

Deltares

Sessie 9.2
De speurtocht naar
risicovolle PFAS locatie
De PFAS emissie bepalende
processen in baggerspeciedepots

Arjan Wijdeveld

21 februari 2023

De PFAS emissie uit waterbodems nader onderzocht

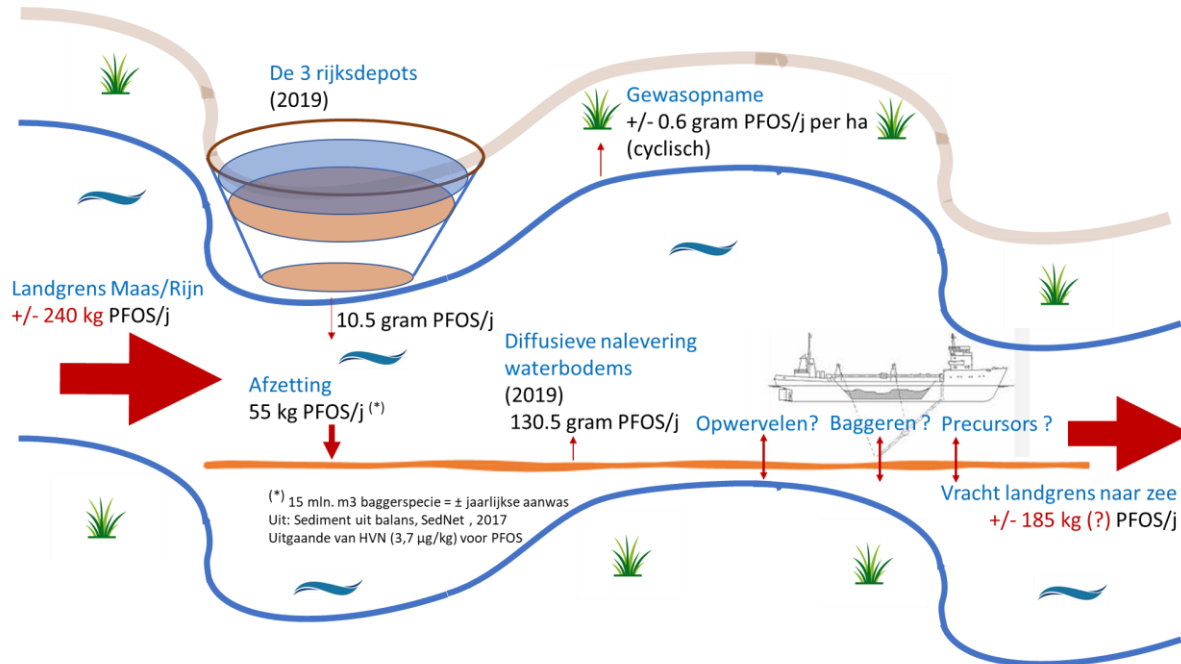
Het onderzoek vindt weliswaar plaats op **sediment afkomstig uit risicovolle locaties** (en geborgen in de rijksbaggerdepots), maar deze presentatie gaat **niet** over de **herkomst van PFAS** op deze locaties.

De PFAS emissie uit waterbodems nader onderzocht

Centraal staan de vragen:

- Wat is de bijdrage van waterbodems aan de **PFAS waterbalans**?
- **Hoe komt PFAS vrij** uit baggerspecie?
 - Rol van erosie/sedimentatie en baggeren
 - Rol van precursors
 - Rol van waterkwaliteitsparameters
- Is er **handelingsperspectief om PFAS te verwijderen**?

Een PFAS balans voor de Rijn en de Maas (2019) op basis van de achtergrondbelasting (excl. NL bronnen)



Een PFAS balans voor de Rijn en de Maas (2019)

Wat valt op in de PFOS balans?

- PFOS is een ‘**doorgeefprobleem**’, circa 80% spoelt door het systeem.
- Door sedimentatie wordt **55 kg PFOS verwijderd**, hiervan wordt op basis van evenwicht (K_D en SEDIAS berekening) circa **130 gram terug geleverd**.
 - De emissie uit de rijksbaggerdepots in 2019 is met circa 10 gram relatief gering.
- De onbekende emissie factoren zijn de **niet-evenwichtsprocessen** in de waterbodem.
- De rol van gewasopname (0.6 gram per jaar per ha) is nog onderbelicht.

Een PFAS balans voor de Rijn en de Maas (2019)

Nog één feitje voordat we echt beginnen. Op basis van de gemiddelde Nederlandse waterbodempkwaliteit wordt de KRW oppervlaktewater norm voor PFOS niet gehaald.

Uitwerking

- De **P50** waarde voor PFOS in bodems bedraagt **1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.**
- De **K_d** voor PFOS bedraagt gemiddeld **300**, wat een opgeloste conc. van **5 ng/l** oplevert
- De **toetswaarde** voor de KRW (de AA-EQS) bedraagt nu **0.65 ng/l**

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie?

Om KRW norm te kunnen realiseren dient inzicht verkregen te worden in de factoren die de uitwisseling tussen sediment en water op basis van de niet- evenwichtsprocessen verklaren.

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol erosie/sedimentatie

De rol van erosie/sedimentatie (en baggeren) kan met **schudexperimenten** gesimuleerd worden.

Hierbij is naar **meerdere uitwisselingscycli** gekeken door het schudwater te vervangen.

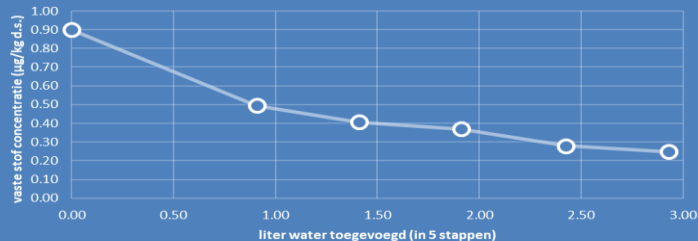


Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol erosie/sedimentatie

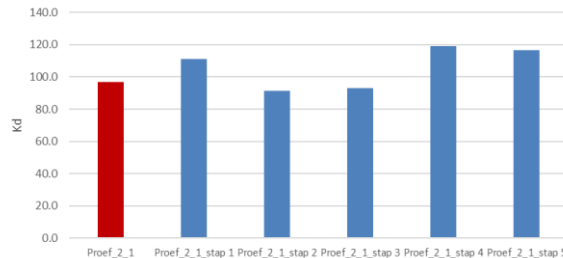
Voor PFOS de relatie tussen de sediment- en waterconcentratie is **lineair**, met een verdeling overeenkomstig literatuurwaarden.

Opvallend is dat in de eerste schudstap (L/S 10) **40%** van de PFOS vrijkomt.

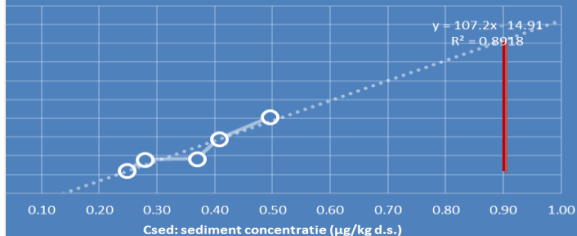
PFOS SEDIMENT CONC VERSUS TOTAAL WATER
IJSELOOG DEPOT



PFOS Kd
Ketelmeer

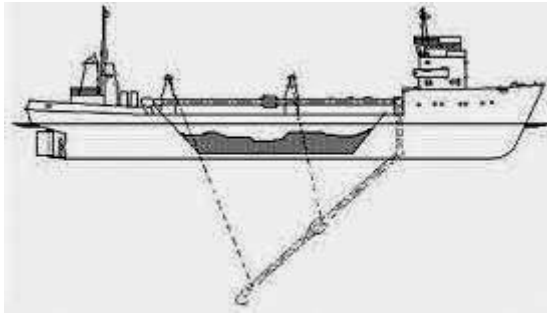


PFOS SEDIMENT VERSUS WATER CONC.
IJSELOOG DEPOT



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol erosie/sedimentatie

Deze schudstap met een Liquid to Solid (L/S) ratio van 10 is typerend voor baggeren, en ook bij erosie kan de L/S van 10 overschreden worden.



Conclusie: PFOS is gevoelig voor verstoring van de waterbodem, en is beperkt waterbodem gebonden.

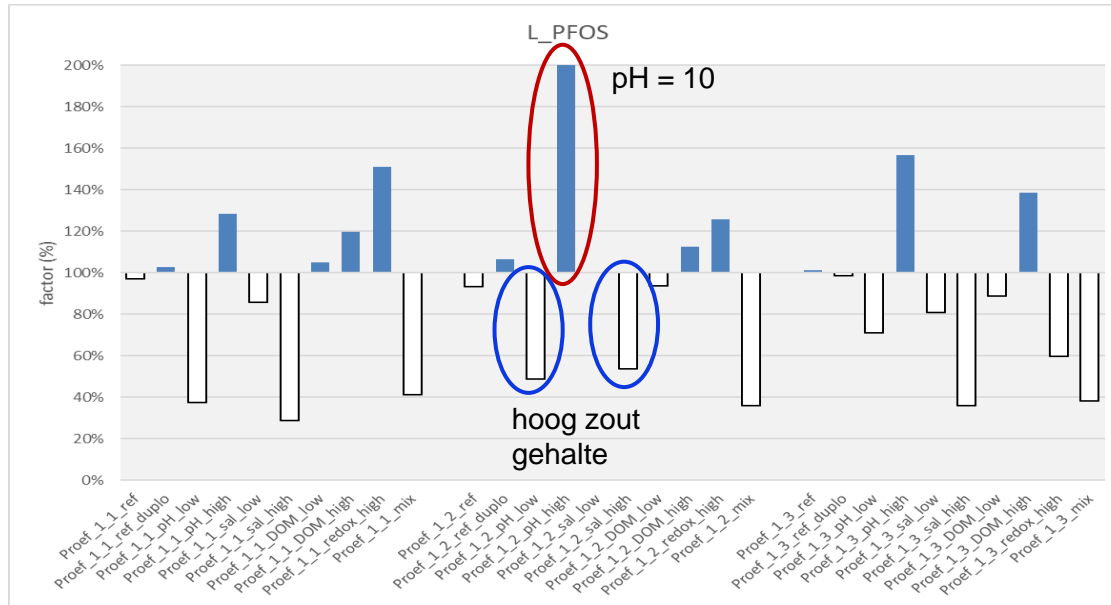
Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol waterkwaliteit

Vervolgens is gekeken naar de rol van de waterkwaliteit op het vrijkomen van PFAS (focus op PFOS).

Basis scenario			
pH	-	7	
saliniteit	‰	0	
DOM	mg/l	0	
redox	mV	-200	
Variaties		A	B
pH	-	4	10
saliniteit	‰	0.5	25
DOM	mg/l	25	250
redox	mV		780

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol waterkwaliteit

De rol van de waterkwaliteit op het vrijkomen van PFOS

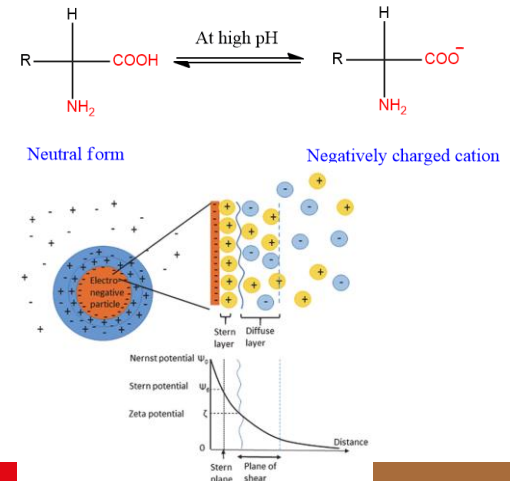


Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – rol waterkwaliteit

De factoren die het meeste invloed hebben op de opgeloste concentratie PFAS verbindingen zijn de **pH** (alkalisch) en de **EC** (ionsterkte).

Een **hoge pH** zorgt voor het **omslaan van het isoelectric punt** in de bodem, waardoor de negatief geladen sulfon en carboxylzuur groepen aan de PFAS verbindingen door competitie met OH⁻ minder binden aan het sediment. Daardoor **neemt de opgeloste concentratie toe**.

Een **hogere EC** zorgt voor een **bezetting van de elektronenschil** van de dubbellaag rond slibdeeltjes, en een toenemende elektrostatische interactie en daarmee binding van PFAS verbindingen aan slibdeeltjes. Een hogere saliniteit **verlaagt de opgeloste concentratie**.



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – precursors

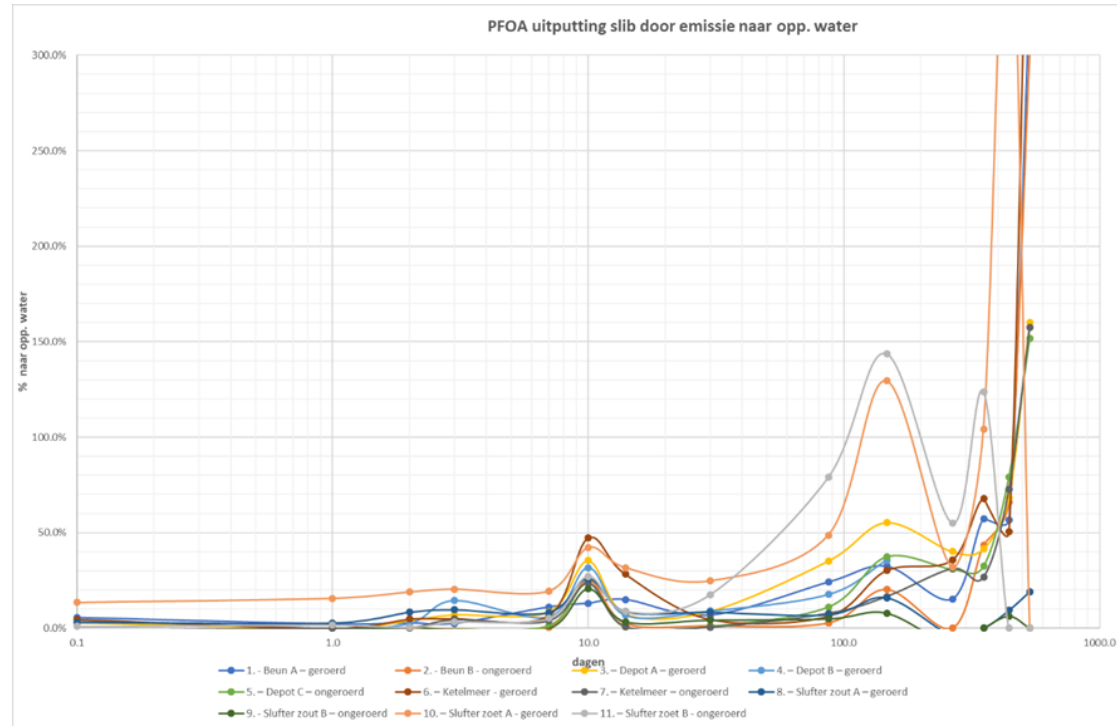
Hiervoor zijn mesocosm proeven op depot IJsselooog uitgevoerd.



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – precursors

De >100 dagen trend voor PFOA laat concentraties in het opp. water zien tot >300% van de T_0 waterbodembodem concentratie.

Afbraak precursors.



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – precursors

Precursor afbraak maakt toetsing van de emissie uit waterbodems gecompliceerd (niet gemeten component).

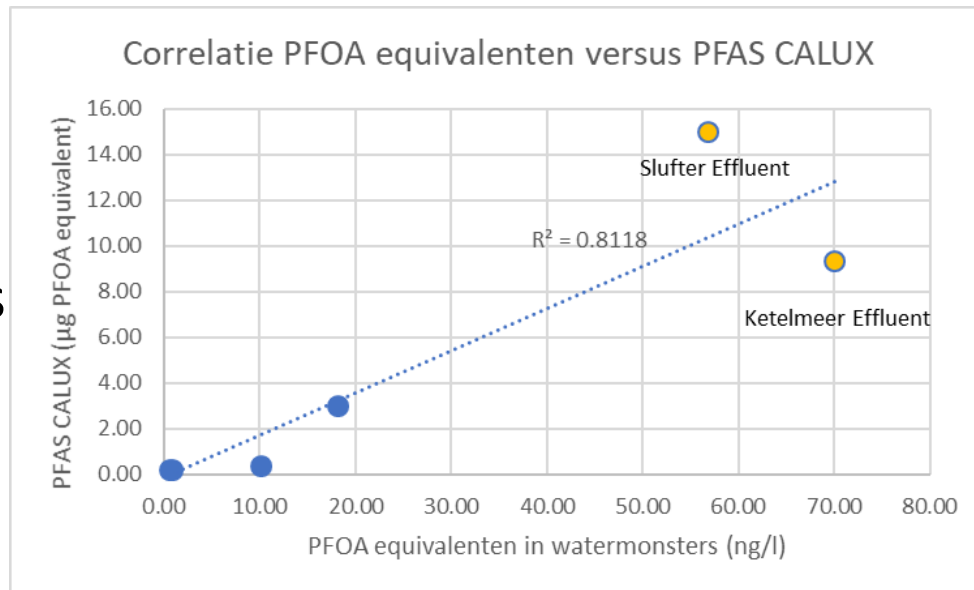
Er zijn twee sporen verkend:

- Bioassays ([PFAS CALUX](#)) de effecten van precursors beter in beeld kan brengen.
- Versnelde oxidatie (de [TOP analyse](#)) om de PFAS precursors deels af te breken tot de gemeten PFAS verbindingen.

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – precursors

De CALUX bioassay's laten verschillen zien in potentiële ecotoxiciteit in opp. water.

Dit geeft een handvat voor het inschatten of precursors een significante rol spelen.



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – fyto concentratie

Is er handelingsperspectief door naar de **opname van PFAS in planten** te kijken?



Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – fyto concentratie

Bij de fyto concentratie is gekeken naar:

- Welke planten zijn het meest effectief?
- Op welke plek accumuleert de PFAS preferent (blad, stam, wortel)
- Is de opname afhankelijk van de PFAS cocktail?
- Treedt er groeivertraging op?
- Is er een continue accumulatie gedurende het jaar?
- Tot welke maten is het mogelijk om PFAS te pre-concentreren?
- Hoe effectief kan deze techniek worden ingezet om PFAS te verwijderen?

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – fyto concentratie

Planten nemen PFAS op, de gemeten concentraties in de plant en de gemiddelde aanrijkfactoren.

	IJsselooq	Lobith	Eijsden
Gem som31 (µg/kg d.s.)	10.2	1.4	2.9
Gem PFOS (µg/kg d.s.)	8.4	0.0	1.7

De berekende gemiddelde aanrijkfactoren per veldlocatie per PFAS stof							
	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA
IJsselooq	210	292	49	18	29	160	1347
Lobith	0	497	0	0	0	0	0
Eijsden	0	77	208	0	0	0	653
	PFBS	PFPeS	PFHxS	PFHpS	PFOS	6:2 FTS	GenX
IJsselooq	17	0	31	69	469	196	310
Lobith	0	0	0	0	10	0	0
Eijsden	0	0	0	0	528	25	0

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – samenvattend

- Op basis van de **KRW waterkwaliteitsdoelen** zijn de **meeste waterbodems een potentiële bron voor PFAS emissies** boven de toetswaarde.
- Om de PFAS emissie vanuit de waterbodem naar oppervlaktewater te reduceren dient naar het **erosie/sedimentatie gedrag** (inclusief baggeren) gekeken te worden.
- De **waterkwaliteit** (met name **pH** en **EC**) speelt mede een rol in het vrijkomen van PFAS.
- **Precursors** kunnen voor een niet voorziene bijdrage aan de emissie van PFAS zorgen.
- **Fyto concentratie** kan mogelijk een bijdrage leveren in het verwijderen van PFAS.

Hoe komt PFAS vrij uit baggerspecie? – samenvattend

Door onderzoek naar PFAS in (water)bodems kunnen **doelgerichte maatregelen** genomen worden om emissies te voorkomen.

Dit geldt ook voor **risico volle locaties** zoals de **rijksbaggerdepots**.

