

PFAS in de Westerschelde

Meting van PFAS in vis, garnaal, schelpdier, zeegroente, water en sediment in het najaar van 2021

Wageningen University &
Research rapport C025/22

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

PFAS in de Westerschelde

Meting van PFAS in vis, garnaal, schelpdier, zeegroente, water en sediment in het najaar van 2021

Wageningen Marine Research

Wageningen Food and Safety Research

Wageningen Marine Research
Den Helder, mei 2022

Wageningen Marine Research rapport C025/22

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Keywords: Westerschelde, geperfluoreerde verbindingen, PFAS, vis, garnaal, mossel, oester, lamsoor, gradiënt

Opdrachtgever: Provincie Zeeland
Abdij 6
4331 BK Middelburg

Dit rapport is gratis te downloaden van https://doi.org/10.18174/569437
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

A_4_3_1 V32 (2021)

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **8**

1.1 Achtergrond 8
1.2 PFAS 8

2 Kennisvraag **11**

2.1 Kennisvraag 11
2.2 Afbakening 11
2.3 Randvoorwaarden 12

3 Methoden **13**

3.1 Bemonsteringslocaties 13
3.2 Kwaliteitsborging bemonstering 13
3.3 Bemonsteringswijze vanaf het schip 14
3.3.1 Water en sediment 14
3.3.2 Vis en garnaal 15
3.4 Bemonsteringswijze vanaf de kant 16
3.4.1 Water, zand en slik (strand) 16
3.4.2 Schelpdieren 16
3.4.3 Lamsoor 17
3.4.4 Vis 17
3.5 Verwerking 18
3.5.1 Vis 18
3.5.2 Schelpdieren 18
3.5.3 Lamsoor 18
3.6 Verzameld materiaal 19
3.6.1 Vis 19
3.6.2 Garnaal 20
3.6.3 Schelpdieren 20
3.6.4 Lamsoor 21
3.6.5 Sediment en water 21
3.7 Chemische analyse 21
3.7.1 WFSR: vis, garnaal, lamsoor 22
3.7.2 WMR: schelpdier, sediment, water 23

4 Resultaten **24**

4.1 PFAS in consumptieproducten 24
4.1.1 PFAS-concentraties 24
4.1.2 Variatie tussen locaties 26
4.2 PFAS in water en sediment 28
4.2.1 PFAS concentraties 28
4.2.2 Variatie tussen locaties 29

5 Conclusies **31**

6 Kwaliteitsborging **33**

6.1 WMR 33
6.2 WFSR 33

Literatuur **34**

Verantwoording **35**

Bijlage 1 **Informatie vistrekken** **36**

Bijlage 2 **PFAS-concentraties in consumptieproducten uit de Westerschelde** **39**

Bijlage 3 **PFAS-concentraties in sediment** **43**

Bijlage 4 **PFAS-concentraties in water** **47**

Bijlage 5 **PFAS-concentraties op basis van drooggewicht** **49**

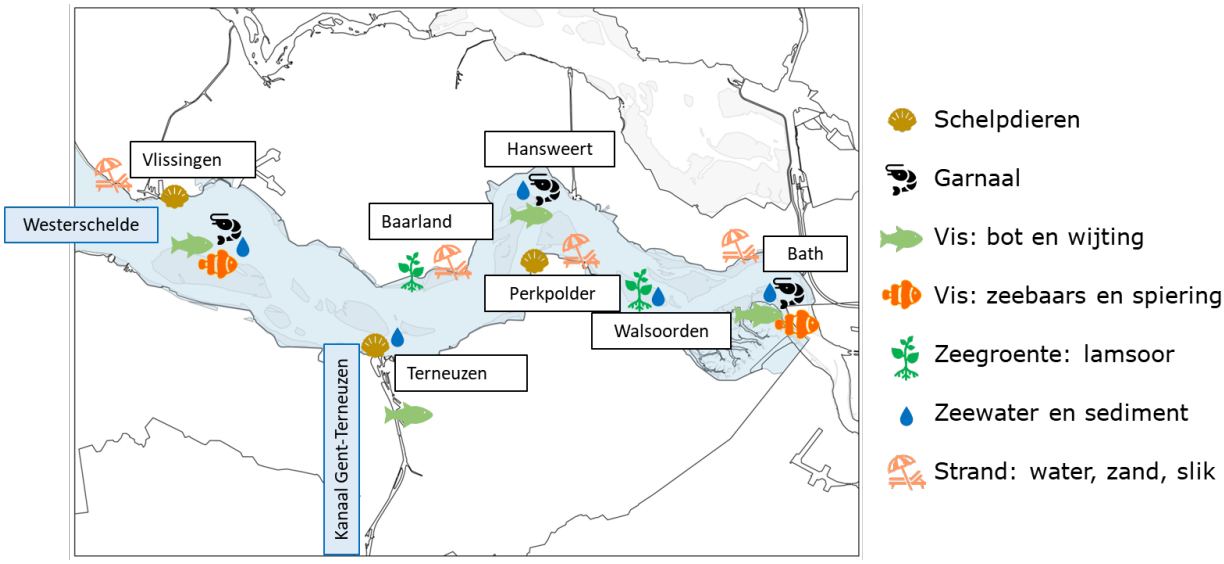
Samenvatting

In de Westerschelde zijn tijdens standaardmetingen in water en organismen verhoogde concentraties van poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) aangetroffen in vergelijking tot andere gebieden in Nederland. Hierdoor is er zorg of consumptieproducten uit de Westerschelde, zoals vis, schaal- en schelpdier, en zeegroente, veilig kunnen worden gegeten. Aangezien voldoende gegevens momenteel ontbreken om dit goed te kunnen bepalen, heeft de Provincie Zeeland aan Wageningen Marine Research (WMR) en Wageningen Food Safety Research (WFSR) gevraagd om nieuwe gegevens te genereren, zowel voor verschillende type consumptieproducten als voor meerdere locaties in de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen. Deze resultaten kunnen door het RIVM vervolgens worden gebruikt voor een risicobeoordeling.

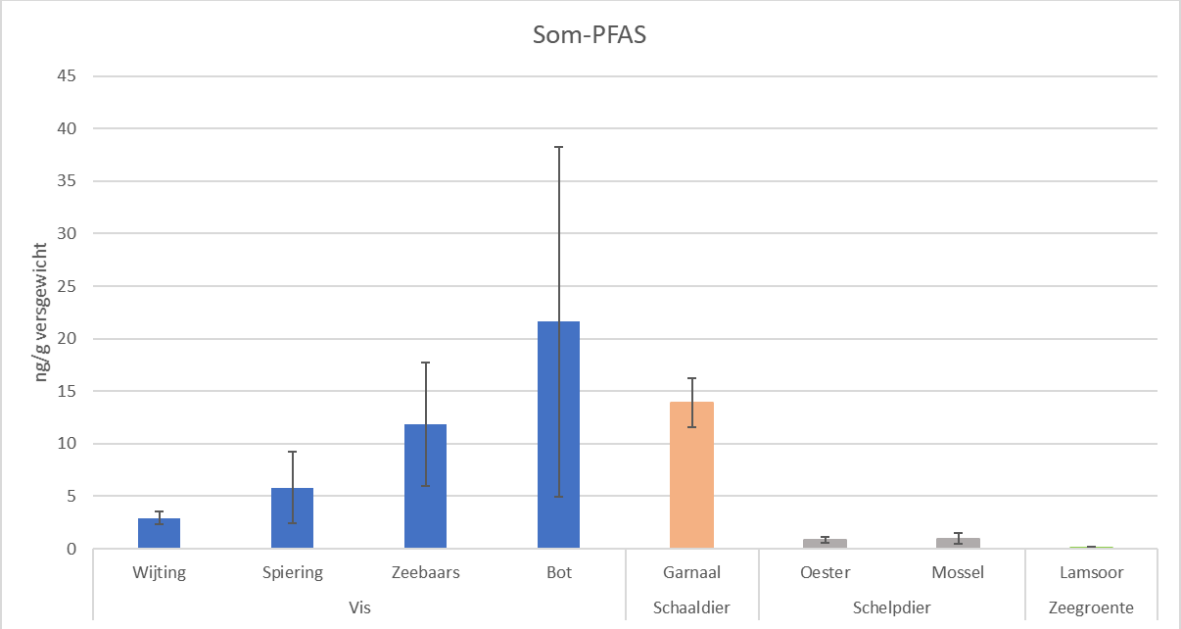
De in dit project gestelde kennisvragen zijn als volgt:

1. Wat zijn de PFAS gehalten in de volgende, nieuw te verzamelen producten uit de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen:
    a. Vis
    b. Schaaldieren (garnaal)
    c. Schelpdieren (oester en mossel)
    d. Zeegroente
2. Is er een gradiënt van PFAS gehalten aanwezig in de Westerschelde en beïnvloedt deze de gehalten aan PFAS in producten uit de Westerschelde?

In de tweede helft van november 2021 is op meerdere locaties in de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen onderzoeksmateriaal verzameld, bestaande uit vier verschillende vissoorten, twee soorten schelpdieren, garnalen, lamsoor, drie verschillende typen sediment en water (figuur A). Deze zijn geanalyseerd op de standaard PFAS set, aangevuld met FBSA en GenX.



Figuur A *Locaties in de Westerschelde waar materiaal is verzameld t.b.v. het PFAS onderzoek in november 2021.*



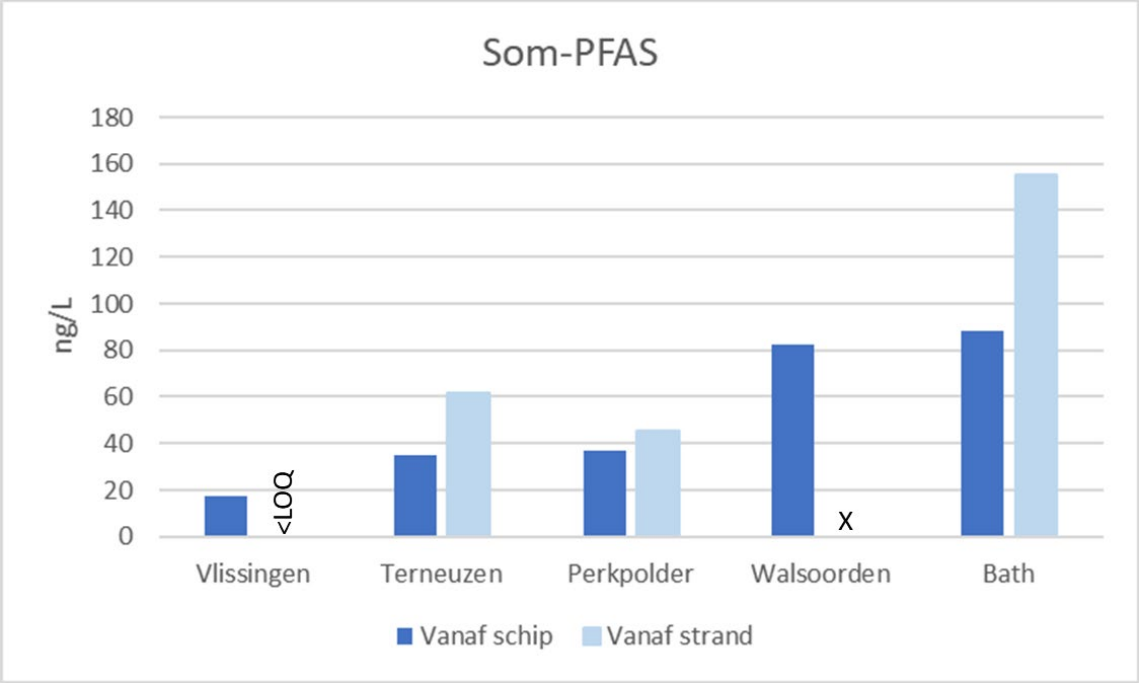
Figuur B *Gemiddelde concentraties aan Som-PFAS (ng/g versgewicht, 'lower bound') die zijn aangetroffen in verschillende consumptieproducten uit de Westerschelde, bemonsterd in november 2021. De standaarddeviatie laat de variatie tussen de monsters zien. Blauw = vis (filet), roze = garnaal (geheel), grijs = schelpdier (vlees), groen = zeegroente (blad).*

PFAS gehalten in consumptieproducten uit de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen
In de nieuw verzamelde consumptieproducten zijn de laagste Som-PFAS concentraties aangetroffen in lamsoor (0.1-0.2 ng/g versgewicht) en schelpdieren (0.5-1.5 ng/g versgewicht), en de hoogste in vis (2.1-46.3 ng/g versgewicht) en garnaal (11.2-15.7 ng/g versgewicht) (figuur B). Tussen de vissoorten zijn verschillen in Som-PFAS concentraties zichtbaar met de laagste concentraties in wijting filet en toenemende concentraties in de filets van spiering, zeebaars en bot.

PFOS leverde de grootste bijdrage aan de Som-PFAS-concentratie in de verzamelde consumptieproducten (53-100%, afhankelijk van het product). Daarnaast zijn, afhankelijk van het type product, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFHxS en PFHpS aangetroffen. Concentraties van de stoffen FBSA en Gen-X lagen, waar het gemeten kon worden, onder de kwantificatielimiet in de consumptieproducten. Vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode kon FBSA niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd worden in vis, garnaal en zeegroente.

PFAS gehalten in water en sediment uit de Westerschelde
In water uit de Westerschelde varieerden de Som-PFAS-concentraties van beneden de kwantificatielimiet tot 155 ng/L, en zijn PFBA, PFPeA, PFHxA, PFOA, PFBS, PFHxS en PFOS aangetroffen. In sediment, zand en slik zijn Som-PFAS concentraties gevonden van beneden de kwantificatielimiet tot 0.5 ng/g natgewicht, alleen bestaande uit PFOA en PFOS. Het percentage PFOS ten opzichte van de Som-PFAS in water was 0-14%, terwijl dat in sediment, zand en slik 87-100% was voor die monsters met Som-PFAS-concentraties boven de kwantificatielimiet.

Gradiënt van PFAS gehalten in de Westerschelde
In water, dat in de Westerschelde is verzameld, was er een gradiënt in PFAS-concentraties te zien (figuur C). De laagste PFAS-concentraties zijn gevonden in het westen van de Westerschelde, bij Vlissingen. Hogere concentraties zijn stroomopwaarts gevonden, met name in het oosten van de Westerschelde, ter hoogte van Bath. Eenzelfde gradiënt is ook gevonden in vis, garnaal en schelpdier. Dit betekent dat de PFAS concentraties lager zijn in de monding van de Westerschelde dan daar waar de Westerschelde Nederland binnenstroomt.



Figuur C *Concentraties aan Som-PFAS in water (ng/L) op verschillende locaties in de Westerschelde, verzameld in november 2021. De locaties zijn van west naar oost in de figuur weergegeven. Bemonstering vond vooral plaats tijdens ebstroom en laag water. Er is geen watermonster verzameld vanaf de kant bij Walsoorden (X). Het watermonster dat vanaf het strand bij Vlissingen is verzameld bevatte geen PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet (<LOQ).*

In sediment, zand en slik is minder duidelijk een gradiënt af te leiden, met name omdat in meerdere monsters in het oostelijk deel van de Westerschelde de Som-PFAS-concentraties onder de kwantificatielimiet lagen. In het verzamelde lamsoor, met lage PFAS-concentraties, zijn hogere concentraties op de westelijke locatie gevonden dan op de locatie ten oosten daarvan.

De volgende kanttekeningen zijn van belang bij deze meetcampagne:

- In de huidige bemonstering kon alleen zeegroente buiten het oogstseizoen worden verzameld en dat betekende tevens dat er vanwege verhouting van de plant geen zeekraal gesneden kon worden. Om inzicht te krijgen in de PFAS concentraties in zowel lamsoor als zeekraal tijdens het snijseizoen, is een aanvullende bemonstering en PFAS analyse nodig.
- In hoeverre de huidige meetresultaten in de consumptieproducten uit de Westerschelde representatief is voor het hele jaar kan op basis van deze meetcampagne niet bepaald worden. Om dit inzicht te krijgen is een aanvullende bemonstering en PFAS analyse nodig in voor de Westerschelde relevante consumptieproducten gedurende de verschillende seizoenen.
- Het is mogelijk dat de aangetroffen concentraties in ongepelde en ongekookte garnalen van de huidige bemonstering niet overeenstemmen met hoe de consument blootgesteld wordt aan PFAS via garnalen (gepeld en gekookt). Aanvullende bemonstering en PFAS analyse in garnaal kan bepalen of het pellen en koken van garnalen invloed heeft op de aangetroffen PFAS-concentraties. Met deze data kan de risicobeoordeling voor inname van PFAS via het eten van garnalen indien gewenst verder worden verfijnd.
- Kreeften en (noordzee)krabben zijn in dit onderzoek niet meegenomen, omdat deze soorten niet verzameld konden worden in de korte onderzoeksperiode in het najaar. Indien inzicht in PFAS concentraties in deze producten gewenst is, is een aanvullende bemonstering en PFAS analyse nodig voor deze producten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In de Westerschelde zijn zowel in oppervlaktewater als in biota verhoogde concentraties van poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) aangetroffen in vergelijking tot andere gebieden in Nederland (Jonker, 2021).

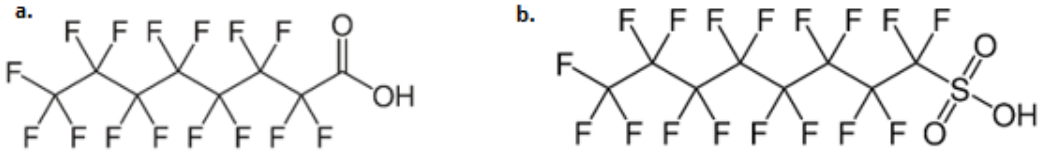
Mogelijke PFAS-bronnen voor de Westerschelde zijn de (industriële activiteiten langs de) Schelde, de RWZI-lozing bij Bath en het Kanaal Gent-Terneuzen de Westerschelde binnen te komen. Recente discussies omtrent vergunningen voor onder andere het lozen van afvalwater door de fabriek van het chemiebedrijf 3M in Zwijndrecht, België, hebben tot onrust geleid bij de Zeeuwse beheerders en bevolking. Er is zorg of consumptieproducten uit de Westerschelde, zoals vis, schaal- en schelpdier, en zeegroente, veilig kunnen worden gegeten. Daarnaast is er zorg omtrent de zwemwaterkwaliteit en het spelen in zand en modder langs de Westerschelde.

Er zijn relatief weinig recente gegevens beschikbaar over gehalten aan PFAS in consumptieproducten uit de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen. Wel vindt er jaarlijkse monitoring van PFAS in oppervlaktewater plaats op bepaalde locaties, waaronder in de Westerschelde bij Schaar van Ouden Doel en in het Kanaal Gent-Terneuzen ter hoogte van Sas van Gent. Daarnaast is er jaarlijkse monitoring van PFAS in lever van platvis (bot), en in oesters en mosselen op één locatie in de Westerschelde (t.b.v. OSPAR JAMP). Ook wordt er PFAS geanalyseerd in hele platvis (bot), met een frequentie van eens per drie jaar (t.b.v. de Kaderrichtlijn Water). Deze standaardgegevens geven niet direct informatie over hoeveel PFAS er in de producten zitten, die gegeten kunnen worden. Om een goede risicobeoordeling te kunnen laten maken, zijn daarom aanvullende gegevens nodig.

De hoofdvraag is: kan voedsel uit en langs de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen veilig worden gegeten met het oog op PFAS-verontreiniging? Om deze vraag te beantwoorden zijn nieuwe gegevens nodig over PFAS-gehalten in verschillende producten en op relevante locaties in de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen. De provincie Zeeland heeft Wageningen Marine Research (WMR) en Wageningen Food Safety Research (WFSR) gevraagd deze data te genereren. Deze resultaten kunnen door het RIVM vervolgens worden gebruikt voor een gefundeerde risicobeoordeling.

1.2 PFAS

PFAS (tegenwoordig ook wel aangeduid als PFAS's) betreffen een groep van stoffen van gefluoreerde verbindingen. Er zijn duizenden verschillende PFAS-verbindingen bekend, met uiteenlopende chemische structuren (bijvoorbeeld ketenlengte en functionele groepen) (Buck et al., 2011). Twee van de bekendste PFAS zijn perfluoroctaanzuur (PFOA, zie figuur 1.A) en perfluoroctaansulfonzuur (PFOS, zie figuur 1.B). Een aantal andere PFAS zijn weergegeven in tabel 1.1.



Figuur 1 *Chemische structuur van PFOA (A) en PFOS (B).*

PFAS zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert. PFAS zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlaktespanning-verlagend. Hierdoor zijn deze stoffen breed toegepast. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt bij oppervlaktebehandelingen van tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. Door deze brede toepassingen komen ze wijd verspreid voor in ons milieu; in de grond, de lucht, het oppervlaktewater en het zeewater. PFAS zijn in 2019 en 2020 veelvuldig in het nieuws geweest vanwege de mogelijke vervuiling van grond en de gevolgen die dat had voor grondtransport in de bouwsector. Binnen de grote groep van PFAS zijn enkele verbindingen, zoals PFOS en PFOA, vanwege hun persistente, bioaccumulerende en toxische eigenschappen, opgenomen op de lijst van Persistent Organic Pollutants (POPs)[1]. PFOS en PFOA hopen niet op in vetten, zoals dioxines en PCB's, maar binden aan eiwitten in onder andere bloed en lever.

De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft in 2020 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld, waarin de risico's van vier PFAS-verbindingen (PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS) via inname uit voeding zijn beoordeeld (EFSA, 2020). De keuze voor deze vier PFAS (EFSA 4) is gemaakt omdat deze voorkwamen in bloed van kinderen in de kritische studie. EFSA is daarbij uitgegaan van een vergelijkbare toxische werking en potentie. Samen zorgen ze voor de helft van de blootstelling van PFAS bij mensen, waarbij de andere helft vooral wordt veroorzaakt door PFAS die niet accumuleren in de mens. Op basis van effecten op het afweersysteem is door EFSA een Tolereerbare Wekelijkse Inname (TWI) voor de som van deze vier PFAS afgeleid van 4.4 ng/kg lichaamsgewicht per week. EFSA acht het waarschijnlijk dat ook andere PFAS verbindingen effecten hebben op het afweersysteem, maar kon deze niet meenemen in de TWI doordat zij dus niet werden gedetecteerd in bloed van kinderen in de kritische studie. Ook acht EFSA het waarschijnlijk dat er verschillen zijn in potentie maar er zijn geen studies waarin effecten van verschillende PFAS op het immuunsysteem zijn vergeleken en er is onvoldoend inzicht in het werkingsmechanisme. De nieuwe TWI is veel lager dan de eerdere, in 2008, gepubliceerde TWI's op basis van effecten op de lever en schildklierhormonen bij proefdieren (PFOS 150 en PFOA 1500 ng/kg lichaamsgewicht per dag; EFSA, 2008). De nieuwe TWI wordt door een groot deel van de Europese bevolking overschreden, waarbij vis de belangrijkste bron is van PFAS, met name bij mensen met een relatief hoge blootstelling. Voor PFAS zijn nog geen 'maximum levels' per product vastgesteld in het kader van de EC 1881/2006. Er zijn voor vlees, eieren en vis- en visproducten (incl. schaal- en schelpdieren) wel conceptnormen voorgesteld en besproken met de lidstaten. Deze worden waarschijnlijk in 2023 van kracht.

PFAS komen voor in het Nederlandse zoetwater en mariene milieu. Ze zijn aangetroffen in voedsel (Noorlander et al., 2011) en een breed scala aan vissen, schaal- en schelpdieren in Nederland (Zafeiraki et al., 2019). De accumulerende PFAS bleken met name PFOS, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA en PFTrDA.

[1] http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx

Tabel 1.1 *Meest beschreven PFAS. Componenten met een * zijn de EFSA 4.*

Afkorting	**Component**
Zuren:	
PFBA	Perfluorobutaanzuur
PFPeA	Perfluoropentaanzuur
PFHxA	Perfluorohexaanzuur
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur
PFOA *	Perfluorooctaanzuur
PFNA *	Perfluorononaanzuur
PFDA	Perfluorodecaanzuur
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur
PFTrDA	Perfluorotridecaanzuur
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur
Sulfonaten:	
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat
PFHxS *	Perfluorohexaansulfonaat
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat
PFOS *	Perfluorooctaansulfonaat
PFDS	perfluorodecaansulfonaat
Overig:	
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropaanzuur
FBSA	Perfluorobutaan sulfonamide

2 Kennisvraag

2.1 Kennisvraag

De in dit project gestelde kennisvragen zijn als volgt:

3. Wat zijn de PFAS gehalten in de volgende nieuw te verzamelen producten uit de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen:
    a. Vis
    b. Schaaldieren (garnaal)
    c. Schelpdieren (oester en mossel)
    d. Zeegroente
4. Is er een gradiënt van PFAS gehalten aanwezig in de Westerschelde en beïnvloedt deze de gehalten aan PFAS in producten uit de Westerschelde?

Het doel van dit project is als volgt:

1. Het verzamelen van nieuw materiaal uit de Westerschelde en, indien mogelijk, het Kanaal Gent-Terneuzen t.b.v. PFAS-analyse;
2. Het uitvoeren van PFAS-analyses in het nieuw verzamelde materiaal;
3. Het beschikbaar stellen van de nieuwe PFAS-gegevens t.b.v. een risicobeoordeling door het RIVM;
4. Het vastleggen van de bemonsteringsmethodiek en nieuwe gegevens in een korte rapportage;

2.2 Afbakening

In overleg met de opdrachtgever is het project als volgt afgebakend:

- Er is een inspanning gedaan om op korte termijn zoveel mogelijk relevant materiaal te verzamelen in de Westerschelde en het Kanaal Gent-Terneuzen. Echter, aangezien de bemonstering in het najaar plaats heeft gevonden kon niet al het geplande materiaal verzameld worden. In het najaar zijn bijvoorbeeld bepaalde relevante soorten weggetrokken uit de Westerschelde of zijn eetbare delen van een plant niet meer te snijden.
- In 2021 zijn in het kader van de Wettelijk Onderzoek Taken (WOT) voor Voedselveiligheid van visserijproducten (“Monitoring NL”) reeds enkele garnalen monsters en één botmonster verzameld uit de Westerschelde. Deze metingen zijn niet opgenomen in dit rapport, omdat deze in het kader van een ander onderzoek tot stand zijn gekomen. Betreffende metingen zijn reeds eerder separaat aan het RIVM gerapporteerd en gebruikt in de verkennende risicobeoordeling.
- De risicobeoordeling voor de mens op basis van de nieuwe data wordt uitgevoerd door het RIVM en vormt nadrukkelijk geen onderdeel van de opdracht voor WMR en WFSR. Ook vindt er op basis van de nieuw te genereren gegevens binnen deze opdracht geen interpretatie plaats t.b.v. de mogelijke effecten op de natuur.
- De in deze opdracht nieuw gegenereerde data zijn representatief voor de najaarssituatie. Omstandigheden in de lente en zomer kunnen hiervan afwijken, qua type soorten die aanwezig zijn in de Westerschelde, gehalte aan PFAS en invloed van milieuomstandigheden.

2.3 Randvoorwaarden

De werkzaamheden en toegepaste protocollen binnen dit project sluiten direct aan bij de Wettelijke Onderzoek Taken (WOT) voor Voedselveiligheid van visserijproducten ("Monitoring NL") waar WMR in samenwerking met WFSR visserijproducten van de markt onderzoekt op een breed pallet aan contaminanten (inclusief PFAS).

Voor het verzamelen van het verschillende onderzoeksmateriaal en betreden van enkele platen in de Westerschelde is toestemming en/of ontheffing verkregen van de Provincie Zeeland, Rijkswaterstaat en Staatsbosbeheer voor:

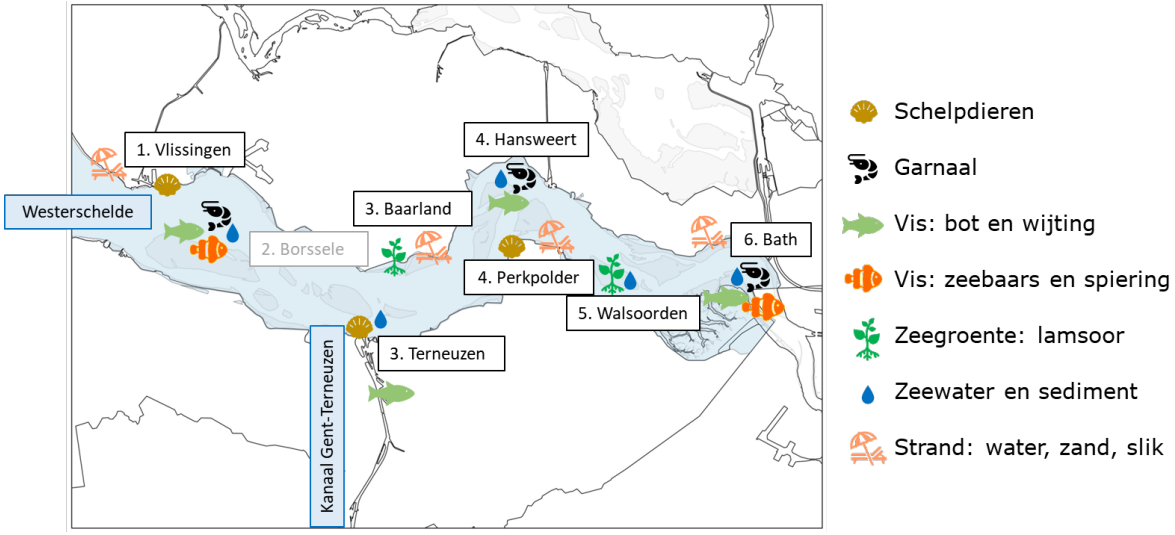
- Westerschelde – litoraal en sublitoraal
- Het Kanaal Gent-Terneuzen
- Plaat van Baarland, Plaat van Walsoorden en Schorren bij Bath

3 Methoden

De bemonsteringscampagne in de Westerschelde heeft plaatsgevonden in november 2021. Er is gewerkt vanaf het onderzoekschip Luctor (Rijkswaterstaat) voor locaties op de Westerschelde (vijf locaties), en vanaf het land voor locaties langs de kust (negen locaties). Met een bijboot vanaf de Luctor kon tevens de Plaat van Walsoorden in de Westerschelde worden bereikt om zeegroente te verzamelen.

3.1 Bemonsteringslocaties

Over de lengte van de Westerschelde zijn verschillende locaties bemonsterd (zie figuur 3.A). Met het schip is op vijf locaties van Vlissingen in het westen tot Bath in het oosten onderzoeksmateriaal verzameld. Een zesde locatie (locatie 2 - Borssele) is vanwege minder geschikte bemonsteringsomstandigheden uiteindelijk niet meegenomen in de analyse. Vanaf de kust zijn de stranden van Vlissingen, Baarland en Perkpolder bemonsterd, voor zeegroente de Platen van Baarland en Walsoorden, en voor schelpdieren locaties langs de kust ter hoogte van Ritthem (Vlissingen), Terneuzen en Knuitershoek (Perkpolder).



Figuur 3.A *Locaties in de Westerschelde waar materiaal is verzameld t.b.v. het PFAS onderzoek in november 2021. De locatie 2 (Borssele) is uiteindelijk vanwege afwijkende bemonsteringsomstandigheden komen te vervallen.*

3.2 Kwaliteitsborging bemonstering

De werkzaamheden zijn uitgevoerd aan de hand van een werkprotocol. Strikte maatregelen zijn genomen tijdens het verzamelen van biologisch materiaal, water en sediment om (cross-)contaminatie van het verzamelde onderzoeksmateriaal te voorkomen. Zo is tijdens alle werkzaamheden gewerkt met labhandschoenen, die na elke bemonstering werd vervangen. Er is verder op toegezien dat eventuele (regen)druppels van (waterafstotende) kleding niet in contact kwamen met de monsters.

Voor het spoelen van monsters is zeewater van dezelfde locatie gebruikt. Alle gebruikte materialen (emmers, meetplank, sorteertafel e.d.) zijn steeds goed gespoeld voor een volgende batch aan boord is gebracht. Tijdens het verzamelen van biologische weefsels (zeegroente en vis) zijn de gebruikte scharen, messen en pincetten tussentijds schoon gemaakt met water en gedroogd met papieren doeken. Tijdens het ontleden van de vis in het laboratorium gold dit tevens voor de weegschaal, meet-

en snijplank. De werkzaamheden hebben plaatsgevonden op een labtafel die was afgedekt met plastic dat bij elk soort en locatie is vervangen.

Elk monster is verpakt in een glazen pot of plastic zak, en in een volgende plastic zak met hierin een label met monsternummer. De glazen potten zijn gebruikt voor opslag van sediment, water, en garnalen, terwijl vis, lamsoor en schelpdieren tot verdere verwerking zijn opgeslagen in plastic zakken.

3.3 Bemonsteringswijze vanaf het schip

3.3.1 Water en sediment

Op locatie is met behulp van een puts (emmer aan touw) water bemonsterd, 0.5-1.0 meter onder het wateroppervlak. Elke eerste emmer op een nieuwe locatie is gebruikt voor het spoelen van de puts om contaminatie door een vorige locatie te voorkomen. De tweede puts is gebruikt voor het daadwerkelijke watermonster. Hierbij is met twee personen gewerkt. Eén persoon hanteerde de puts en de andere persoon hield het monsterpotje vast, waardoor water uit de puts rustig in een monsterfles met een inhoud van 1 liter kon worden gegoten. De monsterfles is tot driekwart gevuld met water om te voorkomen dat de fles later bij het invriezen zou barsten. Elke monsterfles is in een aparte plastic zak verpakt en vervolgens in de vriezer geplaatst. Op de zak zijn de locatie, locatienummer en datum genoteerd. In totaal zijn per locatie drie watermonsters (triplo) genomen.

Voor het nemen van het sedimentmonster is gebruik gemaakt van een Van Veen happer (oppervlakte=0.1 m^2). De happer is een soort grijper die open staat door middel van een vergrendeling. Zodra de happer op de bodem komt, valt de vergrendeling eraf en wordt de happer dicht getrokken, waardoor het sediment van de bodem wordt gehapt. Op de happer zitten aan de bovenkant twee kleppen die open kunnen. De happer is na de hap op het dek gezet en door één van de kleppen aan de bovenkant te openen is beoordeel of er voldoende sediment was verzameld. Na goedkeuring van een hap is met een hard-plastic schepje de bovenste laag (~5 cm) van het sediment geschept en is deze in een glazen 250-ml monsterpotje gedaan tot ¾ van het potje gevuld was. Vervolgens is het monsterpotje in een aparte zak geplaatst en in de vriezer bewaard. Op de zak zijn de locatie, locatienummer en datum genoteerd. Per locatie zijn drie sedimentmonsters (triplo) verzameld.



Foto 1. *Links: bemonstering van zeewater met een puts. Rechts: bemonstering van sediment met behulp van een Van Veen happer.*

3.3.2 Vis en garnaal

De visbemonstering vond plaats door middel van twee 3-meter brede boomkorren met klossenpees en wekkerketting, met een maaswijdte van 10 mm. Een vistrek duurde ongeveer 15 minuten, en per locatie waren meerdere trekken nodig om tot voldoende vangst te komen. De trekgegevens, tijd, datum, waterdiepte en positie zijn geregistreerd door bemanning van het schip door middel van de navigatie-software TimeZero (zie Bijlage 1). Via Waterinfo.rws.nl zijn waterhoogte, golfhoogte, saliniteit, windsnelheid, windrichting, luchttemperatuur, watertemperatuur en lokale weersomstandigheden geregistreerd.

Na het binnenhalen van de vangst is de kuil gespoeld met water van de betreffende locatie, voordat het net geopend werd boven een kuip. Vervolgens is de vangst op een (aluminium) sorteertafel geplaatst. Hierbij zijn de soorten bot (*Platichthys flesus*), wijting (*Merlangius merlangus*), zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), spiering (*Osmerus eperlanus*) en (gewone) garnaal (*Crangon crangon*) uit de vangst gehaald. De overige organismen zijn teruggezet. De vangst is vervolgens nogmaals gespoeld met water van de desbetreffende locatie, gemeten (cm naar beneden afgerond), geregistreerd, verpakt in plastic zakken en koel opgeslagen.

Voor de vissoorten lag de focus, waar mogelijk, op de wettelijke minimummaat die voor consumptie relevant is:

- bot: > 22 cm
- wijting: > 27 cm
- zeebaars: > 42 cm

Voor spiering is geen wettelijke maat vastgesteld.

Bemonsterde garnalen zijn na vangstsortering geteld (50 stuks), gemeten op de millimeter nauwkeurig, gespoeld met water van de desbetreffende locatie en per 50 stuks verpakt in glazen potten. Tijdens het sorteren is gekozen voor grotere exemplaren (6-8 cm), vanwege de nadruk op een meer realistische consumptiemaat.



Foto 2. *Sorteren (links) en opmeten (rechts) van de vangst.*

3.4 Bemonsteringswijze vanaf de kant

3.4.1 Water, zand en slik (strand)

Het nemen van watermonsters vanaf de kant is gedaan met behulp van een waadpak en door gebruik te maken van lange handschoenen, die reikten tot de oksel. Ter plaatse is een monsterfles (inhoud 1 liter) met deksel geopend op een diepte van 0.5-1.0 meter onder het wateroppervlak en eerst gespoeld. Daarna is het watermonster op dezelfde diepte genomen en de fles gevuld tot driekwart. Per locatie zijn drie watermonsters genomen (triplo). Elke monsterfles is in een aparte plastic zak bewaard en voorzien van locatie, locatienummer en datum. In een koelbox (met koelelementen) zijn ze getransporteerd naar het lab en bij terugkomst op het lab zijn ze in de vriezer geplaatst.

Het nemen van zand- en slikmonsters op stranden gebeurde vanaf de kant. Op elk strand is gekeken of er zowel slik als zandig materiaal verzameld kon worden. Per locatie is de bovenste laag (~5 cm) bemonsterd met een hard plastic schepje en opgeslagen in een 250 ml glazen monsterpotje. Per locatie zijn drie sedimentmonsters (triplo) genomen. De potjes zijn apart in een zak verzameld en bij terugkomst op het lab in de vriezer bewaard. Alle zakken zijn afzonderlijk voorzien van locatie, locatienummer en datum. In een koelbox (met koelelementen) zijn ze getransporteerd naar het lab en bij terugkomst op het lab zijn ze in de vriezer geplaatst.



Foto 3. *Verzamelen van het watermonster vanaf het strand.*

3.4.2 Schelpdieren

Op drie locaties zijn mosselen (*Mytilus edulis*) en oesters (*Crassostrea gigas*) met de hand (labhandschoenen) verzameld. Per locatie zijn minimaal 50 stuks mosselen van consumptieformaat verzameld. Van de oesters zijn minimaal 25 stuks verzameld per locatie, met een lengte van minimaal 100 mm. De schelpdieren zijn verzameld in een grote stevige plastic zak, voorzien van locatie, locatienummer en datum. In een koelbox (met koelelementen) zijn ze getransporteerd naar het lab voor verdere verwerking.



Foto 4. *Verzamelen van de schelpdiermonsters.*

3.4.3 Lamsoor

De zeegroente (zoutminnende groente) 'lamsoor', *Tripolium pannonicum*, dat eigenlijk zeeaster is, groeit op niet permanent overstromende gebieden, zoals schorren/kwelders en hoger gelegen (zand)platen in getijdegebieden zoals de Westerschelde. Per locatie zijn representatieve planten gezocht, die niet beschadigd waren en/of te veel aanhangig slib bevatten. Van de planten zijn intacte bladeren afgeknipt met een schaar en deze zijn direct in plastic zakken verpakt. In een koelbox (met koelelementen) zijn ze getransporteerd naar het lab voor verdere verwerking.

Indien mogelijk zou tevens zeekraal, *Salicornia spec.*, worden verzameld. Zeekraal is echter een éénjarige plant, die tegen de winter afsterft. Aangezien de veldcampagne in november plaatsvond, zijn alleen restanten van zeekraal aangetroffen (houtige overblijfselen met af en toe wat laatste bloeiresten). Aangezien deze zeegroente hierdoor niet in de juiste vorm kon worden bemonsterd, is deze soort niet verzameld en zijn er geen PFAS-gegevens gegenereerd voor zeekraal.



Foto 5. *Links: het snijden van lamsoor. Rechts: de houtige overblijfselen van zeekraal in het najaar.*

3.4.4 Vis

Voor het Kanaal Gent-Terneuzen is in de periode van de bemonsteringscampagne vis verkregen via sportvissers. Zo konden er twee botten en elf wijtingen aangeleverd worden voor het onderzoek.

3.5 Verwerking

3.5.1 Vis

Alle vissen zijn per soort, grootteklasse en locatie koud bewaard (koelbox/koeling) tot verdere verwerking. Verwerking vond plaats in het laboratorium binnen twee dagen na vangst. Eerst zijn de vissen per individu nogmaals goed afgespoeld met kraanwater. Per vis zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Meten van de lengte (in cm, één decimaal);
2. Wegen (in gram, één decimaal);
3. Open snijden van de vis en verwijderen van de lever:
    a. Wegen van de lever in voor-getarreerde glazen pot en opslag van de pot in de vriezer;
4. Fileren van de vis en verwijderen van de huid:
    a. Wegen van de filet in voor-getarreerde glazen pot en opslag van de pot in de vriezer;
5. Verwijderen van de otoliet door het maken van een snede in de achterkant van de kop:
    a. Opslaan van de gehoorsteentjes (otolieten) in een papieren otolietzakje. De jaarringen zijn vervolgens via de standaardmethodiek afgelezen om de leeftijd van de vis te bepalen;
6. Restant van de vis in de zak terugplaatsen, dicht sealen en invriezen;
7. Materialen schoon en droog maken en beginnen bij stap 1 voor het volgende individu.

Per individu zijn de eigenschappen en monstercodes bijgehouden in een Excel-bestand.

3.5.2 Schelpdieren

De verzamelde mosselen zijn in het lab met een mes ontdaan van pokken en ander aangroeisel. Hierna zijn de mosselen goed met kraanwater gespoeld om aanhangend zand en slib kwijt te raken. Vervolgens zijn alle verzamelde mosselen met een digitale schuifmaat (op 2 decimalen) gemeten en vastgelegd in een Excel-bestand. De mosselen zijn vervolgens op basis van hun grootte in een vijftal vooraf bepaalde klassen geplaatst (zie hieronder). Deze klassen worden gehanteerd tijdens andere onderzoeken, waarin mosselen verzameld worden voor chemische analyse (bijvoorbeeld OSPAR-JAMP):

- **Klasse 1** - 25-31 mm
- **Klasse 2** - 32-38 mm
- **Klasse 3** - 39-47 mm
- **Klasse 4** - 48-57 mm
- **Klasse 5** - 58-70 mm

Er waren alleen mosselen uit klassen 2 t/m 4 aanwezig. De mosselen zijn per klasse in een plastic zak verzameld en voorzien van locatie, locatienummer en datum. Vervolgens zijn ze in de vriezer geplaatst. In IJmuiden zijn klasse 3 en 4 gepeld en gehomogeniseerd middels een ultraturax tot één monster per locatie. De monsters zijn opgeslagen in glazen potten in de vriezer.

De verzamelde oesters zijn in het lab gespoeld met leidingwater om ze te ontdoen van aanhangend slib en zand. Hierna zijn de oesters in een grote stevige zak gedaan en voorzien van locatie, locatienummer en datum. Vervolgens zijn de zakken met oesters in de vriezer geplaatst. In IJmuiden zijn de oesters gepeld en gehomogeniseerd met behulp van een ultraturax tot één monster per locatie. Hierna zijn de monsters opgeslagen in glazen potten in de vriezer.

3.5.3 Lamsoor

In het lab zijn de lamsoor bladeren nogmaals goed gespoeld met leidingwater en drooggedept met schone papieren doeken. Vervolgens zijn ze opgemeten en in de volgende lengteklassen verdeeld:

- **Klein** - 7-14 mm
- **Middel** - 14-17 mm
- **Groot** - 17-22 mm

Per locatie en klasse zijn de bladeren in plastic verpakt en in de vriezer geplaatst. Aangezien de klasse ‘klein’ het meest representatief is voor consumptie is deze verder gebruikt voor de chemische analyse.

In IJmuiden is vervolgens per locatie voor de klasse 'klein' een mengmonster gemaakt. Hierna zijn de monsters opgeslagen in glazen potten in de vriezer.

3.6 Verzameld materiaal

Alle kenmerken van het verzamelde onderzoeksmateriaal zijn vastgelegd in tabellen 3.1-3.5.

3.6.1 Vis

De aantallen, lengte en gewicht per verzamelde vis zijn weergegeven in tabel 3.1. Voor een vismonster zijn de filets van alle individuen per locatie gecombineerd tot één mengmonster.

De gevangen botten waren 1-3 jaar oud; het betroffen waarschijnlijk juvenielen (niet geslachtrijp) (Kroon, 2009). Jonge botten komen vooral voor in ondiep water op meer slikkige waterbodems en zijn redelijk plaatsgebonden (Kroon, 2009). In de winter trekken ze naar dieper water, tot een meter of 10 diep. Ze eten kleinere ongewervelde dieren, zoals schelpdieren, krabben, garnalen en kreeftjes.

De gevangen wijtingen waren 1-3 jaar oud. Op een leeftijd van 2 jaar is de meeste wijting al volwassen (Grift e.a., 2001), vooral bij een lengte van ongeveer 30 cm (Binnendijk, 2006). De bemonsterde wijting had een lengte van 24.2-34.7 cm, wat betekent dat ze waarschijnlijk varieerden van juveniel tot geslachtrijp. De tijdens deze bemonstering gevangen wijtingen waren groter dan in mei (5-24 cm) en september (8-23 cm) 2021 zijn aangetroffen in ankerkuilbemonsteringen in de Westerschelde (De Boois & Couperus, 2021). Jonge wijting leeft langs de kust. Wijting wordt voor de Westerschelde een 'wintervis' genoemd, wat betekent dat ze in het najaar de Westerschelde optrekken en dan een belangrijke doelsoort voor de recreatievisserij vormen. Het dieet van de wijting bestaat in met name uit kreeftachtigen (zoals garnalen), maar als ze groter worden vormt kleine vis een steeds belangrijkere prooi (Grift e.a., 2001). Boven de 30 cm eten ze vrijwel alleen nog vis.

De gevangen zeebaarzen waren 1-4 jaar oud. Dat betekent dat ze nog juveniel (niet geslachtsrijp) waren (Quirijns e.a., 2013). Juveniele zeebaarzen zijn met name te vinden in opgroeigebieden langs de kust en in estuariën. De Westerschelde is één van de gebieden langs de Nederlandse kust met een duidelijke opgroeifunctie voor jonge zeebaars in hun eerste levensjaren; meestal worden hier zeebaarzen gevangen tot ongeveer 30 cm in lengte (Tulp e.a., 2016). Tijdens de winter zijn ze op grotere dieptes te vinden dan in de zomer. Zeebaarzen zijn omnivoren, ze eten alles wat voorhanden is en dat kan dus afhangen van het seizoen (Quirijns e.a., 2013). Naast verschillende vissoorten eten ze krabben en andere kreeftachtigen.

Van de gevangen spieringen kon geen leeftijd bepaald worden, omdat er geen standaardmethodiek beschikbaar is voor de leeftijdsbepaling van spiering. De gevangen spieringen hadden een lengte van 17.9-23.8 cm. Deze waren groter dan de spieringen die in 2021 in mei (8-21 cm) en september (5-11 cm) zijn aangetroffen in ankerkuilbemonsteringen in de Westerschelde (De Boois & Couperus, 2021). Grotere spieringen zijn meestal trekvissen die op zee snel groeien en lengtes van 15-20 cm (bij uitzondering meer dan 25 cm) kunnen bereiken (De Leeuw, 2007). Het is niet bekend in hoeverre deze maat spiering representatief is voor de plek waar het gevangen is. Spiering eet voornamelijk kreeftachtigen, maar grotere individuen eten met name (jonge) vis (soortgenoten, maar ook jonge haring en sprot) (De Leeuw, 2007).

Tabel 3.1 *Kenmerken van de verzamelde vissen voor de bemonsteringsampagne in de Westerschelde, november 2021.*

Soort	Locatie #	Locatie	Gemiddelde lengte (cm) (min-max)	Gemiddeld gewicht (gram) (min-max)	Gemiddelde leeftijd (jaar) (min-max)	Aantal individuen (n)
Bot	1	Vlissingen	24.7 (21.6-30.3)	175.4 (114.3-315.7)	1.2 (1-3)	24
	4	Hansweert	26.0 (22.2-34.7)	224.2 (125.7-600.5)	1.3 (1-3)	16
	6	Bath	25.2 (22.3-33.0)	167.1 (111.2-409.1)	1.3 (1-3)	9
	KGT	Kanaal Gent-Terneuzen	27.7 (24.2-34.5)	184.2 (125.5-295.4)	2	2
Spiering	1	Vlissingen	22.6 (22.6-22.6)	91.1 (86.4-95.8)	n.b.*	2
	6	Bath	20.4 (17.9-23.8)	60.0 (38.6-96.4)	n.b.*	12
Wijting	1	Vlissingen	28.0 (26.4-31.8)	171.4 (132.9-259.7)	2.2 (2-3)	25
	4	Hansweert	28.3 (26.6-33.4)	187.9 (155.6-261.1)	2.1 (1-3)	21
	6	Bath	28.5 (26.5-34.7)	196.7 (159.6-367.6)	2.2 (2-3)	13
	KGT	Kanaal Gent-Terneuzen	27.7 (24.2-32.0)	184.2 (125.5-295.4)	2.2 (1-3)	11
Zeebaars	1	Vlissingen	27.9 (25.3-29.7)	232.9 (161.7-283.9)	1.8 (1-2)	4
	6	Bath	47.6 (38.5-56.6)	1288.8 (66.0.-1917.5)	3.5 (3-4)	2

**n.b. = niet bepaald (er is geen standaard leeftijd bepaling van spiering op basis van otolieten)*

3.6.2 Garnaal

De verzamelde aantallen en lengtes van de verzamelde garnalen zijn weergegeven in tabel 3.2. De garnalen zijn per locatie gecombineerd tot één mengmonster en bestaan uit niet gekookte en ongepelde garnalen.

Tabel 3.2 *Kenmerken van de verzamelde garnalen voor de bemonsteringsampagne in de Westerschelde, november 2021.*

Soort	Locatie #	Locatie	Lengte (mm) (gemiddeld)	Lengte (mm) (min-max)	Aantal individuen (n)
Garnaal	1	Vlissingen	69.3	60-80	150
	4	Hansweert	65.7	56-74	50
	6	Bath	68.1	61-79	50

3.6.3 Schelpdieren

Van de verzamelde mosselen zijn lengteklasse 3 en 4 geselecteerd voor de analyses (zie tabel 3.3). Het mosselvlees van deze klassen is gecombineerd tot één mengmonster per locatie.

Tabel 3.3 *Kenmerken van de verzamelde mosselen voor de bemonsteringsampagne in de Westerschelde, november 2021. Vetgedrukt betreft de klassen die zijn geanalyseerd.*

Locatie / Klasse	1 Vlissingen/Ritthem Aantal (n)	3 Terneuzen Aantal (n)	4 Knuitershoek Aantal (n)
2 – 32-38 mm	1	6	0
3 – 39-47 mm	**43**	**48**	**44**
4 – 48-57 mm	**31**	**22**	**25**
Aantal individuen	**74** (75)	**70** (76)	**69**

Voor de oesters zijn er voor elk mengmonster 25 individuen verzameld met een grootte van meer dan 100 mm. Het vlees van alle 25 individuen is gecombineerd tot één mengmonster per locatie.

3.6.4 Lamsoor

Van het verzamelde lamsoor is de klasse 'klein' (7-14 mm lengte van blad) geselecteerd voor de analyses (zie tabel 3.4). Deze maat komt het beste overeen met de consumptiemaat van lamsoor.

Tabel 3.4 *Kenmerken van de verzamelde lamsoor voor de bemonsteringsampagne in de Westerschelde, november 2021. Vetgedrukt is de klasse die is geanalyseerd.*

Locatie	3 Baarland	3 Baarland	5 Walsoorden	5 Walsoorden
Klasse	Aantal (n)	Gewicht (g)	Aantal (n)	Gewicht (g)
Klein	**149**	**286**	**67**	**95**
Medium	21	83	44	109
Groot	18	114	26	121

3.6.5 Sediment en water

De beschrijvingen van geanalyseerde sediment- en watermonsters staan in tabel 3.5. Voor de locatie Vlissingen kon alleen zandig materiaal verzameld worden op het strand. Voor de locaties Baarland en Bath was met name slikkig materiaal aanwezig op het strand. Vlak voor de bemonstering van Baarland en Bath had het wat geregend. Uiteindelijk is van elk type sediment (sediment, zand, slik) en elke locatie één monster geanalyseerd.

Tabel 3.5 *Beschrijvingen van het verzamelde sediment, zand en water voor de bemonsteringsampagne in de Westerschelde, november 2021.*

Locatie		1 Vlissingen	3 Terneuzen / Baarland	4 Hansweert / Perkpolder	5 Walsoorden	6 Bath
Materiaal						
Zeewater	Vanaf schip	2 uur na laag water, veel stroming	0.5 uur na laag water	6 uur na laag water	2.5 uur na laag water	1 uur na laag water
Zeewater	Vanaf strand	1.5 uur voor laag water	1 uur voor laag water	Rond laag water	-	Rond laag water
Sediment	Vanaf schip	Slikkig zand	Zandig	Slikkig zand	Zandig	Slikkig zand
Zand	Vanaf strand	Zand	Slikkig zand	Zand	-	Slikkig zand
Slik	Vanaf strand	-	Slikkig	Slikkig	-	Slikkig

3.7 Chemische analyse

De water-, sediment- en schelpdiermonsters zijn geanalyseerd door WMR in IJmuiden, de vis-, garnaal- en lamsoormonsters door WFSR in Wageningen zijn geanalyseerd. In tabel 3.6 is aangegeven welke PFAS gemeten zijn door beide instituten. Op verzoek van de opdrachtgever zijn GenX en FBSA toegevoegd aan de standaard analyse van PFAS (zie tabel 3.6).

De LOQ is de limiet van kwantificatie, en dus laagste concentratie die nog betrouwbaar kan worden gekwantificeerd en waarbij de identiteit met zekerheid vastgesteld kan worden.

Tabel 3.6 *Meest beschreven PFAS. Componenten met een * zijn de EFSA 4 (zie 1.2).*

Afkorting	Component	WMR	WFSR
Zuren:			
PFBA	Perfluorobutaanzuur	X	
PFPeA	Perfluoropentaanzuur	X	
PFHxA	Perfluorohexaanzuur	X	X
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur	X	X
PFOA *	Perfluorooctaanzuur	X	X
PFNA *	Perfluorononaanzuur	X	X
PFDA	Perfluorodecaanzuur	X	X
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur	X	X
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur	X	X
PFTrDA	Perfluorotridecaanzuur	X	
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur	X	
Sulfonaten:			
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	X	X
PFHxS *	Perfluorohexaansulfonaat	X	X
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat	X	X
PFOS *	Perfluorooctaansulfonaat	X	X
PFDS	perfluorodecaansulfonaat	X	X
Overig:			
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropaanzuur	X	X
FBSA	Perfluorobutaan sulfonamide	X	X*
NaDONA	Natrium-4,8-dioxa-3H-perfluorononanoaat		X
9Cl-PF3ONS	Natrium 9-chloorhexadecafluor-3-oxanon-1-sulfonaat		X
11Cl-PF3OUdS	Natrium 11-chloroeicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonaat		X

**Vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode kon FBSA niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd worden.*

3.7.1 WFSR: vis, garnaal, lamsoor

WFSR heeft tevens voor andere projecten de PFAS concentraties geanalyseerd in vis (filet) en garnaal, met het oog op voedselveiligheid. De componenten in de WFSR methode zijn genoemd in tabel 3.6.

Voor de extractie is 1 gram van het monster afgewogen in een kunststof buis van 50 ml waaraan een mix van ^{13}C-isotoopgelabelde interne standaarden is toegevoegd. Na toevoeging van 2 ml 200 mM natriumhydroxide voor alkalische digestie zijn de componenten geëxtraheerd met 10 ml methanol. Na extractie is er 100 µl mierenzuur toegevoegd. Na centrifugeren is het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis en is daaraan 25 ml Milli-Q water toegevoegd. Daarna is het extract opgezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE-cartridges (Strata-X-AW, Phenomenex) zijn geconditioneerd met 8 ml methanol en 8 ml 0.04 M zoutzuur in Milli-Q water. Na toevoeging van het extract is de SPE-cartridge achtereenvolgens gewassen met 5 ml natriumacetaat buffer pH 4 en 3 ml 0.04 M zoutzuur in methanol. De PFAS zijn van de cartridge geëlueerd met 5 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een stikstofstroom is het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van de mobiele fase van de vloeistofchromatograaf (LC) (2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water) en een injectiestandaardenmix ($^{13}C_8$-PFOA en $^{13}C_8$-PFOS) is de oplossing overgebracht in een LC vial. Vervolgens zijn de extracten met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) was voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C_{18}, 50 mm x 2,1 mm i.d., 1,7 µm deeltjes). De componenten zijn gescheiden met een gradiënt van 2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFAS vanuit het LC systeem zijn vertraagd over een isolator kolom (Waters Symmetry C_{18}, 50 mm x 2,1 mm i.d., 5 µm deeltjes), zodat ze niet tegelijk met de PFAS vanuit de

monsteroplossingen zijn gedetecteerd. Voor detectie is een "Sciex QTRAP5500" en "Sciex QTRAP6500" MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ^{13}C-gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen zijn gedetecteerd.

Deze methode is vastgelegd in SOP-A114, welke ISO-17025 geaccrediteerd is door de Raad van Accreditatie.

De vochtgehalten zijn met een gravimetrische methode bepaald, volgens SOP N0118.

3.7.2 WMR: schelpdier, sediment, water

WMR heeft de milieumonsters (water en sediment) en de mossel- en oestermonsters geanalyseerd. De componenten in de WMR methode zijn genoemd in tabel 3.6. De schelpdieren uit de Westerschelde worden al vele jaren door WMR geanalyseerd voor RWS t.b.v. de KRW en OSPAR JAMP monitoring. Dit verzekert een goede vergelijking van de voor deze opdracht verzamelde monsters met die van deze referentielocatie.

De biota- en sedimentmonsters zijn op eenzelfde wijze opgewerkt. Na homogenisatie is 1-5 gram van het monster geëxtraheerd door middel van een ultrasone extractie met acetonitril. Vervolgens zijn de extracten gedroogd over een glasfilter met natriumsulfaat, waarna er een opschoningsstap met actieve kool heeft plaatsgevonden. Het eindextract is geanalyseerd met behulp van LC-ESI-MSMS (ISW 2.10.3.045 "Het bepalen van het gehalte aan perfluorverbindingen in water, biota en sediment"). Watermonsters zijn opgewerkt middels een OASIS HLB SPE kolom en vervolgens na drogen met natriumsulfaat opgeschoond met actieve kool. Het eindextract is geanalyseerd met behulp van LC-ESI-MSMS. Deze methode is vastgelegd in ISW 2.10.3.045 "Het bepalen van het gehalte aan perfluorverbindingen in water, biota en sediment".

De vochtgehalten in het monstermateriaal zijn met een gravimetrische methode bepaald. Hiervoor is ieder monster met schelpenzand gemengd, vervolgens in een stoof gedroogd (105 °C, 3 uur) en na afkoelen in een exsiccator gewogen (ISW 2.10.3.011 "Bepaling van het gehalte aan vocht (droogstoofmethode)"). Ook het vetgehalte van de dieren is gravimetrisch bepaald. Hierbij is een aangepaste versie van de Bligh en Dyer methode toegepast, gebaseerd op een koude chloroform-methanol extractie (ISW 2.10.3.002 "Bepaling van het totaal vetgehalte volgens Bligh and Dyer"). Voor de asbepaling zijn de monsters langzaam verwarmd en gedroogd in een kroes op een kookplaat. Daarna zijn de monsters gedurende 22 uur in een moffeloven bij een temperatuur van 550 ± 15 °C verast. Na afkoelen in een exsiccator zijn de monsters terug gewogen (ISW 2.10.3.018 "Bepaling van het gehalte aan as").

De geaccrediteerde methoden staan op de scope, deze is te vinden via www.RvA.nl (zoeken op scope L097).

4 Resultaten

De resultaten zijn, in afwijking op de Nederlandse SI, gerapporteerd met een decimale punt in plaats van een komma. De hier beschreven resultaten zijn alleen van toepassing op de monsters zoals deze voor dit onderzoek zijn verzameld.

4.1 PFAS in consumptieproducten

In onderstaande paragrafen zijn de resultaten weergegeven van PFAS in het verzamelde onderzoeksmateriaal. Wanneer de concentraties gesommeerd zijn (bijvoorbeeld Som-PFAS), dan zijn deze over het algemeen opgeteld volgens het 'lower bound principe' (best-case). Dat wil zeggen dat wanneer een gerapporteerde concentratie kleiner is dan de kwantificatielimiet (<LOQ), deze concentratie dan gelijk is gesteld aan '0'. Anders gesteld, concentraties onder de kwantificatielimiet zijn niet meegeteld in de Som-PFAS gehalten. In sommige gevallen, welke nadrukkelijk vermeld staan, is het 'upper bound principe' (worst-case) gehanteerd. Hierbij is voor elke concentratie onder de kwantificatielimiet de desbetreffende kwantificatielimiet als getal opgenomen in de sommatie.

4.1.1 PFAS-concentraties

In alle consumptieproducten, die in november 2021 verzameld zijn in de Westerschelde, zijn PFAS aangetroffen (zie tabel 4.1 en figuur 4.A). De laagste concentraties zijn aangetroffen in lamsoor en deze nemen toe via schelpdieren naar garnaal en vis. Binnen de vissoorten zijn de PFAS concentraties het laagst in filet van de wijting en deze nemen vervolgens toe van spiering, naar zeebaars en bot. Als de PFAS concentraties omgerekend worden naar drooggewicht (in plaats van op basis van versgewicht) dan zijn dezelfde patronen te zien (Bijlage 5). Door het omrekenen naar concentraties op basis van 100% drooggewicht worden eventuele verschillen in vochtgehalte tussen het onderzoeksmateriaal eruit gehaald.

Voor de sommering van alleen de EFSA 4 PFAS blijkt dat de laagste gehalten wederom in lamsoor en schelpdieren zijn aangetroffen en de hoogste concentraties in bot, garnaal en zeebaars (tabel 4.2). De verschillen tussen best case (lower bound) en worst case (upper bound) zijn over het algemeen klein.

In de bemonsterde consumptieproducten zijn de volgende PFAS boven de kwantificatielimiet aangetroffen:

- Vissen: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFHxS, PFHpS en PFOS
- Garnalen: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFHxS, PFHpS en PFOS
- Schelpdieren: PFNA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA en PFOS
- Lamsoor: PFBS en PFOS

Van de aangetroffen PFAS verbindingen was PFOS dominant aanwezig. In schelpdieren bestond 53-80% van de PFAS uit PFOS, voor lamsoor was dit 53-100%, voor garnaal 62-74% en voor vis 70-86%. FBSA en GenX is in geen van de verzamelde consumptieproducten aangetroffen boven de limiet van kwantificatie. Specifiek voor vis, garnaal en zeegroente gold dat vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode FBSA niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd kon worden.

Voor meer details over de aangetroffen PFAS in consumptieproducten uit de Westerschelde, zie Bijlage 2 van dit rapport.

Tabel 4.1 *Gemiddelde concentraties en spreiding (ng/g versgewicht) van een aantal relevante PFAS en de som van alle gemeten PFAS in consumptieproducten uit de Westerschelde, verzameld in november 2021.*

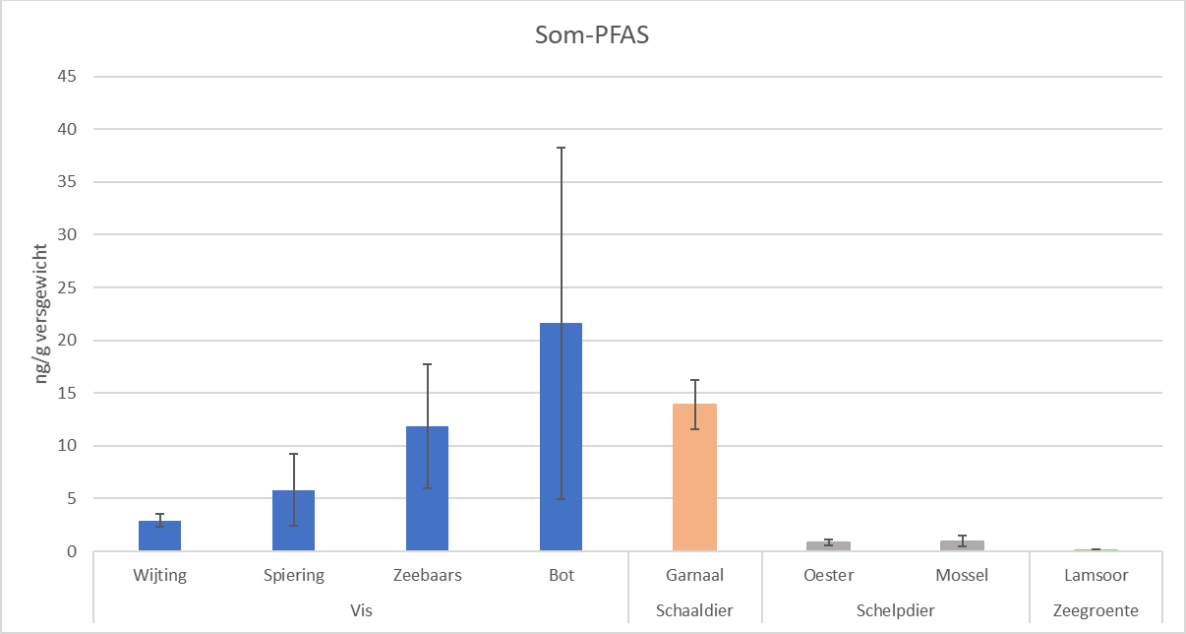
Soort	Monstertype	n*	PFOS	FBSA	GenX	Som-PFAS Best case / lower bound ****	Som-PFAS Worst case / upper bound *****
Bot	Filet	4	16.8 (8.1-35.1)	*onb.***	<2.0 (-)	21.6 (10.7-46.3)	28.0 (17.3-52.1)
Wijting	Filet	4	2.2 (1.5-2.5)	*onb.***	<2.0 (-)	2.9 (2.1-3.6)	9.8 (9.1-10.3)
Spiering	Filet	2	5.6 (3.1-8.1)	*onb.***	<3.0 (-)	5.8 (3.4-8.2)	14.6 (12.2-17.0)
Zeebaars	Filet	2	10.3 (6.4-14.2)	*onb.***	<3.0 (-)	11.8 (7.7-16.0)	19.9 (15.7-24.2)
Garnaal	Geheel	3	9.7 (7.0-11.6)	*onb.***	*Interferentie****	13.9 (11.2-15.7)	20.1 (17.5-21.9)
Mossel	Vlees	3	0.6 (0.4-0.8)	<1.5 (-)	<1.5 (-)	1.0 (0.5-1.5)	8.2 (7.0-9.4)
Oester	Vlees	3	0.6 (0.4-0.8)	<1.5 (-)	<1.5 (-)	0.8 (0.5-1.1)	7.5 (6.5-8.3)
Lamsoor	Blad	2	0.09 (0.07-0.1)	*onb.***	<0.1 (-)	0.1 (0.1-0.2)	7.6 (7.6-7.6)

n= aantal mengmonsters, **onb. = onbekend, aangezien vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode FBSA niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd kon worden. ***vanwege interferentie is er geen bepaling van de concentratie mogelijk. ****best case (lower bound) = exclusief concentraties onder de kwantificatielimiet, *** worst case (upper bound) = inclusief concentraties onder de kwantificatielimiet (kwantificatielimiet als concentratie meegenomen).*

Tabel 4.2 *Gemiddelde concentraties (ng/g versgewicht) en spreiding van de EFSA 4 PFAS (PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA) in consumptieproducten uit de Westerschelde, verzameld in november 2021.*

Soort	Monstertype	n*	Som-EFSA4 Best case***	Som-EFSA4 Worst case ****
Bot	Filet	4	18.1 (9.7-37.0)	18.1 (9.7-37.0)
Wijting	Filet	4	2.6 (1.9-3.1)	2.7 (2.1-3.1)
Spiering	Filet	2	5.8 (3.4-8.1)	6.1 (3.7-8.5)
Zeebaars	Filet	2	10.7 (7.0-14.5)	10.9 (7.0-14.8)
Garnaal	Geheel	3	11.0 (8.7-12.9)	11.0 (8.7-12.9)
Mossel	Vlees	3	0.7 (0.5-0.8)	1.0 (0.7-1.4)
Oester	Vlees	3	0.7 (0.4-0.9)	0.9 (0.7-1.1)
Lamsoor	Blad	2	0.1 (-)	0.5 (0.5-0.6)

n= aantal mengmonsters, **vanwege interferentie is er geen bepaling van de concentratie mogelijk. ***best case (lower bound) = exclusief concentraties onder de kwantificatielimiet, ** worst case (upper bound) = inclusief concentraties onder de kwantificatielimiet (kwantificatielimiet (LOQ) als concentratie meegenomen).*



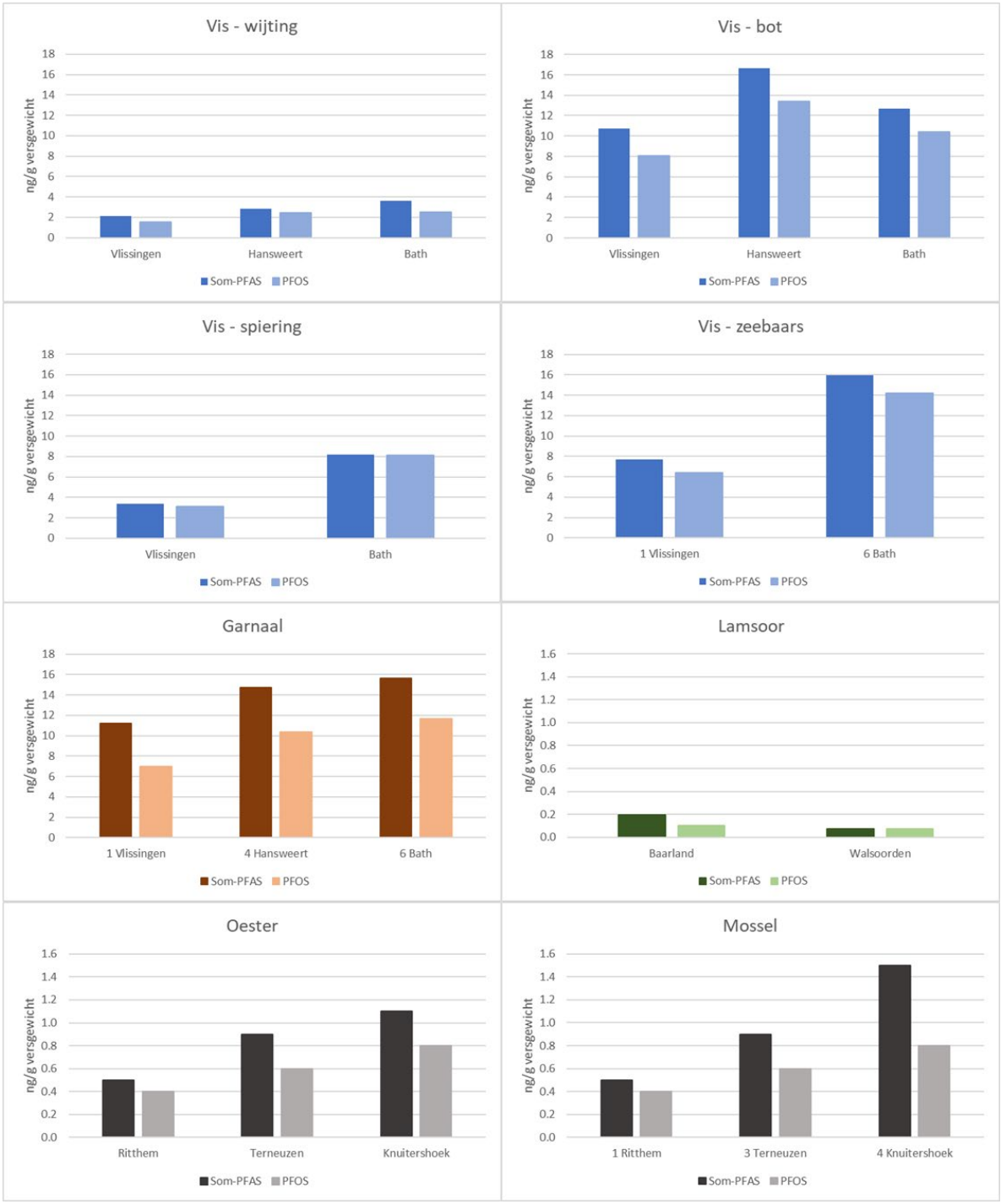
Figuur 4.A *Gemiddelde concentraties aan PFAS (ng/g versgewicht Som-PFAS) die zijn aangetroffen in verschillende consumptieproducten uit de Westerschelde, bemonsterd in november 2021. De standaarddeviatie laat de variatie tussen de monsters zien. Blauw = vis, roze = garnaal, grijs = schelpdier, groen = zeegroente.*

4.1.2 Variatie tussen locaties

PFAS concentraties verschillen tussen de locaties (figuur 4.B). De beperkte datapunten duiden op een mogelijke gradiënt met aflopende concentraties richting de monding van de Westerschelde (Vlissingen). Dit is met name te zien bij de schelpdieren. Het verschil in concentratie tussen de meest oostelijke en meest westelijke locaties is een factor 1.2-2.4 in de vismonsters, een factor 1.4 in de garnaalmonsters en een factor 2.2-3.0 in de schelpdiermonsters. De concentraties in lamsoor lagen iets hoger op de meer westelijk gelegen locatie. Aangezien het om een enkel mengmonster per locatie en soort gaat geven deze resultaten slechts een indicatie omtrent mogelijke verschillen tussen de locaties in een najaar-situatie.

De hoogste Som-PFAS concentratie is aangetroffen in het botmonster uit het Kanaal Gent-Terneuzen (46.3 ng/g versgewicht, tabel 4.6). Dit is een factor 3.6 hoger dan in bot gevangen op de oostelijke locatie Bath in de Westerschelde. De Som-PFAS concentratie in wijting uit het Kanaal Gent-Terneuzen (3.2 ng/g versgewicht) is vergelijkbaar met die in wijting van de oostelijke locatie Bath (3.6 ng/g versgewicht).

Voor een verdere vergelijking tussen locaties zijn de PFAS concentraties ook omgerekend naar concentraties op basis van drooggewicht (in plaats van op basis van versgewicht). Hierdoor kan de variabele van vocht in het monster worden uitgesloten. Dit geeft een zelfde beeld als de hierboven gepresenteerde data op basis van versgewicht. De hoogste PFAS concentraties zijn te vinden in de monsters uit het oostelijk deel van de Westerschelde (locatie Bath) en de laagste in het westen van de Westerschelde, ter hoogte van Vlissingen (Bijlage 5). Uitzondering hierop vormen het botmonster bij locatie 4 (Hansweert), die wat hoger is dan de meer oostelijk gelegen locatie Bath, en de PFAS concentraties in lamsoor.



Figuur 4.B *Concentraties aan Som-PFAS (lower bound) en PFOS in de verschillende consumptieproducten en locaties in de Westerschelde, bemonsterd in november 2021. De locaties zijn van west naar oost in de figuur opgenomen. Elk balkje is een enkelvoudig datapunt, gebaseerd op een mengmonster van meerdere individuen (aantal verschilt per monster). Blauw = vis, roze = garnaal, grijs = schelpdier, groen = zeegroente. Let op de verschillende Y-assen per figuur. NB: de getallen voor het Kanaal Gent-Terneuzen zijn niet opgenomen in deze figuur. Die staan los vermeld in de tekst.*

4.2 PFAS in water en sediment

4.2.1 PFAS concentraties

In de water- en zandmonsters, die in november 2021 verzameld zijn in de Westerschelde, variëren de concentraties van beneden de kwantificatielimiet tot 155 ng/L in water en van beneden de kwantificatielimiet tot 0.5 ng/g natgewicht in sediment, zand en slik (zie tabel 4.3 en figuren 4.C en 4D). In één van de negen watermonsters zijn geen PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet aangetroffen, terwijl dit voor sediment/zand/slik in vier van de 12 monsters het geval was. De PFAS die in water zijn aangetroffen zijn:

In de watermonsters zijn de volgende PFAS aangetroffen: PFBA, PFPeA, PFHxA, PFOA, PFBS, PFHxS en PFOS. Het percentage PFOS ten opzichte van de Som-PFAS in water is 0-14%. In sediment, zand en slik zijn alleen PFOA en PFOS aangetroffen. Het percentage PFOS ten opzichte van de SOM-PFAS is 87-100% in sediment, zand en slik voor de concentraties boven de kwantificatielimiet. Oftewel, in water zijn veel meer verschillende PFAS aangetroffen, terwijl in sediment vrijwel alle aangetroffen PFAS uit PFOS bestaat.

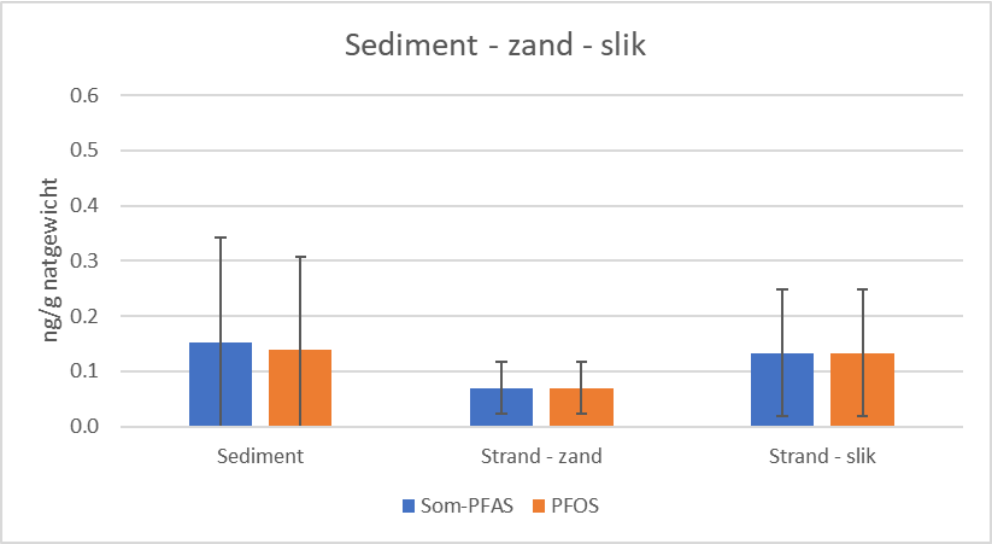
PFAS concentraties in sediment, verzameld vanaf het schip, en slik, verzameld vanaf het strand, zijn vergelijkbaar (figuur 4.C). PFAS concentraties in zand dat vanaf het strand is verzameld zijn een factor twee lager dan in sediment en slik.

Voor meer details over de aangetroffen PFAS in water en sediment uit de Westerschelde, zie Bijlage 3 van dit rapport.

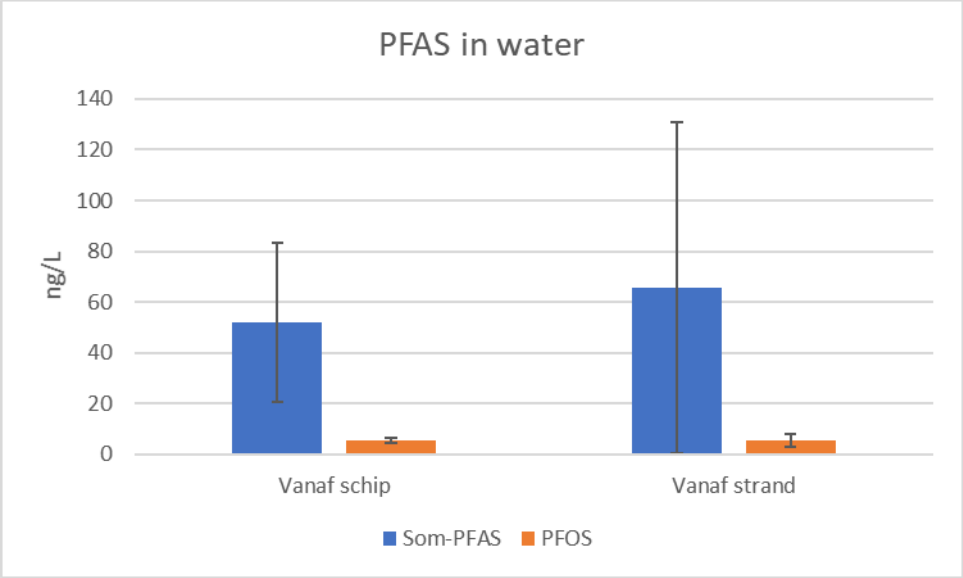
Tabel 4.3 *Gemiddelde PFAS concentraties in water (ng/L) en verschilende typen zand (ng/g natgewicht) uit de Westerschelde, bemonsterd in november 2021.*

Soort	n	Droge stof %	PFOS	FBSA	GenX	Som-PFAS
Water (vanaf Luctor)	5	-	5.5 (<3.0-6.8)	<5.5 (-)	<20.3 (-)	51.9 (17.4-88.2)
Water (strand)	4	-	5.5 (<3.2-8.5)	<5.5 (-)	<20.4 (-)	65.6 (<d.l.*-155.2)
Sediment (vanaf Luctor)	5	73.1 (58.8-81.7)	0.1 (<0.05-0.4)	<0.7 (-)	<0.7 (-)	0.2 (<d.l.*-0.5)
Zand (strand)	4	81.1 (78.6-82.9)	0.1 (<0.08-0.1)	<0.6 (-)	<0.6 (-)	0.1 (<d.l.*-0.1)
Slik (strand)	3	70.0 (63.1-78.7)	0.1 (<0.05-0.2)	<0.6 (-)	<0.6 (-)	0.1 (<d.l.*-0.2)

*d.l. = kwantificatielimiet



Figuur 4.C *Gemiddelde concentraties aan PFAS in de verschillende sediment, zand en slik monsters van de Westerschelde (ng/g natgewicht), verzameld in november 2021.*



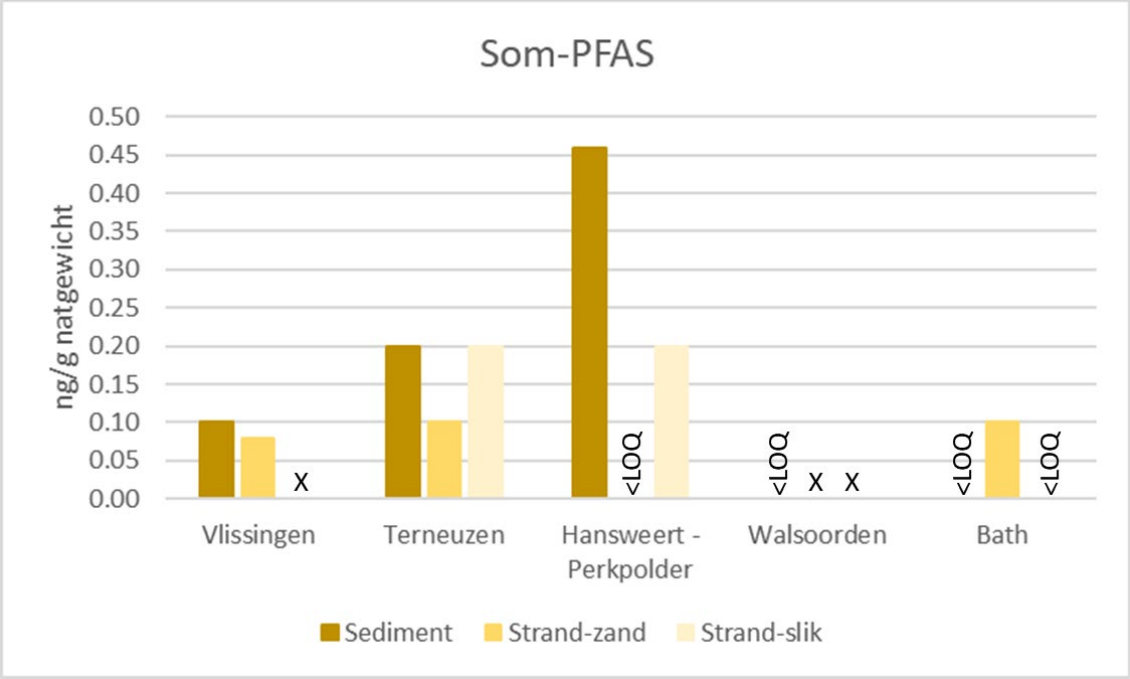
Figuur 4.D *Gemiddelde concentraties aan PFAS in de verschillende watermonsters van de Westerschelde, verzameld in november 2021.*

4.2.2 Variatie tussen locaties

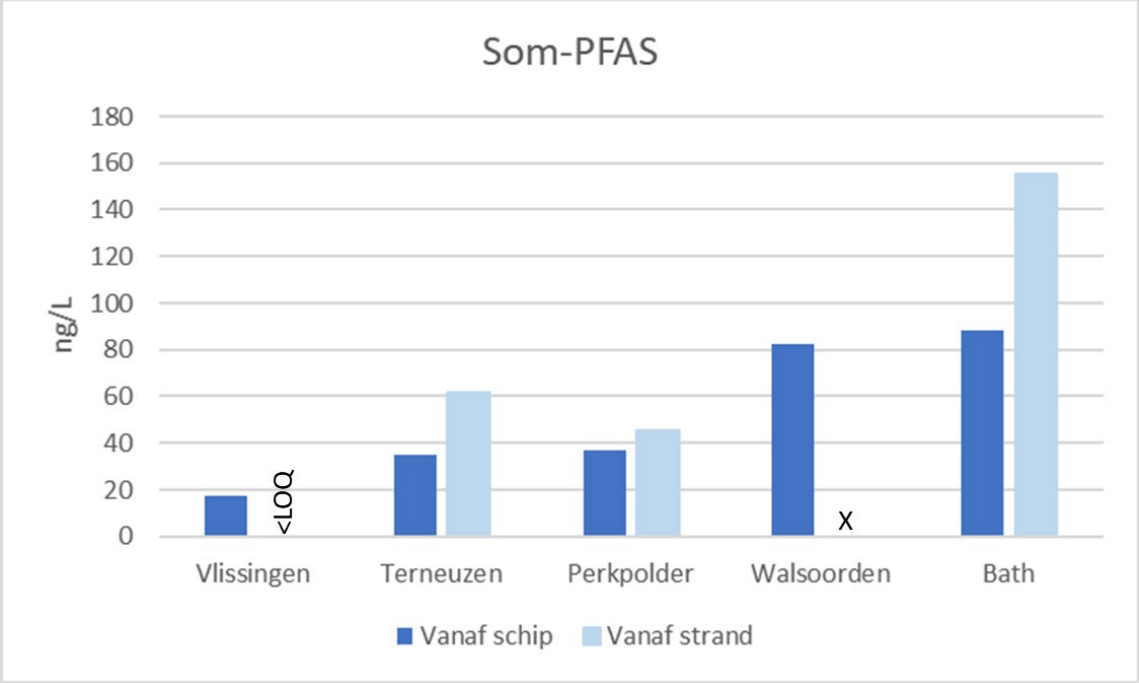
De beperkte datapunten laten verschillen zien tussen de locaties in PFAS concentraties in water en sediment (figuren 4.E en 4.F).

In de sedimentmonsters die vanaf het schip zijn verzameld, zijn lagere concentraties aangetroffen in de Vlissingen-monsters vergeleken met de locaties die meer in het middendeel van de Westerschelde liggen (Terneuzen en Hansweert), alhoewel de meest oostelijk gelegen locaties (Walsoorden en Bath) concentraties onder de kwantificatielimiet bevatten (figuur 4.E). Concentraties in strandzand en slik van het strand verschillen niet tot nauwelijks tussen de locaties, al liggen de PFAS-concentraties bij Perkpolder (strand-zand) en bij Bath (strand-slik) onder de kwantificatielimiet.

In water duiden de datapunten op een gradiënt met aflopende concentraties naar de monding (Vlissingen) toe, zowel in de monsters die vanaf het schip zijn verzameld als die vanaf het strand zijn bemonsterd (figuur 4.F).



Figuur 4.E *Concentraties aan PFAS in sediment, zand en slik op verschillende locaties in de Westerschelde, verzameld in november 2021. De locaties zijn van west naar oost in de figuur weergegeven. Bemonstering vond vooral plaats tijdens ebstroom en laag water (zie tabel 3.5 voor details). Er zijn geen slikmonsters verzameld bij Vlissingen en Walsoorden, en geen zandmonsters bij Walsoorden (X). De sedimentmonsters bij Walsoorden en Bath, het zandmonster bij Perkpolder en het slikmonster bij Bath bevatten geen PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet (<LOQ).*



Figuur 4.F *Concentraties aan PFAS in water op verschillende locaties in de Westerschelde, verzameld in november 2021. De locaties zijn van west naar oost in de figuur weergegeven. Bemonstering vond vooral plaats tijdens ebstroom en laag water (zie tabel 3.5 voor details). Er is geen watermonster verzameld vanaf de kant bij Walsoorden (X). Het watermonster dat vanaf het strand bij Vlissingen is verzameld bevatte geen PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet (<LOQ).*

5 Conclusies

Op basis van PFAS analyses van het in november 2021 verzamelde onderzoeksmateriaal uit de Westerschelde kunnen de kennisvragen als volgt worden beantwoord:

1. **Wat zijn de PFAS gehalten in nieuw te verzamelen producten uit de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen:**
   De Som-PFAS-concentraties ('best case', 'lowerbound') in consumptieproducten uit de Westerschelde en Kanaal Gent-Terneuzen, die in november 2021 zijn verzameld, zijn als volgt:
   a. Vis: 2.1-46.3 ng/g versgewicht (filet van bot, wijting, spiering en zeebaars)
   b. Schaaldieren: 11.2-15.7 ng/g versgewicht (garnaal, ongepeld)
   c. Schelpdieren: 0.5-1.5 ng/g versgewicht(vlees van mosselen en oester)
   d. Zeegroente: 0.1-0.2 ng/g versgewicht (lamsoor bladeren)

   PFOS leverde de grootste bijdrage aan de Som-PFAS-concentratie in de verzamelde consumptieproducten (53-100%, afhankelijk van het product). Daarnaast zijn, afhankelijk van het type product, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFHxS en PFHpS aangetroffen. Concentraties van de stoffen FBSA en Gen-X lagen onder de kwantificatielimiet in de consumptieproducten. Voor vis, garnaal en zeegroente gold dat vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode FBSA niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd kon worden.
   In het abiotische onderzoeksmateriaal varieerden de Som-PFAS-concentraties van beneden de kwantificatielimiet tot 155 ng/L in water en van beneden de kwantificatielimiet tot 0.5 ng/g natgewicht in sediment, zand en slik. In de watermonsters zijn PFBA, PFPeA, PFHxA, PFOA, PFBS, PFHxS en PFOS aangetroffen, in sediment, zand en slik alleen PFOA en PFOS. Het percentage PFOS ten opzichte van de Som-PFAS in water was 0-14%, terwijl dat in sediment, zand en slik 87-100% was voor die monsters met Som-PFAS-concentraties boven de kwantificatielimiet.
2. **Is er een gradiënt van PFAS gehalten aanwezig in de Westerschelde en beïnvloedt deze de gehalten aan PFAS in producten uit de Westerschelde?**
   Het onderzoeksmateriaal, dat in november 2021 is verzameld, laat een gradiënt in PFAS-concentraties zien in de Westerschelde, met de laagste PFAS-concentraties aan de westzijde bij Vlissingen en hogere concentraties stroomopwaarts, met name aan de oostzijde bij Bath, en in bot ook in het Kanaal Gent-Terneuzen. Dit is met name te zien in water, vis, garnaal en schelpdier. De mate waarin is afhankelijk van het type onderzoeksmateriaal. In sediment, zand en slik is minder duidelijk een gradiënt af te leiden, met name omdat in meerdere monsters in het oostelijk deel van de Westerschelde de Som-PFAS-concentraties onder de kwantificatielimiet lagen. In het verzamelde lamsoor, dat lage PFAS-concentraties bevatte, zijn hogere concentraties op de westelijke locatie gevonden dan op de locatie ten oosten daarvan.

De volgende kanttekeningen zijn van belang bij deze meetcampagne:

- Dit project is in een korte tijd opgezet in het najaar van 2021, vanwege de wens om snel een eerste beeld te krijgen van PFAS concentraties in verschillende soorten en op verschillende locaties. Hierdoor is het niet mogelijk geweest om voor alle gewenste soorten representatief materiaal te verzamelen. Dit geldt met name voor lamsoor en zeekraal. In de huidige bemonstering kon alleen zeegroente buiten het oogstseizoen worden verzameld en kon hierdoor geen zeekraal gesneden worden. Om inzicht te krijgen in de PFAS concentraties tijdens het snijseizoen, voor zowel lamsoor als zeekraal, is een aanvullende bemonstering en PFAS analyse nodig voor deze producten.
- De invloed van het seizoen op de PFAS-concentraties kon in dit onderzoek niet meegenomen worden. In hoeverre de huidige meetresultaten in de consumptieproducten uit de Westerschelde representatief is voor het hele jaar kan op basis van deze meetcampagne daarom niet bepaald worden. Om dit inzicht te krijgen is een aanvullende bemonstering en

PFAS analyse nodig in voor de Westerschelde relevante consumptieproducten gedurende de verschillende seizoenen.

- Het is mogelijk dat de aangetroffen concentraties in ongepelde en ongekookte garnalen van de huidige bemonstering niet overeenstemmen met hoe de consument blootgesteld wordt aan PFAS via garnalen (gepeld en gekookt). Met aanvullende bemonstering en PFAS analyse in gepelde en gekookte garnaal kan de risicobeoordeling voor inname van PFAS via het eten van garnalen verder worden verfijnd.
- Kreeften en (noordzee)krabben zijn in dit onderzoek niet meegenomen, omdat deze soorten niet verzameld konden worden in het najaar. Indien inzicht in PFAS concentraties in deze producten gewenst is, is een aanvullende bemonstering en PFAS analyse nodig voor deze producten.

6 Kwaliteitsborging

6.1 WMR

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Het Chemisch en Benthos laboratorium beschikken over een EN-ISO/IEC 17025:2017 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het Chemisch en Benthos laboratorium hebben hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de oorspronkelijke onderzoeksresultaten.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken cq bekwaamheidsonderzoeken (3^{e} lijnscontrole).
Daarnaast worden bij iedere meetserie nog andere kwaliteitscontroles uitgevoerd waaronder 1^{e} lijns- (controlemonsters) en 2^{e} lijnscontroles.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

6.2 WFSR

De methode van WFSR voor de analyse van PFAS in vis is geaccrediteerd (Raad van Accreditatie (RvA), L014) volgens ISO 17025. De methode wordt geborgd door de deelname aan diverse ringonderzoeken en de analyse (in elke batch monsters) van blanco’s, gebruik van interne standaarden en recovery experimenten. Daarnaast is WFSR het nationaal referentie laboratorium voor analyse van PFAS in voeding en veevoeder.

Literatuur

Binnendijk, E. (2006). Dieet van 11 demersale vissoorten in de Nederlandse Voordelta. IMARES rapport 06.007.

De Boois, I.J., Couperus, A.s. (2021). Ankerkuilbemonstering in de Westerschelde; resultaten 2021 en meerjarenoverzichten. WUR rapport C089/21.

Buck, R. C., J. Franklin, U. Berger, J. M. Conder, I. T. Cousins, P. de Voogt, A. A. Jensen, e.a. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. Integr Environ Assess Manag 7 (4): 513-41. http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258.

European Food Safety Authority (EFSA) (2008). Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA journal 6 (7) 653.

European Food Safety Authority (EFSA) (2020). Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. The EFSA journal 18 (9) e06223.

Grift, R.E., Welleman, H.C., Rijnsdorp A.D, e.a. (2001). De visgemeenschap en de visserij in het Nederlandse kustgebied en de Westelijke Waddenzee. RIVO rapport C047/01.

Jonker, M.T.O. (2021). Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) in de Rijkswateren; Concentraties in water en biota tussen 2008 en 2020. Rapport Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht.

Kroon, J.W. (2009). Kennisdocument bot *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 27. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

de Leeuw, J.J. (2007). Aanbevelingen Richtlijnen Duurzame Visserij op Spiering in IJsselmeer / Markermeer. IMARES rapport C008/07.

Noorlander, C.W., Leeuwen, S.P.J. van, Biesebeek, J.D. te, Mengelers, M.J.B., Zeilmaker, M. (2011). Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands. J agricultural and food chemistry 59 (13), 7496-7505.

Quirijns, F., van der Hammen, T., van Overzee, H. (2013). Kennisdocument Zeebaars: de vis, de visserij en haar beheer. IMARES Rapportnummer: C080/13.

Tulp, I, Smith, S.R., van Damme, C.J.G., van Hal, R. (2016). Zeebaars paaigebieden en opgroeigebieden langs de Nederlandse kust-inventarisatie survey data. Wageningen, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C060/16.

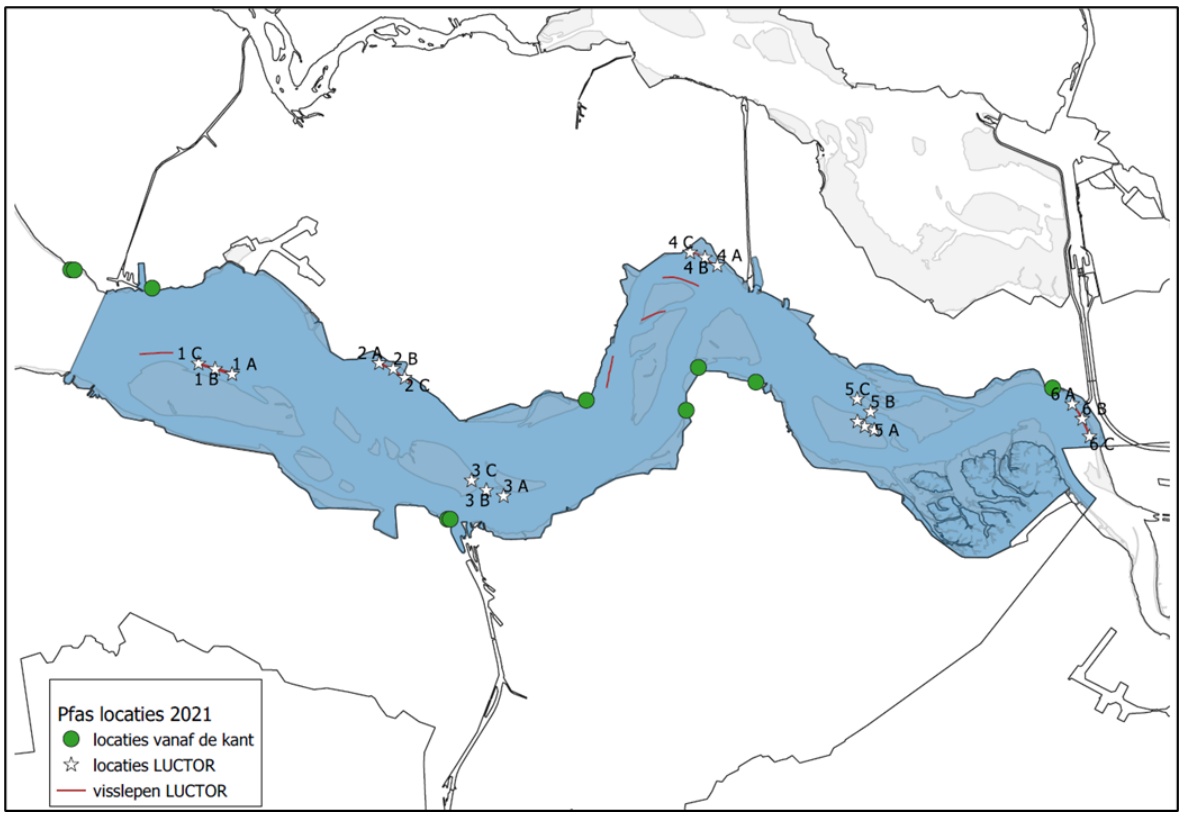
Zafeiraki, E., Gebbink, W.A., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M. Kwadijk, C., Dassenakis, E., van Leeuwen, S.P.J. (2019). Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in a large number of wild and farmed aquatic animals collected in the Netherlands. Chemosphere, 232, 415-423.

Verantwoording

Rapport C025/22
Projectnummer: 431.310.0176

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door twee collega-onderzoekers (van Wageningen Marine Research en Wageningen Food and Safety Research) en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Bijlage 1 Informatie vistrekken



Trekinformatie m.b.t. verzamelen van onderzoeksmateriaal vanaf de Luctor t.b.v. PFAS-analyse, uitgevoerd in november 2021. * sedimenthappen en watermonsters, - vistrekken, o – bemonstering vanaf de kant. Locatie 2 – Borssele is uiteindelijk niet geselecteerd voor verdere analyse vanwege afwijkende bemonsteringsomstandigheden (grotere golfslag in combinatie met getij).

Informatie mb.t. de bemonstering vanaf het schip.

Locatie	Locatiecode	Locatie deel	Datum	Tijd	Diepte hap (m)	Type zand
Vlissingen	1	a	11/18/2021	9:38	6	zandig
Vlissingen	1	b	11/18/2021	9:47	2	slikkig zand
Vlissingen	1	c	11/18/2021	9:54	6	slikkig zand
Borssele	2	a	11/18/2021	13:30	11	slik
Borssele	2	b	11/18/2021	13:36	11	slik
Borssele	2	c	11/18/2021	13:42	12	slik
Terneuzen	3	a	11/18/2021	8:33	8	zandig
Terneuzen	3	b	11/18/2021	8:40	8	zandig
Terneuzen	3	c	11/18/2021	8:46	10	zandig
Hansweert	4	a	11/17/2021	13:59	10	slikkig zand
Hansweert	4	b	11/17/2021	14:09	9	slikkig zand
Hansweert	4	c	11/17/2021	14:15	6	slik
Walsoorden	5	a	11/17/2021	11:23	7	zandig
Walsoorden	5	b	11/17/2021	11:32	14	zand
Walsoorden	5	c	11/17/2021	11:39	11	zandig
Bath	6	a	11/17/2021	9:15	6.5	zandig
Bath	6	b	11/17/2021	9:25	6	harde bodem, zand
Bath	6	c	11/17/2021	9:38	6	slikkig zand

Locatie	Tij - locatie	Tij - laag water	Waterhoogte (cm)	Opmerkingen	Golf (cm)	Saliniteit
Vlissingen	Vlissingen	7:35	-98	2 uur na laag water	21	14.067 mg/l
Vlissingen	Vlissingen	7:35	-98	2 uur na laag water	21	14.067 mg/l
Vlissingen	Vlissingen	7:35	-98	2 uur na laag water	21	14.067 mg/l
Borssele	Borssele	*8:05*	*-173*	5.5 uur na laag water	29	13.381 mg/l
Borssele	Borssele	*8:05*	*-173*	5.5 uur na laag water	29	13.381 mg/l
Borssele	Borssele	*8:05*	*-173*	5.5 uur na laag water	29	13.381 mg/l
Terneuzen	Pas van Terneuzen/Borssele	8:05	-173	0.5 uur na laag water	5	14.067 mg/l
Terneuzen	Pas van Terneuzen/Borssele	8:05	-173	0.5 uur na laag water	5	14.067 mg/l
Terneuzen	Pas van Terneuzen/Borssele	8:05	-173	0.5 uur na laag water	5	14.067 mg/l
Hansweert	Overloop van Hansweert	7:52	274	6 uur na laag water	16	12.935 mg/l
Hansweert	Overloop van Hansweert	7:52	274	6 uur na laag water	16	12.935 mg/l
Hansweert	Overloop van Hansweert	7:52	274	6 uur na laag water	16	12.935 mg/l
Walsoorden	Walsoorden	7:52	34	2.5 uur na laag water	17	9.035 mg/l
Walsoorden	Walsoorden	7:52	34	2.5 uur na laag water	17	9.035 mg/l
Walsoorden	Walsoorden	7:52	34	2.5 uur na laag water	17	9.035 mg/l
Bath	Bath	8:22	-135	1 uur na laag water	14	-
Bath	Bath	8:22	-135	1 uur na laag water	14	-
Bath	Bath	8:22	-135	1 uur na laag water	14	-

Locatie	Wind (m/s)	Temperatuur lucht (°C)	Temperatuur water (°C)	Weer algemeen	Opmerkingen
Vlissingen	7.87	7.6	10.8	Zonnig	
Vlissingen	7.87	7.6	10.8	Zonnig	veel stroming
Vlissingen	7.87	7.6	10.8	Zonnig	veel stroming
Borssele	9.24	11.9	10.9	Zonnig	Niet gebruikt
Borssele	9.24	11.9	10.9	Zonnig	Niet gebruikt
Borssele	9.24	11.9	10.9	Zonnig	Niet gebruikt, veel stroming, golven 0,5 m
Terneuzen	5.65	6.9	11.00	lichte bewolking	
Terneuzen	5.65	6.9	11.00	lichte bewolking	
Terneuzen	5.65	6.9	11.00	lichte bewolking	
Hansweert	7.56	11.4	11.2	lichte bewolking	
Hansweert	7.56	11.4	11.2	lichte bewolking	
Hansweert	7.56	11.4	11.2	lichte bewolking	
Walsoorden	4.96	9.9	11.0	opklarend	
Walsoorden	4.96	9.9	11.0	zon, lichte bewolking	
Walsoorden	4.96	9.9	11.0	zon, lichte bewolking	
Bath	5.74	9.2	11.4	bewolkt	
Bath	5.74	9.2	11.4	bewolkt	
Bath	5.74	9.2	11.4	bewolkt	

Bijlage 2 PFAS-concentraties in consumptieproducten uit de Westerschelde

Meetresultaten van de in november 2021 verzamelde consumptieproducten uit de Westerschelde. PFAS concentraties staan uitgedrukt als ng/g versgewicht, tenzij anders vermeld. N.b. = niet bepaald. < = lager dan de LOQ (kwantificatielimiet). Som-PFAS = lowerbound (exclusief concentraties <LOQ).

Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie code**	**Droge stof (%)**
Vis - wijting	filet	11	Kanaal Gent-Terneuzen	KGT	19.3
Vis - wijting	filet	25	Vlissingen	1	19.0
Vis - wijting	filet	20	Hansweert	4	19.3
Vis - wijting	filet	13	Bath	6	19.3
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Vis - bot	filet	2	Kanaal Gent-Terneuzen	KGT	18.9
Vis - bot	filet	24	Vlissingen	1	20.6
Vis - bot	filet	16	Hansweert	4	21.7
Vis - bot	filet	9	Bath	6	20.6
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Vis - spiering	filet	2	Vlissingen	1	21.7
Vis - spiering	filet	12	Bath	6	20.2
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Vis - zeebaars	filet	4	Vlissingen	1	23.4
Vis - zeebaars	filet	2	Bath	6	22.4
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Garnaal	helemaal, ongepeld, ongekookt	150	Vlissingen	1	26.7
Garnaal	helemaal, ongepeld, ongekookt	50	Hansweert	4	20.9
Garnaal	helemaal, ongepeld, ongekookt	50	Bath	6	20.3
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Lamsoor	blad, ongekookt	149	Baarland	3	8.3
Lamsoor	blad, ongekookt	67	Walsoorden	5	9.2
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Oester	vlees	25	Ritthem	1	12.2
Oester	vlees	25	Terneuzen	3	11.7
Oester	vlees	25	Knuitershoek	4	8.3
Soort	**Matrix**	**N in mengsel**	**Locatie**	**Locatie**	**Droge stof (%)**
Mossel	vlees	74	Ritthem	1	16.3
Mossel	vlees	70	Terneuzen	3	15.8
Mossel	vlees	69	Knuitershoek	4	12.5

						EFSA4	EFSA4					
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Vis - wijting	Kanaal Gent-Terneuzen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	<0.07	0.10	0.26	0.22	<0.80	n.b.	n.b.
Vis - wijting	Vlissingen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	0.44	<0.07	0.18	<0.20	<0.80	n.b.	n.b.
Vis - wijting	Hansweert	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	<0.07	0.11	0.20	<0.20	<0.80	n.b.	n.b.
Vis - wijting	Bath	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	<0.07	0.42	0.24	0.31	<0.80	n.b.	n.b.
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Vis - bot	Kanaal Gent-Terneuzen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	0.23	0.64	3.3	4.0	1.6	n.b.	n.b.
Vis - bot	Vlissingen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	0.36	0.81	0.61	0.28	<0.80	n.b.	n.b.
Vis - bot	Hansweert	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	<0.07	0.50	1.1	0.89	<0.80	n.b.	n.b.
Vis - bot	Bath	n.b.	n.b.	<2.0	<0.04	<0.07	0.29	1.1	0.47	<0.80	n.b.	n.b.
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Vis - spiering	Vlissingen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.20	0.30	<0.10	<0.30	<0.20	<3.0	n.b.	n.b.
Vis - spiering	Bath	n.b.	n.b.	<2.0	<0.20	<0.08	<0.10	<0.30	<0.20	<3.0	n.b.	n.b.
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Vis - zeebaars	Vlissingen	n.b.	n.b.	<2.0	<0.20	0.29	0.11	0.35	0.32	<3.0	n.b.	n.b.
Vis - zeebaars	Bath	n.b.	n.b.	<2.0	<0.20	<0.08	0.25	0.68	0.75	<3.0	n.b.	n.b.
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Garnaal	Vlissingen	n.b.	<4.0	<1.0	<0.15	0.47	0.92	1.3	0.90	0.26	n.b.	<0.40
Garnaal	Hansweert	n.b.	<4.0	<1.0	<0.15	0.23	0.48	1.7	0.87	0.58	n.b.	<0.40
Garnaal	Bath	n.b.	<4.0	<1.0	<0.15	0.54	0.36	1.2	0.64	0.84	n.b.	<0.40
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Lamsoor	Baarland	n.b.	<2.5	<1.0	<0.10	<0.25	<0.10	<0.10	<0.10	<0.25	<0.25	<0.25
Lamsoor	Walsoorden	n.b.	<2.5	<1.0	<0.10	<0.25	<0.10	<0.10	<0.10	<0.25	<0.25	<0.25
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Oester	Ritthem	<1.0	<0.5	<0.2	<0.2	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.10	<0.2	<0.1
Oester	Terneuzen	<1.2	<0.6	<0.2	<0.2	<0.1	0.1	<0.6	<0.1	0.20	<0.2	<0.1
Oester	Knuitershoek	<1.2	<0.6	<0.3	<0.3	<0.1	0.1	<0.6	<0.1	0.20	<0.3	<0.1
Soort	**Locatie**	**PFBA**	**PFPA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDA**	**PFUnDA**	**PFDoDA**	**PFTrDA**	**PFTeDA**
Mossel	Ritthem	<1.1	<0.6	<0.2	<0.2	<0.1	0.1	<0.6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1
Mossel	Terneuzen	<1.2	<0.6	<0.3	<0.3	<0.1	0.1	<0.6	<0.1	0.20	<0.3	<0.1
Mossel	Knuitershoek	<1.4	<0.7	<0.3	<0.3	<0.2	<0.2	<0.7	0.2	0.2	0.3	<0.2

			EFSA4		EFSA4						
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Vis - wijting	Kanaal Gent-Terneuzen	<0.20	0.11	<0.070	2.5	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - wijting	Vlissingen	<0.20	<0.080	<0.070	1.5	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - wijting	Hansweert	<0.20	0.10	<0.070	2.4	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - wijting	Bath	<0.20	0.10	<0.070	2.5	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Vis - bot	Kanaal Gent-Terneuzen	<0.20	0.85	0.49	35.3	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - bot	Vlissingen	<0.20	0.50	0.11	8.1	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - bot	Hansweert	<0.20	0.60	0.17	13.4	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Vis - bot	Bath	<0.20	0.33	0.11	10.4	<0.20	<0.040	<0.60	<0.70	<2.0	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Vis - spiering	Vlissingen	<0.20	<0.20	<0.070	3.1	<0.80	<0.030	<0.40	<1.0	<0.30	*Onb.**
Vis - spiering	Bath	<0.20	<0.20	0.071	8.1	<0.80	<0.030	<0.40	<1.0	<0.30	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Vis - zeebaars	Vlissingen	<0.20	0.227	<0.070	6.4	<0.80	<0.030	<0.40	<1.0	<0.30	*Onb.**
Vis - zeebaars	Bath	<0.20	<0.20	0.08	14.2	<0.80	<0.030	<0.40	<1.0	<0.30	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Garnaal	Vlissingen	<0.060	0.30	0.07	7.0	<0.10	<0.15		<0.40	*Interferentie***	*Onb.**
Garnaal	Hansweert	<0.060	0.32	0.16	10.4	<0.10	<0.15		<0.40	*Interferentie***	*Onb.**
Garnaal	Bath	<0.060	0.34	0.12	11.6	<0.10	<0.15		<0.40	*Interferentie***	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Lamsoor	Baarland	0.091	<0.10	<0.050	0.10	<0.10	<0.050	<1.0	<0.25	<1.0	*Onb.**
Lamsoor	Walsoorden	<0.050	<0.10	<0.050	0.07	<0.10	<0.050	<1.0	<0.25	<1.0	*Onb.**
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Oester	Ritthem	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	n.b.	n.b.	n.b.	<1.3	<1.3
Oester	Terneuzen	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	<0.1	n.b.	n.b.	n.b.	<1.5	<1.5
Oester	Knuitershoek	<0.1	<0.1	<0.1	0.8	<0.1	n.b.	n.b.	n.b.	<1.6	<1.6
Soort	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**NaDONA**	**9Cl-PF3ONS**	**11Cl-PF3OUdS**	**GenX**	**FBSA**
Mossel	Ritthem	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	n.b.	n.b.	n.b.	<1.4	<1.4
Mossel	Terneuzen	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	<0.1	n.b.	n.b.	n.b.	<1.6	<1.6
Mossel	Knuitershoek	<0.1	<0.2	<0.2	0.8	<0.2	n.b.	n.b.	n.b.	<1.6	<1.6

**Onb.=onbekend, aangezien FBSA vanwege een lage terug vinding met de huidige WFSR methode niet met voldoende zekerheid gekwantificeerd kon worden. ** vanwege interferentie was er geen bepaling van de concentratie mogelijk.*

		ng/g natgewicht	ng/g drooggewicht	ng/g natgewicht
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Vis - wijting	Kanaal Gent-Terneuzen	3.2	16.5	2.7
Vis - wijting	Vlissingen	2.1	11.2	1.9
Vis - wijting	Hansweert	2.8	14.6	2.6
Vis - wijting	Bath	3.6	18.7	3.1
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Vis - bot	Kanaal Gent-Terneuzen	46.3	245.1	37.0
Vis - bot	Vlissingen	10.7	52.1	9.7
Vis - bot	Hansweert	16.6	76.7	14.5
Vis - bot	Bath	12.7	61.7	11.0
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Vis - spiering	Vlissingen	3.4	15.7	3.4
Vis - spiering	Bath	8.2	40.6	8.1
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Vis - zeebaars	Vlissingen	7.7	32.8	7.0
Vis - zeebaars	Bath	16.0	71.3	14.5
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Garnaal	Vlissingen	11.2	42.0	8.7
Garnaal	Hansweert	14.7	70.4	11.4
Garnaal	Bath	15.7	77.1	12.9
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Lamsoor	Baarland	0.2	2.3	0.1
Lamsoor	Walsoorden	0.1	0.8	0.1
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Oester	Ritthem	0.5	4.1	0.4
Oester	Terneuzen	0.9	7.7	0.7
Oester	Knuitershoek	1.1	13.3	0.9
Soort	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**	**Som-EFSA4**
Mossel	Ritthem	0.5	3.1	0.5
Mossel	Terneuzen	0.9	5.7	0.7
Mossel	Knuitershoek	1.5	12.0	0.8

Bijlage 3 PFAS-concentraties in sediment

Meetresultaten van de in november 2021 verzamelde sedimentmonsters uit de Westerschelde. PFAS concentraties staan uitgedrukt in ng/g natgewicht voor sediment, zand en slik. N.b. = niet bepaald. < = lager dan de LOQ (kwantificatielimiet). Som-PFAS = lowerbound (exclusief concentraties <LOQ).

Materiaal	**N in mengmonster**	**Locatie**	**Locatie code**	**As %**	**Droge stof %**
Sediment	1	Vlissingen	1	70.3	71.7
Sediment	1	Terneuzen	3	81.4	81.7
Sediment	1	Hansweert	4	55.3	58.8
Sediment	1	Walsoorden	5	75.7	78.1
Sediment	1	Bath	6	74.3	75.0
Materiaal	**N in mengmonster**	**Locatie**	**Locatie code**	**As %**	**Droge stof %**
Zand	1	Vlissingen	1	83.6	82.6
Zand	1	Terneuzen	3	77.6	78.6
Zand	1	Perkpolder	4	82.5	82.9
Zand	1	Bath	6	78.1	80.2
Materiaal	**N in mengmonster**	**Locatie**	**Locatie code**	**As %**	**Droge stof %**
Slik	1	Terneuzen	3	60.4	63.1
Slik	1	Perkpolder	4	65.8	68.3
Slik	1	Bath	6	76.7	78.7

Materiaal	Locatie	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDcA	PFUnA	PFDoA	PFTrA	PFTeA
Sediment	Vlissingen	<0.5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	<0.2	<0.05	<0.05	<0.10	<0.05
Sediment	Terneuzen	<0.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.08	<0.08	<0.3	<0.08	<0.08	<0.1	<0.08
Sediment	Hansweert	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	0.06	<0.06	<0.3	<0.06	<0.06	<0.1	<0.06
Sediment	Walsoorden	<0.5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	<0.2	<0.05	<0.05	<0.10	<0.05
Sediment	Bath	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.06	<0.06	<0.3	<0.06	<0.06	<0.1	<0.06
Materiaal	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDcA**	**PFUnA**	**PFDoA**	**PFTrA**	**PFTeA**
Zand	Vlissingen	<0.4	<0.09	<0.09	<0.09	<0.05	<0.05	<0.2	<0.05	<0.05	<0.09	<0.05
Zand	Terneuzen	<0.5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	<0.2	<0.05	<0.05	<0.10	<0.05
Zand	Perkpolder	<0.7	<0.2	<0.2	<0.2	<0.09	<0.09	<0.4	<0.09	<0.09	<0.2	<0.09
Zand	Bath	<0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.06	<0.06	<0.2	<0.06	<0.06	<0.1	<0.06
Materiaal	**Locatie**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDcA**	**PFUnA**	**PFDoA**	**PFTrA**	**PFTeA**
Slik	Terneuzen	<0.5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.06	<0.06	<0.2	<0.06	<0.06	<0.10	<0.06
Slik	Perkpolder	<0.4	<0.09	<0.09	<0.09	<0.05	<0.05	<0.2	<0.05	<0.05	<0.09	<0.05
Slik	Bath	<0.5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.06	<0.06	<0.2	<0.06	<0.06	<0.10	<0.06

Materiaal	Locatie	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDS	Gen-X	FBSA
Sediment	Vlissingen	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	<0.05	<0.5	<0.6
Sediment	Terneuzen	<0.07	<0.08	<0.08	0.2	<0.08	<0.8	<0.8
Sediment	Hansweert	<0.06	<0.06	<0.06	0.4	<0.06	<0.7	<0.7
Sediment	Walsoorden	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.6	<0.6
Sediment	Bath	<0.05	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.6	<0.6
Materiaal	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**Gen-X**	**FBSA**
Zand	Vlissingen	<0.04	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.5	<0.5
Zand	Terneuzen	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	<0.05	<0.5	<0.5
Zand	Perkpolder	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.9	<0.9
Zand	Bath	<0.05	<0.05	<0.06	0.1	<0.06	<0.6	<0.6
Materiaal	**Locatie**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**Gen-X**	**FBSA**
Slik	Terneuzen	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	<0.6	<0.6
Slik	Perkpolder	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05	<0.5	<0.5
Slik	Bath	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.6	<0.6

		ng/g natgewicht	ng/g drooggewicht
Materiaal	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**
Sediment	Vlissingen	0.1	0.1
Sediment	Terneuzen	0.2	0.2
Sediment	Hansweert	0.5	0.8
Sediment	Walsoorden	0.0	0.0
Sediment	Bath	0.0	0.0
Materiaal	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**
Zand	Vlissingen	0.1	0.1
Zand	Terneuzen	0.1	0.1
Zand	Perkpolder	0.0	0.0
Zand	Bath	0.1	0.1
Materiaal	**Locatie**	**Som-PFAS**	**Som-PFAS**
Slik	Terneuzen	0.2	0.3
Slik	Perkpolder	0.2	0.3
Slik	Bath	0.0	0.0

Bijlage 4 PFAS-concentraties in water

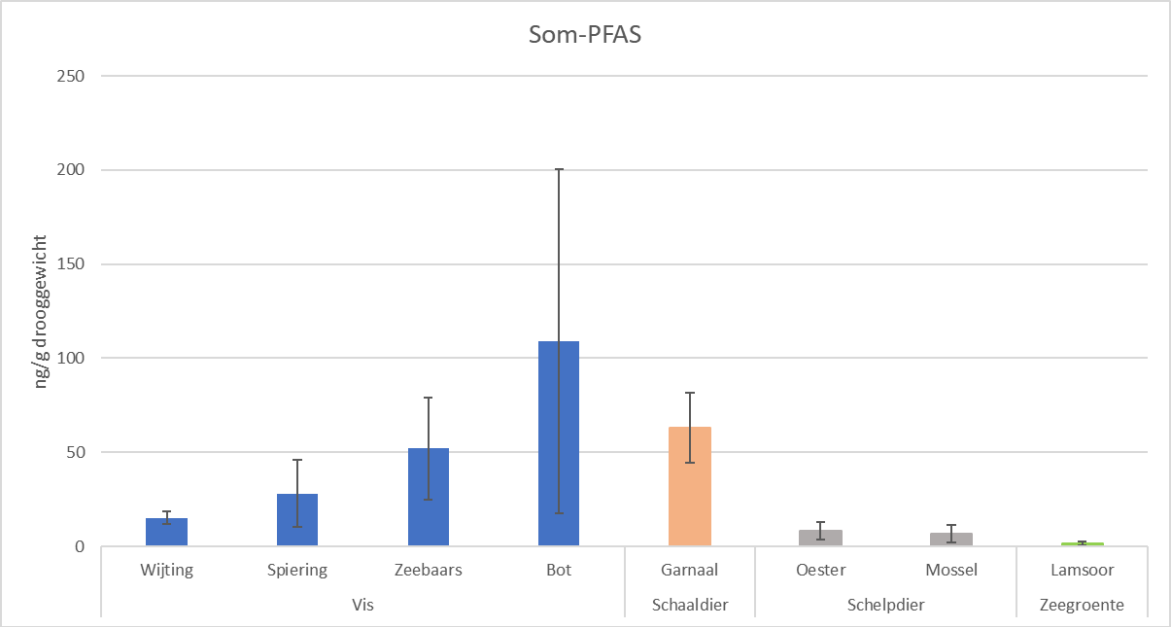
Meetresultaten van de in november 2021 verzamelde watermonsters uit de Westerschelde. PFAS concentraties staan uitgedrukt in ng/L. Som-PFAS = lowerbound (exclusief concentraties <LOQ).

Materiaal	**Type**	**Locatie**	**Locatie code**
Water	Vanaf schip	Vlissingen	1
Water	Vanaf schip	Terneuzen	3
Water	Vanaf schip	Perkpolder	4
Water	Vanaf schip	Walsoord	5
Water	Vanaf schip	Bath	6
Materiaal	**Type**	**Vangstgebied**	**Code**
Strandwater	Vanaf strand	Vlissingen	1
Strandwater	Vanaf strand	Terneuzen	3
Strandwater	Vanaf strand	Perkpolder	4
Strandwater	Vanaf strand	Bath	6

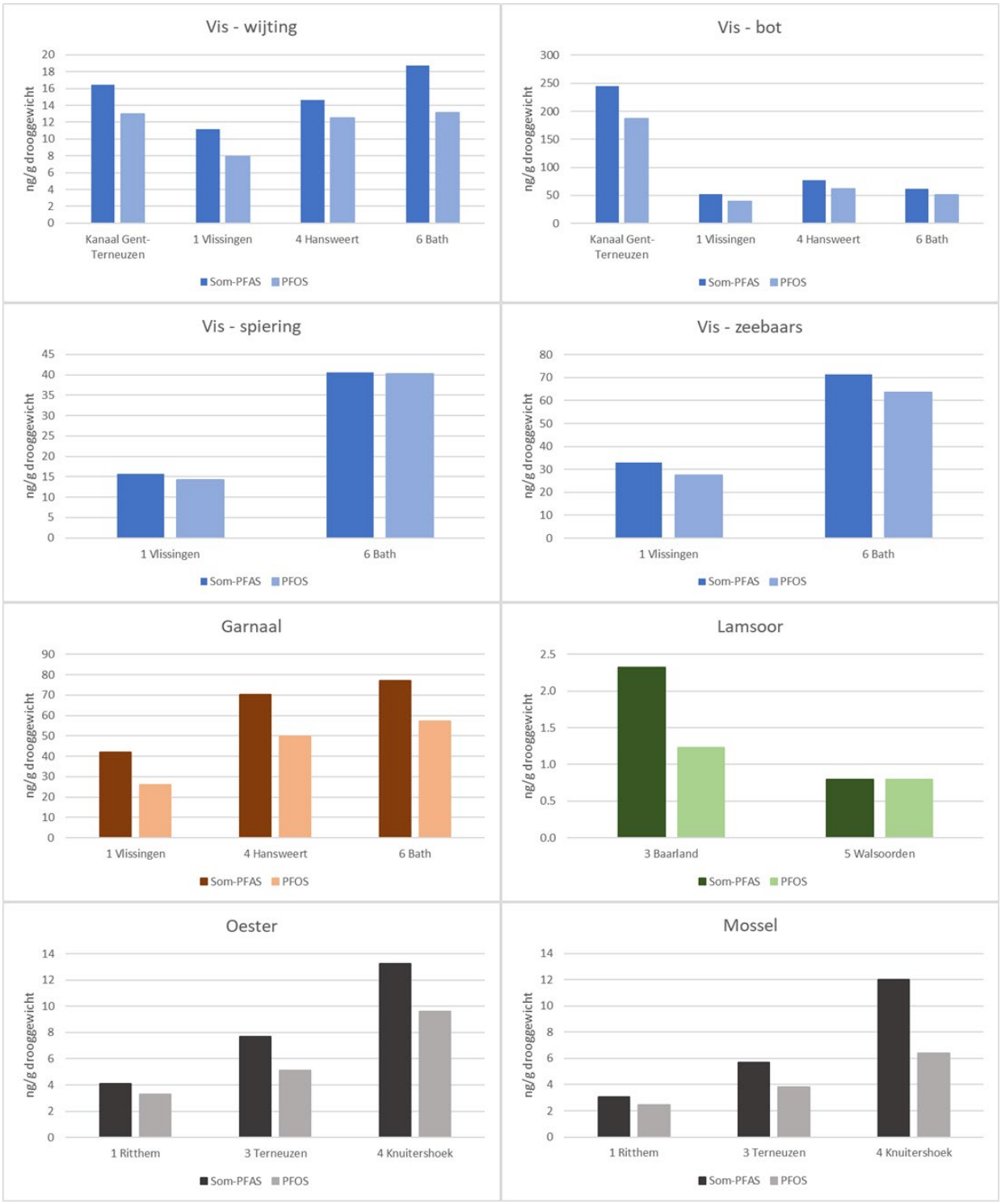
Materiaal	Locatie	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDcA	PFUnA	PFDoA	PFTrA	PFTeA
Water	Vlissingen	<15	2.4	5.7	<7.5	<1.8	<3.2	<3.2	<3.2	<1.8	<7.5	<3.2
Water	Terneuzen	<16	6.8	6.4	<8.2	2.8	<3.5	<3.5	<3.5	<1.9	<8.2	<3.5
Water	Perkpolder	<16	4.7	8.6	<7.8	3.6	<3.3	<3.3	<3.3	<1.8	<7.8	<3.3
Water	Walsoord	29	14	9	<7.9	5.1	<3.3	<3.3	<3.3	<1.8	<7.9	<3.3
Water	Bath	41	13	7.8	<8.0	5.1	<3.4	<3.4	<3.4	<1.9	<8.0	<3.4
Materiaal	**Vangstgebied**	**PFBA**	**PFPeA**	**PFHxA**	**PFHpA**	**PFOA**	**PFNA**	**PFDcA**	**PFUnA**	**PFDoA**	**PFTrA**	**PFTeA**
Strandwater	Vlissingen	<16	<1.8	<1.8	<7.8	<1.8	<3.3	<3.3	<3.3	<1.8	<7.8	<3.3
Strandwater	Terneuzen	23	9	6.5	<7.3	4.5	<3.1	<3.1	<3.1	<1.7	<7.3	<3.1
Strandwater	Perkpolder	<16	11	8.1	<8.1	5.1	<3.4	<3.4	<3.4	<1.9	<8.1	<3.4
Strandwater	Bath	87	19	11	<8.0	7.4	<3.4	<3.4	<3.4	<1.9	<8.0	<3.4

Materiaal	Locatie	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDS	Gen-X	FBSA	Som-PFAS
Water	Vlissingen	9.3	<1.7	<1.7	<3.0	<3.1	<18.7	<5.1	17.4
Water	Terneuzen	13	2	<1.8	4.2	<3.4	<20.5	<5.5	35.2
Water	Perkpolder	12	2.6	<1.8	5.2	<3.2	<21.1	<5.7	36.7
Water	Walsoord	15	3.3	<1.8	6.8	<3.2	<20.4	<5.5	82.2
Water	Bath	12	3.7	<1.8	5.6	<3.3	<20.7	<5.6	88.2
Materiaal	**Vangstgebied**	**PFBS**	**PFHxS**	**PFHpS**	**PFOS**	**PFDS**	**Gen-X**	**FBSA**	**Som-PFAS**
Strandwater	Vlissingen	<7.0	<1.7	<1.8	<3.2	<3.2	<20.2	<5.5	0
Strandwater	Terneuzen	12	2.4	<1.6	4.4	<3.0	<18.9	<5.1	61.8
Strandwater	Perkpolder	14	3.6	<1.8	3.7	<3.3	<21.7	<5.9	45.5
Strandwater	Bath	17	5.3	<1.8	8.5	<3.3	<20.6	<5.6	155.2

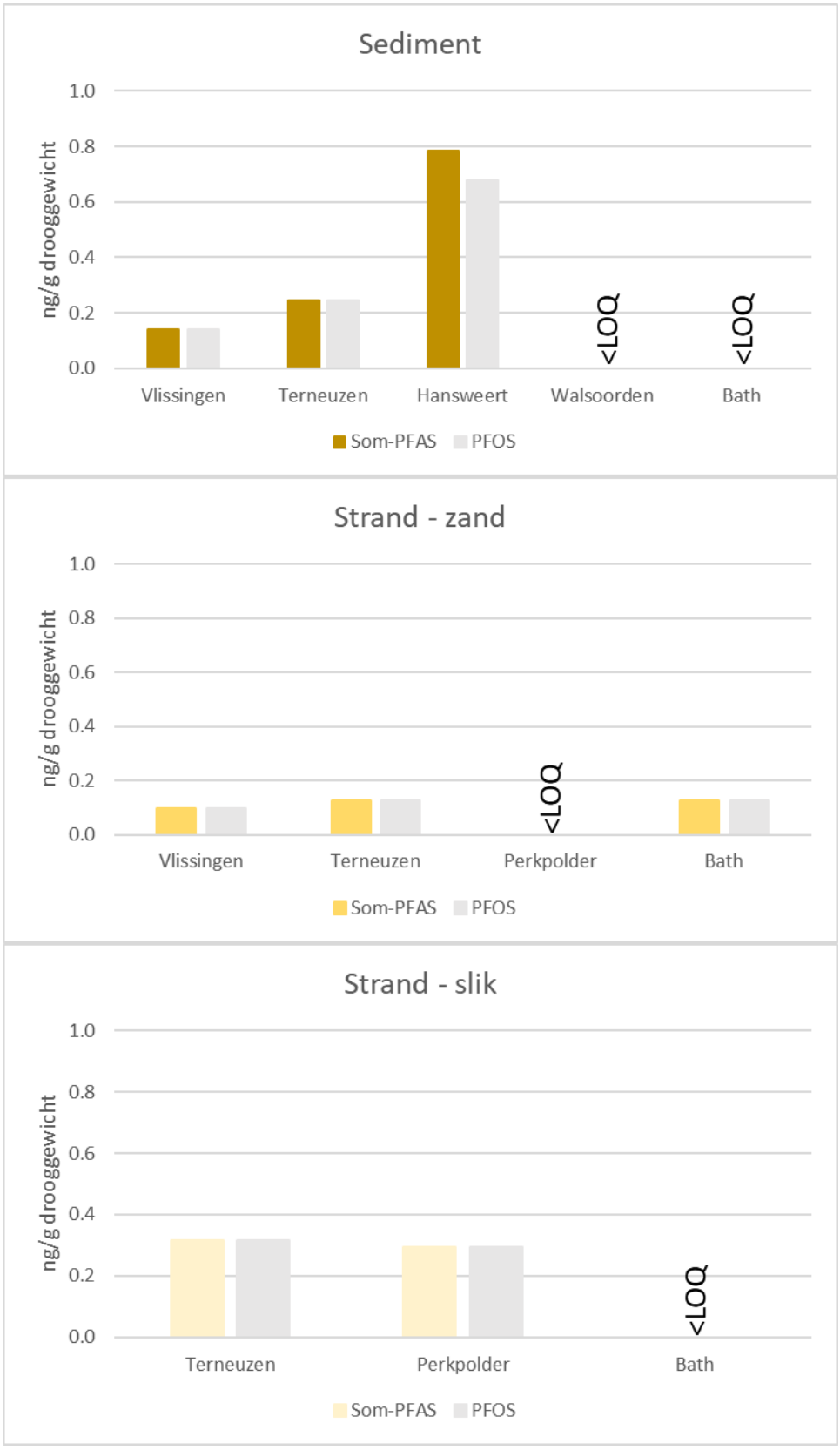
Bijlage 5 PFAS-concentraties op basis van drooggewicht



Gemiddelde concentraties aan Som-PFAS (ng/g drooggewicht) die zijn aangetroffen in verschillende consumptieproducten uit de Westerschelde, bemonsterd in november 2021. De standaarddeviatie laat de variatie tussen de monsters zien. Blauw = vis, roze = garnaal, grijs = schelpdier, groen = zeegroente. Som-PFAS = lowerbound (exclusief concentraties <LOQ).



Concentraties aan Som-PFAS en PFOS (ng/g drooggewicht) per locatie in de verschillende consumptieproducten uit de Westerschelde, bemonsterd in november 2021. Blauw = vis, roze = garnaal, grijs = schelpdier, groen = zeegroente. Som-PFAS = lowerbound (exclusief concentraties <LOQ).



Concentraties aan Som-PFAS en PFOS (ng/g drooggewicht) per locatie in sediment, zand en slik op verschillende locaties in de Westerschelde, verzameld in november 2021. De locaties zijn van west naar oost in de figuur weergegeven. Bemonstering vond vooral plaats tijdens ebstroom en laag water (zie tabel 3.5 voor details). Er zijn geen slikmonsters verzameld bij Vlissingen en Walsoorden, en geen zandmonsters bij Walsoorden (X). De sedimentmonsters bij Walsoorden en Bath, het zandmonster bij Perkpolder en het slikmonster bij Bath bevatten geen PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet (<LOQ).

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:
- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'