



GRONDREINIGING:

DEME HYBRID SOILWASHING  
PROCESS

Steff VAN CAUWENBERG & Jochem BLOEMENDAAL

23 januari 2025 | Deltares Delft



THEMABIJEENKOMST

# AGENDA

- 01** | Introductie
- 02** | DEME Hybrid Soilwashing Process
- 03** | Principe
- 04** | Aanpak
- 05** | Wastest
- 06** | Voorbeelden
- 07** | Tot besluit



# 01 | INTRODUCTIE

## Jochem Bloemendaal

- 2018 – heden: DEME Environmental Nederland
  - Adviseur bodem en milieu
  - Ontwikkeling en vermarkting DEME Hybrid Soilwashing Process in Nederland
- 2000 – 2017: TAUW
- SIKB – begeleidingscommissie BRL SIKB 6000 en 7000
  - Secretaris herziening protocollen Omgevingswet
- VvW - Werkgroep Grond en Bagger



# 01 | INTRODUCTIE

## DEME: onze activiteiten

- DEME Dredging
- DEME Offshore
- DEME Infra
- **DEME Environmental**
- DEME Environmental Nederland



# 01 | INTRODUCTIE

DEME Environmental Nederland

## BAGGER EN OEVERWERKEN



Bagger, oever- en dijkersterkingswerken

## ZANDEXPLOITATIE



Winning en verkoop zand

## MILIEU



Bodemsanering en grondreiniging



# 01 | INTRODUCTIE

DEME Environmental Nederland | Milieuactiviteiten



**BODEMSANERING**



**GRONDREINIGING**



**WATERZUIVERING**



## 02 | PFAS GRONDREINIGING

### DEME Hybrid Soilwashing Process

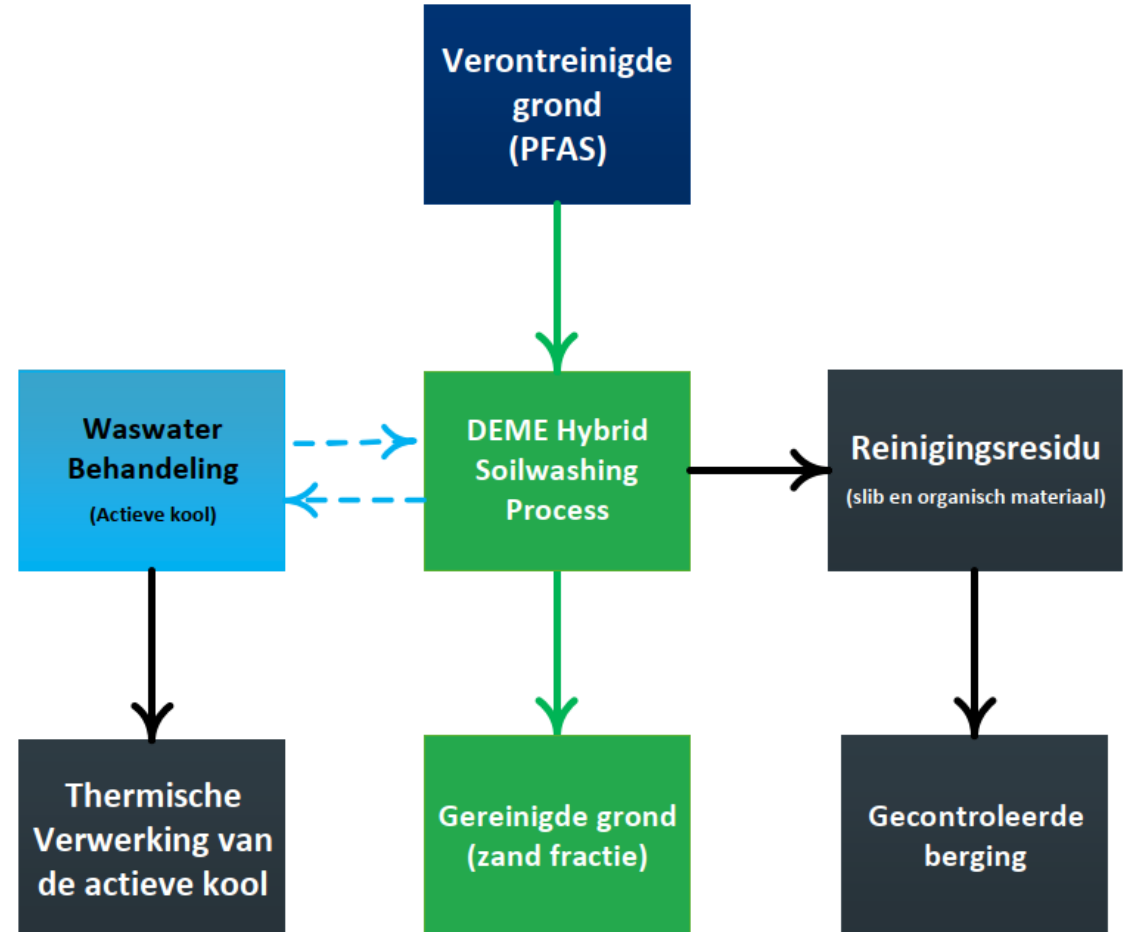
- Wassen:
  - *Extractief*: scheiden van grove fractie (zand) en fijne fractie (slib + organische fractie)
  - *Hybride*: doorgedreven wassen van grove fractie (fractie > 63  $\mu\text{m}$ )
- Operationele installaties
  - Vijf 'mobiele' installaties
  - Eén vaste installatie (fabriek)
  - Schiphol
- Historie ontwikkeling:
  - 2014 Ontwikkeling DEME Research Centre
  - 2018 Full scale PFAS grondreiniging
  - 2020 Introductie Nederlandse markt
  - 2024 Vergunning DEME RC Den Helder
  - 2025 Doorontwikkeling en schaalvergroting



## 03 | BASISPRINCIPE

### Hybride Soilwashing Process voor PFAS

- Optimalisatie van de verschuiving van PFAS van de grond naar het proceswater
- Meerdere wasstappen voor de grind- en zandfractie
- Continue proceswaterbehandeling om de PFAS-belasting uit het proces te verwijderen
- Gesloten watercircuit; geen lozing van afvalwater





## 04 | AANPAK

### In de praktijk

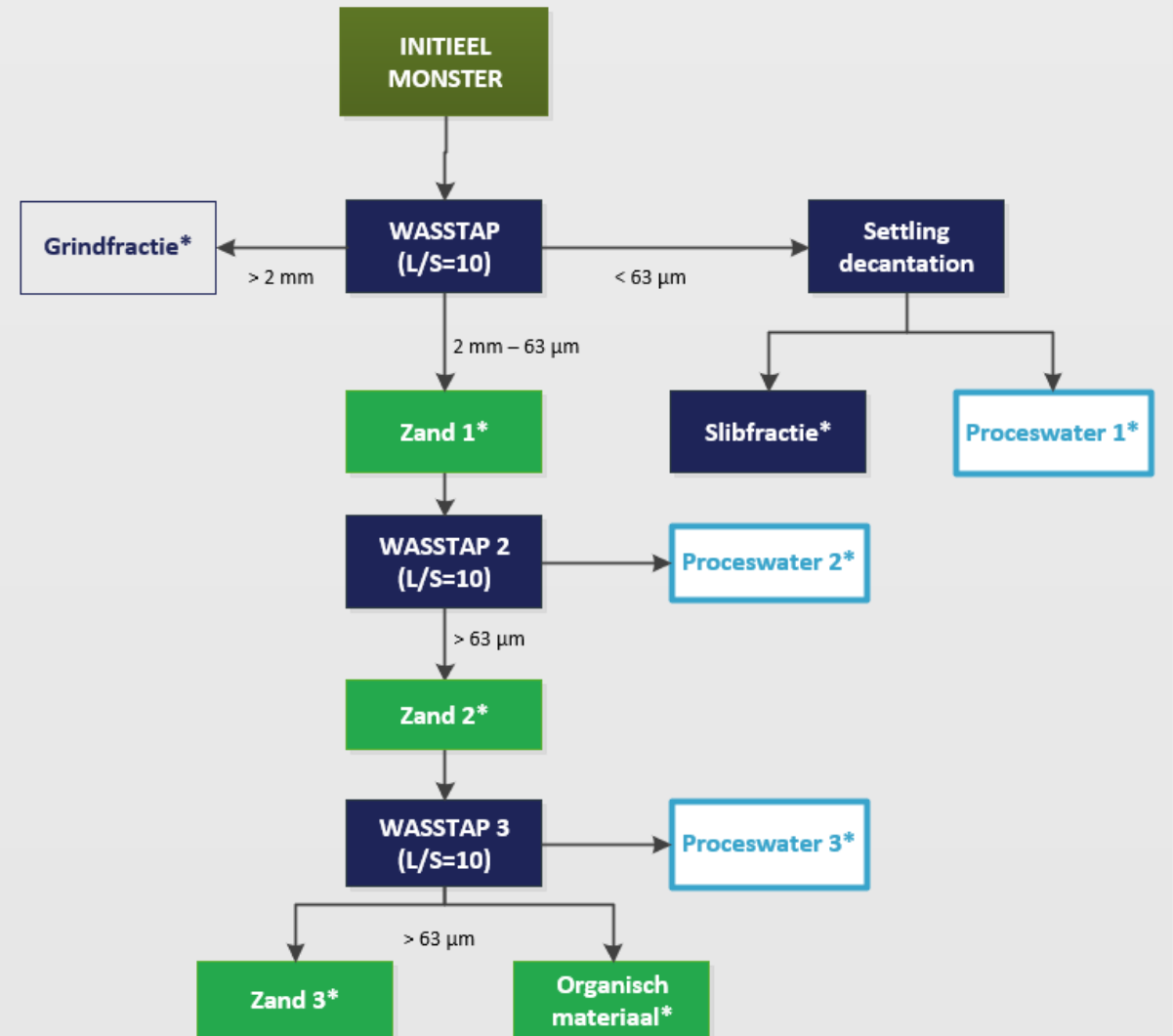
- Acceptatie op basis van:
  - Partijonderzoek (indicatieve of 'conform')
  - Bodemonderzoek mét ontgravingsplan
- Acceptatie:
  - Afslibbaar deel <40% (<63  $\mu\text{m}$  + organische stof)
- Acceptatie op initiële onderzoeksgegevens
- Beoordeling noodzaak 'wastest'
  - Aandeel fractie < 2  $\mu\text{m}$  en 63  $\mu\text{m}$
  - Aard en gehalte organische stof
  - Aard en samenstelling bodemvreemd materiaal
  - Type en gehalten PFAS
  - Andere verontreinigde parameters
  - Ervaringen met vergelijkbare partijen (zelfde locatie)



## 05 | WATEST

### In de praktijk

- Proefopstelling DEME Research Centre
- 5 tot 10 kg monstermateriaal, representatief voor zowel:
  - Gehalten PFAS
  - Afslibbaar deel
- Bedenk dit bij (nader) bodemonderzoek:
  - Duplo monsters
  - Monstermateriaal bewaren



## 06 | VOORBEELD 1

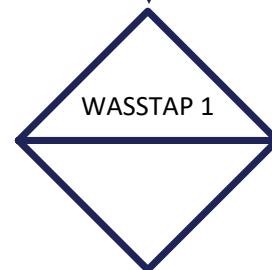
### Wasproef grond

- Afslibbaar deel: 20%
- Gehalte PFOS: 304  $\mu\text{g}/\text{kg}$  d.s.
- Overige PFAS: < 6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  d.s.
- Overige parameters: max. Industrie



## INITIELE GRONDMONSTER

Analyse	Korrelfracties	Analyse	PFOS
Massa			
Droge	<b>Gehalte (d.s.)</b>		<b>304 µg/kg</b>
Aandeel	100 %	Vracht (relatief)	100 %



## PROCESWATER 1

Medium	Proceswater
Volume	41.876l
L/S-verhouding	10.47
Analyse	PFOS
Concentratie	9,6 µg/l
Vracht (absoluut)	402,0 µg
Vracht (relatief)	33,06 %

## FRACTIE > 2.000 µm

Analyse	Korrelfracties
Massa	112.60 g
Droge stof	100 %
Aandeel	2.81 %

Analyse	PFOS
Gehalte	- µg/kg ds
Vracht (absoluut)	- µg
Vracht (relatief)	- %

## GEWASSEN ZAND 1

Analyse	Korrelfracties
Massa	3203.1 g
Droge stof	83.39 %
Aandeel fractie	80.08 %

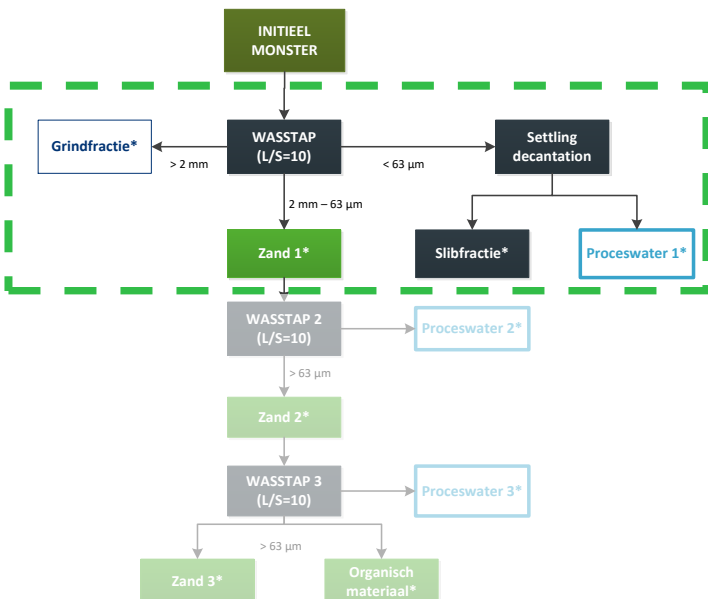
Analyse	PFOS
<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>11,2 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	2,95 %

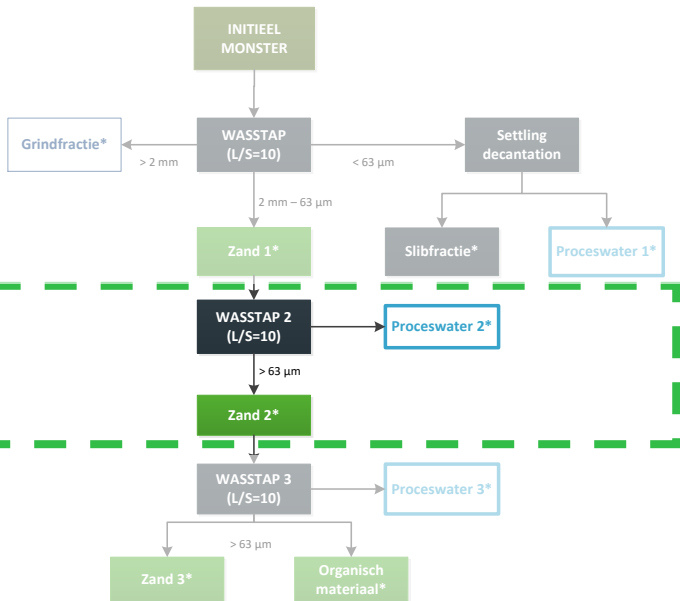
## FINES

Analyse	Korrelfracties
Massa	684.4 g
Droge stof	56.09 %
Aandeel	17.11 %

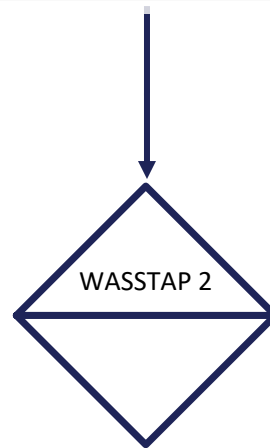
Analyse	PFOS
<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>55,6 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	4,58 %





**GEWASSEN ZAND 1**

Analyse	<b>Korrelfracties</b>	Analyse	<b>PFOS</b>
Massa	<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>11,2 µg/kg</b>	ds
Droge stof			
Aandeel	<b>100 %</b>	Vracht (relatief)	<b>100 %</b>

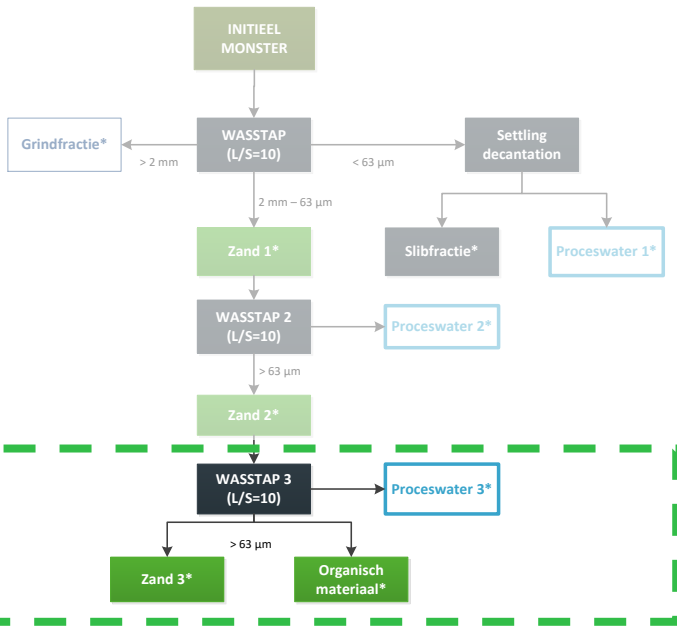


**PROCESWATER 2**

Medium	<b>Proceswater</b>
Volume	<b>26.72 l</b>
L/S-verhouding	<b>10.10</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
Concentratie	<b>0,6 µg/l</b>
Vracht (absoluut)	<b>16,3 µg</b>
Vracht (relatief)	<b>55,0 %</b>

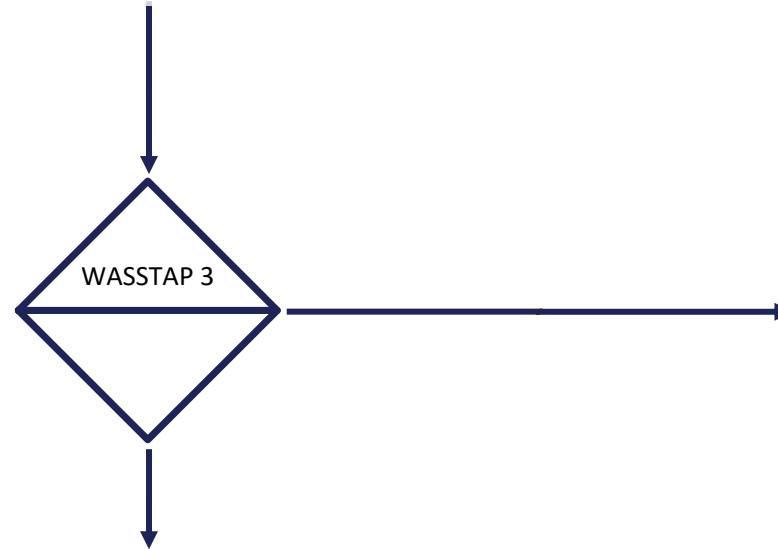
**GEWASSEN ZAND 2**

Analyse	<b>Korrelfracties</b>
Massa	<b>2526.87 g</b>
Droge stof	<b>83.40 %</b>
Aandeel	<b>95.5 %</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>3,1 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	<b>27,7 %</b>



### GEWASSEN ZANDMONSTER 2

Analyse	Korrelfractie	Analyse	PFOS
Massa	<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>3,1 µg/kg</b>	
Droge stof			
Aandeel	100 %	Vracht (relatief)	100 %



### GEWASSEN ZAND 3

Analyse	Korrelfracties
Massa	2060.4 g
Droge stof	82.98 %
Aandeel	92.0 %

Analyse	PFOS
<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>0,98 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	31,6 %

### PROCESWATER 3

Medium	Proceswater
Volume	10,9 l
L/S-verhouding	12,3
Analyse	PFOS
Concentratie	0,13 µg/l
Vracht (absoluut)	3,0 µg
Vracht (relatief)	42,7 %



## 06 | VOORBEELD 1

### Overwegingen

- Grens reinigbaarheid niet per definitie op:
  - 60 µg/kg d.s. voor PFOS
  - 140 µg/kg d.s. voor PFOA
  - 60 µg/kg d.s. voor overige PFAS
- Circulair ambitieniveau omhoog!



## 06 | VOORBEELD 2

### Wasproef grond

- Afslibbaar deel: <5%
- Gehalte PFOS: 2.927  $\mu\text{g}/\text{kg}$  d.s.
- Overige PFAS: < 9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  d.s.



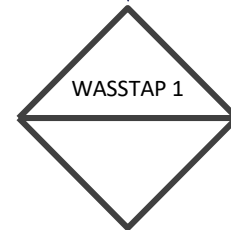


### INITIELE ZANDMONSTER (MM001)

Analyse	<b>Korrelfracties</b>	Analyse	<b>PFOS</b>
Massa	<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>2.927 µg/kg</b>	g/kg
Droge			g
Aandeel	<b>100 %</b>	Vracht (relatief)	<b>100 %</b>

### PROCESWATER 1

Medium	<b>Proceswater</b>
Volume	<b>20,2 l</b>
L/S-verhouding	<b>10,1</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
Concentratie	<b>153,7 µg/l</b>
Vracht (absoluut)	<b>3.104,7 µg</b>
Vracht (relatief)	<b>53,0 %</b>



### GEWASSEN GRIND 1

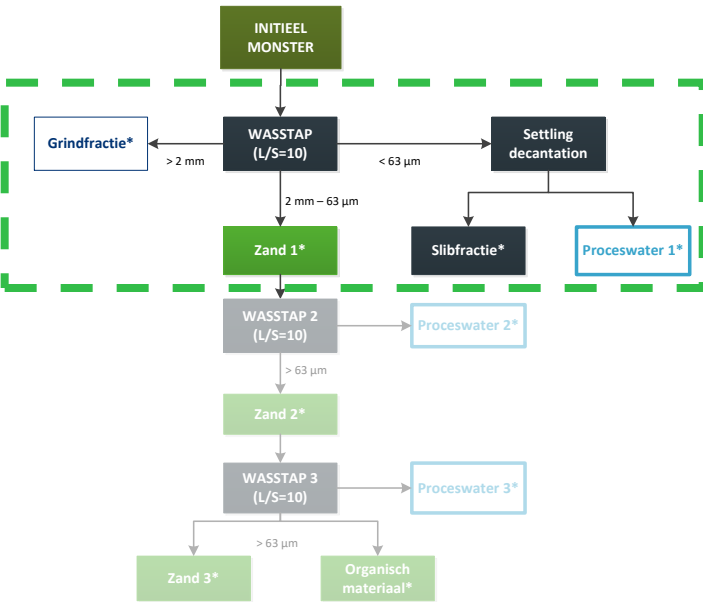
Analyse	<b>Korrelfracties</b>
Massa	<b>99,1 g</b>
Droge stof	<b>94,1 %</b>
Aandeel	<b>5 %</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
Gehalte	- µg/kg ds
Vracht (absoluut)	- µg
Vracht (relatief)	- %

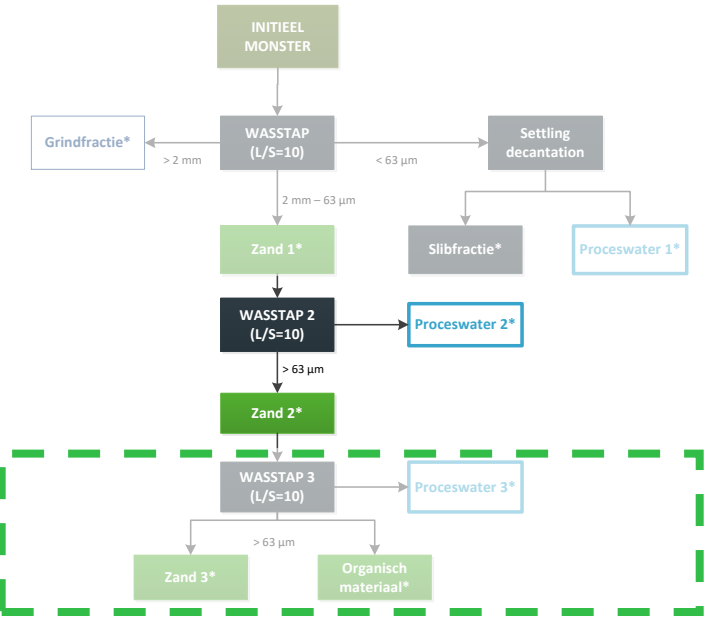
### GEWASSEN ZAND 1

Analyse	<b>Korrelfracties</b>
Massa	<b>1.890 g</b>
Droge stof	<b>85,1 %</b>
Aandeel fractie	<b>94,5 %</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>16,9 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	<b>0,55 %</b>

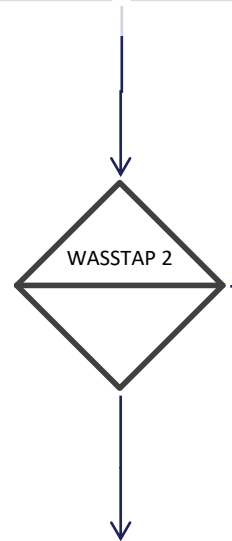
### FINES 1

Analyse	<b>Korrelfracties</b>
Massa	<b>10,47 g</b>
Droge stof	-
Aandeel	<b>0,5%</b>
Analyse	<b>PFOS</b>
Gehalte	- µg/kg ds
Vracht (absoluut)	- µg
Vracht (relatief)	- %





Analyse	Korrelfracties	Analyse	PFOS
Massa	<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>16,9 µg/kg</b>	ds
Droge s			
Aandeel	100 %	Vracht (relatief)	100 %



PROCESWATER 2	
Medium	Proceswater
Volume	13,8 l
L/S-verhouding	9,7
Analyse	PFOS
Concentratie	0,6 µg/l
Vracht (absoluut)	8,3 µg
Vracht (relatief)	35,8 %

Analyse	Korrelfracties
Massa	1.403 g
Droge stof	83,2 %
Aandeel	98,9%
Analyse	PFOS

<b>Gehalte (d.s.)</b>	<b>6,9 µg/kg</b>
Vracht (relatief)	40,2 %

## 06 | VOORBEELD 2

### Overwegingen

- Microscopische controle op organische stof
- Filmlaag PFOS op het oppervlak van de minerale korrel...?
- Uitloogbaar PFOS...?
- Samenstellingsnormen versus normen voor uitloging
- Maatwerk in saneringsprojecten



## 07 | TOT BESLUIT

### Grondreiniging

- Ex situ reiniging van PFAS:
  - Bronverwijdering hot spots (mogelijkheid tot uitkeuren)
  - Geen effecten door gewijzigde omstandigheden
  - Civieltechnisch grondverzet
- Grens reinigbaarheid:
  - Reinigbaarheid ligt hoger dan 60 µg/kg d.s. (en PFOA 140 µg/kg d.s.)
- Oproep:
  - Besteedt in de onderzoeksfase meer aandacht aan de fysische eigenschappen van grond
  - Dupliceer / bewaar monsters in bodemonderzoeken
  - Bekijk mogelijkheden on site reiniging



## DISCLAIMER

This presentation contains proprietary and/or confidential information. Any disclosure, copying, distribution or use of this information/the ideas incorporated is strictly prohibited. This information is not to be considered as a representation of any kind. Any intellectual and industrial property rights and any copyrights with regard to this presentation, and the information therein, shall remain the sole property of DEME Group.

