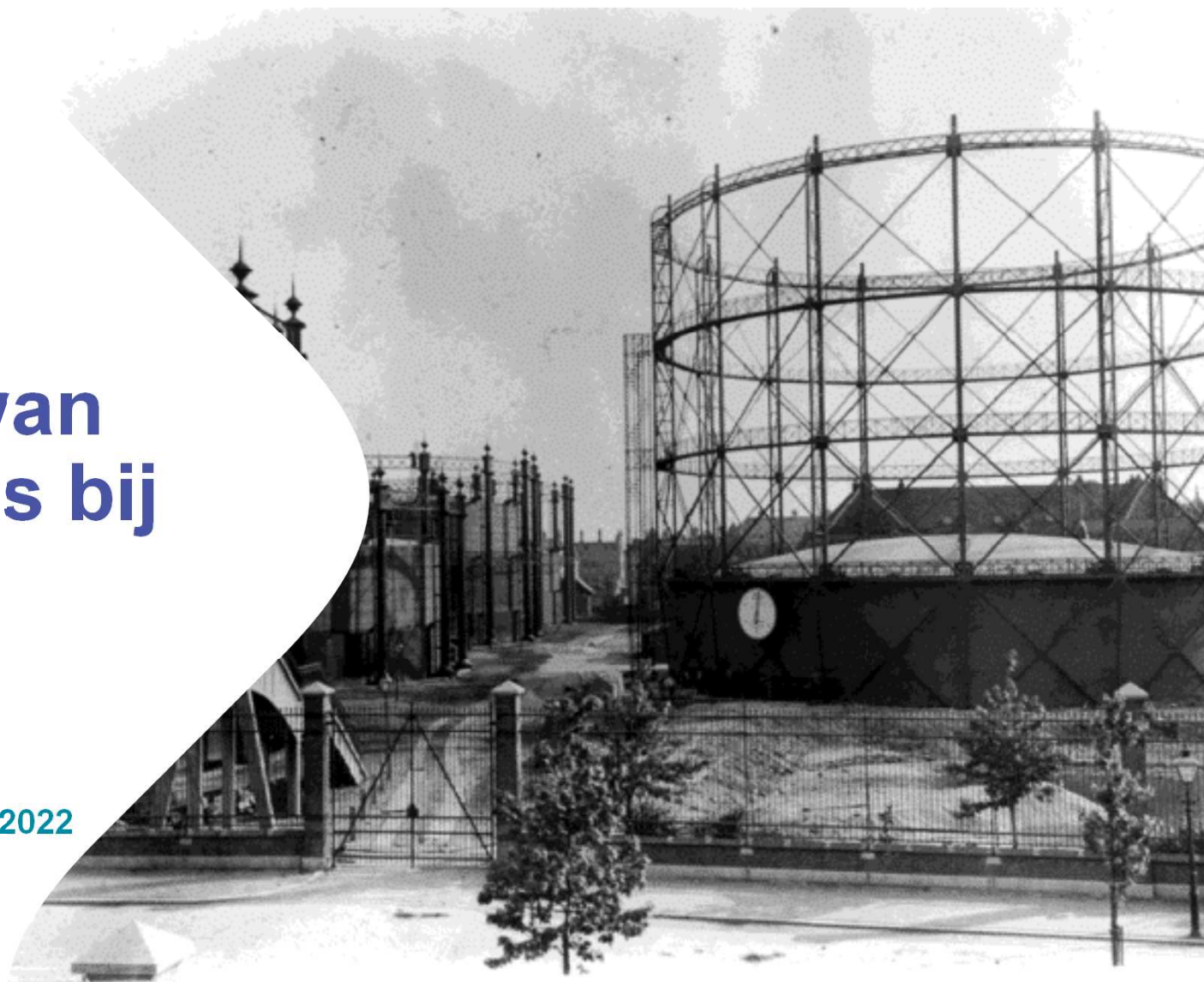




Toepassing van DNA-analyses bij teerlocaties

Frank Volkering

BodemBreed Forum 31 maart 2022



Inhoud

- Teer: locaties, samenstelling verontreiniging en gedrag in de bodem
- DNA-analyses versus overige bewijslijnen voor natuurlijke afbraak bij teer
- Voorbeeldlocaties:
 - Gasfabriek Kralingen (extensieve grondwatersanering / beheersing)
 - HVB Dordrecht (IBC)
 - Olasfa (intensieve in situ sanering)
- Samenvatting



Teer

Wat is het?

- Restproduct van kolen (gasproductie) of aardolie (destillatie)

Waar komt het voor?

- Gasfabrieken, creosoteerinstallaties, asfaltfabrieken,

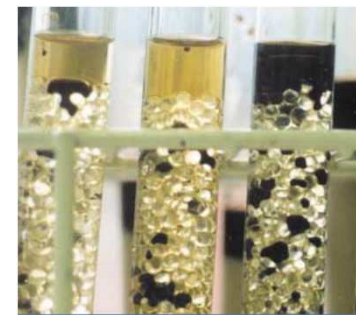
Samenstelling

- Mengsel van voornamelijk aromatische koolwaterstoffen: BTEX+, PAK, methyl-PAK, NSO-componenten etc.
- Aeroob goed afbreekbaar
- Anaeroob: geen of langzamere afbraak, afbraakroutes slechts deels bekend

Gedrag in de bodem

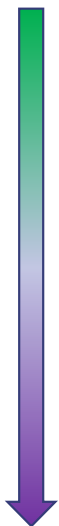
- Slecht oplosbaar, iets zwaarder dan water ($\rho = 1,02-1,03$) → DNAPL
- Laag-visceus tot hoog-visceus
- Wetting / non-wetting

→ Complexe samenstelling, complex gedrag



Bewijslijnen voor natuurlijke afbraak (NA toolkit)

eenvoudig



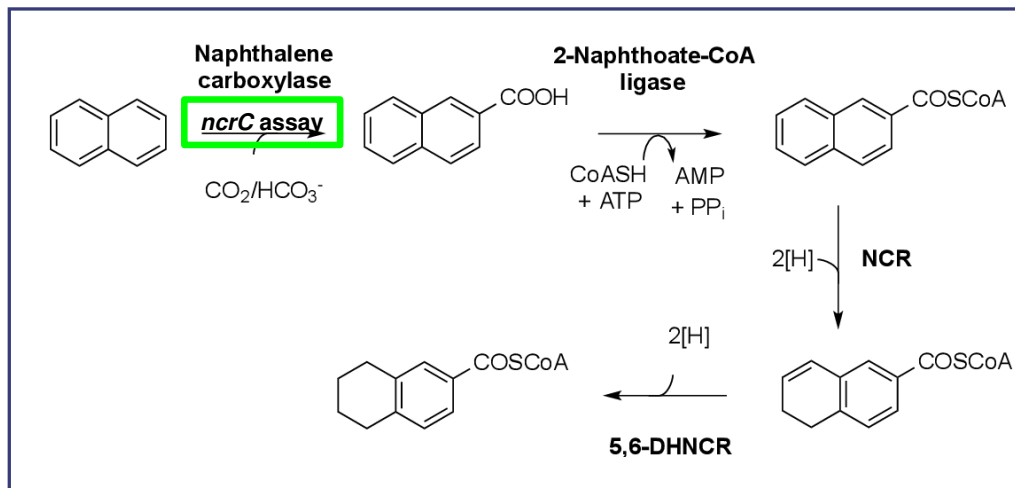
complex

Bewijslijn	Principe	Aandachtspunten teer
Afname van concentraties		Oude verontreinigingen → vaak stabiel → geen afname
Mate van verspreiding	Gemeten vs verwacht / berekend (model)	Moeilijk bij IBC, keuze kritische componenten
Ontstaan van afbraakproducten	Meting eindproducten	Bij mengsel niet specifiek
Beïnvloeding van redoxcondities		Bij mengsel niet specifiek
Moleculair-biologische technieken	DNA, RNA, ...	Potentieel specifiek, semi-kwantitatief, afbraakpotentie, niet alle componenten
Stabiele isotopen analyse	Aanrijking zware isotopen bij afbraak	Specifiek, kwantitatief, opgetreden afbraak, niet alle componenten
Ontstaan van intermediären	Tussenproducten in lage concentraties	Potentieel specifiek, kwalitatief, actuele afbraak, potentieel alle componenten
Afbraaktesten (lab)		Specifiek, semi-kwantitatief, langdurig
In situ microcosm (bv Bactrap)	Omzetting toegevoegde gelabelde verbindingen	Specifiek, kwantitatief, actuele afbraak, niet alle componenten



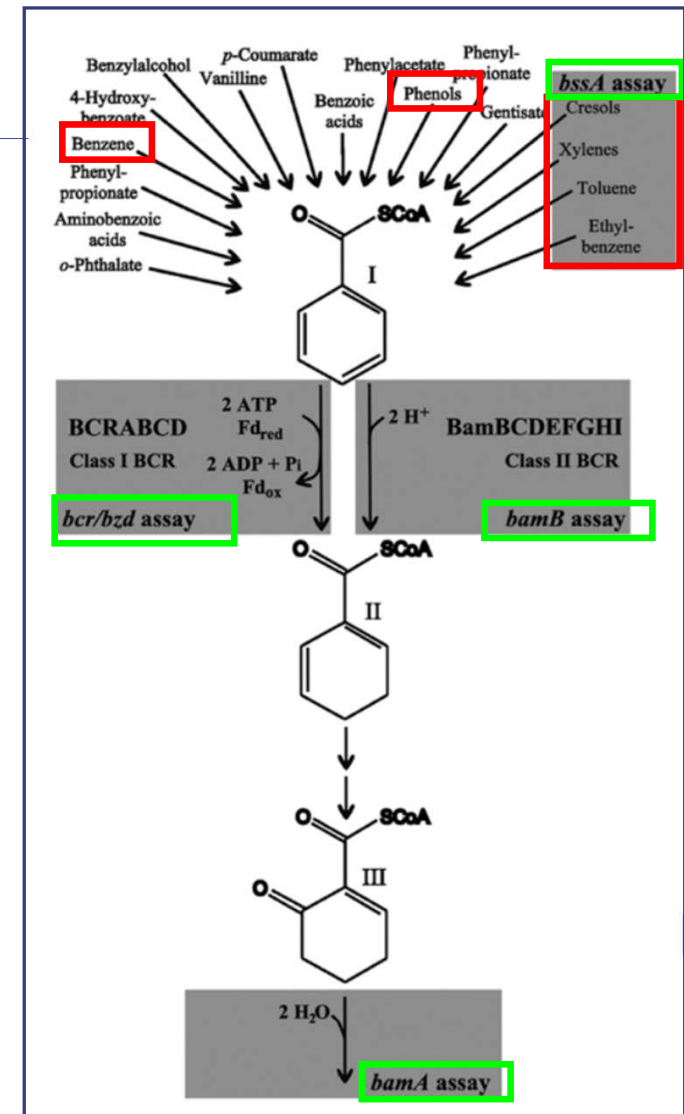
Anaerobe afbraakroutes en PCR assays

BTEX en naftaleen redelijk goed bekend



Overige teercomponenten.....

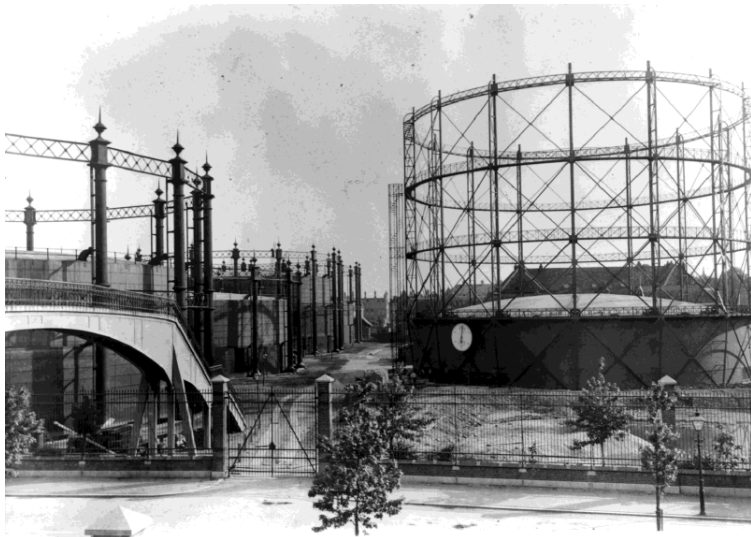
Opties voor NGS



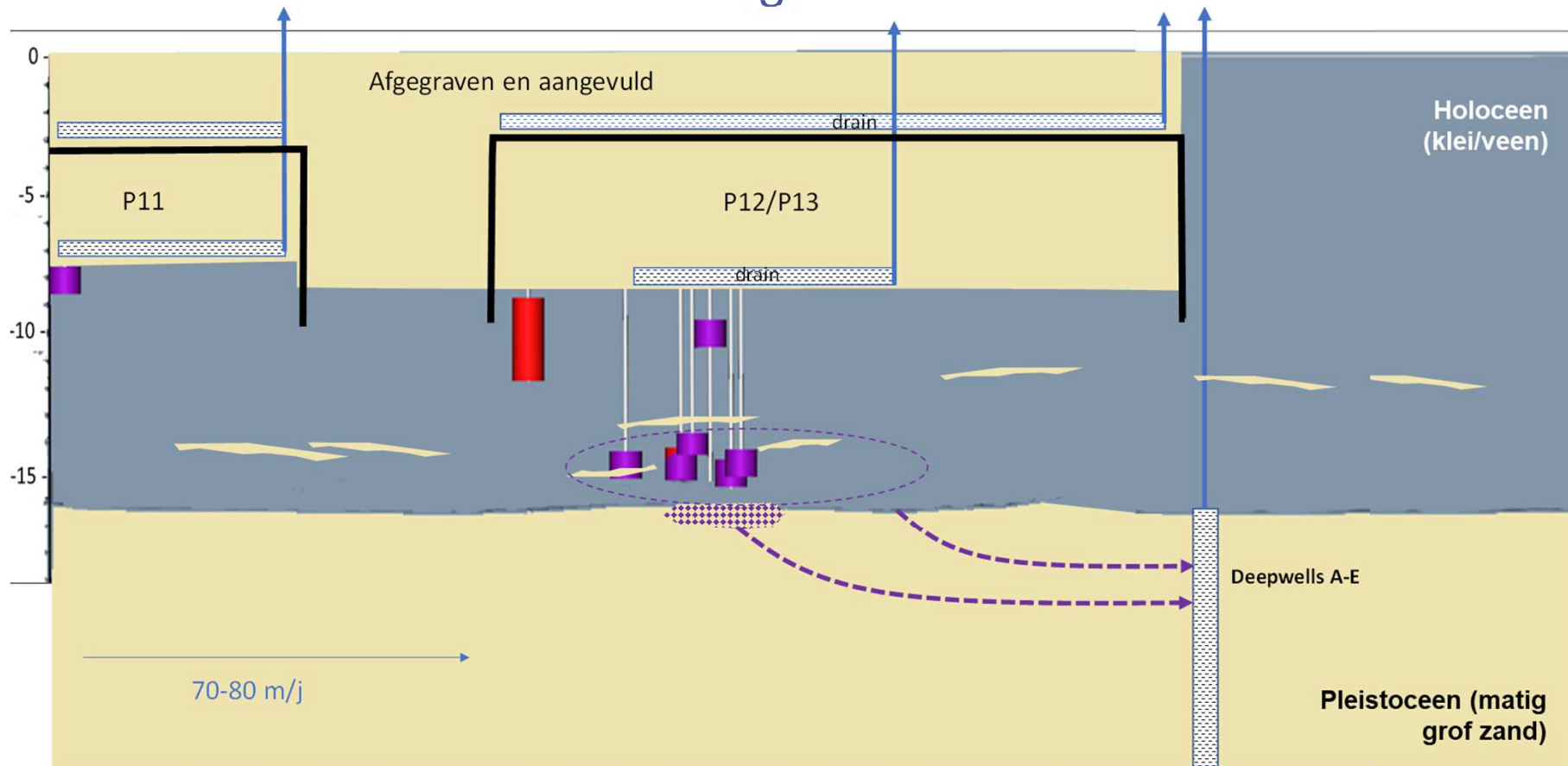
1. Gasfabriek Kralingen (GFK)

Grote gasfabriek in Rotterdam

- In 1995-1999 tot 7-9 m –mv ontgraven
- Sinds 2002 extensieve grondwatersanering



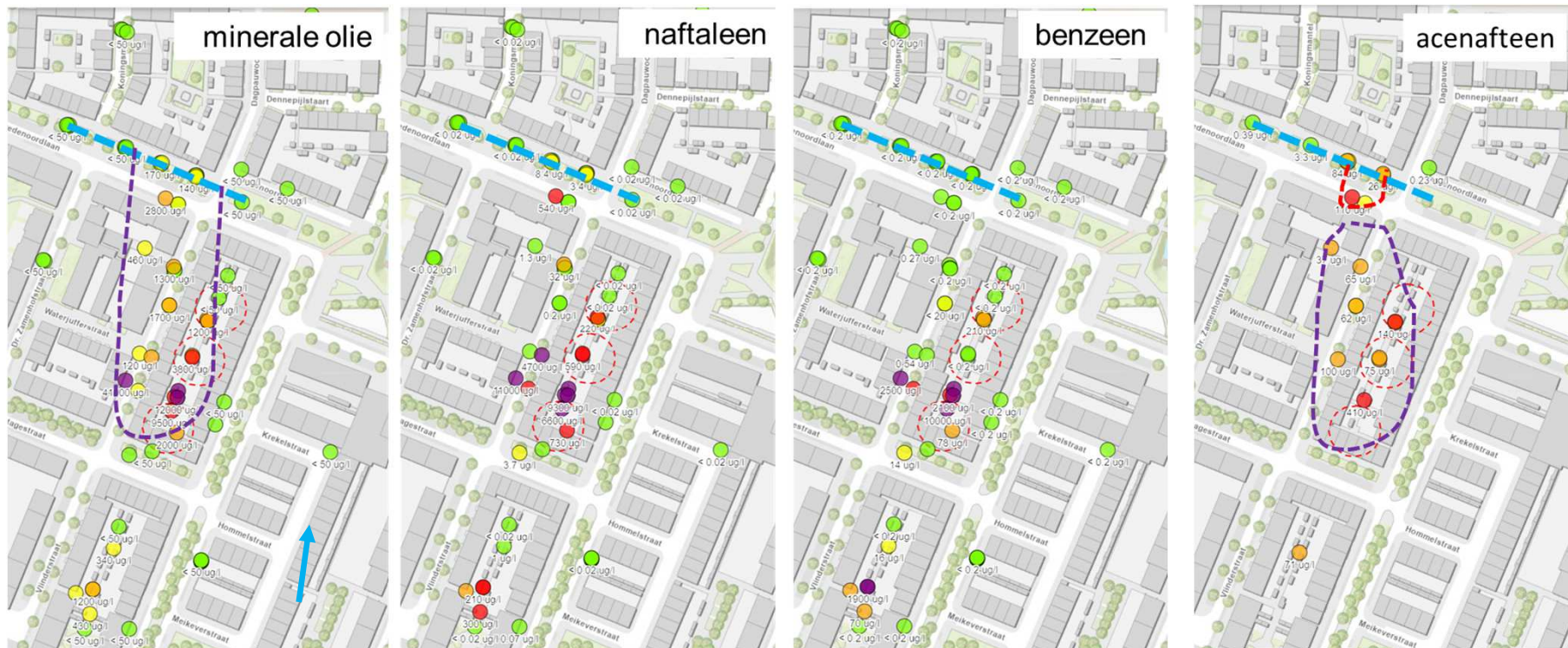
GFK: Dwarsdoorsnede huidige situatie



Is afbouw sanering verantwoord?



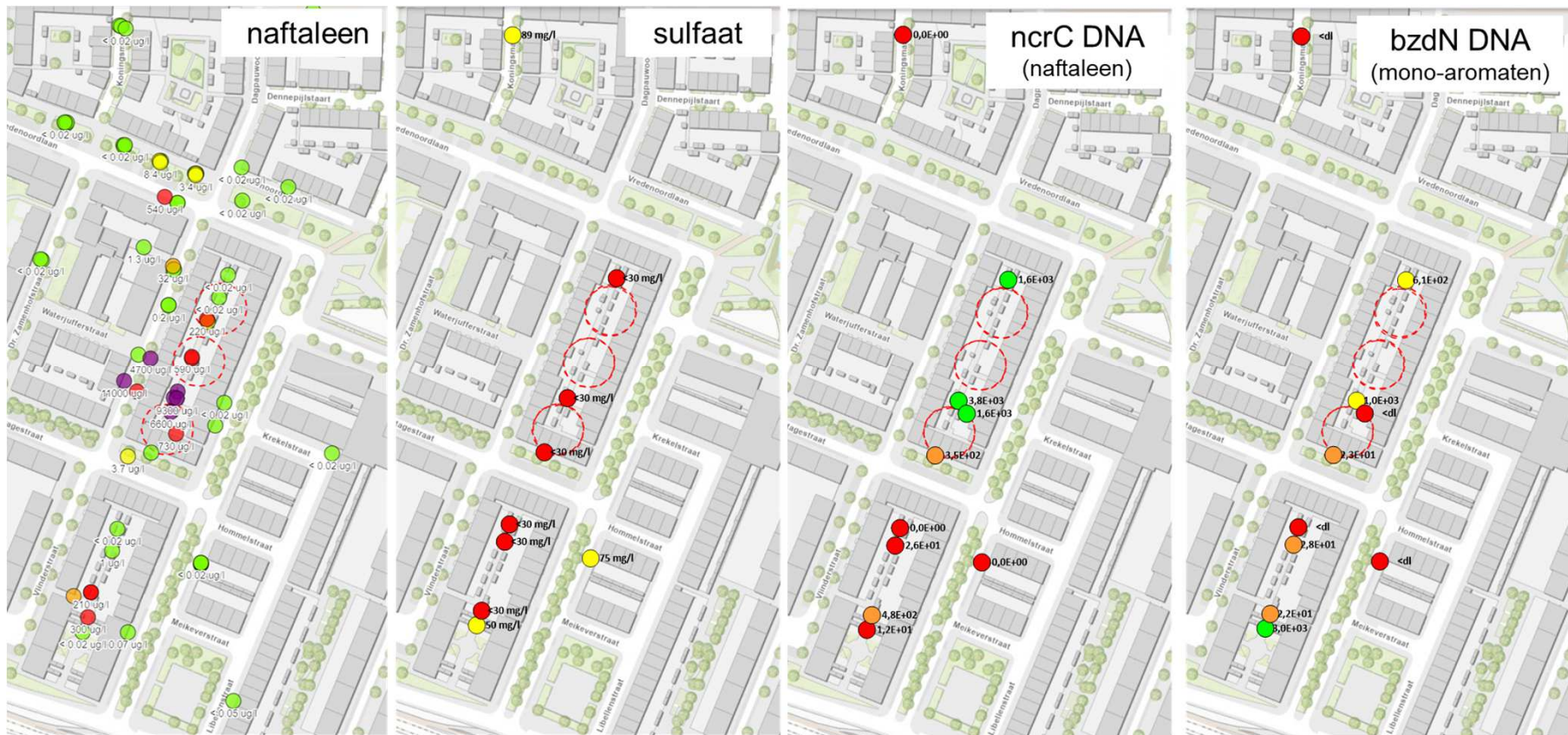
GFK: verspreiding in het pleistocene pakket



Daarnaast ook (beperkte) verspreiding van indaan, trimethylbenzenen, alkylnaftalenen, etc.



GFK: onderzoek naar natuurlijke afbraak



Gasfabriek Kralingen - uitkomsten

- Identificatie van componenten gedetecteerd als minerale olie (PAK, indaan, trimethylbenzeen, methylnaftalenen etc.)
 - Duidelijke aanwijzingen voor sterke, anaerobe afbraak BTEXN
 - Relatief weinig verspreiding van de meest mobiele componenten
 - *in bronnen en pluimen DNA aangetroffen dat codeert voor specifieke, bij de afbraak betrokken enzymen*
- Ook voor andere stoffen beperkte verspreiding gevonden
- Geen specifieke DNA assays beschikbaar
 - Onderbouwing afbraak door intermediären analyse (loopt nog)

→ **Bewijs voor afbraak belangrijke onderbouwing voor mogelijke afbouw actieve aanpak**

Bewijslijnen

Afname van concentraties

Mate van verspreiding

Ontstaan van afbraakproducten

Beïnvloeding van redoxcondities

Moleculair-biologische technieken

Stabiele isotopen analyse

Ontstaan van intermediären

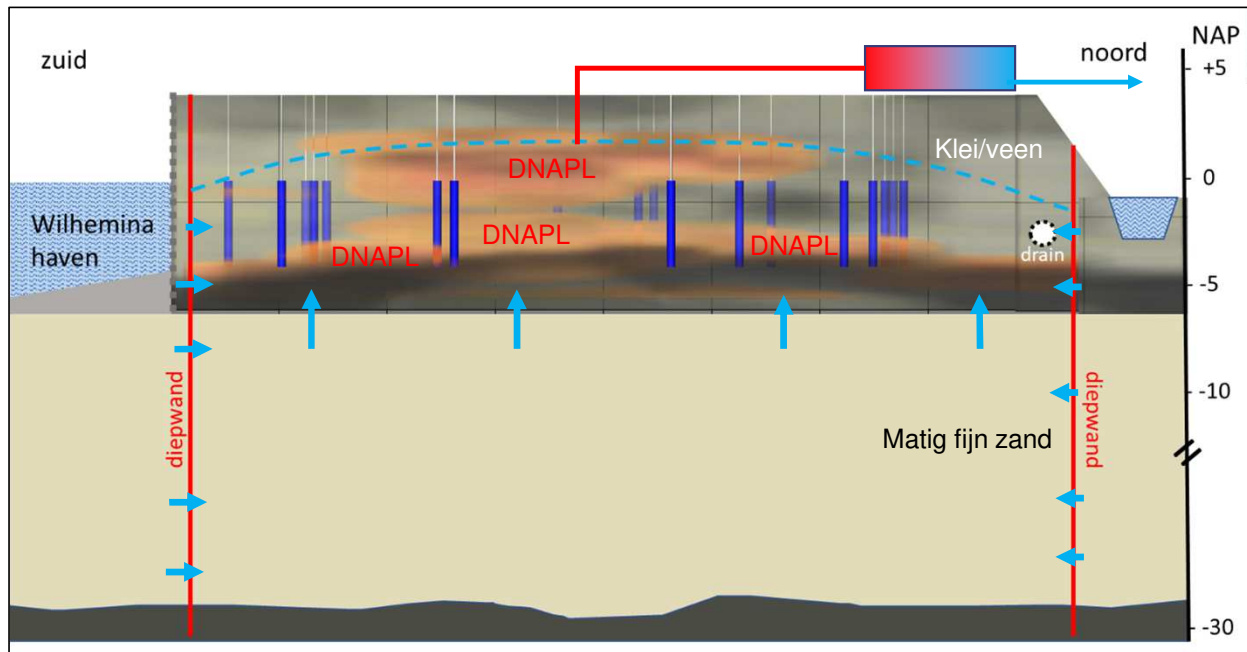
Afbraaktesten (lab)

In situ microcosm (bv Bactrap)



2. HVB Dordrecht

Voormalige creosoteerinrichting NS klassieke IBC locatie

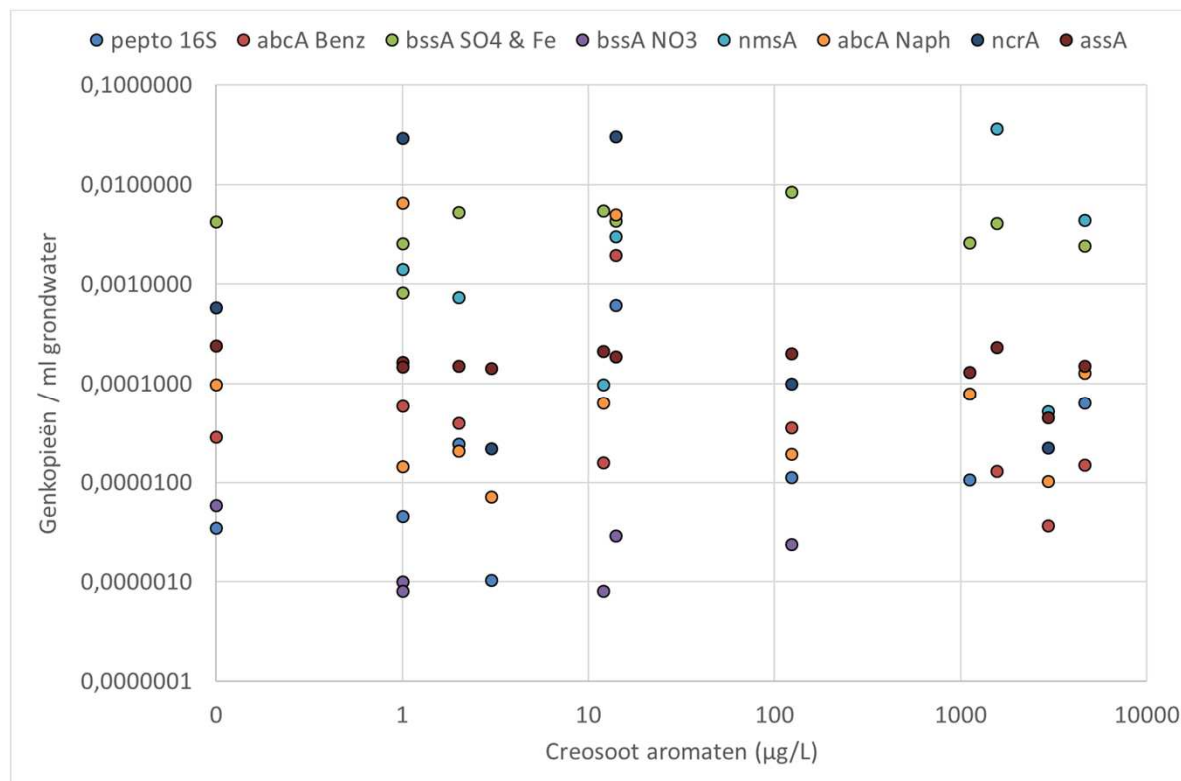


HVB Dordrecht - is afbouw IBC mogelijk??

- Hydrologische balans
- Update CSM: verontreinigingssituatie en redoxcondities
- Stabiele isotopen analyse
- *DNA-analyses*
- Intermediaire analyse

HVB Dordrecht - DNA-analyses

Zeer lage aantallen kopieën, geen relatie met verontreinigingsgraad



HVB Dordrecht - uitkomsten

- Van nature zeer sterk gereduceerde (methanogene) condities
- Onvoldoende natuurlijke afbraak om (effectieve) IBC-maatregel te kunnen afbouwen (isotopen, DNA, intermediaren)
- Opheffen van het tekort aan elektronen acceptoren als mogelijk alternatief

Bewijslijnen

Afname van concentraties

Mate van verspreiding

Ontstaan van afbraakproducten

Beïnvloeding van redoxcondities

Moleculair-biologische technieken

Stabiele isotopen analyse

Ontstaan van intermediaren

Afbraaktesten (lab)

In situ microcosm (bv Bactrap)



3. Olasfa - De Olster Asfalt Fabriek

Asfaltfabriek in de uiterwaarden van de IJssel bij Olst

1903-1983: verwerking van teerproducten

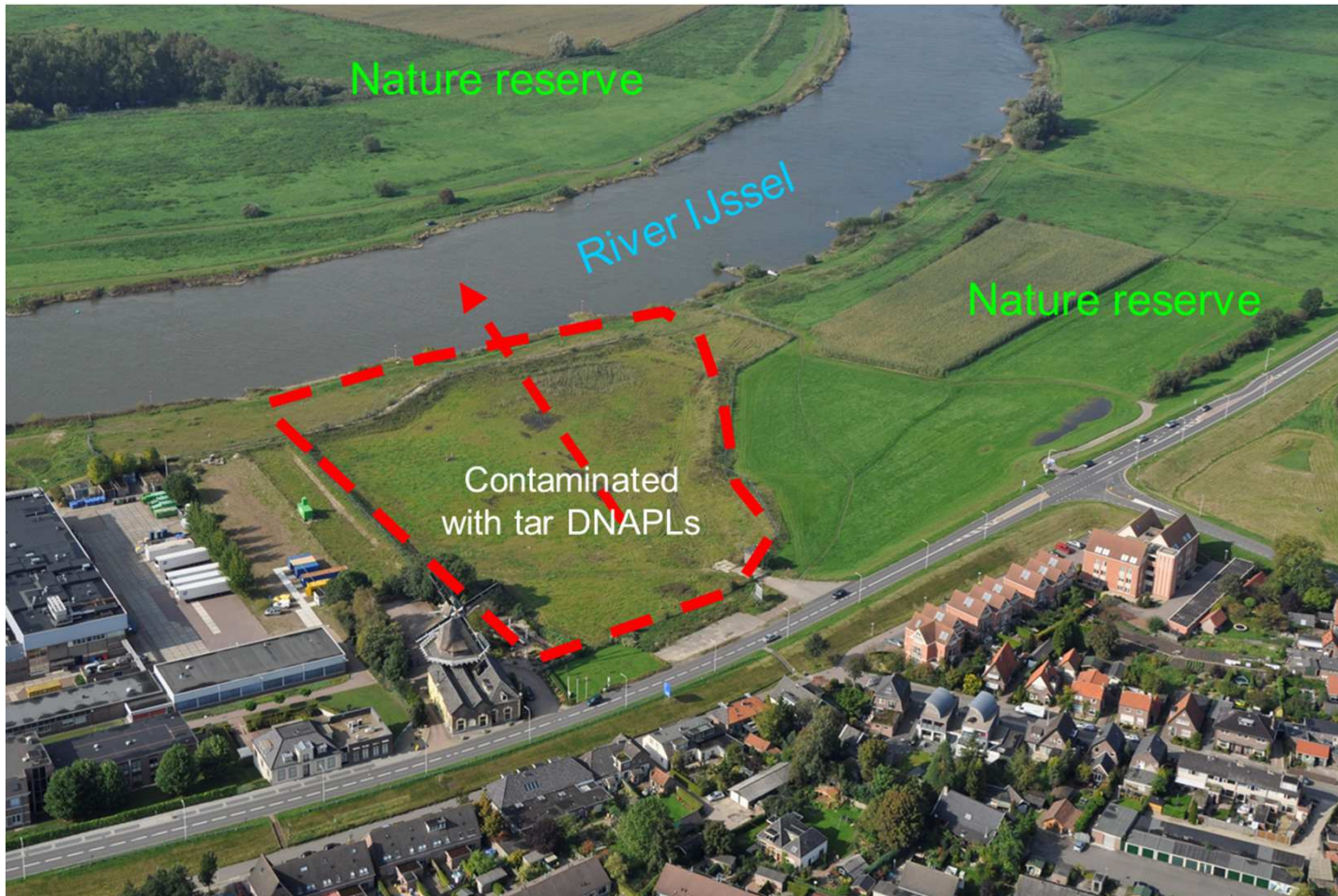
1983: aansprakelijkheid → Provincie Overijssel

1989-1999: sloop en afvoer stortmateriaal

2006-2007: ontgraving bovengrond (Fase 1 sanering)



Olasfa - situatie na ontgraving bovengrond



Olasfa - dwarsdoorsnede en saneringsaanpak Fase 2

Ontgraving

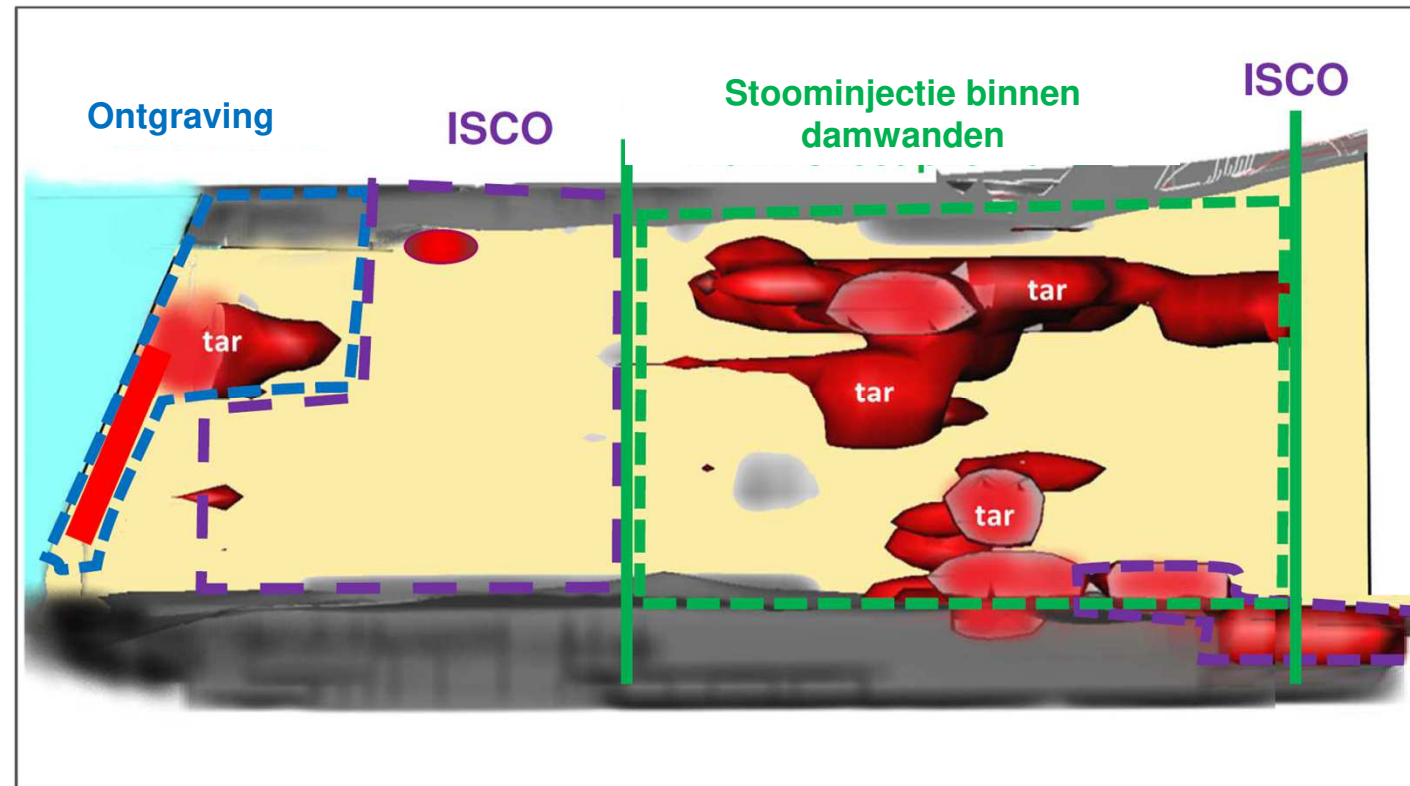
- Waterbodembodem
- gedempte haven

Stoominjectie

- Centraal brongebied

In situ Chemische Oxidatie

- Pluimgebied
- Kleine bronzones + polishing na stoom



Olasfa - implementatie Fase 2 (2012-2019)



Olasfa: situatie na sanering (2019-2020)

Ontgraving

- Beperkte, acceptabele restverontreiniging
- Emissie-eisen IJssel gehaald

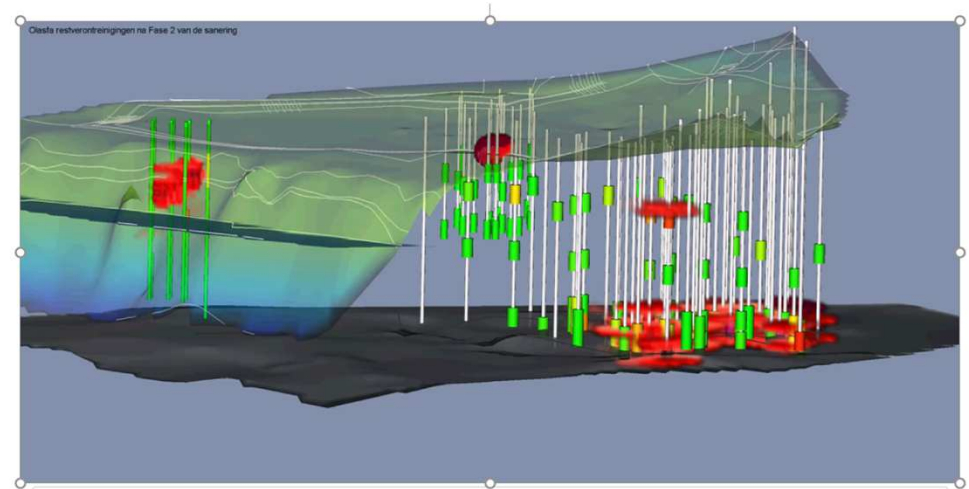
Stoomgestimuleerde extractie

- >90% van de vracht verwijderd
- Twee bronzones voldoen aan doelstelling
- Restverontreiniging met pure teer in andere twee bronzones (>1.000 µg/l naftaleen, minerale olie)

ISCO – bronzones

- Restverontreiniging met pure teer in vijf bronzones (>1.000 µg/l naftaleen, minerale olie)

→ **Patstelling (tijd, kosten, overlast)**

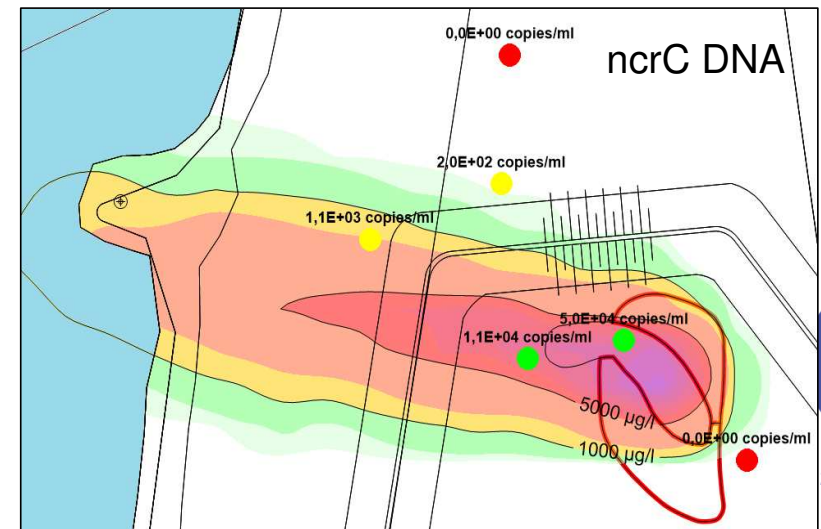
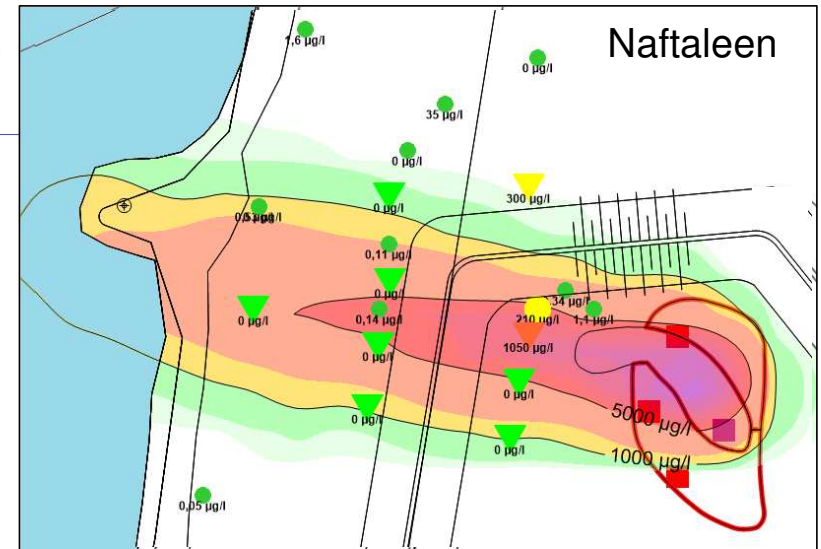
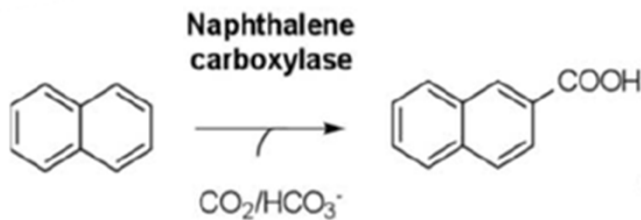


Olasfa - rol van natuurlijke afbraak (I)

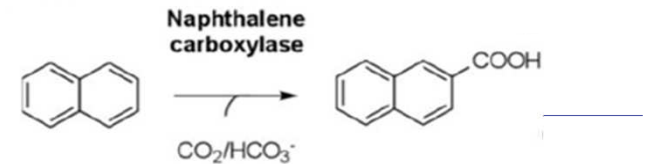
Pluim van aparte, bronzone A6 veel kleiner dan verwacht: alleen te verklaren door snellere afbraak

→ Extra onderzoek naar natuurlijke afbraak:

- Minder sterk anaeroob dan hoofdpluim (ijzer / sulfaatreducerende condities)
- Sulfaat stimuleert naftaleenafbraak in labtesten
- PCR analyse: in bron en pluim hoge concentraties ncrC-DNA dat codeert voor anaerobe afbraak van naftaleen

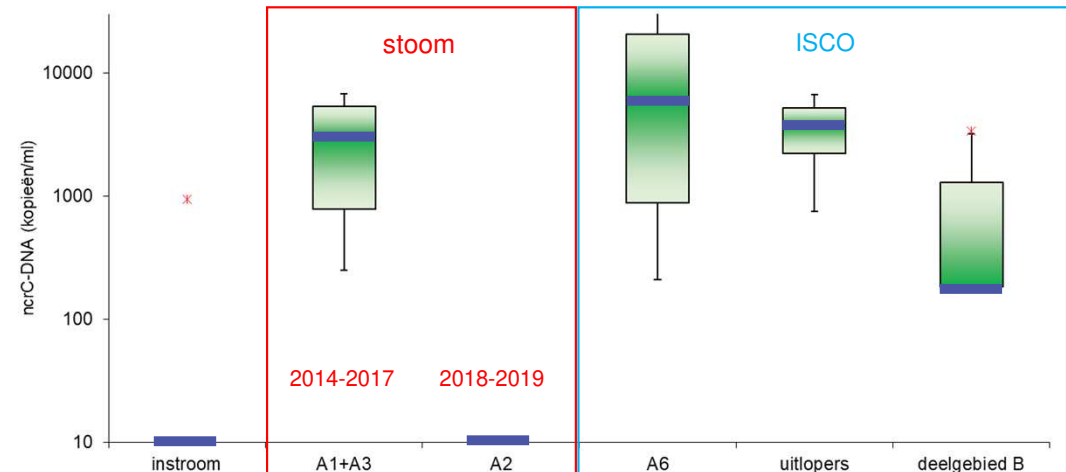


Olasfa - Rol van natuurlijke afbraak (II)



Aanvullend onderzoek afbraak naftaleen (2020)

- ncrC-DNA gevonden in alle verontreinigde zones, behalve recent gestoomde zone
- sulfaat uitgeput in (voormalige) pluim zones, bovenstrooms aanwezig
- Voldoende afbraakcapaciteit (sulfaat, Fe) voor nalevering uit restverontreinigingen



- Bevoegde gezag accepteert bewijs voor snellere natuurlijke afbraak van naftaleen (DNA-resultaten cruciaal)
- Toestemming om hogere (maar nog steeds conservatieve) afbraaksnelheid aan te houden in model
- Acceptabele verspreiding → formele afsluiting Fase 2

Olasfa - uitkomsten

- Door vrachtverwijdering is de nalevering uit de bronzones voldoende verlaagd om op de natuurlijk afbraakcapaciteit te kunnen vertrouwen
- DNA-analyses cruciale bewijslijn voor acceptatie van het saneringsresultaat
- Monitoring (Fase 3) in belangrijke mate gericht op valideren aannames over afbraak

Bewijslijnen

Afname van concentraties

Mate van verspreiding

Ontstaan van afbraakproducten

Beïnvloeding van redoxcondities

Moleculair-biologische technieken

Stabiele isotopen analyse

Ontstaan van intermediären

Afbraaktesten (lab)

In situ microcosm (bv Bactrap)



Samenvattend

Natuurlijke afbraak van teercomponenten kan ook onder anaerobe condities verspreiding ervan beperken, beschikbaarheid elektronen-acceptoren is daarbij een belangrijke factor

Complexe samenstelling (en gedrag) van teer vereist meerdere bewijslijnen voor natuurlijke afbraak

Moleculair-biologische technieken:

- kunnen krachtig en toegankelijk (begrijpelijk) bewijs leveren voor natuurlijke afbraak van teercomponenten
- Hebben de potentie om nog krachtiger te worden (kennis afbraakprocessen, NGS, RNA, proteomics....)





**Dank voor uw
aandacht**



Frank Volkering



+31 6 115 25 428



frank.volkering@tauw.com

