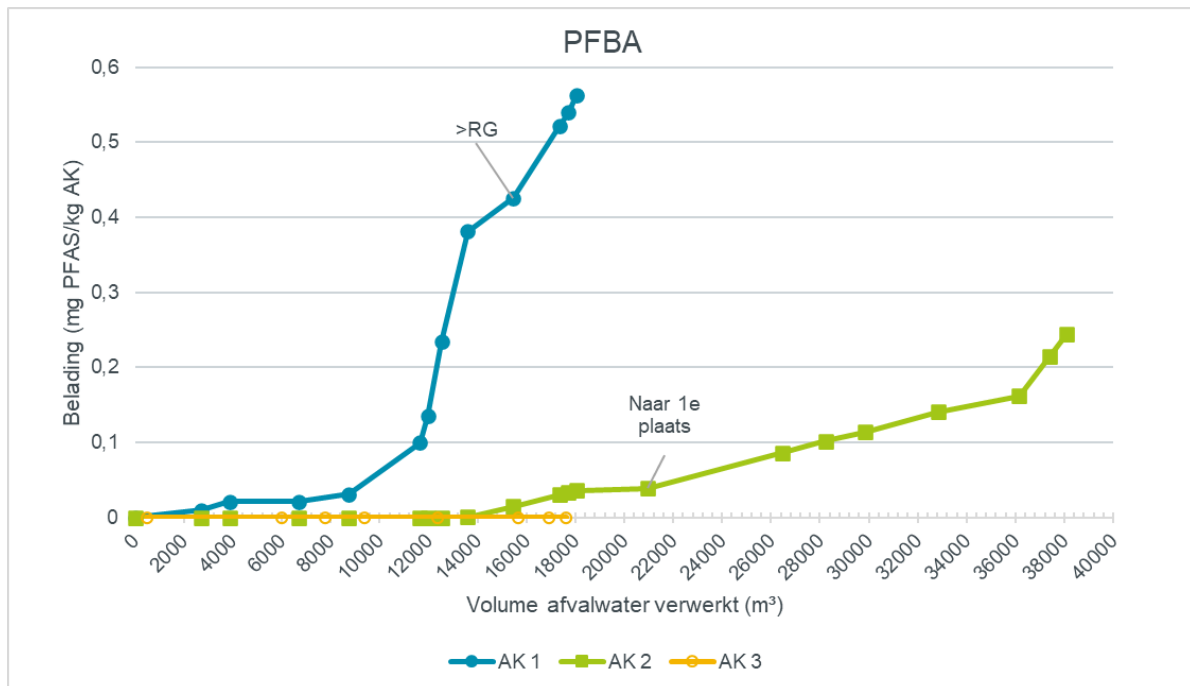
Aangezien de waterzuivering hemelwater verwerkt en het niet altijd evenveel regent, lijkt het aangewezen om de resultaten uit te drukken op basis van de verwerkte hoeveelheid water en niet op basis van de standtijd van de AK filters.

4.1.4.1. Belading PFAS

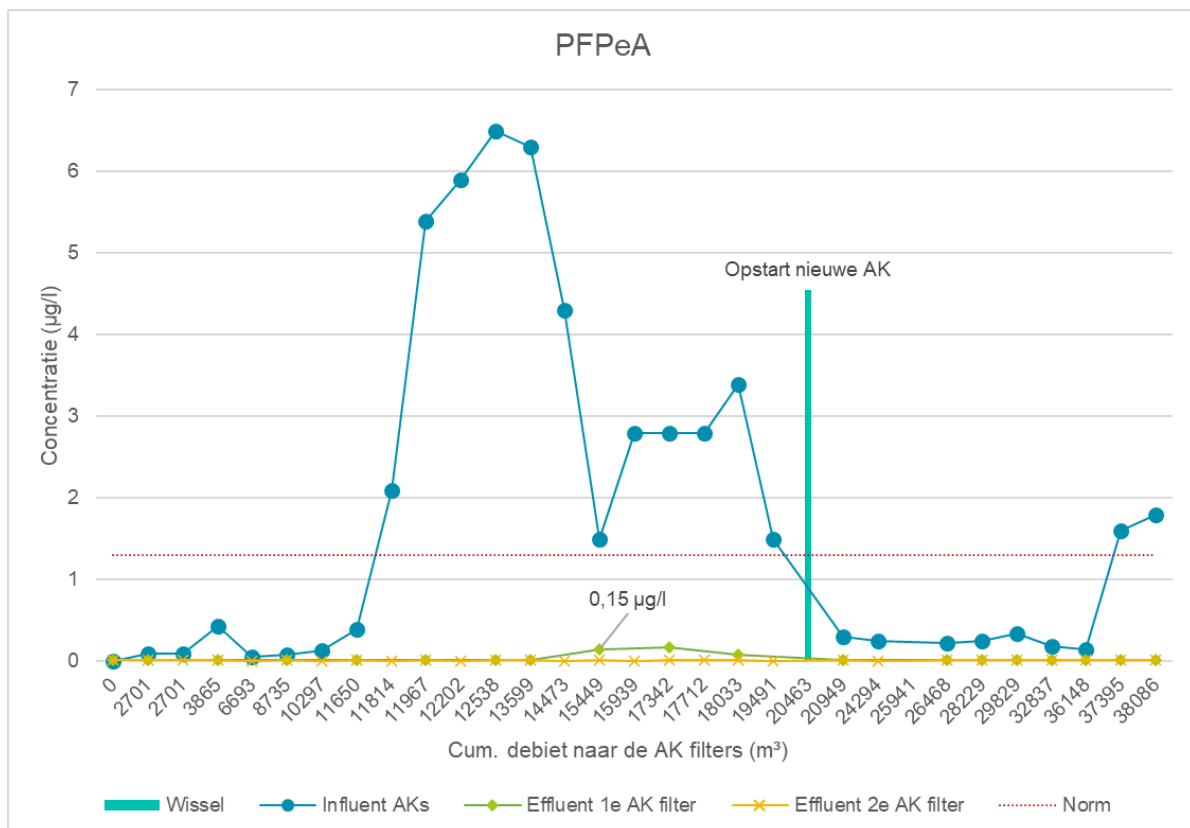
Uit de maandelijkse analyses op het afvalwater voor de eerste AK filter en na de eerste en tweede actieve koolfilter blijkt dat PFBA en PFPeA, als korte, meest mobiele PFAS parameters in de WAC/IV/A/025, als eerste gemeten worden boven de rapportagegrens. Deze PFAS parameters kunnen dus dienen als indicator voor de wissel van de AK filter op de eerste plaats. Figuur 2 en Figuur 4 tonen de concentratie PFBA en PFPeA in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.



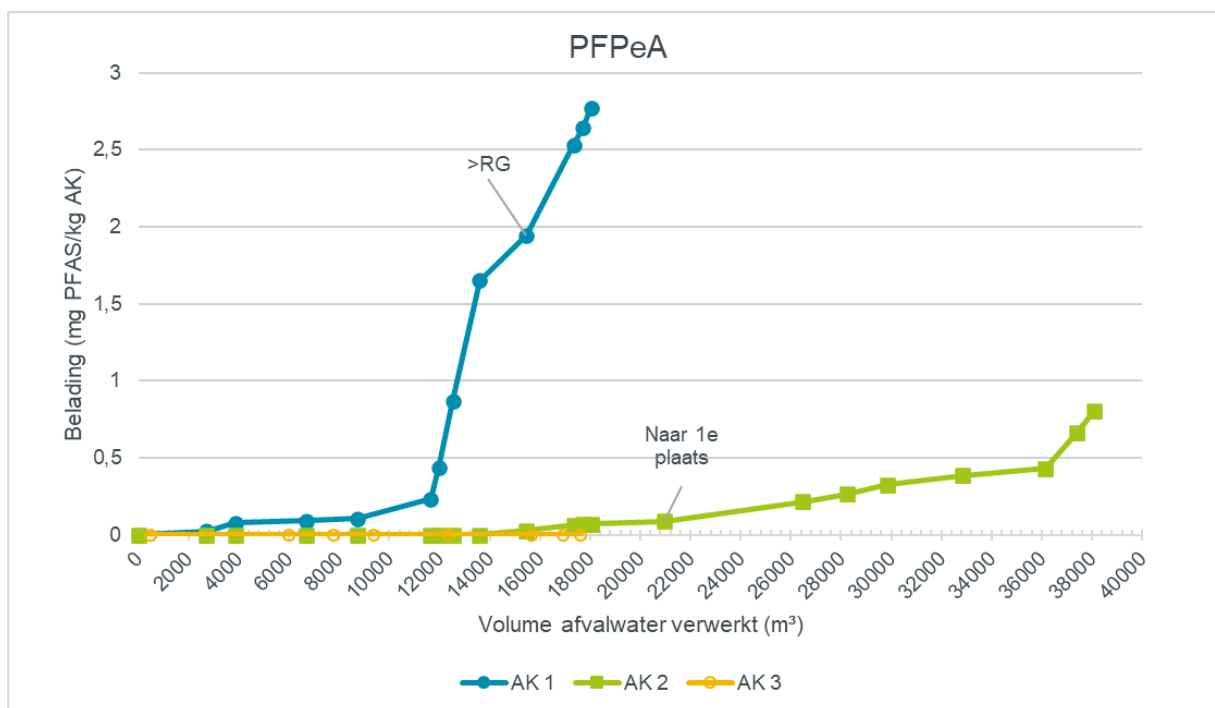
Figuur 2: De concentratie PFBA in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.



Figuur 3: Berekende PFBA belading van de verschillende koolfilters.



Figuur 4: De concentratie PFPeA in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.



Figuur 5: Berekende PFPeA belading van de verschillende koolfilters.

PFBA als korte keten PFAS (4C atomen) en meest mobiele op actieve kool vertoont na verwerking van 13 600 m³ water over de AK filter op de eerste plaats als eerste PFAS component doorbraak boven de rapportagegrens (Figuur 2 en Tabel 8). Na 15 500 m³ werd ook PFPeA gemeten boven de rapportagegrens in het effluent van de eerste actieve koolfilter (Figuur 4).

Omwille van een lek in de eerste AK filter, werden na ongeveer 20 000 m³ beide AK filters gedraineerd en een nieuwe filtertank werd voorzien voor de AK op de eerste plaats. De actief kool uit AK 1, was op dit moment nog niet verzadigd, maar toch werd deze afgevoerd en de actief kool uit AK 2 op de eerste plaats gezet en een verse filter (AK 3) op de tweede plaats. Dit was dus in zekere zin voortijdig. Ondertussen werd reeds 38 000 m³ verwerkt over AK 2, zonder PFAS te meten in het effluent boven de rapportagegrens.

Tabel 8, Figuur 3 en Figuur 5 geven de belading van de verschillende AK filters weer. Er wordt vastgesteld dat doorbraak boven de rapportagegrens in de AK filter op de 1^e plaats optreedt bij een belading van 0,38 mg PFBA/kg AK. Verzadiging treedt niet op en een belading van grootteorde 0,5 mg PFBA/ kg AK kon alvast bereikt worden op de eerste filter zonder doorslag boven de rapportagegrens in het effluent van de tweede actieve koolfilter.

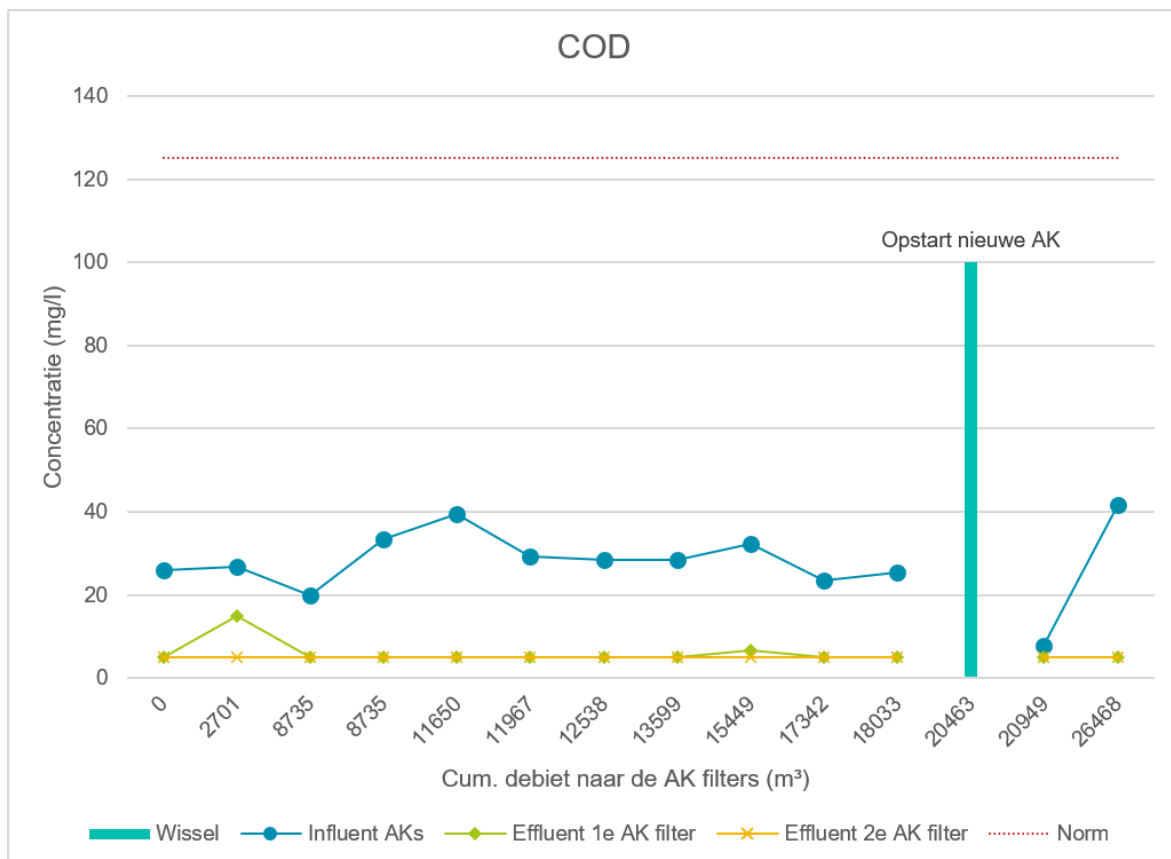
Tabel 8: Het verwerkt volume door de AK filters bij doorbraak van PFBA of PFPeA boven de rapportagegrens en bij verzadiging en de belading van de AK filter op dat moment. *nog geen doorbraak boven RG of verzadiging gemeten.

Tijdstip	Naam AK filter	Volume verwerkt (m³)			Belading (mg PFAS/ kg AK)	Belading (kg COD/ kg AK)
		AK 2 ^e plaats	AK 1 ^e plaats	Totaal		
Doorbraak PFBA	AK 1	-	13 600	13 600	0,38	0,03
Verzadiging PFBA		-	>20 500*	>20 500*	>0,56*	>0,04*
Doorbraak PFBA	AK 2	>20 500*	>17 600*	>38 000*	>0,24*	>0,06*
Verzadiging PFBA		>20 500*	>17 600	>38 000*	>0,24*	>0,06*
Doorbraak PFBA	AK 3	>17 600*			0	0
Verzadiging PFBA		>17 600*			0	0
Doorbraak PFPeA	AK 1	-	15 500	15 500*	1,95	0,04
Verzadiging PFPeA		-	>19 500*	>20 500*	>2,77*	>0,04*
Doorbraak PFPeA	AK 2	>20 500*	>17 600*	>38 000*	>0,81*	>0,06*
Verzadiging PFPeA		>20 500*	>17 600	>38 000*	>0,81*	>0,06*
Doorbraak PFPeA	AK 3	>17 600*			0	0
Verzadiging PFPeA		>17 600*			0	0

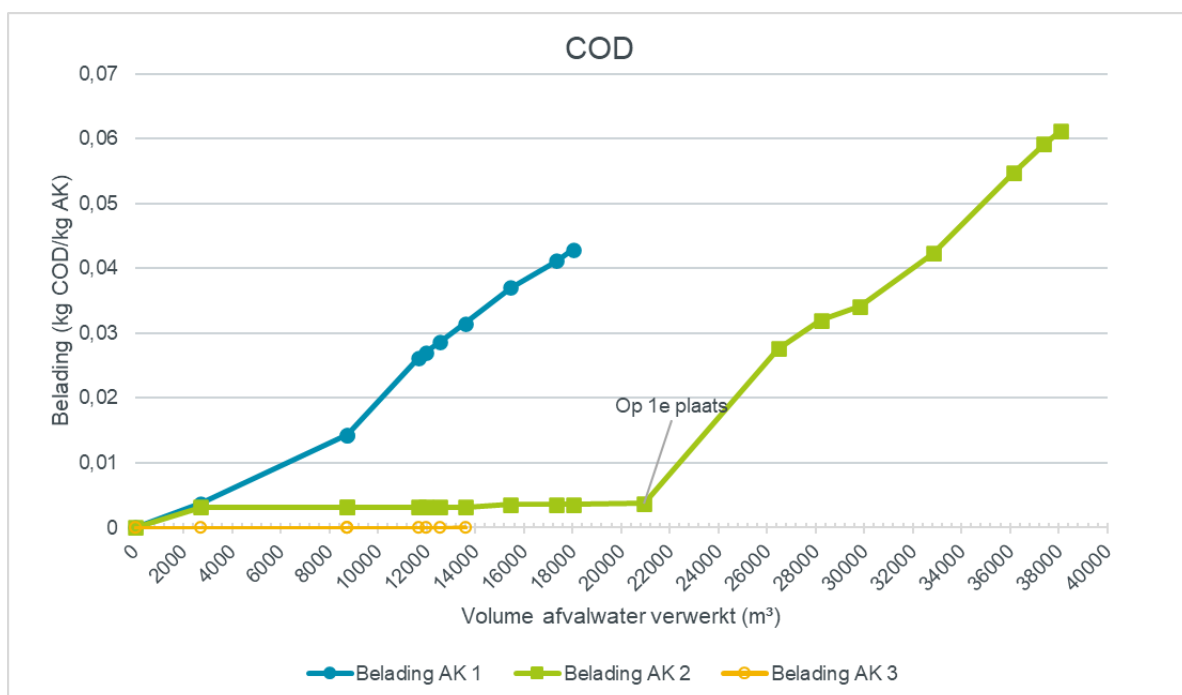
4.1.4.2. Belading COD

Voor COD wordt in de eerste actieve koolfilter (AK1) geen verzadiging vastgesteld na verwerking van 38 000 m³ afvalwater, i.e. de huidige hoeveelheid water verwerkt door AK 2. De belading op AK 2 bedraagt momenteel bedroeg op dat moment 0,06 kg CZV/kg AK. Dit is nog veel lager dan de gemiddeld verwachte CZV belading van 0,2 kg CZV/ kg AK bij verzadiging voor CZV.

Er lijkt geen duidelijke correlatie te zijn tussen de COD belading van de actieve koolfilter en de PFBA belading of doorbraak. De COD belading van de AK filters bevond zich tussen 0,03 kg COD/kg AK op het moment van doorbraak met PFBA op AK 1. Voorlopig zijn er slechts data beschikbaar van twee actieve koolfilters en is de actieve koolfilter niet gewisseld geweest op het moment van verzadiging. Er is meer data nodig om de wisselfrequentie van de filters op het volume verwerkt afvalwater te baseren.



Figuur 6: De concentratie COD in het afvalwater naar de AK filters, effluent van de eerste en tweede filter in functie van het volume afvalwater verwerkt door de filters.



Figuur 7: Berekende COD belading van de verschillende koolfilters.

4.1.5. Haalbare verwijderingsrendementen

In de nota door de erkend deskundige (Witteveen+Bos, 2024) bij de vergunningsaanvraag in 2024 werd op basis van gemodelleerde verwijderingsrendementen voor de PFAS-verbindingen een onvolledige verwijdering ingeschat (Tabel 9).

Tabel 10 geeft de gemiddelde verwijderingsrendementen weer voor de verschillende PFAS en COD van de tertiaire zuivering in de praktijksituatie. De verwijderingsefficiëntie werd berekend door waarden lager dan de detectielimiet te beschouwen als 0 µg/l.

Tabel 4.1 Gemodelleerde verwijderingsrendementen (met actief koolfiltratie) voor de PFAS-verbindingen waarvoor een niet volledige verwijdering¹ ingeschat wordt. Voor deze 4 korte keten-PFAS-verbindingen is in hoofdstuk 5 een normvoorstel uitgewerkt.

	PFAS-verwijdering nieuwe tertiaire waterzuivering	
	JG verwijderingsefficiëntie	Worst case verwijderingsefficiëntie
PFBA	41 %	0 %
PFPeA	85 %	31 %
PFHxA	97 %	69 %
PFBS	98 %	84 %

Tabel 9: Inschatting van de jaargemiddelde verwijderingsefficiëntie en worst case verwijderingsefficiëntie (ingeschat bij einde optimale standtijd). Bron: Nota evaluatie & motivatie het PFAS-normenkader, Witteveen+Bos,2024.

Tabel 10: Gemiddelde COD en PFAS-verwijdering tertiaire zuivering.

Parameter	Gemiddelde zuiveringsefficiëntie over twee filters in serie	
	AK 1-AK2	AK 2-AK3
COD	82%	77%
PFBA	100%	100%
PFPeA	100%	100%
PFHxA	100%	100%
PFBS	100%	100%

De gemiddelde zuiveringsrendementen zijn voor alle PFAS parameters hoger dan initieel gemodelleerd door Witteveen+Bos. De actieve koolfilters presteren dus beter dan verwacht en de tertiaire zuivering kan minstens 20 000 m³ afvalwater verwerken per filterwissel zonder PFAS te lozen boven de rapportagegrens. De oorzaak van de overschrijdingen op 26/10/2025 wordt nog onderzocht.

4.1.6. Conclusie en bepaling wisselfrequentie AK filters

Twee actieve koolfilters in serie kunnen PFAS uit het afvalwater van Galloo Gent verwijderen tot onder de rapportagegrens. Er kan tot minstens grootteorde 20 000 m³ afvalwater verwerkt worden zonder PFAS te lozen boven de rapportagegrens in het effluent van de AK filter op de 2^e plaats.

Een eerste mogelijkheid is om de wisselfrequentie af te stemmen op de PFBA belading van de eerste actieve koolfilter. Bij een belading 0,38 mg PFBA/kg AK op de eerste AK filter werd doorslag boven de rapportagegrens waargenomen, maar was de AK nog niet volledig verzadigd. Een wissel wordt idealiter pas uitgevoerd bij volledige verzadiging van de eerste AK filter (nog niet gebeurd) of vroeger, bij meting van PFAS boven de rapportagegrens in het effluent van de tweede actieve koolfilter. Voorlopig zijn er te weinig data om de wisselfrequentie op de belading te baseren.

Bovendien was de eerste actieve koolfilter niet tot volledige verzadiging blijven staan (wissel door lek), waardoor niet met zekerheid kan worden ingeschat na welke hoeveelheid verwerkt afvalwater de AK filter op de eerste plaats idealiter gewisseld moet worden. Er werd wel vastgesteld dat na 38 000 m³ nog geen overschrijdingen van de rapportagegrens plaatsvonden in het effluent van de tweede actieve koolfilter.

Een andere mogelijkheid is om het verwerkte debiet als een proxy te gebruiken voor bepaling van de wisselfrequentie. De PFAS concentraties in het influent van de AK filters waren echter niet constant, er was een zekere seizoenaliteit zichtbaar. Het verwerkte debiet is daarom mogelijk geen betrouwbare parameter om de wisselfrequentie op te baseren.

Aangezien er geen duidelijke correlatie is tussen de belading of COD concentratie en de PFAS concentratie in het effluent van de AK filters, wordt de CZV belading momenteel eveneens niet als indicator gebruikt om de wisselfrequentie te bepalen.

Door opvolging van de PFAS-verbindingen voor en na de AK filters en bepaling van de doorbraak boven de detectielimiet van de filter, wordt in de komende maanden de timing verfijnd om de AK filter op de eerste plaats te wisselen.

4.2. REACTIVATIE VERZADIGDE ACTIEVE KOOL

De verzadigde actieve kool kan gereactiveerd worden. Hierbij wordt de actieve kool behandeld in een reactivatieoven op hoge temperatuur waarbij de organische stoffen die werden geadsorbeerd, thermisch worden vernietigd. Voor reactivatie gelden echter acceptatievoorwaarden gebaseerd op de Europese POP verordening, naast eigen voorwaarden van de leverancier.

Deze stelt limieten voor metalen en bepaalde PFAS componenten, namelijk 50 000 µg/kg droge stof voor PFOS en 1000 µg/kg droge stof voor PFOA en PFHxS. Ook voor bepaalde zware metalen en andere elementen zijn er limieten waarboven het niet toegelaten is de verzadigde kool te reactiveren. Deze moet dan ter verbranding naar een extern gespecialiseerd bedrijf gestuurd worden en dit vertegenwoordigt een meerkost ten opzichte van reactivatie van de kool.

Bij de wissel van de eerste actieve koolfilter werden verhoogde concentraties metalen gevonden op de actieve kool. Hierdoor werden de geldende limieten voor reactivatie overschreden en diende deze actieve kool verbrand te worden, wat een meerkost betekende. De relevante PFAS waren aanwezig in concentraties lager dan de reactivatiecriteria, maar voor Zn werden de geldende limieten overschreden. De actieve kool van filter 1 kon daarom niet gereactiveerd worden.

Zand, slib en zwevende stoffen die vastzitten tussen de poriën van de AK of in de bovenste zone van de AK filter kunnen soms nog metalen bevatten. Deze metalen zitten hoogstwaarschijnlijk niet geadsorbeerd aan de actief kool maar zijn gebonden aan de zwevende stofdeeltjes.

Er werd aangeraden om voor de wissel zoveel mogelijk zwevende stoffen te verwijderen door de filter terug te spoelen. Hierbij wordt de actieve kool in de tegengestelde richting gespoeld met effluent opdat de zwevende stoffen uit de poriën gespoeld zouden worden.

AK 1 werd na drainage, teruggespoeld alvorens de leverancier deze terugnam voor reactivatie. In totaal werd er 34 m³ teruggespoeld met een variërend debiet tussen 6 en 50 m³/u. Er werd grotendeels aan 40 m³/u teruggespoeld.

Voor een goede verwijdering van zwevende stoffen wordt er best teruggespoeld aan een hoog debiet (>60 m³/u), maar de huidige pomptank om de filters terug te spoelen is te klein en de huidige pompen zijn beperkt in capaciteit. Een oplossing kan zijn een effluentbuffer (min. 25 m³) te plaatsen met afzonderlijke pomp om te spoelen.

5. CONCLUSIE EN BIJSTELLING NORMENKADER

Op de site van Galloo te Gent is het bedrijf actief in de recyclage van metaal. Het afvalwater is afkomstig van verontreinigd hemelwater en aflopend sproeiwater voor stofbestrijding en bevochtiging van schroot. Galloo beschikt over een waterzuivering bestaande uit voorbezinking, bufferbekken en een klassieke biologische waterzuivering.

Het gezuiverd afvalwater na de trommelfilter bevat 20 PFAS parameters uit het analysepakket WAC/IV/A/025. De andere 22 PFAS parameters worden telkens gemeten in concentraties onder de rapportagegrens. De concentraties van de verschillende gedetecteerde PFAS zijn niet constant. Daarnaast bevat het afvalwater na de trommelfilter eveneens de ultrakorte keten PFAS (analysepakket WAC/IV/A/026) TFA en PFPrA boven de rapportagegrens.

Het zuiveringsrendement van de actieve koolfilters werd opgevolgd via maandelijkse analyses op PFAS op het afvalwater voor en na de actieve koolfilters.

Voor de 42 PFAS parameters met een rapportagegrens in de Vlarem milieuwetgeving (WAC/IV/A/025) waren er geen overschrijdingen boven de geldende, tijdelijke lozingsnormen en ook niet boven de rapportagegrens. Voor zeven ultrakorte keten PFAS wordt vanaf 17/11/2026 eveneens een rapportagegrens van toepassing in Vlarem (WAC/IV/A/026).

PFPrA wordt na verwijdering van 87% nog steeds gemeten in het effluent van de zuivering. TFA wordt gemeten in concentraties hoger dan 2x de rapportagegrens. Dit wijst erop dat de UKK PFAS niet volledig door de AK filters verwijderd worden. UK PFAS (≤ 3 C-ketens) zoals TFA en PFPrA zijn zeer mobiel en minder hydrofoob, waardoor ze minder goed op actieve kool adsorberen.

Uit maandelijkse analyse van het afvalwater voor en na de actieve koolfilters gedurende 1,5 jaar blijkt dat met twee actieve koolfilters in serie de lange- en korte keten PFAS uit het afvalwater van Galloo Gent kunnen verwijderd worden tot onder de rapportagegrens, bij verwerking van minstens 20 000 m³ afvalwater per wissel.

De belading zou gebruikt kunnen worden om de wisselfrequentie te bepalen. Er zijn echter nog niet voldoende gegevens om de kritische belading vast te leggen. Op heden is geen enkele actieve koolfilter blijven staan tot volledige verzadiging. Om dit te bepalen en de belading op te volgen dienen regelmatig (vb. maandelijks) PFAS analyses te gebeuren op het influent en effluent van de filters.

Omdat de zuivering uitsluitend hemelwater verwerkt, zou het verwerkte debiet als een proxy gebruikt kunnen worden voor bepaling van de wisselfrequentie. De PFAS concentraties in het influent van de AK filters vertoonden echter een zekere seizoenaliteit, waardoor het verwerkte debiet mogelijk geen betrouwbare parameter is om de wisselfrequentie op te baseren. Er werd wel vastgesteld dat na 38 000 m³ nog geen overschrijdingen van de rapportagegrens plaatsvonden in het effluent van de tweede actieve koolfilter.

Het moment van doorslag van PFBA en/of PFPeA zal opnieuw bepaald worden, door opvolging van de PFAS-verbindingen voor en na de AK filters. Hierdoor zal in de komende maanden getracht worden om de range (verwerkt volume grootteorde 20 000 – 38 000 m³) te verkleinen en zo de eerste AK filter maximaal te benutten, terwijl verzekerd wordt dat alle PFAS in het effluent geloosd worden onder 20 ng/l. Wanneer de vooropgestelde benadering voor bepaling van de wisselfrequentie bevestigd wordt, kan overwogen worden om de analysefrequentie voor en tussen de filters af te bouwen.

Verder wordt geadviseerd, indien bovenstaande conclusies verder bevestigd worden, de bijzondere voorwaarden voor PFAS aan te vullen zoals weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11: Bijzondere lozingsvoorwaarden voor PFAS parameters

Parameter	Eenheid	MOZ	Jaargemiddelde norm	Maximale norm
TFA	µg/l	50%	-	15
PFPrA	µg/l	50%	-	6

Voor de ultrakorte PFAS parameters wordt aanbevolen om na te gaan wat de technische en economische haalbaarheid is om deze parameters eveneens te verwijderen. Dit kan enerzijds mits bijkomende actieve koolfiltratie (hogere wisselfrequentie en eventueel derde filter in serie) of anderzijds door na de koolfilters ionenwisselaars te plaatsen. In eerste instantie kan dit op laboschaal onderzocht worden.

6. REFERENTIES

2024 Witteveen+Bos, Nota evaluatie & motivatie het PFAS-normenkader *137669_07_TCN_motivat*
ie voorstel PFAS normenkader Galloo Gent_vB

*tre***vi**
ENVIRONMENTAL
SOLUTIONS

