



**RWS INFORMATIE**

## **Aanvullend onderzoek naar PFAS in afvalwaterlozingen**

Vervolgonderzoek op het RWS-rapport "Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater"

Datum 25 oktober 2021

Status DEFINITIEF

## Colofon

Uitgegeven door	Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) Veiligheid en Water Waterkwaliteit en Natuurbeheer
Auteur	dr. A.C.H. Jans, B. Rutten
Informatie	Helpdesk Water
Telefoon	088-7970790 (werkdagen van 9.00-17.00 uur)
Contact	<a href="https://www.helpdeskwater.nl/stel-vraag/">https://www.helpdeskwater.nl/stel-vraag/</a>
Datum	25 oktober 2021
Status	DEFINITIEF

## Samenvatting

PFAS is een groep van zeer slecht afbreekbare en mobiele chemische stoffen, die in sommige gevallen bioaccumulerend en toxisch zijn. Hoewel de stoffen van nature niet voorkomen, worden PFAS tegenwoordig wijd verspreid in het milieu aangetroffen. In dit rapport worden de resultaten van een vervolgonderzoek naar bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater beschreven<sup>1</sup>. Door dit vervolgonderzoek is het beeld van mogelijke PFAS-emissies completer geworden. Om een goed overzicht te geven, zijn ook de resultaten van het eerdere onderzoek in dit rapport opgenomen. In beide onderzoeken is het afvalwater van verschillende (industriële) branches steekproefsgewijs bemonsterd en geanalyseerd op PFAS. Ook zijn indicatieve jaarvrachten per lozer berekend.

Uit de metingen blijkt dat een aantal van de onderzochte branches verantwoordelijk lijkt voor een groot deel van de PFAS-jaarvrachten richting het oppervlaktewater. Dit geldt voor afvalwaterverwerkers (rwzi's en awzi's), oud-papierrecycling, blusactiviteiten, stortplaatsen en tankreinigers. Deze branches zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Hierbij is ook aangegeven welke opgetelde PFAS-concentraties er werden gevonden in het afvalwater. Daarnaast is een grove schatting gegeven van de mogelijke PFAS-jaarvracht per lozer. Deze emissiegegevens hebben betrekking op de individuele onderzochte bedrijven en dus niet op de gehele sector. Voor deze branches is het relevant om te onderzoeken waarvoor PFAS wordt gebruikt, of PFAS structureel vrijkomt en hoe lozing in het oppervlaktewater verminderd kan worden. Daarnaast zijn de branches weergegeven die mogelijk relevant zijn, maar waarvoor een uitgebreidere bemonstering nodig is om te kunnen stellen of er structureel PFAS vrijkomt. Tot slot kan PFAS in kleinere hoeveelheden ook vrijkomen bij andere branches; deze worden verder in het rapport toegelicht.

branche	aantal monsters	indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)	indicatieve PFAS-vracht per lozer (g/jaar)	opmerking
<b>Relevante bedrijven/branches voor PFAS-emissies</b>				
rwzi's	4	50 – 500	100 – 7500	
awzi's	3	50 – 3500	100 – 5500	
oud-papierrecycling	3	350 – 850	100 – 3500	
blusactiviteiten	4	850 – 10.000	0 – 2000	
stortplaatsen	2	3500 – 25.000	1600 – 1900	
tankreinigers	7	<rg – 3000	<rg – 100	afhankelijk van PFAS in de vervoerde vracht
<b>Mogelijk relevante bedrijven/branches voor PFAS-emissies</b>				
afvalstroom omgekeerde osmose	1	650	onbekend	afhankelijk van PFAS in het behandelde water
textielindustrie	1	400	onbekend	
verfproductie	1	250	onbekend	
biodieselproductie	1	350	onbekend	PFAS mogelijk door gebruik van blusschuim

<sup>1</sup> Dit rapport is een vervolg op het RWS-rapport 'Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater' uit 2020: [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_635403\\_31/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_635403_31/)

## Summary

PFAS is a group of very persistent and mobile chemicals, that are in some cases bioaccumulating and toxic. The substances are man-made and do not occur naturally, but are widespread in the environment. This report describes the results of a follow-up study into the sources of PFAS for the Dutch surface waters<sup>2</sup>. This follow-up study provides more information on possible PFAS emissions. In order to present a complete overview, this report also includes the results of the previous study.

In both studies, the research was performed by the analysis of PFAS in single wastewater samples of selected companies in several industrial sectors. In addition, indicative annual emissions were calculated.

The results show that a great deal of the PFAS loads seems to be caused by a limited number of the industries and activities investigated. These industries and activities are wastewater treatment (sewage treatment and industrial wastewater treatment), paper recycling, firefighting activities, landfills and tank cleaning. They are also listed in the table below, including indications for the total concentration of PFAS in the effluent. In addition, an estimated annual load is given per discharger. These emission data relate to the individual companies investigated and not to the sector as a whole. For these industries it is relevant to investigate what PFAS is used for, whether PFAS is discharged on a structural basis and how discharges into surface water can be diminished.

A few additional sectors might be relevant for PFAS emissions as well, but more samples are necessary to confirm this. These sectors are listed in the table below as well. PFAS can also be emitted in smaller quantities in other sectors; these are not listed in the table but are elaborated on in the report.

sector	number of samples	indicative PFAS concentration (ng/L)	indicative PFAS load per discharger (g/year)	comment
<b>Relevant sectors for PFAS emissions</b>				
sewage treatment plants	4	50 – 500	100 – 7500	
industrial wastewater treatment plants	3	50 – 3500	100 – 5500	
paper recycling	3	350 – 850	100 – 3500	
firefighting activities	4	850 – 10.000	0 – 2000	
landfills	2	3500 – 25.000	1600 – 1900	
tank cleaning	7	<LOQ – 3000	<LOQ – 100	depending on PFAS in the cargo

<sup>2</sup> This report is a follow-up of the Rijkswaterstaat report 'Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater' / 'Sources of PFAS for Dutch surface waters', 2020: [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_635403\\_31/1/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_635403_31/1/) (NL), [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_635407\\_31/1/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_635407_31/1/) (EN)

<b>sector</b>	<b>number of samples</b>	<b>indicative PFAS concentration (ng/L)</b>	<b>indicative PFAS load per discharger (g/year)</b>	<b>comment</b>
<b>Possibly relevant sectors for PFAS emissions</b>				
reverse osmosis concentrate	1	650	unknown	depending on PFAS in the treated water
textile industry	1	400	unknown	
paint production	1	250	unknown	
biodiesel production	1	350	unknown	PFAS possibly caused by use of firefighting foam

## Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
	<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Eigenschappen van PFAS	7
1.2	Bronnen van PFAS	7
<b>2</b>	<b>Doel en opzet van het onderzoek</b>	<b>10</b>
2.1	Doel van het onderzoek	10
2.2	Opzet en uitvoering van het onderzoek	10
2.3	Onderzochte branches	10
2.4	Analyse en stoffenpakket	11
<b>3</b>	<b>Resultaten &amp; discussie</b>	<b>12</b>
3.1	Blusactiviteiten	12
3.2	Kunststofindustrie	14
3.3	Was- en schoonmaakmiddelenproductie	14
3.4	Coatingsector	16
3.5	Tankreiniging	16
3.6	Afval en recycling	17
3.7	Overig	19
<b>4</b>	<b>Overzicht van beide RWS-onderzoeken</b>	<b>20</b>
4.1	PFAS als hulpstof	20
4.2	PFAS met toepassing in product	23
4.3	Afvalketen	25
4.4	Overig	28
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Lijst van afkortingen</b>	<b>35</b>
	<b>Bibliografie</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage 1. Analyse en stoffenpakket</b>	<b>39</b>
	<b>Bijlage 2. Vrachtberekeningen</b>	<b>42</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Eigenschappen van PFAS

Per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) zijn een groep van zeer stabiele water- en vetafstotende stoffen, die de oppervlaktespanning van een vloeistof sterk kunnen verlagen. Vanwege deze handige eigenschappen worden de stoffen al enkele decennia gebruikt voor diverse toepassingen, zoals in anti-aanbakpannen, blusschuim en waterafstotend textiel [1]. Inmiddels is bekend dat PFAS ook negatieve eigenschappen hebben: de stoffen zijn zeer persistent, mobiel en in sommige gevallen bioaccumulerend en toxisch [2] [3] [4]. Hoewel de stoffen van nature niet voorkomen, worden PFAS tegenwoordig wijd verspreid in het milieu aangetroffen.

## 1.2 Bronnen van PFAS

Om in kaart te brengen wat de oorsprong is van de PFAS in het milieu zijn diverse onderzoeken uitgevoerd. Rijkswaterstaat heeft in 2019/2020 een verkennend onderzoek gedaan naar de mogelijke bronnen van PFAS richting oppervlaktewater in Nederland [5]. De branches die in dat onderzoek bemonsterd zijn, worden weergegeven in Tabel 1. Bij een aantal van deze branches werd PFAS in het effluent aangetroffen; voor een aantal andere branches kon nog geen duidelijke uitspraak gedaan worden over de aanwezigheid van PFAS. In het algemeen gaf het onderzoek een eerste inzicht in mogelijke bronnen, geloosde hoeveelheden en typen PFAS, maar harde conclusies konden nog niet worden getrokken. Ook was in veel gevallen de herkomst van PFAS in het afvalwater niet duidelijk.

Naast de bemonsterde branches, is in Tabel 1 ook aangegeven welke aanvullende actie er nodig is voor het verkrijgen van meer inzicht in het vrijkomen van PFAS, of de mogelijke aanpak daarvan. Voor sommige branches is er in 2021 extra kennis ontstaan door het onderzoek van Arcadis naar PFAS in (consumenten)producten en afvalstromen [6]. De aanpak van branches waar PFAS met zekerheid vrijkomt loopt via het Actieprogramma PFAS, dat integraal zoekt naar handelingsperspectieven om de bronnen van PFAS in de leefomgeving aan te pakken [7].

**Tabel 1.** Overzicht van bemonsterde bedrijven per branche in het eerste RWS-onderzoek naar bronnen van PFAS voor het oppervlaktewater [5]. 'n' geeft het aantal genomen monsters weer. In de derde kolom is aangegeven of de bron relevant is voor PFAS richting het oppervlaktewater en in de laatste kolom staat welke aanvullende actie nodig is.

Branche	n	PFAS-bron voor oppervlaktewater?	Opmerking	Aanvullende actie
<b>Industriële toepassingen</b>				
Betonindustrie	6	Lijkt niet relevant		-
Kabelproducent	1	Lijkt niet relevant		-
Metaalindustrie	7	Lijkt niet relevant		-
Bandenproducent	1	Niet duidelijk		-
Kunstvezelproductie	2	Mogelijk		Extra bemonstering nodig
Papierindustrie	4	Ja		Aanpak via het Actieprogramma PFAS [7]
<b>Blusschuim</b>				
Schuimvormend middel	1	Ja	Er lopen initiatieven voor PFAS-vrij blusschuim.	Aanpak via het Actieprogramma PFAS [7] Bemonstering bij blustrainingscentra nodig

Branche	n	PFAS-bron voor oppervlaktewater?	Opmerking	Aanvullende actie
<b>Schoonmaak- en onderhouds-middelen</b>				
Carwash	1	Lijkt niet relevant		-
Run-off van snelwegen	3	Lijkt niet relevant		-
Productie van schoonmaak-middelen	1	Niet duidelijk		Extra bemonstering nodig
Productie van wasmiddelen en oppervlakte-actieve stoffen	1	Mogelijk		Extra bemonstering nodig
<b>Textiel</b>				
Stomerijen	1	Lijkt niet relevant		-
Productie van waterafstotend textiel	1	Mogelijk		Textiel, tapijt en leer zijn onderzocht door Arcadis [6]
<b>Voedsel-gerelateerde toepassingen</b>				
Anti-aanbakpannen	6	Lijkt niet relevant		Een verbod op het gebruik van PFAS in voedselverpakkingen is in voorbereiding [7]
<b>Afvalbranche</b>				
Afvalverbrandings-installaties (AVI's)	2	Niet duidelijk	Er is geen PFAS in het effluent aangetroffen, maar mogelijk zijn er door de verbranding niet-meetbare PFAS-verbindingen ontstaan.	Totaalfluoranalyse nodig
AVI-bodemassas	4	Niet duidelijk		-
Verwerkers van bouw-, sloop- en bedrijfsafval	2	Ja		
<b>Afvalwater-verwerking</b>				
Concentraat van omgekeerde osmose (OO)	1	Mogelijk		-
Rioolwater-zuiverings-installaties (rwzi's)	4	Ja	Onduidelijk is nog welk aandeel komt van huishoudelijk afvalwater, en welk aandeel van industrieel afvalwater.	In opdracht van de STOWA en IenW is onderzoek uitgevoerd naar PFAS in influent, effluent en zuiveringsslib van rwzi's [8].
Afvalwater-zuiverings-installaties (awzi's)	3	Ja	De hoeveelheid PFAS hangt sterk af van het type bedrijven dat is aangesloten op de awzi.	Aanpak via het Actieprogramma PFAS [7]



<b>Branche</b>	<b>n</b>	<b>PFAS-bron voor oppervlaktewater?</b>	<b>Opmerking</b>	<b>Aanvullende actie</b>
<b>Grondverwerking, -verzet en -stort</b>				
Bodemsanering	1	Niet duidelijk		-
Groot-grondverzet	1	Niet duidelijk		-
Stortplaatsen	2	Ja		Aanpak via de Taskforce PFAS [9]
<b>Overig</b>				
Regenwater	2	Lijkt niet relevant		-
Actief-kool- producent	1	Niet duidelijk		-
Tankreiniging	1	Mogelijk		Extra bemonstering

De uitgevoerde onderzoeken konden nog niet alle vragen over de bronnen van PFAS beantwoorden. Daarom heeft Rijkswaterstaat in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een vervolgonderzoek uitgevoerd. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

## 2 Doel en opzet van het onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd door Rijkswaterstaat WVL (Water, Verkeer en Leefomgeving) in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat-generaal Water en Bodem (IenW/DGWB). Deze werkzaamheden vinden plaats binnen de werkgroep Aanpak Opkomende Stoffen van DGWB. Er is samengewerkt met het laboratorium van RWS/CIV (Centrale Informatievoorziening), de RWS regionale organisatieonderdelen, Waterschap Brabantse Delta en Waterschap Zuiderzeeland.

### 2.1 Doel van het onderzoek

Er wordt steeds meer bekend over de diverse toepassingen van PFAS en manieren waarop PFAS in het milieu terecht kan komen. Dit beeld is echter nog niet compleet. Het doel van dit onderzoek is om via nieuwe afvalwaterbemonsteringen de kennis over routes van PFAS richting het Nederlandse oppervlaktewater verder te vergroten. Net als het eerste rapport gaat dit rapport niet in op risico's en normoverschrijdingen van PFAS.

### 2.2 Opzet en uitvoering van het onderzoek

In dit onderzoek zijn afvalwatermonsters genomen bij industriële branches die in het eerste onderzoek van Rijkswaterstaat niet of onvoldoende aan bod zijn gekomen. De bemonsterde bedrijven zijn geselecteerd op basis van *expert judgement* van RWS/WVL en handhavers enerzijds, en de mogelijkheid tot het uitvoeren van een bemonstering anderzijds. Onder deze bedrijven bevinden zich zowel directe als indirecte lozers. Waar mogelijk zijn er verzamelmonsters genomen over 24 uur, in de andere gevallen is een steekmonster genomen. Er is getracht om representatieve monsters te kiezen. Hoewel er gewerkt is met steekproeven en er geen volledige bemonsteringscampagne is uitgevoerd, dragen de resultaten toch bij aan het vergroten van de kennis over lozingen met PFAS.

### 2.3 Onderzochte branches

In Tabel 2 is een overzicht opgenomen van het aantal genomen monsters per branche in dit onderzoek.

**Tabel 2.** Overzicht van het aantal genomen monsters per branche.

<sup>a</sup>: S staat voor steekmonster, V24H staat voor een verzamelmonster over 24 uur.

<sup>b</sup>: D staat voor directe lozing, I staat voor indirecte lozing.

Branche	Aantal monsters	Type monster <sup>a,b</sup>	Opmerking
<b>Blusactiviteiten</b>			
blustrainingscentra	4	afvalwater, S/V24H	
<b>Kunststof</b>			
kunststofproductie	2	afvalwater, S, D+I	
<b>Schoonmaakmiddelen</b>			
productie van was- en schoonmaakmiddelen	4	afvalwater, S/V24H, D+I	

<b>Branche</b>	<b>Aantal monsters</b>	<b>Type monster<sup>a,b</sup></b>	<b>Opmerking</b>
<b>Coatingsector</b>			
aanbrengen van tefloncoatings	0	-	Dit type bedrijven heeft vaak geen natte toepassing, waardoor bemonstering van afvalwater niet mogelijk is.
verven	1	afvalwater, S, I	
<b>Tankreiniging</b>			
tankreinigers	8	afvalwater, S/V24H, D	In totaal zijn er 6 tankreinigings-bedrijven bemonsterd. Bij 2 van de bedrijven is voor één na het actieve-koolfilter een monster genomen.
<b>Afval en recycling</b>			
AVI's	3	afvalwater, S, D	Er zijn 2 AVI's voor huishoudelijk en restafval bemonsterd. Bij één AVI zijn 2 afvalwaterstromen bemonsterd.
recyclingsbedrijven	4	afvalwater, S, D	Er zijn 2 bedrijven bemonsterd. Bij één bedrijf zijn 3 monsters genomen na verschillende zuiveringsstappen.
<b>Overig</b>			
petrochemisch bedrijf	1	afvalwater, S, D	
productie van biodiesel	1	afvalwater, S, D	
productie van luchtfilters	1	afvalwater, S, I	

## 2.4

### Analyse en stoffenpakket

De afvalwatermonsters in dit onderzoek zijn met een doelstofanalyse geanalyseerd op een aantal PFAS-verbindingen. Deze analyses zijn uitgevoerd door het laboratorium AL-West met hun analysemethode voor oppervlaktewatermonsters. Het stoffenpakket is weergegeven in Bijlage 1. De rapportagegrens voor alle gemeten stoffen is 1 ng/L.

Er is gekozen voor de methode voor oppervlaktewatermonsters, omdat deze een lagere rapportagegrens heeft dan de methode voor afvalwatermonsters. In een aantal gevallen werden de lage rapportagegrenzen niet behaald, bijvoorbeeld door een te sterk matrixeffect of een te hoge concentratie van één van de gemeten PFAS-componenten.

### 3 Resultaten & discussie

Hieronder volgt een overzicht van PFAS-analyseresultaten in afvalwater per onderzochte branche. De concentraties van de PFAS-verbindingen zijn in ng/L weergegeven in tabellen. Om het geheel overzichtelijk te maken, is analoog aan de eerste rapportage een kleurencodering gehanteerd [5], gebaseerd op de concentratie per stof:

kleurencodering:	1-10 ng/L	10-100 ng/L	100-1000 ng/L	>1000 ng/L
------------------	-----------	-------------	---------------	------------

De rapportagegrenzen van de geanalyseerde stoffen zijn gegeven in Bijlage 1. Bij monsters waarvoor andere rapportagegrenzen gelden dan in de bijlage, is dit aangegeven in de resultatentabel.

Voor de meeste PFAS-verbindingen zijn geen oppervlaktewater- of lozingsnormen beschikbaar. Alleen voor PFOS, PFOA en HFPO-DA ("GenX") zijn oppervlaktewaternormen beschikbaar; deze zijn respectievelijk 0,65 ng/L, 48 ng/L en 118 ng/L [10] [11] [12]. PFAS-concentraties in oppervlaktewater variëren in Nederland tussen verschillende locaties en per PFAS-component tussen waarden onder de rapportagegrens en enkele nanogrammen per liter, met een enkele uitschieter naar boven [13].

Net als in de eerdere rapportage, zijn ook in dit onderzoek indicatieve jaarvrachten per gemeten PFAS-verbinding berekend voor de meeste bemonsterde bedrijven. Deze berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2. Er wordt in deze berekeningen van uitgegaan dat de PFAS-concentraties in het monster representatief zijn voor de lozingen over het gehele jaar. Dit hoeft niet het geval te zijn. Benadrukt moet worden dat deze berekende vrachten slechts indicatief zijn en mogelijk een onder- of overschatting geven. Deze waarden zijn dan ook alleen berekend voor vergelijkingsdoeleinden.

#### 3.1 Blusactiviteiten

De eigenschappen van PFAS zijn zeer geschikt om branden te blussen: de stoffen zijn hittebestendig en verlagen de oppervlaktespanning van vloeistoffen. Daardoor vormen ze bij vloeistofbranden een afdekkende laag, waardoor het vuur dooft [14]. Om deze redenen bevat schuimvormend middel (SVM) voor blusschuim vaak PFAS. In het verleden was dit vaak PFOS; inmiddels is die stof vaak vervangen door 6:2 fluortelomeersulfonaat (6:2 FTS) [1]. Daardoor is blusschuim een significante bron voor PFAS richting het milieu [15]. Brandweer Nederland onderzoekt of er overgestapt kan worden op PFAS-vrij blusschuim [16].

In het eerste RWS-onderzoek naar bronnen van PFAS is één monster onverdund SVM geanalyseerd, en dit bevatte hoge concentraties van de stof 6:2 FTS [5]. Daarnaast werden ook de stoffen PFBA, PFPA en PFBS aangetroffen. Dit betekent dat deze stoffen in het milieu terecht kunnen komen bij het blussen van een brand. SVM wordt meestal in een verdunning van 3 – 6% gemengd met schoon bluswater om blusschuim te vormen.

Voor calamiteitenoefeningen moet fluorvrij oefenschuim worden gebruikt [17]. Het is echter niet duidelijk of dit overal wordt toegepast. Bovendien is het waarschijnlijk dat er in het verleden wel PFAS-houdend SVM werd gebruikt op oefenlocaties. Door het persistente karakter van PFAS is het mogelijk dat dit nog steeds in het afvalwater

terecht komt. Daarom zijn voor dit onderzoek een aantal blustrainingslocaties onderzocht. De analyseresultaten zijn weergegeven in Tabel 3.

**Tabel 3.** Analyseresultaten van afvalwater van blustrainingslocaties (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTiDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPeS	L_PFHxS	Br_PFHxS	L_PFHpS	L_PFOS	Br_PFOS	L_PFINs	L_PFDS
blus 1	530	2300	2100	770	100	110	44,0	22,0	3,40	<rg	<rg	49,0	37,0	160	30,0	16,0	440	240	<rg	<rg
blus 2	47,0	140	110	41,0	33,0	9,70	6,70	2,80	<rg	<rg	<rg	9,10	2,20	13,0	2,50	1,20	53,0	19,0	<rg	<rg
blus 3	70,0	<rg	<rg	<rg	34,0	10,0	3,10	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	17,0	8,70	130	65,0	<rg	<rg
blus 4	270	1000	890	310	280	13,0	2,10	1,80	<rg	<rg	<rg	12,0	13,0	670	90,0	10,0	2000	740	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OHS
blus 1	1,60	<rg	<rg	1,90	3200	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
blus 2	5,20	<rg	<rg	<rg	310	37,0	<rg	1,90	<rg	<rg	<rg
blus 3	<rg	<rg	<rg	<rg	3100	100	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
blus 4	<rg	<rg	<rg	<rg	870	6,50	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

De monsters 'blus 1' en 'blus 2' zijn genomen bij veiligheidscentra waar onder andere blusoefeningen worden gehouden. Het gebruikte bluswater van het oefenterrein wordt verzameld in een bassin. Uit deze bassins is een steekmonster gehaald en dit is geanalyseerd op PFAS. De resultaten laten zien dat het water van 'blus 1' diverse PFAS-bevindingen bevat. De stof 6:2 FTS is aanwezig in de hoogste concentratie (3200 ng/L); daarna volgen de stoffen PFPA (2300 ng/L) en PFHxA (2100 ng/L). Daarnaast bevat het water bijna alle polyfluoralkylcarbonzuren (PFCA's) en polyfluoralkylsulfonzuren (PFSA's) waarop geanalyseerd is in concentraties van tientallen of honderden nanogrammen per liter. Hoewel PFOS vervangen zou moeten zijn, komt ook deze stof in het afvalwater voor (440 en 240 ng/L voor lineair en vertakt PFOS, respectievelijk). Dit kan ook veroorzaakt worden door blusactiviteiten in het verleden.

Ook het water van 'blus 2' bevat veel verschillende PFAS-verbindingen, hoewel de concentraties veel lager liggen dan bij 'blus 1'. Opgemerkt moet worden dat dit niet per se iets zegt over de daadwerkelijke hoeveelheid PFAS, omdat de concentraties ook afhangen van de gebruikte hoeveelheid bluswater. Net als bij 'blus 1', bevat het water bij 'blus 2' de stof 6:2 FTS in de hoogste concentratie (310 ng/L).

Het monster 'blus 3' is het effluent van de waterzuivering van een defensierrein. Defensierreinen en luchthavens worden in de literatuur genoemd als bron van PFAS door de blustrainingsactiviteiten [14] [15]. Ook het afvalwater van dit defensierrein bevat de stof 6:2 FTS in een concentratie van 3100 ng/L; vermoedelijk is dit afkomstig uit blusschuim. Daarnaast zijn de stoffen PFBA, PFOA, PFOS en 8:2 FTS gevonden in concentraties van tientallen nanogrammen per liter.

Het laatste monster ('blus 4') is genomen bij een olieterminal. Olieterminals hebben vaak een blustrainingsterrein, waarbij blusschuim kan vrijkomen op de bodem. Ook kan PFAS-houdend blusschuim bij olieterminals worden gebruikt bij de bestrijding van calamiteiten. Bij de olieterminal 'blus 4' wordt grondwater onttrokken om verspreiding van verontreinigingen naar nabij gelegen locaties tegen te gaan. Dit water wordt gezuiverd geloosd. 'Blus 4' geeft de analyseresultaten van het effluent van de waterzuivering. Het water bevat hoge concentraties PFOS (2000 ng/L lineair en 740 ng/L vertakt PFOS) en 6:2 FTS (870 ng/L). Daarnaast zijn ook andere PFAS-verbindingen gevonden in concentraties oplopend tot 1000 ng/L.

De analyseresultaten van deze vier blustrainingslocaties laten zien dat het water dat hierbij vrijkomt vaak hoge concentraties PFAS bevat, met name de stoffen 6:2 FTS en PFOS. De gebruikte waterzuivering bij 'blus 4' is niet afdoende om deze PFAS uit het afvalwater te verwijderen.

In Bijlage 2 zijn indicatieve vrachtberekeningen uitgevoerd voor de blustrainingslocaties. De debieten van de locaties 'blus 1' en 'blus 3' liggen rond de 11.000 m<sup>3</sup> per jaar. De jaarlijkse vrachten PFAS die per locatie kunnen vrijkomen variëren daarmee per component tussen enkele milligrammen tot enkele tientallen grammen PFAS. De indicatieve jaarvracht van de stof 6:2 FTS ligt voor beide locaties rond 35 gram. Voor de locatie 'blus 2' is aangegeven dat het water wordt opgevangen in een bassin en niet wordt geloosd. 'Blus 4' heeft daarentegen het hoogste debiet van de vier locaties en hier lopen de indicatieve vrachten per PFAS-component op tot enkele honderden grammen per jaar. De geschatte vracht PFOS is bij dit bedrijf meer dan 700 gram per jaar (543 g L\_PFOs en 201 Br\_PFOs).

### 3.2 Kunststofindustrie

In het eerste RWS-onderzoek naar bronnen van PFAS kwam naar voren dat het afvalwater van kunstvezelproducenten mogelijk PFAS kan bevatten [5]. Door het beperkte aantal monsters kon deze conclusie echter niet met zekerheid gesteld worden. Om deze reden is in dit onderzoek het afvalwater van twee extra bedrijven bemonsterd en geanalyseerd op PFAS (Tabel 4).

**Tabel 4.** Analyseresultaten van effluënten van bedrijven in de kunststofindustrie (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTfDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPeS	L_PFHxS	Br_PFHxS	L_PFHpS	L_PFOs	Br_PFOs	L_PFNs	L_PFDs
kunststof 1	20,0	2,60	12,0	4,80	16,0	6,40	18,0	4,70	11,0	2,20	1,00	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
kunststof 2	3,70	<rg	<rg	<rg	1,80	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	12,0	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DOHA	9Cl-HF3ONS	11Cl-HF3OUBS
kunststof 1	<rg	<rg	<rg	<rg	7,60	17,0	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
kunststof 2	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

Het monster 'kunststof 1' is genomen bij een productielocatie van synthetische polymeergarens. Hier zijn in het afvalwater verschillende PFAS-verbindingen aangetroffen in concentraties tussen de 1 en 20 ng/L. Het monster 'kunststof 2' is het afvalwater van een bedrijf dat plastic recyclet. Dit afvalwater bevatte slechts drie van de gemeten PFAS-verbindingen, waarvan L\_PFBs met 12,0 ng/L in de hoogste concentratie aanwezig was. De analyseresultaten van deze monsters zijn in lijn met de resultaten uit het eerdere onderzoek. Dit betekent dat PFAS in deze branche mogelijk vrij kunnen komen, maar slechts in lage concentraties.

Voor het bedrijf 'kunststof 1' is geen debiet bekend en kunnen geen vrachtberekeningen uitgevoerd worden. De lage PFAS-concentraties bij 'kunststof 2' leiden tot lage indicatieve jaarvrachten. Voor alle gevonden PFAS-componenten komt de geschatte vracht uit op minder dan een halve gram per jaar.

### 3.3 Was- en schoonmaakmiddelenproductie

Omdat PFAS vet-afstotende eigenschappen heeft en bovendien de oppervlaktespanning van vloeistoffen sterk kan verlagen, kan PFAS worden toegevoegd aan schoonmaakmiddelen [18]. In het eerste RWS-onderzoek zijn twee

producenten van was- en schoonmaakmiddelen bemonsterd. Eén van deze monsters kon niet geanalyseerd worden door problemen met de matrix [5]. Het monster dat wel geanalyseerd is bevatte PFAS, maar het bedrijf kon de oorsprong hiervan niet duiden. Het bedrijf gaf wel aan dat er in de periode voor de bemonstering incidenteel blusschuim is gebruikt. De typische stof die veel in blusschuim voorkomt (6:2 FTS) zat helaas niet in het analysepakket voor dit monster, waardoor niet duidelijk is of de aangetroffen PFAS afkomstig was uit het productieproces of van het blusschuim. Dit monster gaf dus geen duidelijkheid over het mogelijke vrijkomen van PFAS bij de productie van was- en schoonmaakmiddelen.

In het huidige onderzoek is het afvalwater van vier andere producenten van was- en schoonmaakmiddelen bemonsterd en op PFAS geanalyseerd (Tabel 5). 'Schoon 1' en 'schoon 2' zijn producenten van was- en schoonmaakmiddelen. Het bedrijf 'schoon 3' produceert oppervlakte-actieve stoffen die worden gebruikt als grondstof voor was- en reinigingsmiddelen, maar ook als proceschemicaliën voor de textiel- en papierindustrie. Het bedrijf 'schoon 4' produceert emulgeermiddelen, detergents en dispergeermiddelen voor onder andere de wasmiddelen-, papier- en textielindustrie.

**Tabel 5.** Analyseresultaten van effluenten van was- en schoonmaakmiddelenproducenten (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUNA	PFDoA	PFTtDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPes	L_PFHxS	BF_PFHxS	L_PFHpS	L_PFOs	BF_PFOs	L_PFNs	L_PFDs
schoon 1	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	2,30	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<rg	<10,0	<10,0	<10,0	<rg	<10,0
schoon 2	12,0	<2,00	13,0	4,00	4,50	<2,00	2,70	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	7,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
schoon 3	2,90	<rg	<rg	<rg	2,60	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 4	3,60	3,70	3,40	1,20	2,00	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	3,80	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOBA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	SCI-PF3ONS	11C-PF3OLU5
schoon 1	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
schoon 2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
schoon 3	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 4	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

De analyseresultaten laten zien dat er slechts lage concentraties PFAS in de effluenten van deze bedrijven zijn aangetroffen. Van de monsters 'schoon 1' en 'schoon 2' was de matrix te geconcentreerd om de lage rapportagegrenzen te behalen. Wel is duidelijk dat de concentraties van alle gemeten stoffen lager is dan 10 ng/L. Het monster 'schoon 2' bevat iets meer dan 10 ng/L PFBA en PFHxA; de concentraties van de andere stoffen liggen onder de 10 ng/L. De effluenten van 'schoon 3' en 'schoon 4' bevatten slechts heel lage concentraties PFAS.

De lage PFAS-concentraties in de effluenten bij producenten van schoonmaakmiddelen leiden tot lage PFAS-vrachten. De berekende jaarvrachten liggen voor deze bedrijven lager dan 0,2 g/jaar voor alle aangetroffen PFAS-verbindingen.

Deze analyseresultaten laten zien dat er slechts heel weinig PFAS vrijkomt bij de bemonsterde bedrijven. Dit kan betekenen dat de PFAS die is gevonden in het effluent van de producent van was- en schoonmaakmiddelen in het eerste onderzoek afkomstig is van het gebruikte blusschuim. Op basis hiervan lijkt de productie van was- en schoonmaakmiddelen niet relevant voor PFAS richting het oppervlaktewater.

### 3.4 Coatingsector

De coatingbranche is niet onderzocht in het eerste RWS-rapport [5]. Bij deze branche kan bijvoorbeeld worden gedacht aan bedrijven die een coating van polytetrafluorethyleen, ook wel Teflon™, op producten als bakplaten aanbrengen. Voor de productie van het fluorpolymeer polytetrafluorethyleen worden PFAS-verbindingen als hulpstof gebruikt [19]. Het is mogelijk dat deze hulpstoffen zich nog in het polymeer bevinden en dat deze vrijkomen bij verwerking van het polymeer. Er is geprobeerd om dit soort coatingbedrijven te bemonsteren, maar het bleek dat bij deze bedrijven vaak geen natte bewerking plaatsvindt. Dat betekent dat er geen afvalwater vrijkomt dat bemonsterd kan worden. Het vrijkomen van PFAS richting oppervlaktewater bij het aanbrengen van tefloncoatings is daarom niet onderzocht.

Een ander type coating dat kleine hoeveelheden PFAS kan bevatten is verf [18] [20] [21]. Het afvalwater van één verfproducent is bemonsterd en geanalyseerd op PFAS (Tabel 6). Dit afvalwater wordt niet direct geloosd, maar per vrachtwagen afgevoerd naar een rwzi. Om hoeveel afvalwater het gaat, is niet precies duidelijk. Vanwege een te geconcentreerde matrix konden de gewenste lage rapportagegrenzen niet worden behaald. Desondanks laten de analyseresultaten zien dat een aantal PFAS-verbindingen in enkele tientallen nanogrammen per liter in het afvalwater zitten. Dit is het geval voor de stoffen PFHpA, PFOA, PFDA, 6:2 FTS, 8:2 FTS en DONA. Of dit een structureel beeld is bij verfproducenten, kan op basis van deze gegevens niet worden geconcludeerd.

**Tabel 6.** Analyseresultaten van het afvalwater van een verfproducent (ng/L).

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUFA	PFDOA	PFTTDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFPeS	L-PFHxS	Bf-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	Bf-PFOS	L-PFNS	L-PFDS
verf 1	<20,0	<20,0	<300	38,0	47,0	<20,0	44,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
	FOSA	N-MeFOSAA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OHS									
verf 1	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	60,0	38,0	<20,0	<20,0	24,0	<20,0	<20,0									

### 3.5 Tankreiniging

In het eerste PFAS-bronnenonderzoek door RWS zijn het afvalwater en zuiverings-slib van één tankreinigingsbedrijf geanalyseerd op PFAS [5]. In beide monsters werd PFAS aangetroffen en het afvalwater bevatte diverse PFAS-componenten in concentraties van honderden nanogrammen per liter. Omdat er slechts één bedrijf bemonsterd was, kon er niet worden gesteld of dit een structureel beeld is dat bij meerdere tankreinigingsbedrijven speelt. Om dit te onderzoeken, zijn er in dit onderzoek zes andere tankreinigingsbedrijven bemonsterd en geanalyseerd op PFAS (Tabel 7). Bij de bedrijven 'tank 5' en 'tank 6' is zowel een monster voor als na het gebruikte actiefkoolfilter genomen.

Met uitzondering van het bedrijf 'tank 3' is bij alle bemonsterde tankreinigers PFAS in het afvalwater aangetroffen. De concentraties en typen gevonden PFAS in het effluent variëren, maar het valt wel op dat bij al deze tankreinigers minimaal één PFAS-verbinding in een concentratie van meer dan 100 ng/L is gevonden. Enige spreiding in de PFAS-verontreiniging tussen tankreinigers is te verwachten, omdat de PFAS in het afvalwater afhankelijk is van de hoeveelheid en typen PFAS in de gereinigde tanks. Het is in dit geval onbekend wat er vervoerd is door de gereinigde tanks bij de bemonsterde bedrijven. Het afvalwater van 'tank 2' wordt verzameld en per



vrachtwagen afgevoerd voor reiniging. Na reiniging wordt het water geloosd op een rwzi. Hoe het afvalwater van de andere tankreinigers wordt verwerkt is onbekend.

**Tabel 7.** Analyseresultaten van effluenten van tankreinigers (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt. De monsters met een 'a' zijn genomen voor het actief-koolfilter; de monsters met een 'b' zijn erna genomen.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTriDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPes	L_PFHxS	Bf_PFHxS	L_PFHPS	L_PFOs	Bf_PFOs	L_PFNs	L_PFDs	
tank 1	22,0	13,0	10,0	4,40	190	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	2,70	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 2	65,0	130	130	<30,0	63,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 3	1,90	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 4	41,0	39,0	1,50	<rg	120	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 5a	13,0	<10,0	<10,0	<10,0	180	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 5b	130	4,90	5,30	3,90	84,0	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 6a	200	210	300	<10,0	84,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	80,0	<10,0	18,0	<rg	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 6b	160	4,30	7,00	2,50	3,20	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	2,80	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	SCI-PF3ONS	11CI-PF3OHS
tank 1	<rg	<rg	<rg	<rg	45,0	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 2	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	620	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 3	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 4	<rg	<rg	<rg	<rg	2,00	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 5a	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 5b	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 6a	<10,0	<10,0	<10,0	21,0	<rg	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
tank 6b	<rg	<rg	<rg	<rg	160	<rg	<rg	37,0	<rg	<rg	<rg

Voor het bedrijf 'tank 5' geldt dat de monsters 5a en 5b respectievelijk zijn genomen vóór en ná een DAF-installatie<sup>3</sup> met een actief-koolfilter. Het valt op dat het gezuiverde water een hogere concentratie PFBA bevat dan het ongezuiverde monster (13,0 ng/L tegenover 130 ng/L). PFAS kan in enige mate uit het water gezuiverd worden met actief kool, maar dit is veel minder effectief voor PFAS-verbindingen met een korte koolstofketen zoals PFBA [22]. Desondanks is een toename van de stof onverwacht. In dit geval kan de toename mogelijk verklaard worden doordat de steekmonsters ongeveer tegelijkertijd zijn genomen, terwijl het water niet in hetzelfde tempo door de zuiveringsinstallatie liep. Dat betekent dat het gezuiverde water oorspronkelijk mogelijk een andere PFAS-concentratie bevatte dan het monster 5a. Ditzelfde verschijnsel treedt ook op bij het bedrijf 'tank 6': in dit geval zijn de concentraties 6:2 FTS en HFPO-DA na het filter hoger dan ervoor.

Uit de vrachtberekeningen in Bijlage 2 blijkt dat de indicatieve jaarvrachten per PFAS-verbinding bij de bemonsterde tankreinigers enkele grammen per jaar zijn. Een uitschieter is hierbij de geschatte PFOA-vracht van 21 g/jaar bij bedrijf 'tank 1'.

De resultaten van de effluentanalyses bij tankreinigers bevestigen het beeld uit het eerste RWS-rapport: afhankelijk van de inhoud van de gereinigde tanks, kan een vervuiling met PFAS optreden en in het afvalwater terechtkomen.

### 3.6 Afval en recycling

In de afvalketen worden diverse producten die PFAS bevatten verwerkt. Dit heeft tot gevolg dat het afvalwater van afvalwerkers PFAS kan bevatten, zonder dat deze sector zelf PFAS gebruikt. Uit het vorige RWS-onderzoek bleek dat effluenten van bedrijven die bouw-, sloop- en bedrijfsafval verwerken inderdaad PFAS kunnen bevatten. Uit

<sup>3</sup> DAF staat voor *dissolved air flotation*; deze installatie verwijdert vet en drijvende delen uit het afvalwater.

dat onderzoek bleek ook dat het afvalwater van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) bijna geen van de geanalyseerde PFAS-verbindingen bevat. Om dit nog verder te onderzoeken, zijn er voor het huidige onderzoek een aantal extra monsters genomen en geanalyseerd op PFAS (Tabel 8).<sup>4</sup>

**Tabel 8.** Analyseresultaten van effluenten van recyclingbedrijven en afvalverbrandingsinstallaties (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt; "nb" betekent dat de concentratie niet bepaald kon worden.

afval	PFBA	PfPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PEDA	PFUdA	PFDaA	PFTiDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFPeS	L-PFHxS	Br-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	Br-PFOS	L-PFNS	L-PFDS
afvalverwerker 2a	12,0	<rg	15,0	3,30	13,0	1,50	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	5,70	<rg	1,10	<rg	<rg	7,80	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 2b	8,50	<rg	12,0	3,40	11,0	1,50	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	6,30	<rg	1,10	<rg	<rg	6,70	2,90	<rg	<rg
afvalverwerker 2c	13,0	<rg	11,0	3,50	11,0	1,40	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	5,10	<rg	1,00	<rg	<rg	7,60	3,60	<rg	<rg
afvalverwerker 5	29,0	9,00	18,0	6,00	19,0	2,30	1,90	<rg	<rg	<rg	<rg	5,70	<rg	2,40	<rg	<rg	9,50	6,20	<rg	<rg
AVI 1	16,0	4,40	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	7,90	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2a	4,80	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2b	17,0	4,70	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOXA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OBS
afvalverwerker 2a	<5,00	<5,00	<5,00	nb	15,0	1,10	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 2b	<rg	<rg	1,30	nb	12,0	1,60	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 2c	1,00	1,80	<rg	nb	10,0	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 5	<rg	<rg	<rg	<rg	9,30	1,90	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 1	<rg	<rg	<rg	<rg	2,00	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2a	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2b	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

Het bedrijf 'afvalverwerker 2' (monsters 2a, 2b en 2c) is een verwerker van bouw-, sloop- en bedrijfsafval en grof huishoudelijk afval. Dit bedrijf is ook bemonsterd in het eerste RWS-onderzoek naar PFAS en had ook daar de code 'afvalverwerker 2' [5]. In het huidige onderzoek zijn aanvullende monsters genomen op verschillende plekken in de zuivering. Het afvalwater bij dit bedrijf bestaat uit afstromend hemelwater en de zuivering is voornamelijk gericht op het verwijderen van olie en vetten. Het monster 'afvalverwerker 2a' is het ongezuiverde water, monster 2b is genomen na het coalescentiefilter<sup>5</sup> en monster 2c is genomen na de olieafscheider. Het water van 2c vormt tevens het effluent dat geloosd wordt op het oppervlaktewater. In alle drie de monsters zijn diverse PFAS-verbindingen aanwezig in concentraties tot zo'n 15 ng/L. Deze concentraties zijn lager dan de gemeten waarden in het eerdere monster: toen liepen de concentraties op tot 120 ng/L voor de stof PFPA. De PFAS-concentratie bij een afvalverwerker is afhankelijk van de hoeveelheid PFAS in het afval en de hoeveelheid gevallen neerslag. Enige fluctuatie van de waarden is dus mogelijk.

In de huidige drie monsters valt op dat de PFAS-concentraties ongeveer gelijk zijn. Dit bevestigt het beeld dat PFAS niet verwijderd wordt door een coalescentiefilter en/of olieafscheider. Omdat het debiet van het bedrijf afhankelijk is van de hoeveelheid gevallen regen, zijn er geen vrachtberekeningen gemaakt.

Ook afvalverwerker 5 verwerkt bouw-, sloop- en bedrijfsafval. Net als het effluent van afvalverwerker 2 bevat dit afvalwater diverse PFAS-verbindingen in concentraties oplopend tot 29 ng/L voor PFBA. Bij dit bedrijf wordt het terreinwater opgeslagen in

<sup>4</sup> De bedrijven 'afvalverwerker 1', 'afvalverwerker 2', 'afvalverwerker 3' en 'afvalverwerker 4' zijn bemonsterd in het eerste RWS-onderzoek. Om verwarring door dubbele benaming te voorkomen, is in dit rapport doorgenummerd en zijn afvalverwerkers 1, 3 en 4 niet weergegeven.

<sup>5</sup> Een coalescentiefilter verwijdert minerale oliën, vetten en bezinkbare delen (slib) uit afvalwater.

een buffertank, waaruit het monster voor dit onderzoek is genomen. Als de buffertank te vol raakt, vindt er een overstort plaats richting het oppervlaktewater. Dit gebeurt slechts sporadisch.

Bij afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) werd in het voorgaande onderzoek geen PFAS in het effluent aangetroffen. Er waren wel zorgen dat door de verbranding mogelijk niet-meetbare PFAS-verbindingen zouden ontstaan. In het huidige onderzoek is een breder stoffenpakket gehanteerd, dat iets meer inzicht geeft. In de effluenten van AVI 1 en 2 zijn slechts lage PFAS-concentraties gevonden van een beperkt aantal PFAS-verbindingen. Voor beide AVI's was de concentratie PFBA het hoogst: 16 ng/L voor 'AVI 1' en 17 ng/L voor 'AVI 2b'. Om te kunnen stellen of het effluent daarnaast nog niet-meetbare PFAS bevat, is een totaalfluoranalyse nodig.

### 3.7 Overig

Naast de bovenstaande onderzochte branches zijn er drie bedrijven bemonsterd waarbij niet direct PFAS wordt verwacht. De analyseresultaten van het afvalwater van deze bedrijven zijn weergegeven in Tabel 9.

**Tabel 9.** Analyseresultaten van overige monsters (ng/L). "<rg" geeft aan dat de waarde onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTfDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFPeS	L-PFHxS	BF-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	BF-PFOS	L-PFNS	L-PFDS
petrochem 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
biodiesel 1	22,0	14,0	31,0	8,60	7,10	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	3,00	1,10	12,0	3,00	1,80	43,0	27,0	<rg	<rg
filters 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

monster	FOSA	N-MeFO3AA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	SCl-PF3ONS	11Cl-PF3OUIS
petrochem 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
biodiesel 1	<rg	<rg	<rg	<rg	190	2,60	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
filters 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

'Petrochem 1' is een petrochemisch bedrijf dat halffabricaten zoals witte olie uit aardoliedestillaten maakt. Hier is geen PFAS in het afvalwater aangetroffen. Het bedrijf 'biodiesel 1' produceert biodiesel uit afvalvetten en -oliën. In het effluent van dit bedrijf zijn een aantal PFAS-verbindingen aangetroffen, waarbij 6:2 FTS de hoogste concentratie heeft (190 ng/L). Dit doet vermoeden dat bij dit bedrijf blusschuim is gebruikt. Indien dit een structurele lozing is, zou de vracht voor 6:2 FTS uitkomen op circa 8 gram/jaar. Als het echter gaat om incidenteel gebruik van blusschuim, ligt de vracht waarschijnlijk lager. Het bedrijf 'filters 1' maakt luchtfilters; hier is geen PFAS aangetroffen in het afvalwater.

## 4 Overzicht van beide RWS-onderzoeken

De resultaten uit dit onderzoek geven samen met de data uit het vorige RWS-onderzoek [5] een completer overzicht van de bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater. In dit hoofdstuk worden deze resultaten op een rij gezet en waar mogelijk ook vergeleken met de resultaten uit het onderzoek naar PFAS in (consumenten)producten en afvalstromen door Arcadis [6]. Om de verschillende branches goed en snel te kunnen vergelijken, zijn in de grafieken op de volgende pagina's per monster alle PFAS-concentraties van de afzonderlijke PFAS-verbindingen in het bemonsterde afvalwater opgeteld tot een PFAS-totaalconcentratie. De waarden die onder de rapportagegrens lagen, zijn voor deze berekeningen op 0 gesteld. Op een vergelijkbare manier worden ook de indicatieve jaarvrachten per monster grafisch weergegeven. De concentraties van de afzonderlijke stoffen zijn weergegeven in kleuren die verklaard worden in Figuur 1. De stoffen zijn onderverdeeld in de verschillende typen PFAS zoals aangegeven in Bijlage 1, waarbij een lichtere kleur staat voor een kortere ketenlengte. Er moet worden opgemerkt dat het stoffenpakket in het huidige onderzoek groter is dan in het vorige onderzoek en dit kan de optelsom van PFAS-concentraties beïnvloeden. De concentraties van de extra stoffen in het analysepakket van het huidige onderzoek zijn over het algemeen relatief laag, met een aantal uitzonderingen voor de stoffen Br\_PFOA, 6:2 FTS, 8:2 FTS en HFPO-DA. Vooral de monsters bij blustrainingslocaties lijken extra hoog uit te vallen ten opzichte van de andere monsters door de hoge concentraties 6:2 FTS.

■ PFBA	■ PFPA	■ PFHxA	■ PFHpA	■ PFOA	■ PFNA
■ PFDA	■ PFUnA	■ PFDoA	■ PFTTrDA	■ PFTeDA	
■ L_PFBs	■ L_PFPeS	■ PFHxS	■ Br_PFHxS	■ L_PFHpS	
■ L_PFOs	■ Br_PFOs	■ L_PFNs	■ L_PFDs		
■ FOSA	■ N-MeFOSAA	■ N-EtFOSAA			
■ 4:2 FTS	■ 6:2 FTS	■ 8:2 FTS	■ 8:2 FTUCA		
■ HFPO-DA	■ DONA	■ 9Cl-PF3ONS	■ 11Cl-PF3OUdS		

**Figuur 1.** Overzicht van de gebruikte kleuren in Figuur 2 tot en met Figuur 9.

De branches waarin PFAS mogelijk vrij kan komen zijn grofweg te verdelen in drie categorieën:

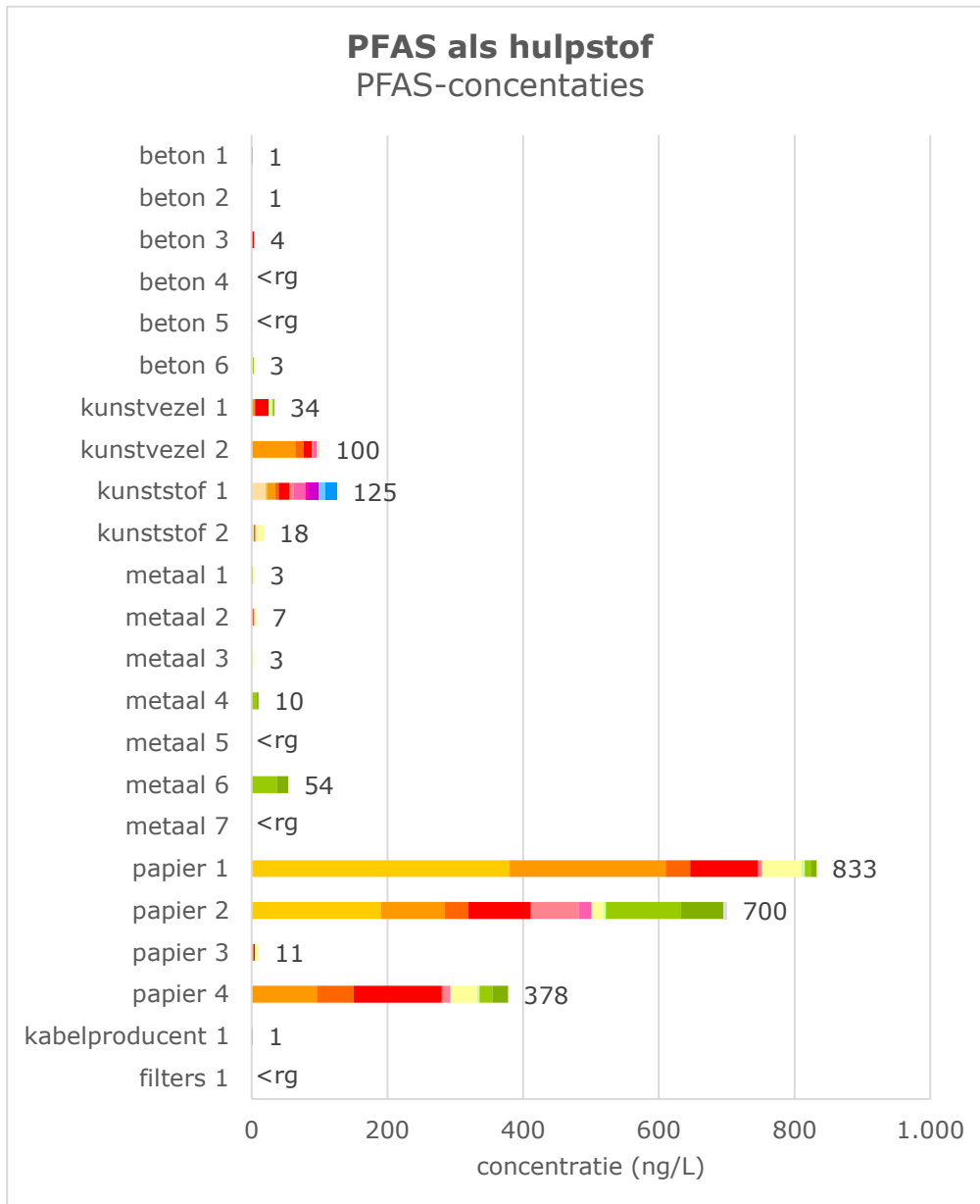
1. Branches waarin PFAS als hulpstof wordt gebruikt;
2. Branches waarin producten die PFAS bevatten worden gemaakt of gebruikt;
3. De afvalketen, waarin producten of afvalwater met PFAS worden verzameld.

De genomen monsters in het voorgaande en huidige onderzoek zijn gegroepeerd in deze drie categorieën en worden hieronder verder toegelicht.

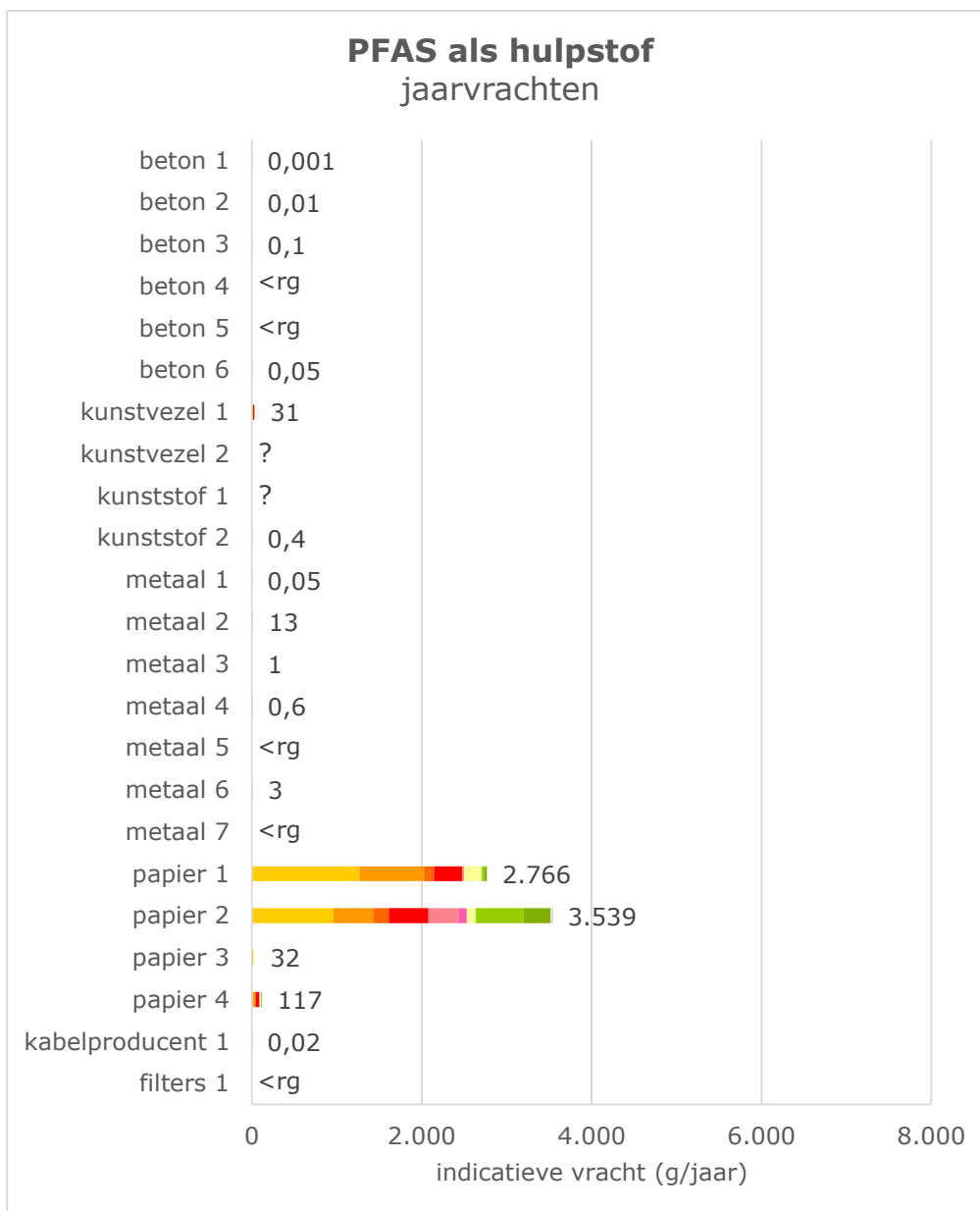
### 4.1 PFAS als hulpstof

In sommige industriële branches kan PFAS in het proces gebruikt worden als hulpstof. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de productie van kunststof, waarbij PFAS kan zorgen dat het plastic niet aan de mal plakt. Omdat de stof HFPO-DA ("GenX") wordt gebruikt bij de productie van fluoropolymeren hoort teflonproductie ook in deze categorie, maar omdat het gebruik van PFAS daarvoor bekend is, zijn er voor dit onderzoek geen metingen gedaan in deze branche.

Figuur 2 geeft een overzicht van de PFAS-concentraties in de steekmonsters van afvalwater van bedrijven die mogelijk PFAS als hulpstof gebruiken. Figuur 3 geeft de berekende indicatieve jaarvrachten voor deze bedrijven weer.



**Figuur 2.** Grafisch overzicht van PFAS-concentraties in afvalwater van bedrijven die mogelijk PFAS gebruiken als hulpstof in het productieproces. De getallen geven de opgetelde PFAS-concentratie weer (ng/L). In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].



**Figuur 3.** Grafisch overzicht van indicatieve PFAS-jaarvrachten door afvalwater van bedrijven die mogelijk PFAS gebruiken als hulpstof in het productieproces. De getallen geven de opgetelde indicatieve jaarvracht weer (g/jaar). Een vraagteken houdt in dat de vracht niet berekend kon worden, omdat het debiet van het bedrijf onbekend is. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].

De gevonden concentraties zijn het hoogst bij de papierindustrie (in totaal enkele honderden nanogrammen PFAS per liter). Door de hoge afvalwaterdebieten in de oud-papierrecycling zijn de opgetelde vrachten voor deze branche ook het hoogst in deze categorie. Uit metingen van Arcadis is gebleken dat PFAS ook wordt aangetroffen in de papierpulp van de oud-papierrecycling [6]. De metingen van Arcadis en RWS schetsen beide het beeld dat de oud-papierverwerking relevant is voor vervuiling door PFAS.

De totale PFAS-concentraties bij de productie van kunststof(vezels) zijn in de genomen monsters een factor 4 tot 10 lager dan in de papierindustrie. Voor twee van de vier bemonsterde bedrijven kon een jaarvrucht berekend worden en deze is zelfs een factor 100 lager dan in de papierindustrie. Arcadis heeft een aantal stofmonsters uit de plasticindustrie genomen, en vond hierin geen sterk verhoogde PFAS-hoeveelheden [6]. Deze resultaten doen vermoeden dat er in deze branche mogelijk PFAS wordt gebruikt, maar de concentraties zijn veel lager dan bij de papierindustrie.

De effluenten van de andere branches in Figuur 2, waaronder de beton- en metaalindustrie, bevatten heel weinig PFAS en lijken daarmee niet erg relevant te zijn voor PFAS-contaminaties richting het oppervlaktewater.

#### 4.2 PFAS met toepassing in product

Er zijn ook branches waarbij PFAS wordt toegevoegd aan producten om de eigenschappen van het product te verbeteren. Een duidelijk voorbeeld hiervan is blusschuim: PFAS heeft eigenschappen die de bluswerking van schuimvormend middel sterk kan verbeteren.

De opgetelde PFAS-concentraties in de afvalwatermonsters van bedrijven en locaties waar PFAS mogelijk als toepassing wordt gebruikt zijn gegeven in Figuur 4. Omdat de gemeten concentraties in deze categorie vele malen hoger zijn dan de concentraties in paragraaf 4.1, loopt de x-as hier tot 10.000 ng/L in plaats van 1000 ng/L. De opgetelde indicatieve jaarvruchten voor bedrijven die PFAS mogelijk als toepassing gebruiken, zijn te vinden in Figuur 5.

Het valt duidelijk op dat de totale PFAS-concentraties in het afvalwater van blustrainingslocaties het hoogste zijn in deze categorie. Op drie van de vier locaties is de totale PFAS-concentratie zelfs meer dan 3 µg/L. In het onderzoek van Arcadis zijn geen metingen aan blusschuim gedaan [6], maar het is bekend dat dit soort trainingslocaties voor een PFAS-verontreiniging kunnen zorgen [14]. Ook de indicatieve jaarvruchten zijn het hoogst in deze categorie bij de bluslocaties. Omdat het bluswater van trainingslocaties vaak wordt opgevangen en niet continu wordt geloosd, zijn de indicatieve jaarvruchten van deze locaties wel veel minder hoog dan in de papierindustrie (paragraaf 4.1). Een uitzondering is de voormalige bluslocatie 'blus 4', waar grondwater wordt onttrokken en gezuiverd wordt geloosd om verspreiding van verontreiniging tegen te gaan. De zuivering is niet afdoende om PFAS uit het effluent te verwijderen.

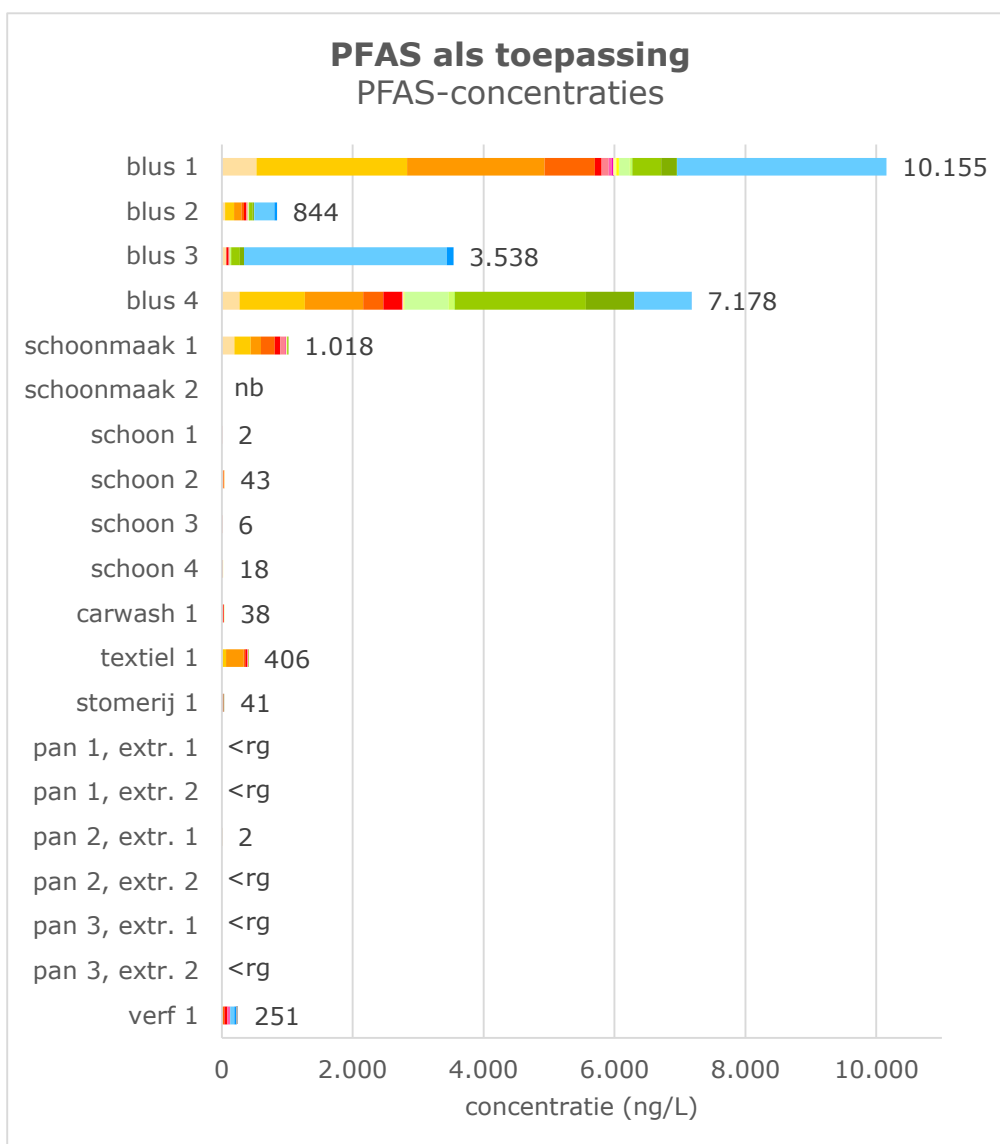
De PFAS-concentraties bij producenten van was- en schoonmaakmiddelen zijn vergeleken met de blustrainingscentra erg laag. Alleen in het monster 'schoonmaak 1' is een PFAS-concentratie gevonden die relevant is (totaal 1018 ng/L). Zoals beschreven in paragraaf 3.3 is dit mogelijk veroorzaakt door het gebruik van blusschuim. De berekende indicatieve jaarvruchten voor de producenten van was- en schoonmaakmiddelen zijn allen lager dan 0,5 g/jaar. Arcadis vond in schoonmaakmiddelen met doelstof- en TOP-analyses<sup>6</sup> slechts relatief lage concentraties PFAS [6]. De combinatie van deze resultaten suggereert dat de schoonmaakbranche niet erg relevant is voor PFAS.

In het afvalwatermonster 'textiel 1' is ook PFAS aangetroffen, in een totale concentratie van 406 ng/L. Er kon geen jaarvrucht berekend worden voor dit bedrijf. Ook Arcadis heeft sterk verhoogde PFAS-gehalten gevonden in stof uit bedrijven in

<sup>6</sup> TOP staat voor *Total Oxidizable Precursor*. Met een TOP-analyse wordt een monster geoxideerd, waardoor (moeilijk analyseerbare) PFAS-precursoren omgezet worden in PFAS-verbindingen die mogelijk beter gemeten kunnen worden.

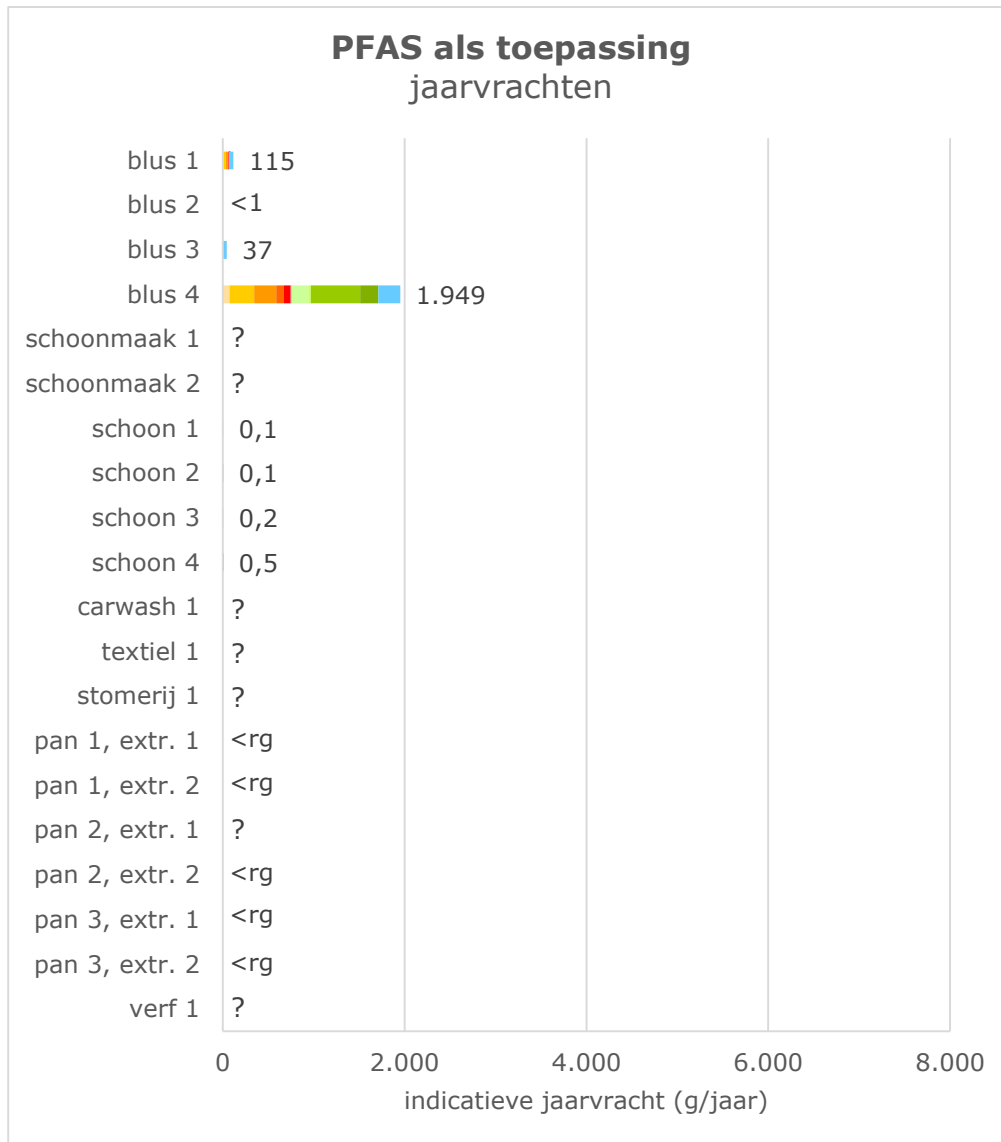
de textielbranche en merkt deze branche aan als relevant voor PFAS [6]. De afvalwaterresultaten onderschrijven die conclusie. Ook uit andere onderzoeken blijkt dat PFAS gebruikt kan worden in de textielindustrie [18].

Tot slot is er een totale PFAS-concentratie van 251 ng/L gemeten in het monster 'verf 1'. Het debiet en daarmee de jaarvrucht van dit bedrijf zijn onbekend. Arcadis trof verhoogde PFAS-concentraties aan in autolak [6]. Hoewel er slechts een beperkt aantal monsters in deze branche is onderzocht, tonen deze resultaten aan dat PFAS mogelijk gebruikt wordt bij de productie van verf.



**Figuur 4.** Grafisch overzicht van PFAS-concentraties in afvalwater van bedrijven en locaties waar PFAS gebruikt kan worden als toepassing. De getallen geven de opgetelde PFAS-concentratie weer (ng/L). Opgemerkt moet worden dat de x-as doorloopt tot 10.000 ng/L, terwijl de x-as in Figuur 2 slechts loopt tot 1000 ng/L. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].

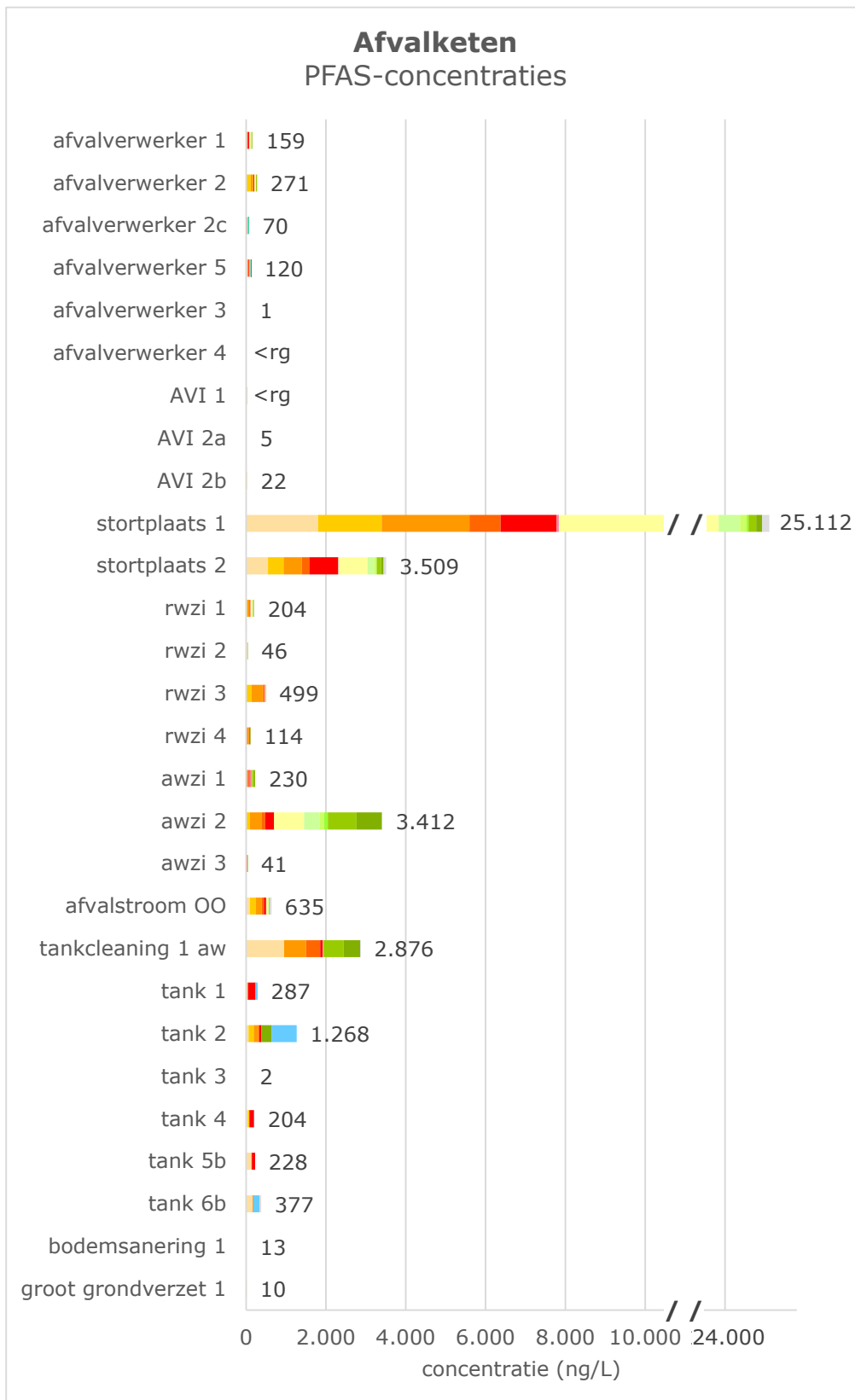




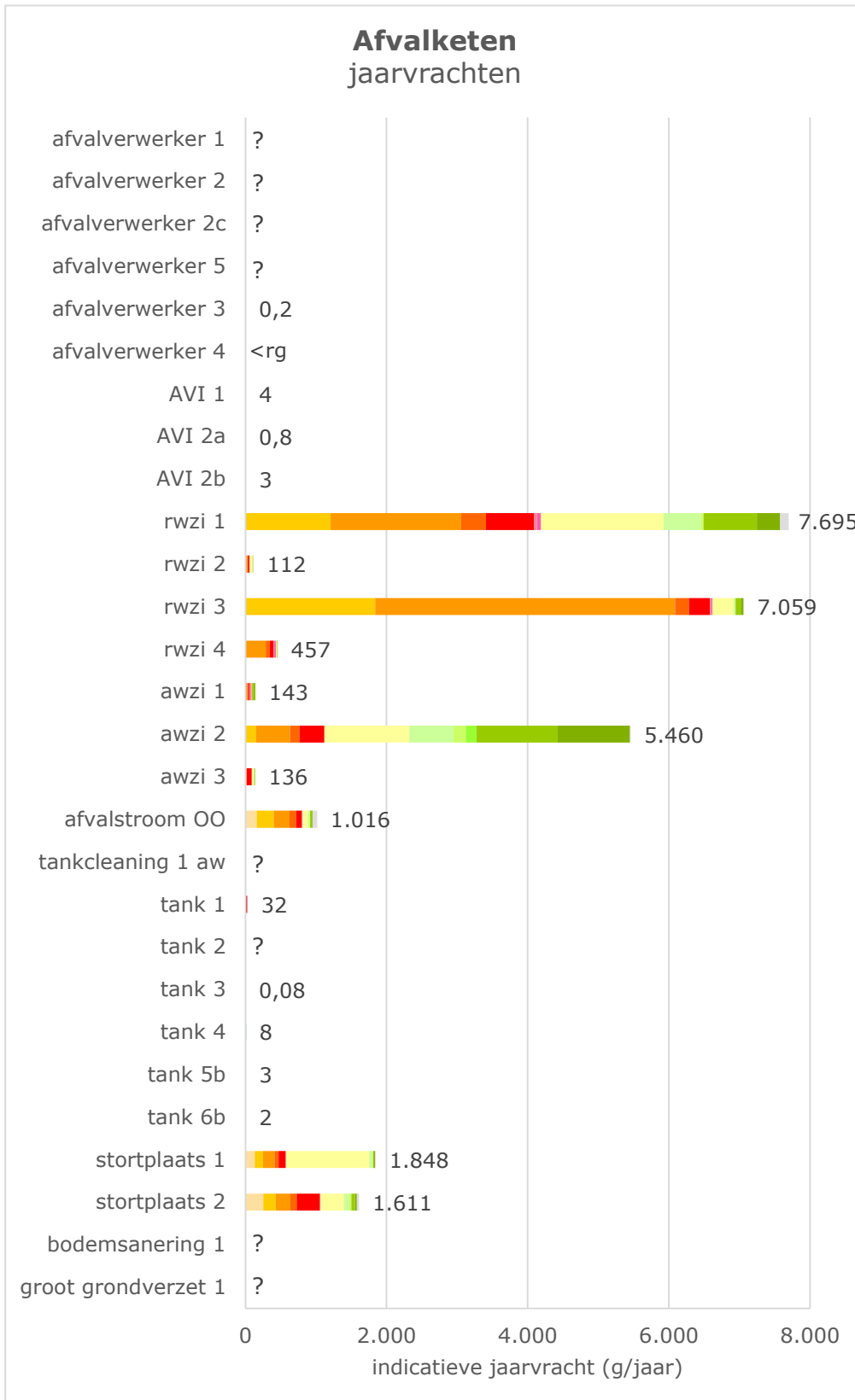
**Figuur 5.** Grafisch overzicht van indicatieve PFAS-jaarvrachten door afvalwater van bedrijven en locaties waar PFAS gebruikt kan worden als toepassing. De getallen geven de opgetelde indicatieve jaarvracht weer (g/jaar). Een vraagteken houdt in dat de vracht niet berekend kon worden, omdat het debiet van het bedrijf onbekend is. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].

### 4.3 Afvalketen

De aanwezigheid van PFAS in de afvalketen is bijna onvermijdelijk, omdat diverse stromen die PFAS kunnen bevatten samenkomen bij de verwerking van afval of afvalwater. Voor deze branche zijn de opgetelde PFAS-concentraties weergegeven in Figuur 6. De indicatieve jaarvrachten zijn te vinden in Figuur 7.



**Figuur 6.** Grafisch overzicht van PFAS-concentraties in effluenten van bedrijven in de afvalketen. De getallen geven de opgetelde PFAS-concentratie weer (ng/L). Opgemerkt moet worden dat de x-as 'gebroken' is en dat de totale PFAS-concentratie van stortplaats 1 meer dan 25.000 ng/L is. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].



**Figuur 7.** Grafisch overzicht van indicatieve PFAS-jaarvrachten door afvalwater van bedrijven in de afvalketen. De getallen geven de opgetelde indicatieve jaarvracht weer (g/jaar). Een vraagteken houdt in dat de vracht niet berekend kon worden, omdat het debiet van het bedrijf onbekend is. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].

In Figuur 6 valt direct op dat de hoogste concentraties zijn gemeten bij de stortplaatsen voor verontreinigde grond en bagger en (bouw)afvalstoffen: het effluent van stortplaats 1 heeft een totale PFAS-concentratie van meer dan 25.000 ng/L (meer dan 25 µg/L) en bij stortplaats 2 is 3509 ng/L aan PFAS in het effluent aangetroffen. Ook de indicatieve jaarvrachten zijn met 1,6 tot 1,8 kg/jaar relatief hoog. Deze concentraties en jaarvrachten zijn veel hoger dan bij de afvalverwerkers waar bouw-, sloop- en bedrijfsafval wordt verwerkt: hier zijn totale PFAS-concentraties gemeten rond de 100 – 300 ng/L (afvalverwerkers 1, 2 en 5). De opgetelde gemeten PFAS-concentraties bij afvalverbrandingsinstallaties zijn nog lager en liggen lager dan 30 ng/L (afvalverwerker 3 en 4 en AVI 1 en 2).

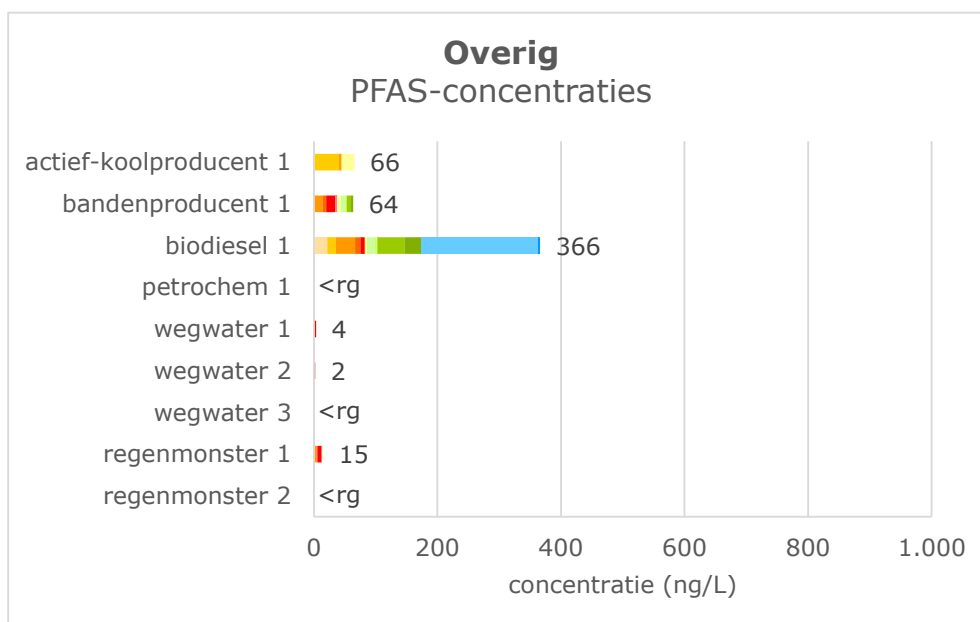
Ook bij de biologische zuivering van afvalwater kan PFAS worden geloosd; de opgetelde concentraties varieerden in de metingen tussen enkele tientallen en enkele honderden nanogrammen PFAS per liter. Met name rwzi's hebben vaak hoge debieten, waardoor het om grote indicatieve PFAS-totaalvrachten gaat die op kunnen lopen tot meer dan 7 kg/jaar. In opdracht van de STOWA en IenW is een onderzoek uitgevoerd naar de zuivering van PFAS in rwzi's [8].

Tot slot vallen de tankreinigingsbedrijven op in deze categorie. Afhankelijk van de inhoud van de schoongemaakte tanks kunnen de totale PFAS-concentraties in het afvalwater van dit soort bedrijven oplopen tot meer dan 1 µg/L. Dit soort bedrijven kan dus relevant zijn voor PFAS en de zuivering van het afvalwater verdient extra aandacht. De indicatieve jaarvrachten lopen op tot 32 g/jaar en zijn daarmee relatief laag.

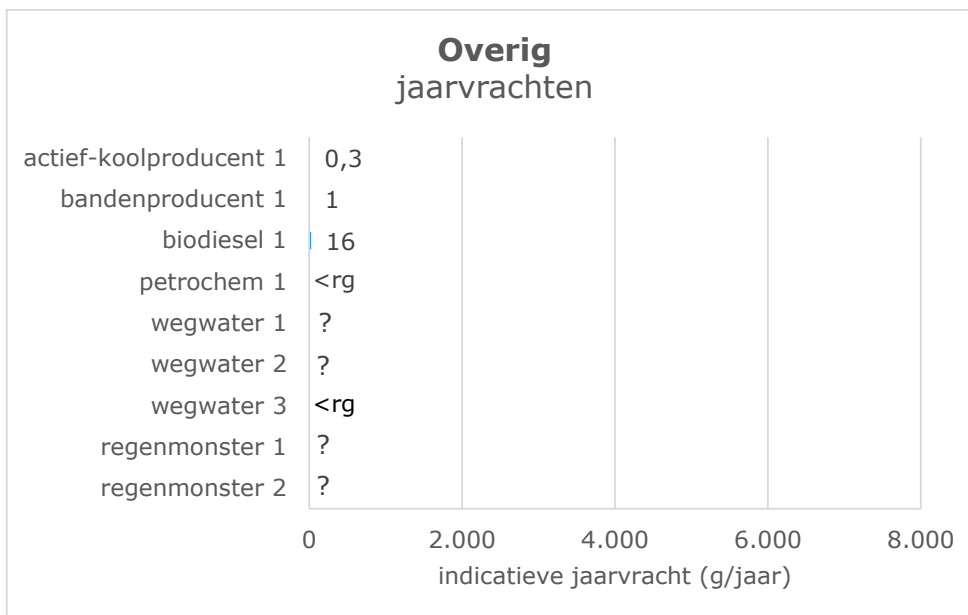
#### 4.4

##### Overig

De categorie 'overig' bevat een aantal lozingen en monsters waarin geen PFAS wordt verwacht. De opgetelde PFAS-concentraties van de genomen monsters in deze categorie zijn weergegeven in Figuur 8. De totale indicatieve jaarvrachten worden getoond in Figuur 9.



**Figuur 8.** Grafisch overzicht van PFAS-concentraties in de overige monsters. De getallen geven de opgetelde PFAS-concentratie weer (ng/L). In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].



**Figuur 9.** Grafisch overzicht van indicatieve PFAS-jaarvrachten van de overige monsters. De getallen geven de opgetelde indicatieve jaarvracht weer (g/jaar). Een vraagteken houdt in dat de vracht niet berekend kon worden, omdat het debiet van het bedrijf onbekend is. In de grafiek zijn de resultaten uit dit en het voorgaande RWS-onderzoek verwerkt [5].

In lijn met de verwachting zijn de totale PFAS-concentraties lager dan in de voorgaande categorieën, en deze monsters lijken dus minder relevant voor PFAS. Wel valt de PFAS-concentratie die is gemeten bij 'biodiesel 1' op, die met 366 ng/L hoger is dan de rest in deze categorie. Omdat de stof 6:2 FTS in ruim de hoogste concentratie is gevonden, bestaat het vermoeden dat hier blusschuim is toegepast. De berekende jaarvrachten zijn allen lager dan 20 g/jaar en zijn dus relatief laag.

## 5 Conclusies

Dit onderzoek vormt een aanvulling op het eerdere RWS-rapport naar bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater. De resultaten van beide rapporten zijn hier gecombineerd en geven een beeld van welke (industriële) branches relevante bronnen voor PFAS richting oppervlaktewater zijn. Uit de resultaten blijkt dat in een aantal branches verhoogde concentraties PFAS worden aangetroffen in het afvalwater. Net als in het eerdere onderzoek blijkt dat vooral de PFAS-verbindingen met een korte tot middellange ketenlengte worden gevonden (C4 – C8). Zowel perfluoralkylcarbonzuren (PFCA's) als perfluoralkylsulfonzuren (PFSA's) worden aangetroffen. Daarnaast wordt de stof 6:2 FTS soms in grote hoeveelheden gevonden. Dit is een bekende component van PFAS-houdend blusschuim. Perfluoralkylsulfonamides (zoals EtFOSAA) en perfluoralkylethers (zoals HFPO-DA, ook wel GenX), die soms in het milieu worden aangetroffen, werden bij de onderzochte bedrijven nauwelijks gevonden.

In de onderstaande tabellen zijn de bemonsterde branches ingedeeld op basis van de mogelijke PFAS-emissie richting het oppervlaktewater. Daarbij is een indicatie gegeven van de som van de PFAS-concentratie in het afvalwater. In deze optelsom zijn alle geanalyseerde PFAS-componenten meegenomen, waarbij waarden onder de rapportagegrens voor de berekening op 0 zijn gesteld. Daarnaast geven de onderstaande tabellen een grove inschatting van de mogelijke PFAS-jaarvracht per lozer. De jaarvrachten geven een beeld van de hoeveelheden PFAS die per individuele lozer mogelijk in het milieu terecht kunnen komen.

De branches die volgens de huidige gegevens het meest relevant zijn voor PFAS-emissies richting oppervlaktewater staan in Tabel 10.

**Tabel 10.** Overzicht van de meest relevante branches voor PFAS-emissies richting water.

<b>Relevante branches voor PFAS-emissies</b>				
<b>branche</b>	<b>aantal monsters</b>	<b>indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)</b>	<b>indicatieve PFAS-jaarvracht per lozer (g/jaar)</b>	<b>opmerking</b>
rwzi's	4	50 – 500	100 – 7500	
awzi's	3	50 – 3500	100 – 5500	
oud-papier-recycling	3	350 – 850	100 – 3500	
blusactiviteiten	4	850 – 10.000	0 – 2000	
stortplaatsen	2	3500 – 25.000	1600 – 1900	
tankreinigers	7	<rg – 3000	<rg – 100	afhankelijk van PFAS in de vervoerde vracht

In Tabel 11 staan de branches waarbij in een enkel steekmonster PFAS in het effluent is aangetroffen. Omdat dit enkele steekproeven betrof, is nog niet duidelijk of dit een structureel beeld is. Vanwege de beperkte hoeveelheid gegevens, zijn voor de bedrijven die onder deze branches vallen geen indicatieve jaarvrachten gegeven.

**Tabel 11.** Branches die op basis van één meting relevant lijken voor PFAS-emissies.

<b>Mogelijk relevante branches voor PFAS-emissies</b>				
<b>branche</b>	<b>aantal monsters</b>	<b>indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)</b>	<b>indicatieve PFAS-vracht per lozer (g/jaar)</b>	<b>opmerking</b>
afvalstroom omgekeerde osmose	1	650	onbekend	afhankelijk van PFAS in het behandelde water
textielindustrie	1	400	onbekend	
verfproductie	1	250	onbekend	
biodieselpductie	1	350	onbekend	PFAS mogelijk door gebruik van blusschuim

Bij een paar branches is wel PFAS in het effluent aangetroffen, maar in een kleinere hoeveelheid. Deze branches zijn weergegeven in Tabel 12.

**Tabel 12.** Branches die minder relevant zijn voor PFAS-emissies richting water.

<b>Minder relevante branches voor PFAS-emissies</b>				
<b>branche</b>	<b>aantal monsters</b>	<b>indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)</b>	<b>indicatieve PFAS-vracht per lozer (g/jaar)</b>	<b>opmerking</b>
afvalverwerkers	3	70 - 280	onbekend	
kunststofindustrie	4	10 - 150	<rg - 50	

In Tabel 13 staan de branches die op basis van één of twee metingen niet relevant lijken voor PFAS-emissies richting het oppervlaktewater. Het is echter mogelijk dat het steekmonster niet representatief was en dat PFAS wel kan vrijkomen. Om dit te bevestigen, zouden meer monsters genomen moeten worden. In deze tabel is ook de productie van was- en schoonmaakmiddelen opgenomen. Bij deze branche is slechts in één van de zes monsters PFAS aangetroffen en bij dit bedrijf werd dit mogelijk veroorzaakt door het gebruik van blusschuim. In de tabel zijn, net als in Tabel 11, geen indicatieve jaarvrachten gegeven vanwege de beperkte hoeveelheid gegevens.

**Tabel 13.** Branches die op basis van één meting niet relevant lijken voor PFAS-emissies.

<b>Mogelijk niet-relevante branches voor PFAS-emissies</b>				
<b>branche</b>	<b>aantal monsters</b>	<b>indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)</b>	<b>indicatieve PFAS-vracht per lozer (g/jaar)</b>	<b>opmerking</b>
productie van was- en schoonmaakmiddelen	6	<rg - 1000	<rg	PFAS is bij één bedrijf in verhoogde concentraties aangetroffen, mogelijk door inzet blusschuim
bandenproducent	1	50	onbekend	
stomerijen	1	40	onbekend	
carwashes	1	40	onbekend	
regenwater	2	<rg - 15	onbekend	
bodemsanering	1	10	onbekend	
groot grondverzet	1	10	onbekend	
actief- koolproductie	1	50	onbekend	
petrochemie	1	<rg	onbekend	
kabelproductie	1	<rg	onbekend	
luchtfILTERproductie	1	<rg	onbekend	

Branches die niet relevant lijken voor PFAS-emissies richting oppervlaktewater zijn te vinden in Tabel 14.

**Tabel 14.** Branches die niet relevant lijken voor PFAS-emissies richting water.

<b>Niet-relevante branches voor PFAS-emissies</b>				
<b>branche</b>	<b>aantal monsters</b>	<b>indicatieve PFAS-concentratie (ng/L)</b>	<b>indicatieve PFAS-vracht per lozer (g/jaar)</b>	<b>opmerking</b>
metaalindustrie	7	<rg - 60	<rg - 15	
afvalverbrandings- installaties (AVI's)	4	<rg - 30	<rg - 5	
betonindustrie	6	<rg - 4	<rg	
afstromend wegwater	3	<rg - 4	<rg	
anti-aanbakpannen	6	<rg	<rg	



## 6 Aanbevelingen

Op basis van de conclusies met betrekking tot relevante branches voor PFAS-emissies en de aangetroffen PFAS-verbindingen en concentraties doen wij de volgende aanbevelingen.

Met betrekking tot het bemonsteren en analyseren van afvalwater:

1. Om met zekerheid te kunnen stellen dat PFAS vrijkomt bij een bedrijf, moet het afvalwater meerdere malen bemonsterd worden. Een incident waarbij blusschuim wordt gebruikt voorafgaand aan de bemonstering kan namelijk voor een verkeerd beeld zorgen.
2. Om de emissie van PFAS goed in beeld te krijgen, moet worden gelet op de haalbare rapportagegrenzen van het laboratorium. Zelfs bij de branches waarbij veel PFAS vrijkomt, is een rapportagegrens van 50 ng/L vaak te hoog om alle relevante PFAS-componenten aan te tonen. Een lagere rapportagegrens kan helpen om de PFAS-lozing beter in kaart te brengen. Veel laboratoria kunnen tegenwoordig op lagere niveaus voldoende nauwkeurig analyseren.
3. Sommige stoffen worden niet vaak in afvalwater aangetroffen. Dit geldt voor:
  - a. perfluoralkylsulfonamides (zoals EtFOSAA). Een analysepakket dat deze componenten niet meet is in de meeste gevallen aanvaardbaar. Echter, de stoffen kunnen wel voorkomen in slib en sediment, dus het is verstandig om ze daar wel in te meten.
  - b. perfluoralkylethers (zoals HFPO-DA en DONA): deze stoffen zijn sterk gelinkt aan productielocaties en de verwerkers van afval en afvalwater van de productielocaties. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het kiezen van een stoffenpakket.
4. Fluortelomeren, waaronder de stof 6:2 FTS, worden niet altijd geanalyseerd. Het is echter raadzaam om de fluortelomeren in alle gevallen te laten analyseren, omdat deze stoffen soms in onverwacht hoge concentraties worden aangetroffen.

Met betrekking tot de branches:

5. Tezamen met de andere bronnenonderzoeken<sup>7</sup> die zijn uitgevoerd, ontstaat een steeds completer beeld van welke (industriële) branches relevant zijn voor PFAS-emissies richting het milieu. Uitgebreide bemonsteringscampagnes die niet gebaseerd zijn op steekproeven zouden dit beeld nog completer maken.
6. Uit dit rapport blijkt dat een aantal van de onderzochte branches verantwoordelijk lijkt voor een groot deel van de PFAS-jaarvrachten richting het oppervlaktewater. Dit zijn de afvalwaterzuiveringen (rwzi's en awzi's), oud-papierrecyclers, blusactiviteiten, stortplaatsen en tankreinigers. Het aanpakken van de PFAS-emissies in deze branches heeft het grootste effect. Hier moet worden onderzocht waarvoor PFAS wordt gebruikt en hoe lozing in het oppervlaktewater verminderd kan worden. Er moet wel worden opgemerkt dat een aantal van deze branches geen PFAS gebruikt, maar de

<sup>7</sup> Andere bronnenonderzoeken:

- 'Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater, Rijkswaterstaat, 2020, [https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_635403\\_31/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_635403_31/)
- 'PFAS in products and waste streams in the Netherlands, Arcadis 2021, <https://www.rijksverheid.nl/documenten/rapporten/2021/05/28/pfas-in-products-and-waste-streams-in-the-netherlands>

stoffen slechts 'doorgeeft'. In die gevallen kan mogelijk ook gekeken worden naar de voorliggende bronnen.

7. Het vrijkomen van PFAS in het milieu bij PFAS-productielocaties is bekend en daarom niet in de onderzoeken meegenomen. In de aanpak van PFAS is het aan te bevelen om deze branche wel mee te nemen en daarbij ook te kijken hoe die emissies zich verhouden tot de emissies van de onderzochte branches.

## 7 Lijst van afkortingen

11CI-PF3OUdS	11-chlooreicosafloor-3-oxa-undecaan-1-sulfonzuur
4:2 FTS	2-(perfluorbutyl)ethaan-1-sulfonzuur
6:2 FTS	2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur
8:2 FTS	2-(perfluorocetyl)ethaan-1-sulfonzuur
8:2 FTUCA	cis-hexadecafluor-2-deceenzuur
9CI-PF3ONS	2-[(6-chloor-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorhexyl)oxyl]-1,1,2,2-tetrafluorethaansulfonzuur
AVI	afvalverbrandingsinstallatie
aw	afvalwater
awzi	afvalwaterzuiveringsinstallatie
Br_PFHxS	perfluorhexaansulfonzuur (vertakt)
Br_PFOS	perfluorocctaansulfonzuur (vertakt)
CIV	Centrale Informatievoorziening, landelijk organisatieonderdeel van Rijkswaterstaat
D	directe lozing
DAF	<i>dissolved air flotation</i>
DGWB	Directoraat-generaal Water en Bodem
DONA	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur
EtFOSAA	perfluorocctaansulfonamide(N-ethyl)azijnzuur
FOSA	perfluorocctaansulfonamide
HFPO-DA	2,3,3,3-tetra-fluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur ("GenX")
I	indirecte lozing
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
L_PFBs	perfluorbutaansulfonzuur (lineair)
L_PFDs	perfluordecaansulfonzuur (lineair)
L_PFHpS	perfluorheptaansulfonzuur (lineair)
L_PFHxS	perfluorhexaansulfonzuur (lineair)
L_PFNS	perfluornonaansulfonzuur (lineair)
L_PFOS	perfluorocctaansulfonzuur (lineair)
L_PFPeS	perfluorpentaansulfonzuur (lineair)
MeFOSAA	perfluorocctaansulfonamide(N-methyl)azijnzuur
nb	niet beschikbaar; analysesresultaat is niet beschikbaar
ng/L	nanogram per liter
OO	Omgekeerde Osmose
PFAE	per- en polyfluoralkylether
PFAS	per- en polyfluoralkylstoffen
PFBA	perfluorbutaanzuur
PFCA	<i>perfluoroalkyl carboxylic acid</i> ; perfluoralkylcarbonzuur
PFDA	perfluordecaanzuur
PFDoA	perfluordodecaanzuur
PFHpA	perfluorheptaanzuur
PFHxA	perfluorhexaanzuur
PFNA	perfluornonaanzuur
PFOA	perfluorocctaanzuur
PFOS	perfluorocctaansulfonzuur
PFPA	perfluorpentaanzuur
PFSA	<i>perfluoroalkyl sulfonic acid</i> ; perfluoralkylsulfonzuur
PFTeDA	perfluortetradecaanzuur
PFTTrDA	perfluortridecaanzuur
PFUnA	perfluorundecaanzuur

rg	rapportagegrens
RWS	Rijkswaterstaat
rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
S	steekmonster
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
SVM	schuimvormend middel
TOP	<i>Total Oxidizable Precursor</i>
V24H	Verzamelmonster over 24 uur
WVL	Water, Verkeer en Leefomgeving, landelijk organisatieonderdeel van Rijkswaterstaat

## Bibliografie

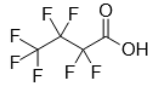
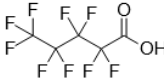









- [1] Expertisecentrum PFAS, „Poly- en PerFluor Alkyl Stoffen (PFAS) - Kennisdocument over stofeigenschappen, gebruik, toxicologie, onderzoek en sanering van PFAS in grond en grondwater,” 20 juni 2018.
- [2] I. T. Cousins, J. C. DeWitt, J. Glüge, G. Goldenman, D. Herzke, R. Lohmann, C. A. Ng, M. Scheringer en Z. Wang, „The high persistence of PFAS is sufficient for their management as a chemical class,” *Environ. Sci.: Processes Impacts*, vol. 22, pp. 2307-2312, 2020.
- [3] G. T. Ankley, P. Cureton, R. A. Hoke, M. Houde, A. Kumar, J. Kurias, R. Lanno, C. McCarthy, J. Newsted, C. J. Salice, B. E. Sample, M. S. Sepúlveda, J. Steevens en S. Valsecchi, „Assessing the Ecological Risks of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Current State-of-the Science and a Proposed Path Forward,” *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 40, pp. 564-605, 2021.
- [4] S. E. Fenton, A. Ducatman, A. Boobis, J. C. DeWitt, C. Lau, C. Ng, J. S. Smith en S. M. Roberts, „Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research,” *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 40, pp. 606-630, 2021.
- [5] A. C. H. Jans en R. P. M. Berbee, Rijkswaterstaat, „Bronnen van PFAS voor het Nederlandse oppervlaktewater,” 2020.
- [6] T. Pancras, Arcadis, „PFAS in products and waste streams in the Netherlands,” 2021.
- [7] S. van Veldhoven - Van der Meer, T. van Ark en C. van Nieuwenhuizen Wijbenga, „Vermindering blootstelling aan PFAS na de EFSA-opinie [Kamerbrief],” 4 juni 2021. [Online]. Available: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/06/04/vermindering-blootstelling-aan-pfas-na-de-efsa-opinie>. [Geopend 28 juli 2021].
- [8] A. Derksen en J. Baltussen, „PFAS in influent, effluent en zuiverings-slib. Resultaten van een meetcampagne op acht rwzi's,” In opdracht van Stichting Toegepast Onderzoek Watersbeheer (STOWA) en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (MinIenW), 2021.
- [9] Bodem+, „Taskforce PFAS,” [Online]. Available: <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/grond-bagger/handelingskader-pfas/taskforce-pfas/>. [Geopend 28 juli 2021].
- [10] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, „Perfluorooctaansulfonzuur, stofgegevens,” [Online]. Available: <https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/stof/detail/1083>. [Geopend 28 juli 2021].
- [11] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, „Perfluorooctaanzuur, stofgegevens,” [Online]. Available: <https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/stof/detail/1488>. [Geopend 28 juli 2021].
- [12] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, „2,3,3,3-Tetrafluor-2-(Heptafluorpropoxy)Propaanzuur, stofgegevens,” [Online]. Available: <https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/stof/detail/5226>. [Geopend 28 juli 2021].
- [13] M. T. O. Jonker, Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit Utrecht, „Poly- en perfluoroalkylstoffen (PFAS) in de Rijkswateren. Concentraties in water en biota tussen 2008 en 2020,” april 2021.

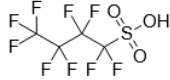









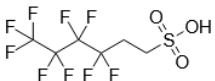
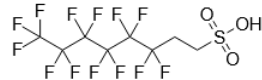


- [14] X. Dauchy, V. Boiteux, C. Bach, C. Rosin en J.-F. Munoz, „Per- and polyfluoroalkyl substances in firefighting foam concentrates and water samples collected near sites impacted by the use of these foams,” *Chemosphere*, vol. 183, pp. 53-61, 2017.
- [15] R. H. Anderson, G. C. Long, R. C. Porter en J. K. Anderson, „Occurrence of select perfluoroalkyl substances at U.S. Air Force aqueous film-forming foam release sites other than fire-training areas: Field-validation of critical fate and transport properties,” *Chemosphere*, vol. 150, pp. 678-685, 2016.
- [16] „Brandweer zet in op minder gebruik fluorhoudend blusschuim,” Brandweer Nederland, 2 september 2019. [Online]. Available: <https://www.brandweer.nl/brandweernederland/nieuws/2019/minder-fluorhoudend-blusschuim>. [Geopend 6 juli 2020].
- [17] Brandweer Nederland, „Handelingsperspectief schuimvormend middel,” 12 september 2018.
- [18] J. Glüge, M. Scheringer, I. T. Cousins, J. C. DeWitt, G. Goldenman, D. Herzke, R. Lohmann, C. A. Ng, X. Trier en Z. Wang, „An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS),” *Environ. Sci.: Processes Impacts*, vol. 22, pp. 2345-2373, 2020.
- [19] M. Beekman, P. Zweers, A. Muller, W. de Vries, P. Janssen en M. Zeilmaker, RIVM, „Evaluation of substances used in the GenX technology by Chemours, Dordrecht,” 2016.
- [20] D. Herzke, E. Olsson en S. Posner, „Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in consumer products in Norway - A pilot study,” *Chemosphere*, vol. 88, pp. 980-987, 2012.
- [21] P. Favreau, C. Poncioni-Rothlisberger, B. J. Place, H. Bouchex-Bellomie, A. Weber, J. Tremp, J. A. Field en M. Kohler, „Multianalyte profiling of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in liquid commercial products,” *Chemosphere*, vol. 171, pp. 491-501, 2017.
- [22] K. Roest, T. L. ter Laak, H. Huiting, W. Siegers, N. Meekel, C. de Jong, M. de Jong, M. van Houten, T. Pancras, W. Plaisier en J. Dalmijn, „Performance of water treatment systems for PFAS removal,” Concawe, 2021.

## Bijlage 1. Analyse en stoffenpakket

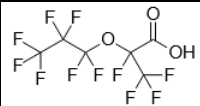
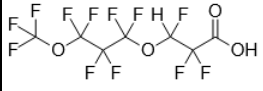
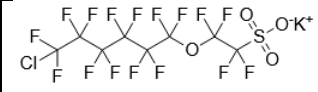

De afvalwatermonsters zijn geanalyseerd door AL-West met hun methode voor oppervlaktewatermonsters. Het stoffenpakket is weergegeven in Tabel 15. De rapportagegrens is voor alle gemeten stoffen 1 ng/L.

**Tabel 15.** Stoffenpakket en rapportagegrenzen voor de oppervlaktewatermethode bij AL-West. PFCA staat voor perfluoralkylcarbonzuur, PFSA voor perfluoralkylsulfonzuur en PFAE voor perfluoralkylether. Precursors zijn stoffen die kunnen afbreken tot stabiele PFAS-componenten.

PFAS-component	Volledige naam	Type	CAS-nummer	Chemische structuur
PFBA	Perfluorbutaanzuur	C4, PFCA	375-22-4	
PFPA	Perfluorpentaanzuur	C5, PFCA	2706-90-3	
PFHxA	Perfluorhexaanzuur	C6, PFCA	307-24-4	
PFHpA	Perfluorheptaanzuur	C7, PFCA	375-85-9	
PFOA	Perfluoroctaanzuur	C8, PFCA	335-67-1	
PFNA	Perfluornonaanzuur	C9, PFCA	375-95-1	
PFDA	Perfluordecaanzuur	C10, PFCA	335-76-2	
PFUnA	Perfluorundecaanzuur	C11, PFCA	2058-94-8	
PFDoA	Perfluordodecaanzuur	C12, PFCA	307-55-1	
PFTTrDA	Perfluortridecaanzuur	C13, PFCA	72629-94-8	
PFTeDA	Perfluortetradecaanzuur	C14, PFCA	376-06-7	

PFAS-component	Volledige naam	Type	CAS-nummer	Chemische structuur
L_PFBS	Perfluorbutaan-sulfonzuur (lineair)	C4, PFSA	375-73-5	
L_PFPeS	Perfluorpentaaan-sulfonzuur (lineair)	C5, PFSA	2706-91-4	
L_PFHxS	Perfluorhexaaan-sulfonzuur (lineair)	C6, PFSA	355-46-4	
Br_PFHxS	Perfluorhexaaan-sulfonzuur (vertakt)	C6, PFSA	-	
L_PFHpS	Perfluorheptaaan-sulfonzuur (lineair)	C7, PFSA	375-92-8	
L_PFOS	Perfluorocmetaan-sulfonzuur (lineair)	C8, PFSA	1763-23-1	
Br_PFOS	Perfluorocmetaan-sulfonzuur (vertakt)	C8, PFSA	-	
L_PFNS	Perfluornonaan-sulfonzuur (lineair)	C9, PFSA	68259-12-1	
L_PFDS	Perfluordecaan-sulfonzuur (lineair)	C10, PFSA	335-77-3	
FOSA	Perfluorocmetaan-sulfonamide	C8, precursor	754-91-6	
MeFOSAA	Perfluorocmetaan-sulfonylamide(N-methyl)azijnzuur	C8, precursor	2355-31-9	
EtFOSAA	Perfluorocmetaan-sulfonylamide(N-ethyl)-azijnzuur	C8, precursor	2991-50-6	
4:2 FTS	2-(perfluorbutyl)-ethaan-1-sulfonzuur	C4+2, precursor	757124-72-4	
6:2 FTS	2-(perfluorhexyl)-ethaan-1-sulfonzuur	C6+2, precursor	27619-97-2	
8:2 FTS	2-(perfluorocetyl)-ethaan-1-sulfonzuur	C8+2, precursor	39108-34-4	
8:2 FTUCA	cis-hexadecafluor-2-deceenzuur	C8+2, precursor	70887-84-2	



PFAS-component	Volledige naam	Type	CAS-nummer	Chemische structuur
HFPO-DA	2,3,3,3-tetra-fluor-2-(heptafluorpropoxy)-propionzuur ("GenX")	PFAE	13252-13-6	
DONA	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur	PFAE	919005-14-4	
9Cl-PF3ONS	2-[(6-chloor-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorhexyl)-oxyl]-1,1,2,2-tetrafluorethaan-sulfonaat, K <sup>+</sup> -zout	PFAE	73606-19-6	
11Cl-PF3OUdS	2-[(8-chloor-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8-hexadecafluorooctyl)-oxyl]-1,1,2,2-tetrafluorethaan-sulfonaat, K <sup>+</sup> -zout	PFAE	83329-89-9	

## Bijlage 2. Vrachtberekeningen

### Toelichting bij de berekeningen

Net als in het eerste RWS-rapport over bronnen van PFAS worden hieronder de indicatieve jaarvrachten berekend van de bemonsterde bedrijven. Er wordt in deze berekeningen van uitgegaan dat de PFAS-concentraties in het monster representatief zijn voor de lozingen over het gehele jaar. Dit hoeft niet het geval te zijn. Daarom kunnen we slechts spreken over *indicatieve* jaarvrachten.

Om de indicatieve jaarvrachten te berekenen op basis van uurdebieten, is ervan uitgegaan dat bedrijven volcontinu in bedrijf zijn en gemiddeld 8.000 uur per jaar lozen. Dit komt overeen met 333 dagen. Voor bedrijven waarvan een gemiddeld maanddebiet beschikbaar is over de afgelopen maanden, is deze waarde vermenigvuldigd met 12 om op een jaardebiet uit te komen. Bij bedrijven waarvoor een jaardebiet van 2020 beschikbaar was, is dit gebruikt.

Voor bedrijven waarvan het debiet afhankelijk is van de hoeveelheid hemelwater, zijn geen vrachtberekeningen uitgevoerd. Dit geldt ook voor de bedrijven waarvan het debiet onbekend is.

De indicatieve jaarvrachten zijn berekend door het jaardebiet (indien beschikbaar) te vermenigvuldigen met de PFAS-concentraties uit het monster. De indicatieve vrachten zijn per PFAS-component weergegeven in grammen per jaar. Om het geheel overzichtelijk te maken, is een kleurencodering gehanteerd, gebaseerd op de indicatieve jaarvracht:

kleurencodering: 0-1 g/jaar 1-10 g/jaar 10-100 g/jaar >100 g/jaar

Deze kleurcodering komt overeen met die uit het eerdere RWS-rapport over bronnen van PFAS [5]. Een grijze kleur geeft aan dat de indicatieve jaarvracht niet berekend kon worden door een onbekend debiet. Dit betekent niet dat de indicatieve jaarvracht 0 is.

### Blusactiviteiten

**Tabel 16.** Berekening jaardebieten van blustrainingslocaties.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
blus 1	11.280 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	11.280 m <sup>3</sup> /jaar
blus 2	loost niet	0 m <sup>3</sup> /jaar
blus 3	10.366 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	10.366 m <sup>3</sup> /jaar
blus 4	gemiddeld 22.626 m <sup>3</sup> /maand (2021)	271.512 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 17.** Indicatieve jaarvruchten van blustrainingslocaties (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTfDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFPeS	L-PFHxS	Br-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	Br-PFOS	L-PFNS	L-PFDS
blus 1	5,98	25,9	23,7	8,69	1,13	1,24	0,496	0,248	0,038	<rg	<rg	0,553	0,417	1,80	0,338	0,180	4,96	2,71	<rg	<rg
blus 2	0	0	0	0	0	0	0	0	<rg	<rg	<rg	0	0	0	0	0	0	0	<rg	<rg
blus 3	0,726	<rg	<rg	<rg	0,352	0,104	0,032	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,176	0,090	1,35	0,674	<rg	<rg
blus 4	73,3	272	242	84,2	76,0	3,53	0,570	0,489	<rg	<rg	<rg	3,26	3,53	182	24,4	2,72	543	201	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OUIS
blus 1	0,018	<rg	<rg	0,021	36,1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
blus 2	0	<rg	<rg	<rg	0	0	<rg	0	<rg	<rg	<rg
blus 3	<rg	<rg	<rg	<rg	32,1	1,04	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
blus 4	<rg	<rg	<rg	<rg	236	1,76	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

### Kunststofindustrie

**Tabel 18.** Berekening jaardebieten van bedrijven in de kunststofindustrie.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
kunststof 1	onbekend	onbekend
kunststof 2	gemiddeld 1.830 m <sup>3</sup> /maand (2021)	21.960 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 19.** Indicatieve jaarvruchten in de kunststofindustrie (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt. "nb" houdt in dat de jaarvrucht niet berekend kon worden door een onbekend debiet.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTfDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFPeS	L-PFHxS	Br-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	Br-PFOS	L-PFNS	L-PFDS
kunststof 1	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	<rg	<rg
kunststof 2	0,081	<rg	<rg	<rg	0,040	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,264	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OUIS
kunststof 1	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
kunststof 2	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

### Was- en schoonmaakmiddelenproductie

**Tabel 20.** Berekening jaardebieten van was- en schoonmaakproducenten.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
schoon 1	55.000 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	55.000 m <sup>3</sup> /jaar
schoon 2	3.135 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	3.135 m <sup>3</sup> /jaar
schoon 3	41.600 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	41.600 m <sup>3</sup> /jaar
schoon 4	25.715 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	25.715 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 21.** Indicatieve jaarvrachten bij was- en schoonmaakproducenten (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTiDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPes	L_PFHxS	Br_PFHxS	L_PFHpS	L_PFOs	Br_PFOs	L_PFINs	L_PFDs	
schoon 1	<rg	<rg	<rg	<rg	0,127	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 2	0,038	<rg	0,041	0,013	0,014	<rg	0,008	<rg	<rg	<rg	<rg	0,022	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 3	0,121	<rg	<rg	<rg	0,108	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 4	0,093	0,095	0,087	0,031	0,051	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,098	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OUIS
schoon 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 2	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 3	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
schoon 4	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

### Coatingsector

**Tabel 22.** Berekening jaardebiet van een verfproducent.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
verf 1	onbekend	onbekend

**Tabel 23.** Indicatieve jaarvracht van een verfproducent (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt. "nb" houdt in dat de jaarvracht niet berekend kon worden door een onbekend debiet.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTiDA	PFTeDA	L_PFBs	L_PFPes	L_PFHxS	Br_PFHxS	L_PFHpS	L_PFOs	Br_PFOs	L_PFINs	L_PFDs	
verf 1	<rg	<rg	<rg	nb	nb	<rg	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-PF3ONS	11Cl-PF3OUIS
verf 1	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	nb	<rg	<rg	nb	<rg	<rg

### Tankreiniging

**Tabel 24.** Berekening jaardebieten van tankreinigers.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
tank 1	gemiddeld 14 m <sup>3</sup> /uur (2019)	112.000 m <sup>3</sup> /jaar
tank 2	onbekend	onbekend
tank 3	40.000 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	40.000 m <sup>3</sup> /jaar
tank 4	39.600 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	39.600 m <sup>3</sup> /jaar
tank 5b	11.800 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	11.800 m <sup>3</sup> /jaar
tank 6b	6.000 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	6.000 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 25.** Indicatieve jaarvrachten bij tankreinigers (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt. "nb" houdt in dat de jaarvracht niet berekend kon worden door een onbekend debiet.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUNA	PFDoA	PFTiDA	PFTeDA	L-PFBs	L-PFPeS	L-PFHxS	BF-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	BF-PROS	L-PFNS	L-PFDS
tank 1	2,46	1,46	1,12	0,493	21,3	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,302	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 2	nb	nb	nb	<rg	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	<rg
tank 3	0,076	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 4	1,62	1,54	0,059	<rg	4,75	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 5b	1,53	0,058	0,063	0,046	0,991	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 6b	0,960	0,026	0,042	0,015	0,019	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,017	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUIS
tank 1	<rg	<rg	<rg	<rg	5,04	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 2	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 3	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 4	<rg	<rg	<rg	<rg	0,079	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 5b	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
tank 6b	<rg	<rg	<rg	<rg	0,960	<rg	0,222	<rg	<rg	<rg	<rg

**Afval en recycling**

**Tabel 26.** Berekening jaardebieten van recyclingbedrijven en afvalverbrandingsinstallaties.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
afvalverwerker 2c	hemelwaterafhankelijk	onbekend
afvalverwerker 5	alleen overstorten	onbekend
AVI 1	118.859 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	118.859 m <sup>3</sup> /jaar
AVI 2a	gemiddeld 20 m <sup>3</sup> /uur	160.000 m <sup>3</sup> /jaar
AVI 2b	gemiddeld 16 m <sup>3</sup> /uur	128.000 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 27.** Indicatieve jaarvrachten bij recyclingbedrijven en afvalverbrandingsinstallaties (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt. "nb" houdt in dat de jaarvracht niet berekend kon worden door een onbekend debiet.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUNA	PFDoA	PFTiDA	PFTeDA	L-PFBs	L-PFPeS	L-PFHxS	BF-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	BF-PRO	L-PFNS	L-PFDS
afvalverwerker 2c	nb	<rg	nb	nb	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	nb	<rg	<rg	nb	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 5	nb	<rg	nb	nb	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	nb	<rg	nb	<rg	<rg	nb	nb	<rg	<rg
AVI 1	1,90	0,523	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,939	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2a	0,768	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2b	2,18	0,602	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9CI-PF3ONS	11CI-PF3OUIS
afvalverwerker 2c	<rg	<rg	<rg	nb	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
afvalverwerker 5	<rg	<rg	nb	nb	nb	nb	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 1	<rg	<rg	<rg	<rg	0,238	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2a	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
AVI 2b	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

**Overig**

**Tabel 28.** Berekening jaardebieten van overige bedrijven.

Lozer	Opgegeven debiet	(Berekend) jaardebiet
petrochem 1	1,89 m <sup>3</sup> /uur	15.120 m <sup>3</sup> /jaar
biodiesel 1	42.832 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	42.832 m <sup>3</sup> /jaar
filters 1	50 m <sup>3</sup> /jaar (2020)	50 m <sup>3</sup> /jaar

**Tabel 29.** Indicatieve jaarvrachten voor de overige bedrijven (g/jaar). "<rg" geeft aan dat de PFAS-concentratie in het monster onder de rapportagegrens ligt.

monster	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTtDA	PFTeDA	L-PFBS	L-PFpES	L-PFHxS	Br-PFHxS	L-PFHpS	L-PFOS	Br-PFOS	L-PFNS	L-PFDS	
petrochem 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
biodiesel 1	0,942	0,600	1,33	0,368	0,304	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	0,128	0,047	0,514	0,128	0,077	1,84	1,16	<rg	<rg	<rg
filters 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg

	FOSA	N-MeFOSAA	N-EFOSAA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	8:2 FTUCA	HFPO-DA	DONA	9Cl-HF3ONS	11Cl-HF3OITS
petrochem 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
biodiesel 1	<rg	<rg	<rg	<rg	8,14	0,111	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg
filters 1	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg	<rg