



---

# T0 sedimentsamenstelling en PFAS bij Zimmermanpolder

Datarapportage

Auteur(s): Chiu Cheng, Wouter Suykerbuyk, Douwe van den Ende

Wageningen University &  
Research rapport C035/22

---

# T0 sedimentsamenstelling en PFAS bij Zimmermanpolder

## Datarapportage

Auteur(s): Chiu Cheng, Wouter Suykerbuyk, Douwe van den Ende

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research  
Yerseke, november 2022

---

Wageningen Marine Research rapport C035/22

---

Keywords: intergetijdengebied, Westerschelde, slibgehalte, sedimentsamenstelling, sedimentkorrelgrootte, Zimmermanpolder, strekdammen, organische stof, PFAS.

Opdrachtgever: Provincie Zeeland  
Abdij 6  
4331 BK Middelburg

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/572691>  
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut  
binnen de rechtspersoon Stichting  
Wageningen Research, hierbij  
vertegenwoordigd door  
Drs. ir. M.T. van Manen, directeur  
bedrijfsvoering

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

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor  
gevolg schade, 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.

A\_4\_3\_1 V32 (2021)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Achtergrond	5
1.1 Kennisvraag en doelstelling	6
1.2 Afbakening	6
<b>2 Methoden</b>	<b>7</b>
2.1 Bemonstering en analyses	7
2.1.1 Sedimentkorrelgrootte	7
2.1.2 TOC	7
2.1.3 PFAS	7
<b>3 Resultaten</b>	<b>9</b>
3.1 Korrelgrootte en TOC	9
3.2 PFAS concentraties	10
<b>4 Conclusies</b>	<b>11</b>
<b>5 Kwaliteitsborging</b>	<b>12</b>
<b>Literatuur</b>	<b>13</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage 1 Resultaten/Tabellen sediment analyses en coördinaten bemonsteringslocaties</b>	<b>15</b>
<b>Bijlage 2 Resultaten/Tabellen PFAS concentraties</b>	<b>16</b>

---

# Samenvatting

Het herstellen van de getijdennatuur in de Westerschelde is één van de doelen van de Provincie Zeeland. Dit valt binnen het natuurpakket Westerschelde (NPW). Het wordt gedaan door onder andere een aantal buitendijkse maatregelen te realiseren om de kwaliteit en het oppervlakte van laagdynamische natuur te verbeteren. Het slik bij Zimmermanpolder is één van de locaties waar de aanleg en/of ophoging van strekdammen is toegepast. In het nabije gebied van Bath is al eerder een vergelijkbaar project uitgevoerd, en de Zimmermanpolder is hier een vervolg op. Het intergetijdengebied wordt in zijn huidige toestand gekenmerkt door een steeds verder bloot spoelende veenbank. Daarom is de aanleg van strekdammen voor Zimmermanpolder voorgesteld om de hydrodynamiek (getijdestroming en golven) te verminderen, met als gevolg sedimentatie van slib en fijn zand op en tussen de klei- en veenbanken.

Tegelijkertijd is er steeds meer zorg over de vervuiling van het water en het gesedimenteerde materiaal, zoals met poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS). Daarom heeft de Provincie Zeeland Wageningen Marine Research gevraagd om de sedimentsamenstelling van de Zimmermanpolder in kaart te brengen. Om de effecten van het natuurherstel te kunnen evalueren is het van belang om de uitgangssituatie vóór de aanleg (T<sub>0</sub>) vast te leggen zodat de situatie na aanleg (T<sub>n</sub>) eventueel hiermee kan worden vergeleken. In een eerder project ('T<sub>0</sub> meting sediment Zimmerman Westerschelde') zijn in de zomer van 2021 duplo sedimentmonsters verzameld op 18 locaties langs drie parallelle raaien, die lopen van net buiten het schor tot de laagwaterlijn bij Zimmermanpolder. Dat project betrof alleen de onderdelen sedimentsamenstelling en slibgehalte. Aanvullende PFAS concentraties worden in dit tweede project gepresenteerd. Hiervoor is de standaard set van WMR op 18 PFAS geanalyseerd, aangevuld met GenX en FBSA. Daarnaast zijn in dezelfde sedimentmonsters aanvullend de korrelgrootte en het organische stofgehalte (TOC) geanalyseerd. Hierdoor kunnen de resultaten van de PFAS, korrelgrootte en TOC direct aan elkaar gekoppeld worden en de sedimentsamenstelling beter worden beschreven.

Zes van de componenten van PFAS (PFOA, PFNA, PFDcA, PFUnA, PFDoA en PFOS) zijn aangetroffen in de sedimentmonsters van het intergetijdengebied bij de Zimmermanpolder, met hierbij opgemerkt dat de PFDoA concentratie onder de kwantificatielimiet lag bij raai 1 en bij raai 3 was dit de PFUnA concentratie. De Som-PFAS concentratie was het hoogste bij raai 2 met 0.45 ng/g natgewicht (0.1 – 0.85) en de laagste bij raai 3 met 0.26 ng/g natgewicht (0.14 – 0.47). De sedimentsamenstelling van alle drie raaien laat zien dat het grotendeels fijnzandig en slibrijk sediment betreft, met een mediane korrelgrootte van  $88.2 \pm 31.4 \mu\text{m}$ . Het gemiddelde slibgehalte was boven de 35% bij alle drie raaien. Het organische stof percentage lag in het merendeel van de stations onder de 2%, behalve op één station uit raai 2 dat bijna puur veen betrof (ZP\_26) met een percentage van meer dan 22% organische stof. Daar was het totaal stikstofgehalte en de koolstof:stikstof verhouding ook veel hoger vergeleken met alle andere stations.

Dit rapport omvat de ruwe gegevens voor wat betreft de PFAS concentraties, korrelgrootte van het sediment en het organische stofgehalte van de T<sub>0</sub> sedimentmonsters, zonder verdere interpretatie. Alle resultaten zijn te vinden als tabellen in de bijlage.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

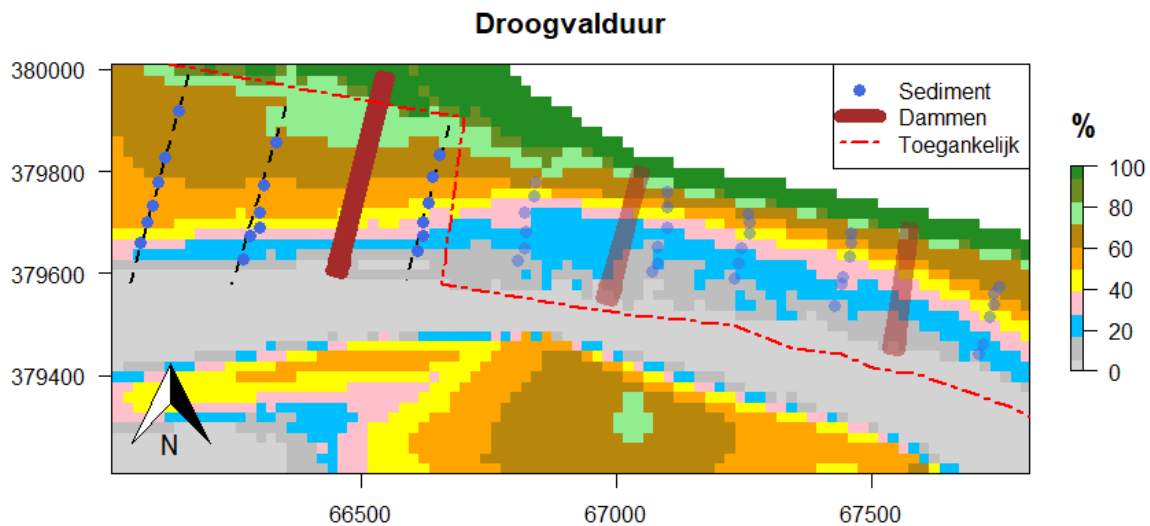
De Zimmermanpolder is een gebied aan de noordelijke kant van de Westerschelde. Het gebied valt onder de buitendijkse maatregelen waarin de Provincie Zeeland de getijdennatuur wil herstellen (Figuur 1). Dit wordt onder andere uitgevoerd door de aanleg en/of ophoging van strekdammen. In het buitendijkse gebied van Zimmermanpolder is de aanleg van drie strekdammen gepland, zodat een laag-dynamisch intergetijdengebied kan worden gecreëerd. Op deze manier kan het sediment makkelijker neervallen.



**Figuur 1.** Ecotopenkaart Westerschelde 2018 met aanduiding (zwarte kader rechtsboven) van het buitendijkse gebied bij Zimmermanpolder.

Vergeleken met andere gebieden zijn de concentraties van poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) hoger in water van de Westerschelde dan elders in Nederland (Jonker, 2021). Er zijn doorlopende discussies over de vergunningen voor onder andere het lozen van afvalwater in bepaalde gebieden en industrieën rondom de Westerschelde, wat tot onrust geleid heeft bij de Zeeuwse beheerders en bevolking. Daarom is aanvullend onderzoek gestart om PFAS concentraties door de Westerschelde in kaart te brengen (Van den Heuvel-Greve et al. 2022a en 2022b). Verder heeft Provincie Zeeland Wageningen Marine Research (WMR) gevraagd om de PFAS concentraties in het sediment bij Zimmermanpolder te kwantificeren.

Om het effect van het natuurherstel maatregelen te kunnen bepalen is een T<sub>0</sub>-meting (de nul-situatie) nodig. Daar heeft WMR een monitoringsplan voor opgesteld t.b.v. een eerder project 'T<sub>0</sub> meting sediment Zimmerman Westerschelde'. De meetcampagne hiervoor bestond uit de bemonstering van 18 sedimentmonsters op drie raaien, wat in de zomer van augustus 2021 uitgevoerd is. Van deze monsters is de sedimentstelling (korrelgrootte en slibgehalte) gerapporteerd (Cheng 2022). Tijdens die meetcampagne waren extra sedimentmonsters genomen om in een later stadium componenten zoals PFAS te meten. Inmiddels is de westelijke strekdam aangelegd. De aanleg van twee andere (oostelijke) strekdammen en de bemonstering van de vijf geplande aanvullende raaien (30 bemonsteringspunten) zijn tot nu toe niet uitgevoerd, omdat de perceelhouder geen toestemming heeft gegeven om het privé gebied te betreden (Figuur 2).



**Figuur 2.** Ligging van de bemonsteringspunten in de Zimmermanpolder. Achttien sedimentmonsters zijn in augustus 2021 bemonsterd op de drie westelijke raaien (blauwe stippen). De meest westelijke strekdam is aan het begin van 2022 aangelegd. De twee geplande oostelijke strekdammen en aanvullende 30 sedimentmonsters (in een lichtere bruine en blauwe kleur) vallen op privé terrein (gestippelde rode lijn) en zijn nog niet aangelegd of bemonsterd.

## 1.1 Kennisvraag en doelstelling

Deze opdracht dient antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Wat is de huidige PFAS concentratie in het intergetijdengebied bij de Zimmerman en hoe varieert deze in de drie raaien?
2. Wat zijn bijbehorende sediment korrelgrootte en TOC concentraties in deze sedimentmonsters?

## 1.2 Afbakening

Dit project is als volgt afgebakend:

- De opdracht beperkt zich tot de analyse van 18 sedimentmonsters voor de standaard PFAS zoals WMR deze analyseert, aangevuld met GenX en FBSA, de korrelgrootte en TOC, en het leveren van deze data in een datarapportage zonder verdere interpretatie.
- Indien toestemming tot toegang wordt verleend door de particuliere eigenaar om het perceel te mogen betreden t.b.v. sedimentbemonstering kan WMR 30 aanvullende sedimentmonsters nemen op de vijf oostelijke raaien in het gebied van de particuliere eigenaar. De bemonstering zal dan plaatsvinden via een aanvullend project. Voor de analyse van deze monsters zal WMR in overleg treden met de opdrachtgever en een nieuwe offerte aanbieden voor deze aanvullende werkzaamheden.

---

## 2 Methoden

De studie waaruit deze sedimentmonsters zijn genomen betreft een nul-situatie (T0) meting om de sedimentsamenstelling te bepalen. Op drie raaien binnen het projectgebied zijn er op in totaal van 18 locaties sedimentmonsters verzameld om de slibgehalte en sedimentkorrelgrootte te kwantificeren. De monsters zijn gekozen op basis van de hoogtegraden (droogvalduur) op de locatie (Figuur 2). Op precies dezelfde locaties is een tweede set van sedimentmonsters (bovenste 5 cm) genomen om op een later tijdstip te laten analyseren. Dit betreft de huidige set van monsters die zijn geanalyseerd op sedimentkorrelgrootte, organische stof en PFAS concentratie.

### 2.1 Bemonstering en analyses

Alle sedimentmonsters die hier worden gerapporteerd zijn in augustus 2021 bemonsterd van de bovenste 5 cm van het sediment met een spuit (~3 cm Ø). Per locatie zijn drie sedimentmonsters verzameld, gemengd en in een 250 ml glazen monsterpot tot één monster bewaard. Tussen elke locatie is de spuit goed gespoeld met water uit de omgeving. Direct na de bemonstering zijn alle sedimentmonsters in een koelbox met koelementen opgeslagen voor transport.

Bij terugkomst in het lab zijn de sedimentmonsters in een vriezer bewaard bij -20 graden Celsius. Ten behoeve van de analyse zijn de sedimentmonsters over een nacht ontdooid. Daarna zijn elke monster goed gehomogeniseerd met een metalen lepel door elke pot goed door te roeren. De lepel is tussen elk monster goed gespoeld en schoongewreven om kruisbesmetting tussen de monsters te voorkomen. De ene helft van het sediment is weer ingevroren tot de daadwerkelijk PFAS analyse. De andere helft van het sediment is overgebracht naar een tweede (plastic) potje voor de korrelgrootte en TOC (organische stof) analyses. Dit zijn eerst bevroren overnacht en daarna minimaal 72 uur in de vriesdroger geplaatst.

#### 2.1.1 Sedimentkorrelgrootte

Sedimentkorrelgrootte is gemeten door het analytische laboratorium van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). Een laserdiffractie apparaat (Malvern Mastersizer 2000 particle size analyzer; McCave et al. 1986) is gebruikt om de korrelgrootteverdeling te meten. De resultaten van de metingen bevatten de verdeling grof zand (500 – 1000 µm), medium zand (250 – 500 µm), fijn zand (125 – 250 µm), erg fijn zand (62.5 – 125 µm) en slib (< 63 µm), alle vijf in volumetrisch percentage. Vanuit deze vijf fracties is de mediane korrelgrootte (D<sub>50</sub> µm) berekend.

#### 2.1.2 TOC

De TOC analyse is ook uitgevoerd door het analytische laboratorium van NIOZ. Vanuit dezelfde gevriesdroogde sedimentmonsters is een deel (~50 g) van het sediment overgeplaatst in zilveren capsules en aangezuurd met verschillende toevoegingen van HCl om het carbonaatgehalte te verwijderen. Vervolgens zijn de monsters verder verwerkt via een Flash2000 organische elementen analyser (Nieuwenhuize et al. 1994) om de organische stof concentratie, totale stikstof concentratie en de koolstof-stikstof verhouding te meten.

#### 2.1.3 PFAS

De PFAS analyse is uitgevoerd door het WMR laboratorium in IJmuiden via de standaardmethodiek. 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 een LC-ESI-MSMS (ISW 2.10.3.045 "Het bepalen van het gehalte aan perfluorverbindingen in water, biota en sediment").



In sommige gevallen zijn de concentraties gerapporteerde als onder de limiet van kwantificatie (LOQ), zoals aangegeven met het symbool '<'. De LOQ is de laagste concentratie waarbij de concentratie nog betrouwbaar kan worden gemeten en de identiteit van elk component met zekerheid vastgesteld kan worden. De Som-PFAS is opgeteld op basis van het 'lower bound principe' (best-case). Dit betekent dat alleen de waardes van de componenten boven de kwantificatielimiet zijn meegenomen in de sommering. Concentratie waardes kleiner dan de kwantificatielimiet (<LOQ) zijn gelijk aan '0' gesteld en vormen geen deel van de Som-PFAS gehalten.

**Tabel 1.** De geanalyseerde PFAS stoffen (tabel aangepast Van den Heuvel-Greve et al. 2022a). De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft een risicobeoordeling uitgevoerd voor de vier specifieke PFAS-verbindingen PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS (genoteerd met een \*).

Afkorting (zuren)	Stof	Type
PFBA	Perfluorobutaanzuur	Zuren
PFPeA	Perfluoropentaanzuur	
PFHxA	Perfluorohexaanzuur	
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur	
PFOA*	Perfluorooctaanzuur	
PFNA*	Perfluorononaanzuur	
PFDCa	Perfluorodecaanzuur	
PFUnA	Perfluoroundecaanzuur	
PFDoA	Perfluorododecaanzuur	
PFTrA	Perfluorotridecaanzuur	
PFTeA	Perfluorotetradecaanzuur	
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	Sulfonaten
PFHxS*	Perfluorohexaansulfonaat	
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat	
PFOS*	Perfluorooctaansulfonaat	
PFDS	Perfluorodecaansulfonaat	
GenX (HFPO-DA)	Perfluor-2-propoxypropaanzuur	Overig
FBSA	Perfluorobutaan sulfonamide	

# 3 Resultaten

De resultaten zijn, in afwijking op de Nederlandse SI, gerapporteerd met een decimale punt in plaats van een komma.

## 3.1 Korrelgrootte en TOC

Het intergetijdengebied bij Zimmermanpolder kan gekarakteriseerd worden als een fijnzandig slibrijk gebied, met een gemiddelde mediane korrelgrootte van 88.2  $\mu\text{m}$  (spreiding = 32.7 - 155.1) en een gemiddeld slibgehalte (< 63  $\mu\text{m}$ ) van 37.3 % (10.2 - 62.3). Raai 2 bevatte de laagste gemiddelde mediane korrelgrootte en had enigszins een hoger slibgehalte (Tabel 2). De totale gemiddelde organische stof lag onder 2% (0.1 - 22.3). In zowel raai 1 als raai 3 was het onder 1%, terwijl het 4.3% (0.3 - 22.3) bij raai 2 was. Bij deze raai zijn de gemiddelde totale stikstof (0.1%, 0 - 0.4) en koolstof:stikstof (16.7, 7.6 - 58.1) ook veel hoger.

**Tabel 2.** *Overzicht van de sedimentsamenstelling en TOC, gemiddelde per alle 18 monsters (totaal) en per raai (n = 6); C = organische stof/koolstof; N = totale stikstof; (min-max) = het bereik tussen het minimum en het maximum waardes.*

	Totaal	Raai 1	Raai 2	Raai 3
D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ )	88.2 (32.7 - 155.1)	92.8 (61.7 - 155.1)	80.4 (32.7 - 122.9)	91.4 (53.1 - 121.1)
Grof (vol. %)	0.4 (0 - 3.7)	0 (0 - 0)	0.9 (0 - 3.7)	0.3 (0 - 1.8)
Medium (vol. %)	3.6 (0.4 - 9.6)	3.2 (1.2 - 9.6)	4.0 (0.4 - 7.7)	3.8 (0.6 - 7.9)
Fijn (vol. %)	29.7 (14.1 - 59.8)	32.1 (21.2 - 59.8)	26.8 (14.1 - 43.6)	30.2 (21.8 - 38.3)
Erg fijn (vol. %)	28.9 (20.4 - 34.7)	28.3 (20.4 - 33.3)	28.5 (22.5 - 34.7)	30.0 (24.5 - 32.2)
Slib (vol. %)	37.3 (10.2 - 62.3)	36.4 (10.2 - 50.5)	39.7 (17.1 - 62.3)	35.7 (22 - 53)
N (%)	0.1 (0 - 0.4)	0.1 (0 - 0.1)	0.1 (0 - 0.4)	0.1 (0.1 - 0.1)
C (%)	1.8 (0.1 - 22.3)	0.5 (0.1 - 0.8)	4.3 (0.3 - 22.3)	0.7 (0.4 - 1.1)
C:N	11.2 (5.4 - 58.1)	7.1 (5.4 - 8.6)	16.7 (7.6 - 58.1)	9.8 (7.7 - 14.1)

Een overzicht van het gemiddelde mediane korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ), sedimentverdeling fracties (vol. %), N, C en C:N zijn te vinden in Tabel B1, ook met de coördinaten (rijksdriehoek-coördinatenstelsel) voor elk station.

Voor meer details en de ruwe gegevens zie bijlage 1.

## 3.2 PFAS concentraties

Van de 18 PFAS componenten zijn er zes in tenminste één van de drie raaien boven de LOQ aangetroffen. Dit zijn PFOA, PFNA, PFDcA, PFUnA, PFDoA en PFOS (Tabel 3). De aangetroffen PFAS concentratie bij het intergetijdengebied bij de Zimmerman is gemiddeld 0.36 ng/g natgewicht (Som-PFAS), met een range van 0.06 – 1.08 ng/g natgewicht.

Tussen de raaien variëren de PFAS componenten enigszins (Tabel 3). In Raai 1 was PFDoA niet boven de LOQ gevonden en in Raai 3 was dat het geval voor PFUnA. Raai 2 heeft de hoogste Som-PFAS concentratie met 0.45 ng/g natgewicht (0.1 – 0.85) en Raai 3 heeft de laagste met 0.26 ng/g natgewicht (0.14 – 0.47), terwijl Raai 1 de grootste Som-PFAS spreiding heeft. De grootste variabiliteit tussen de raaien kwam door PFOS, met een verschil van een factor 2.7 maal tussen Raai 2 en Raai 3. De gemiddelde concentraties van de andere componenten zijn vergelijkbaar.

**Tabel 3.** Overzicht van PFAS componenten die boven de kwantificatielimiet zijn gemeten (ng/g natgewicht), gemiddelde per alle 18 monsters (totaal) en ook per raai (n = 6). (min-max) = het bereik tussen het minimum en het maximum waardes.

	Totaal	Raai 1	Raai 2	Raai 3
n	18	6	6	6
PFOA	0.07 (0.03 - 0.1)	0.08 (0.04 - 0.1)	0.06 (0.03 - 0.09)	0.07 (0.04 - 0.1)
PFNA	0.02 (0.01 - 0.06)	0.03 (0.01 - 0.03)	0.02 (0.01 - 0.03)	0.03 (0.01 - 0.06)
PFDcA	0.09 (0.05 - 0.2)	0.11 (0.05 - 0.2)	0.08 (0.05 - 0.1)	0.08 (0.07 - 0.1)
PFUnA	0.05 (0.04 - 0.05)	0.05 (0.05 - 0.05)	0.05 (0.04 - 0.05)	<LOQ <LOQ
PFDoA	0.05 (0.04 - 0.06)	<LOQ <LOQ	0.05 (0.04 - 0.06)	0.05 (0.04 - 0.06)
PFOS	0.19 (0.02 - 0.7)	0.20 (0.02 - 0.7)	0.27 (0.02 - 0.7)	0.10 (0.03 - 0.2)
Som-PFAS	0.36 (0.06 - 1.08)	0.37 (0.06 - 1.08)	0.45 (0.1 - 0.85)	0.26 (0.14 - 0.47)

Een overzicht van het gemiddelde PFAS componenten concentraties is te vinden in Tabel B2. De concentraties in alle monsters die onder de kwantificatielimiet vallen, zijn aangegeven met een '<'. Deze waardes zijn niet meegenomen in de Som-PFAS berekening.

Voor meer details en de ruwe gegevens zie bijlage 2.

---

## 4 Conclusies

De onderzoeksvragen kunnen als volgt worden beantwoord:

1. Wat is de huidige PFAS concentratie in het intergetijdengebied bij de Zimmerman en hoe varieert deze in de drie raaien?

Zes van de 18 PFAS componenten zijn aangetroffen boven de LOQ in het intergetijdengebied bij de Zimmerman, met een gemiddeld concentratie van 0.36 ng/g natgewicht (Som-PFAS). Van deze zes PFAS componenten zijn er twee die alleen in twee van de drie raaien zijn gevonden (PFUnA en PFDoA). De grootste variabiliteit tussen de raaien komt door variatie in de PFOS concentratie, met een grootste verschil van een factor tussen de raaien. De andere PFAS concentraties boven de kwantificatielimiet zijn vergelijkbaar tussen de raaien.

2. Wat zijn bijbehorende sediment korrelgrootte en TOC concentraties in deze sedimentmonsters?

Het sediment is in het algemeen fijnzandig en slibrijk. De mediane korrelgrootte ligt onder 100  $\mu\text{m}$ , zowel voor het totale gemiddelde als in alle drie de raaien afzonderlijk. Het gemiddelde slibgehalte ligt boven 35% in alle gevallen en de sedimentstelling varieert niet veel tussen de raaien. De organische stof, totale stikstof en koolstof:stikstof zijn ook vergelijkbaar tussen de raaien, met uitzondering van één station in raai 2.

---

## 5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001; de certificering is uitgevoerd door DNV.

Daarnaast beschikken het Chemisch en Benthos laboratorium over een EN-ISO/IEC 17025:2017 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Door deze accreditatie hebben het Chemisch en Benthos laboratorium aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO 17025 norm. Op [www.RvA.nl](http://www.RvA.nl) (zoeken op scope L097) is te zien voor welke verrichtingen en voor welke componenten en matrices accreditatie is verleend.

---

# Literatuur

- Cheng, C. 2022. T0 monitoring sedimentsamenstelling slikken bij Zimmermanpolder. Wageningen Marine Research rapport, no. C022/22.
- Jonker, M.T.O., 2021. Poly- en perfluoralkystoffen (PFAS) in de Rijkswateren: Concentraties in water en biota tussen 2008 en 2020. Rapport Universiteit Utrecht.
- McCave, I. N., R. J. Bryant, H. F. Cook & C. A. Coughanowr (1986). Evaluation of a laser-**147** | Page diffraction-size analyzer for use with natural sediments. *J. Sediment. Res.* **56**: 561–564. doi:10.1306/212F89CC-2B24-11D7-8648000102C1865D
- Nieuwenhuize, J., Y.E.M. Maas & J.J. Middelburg. 1994. Rapid analysis of organic carbon and nitrogen in particulate materials. *Mar. Chem.*, *45*, 217–224.
- van den Heuvel-Greve, M.J., W. Suykerbuyk, J. Perdon, J. van Zwol, P. van Dalen, C. Kwadijk, M. Kotterman, K. Ouwkerk, T. van Kessel & M. Verheul. 2022b. PFAS concentraties in versgesedimenteerd materiaal uit de Westerschelde. Wageningen Marine Research datarapport, no. C028/22.
- van den Heuvel-Greve, M.J., S.P.J. van Leeuwen, J. Perdon, J. van Zwol, C.F. Weyhenke, C. Kwadijk, & M. Kotterman. 2022a. PFAS in de Westerschelde: meting van PFAS in vis, garnaal, schelpdier, zeegroente, water en sediment in het najaar van 2021. Wageningen Marine Research rapport, no. C025/22.

---

# Verantwoording

Rapport C035/22

Projectnummer: 4313100179

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Drs. M.J. van den Heuvel-Greve  
Collega-onderzoeker


Handtekening:



Datum: 24 november 2022

Akkoord: Drs. J. Asjes  
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 24 november 2022

# Bijlage 1 Resultaten/Tabellen sediment analyses en coördinaten bemonsteringslocaties

**Tabel B1.** Overzicht van de sedimentsamenstelling (ruwe data) voor korrelgrootte (vol. %), mediane korrelgrootte (um), N (stikstof, %), C (organische stof, %), C-N verhouding en coördinaten (rijksdriehoek-coördinatenstelsel) per station (ZP\_##; ZP = Zimmermanpolder; het eerste cijfer staat voor het raai nummer, de tweede voor het monsternummer binnen elke raai. Merk op dat station ZP\_26 enorme waarden voor de grof fractie, N, C en C:N heeft omdat dit monster voornamelijk uit veen bestaat (een organisch materiaal). Spreiding = het bereik tussen het minimum en het maximum waardes.

Station	D <sub>50</sub>	Grof	Medium	Fijn	Erg fijn	Slib	N	C	C:N	X	Y
ZP_11	72.89	0.00	1.22	21.72	32.42	44.63	0.111	0.66	6.93	66105	379804
ZP_12	72.60	0.00	1.78	24.18	28.02	46.02	0.103	0.71	8.02	66086	379714
ZP_13	102.45	0.00	2.42	34.67	33.31	29.60	0.075	0.44	6.79	66069	379666
ZP_14	92.01	0.00	2.78	31.06	28.50	37.66	0.095	0.58	7.12	66060	379621
ZP_15	61.67	0.00	1.32	21.23	26.92	50.53	0.103	0.76	8.56	66056	379590
ZP_16	155.11	0.00	9.62	59.79	20.36	10.23	0.032	0.15	5.45	66035	379541
ZP_21	32.69	0.00	0.43	14.08	23.19	62.29	0.130	0.98	8.82	66297	379745
ZP_22	42.10	0.00	1.39	19.64	22.47	56.50	0.122	0.90	8.61	66273	379660
ZP_23	122.91	0.00	5.14	43.58	34.22	17.06	0.049	0.32	7.66	66267	379605
ZP_24	86.05	0.65	2.12	25.54	34.68	37.00	0.077	0.62	9.42	66270	379582
ZP_25	118.96	0.81	7.11	38.75	28.04	25.04	0.065	0.43	7.64	66250	379562
ZP_26	79.84	3.71	7.73	19.48	28.43	40.40	0.447	22.27	58.11	66238	379517
ZP_31	76.87	0.00	0.73	24.83	30.53	43.91	0.089	0.64	8.42	66620	379720
ZP_32	53.14	0.00	0.64	21.83	24.51	53.02	0.120	0.86	8.41	66608	379675
ZP_33	121.14	1.81	7.87	38.11	30.01	22.01	0.054	0.55	11.96	66599	379630
ZP_34	102.00	0.00	4.17	33.58	32.22	30.03	0.073	0.52	8.29	66586	379597
ZP_35	80.04	0.04	2.92	24.39	32.07	40.57	0.090	1.08	14.10	66587	379567
ZP_36	115.46	0.23	6.23	38.34	30.71	24.44	0.061	0.40	7.65	66577	379533
<b>Gemiddeld</b>	88.22	0.40	3.65	29.71	28.92	37.27	0.11	1.83	11.22	-	-
<b>Spreiding</b>	122.4	3.7	9.2	45.7	14.3	52.1	0.42	22.1	52.7	-	-



# Bijlage 2 Resultaten/Tabellen PFAS concentraties

**Tabel B2.** Overzicht van de PFAS componenten, inclusief extra metingen van FBSA en GenX (ruwe data). Alle resultaten zijn in eenheden van ng/g (natgewicht). Som-PFAS bestaat uit alleen waarden die boven de kwantificatielimiet zijn gemeten.

Station	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDCa	PFUnA	PFDoA	PFTrA	PFTeA	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDS	GenX	FBSA	Som-PFAS
ZP_11	<0.06	<0.03	<0.01	<0.03	0.09	0.01	0.05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.01	<0.03	<0.03	<0.01	0.1	<0.03	<0.1	<0.1	0.25
ZP_12	<0.09	<0.04	<0.02	<0.04	0.07	0.03	0.09	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.1	<0.04	<0.1	<0.1	0.29
ZP_13	<0.09	<0.05	<0.02	<0.05	0.06	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.06	<0.05	<0.1	<0.1	0.12
ZP_14	<0.09	<0.05	<0.02	<0.05	0.09	0.03	0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.2	<0.04	<0.1	<0.1	0.42
ZP_15	<0.09	<0.05	<0.02	<0.05	0.1	0.03	0.2	0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.7	<0.04	<0.1	<0.1	1.08
ZP_16	<0.09	<0.04	<0.02	<0.04	0.04	<0.01	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.02	<0.04	<0.1	<0.1	0.06
ZP_21	<0.08	<0.04	<0.02	<0.04	0.09	0.02	0.1	0.05	0.06	<0.04	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.5	<0.04	<0.1	<0.1	0.82
ZP_22	<0.07	<0.04	<0.02	<0.04	0.07	0.01	0.1	0.04	0.04	<0.04	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.3	<0.04	<0.1	<0.1	0.56
ZP_23	<0.07	<0.03	<0.01	<0.03	0.03	<0.008	0.05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.01	<0.03	<0.03	<0.01	0.02	<0.03	<0.1	<0.1	0.1
ZP_24	<0.07	<0.04	<0.02	<0.04	0.04	0.01	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.03	<0.03	<0.01	0.1	<0.04	<0.1	<0.1	0.15
ZP_25	<0.08	<0.04	<0.02	<0.04	0.06	0.03	0.08	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.02	<0.04	<0.1	<0.1	0.19
ZP_26	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	0.06	0.01	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.05	<0.05	<0.02	0.7	<0.05	<0.1	<0.1	0.85
ZP_31	<0.07	<0.04	<0.01	<0.04	0.1	0.02	0.08	<0.04	<0.04	<0.04	<0.01	<0.03	<0.03	<0.01	0.2	<0.03	<0.1	<0.1	0.4
ZP_32	<0.09	<0.05	<0.02	<0.05	0.1	0.01	0.1	<0.05	0.06	<0.05	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.2	<0.04	<0.1	<0.1	0.47
ZP_33	<0.07	<0.04	<0.02	<0.04	0.08	0.03	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.03	<0.04	<0.01	0.03	<0.04	<0.1	<0.1	0.14
ZP_34	<0.07	<0.04	<0.02	<0.04	0.04	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.03	<0.04	<0.01	0.09	<0.04	<0.1	<0.1	0.17
ZP_35	<0.09	<0.04	<0.02	<0.04	0.08	0.06	<0.04	<0.04	0.04	<0.04	<0.02	<0.04	<0.04	<0.02	0.05	<0.04	<0.1	<0.1	0.23
ZP_36	<0.07	<0.04	<0.02	<0.04	0.04	0.01	0.07	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.03	<0.04	<0.01	0.05	<0.04	<0.1	<0.1	0.17
<b>Gemiddeld</b>	-	-	-	-	0.07	0.02	0.09	0.05	0.05	-	-	-	-	-	0.19	-	-	-	0.36
<b>Spreading</b>	-	-	-	-	0.07	0.05	0.15	0.01	0.02	-	-	-	-	-	0.68	-	-	-	1.02

---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 70 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://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'