



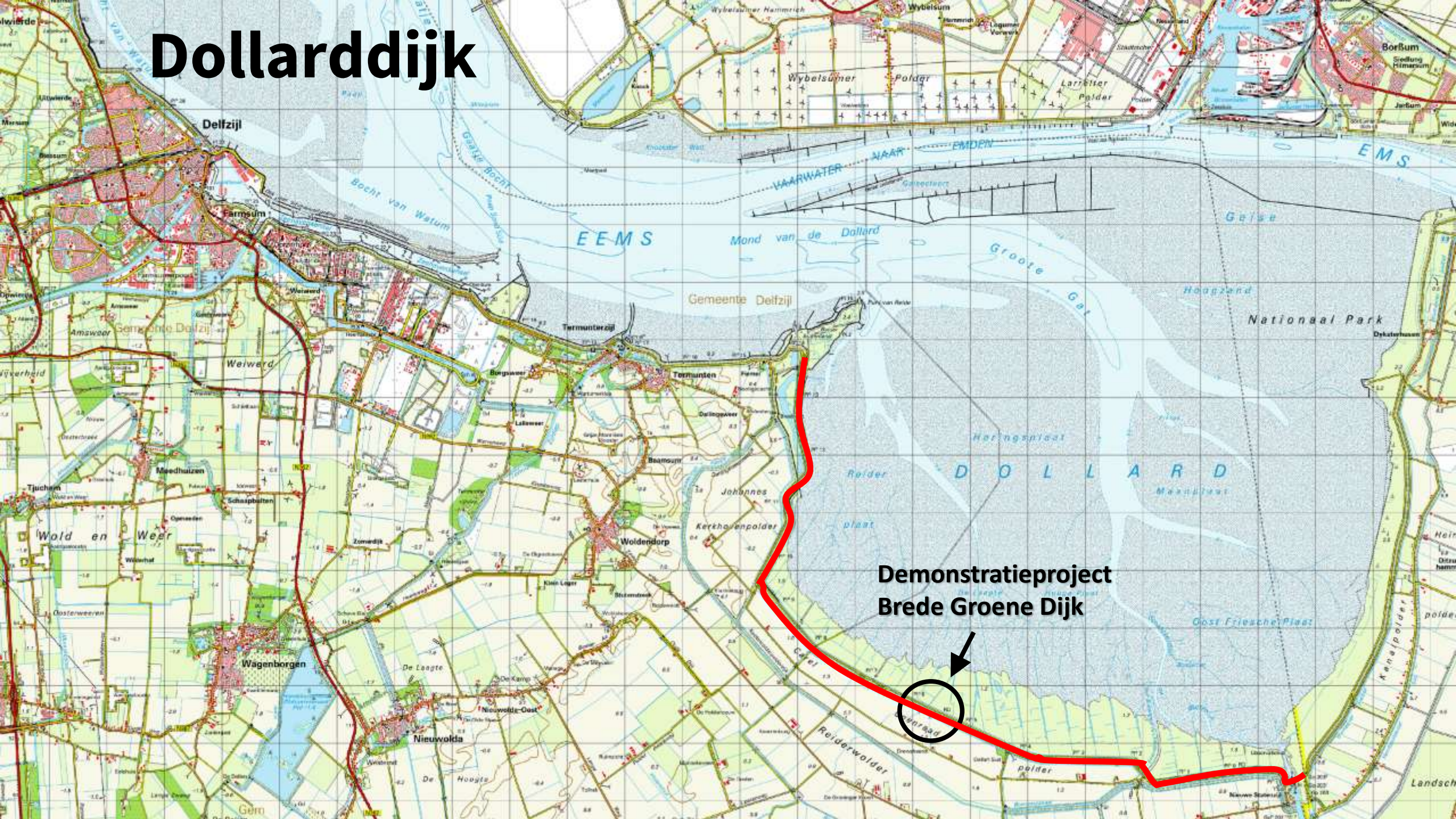
Demonstratieproject

# Brede Groene Dijk

Henk van Norel  
Marco Veendorp  
Waterschap Hunze en Aa's  
Workshop Structuurvorming, oktober 2024



# Dollardijk



Demonstratieproject  
Brede Groene Dijk





# Terugblik op de Brede Groene Dijk



- (1) De Eems-Dollard moet schoner!
- (2) Onze oosterburen bouwen zeedijken van klei
- (3) Oog voor circulariteit, biodiversiteit, klimaatadaptatie
- (#) Wij combineren deze 3 met een Brede Groene Dijk



Lokaal slib rijpen tot klei:

- Havenkanaal Delfzijl;
- Polder Breebaart;
- Dollardkweider.



# Fasering Brede Groene Dijk

**Fase 1:**  
Klutenplas  
2018

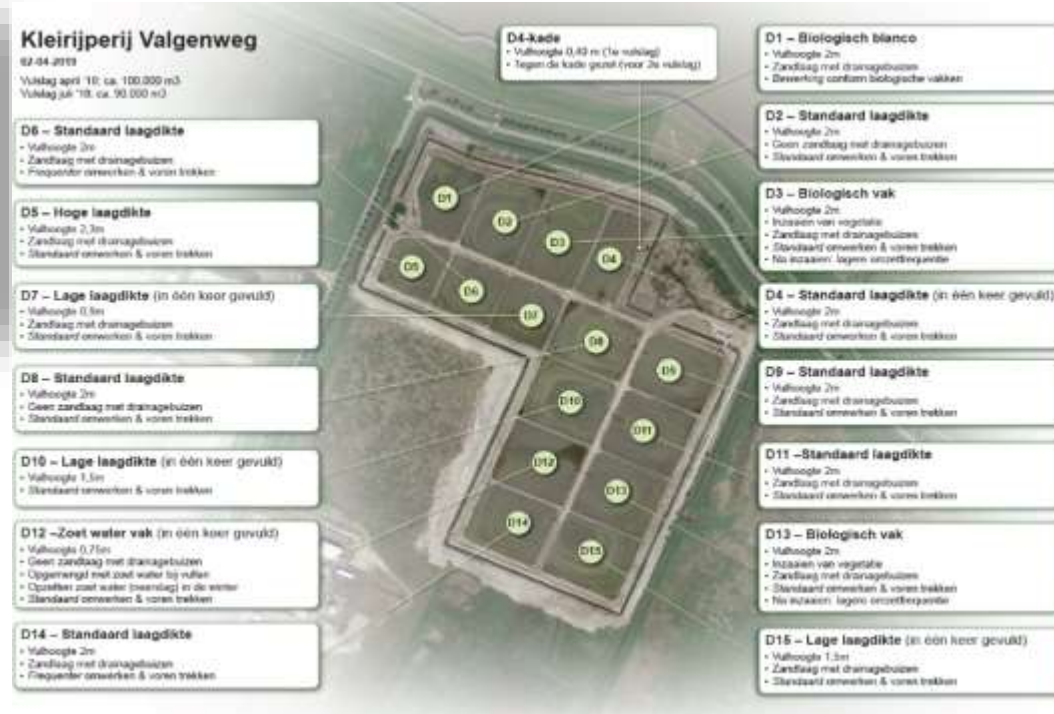


**Fase 2:**  
Slibdepot  
Rijpen klei  
2018 - 2021



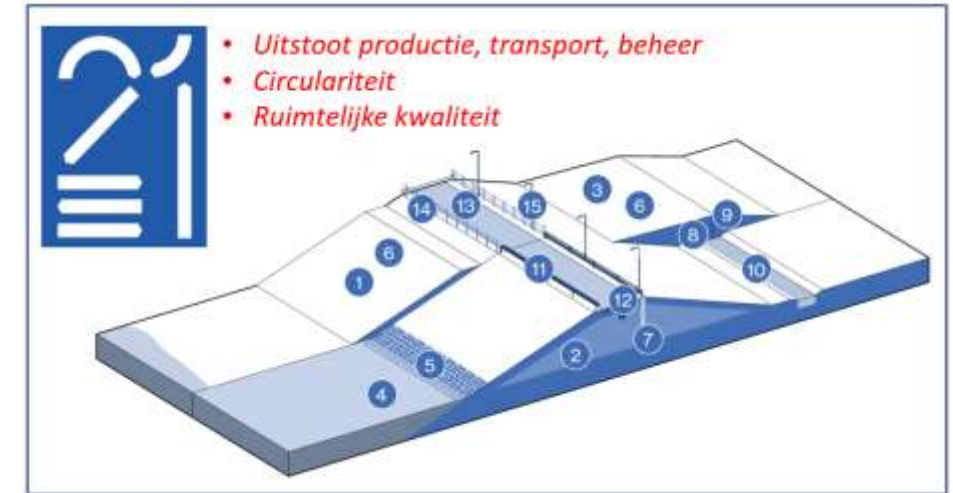
**Fase 3:**  
Aanleg 1 km BGD  
2019 - 2025

Fase 3a: Ontwerp fase kilometer dijk (2019 – 2022)  
Fase 3b: Aanleggen kilometer dijk (2022)  
Fase 3c: Monitoring aangelegde dijk (2022 – 2025)



# Samenwerking met de POV dijkversterking met Gebiedseigen Grond

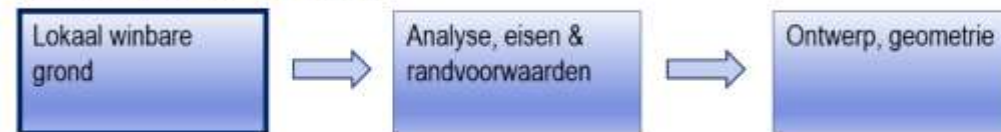
- Veel **discussies in projecten** over het kunnen/mogen benutten van 'afwijkende grond' (ENW).
- In buitenland is **grondgestuurd ontwerpen** normaal, maar vraagt en stimuleert meer vakmanschap
- Minder slepen met grond en een gebiedsgerichte aanpak dragen significant bij aan **duurzaamheid**.



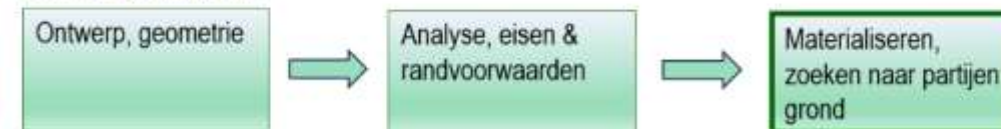
- Periode 2018 - 2022
- Fase 1: Verkennen mogelijkheden
- Fase 2: Focus op techniek

## Grond als uitgangspunt i.p.v. sluitpost

normale praktijk UK, BE, FR



huidige praktijk NL



Waarom zijn we hier ooit mee gestopt?

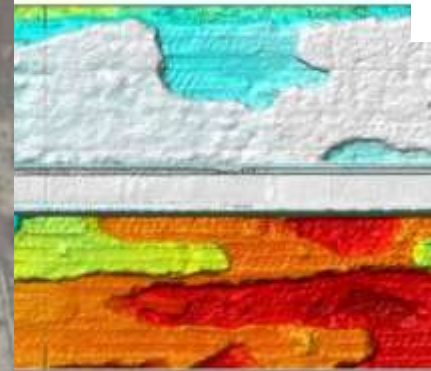




# Onderzoek Geschiktheid Deltaklei (OGD)

Toepasbaarheid en voorspelbaarheid

lokaal gewonnen bouw materiaal voor dijken





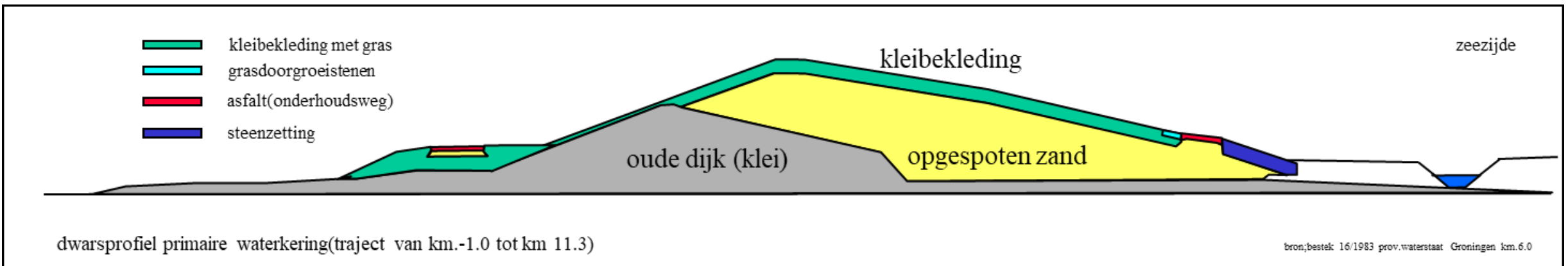
# Lessons Learned Kleirijperij

- Van zout baggerslib kan geschikte dijkkenlei worden gemaakt
- Inzichten inbreng slib, rijpingsproces, effecten maatregelen, laagdikte om en komen tot een kostenefficiënt rijpingsproces



# Huidige dijk

- Laatste dijkversterking 1983-1985
- Versterking buitenwaarts





# Beheer en onderhoud

- **1985 – 1993**                      **Ernstige scheurvorming  
zeer intensief beheer en onderhoud**
- **1993 – 2000**                      **Veel scheurvorming  
intensief beheer en onderhoud**
- **2000 – heden**                      **Seizoensafhankelijke scheurvorming  
regulier beheer en onderhoud**



# Uitvoering (1983 – 1985)

- Hoog vochtgehalte klei bij aanbrengen kleidek
- Uitvoering deels in winterperiode
- Kleitekort: Bijmengen met zand



Aanbrengen kleilaag op zandlichaam  
(januari 1985)



# Herkomst klei: Kwelder







# Waarnemingen kleiblokken en profielkuilen

## Kleiblokken:

- Matige samenhang in de klei
- Brokkelige klei
- Zandlenzen



## Profielkuilen:

- Bovenste laag losse structuur
- Vanaf 70 cm-mv dichte structuur
- Brokkelige klei





# Deltagootproeven





# Erosie Dollarddijk door golven van $H_{m0} = 2,0$ m





# Snelle erosie Dollarddijk

- Beperkte samenhang in de klei (brokkeligheid)
- Zandlenzen, zandpockets
- Losse structuur (hoog poriëngehalte)
- Beschadiging grasmatt



## Problemen bij de uitvoering:

- Natte klei, slecht verdicht
- Bijmengen zand

# Technische vragen voorjaar 2020

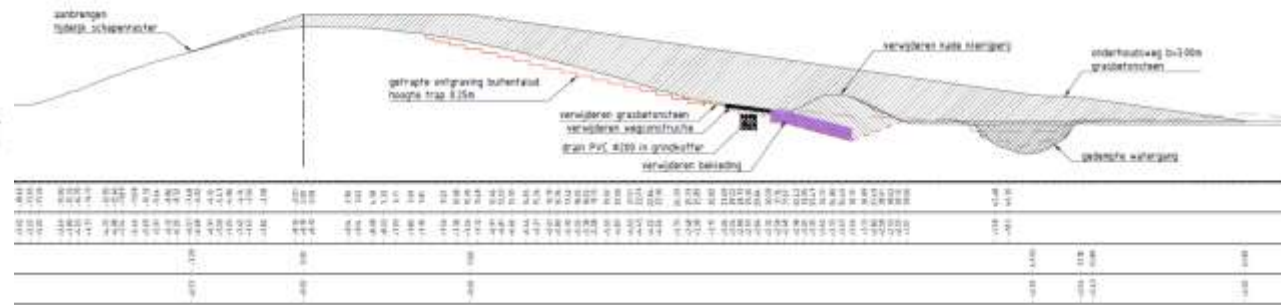
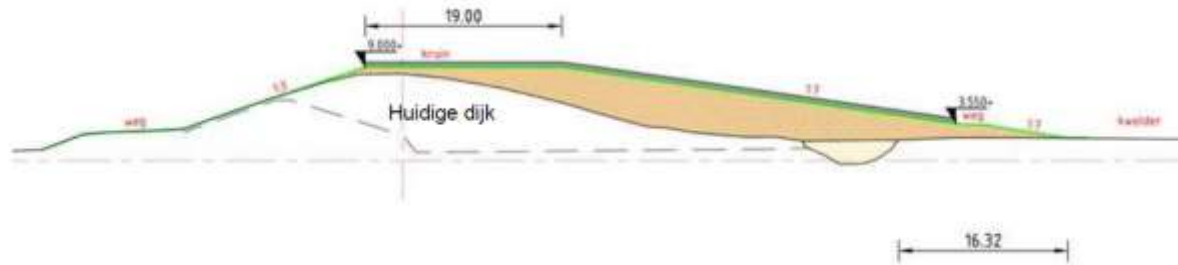
- Uitgangspunt ontwerpberekeningen: standaard kleikwaliteit; Hoe kunnen we omgaan met een andere kleikwaliteit?
- Welke mogelijkheden hebben we om met de gerijpte klei de waterveiligheid te garanderen?
- Welke erosiecoëfficiënt passen we toe in het erosiemodel? Kunnen we deze ook empirisch bepalen?
- Wat doet een hoger zout- en organisch stofgehalte?
- Welke bandbreedte aan eisen mogen we t.a.v. veiligheid hanteren?
- Wat betekenen afwijkende parameters voor het ontwerp?
- Wat zijn de resultaten van het laboratoriumprogramma?
- Hoe zit het met de verwerkbaarheid en verdichtbaarheid van het materiaal?





## OGD onderzoek BGD

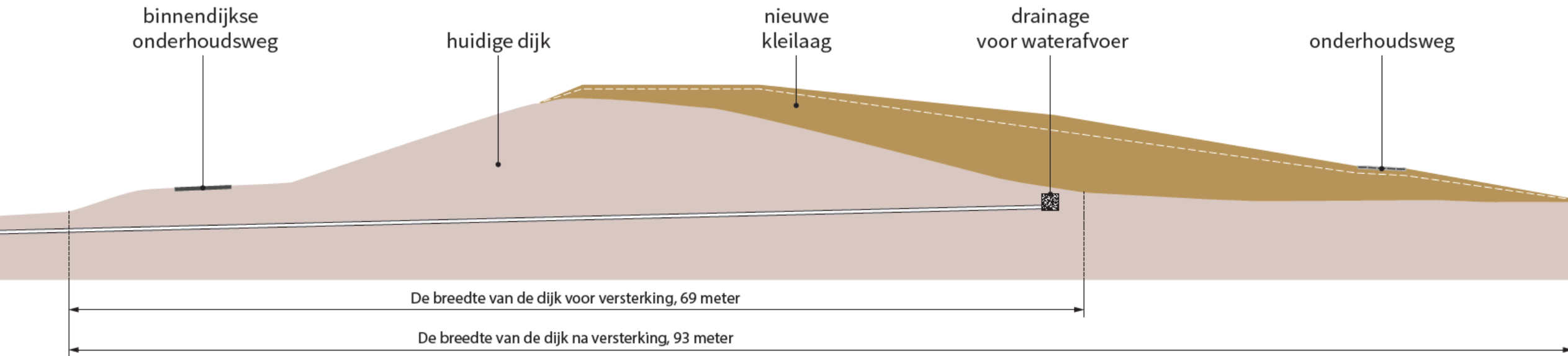
# Ontwerptimalisatie Brede Groene Dijk



- Onderzoek leidt tot optimalisatie
- Nieuwe rekenmethodes leiden tot aanscherping
  - Benodigde kleidikte van 3,5 → **2,5 m** → 2,0 m?
  - Kruinbreedte naar 11 meter (i.p.v. 19 meter)
- Vervolgonderzoek met nieuw basismengsel gras én kruidenrijke stroken + natuurlijke aansluiting op de kwelder



# Ontwerp BGD (demonstratieproject)





**Zorgvuldige uitvoering  
BGD '22:**

- Juist vochtgehalte
- Goed verdichten
- Dunne lagen
- Intensieve monitoring



# Scheurvorming

- Eerste deel groeiseizoen 2023 droog, veel scheuren (oppervlakkig)
- Tweede deel groeiseizoen 2023 meer neerslag, scheuren snel weer dicht
- In 2024 nog vrijwel geen scheuren zichtbaar.
- In 2025 onderzoek met profielkuilen





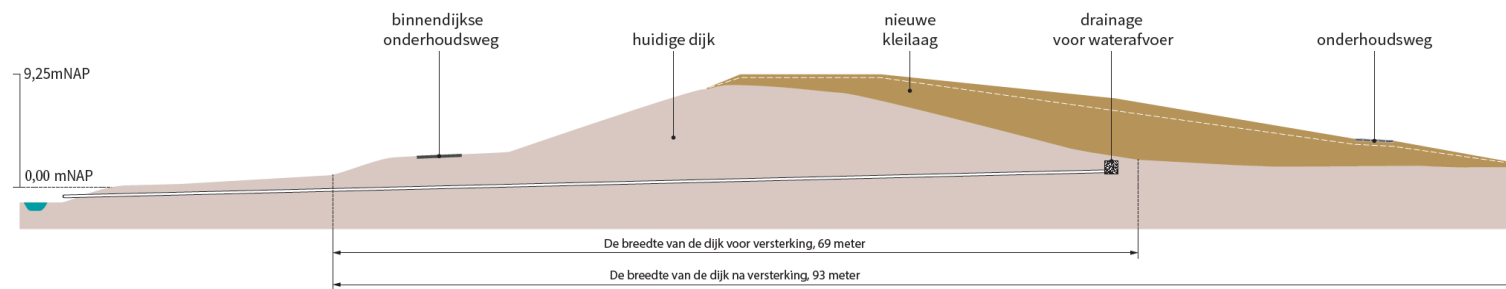
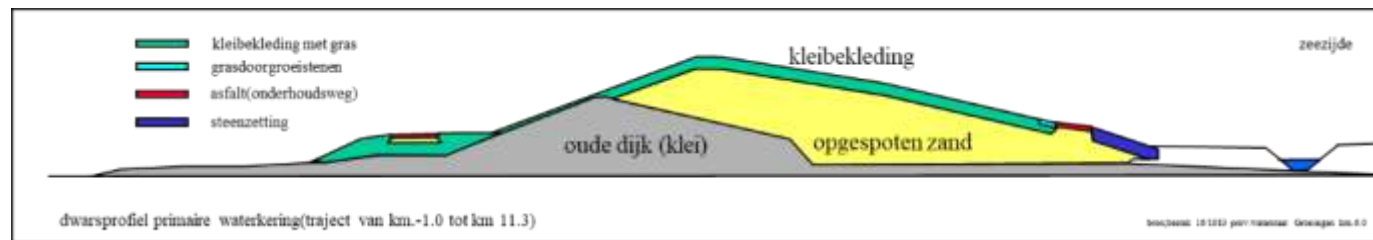






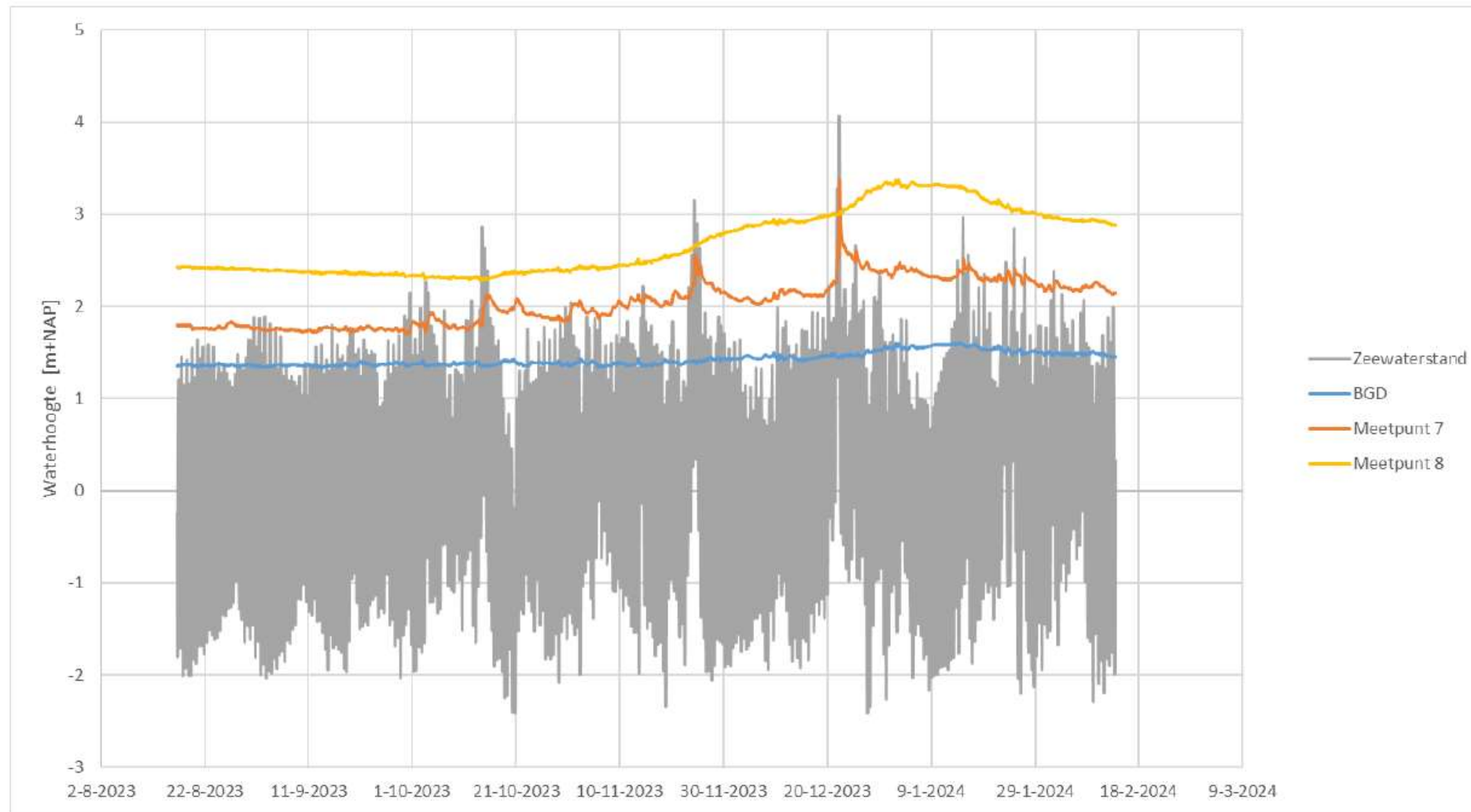
# Scheurvorming

## Invloed van dikte van de kleilaag op scheurvorming (vochtleverend vermogen)





# Invloed kleilaag op grondwaterstand in dijk



# Reservesheets



# Grasbekleding



# Grasbekleding

- **Geen leeflaag toegepast**
    - Ervaring met grasgroei op proefdijk
    - Grasmatt faalt bij maatgevende storm, “klei moet het doen”
  - **Ingezaaid in najaar (direct na aanleg dijk)**
    - Bovenste laag rul gemaakt met rotorkoepel
    - Daarna niet goed aangerold
    - Eerste winter toplaag erg modderig
- **In het vervolg pas het volgende voorjaar inzaaien!**





# Grasbekleding

• Mei 2023





# Grasbekleding

• Mei 2023





# Grasbekleding

• Mei 2024





# Grasbekleding

• Mei 2024

