

UDVIKLING AF RENSEMETODER FOR PFAS-FORURENET JORD OG VAND

ATV MØDE 86 - 12-10-2022

FRA UDVIKLINGSPROJEKT TIL PRAKTISK ANVENDELSE

RIKKE MARKFOGED, TEKNOLOGISK INSTITUT



HVAD KAN I FORVENTE DE NÆSTE 20 MIN



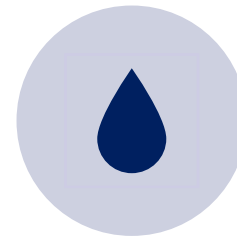
HVEM ER JEG?



TEKNOLOGI-
UDVIKLING PÅ
TEKNOLOGISK
INSTITUT



PFAS
INTRODUKTION



PFAS RENSNING
I VAND



TEKNOLOGI-
STATUS FOR
JORD OG SLAM



TEKNOLOGISK
INSTITUT



HVEM ER JEG?



Jeg er din kontaktperson

Rikke Markfoged

Seniorprojektleder, Ph.d.
Vand og Bioteknologi

☎ +45 72 20 24 74

✉ Send e-mail

Udvalgte PFAS relaterede projekter

- PFAS-inator – Rensning af perkolat
- Treatment Train – Rensning af indløbs spildevand
- Slamhåndtering teknologiscreening
- Jordrensning
- Kvantificering af total organisk fluor



TEKNOLOGISK
INSTITUT

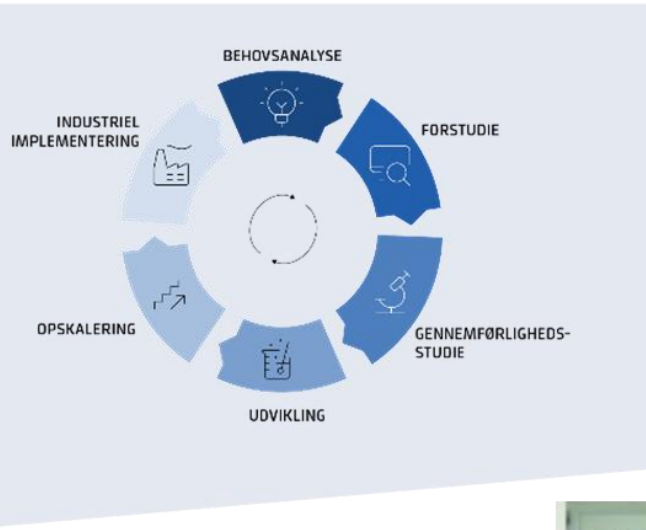
Teknologi er midlet – udvikling målet

Teknologisk Institut er et uafhængigt og almennyttigt forsknings- og udviklingsinstitut.

Vi fremmer udnyttelsen af teknologiske fremskridt til gavn for erhvervsliv og samfund gennem udvikling, rådgivning og formidling.



FRA LABSKALA TIL FULDSKALA



Labskala



Proof of concept



Pilotskala



Fuldskala





TEKNOLOGISK
INSTITUT

SAMARBEJDE OM TEKNOLOGIUDVIKLING

Fremtidens vandbehandling er fleksibel og modulopbygget

- Miljøfremmede stoffer i komplekse vandkilder
- Effekt af forbehandling
- Forståelse af teknologier i kombination
- Pilotskala-test
- Generisk konceptudvikling
- Samarbejde mellem teknologileverandører

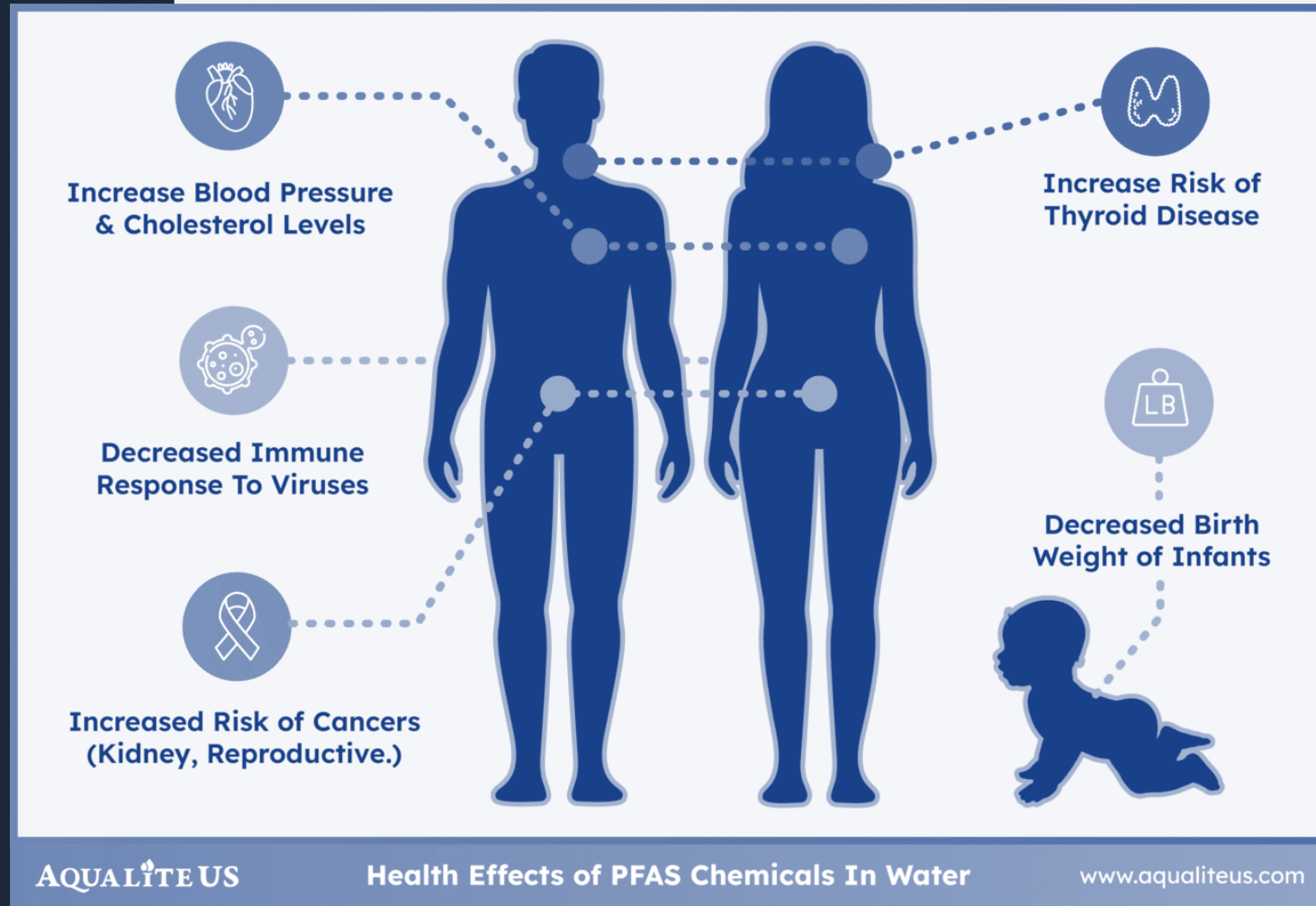


PFAS

PFOS (Perfluorooctanesulfonic acid)



PFOA (Perfluorooctanoic acid)

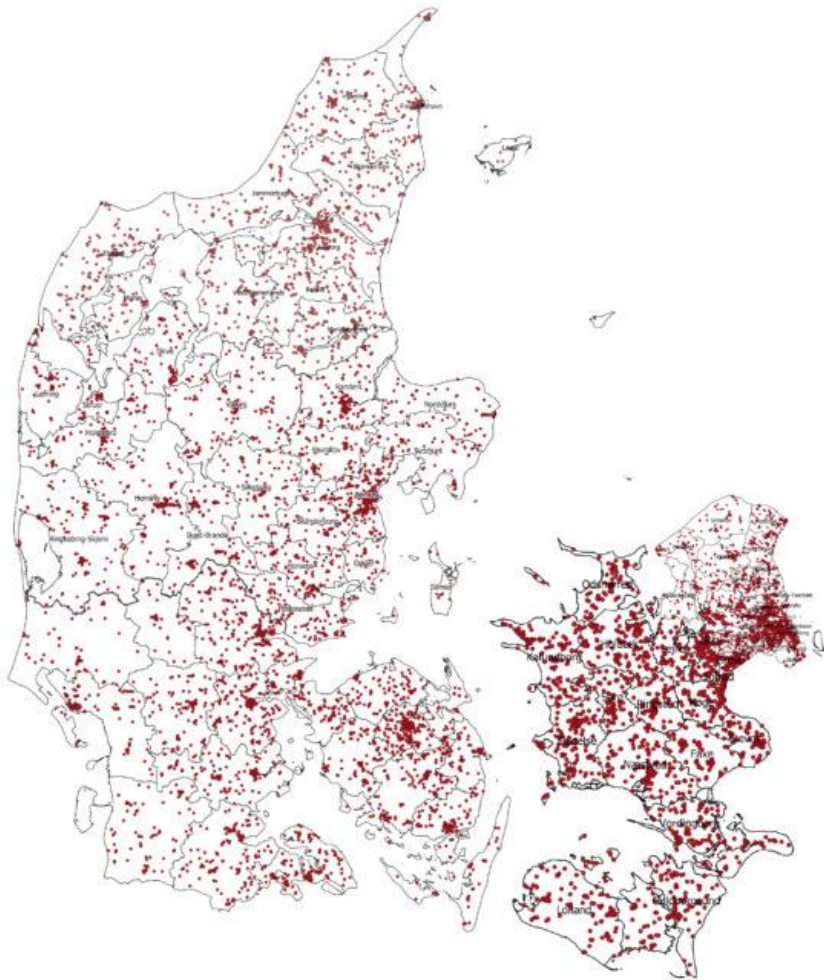


The PFAS Drinking Water Contamination Crisis (aqualiteus.com)



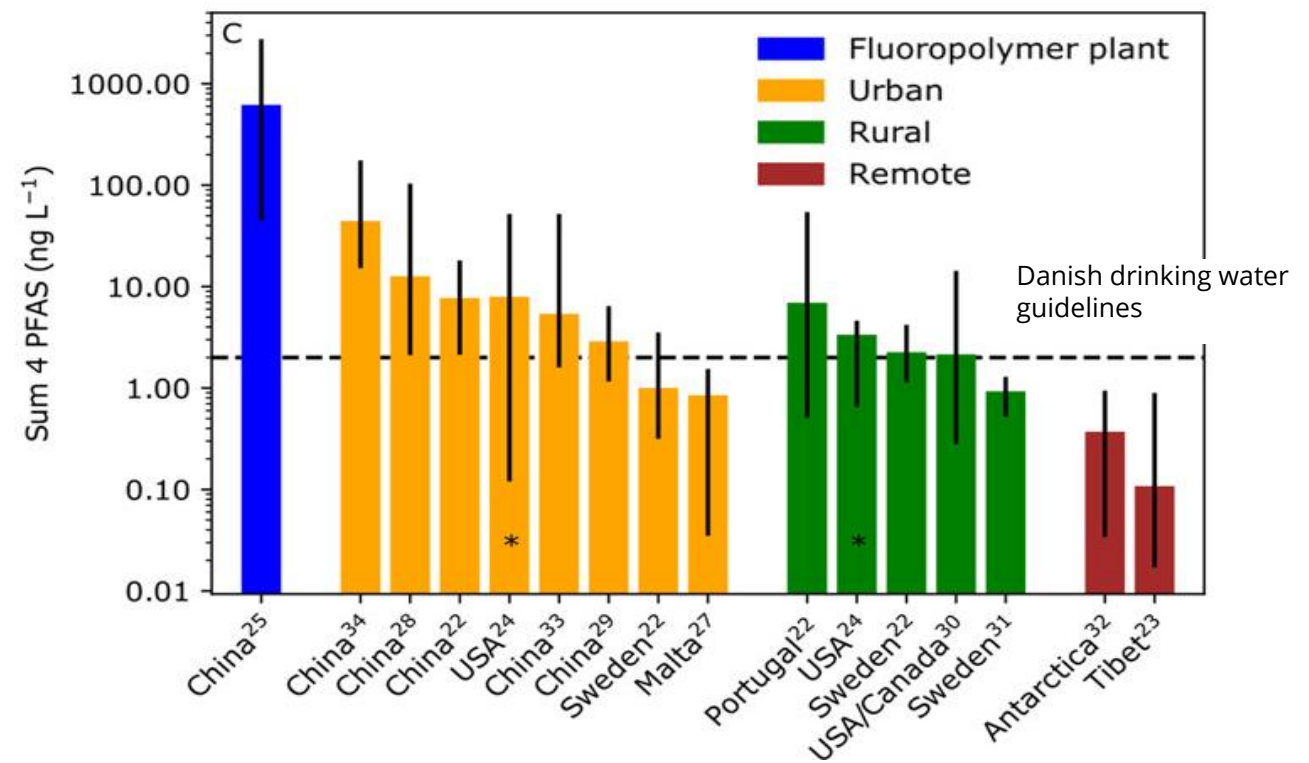
**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

PFAS I MILJØET



[PFAS-stoffer og brandøvelsespladser i Danske Regioner \(jordforureninger.dk\)](http://jordforureninger.dk)

PFAS koncentration i nedbør



Environ. Sci. Technol. 2022, 56, 16, 11172-11179



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

PRIMÆRE KILDER TIL PFAS I RENSEANLÆG



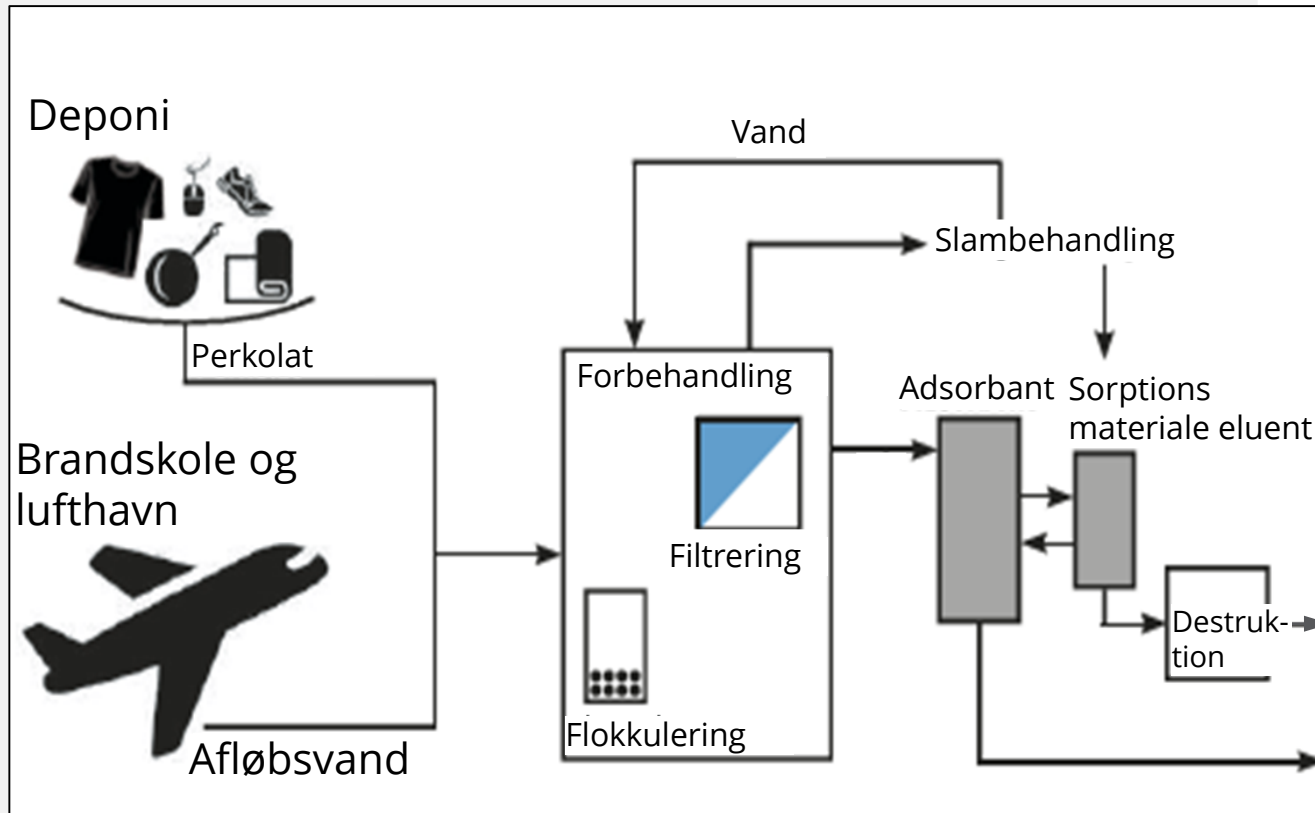
Spildevandsslam med PFAS



PFAS direkte til recipient



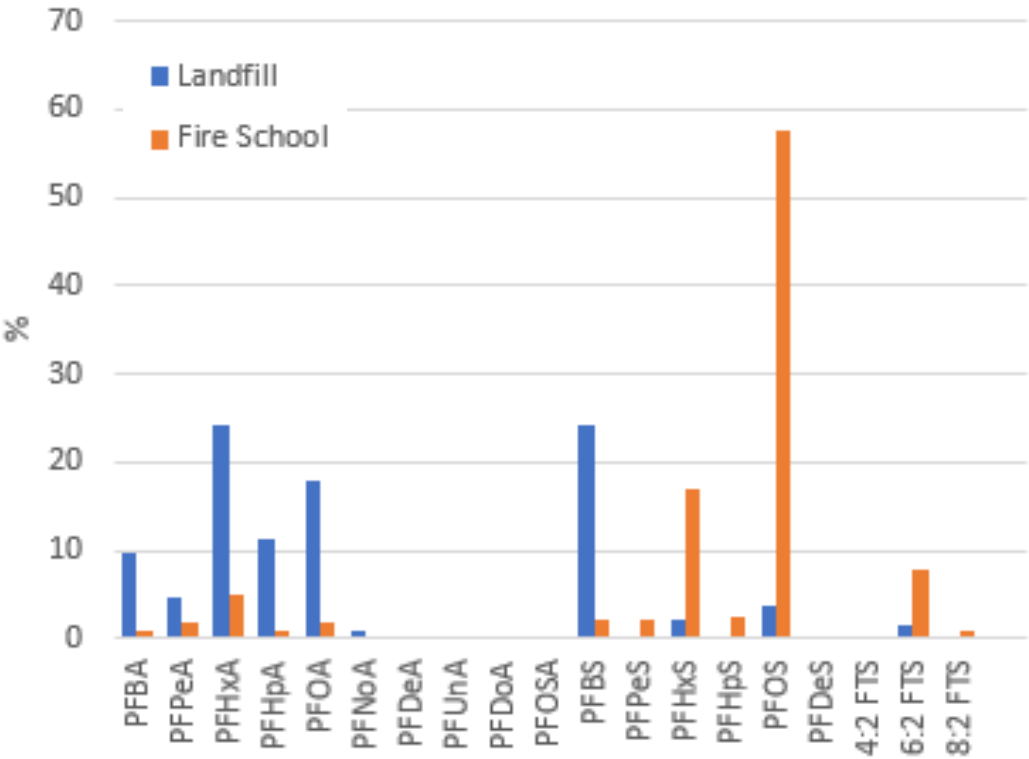
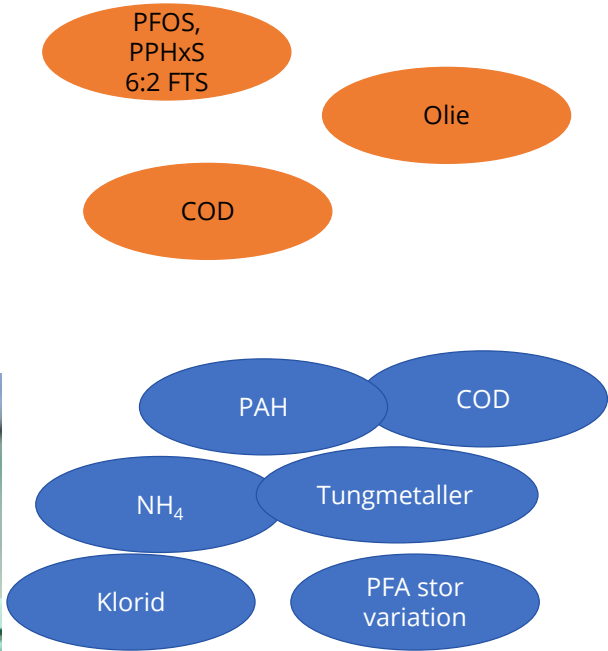
PFAS – RENSNING I VAND



- Forbehandling af komplekst vand
- Opkoncentrering
- Destruktion



KOMPLEKST VAND



KOMPLEKST VAND



PFAS
stor
variation

PFOS
6:2 FTS

Olie

COD

PAH

COD

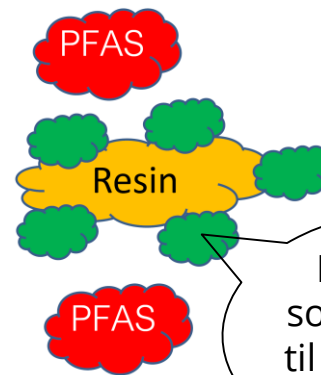
NH₄

Tungmetaller

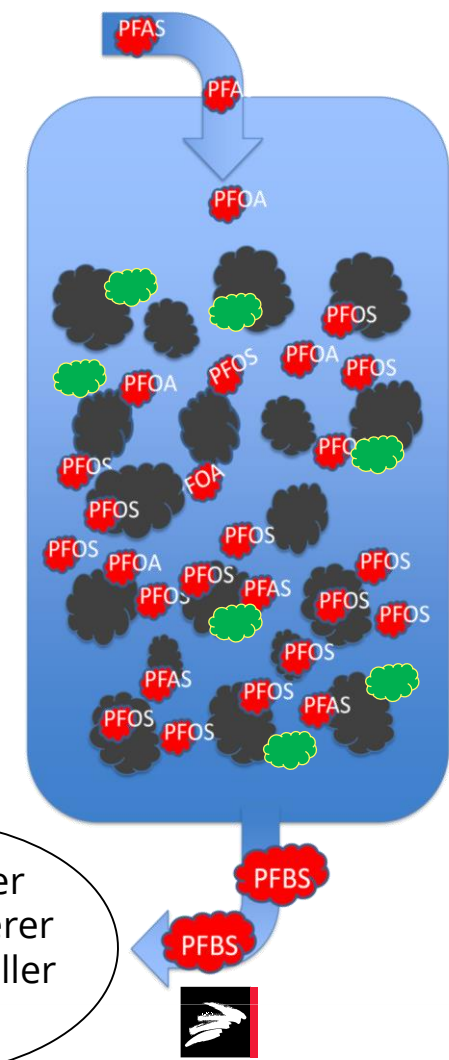
Klorid

PFAS stor variation

Konkurrence om
bindingssteder med
andre molekyler



Forbindelser
som adsorberer
til aktivt kul eller
resin



KOMPLEKST VAND



PFAS stor
variation

PFOS
6:2 FTS

Olie

COD

PAH

COD

NH₄

Tungmetaller

Klorid

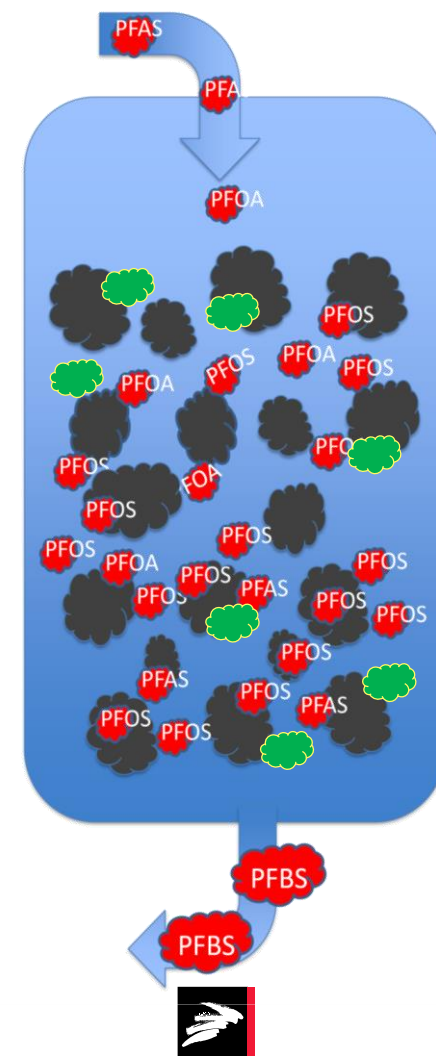
PFAS stor
variation

Bed volumes før
gennembrud

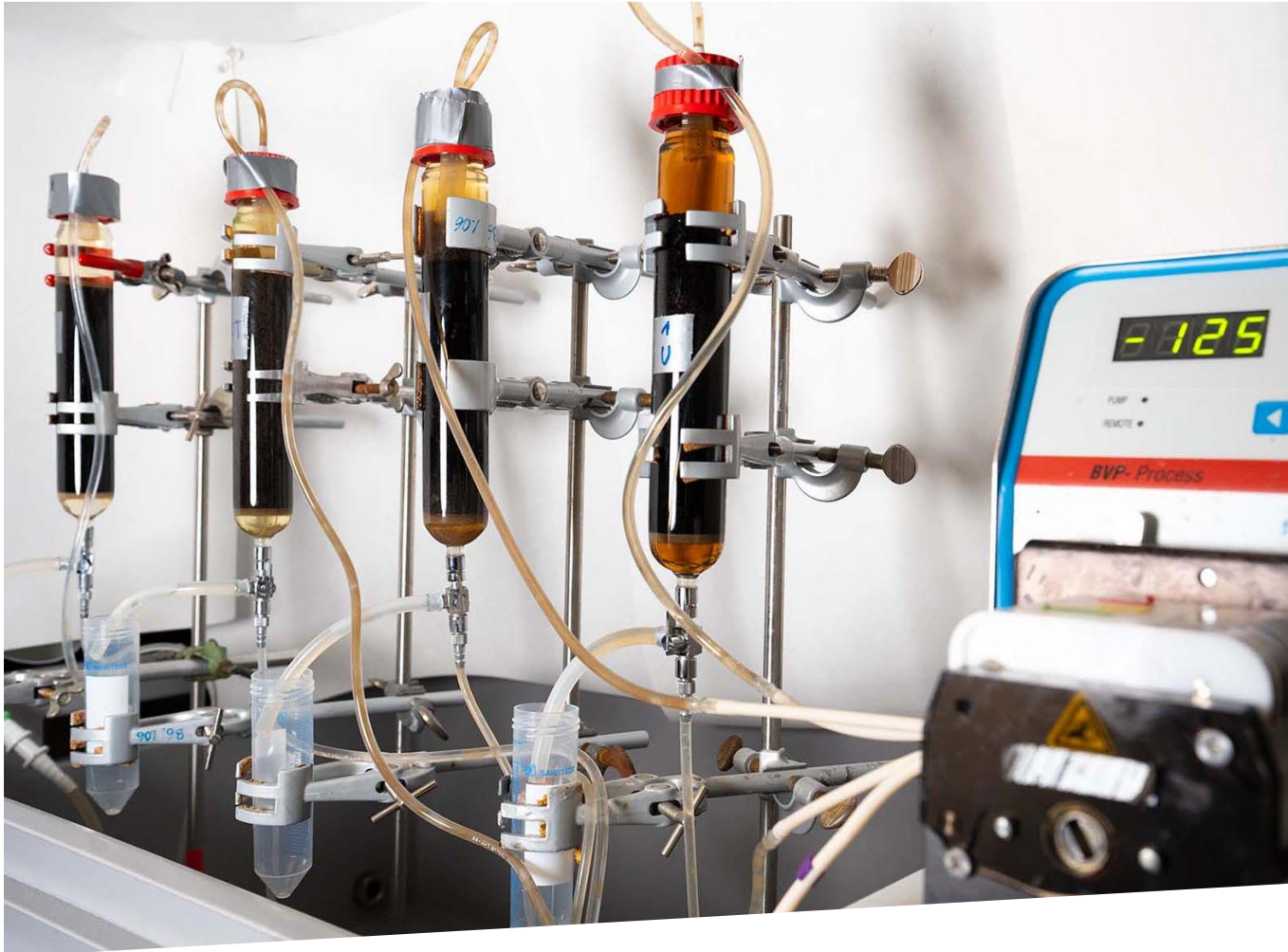
~45.000 BV

~2800 BV

~1800 BV



LAB-SKALA HOS TEKNOLOGISK INSTITUT



Teste effekten af

- Forbehandling
- Adsorptionskapacitet

Identificere udfordringer med specifikke stoffer

Forberedelse til pilottest

- Optimeret setup
- Kosteffektivt setup

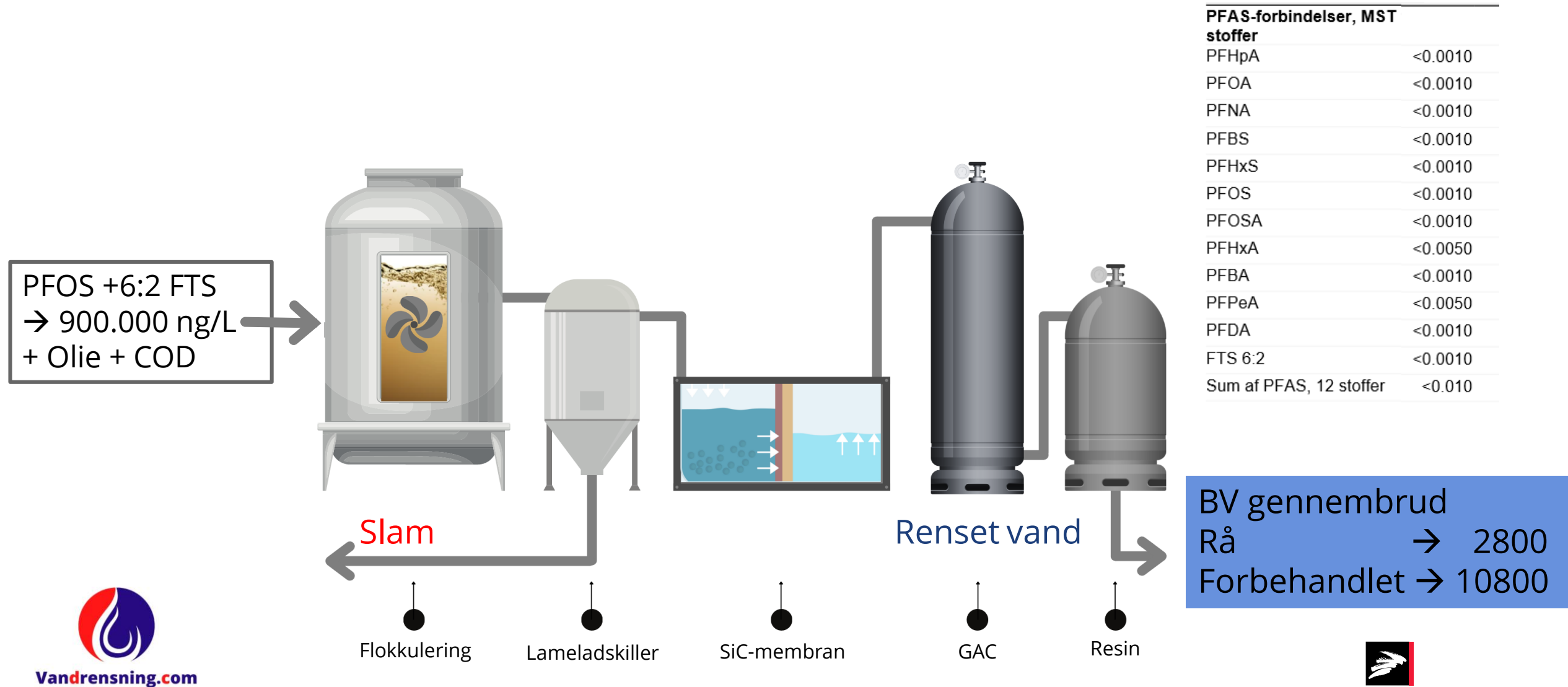


FORSØG #1- DANSK BRANDSKOLE



Afløbsvand til græssende
køer, kolonihave eller
renseanlæg

FORSØG #1 – DANSK BRANDSKOLE



FORSØG #2 – DEPONI I DANMARK



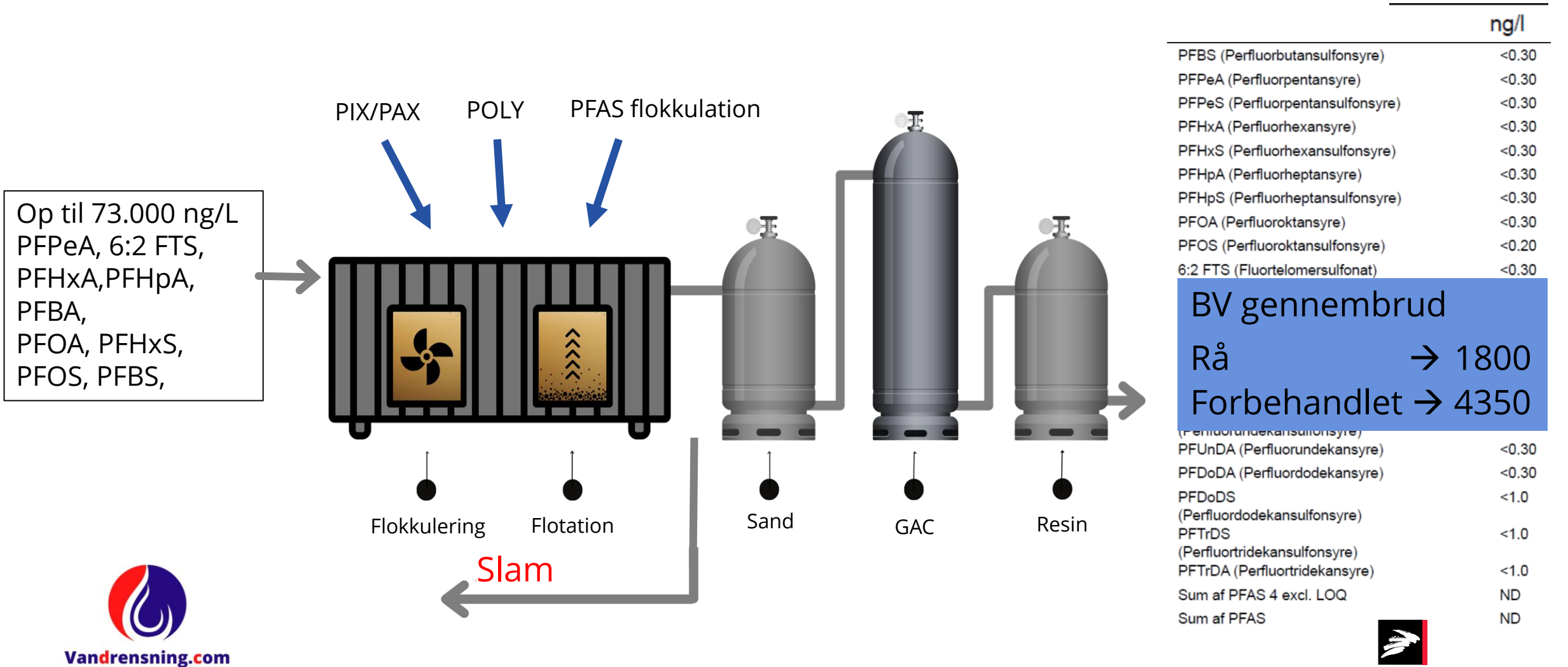
Op til 73.000 ng/L
PFPeA, 6:2 FTS, PFHxA, PFHpA, PFBA,
PFOA, PFHxS, PFOS, PFBS,



Perkolat sendes til spildevandsanlæg
PFAS til modtager
PFAS i spildevandsslam



FORSØG #2 – DEPONI I DANMARK



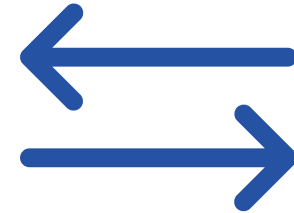
ERKENDELSE EFTER PILOTFORSØG



Forbedret
adsorption



Produceret slam
med PFAS



Overfør PFAS fra
vand til slam



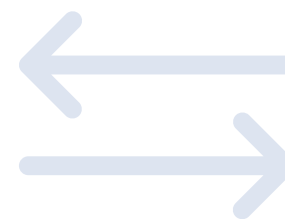
EFFEKT AF FORBEHANDLING



Forbedret
adsorption



Produceret slam
med PFAS



Overfør PFAS fra
vand til slam

Brandskole

- Ubehandlet vand: 2800 bed volumes
- Forbehandlet vand: 10800 bed volumes

Perkolat

- Ubehandlet vand: 1800 bed volumes
- Forbehandlet vand: 4350 bed volumes

Hvad er den
acceptable
udledningsgrænse?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

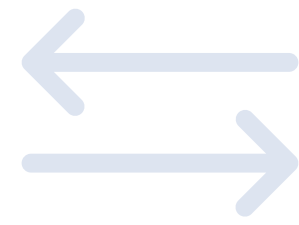
HÅNDTERING AF FAST-FASE FRAKTION



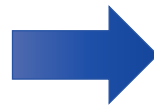
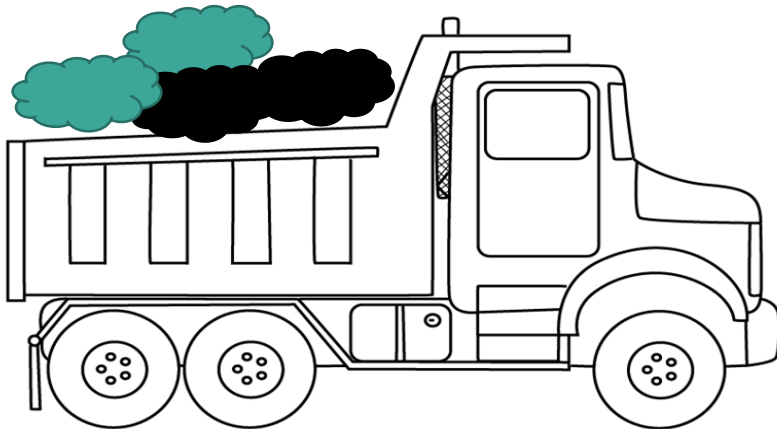
Forbedret
adsorption



Produceret slam
med PFAS



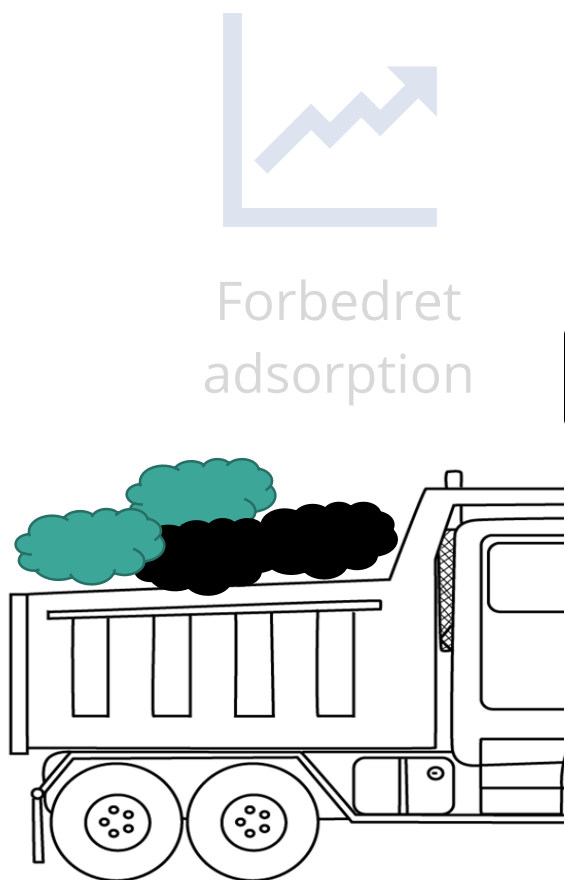
Overfør PFAS fra
vand til slam



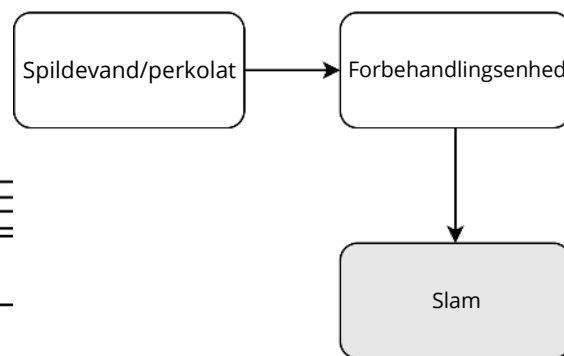
Deponi?
Forbrænding?
Oxidativ destruktions?
Andet?



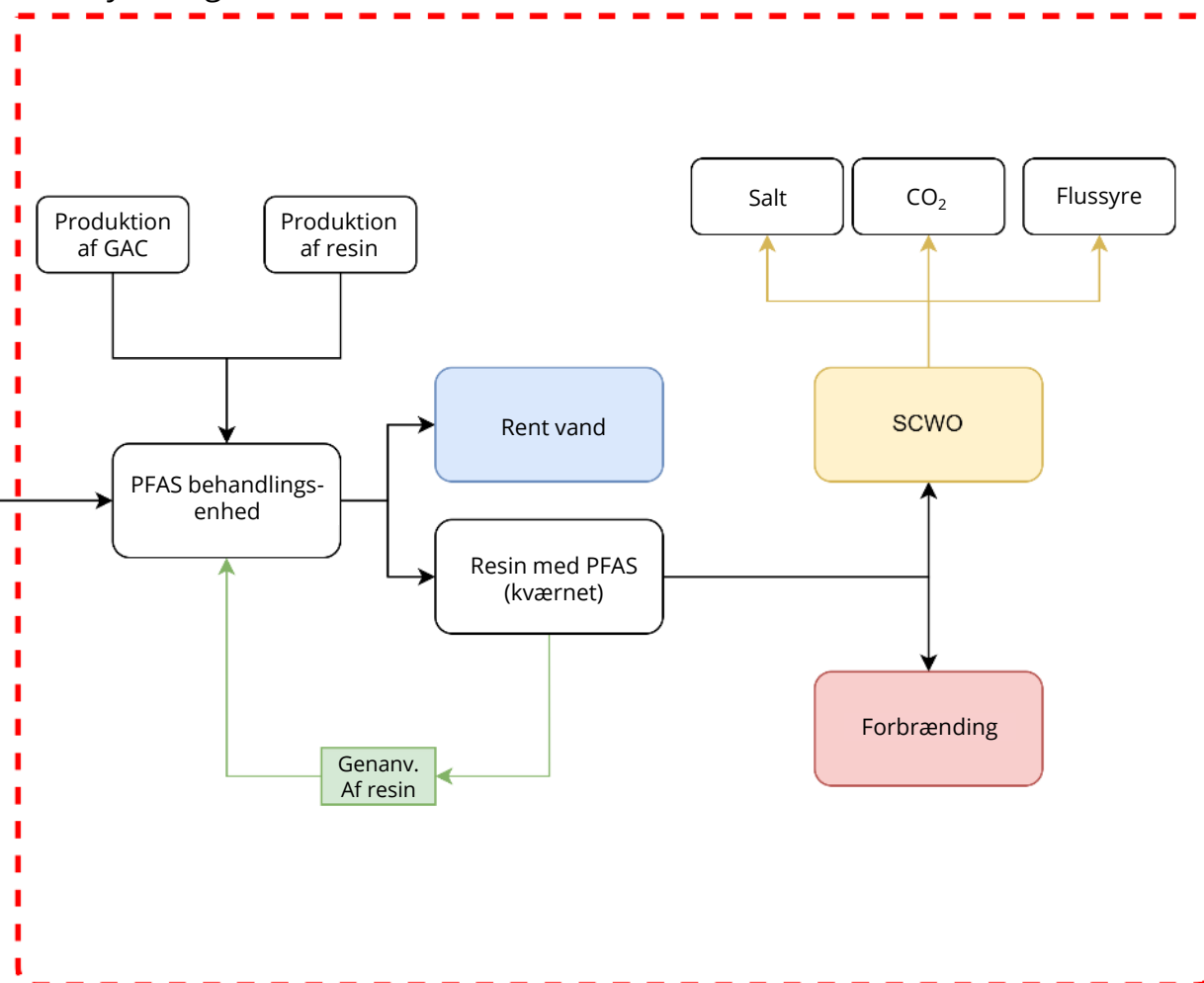
ENERGI OG KOSTEFFEKTIVE VALG



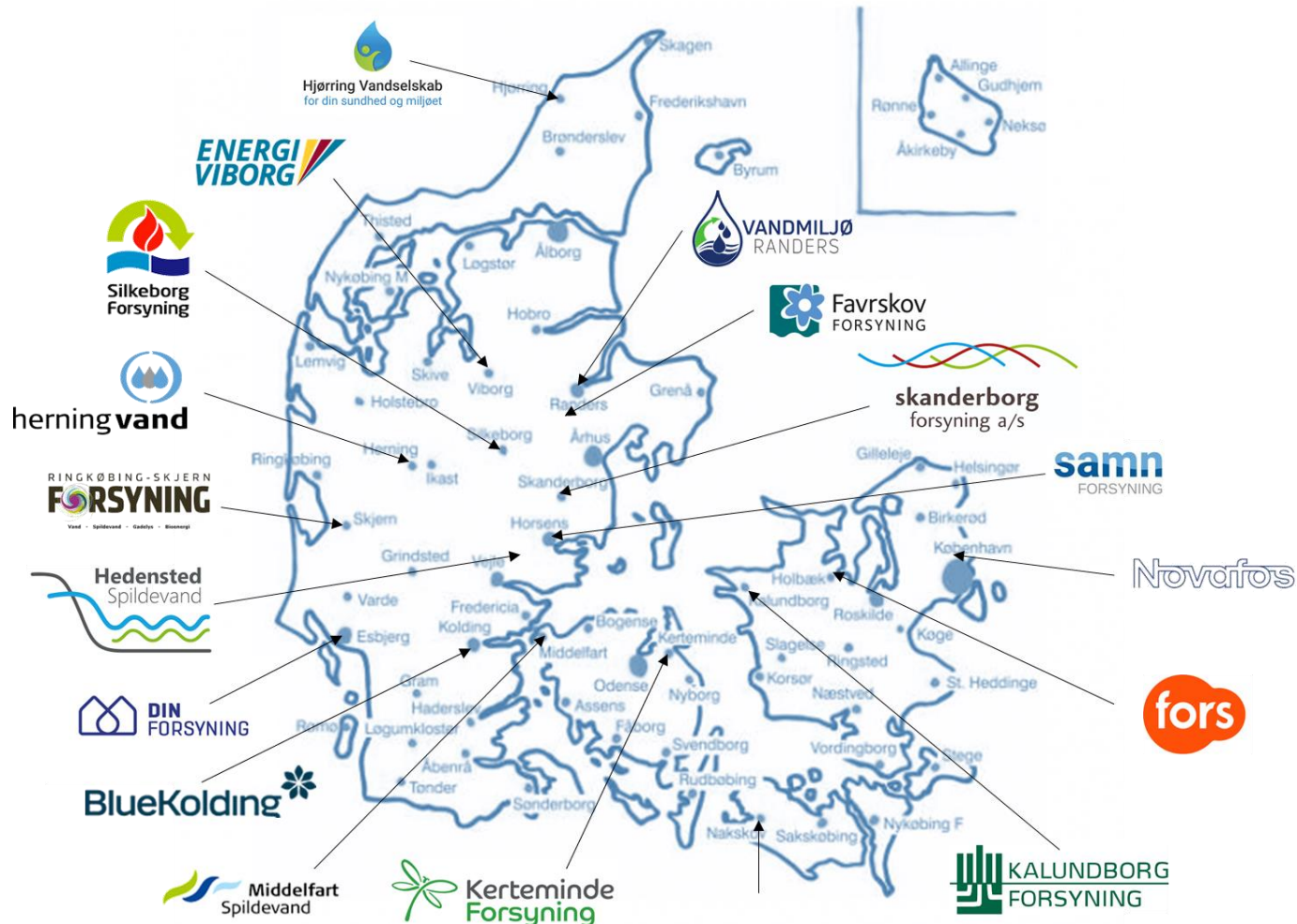
Hvad er den mest energieffektive nedbrydning af PFAS - fast fraktion?



(LCA System grænse)



MFS OG PFAS DESTRUKTION I SLAM - INDSAMLING AF VIDEN



Alternativ udnyttelse af spildevandsslam

Kortlægning af fordele og ulemper ved
udnyttelse af spildevandsslam,
indeholdende mikroplastik, som alternativ
til udspredelse på landbrugsjorden – en
del af initiativ 21 i Plastikhandlingsplanen

Non-targeted and
suspect screening of
sewage sludge
HITLIST4



JORD OG SLAM – STATUS TEKNOLOGIKONCEPTER



VASK



TERMISK AFDAMPNING



TERMISK DESTRUKTION



OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER - PRODUKTSTRØMME



RØGGAS



GENANVENDELIG
FAST FRAKTION



KONDENS Vand
SPILDEVand



AFFALD
FAST FRAKTION



HVORDAN SIKRER VI AT TEKNOLOGIERNE VIRKER?

Risici

- Forurening via andre produktstrømme
- Ufuldstændig nedbrydning
→ andre PFAS
- Uklarhed om teknologikrav

Muligheder

- Massebalance total org. fluor og F i alle produktstrømme
- Enighed om krav for godkendelse – fx ETV (Environmental Technology Verification)
- Tydelige lovkrav



OPSUMMERING



VAND

FOKUS → KOSTEFFEKTIVITET OG
GRÆNSEVÆRDIER



SLAM

FOKUS → VERIFICERING OG
LOVGIVNING FOR GENANVENDELSE



JORD

FOKUS → UDVIKLING AF
TEKNOLOGIER ON-SITE OG OFF-
SITE

A close-up photograph of a person's hand holding a prosthetic arm. The person's hand is wearing a silver metal watch. The prosthetic arm is white and has several white, cylindrical sensors attached to the fingers. The background is blurred, showing a red and white object.

SPØRGSMÅL?

TEKNOLOGI FOR EN BEDRE FREMTID



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**