



VRIJE  
UNIVERSITEIT  
AMSTERDAM

AARDWETENSCHAPPEN



# Aardwarmte onder Amsterdam?

KNAG Onderwijsdag  
Woensdag 22/11/2023

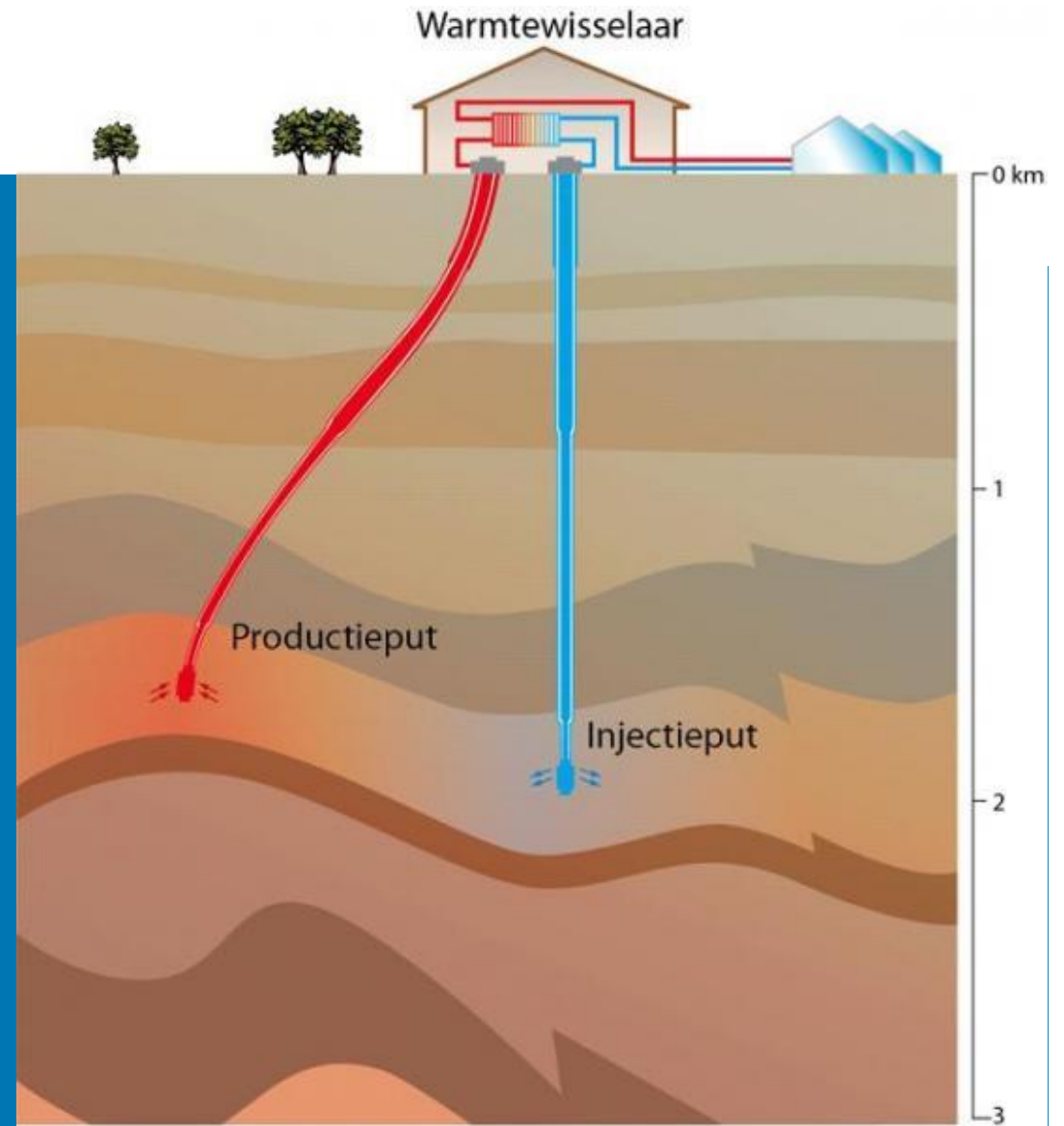
**Bertram Junk**  
Docent Aardwetenschappen

**Marit Jeisman en Brecht Reintsema**  
Studenten Aardwetenschappen



## De opdracht:

Kijk of het gesteente uit de gesteentekern geschikt is voor een aardwarmte project voor de gemeente Amsterdam



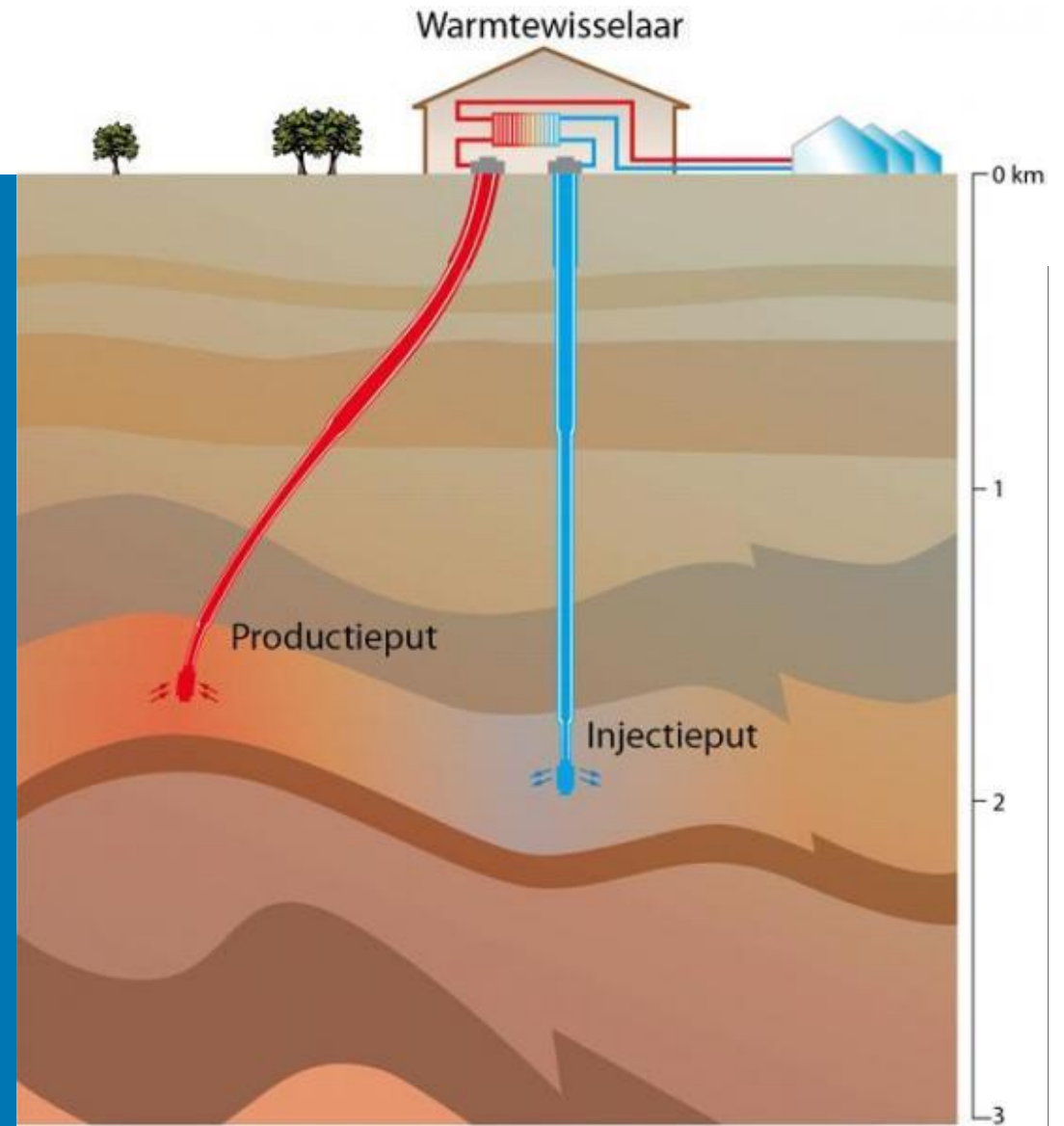
## Wat moeten we weten?

### 1. Hoe diep ligt het gesteente?

Hoe dieper hoe warmer ( $\sim 30^\circ\text{C}/\text{km} + 10^\circ\text{C}$ )  
Te diep is niet goed, porositeit vermindert

### 2. Is het gesteente geschikt?

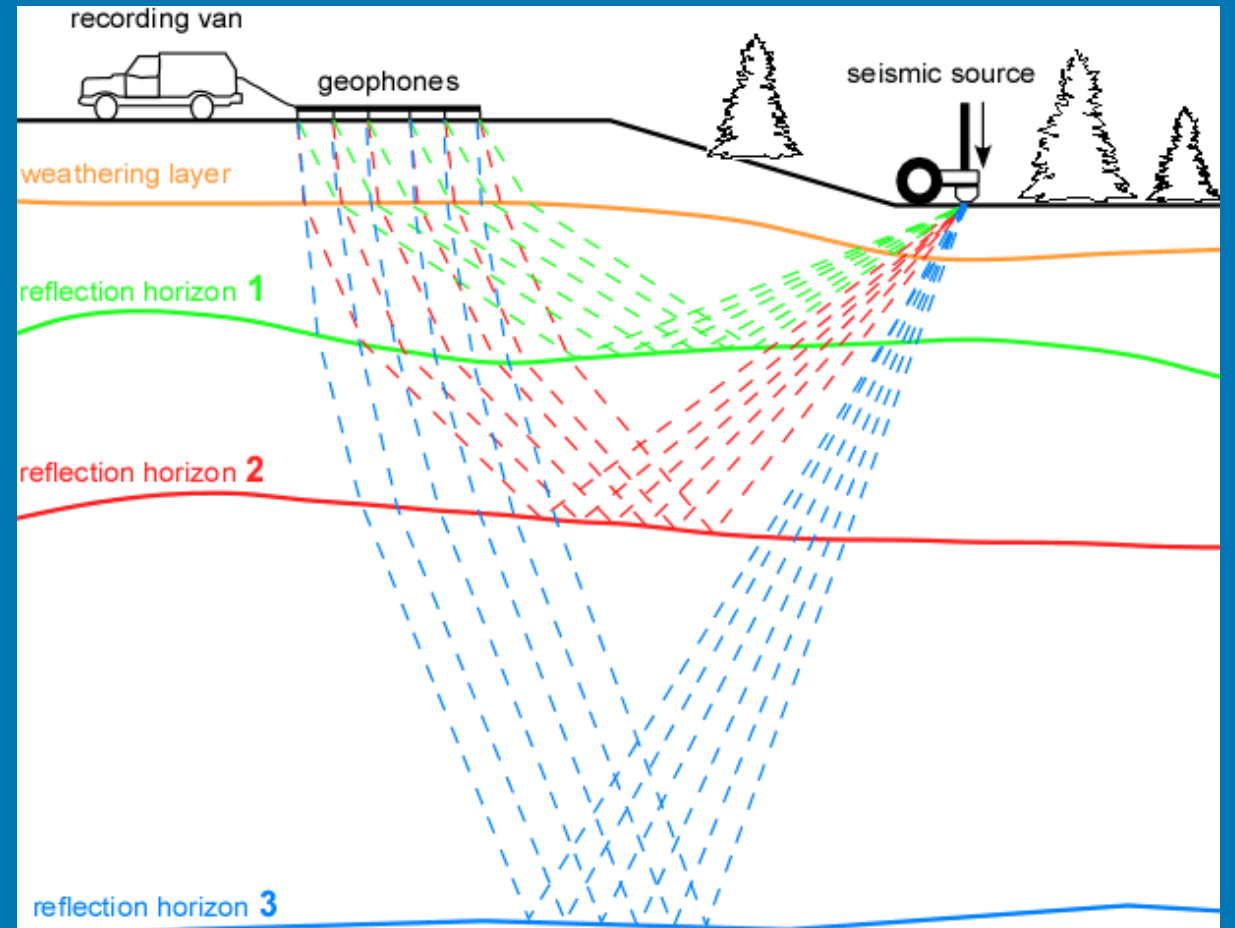
Wat is het type gesteente? Hoe is het gevormd? Wat is de porositeit? Kunnen we er voldoende warm water uithalen?



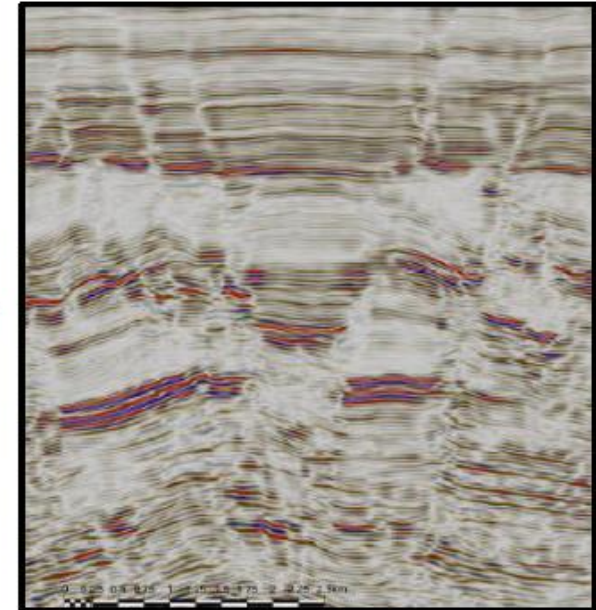
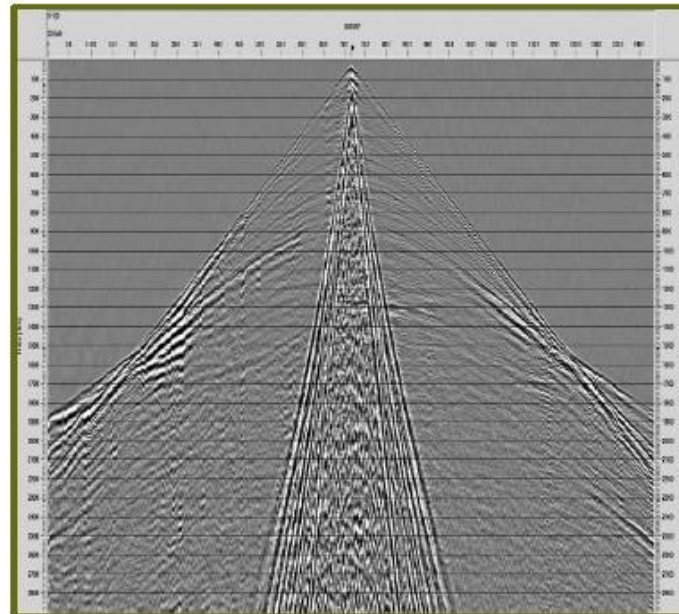
# 1. Hoe diep ligt het gesteente: Seismiek

Een geluidssignaal wordt  
uitgestuurd door een bron

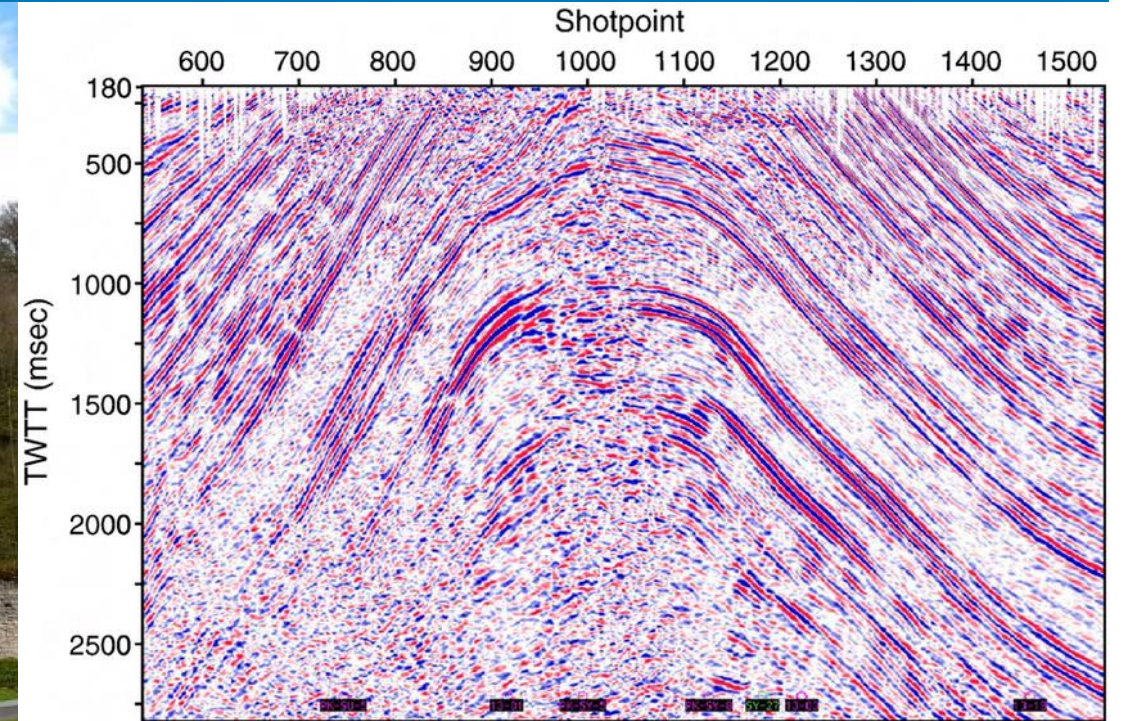
Het geluid reflecteert op  
gesteentelagen en komt aan bij  
een 'gefoon'



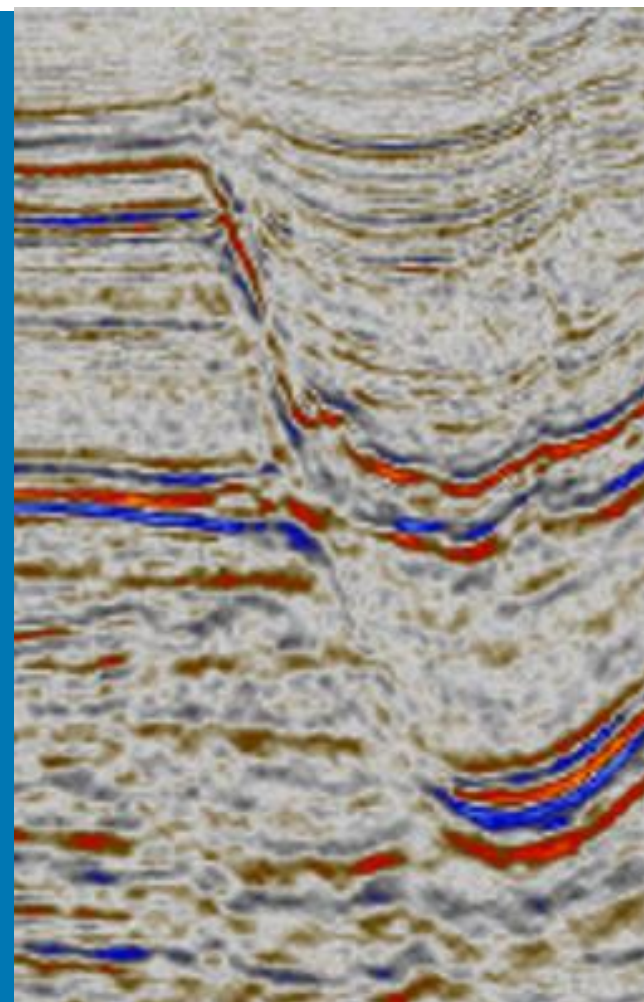
Door de signalen van de geofoons te combineren krijgen we een beeld van de structuur van de ondergrond



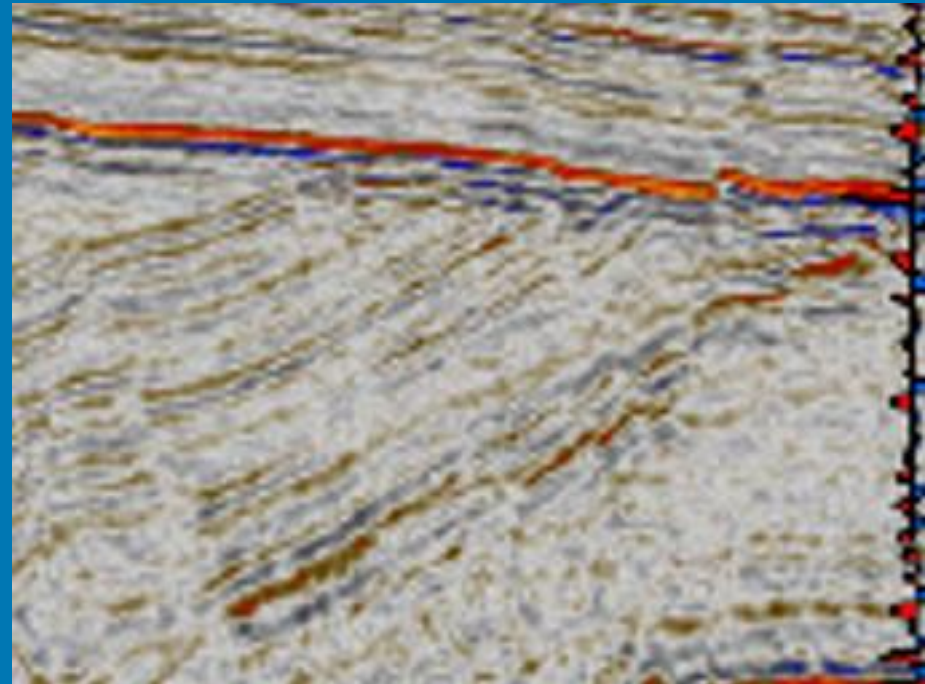
# Wat voor structuren? Plooiën



## Wat voor structuren? Breuken Gesteente is verschoven



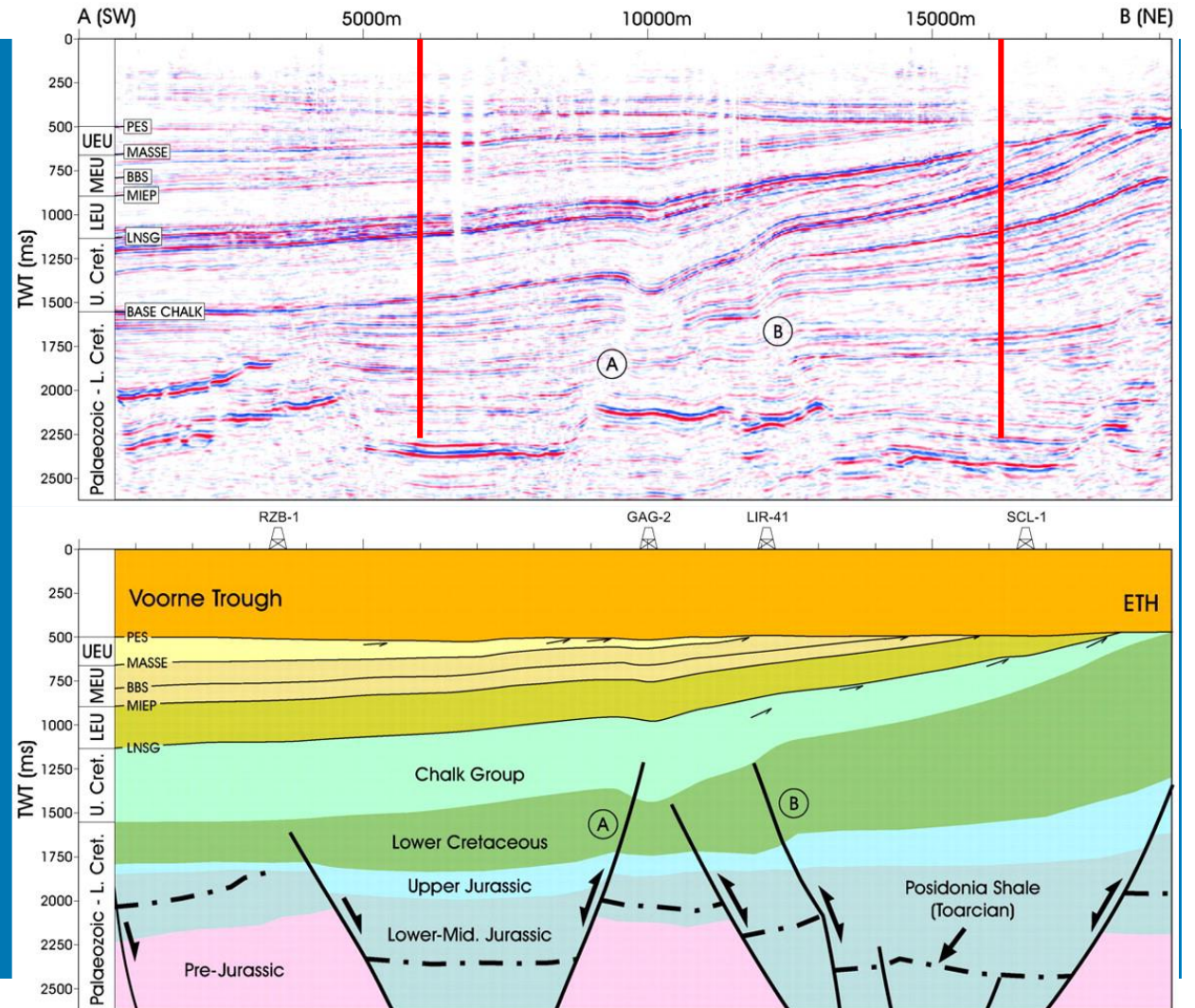
# Opheffing, erosie, scheefstelling en discordantie





Seismische sectie geeft de structuur van de ondergrond, maar niet waar het gesteente uit bestaat

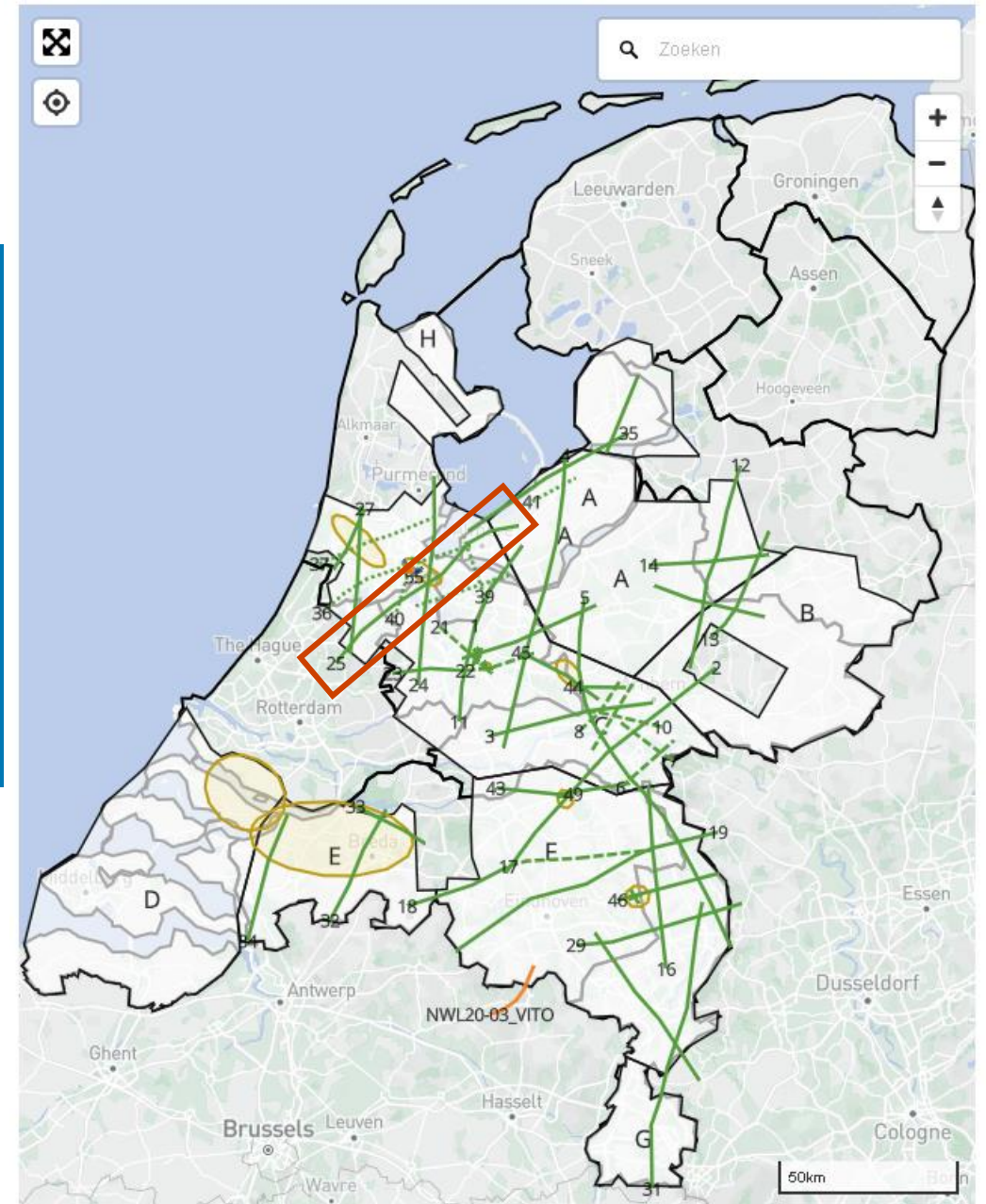
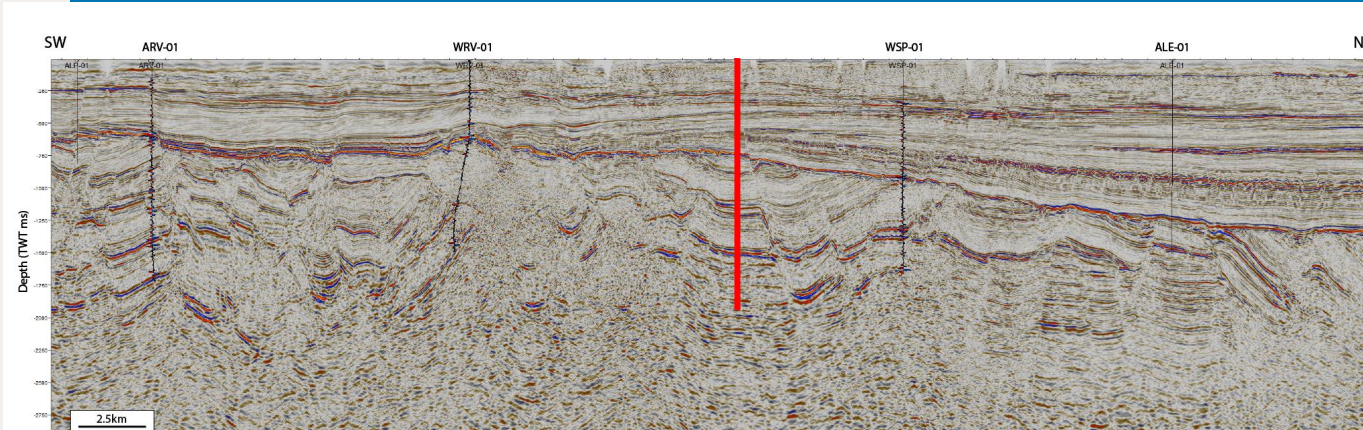
De combinatie van seismische sectie en boringen geeft een beter beeld



## Seismische sectie 25 Boskoop – Waverveen – Almere

Één van de nieuwe onderzoekslijnen van SCAN  
Aardwarmte

We kijken naar gesteenten uit verschillende  
boringen langs de seismische sectie



## *Sedimentaire gesteenten*

Versteende erosieproducten afkomstig van het land of uit de zee, of gevormd door levende organismen in zee.

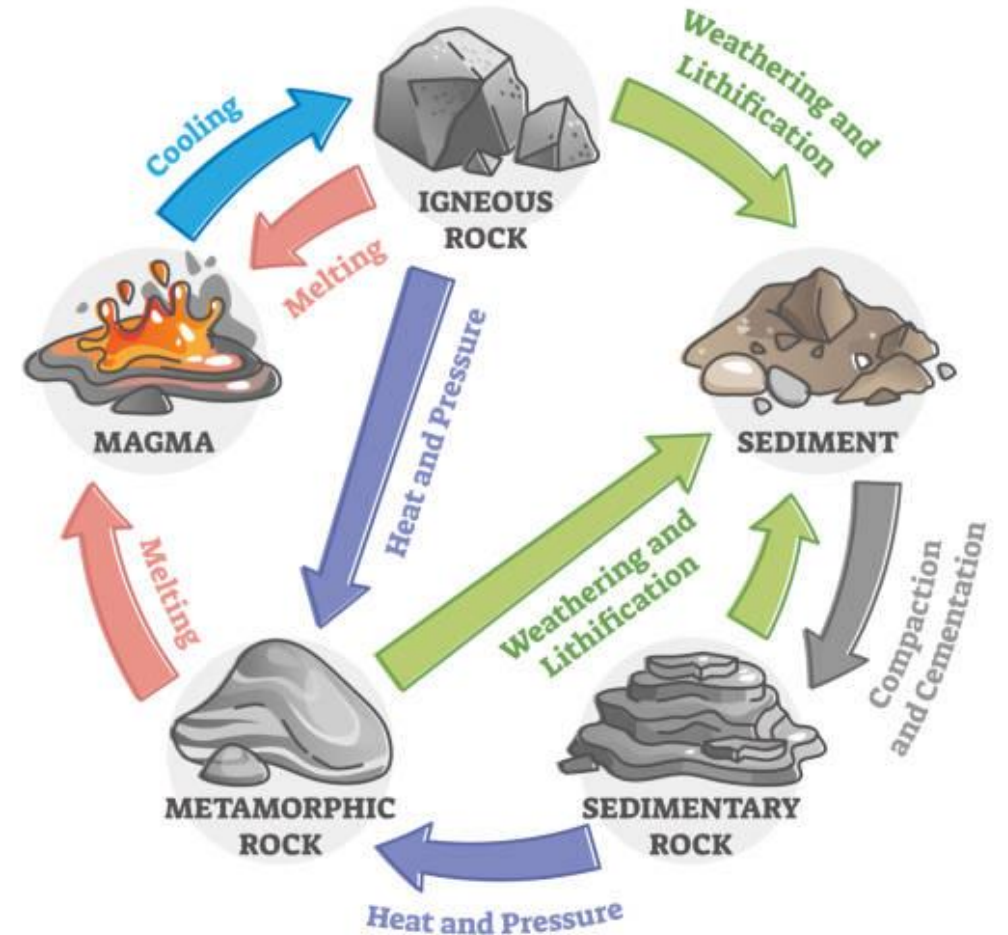
## *Stollingsgesteenten*

Ontstaan door afkoeling van en kristallisatie uit heet, vloeibaar magma (gesmolten gesteente).

## *Metamorfe gesteenten*

Uit vaste sedimentaire of stollingsgesteenten, die onder hoge druk & temperatuur zijn omgezet.

# ROCK CYCLE

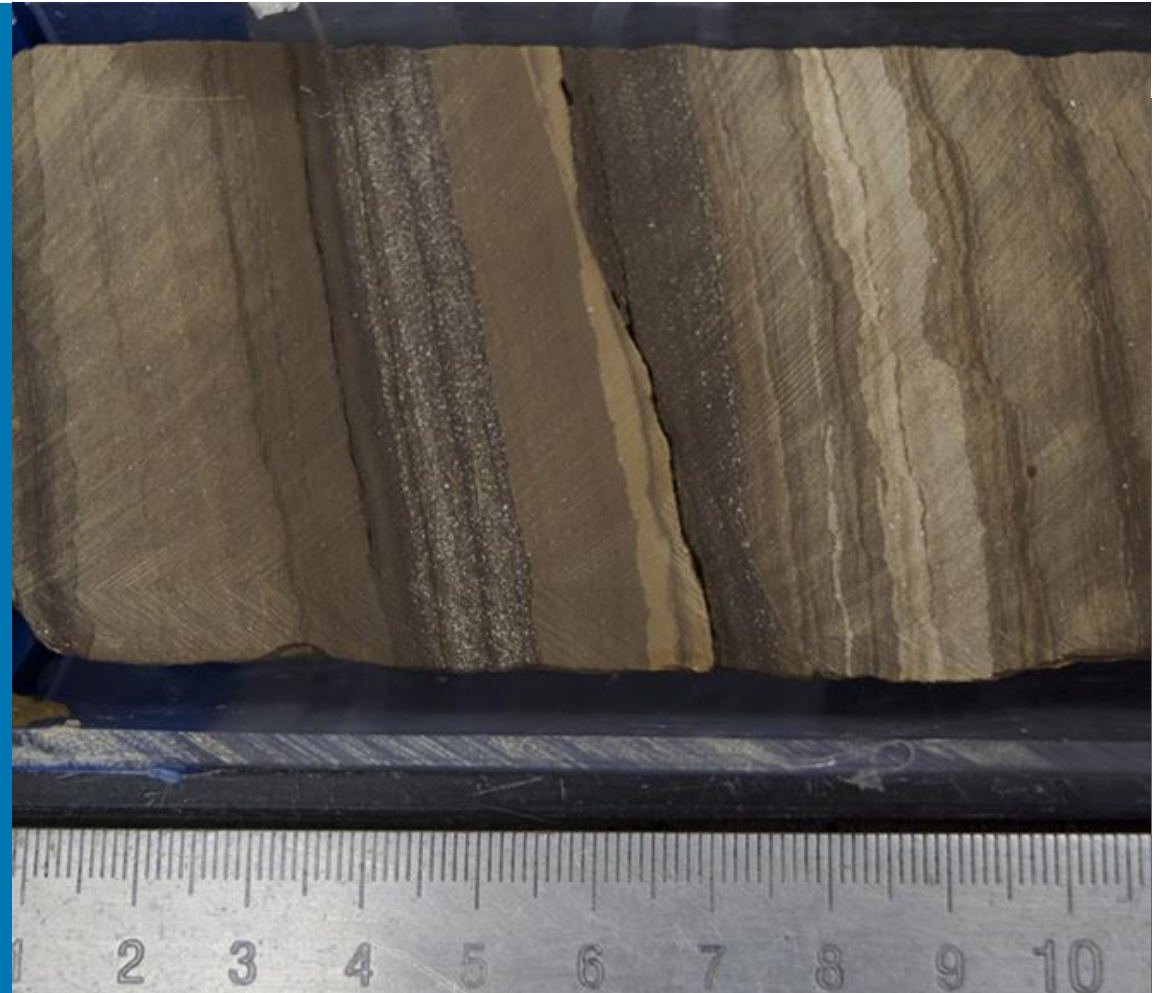


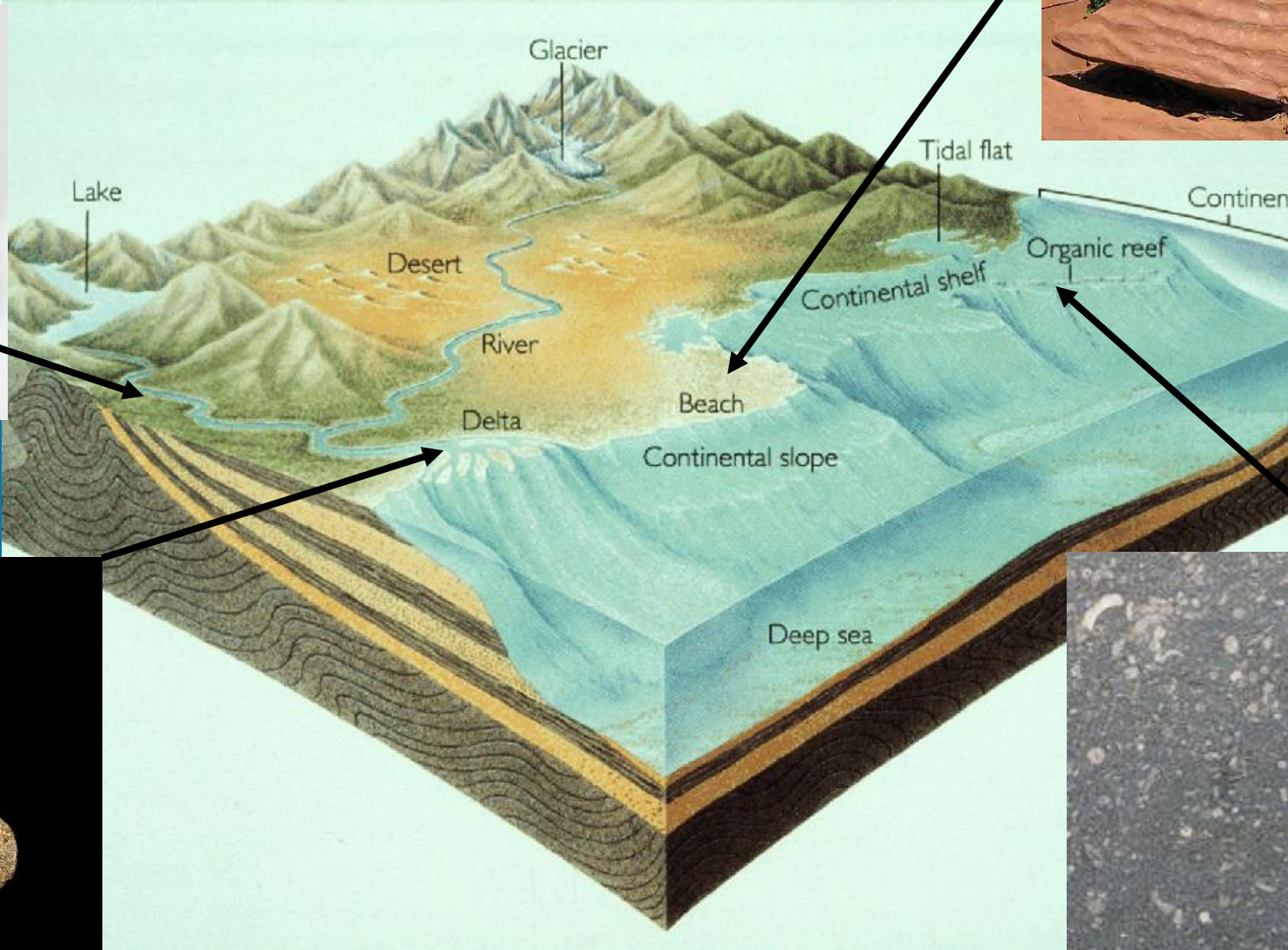
Hoe kijken we naar gesteente?

Kleur?

Zien er korrels zichtbaar?

Structuur?







VRIJE  
UNIVERSITEIT  
AMSTERDAM

AARDWETENSCHAPPEN

# De opdracht

## Hoe diep ligt het gesteente? Seismiek

Seismische sectie 25 Boskoop/Waverveen/Almere, op de sectie is de locatie van Amsterdam aangegeven.

Bepaal op welke diepte het gesteente van jouw team voorkomt onder Amsterdam en bereken de temperatuur:  
*Geothermische gradiënt =  $\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{km} + 10^{\circ}\text{C}$*

Ligt het te diep?  $>3$  km is voor geothermie ongunstig, porositeit wordt minder

Ligt het gesteente te diep onder de Amsterdam? Bereken dan voor Leiden of Almere op welke diepte die laag ligt

## Is het gesteente geschikt? Boorkern

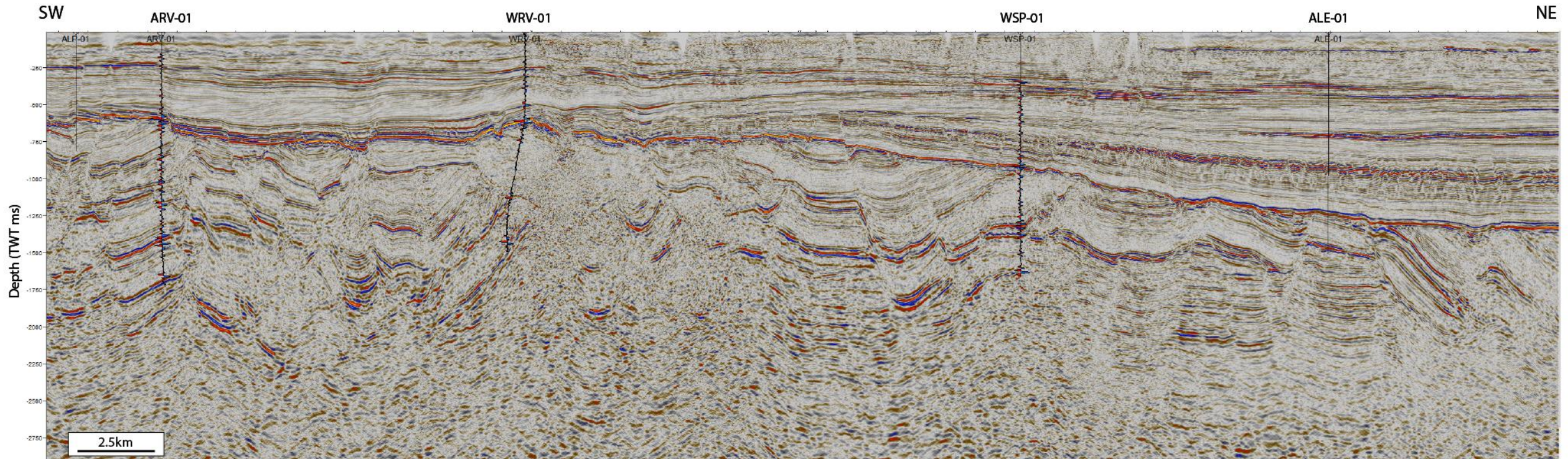
Uit boringen in de buurt komen op de aangegeven dieptes gesteente kernen ARV-01, WRV-1 (onder), WRV-1 (boven) ALE-1 (onder), ALE-1 (boven) voor.

Bekijk het gesteente uit de boorkern, en bestudeer de kleur, korrels en structuren. Koppel daarna het gesteente aan één van de milieus waarin het gevormd is.

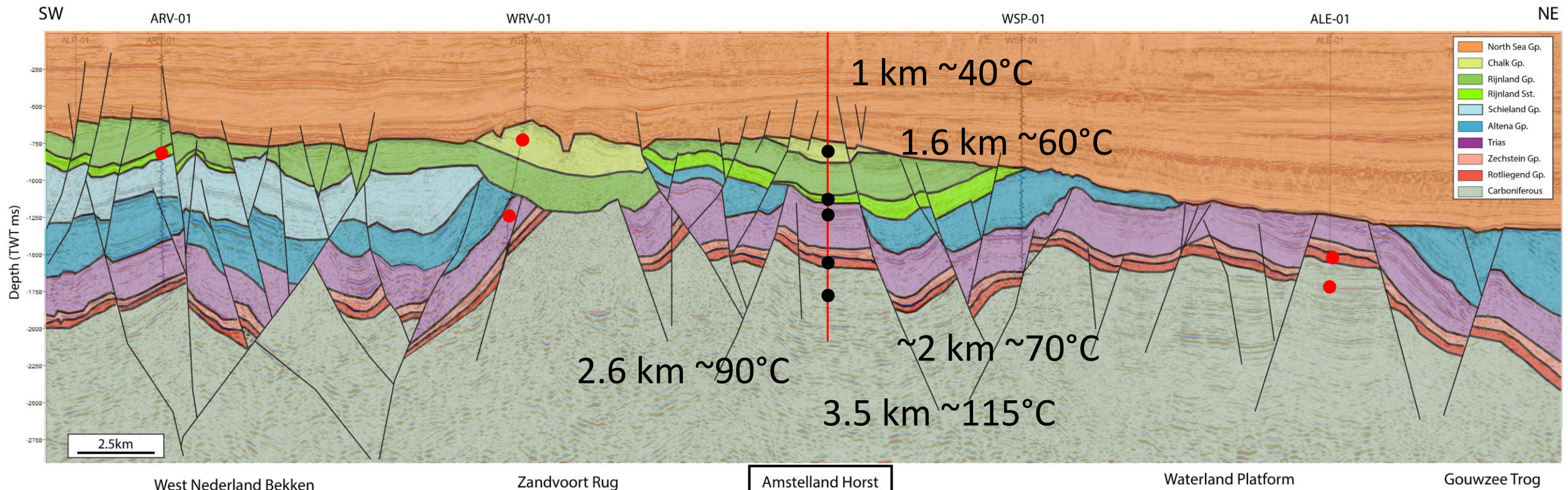
Het afzettingsmilieu geeft een inschatting van de gemiddelde porositeit

En dus of en hoeveel warm water er doorheen kan stromen om te winnen als aardwarmte

# Antwoorden Seismiek



# Antwoorden seismische sectie - Temperaturen





# Antwoorden boorkernen

ALE-1 (onder)  
Vlechtende rivier  
Boven Carboon  
315 – 310 Ma



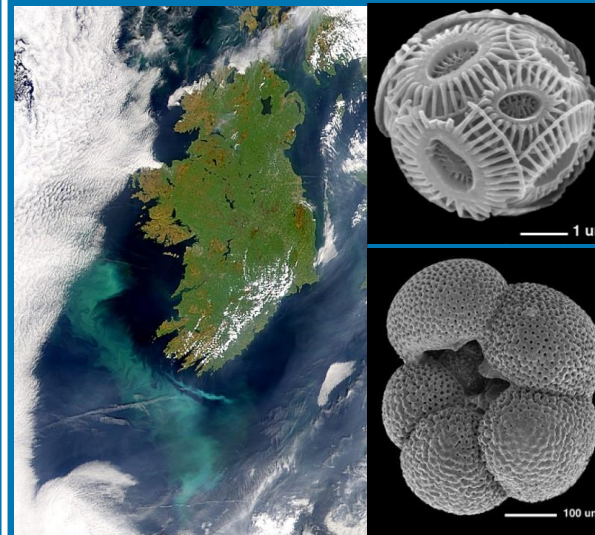
ALE-01 (boven)  
Duinen  
Rotliegend, Perm  
280 – 250 Ma



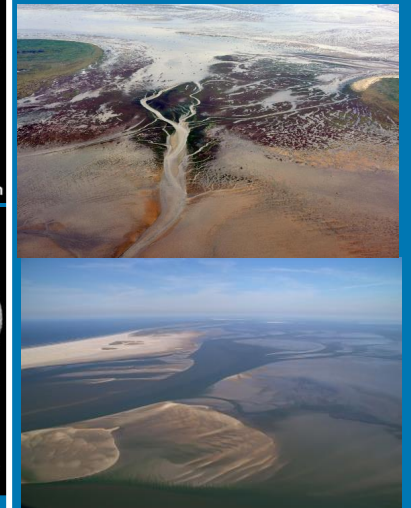
WRV-01 (onder)  
Woestijnmeer  
Boven Trias  
230 – 210 Ma



WRV-1 (boven)  
Krijtkalk, Nanoplankton  
Danien  
66 – 61.5 Ma



WRV-1 (onder)  
Waddengebied  
Onder Krijt  
145 – 140 Ma



# Gesteenten van verschillende ouderdom vormen ook naast elkaar in sedimentair milieu

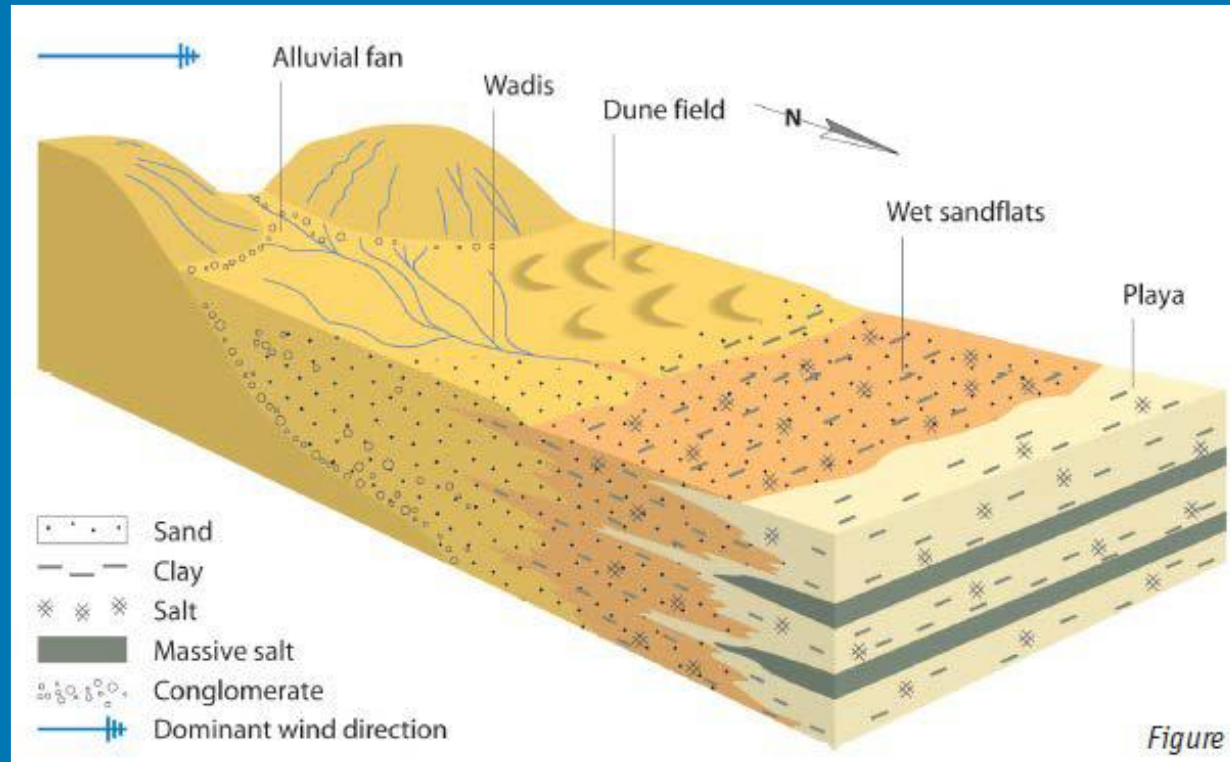


Figure 7

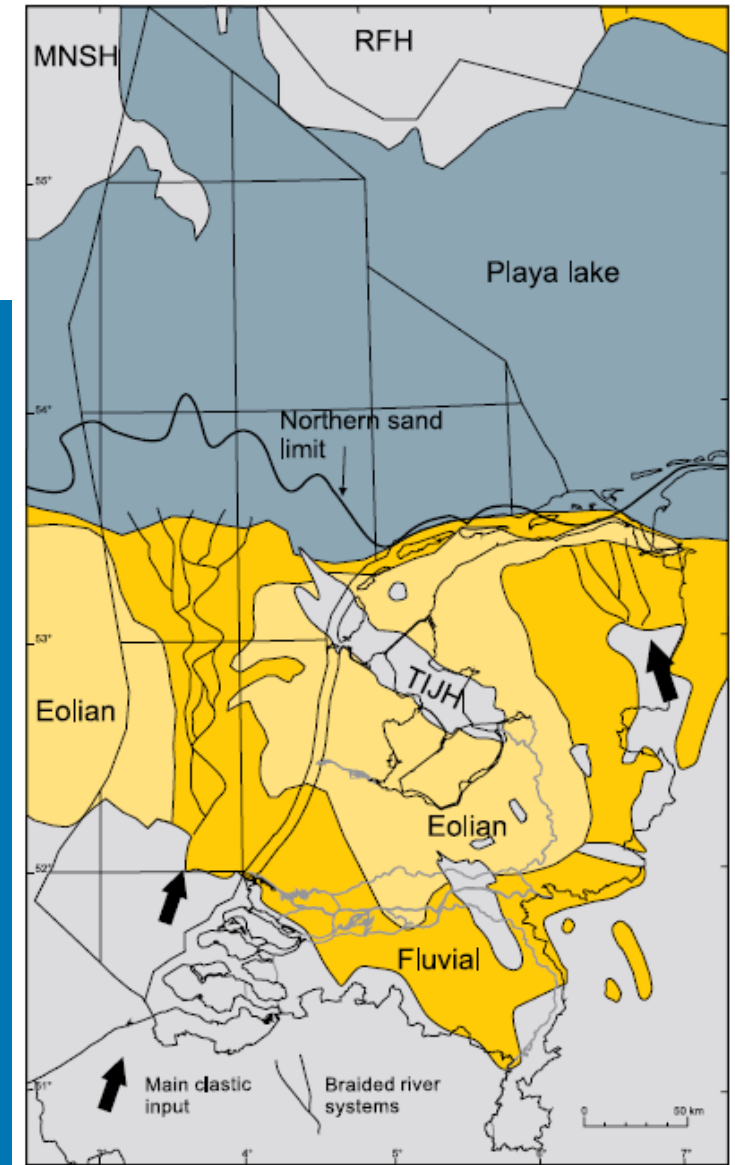


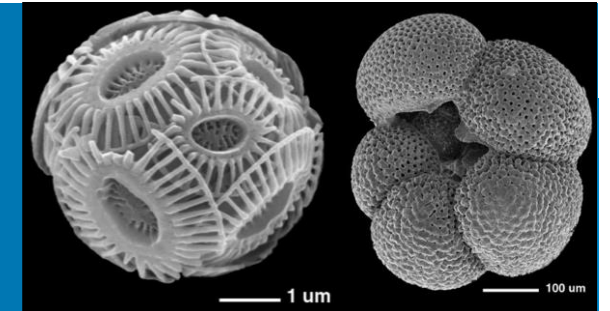
Fig. 10. Map showing the overall facies distribution at the onset of deposition of the Upper Slochteren Member (after Lokhorst, 1998). Abbreviations as in Fig. 3.

## Welke gesteenten zijn nog in beeld?

Krijtkalk uit WRV-1 (b) op  $\sim 1$  km  
Goede porositeit, relatief koud  $\sim 40^\circ\text{C}$

Waddengebied uit WRV-1 (o) op  $\sim 1.6$  km  
Al warmer  $\sim 60^\circ\text{C}$ , porositeit onduidelijk?

Rotliegend uit ALE (b) op  $\sim 2.7$  km  
Warm, poreus: heel geschikt!?  $\sim 90^\circ\text{C}$

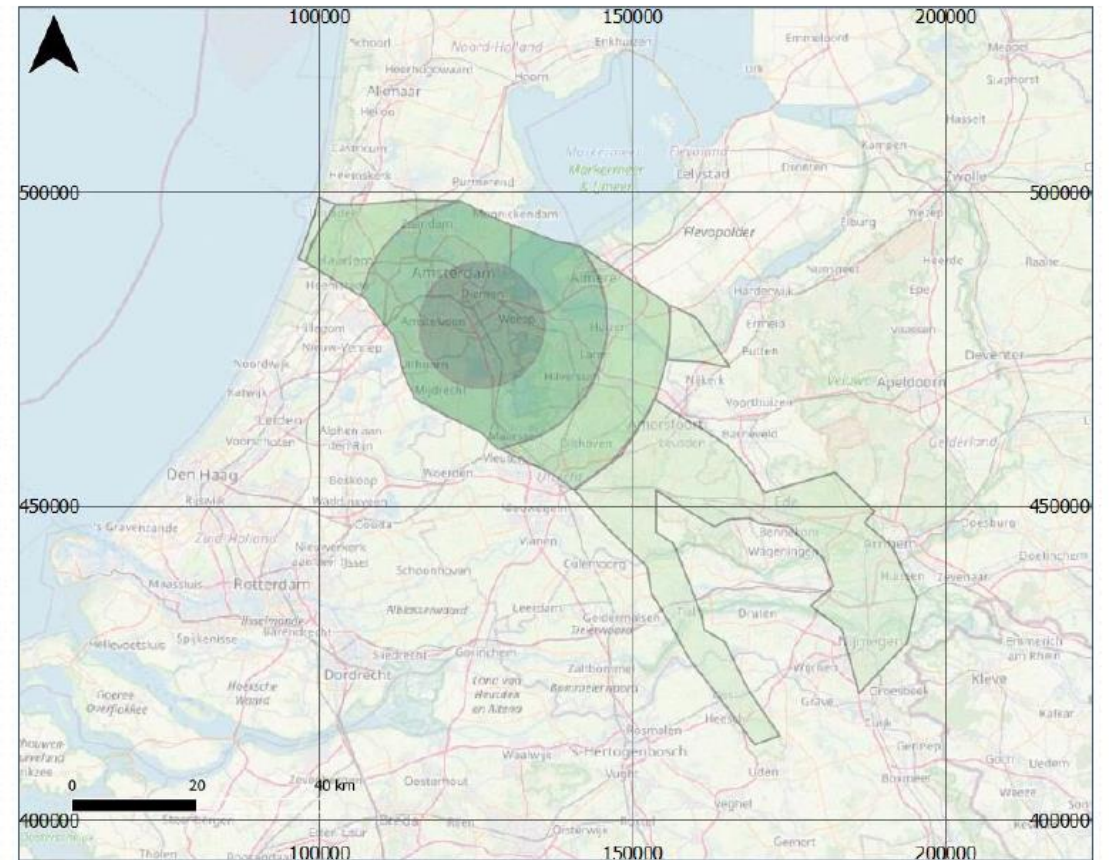


EBN: Scan Aardwarmte  
Boring Amstelland  
15 Oktober begonnen

Uitkomsten belangrijk voor regio  
met grote warmtevraag

Amsterdam – Haarlem  
Hilversum – Amersfoort  
[scanaardwarmte.nl](http://scanaardwarmte.nl)

Area of influence Amstelland well



[vu.nl/aardwetenschappen](https://vu.nl/aardwetenschappen)  
[bsc.aardwetenschappen.beta@vu.nl](mailto:bsc.aardwetenschappen.beta@vu.nl)



VU Aardwetenschappen

- De aarde zien & begrijpen, toegepaste bèta
- Kleine schaal, goed contact met docenten
- Veel praktijk & veldonderwijs
- Een steentje bijdragen aan een duurzamere wereld

Voor aardrijkskundeklassen practica over:  
aardwarmte, klimaat, aardbevingen,  
plaattektoniek, gesteenten!

