



LESSEN UIT DE GRONDREINIGING: CIRCULAIR MET PFAS

'WASSEN' EN
FYTOREMEDIATIE

EEN TWEELUIK

Jochem BLOEMENDAAL

26 juni 2025 | Zalen van Zeven Utrecht



**Zeer
Zorgwekkende
Stoffen &
Circulaire
Bouwstoffen**

THEMABIJEENKOMST

AGENDA

01 | Introductie

DEEL 1 SOILWASH

02 | DEME Hybrid Soilwashing Process

03 | Lessen richting andere ZZS

DEEL 2 FYTOREMEDIATIE

04 | Fytolutions

05 | Circulair met PFAS



INTRODUCTIE

BodemBreed Forum ZZS & Circulaire Bouwstoffen

- **Jochem Bloemendaal**
 - 2018 – heden: DEME Environmental Nederland
 - 2000 – 2017: TAUW
 - SIKB – begeleidingscommissie BRL SIKB 6000 / 7000 Secretaris herziening protocollen Omgevingswet
 - VvW - Werkgroep Grond en Bagger
- **DEME-group**
 - Dredging
 - Offshore
 - Infra
 - Environmental (Nederland)
 - Bodemsanering
 - Grondreiniging
 - Waterzuivering



DEEL 1

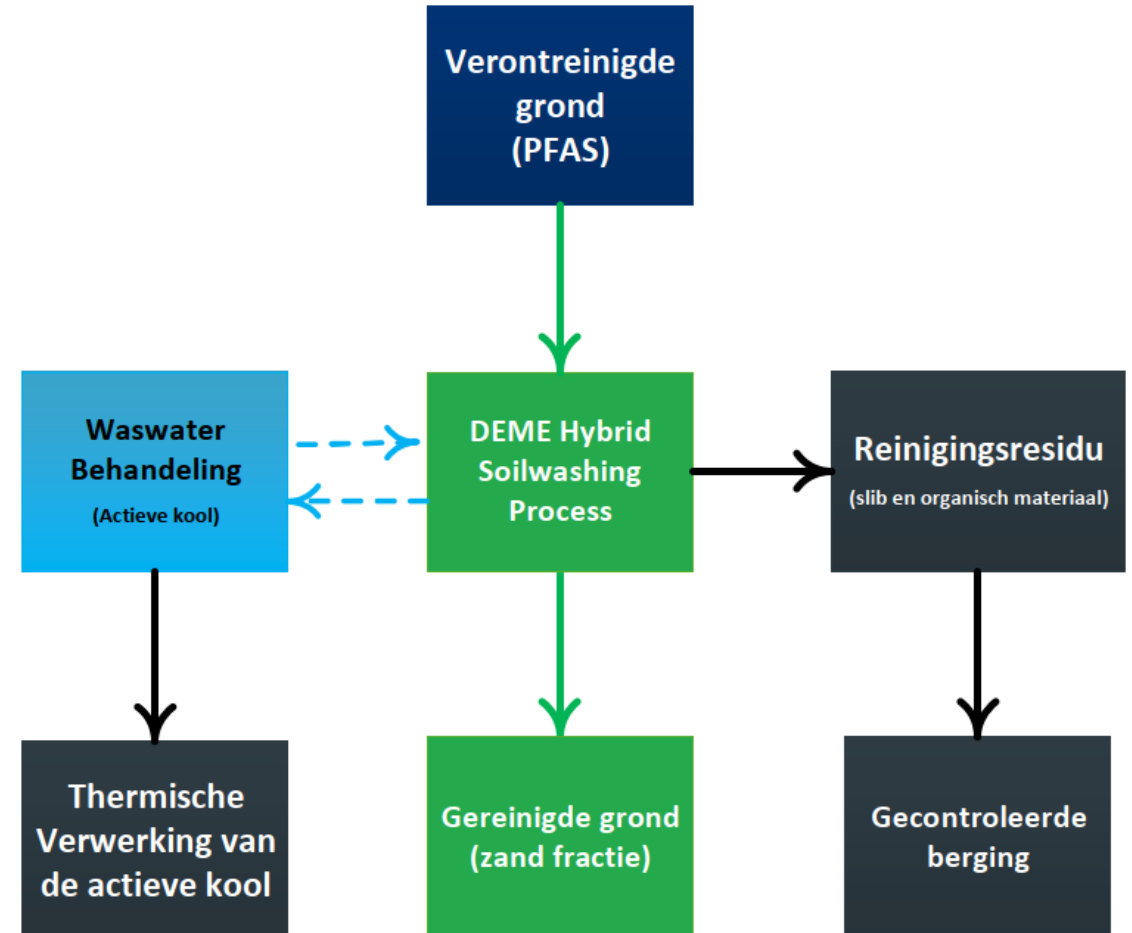
PFAS SOILWASH



HYBRIDE SOILWASH PFAS

DEME Hybrid Soilwashing Process

- Optimalisatie verschuiving van PFAS van grond naar water
 - Meerdere wasstappen voor de zandfractie
 - Continue proceswaterbehandeling
 - Gesloten watercircuit; geen lozing van afvalwater
-
- Reiniging afhankelijk van:
 - Aandeel fractie < 2 µm en 63 µm
 - Aard en gehalte organische stof
 - Aard en samenstelling bodemvreemd materiaal
 - Type en gehalten PFAS
 - Andere verontreinigde parameters

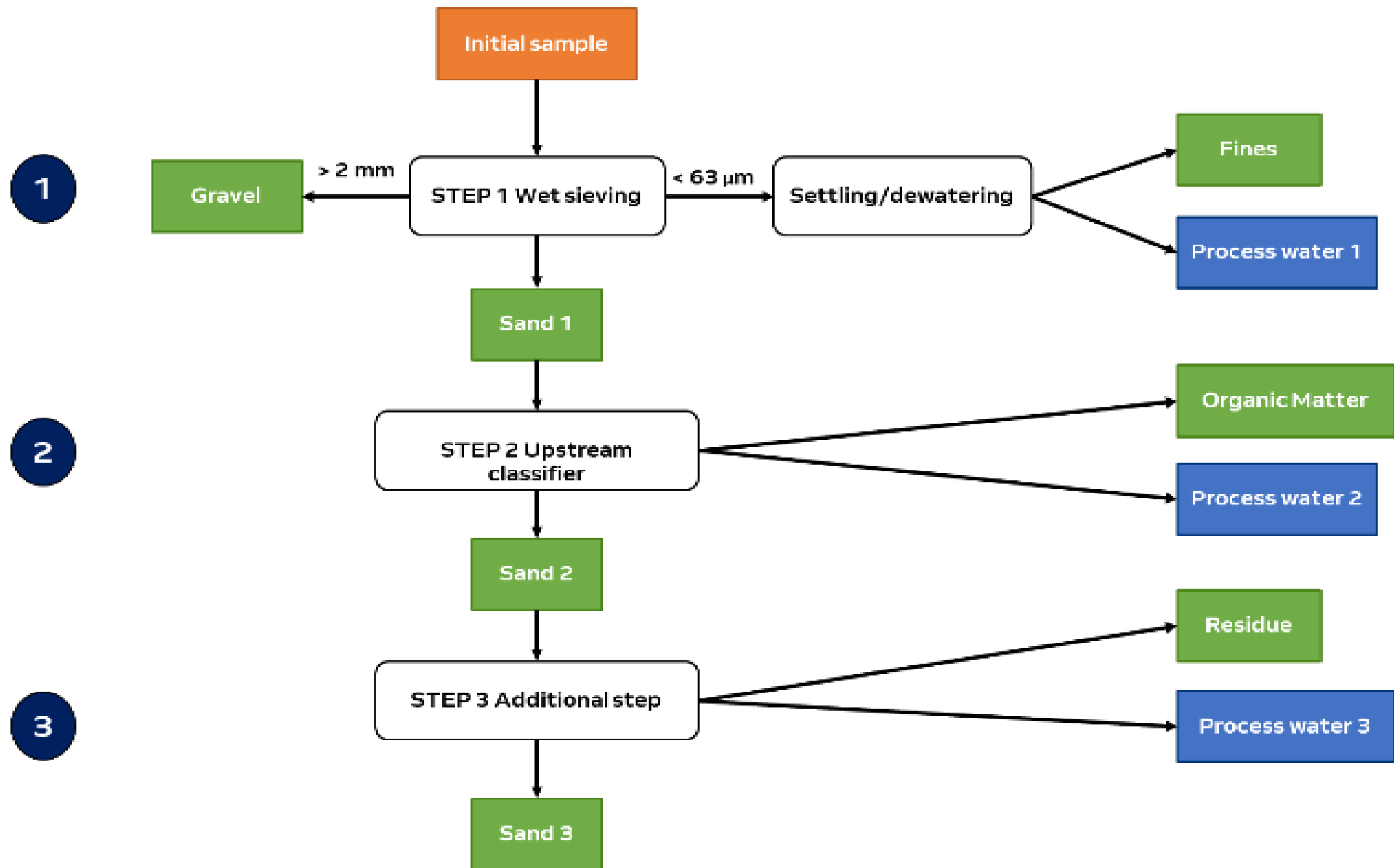


WERKWIJZE

In de praktijk

- Acceptatie:
 - Afslibbaar deel <40% (<63 μm + organische stof)
- Type en gehalten PFAS
 - Erveringen gehalten tussen 100 tot 1.000 $\mu\text{g/kg}$ d.s.
- Wastest:
 - Proefopstelling DEME Research Centre
 - PFAS-wasprotocol, met focus op:
 - Zand- en proceswaterbehandeling
 - Volledige PFAS-massabalans
 - Kinetiek van PFAS-oplossing
 - Bijdrage van adsorptie door organisch materiaal
 - Optionele extra stappen

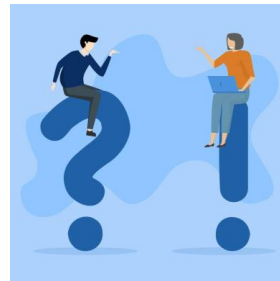




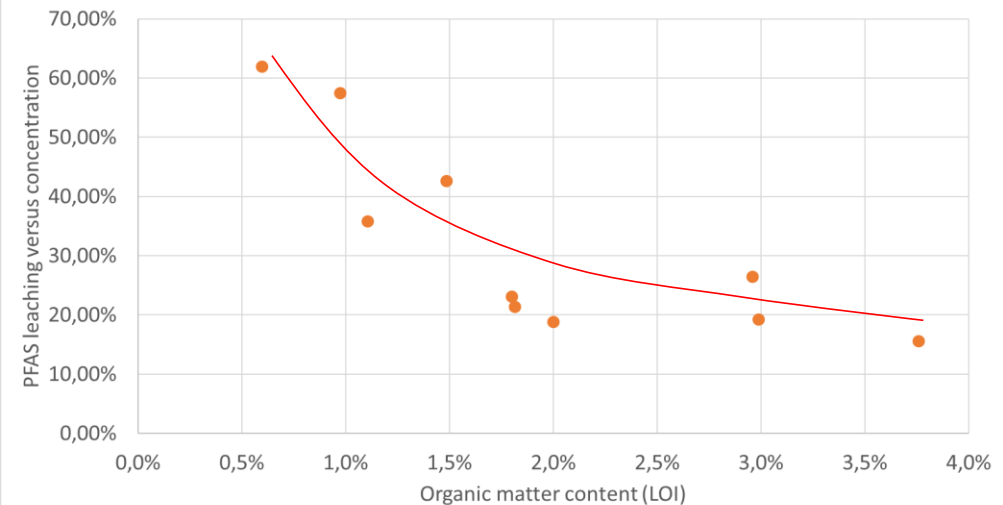
ODYSSEE

Proeven en ontwikkeling vanaf 2014

- Omstreeks proeven eerste partijen PFAS uit Duitsland
- Tussen 2015 en 2022
 - Wasproeven van diverse locaties Europa
 - Hoge gehalten PFOS en andere PFAS
- Wat zagen we?
 - Hoge rendementen, toch doelstelling niet gehaald
 - Grote verschillen tussen grond: maatwerk
- Relatieve uitloogbaarheid PFAS!
- Invloed van organische stof!
- De les: grondreiniging van "nieuwe verontreinigingen" is maatwerk



Relative leachability of PFAS in function of organic matter content





DEEL 2

FYTOREMEDIATIE



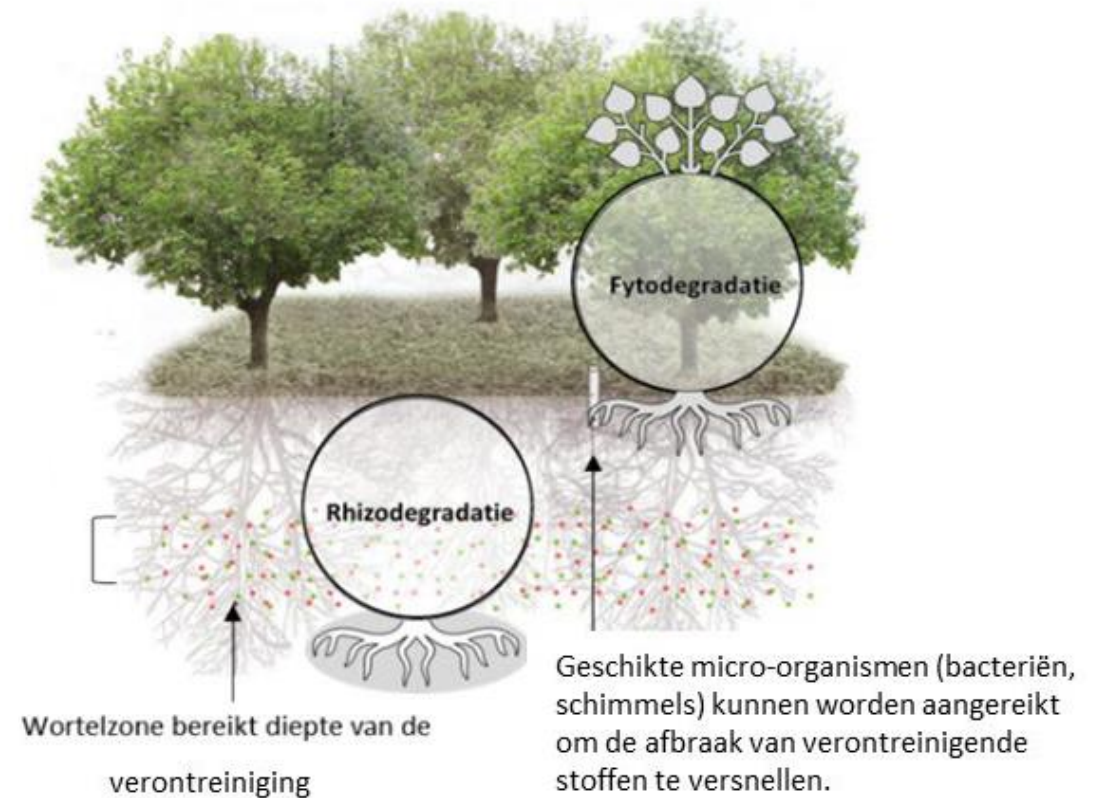
FYTOLUTIONS

WE CLEAN THE EARTH WITH PLANTS

FYTOREMEDIATIE

Algemeen: wat is fytoremediatie?

- Bodemsanering met planten en micro-organismen
- Verontreinigingen:
 - **Opnemen**, of
 - Omzetten, of
 - Afbreken
- Plant als 'pomp'
 - Biologische en fysische processen
 - Transpiratie en worteldruk
 - Verdamping via de bladeren waardoor een zuigkracht ontstaat die water omhoog trekt vanuit de wortels.
 - Capillaire werking en cohesie/adhesie helpen het water door de vaten van de plant te bewegen.
 - Door worteldruk duwen de wortels actief water omhoog door osmose.



FYTOLUTIONS

Samenwerking

- **C-biotech**

- Duurzame *biobased solutions* voor de bouwsector
- Productie van industriële hennep voor
 - Isolatiematerialen
 - Gevelbekleding
 - Vervangende bouwmaterialen
- Ontwikkeling Hempurizer+

- **DEME Environmental**

- Bodemsanering
 - Grondreiniging
 - Brownfield ontwikkeling
 - Waterzuivering
- Gebundelde krachten: bodemsanering PFAS door middel van fytoremediatie.

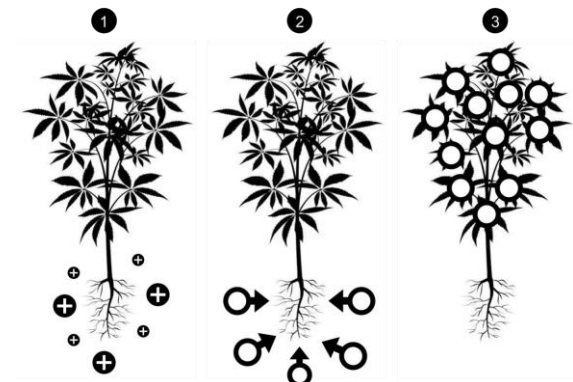




PFAS

Fytoremediatie met Fytolutions

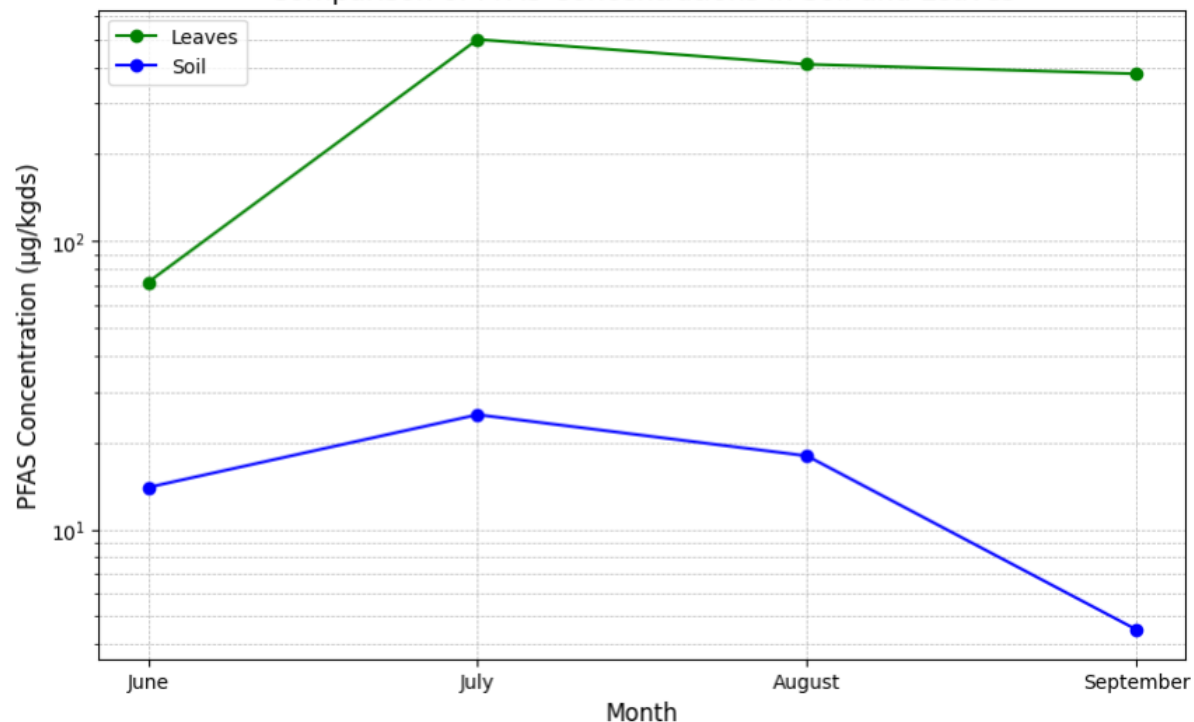
- Fytoremediatie van PFAS uit bodem met Industriële Hennep
- PFAS wordt opgenomen door hennep en komt terecht in de bladeren
 - Verwijdering van PFAS uit de bodem
 - Diepte tot 0,5 à 1,0 m-mv
 - Verschillende cycli mogelijk
- Industriële hennep:
 - Snelle groei
 - Relatief veel bladeren
- Hempurizer+
 - Landbouwkundig additief:
 - Enzymen
 - Micro-organismen
 - Fungi (organismen zoals schimmels, gisten)
 - Effect:
 - Mobiliseren van PFAS
 - Bevorderen van de opname door planten



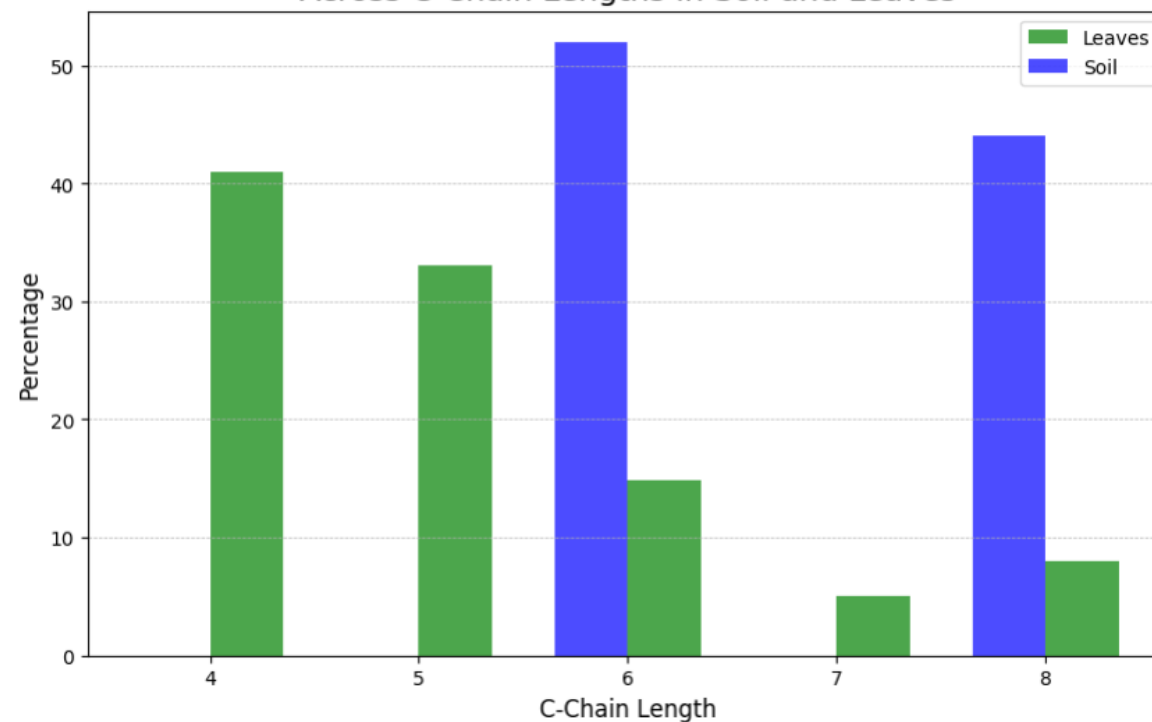
CAMPUS VESTA

Bevindingen

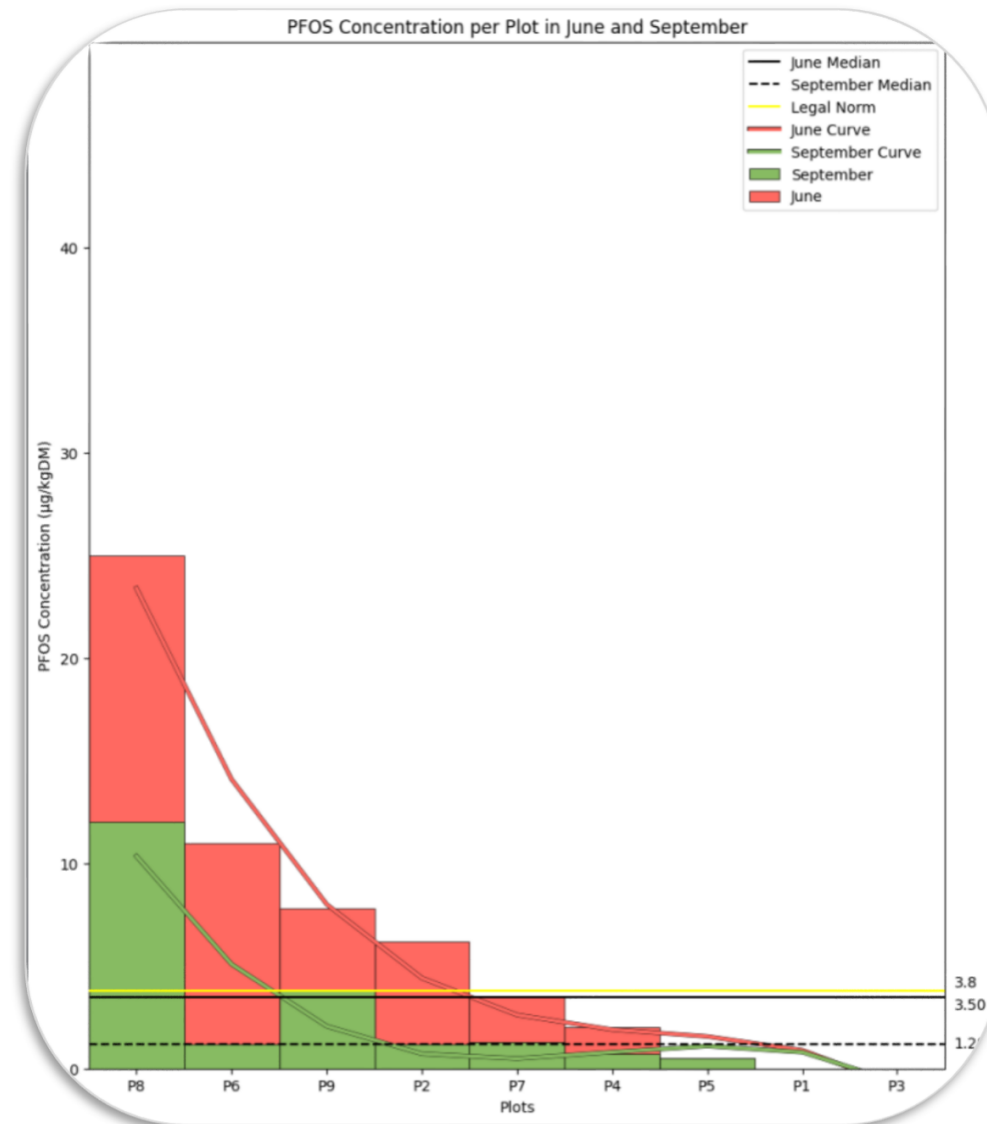
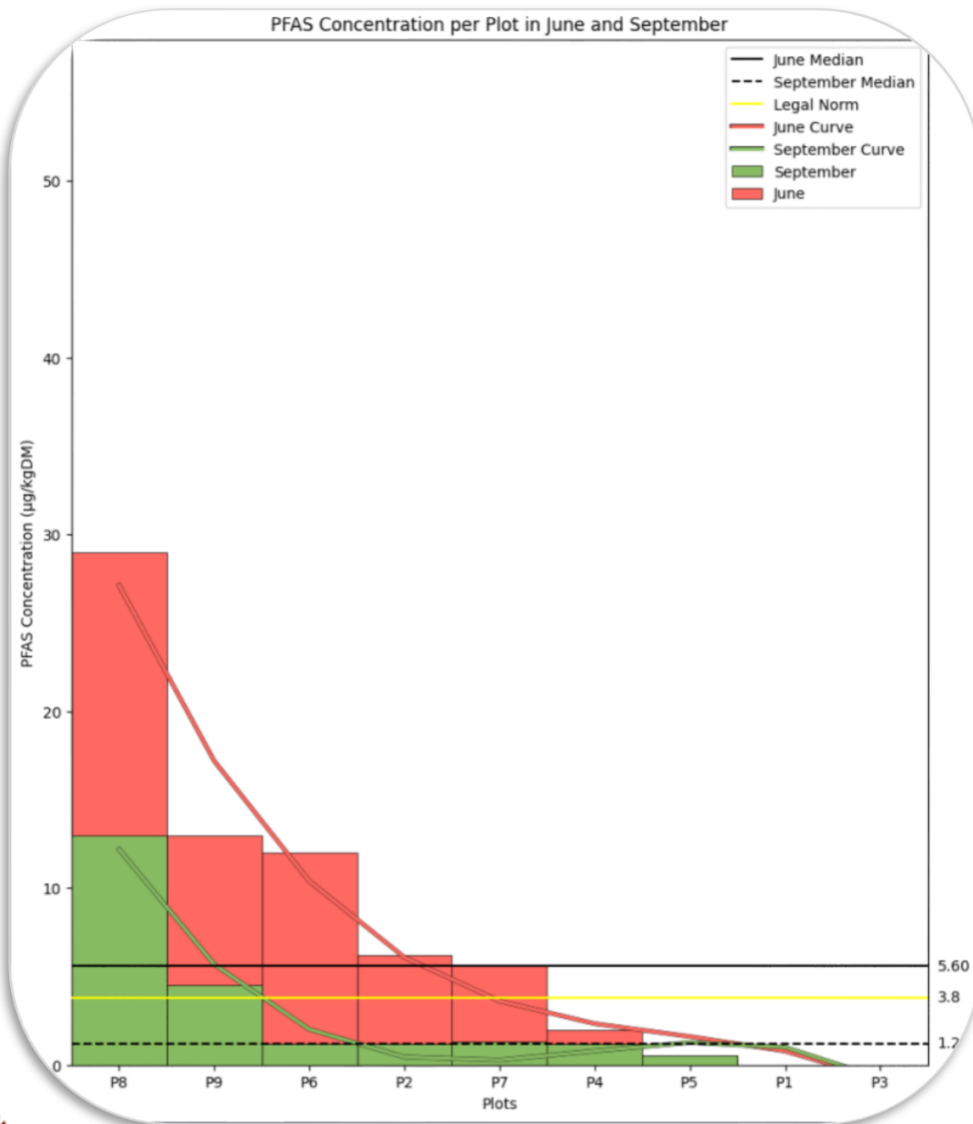
Comparison of PFAS Concentrations in Soil and Leaves



Percentage Distribution of Average PFAS Types Across C-Chain Lengths in Soil and Leaves



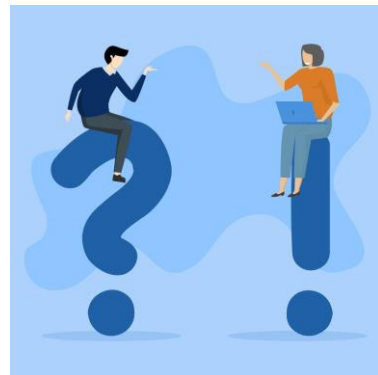
- Ophoping in de bladeren waargenomen.
- Best presterende perceel behaalde BAF van 27 voor som PFAS (versus 7,8 voor de andere)
 - 14 µg/kgDM in de bodem
 - 380 µg/kgDM in het blad
- Een totale reductie van PFAS met 67% is bereikt.



VERWERKING BIOMASSA

Circulair met PFAS

- Biomassa Hennep
 - Bladeren (overgrote deel vuilvracht) en stengels
- Momenteel: verbranding volledige hoeveelheid biomassa
 - CO₂ negatief of hooguit -neutraal
- Pyrolyse
 - Verbranding op hoge temperature zonder zuurstof
 - Afbraak van PFAS tot fluorzouten
 - Biochar: (actief) kool-achtig residu
 - CO₂ positief
- Circulair met PFAS?
 - Hergebruik van de stengels?
 - Gebruik voor isolatiemateriaal?



TOT BESLUIT

Toekomstperspectieven



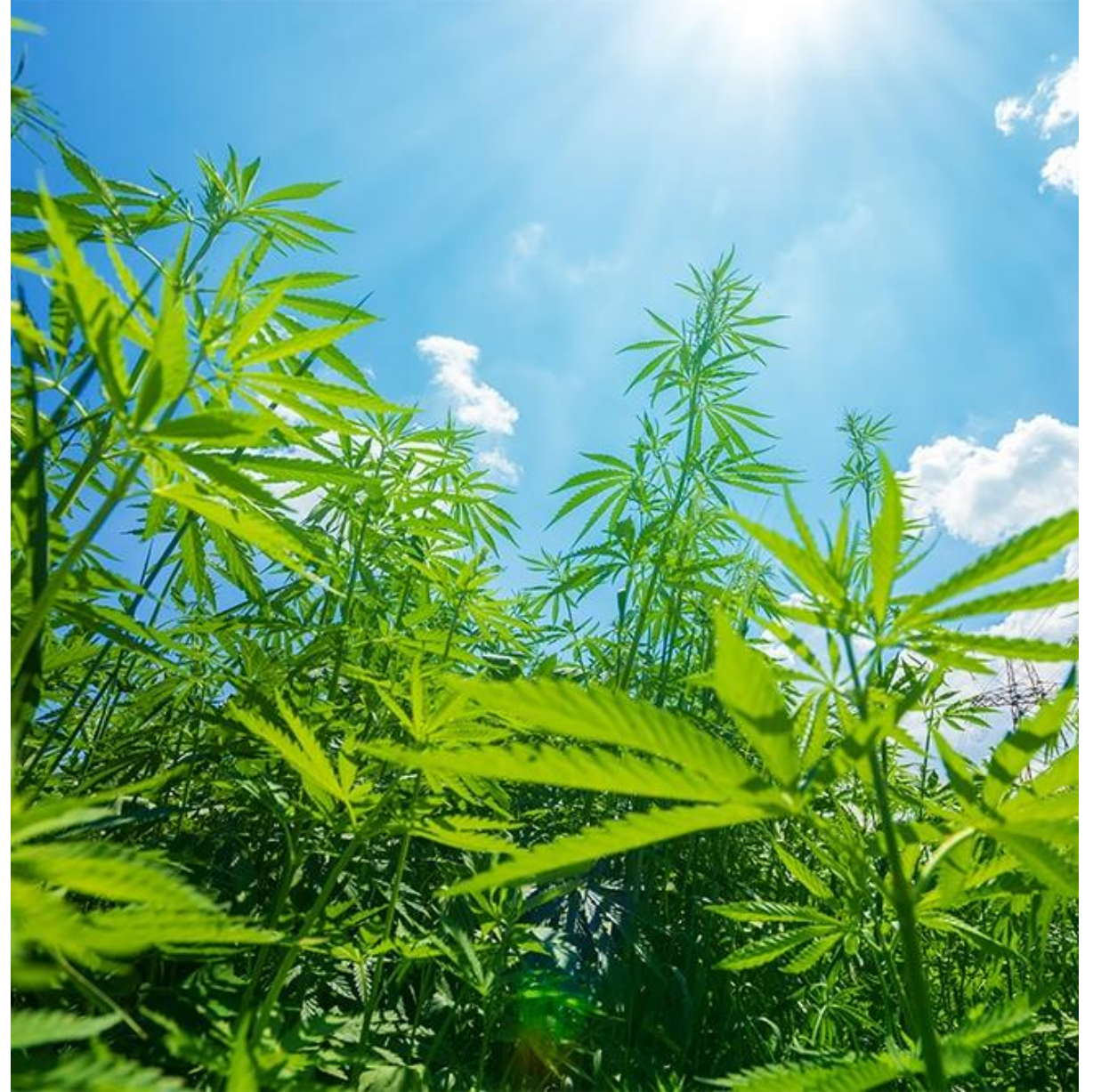
Grootschalige
demonstratieprojecten



Hempscan:
monitoring met non-
destructieve methoden



Verwerking biomassa



**BEDANKT
VOOR
DE
AANDACHT!**



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.

