# Grondwatermonitoring bij Geothermiesystemen

## Een praktijkverkenning

**Niels Hartog**
Gijsbert Cirkel
KWR Water Research Institute

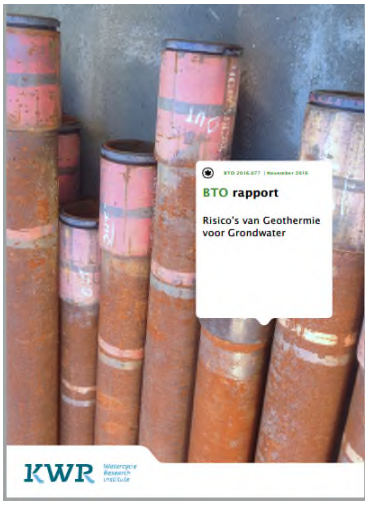
Guido Slangen
Remco Vis
Fenna van de Watering
Witteveen+Bos

KWR Bridging Science to Practice

Witteveen+Bos

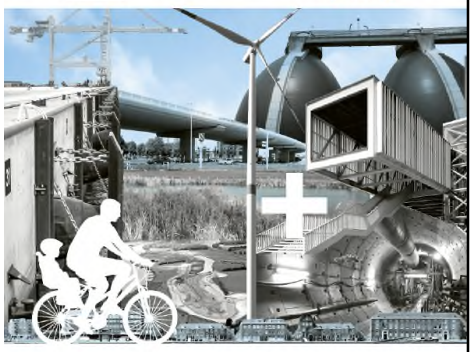
## Monitoring impact van geothermie op grondwater

November 2016




December 2017

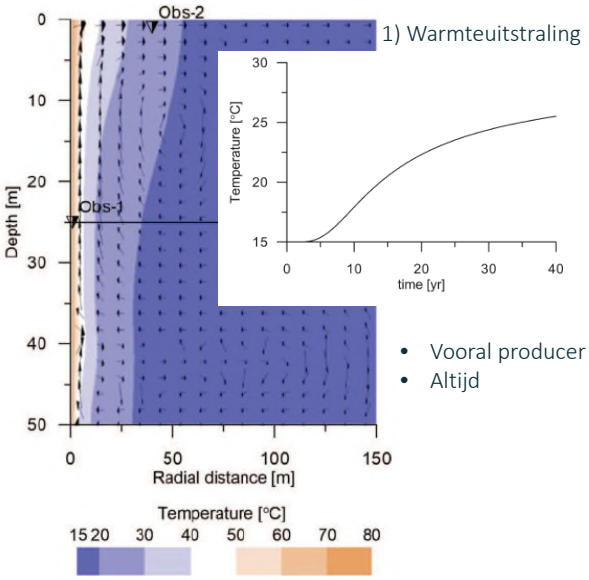
Juni 2020




niels.hartog@kwrwater.nl

# Geothermie in bedrijf: Monitoring van de impact op grondwater

KWR

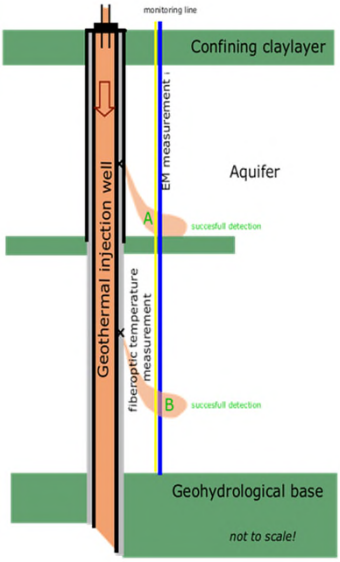



1) Warmteuitstraling

- Vooral producer
- Altijd

2) Brijnlekkage

- Injector
- Kans




niels.hartog@kwrwater.nl

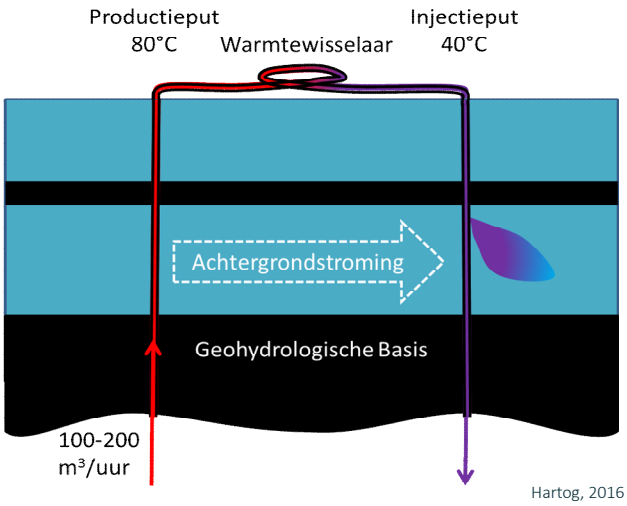
niels.hartog@kwrwater.nl

# Injector: risico brijnlekkage naar grondwater

KWR

**Corrosiecondities**

Hoge temperatuur (80-90°C)
Zeer zout water (tot 10x zeewater)
Hoge CO2 drukken (tot 10 bar)
Hoge stroomsnelheden (meters/s)




Hartog, 2016

4

niels.hartog@kwrwater.nl

Kennisagenda Aardwarmte

Zoek op onderwerp en g

BESPAREN | DUURZAME ENERGIE | ACADEMY | ONDERZOEK | SUBSIDIES | OVER ONS

KWR

## Grondwatermonitoring geothermiesystemen

Beschrijving

Momenteel wordt er geen grondwatermonitoring uitgevoerd bij geothermieputten in Nederland. Om het risico op putlekkages te verkleinen, zijn beschermende maatregelen beschikbaar zoals keuze voor betere kwaliteit of dikker staal, gebruik inhibitoren ter preventie van corrosie en/of neerslag en regelmatige interne putcontroles. De kans op put lekkage kan echter nooit helemaal

- De kans op putlekkage nooit nul
- Een effectief grondwatermonitoringsysteem moet:
  - Bevestigen dat ongewenste impact niet optreedt (beoogd)
  - Tijdige signalering van ongewenste impact
- Functioneren beschermende voorzieningen valideren

| | |
|---|---|
| Projectnummer | 20106 |
| Startdatum | 01-12-18 |
| Einddatum | 01-06-19 |
| Afgerond | Nee |
| Budget | €40.000 |
| Uitvoerder | W+B/KWR |

5

niels.hartog@kwrwater.nl

Witteveen + Bos

KWR

Grondwatermonitoring bij geothermiesystemen: een praktijkverkenning

Kennisagenda Aardwarmte

10 juni 2020


1 ONTWERP GRONDWATERMONITORING IN DE PRAKTIJK 7

1.1 Introductie 7
1.1.1 Selectie drie voorbeeldgebieden 8
1.2 Algemene uitgangspunten ontwerp grondwatermonitoring 9
1.2.1 De geohydrologische basis en de diepte van grondwatermonitoring 9
1.3 Uitwerking aan de hand van praktijkvoorbeelden 13
1.3.1 Voorbeeldgebied Friesland Zuid 13
1.3.2 Voorbeeldgebied Westland 14
1.3.3 Voorbeeldgebied Centrale Slenk Brabant 16
1.4 Conceptueel monitoringsontwerp 18
1.5 Toets praktische uitvoering 21
1.5.1 Introductie 21
1.5.2 Uitgangspunten praktische toets 22
1.5.3 Plaatsing monitoringput nabij geothermieputten 22
1.6 Conclusies grondwatermonitoring in de praktijk 24

2 KOSTEN MONITORING 26

2.1 Introductie 26
2.2 Bouwkosten 26
2.3 Operationele kosten 27
2.4 Conclusies 28


KWR

Witteveen + Bos

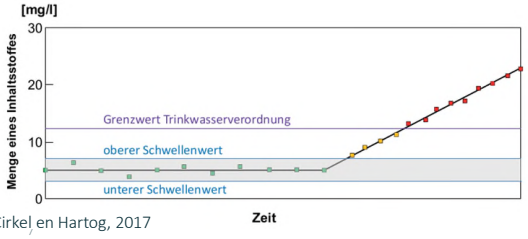
niels.hartog@kwrwater.nl

# Hoe doen ze het in Duitsland?

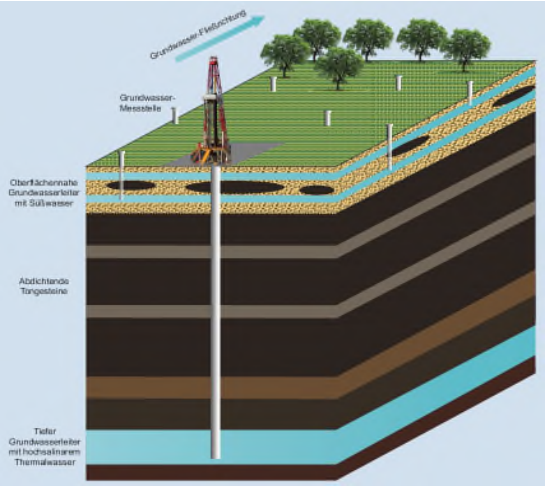
KWR

Aanbeveling BGR (Plenefisch et al., 2015):

- Start met monitoren chemische samenstelling voordat gestart wordt met boren
- Bestaande meetpunten + nieuwe meetlocaties met goede positionering (benedenstrooms/dieptebereik)
- Alle relevante watervoerende pakketten
- Omvang monitoring locatiespecifiek
- Gebruik betekenisvolle indicatoren met nulmetingen als referentie (stoplicht systematiek)




Cirkel en Hartog, 2017




Figuren: *Deutsche Erdwärme & Geothermal engineering (2017)*

niels.hartog@kwrwater.nl

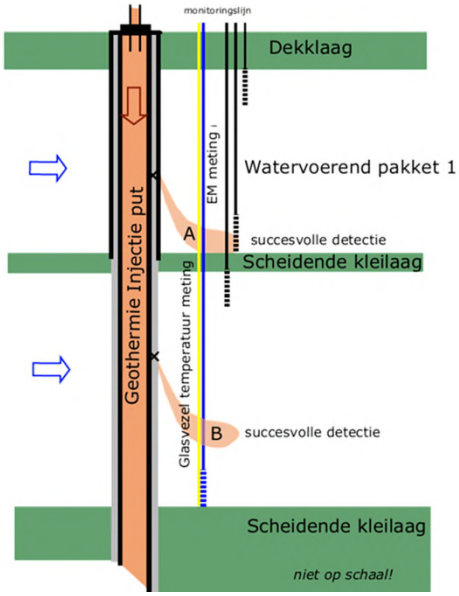
# Grondwatermonitoring bij Geothermie

Temperatuur en zoutgehalte

- Zoutgehalte en temperatuur sterk contrast geothermische brijn met omringend grondwater:
  **EC>> zeewater**
  **T>>10-20°C gw**
- monitoring op temperatuurontwikkeling en geleidbaarheid (T + EC)
- Zo dicht mogelijk bij de put: sterkste contrast, snelste signaal
- Kleinste kans op false positives & negatives
- Detectie: trigger voor vervolgonderzoek

Monitoring bij een geothermieput

KWR




Cirkel en Hartog, 2017

8

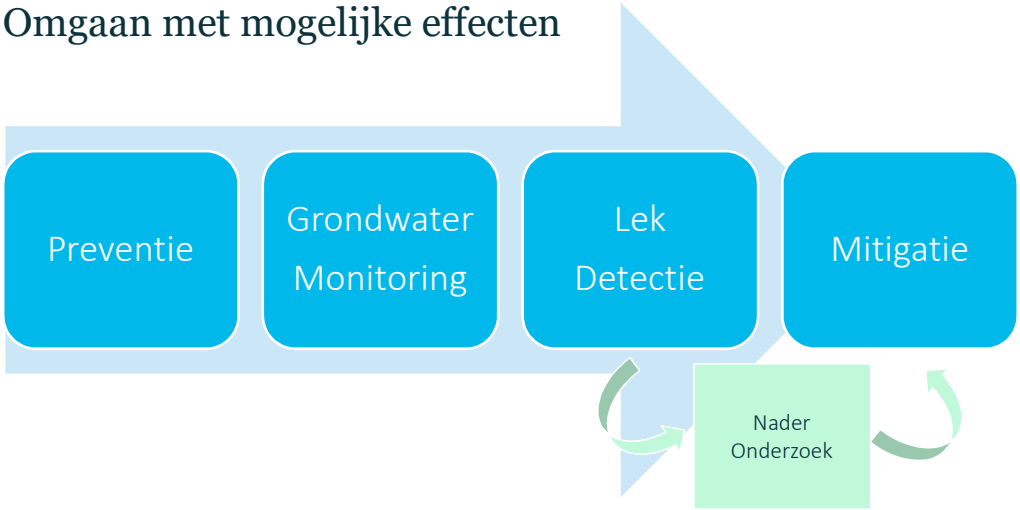
niels.hartog@kwrwater.nl

niels.hartog@kwrwater.n

Voorkomen ongewenste impact op grondwater

## Omgaan met mogelijke effecten

KWR



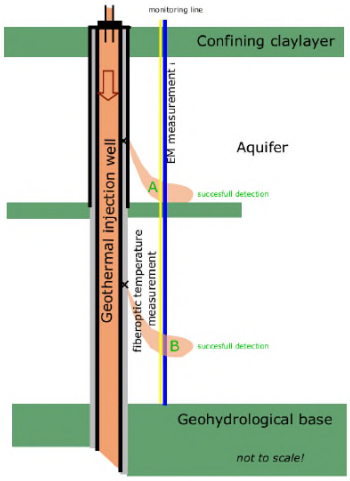

Hartog (Werkconferentie Aardwarmte Utrecht, 2019)

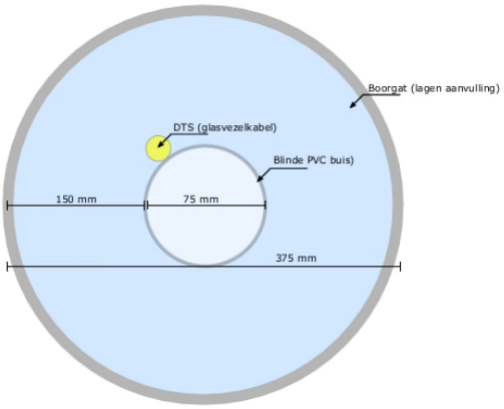
9

niels.hartog@kwrwater.nl

## GW impact monitoring op basis temperatuur en zout (DTS + EM)

KWR



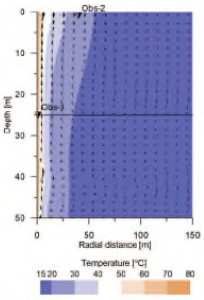



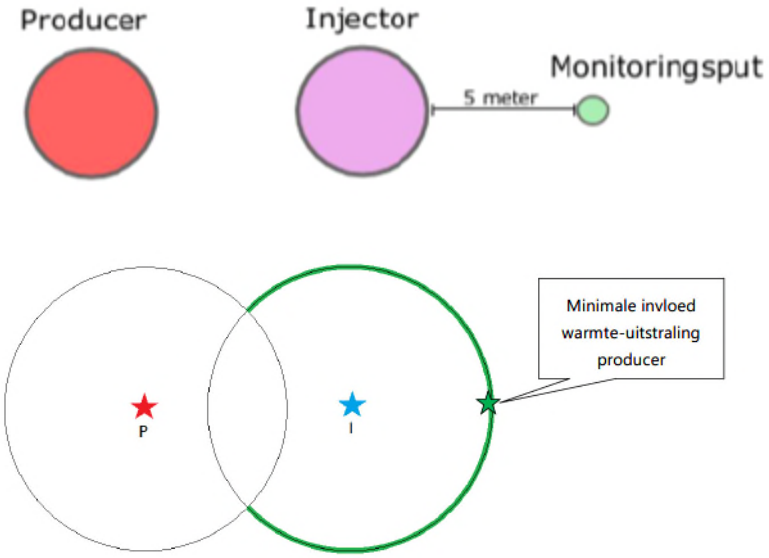

10

niels.hartog@kwrwater.nl

# Voorkeurspositie grondwatermonitoring

KWR



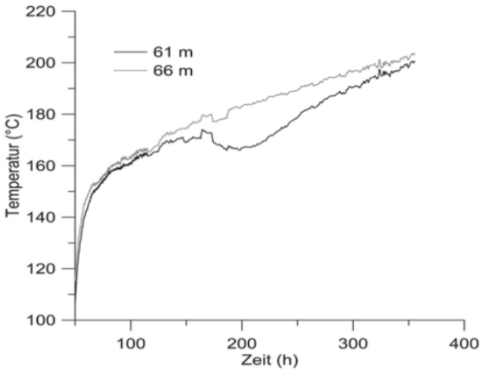



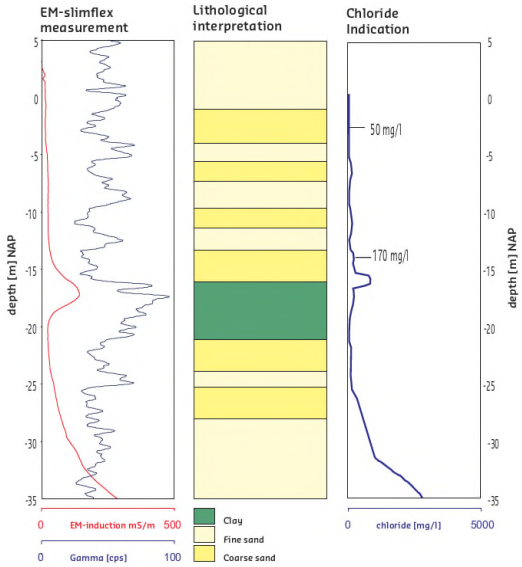

11

niels.hartog@kwrwater.nl

# Voorbeelden glasvezel en EM

KWR




12

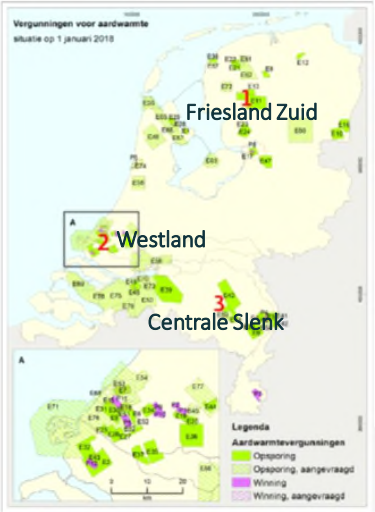
niels.hartog@kwrwater.nl

# Verkenning generieke grondwatermonitoring

KWR

3 Voorbeeldgebieden:
1. Friesland-Zuid
2. Westland
3. Centrale Slenk

Beschouwde aspecten:
1. (Toekomstig) medegebruik
2. Geohydrologie
   - Geohydrologische basis
   - Zoet/zout

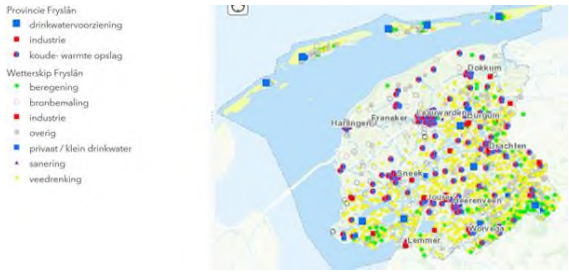


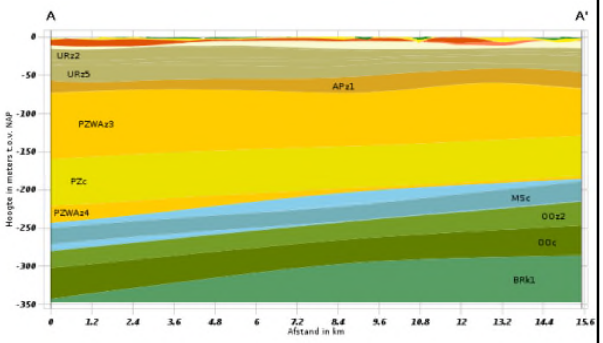

13

# Voorbeeldgebied 1: Friesland Zuid

- Medegebruik ondergrond
  - Landbouw: Beregening en veedrenking
  - Gaswinning
  - WKOs
  - Grondwaterwinning voor drinkwaterbereiding
  - Industriële winningen

- Geohydrologie
  - Grofweg één watervoerend pakket ca. 150 m-NAP
  - Slechtdoorlatende deklaag deels aanwezig
  - Zoet-zout grensvlak op 200-300 m-NAP



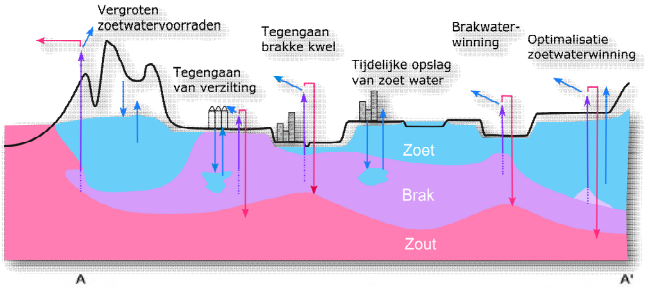

14

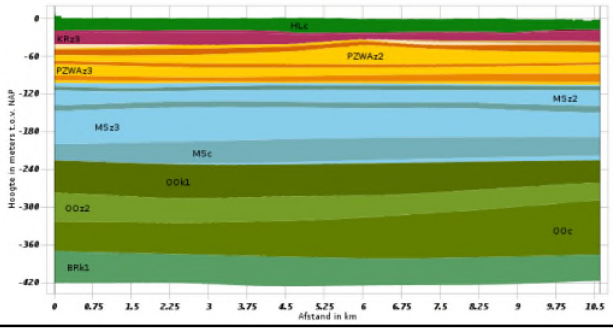
niels.hartog@kwrwater.nl

# Voorbeeldgebied 2: Westland

KWR

- Medegebruik ondergrond
  - Toename brakwaterwinning tuinders + brijnlozingen
  - Wens provincie voor terugdringing brijnlozingen
  - Ontwikkeling zoetwaterbank (opslag zoet water)
  - Plannen voor brakwaterwinning Dunea onder duinen
- Geohydrologie
  - Groot aantal (dunne) watervoerende pakketten
  - Zoet-zout grensvlak zeer ondiep



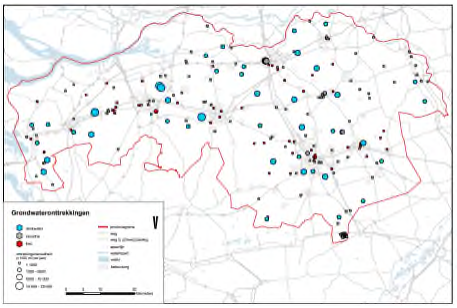

15

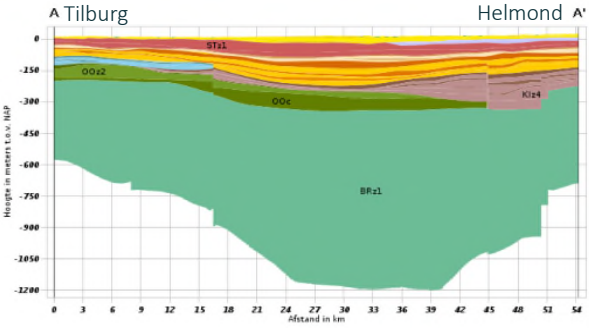
niels.hartog@kwrwater.nl

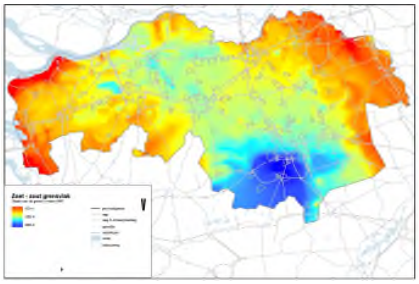
# Voorbeeldgebied 3: Centrale Slenk

KWR

- Medegebruik ondergrond
  - Landbouw
  - Drinkwaterproductie
  - WKO
  - Industriële onttrekkingen





16

niels.hartog@kwrwater.nl

KWR

# Grondwatermonitoring tot geohydrologische basis?

Tabel 1.1 Monitoringsdiepte voorbeeldgebieden op basis van diepte geohydrologische basis

| Voorbeeldgebied | Monitoringsdiepte m -mv |
|---|---|
| Friesland Zuid | 250 |
| Het Westland | 235 |
| Centrale Slenk west | 750-1000# |
| Centrale Slenk oost | 750-1250# |

#: in de kostenraming wordt uitgegaan van monitoring tot 300 en 400 meter.

17

niels.hartog@kwrwater.nl

# Kosten Monitoring
# Standaard systematiek voor kostenraming (SSK)

Witteveen + Bos

Tabel 2.1 Samenvatting bouwkosten aannemer

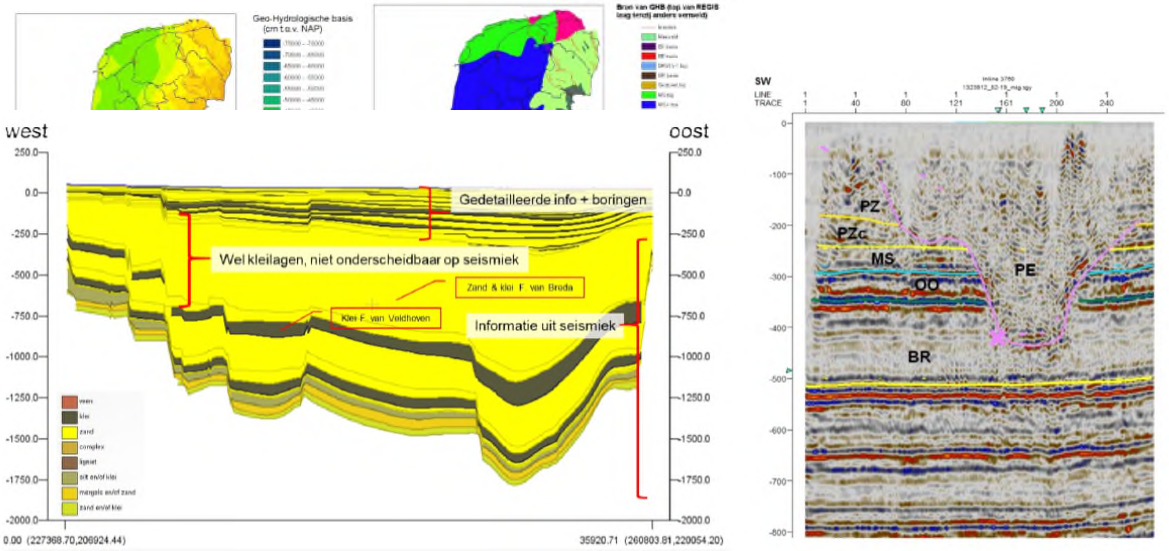
| Post | Friesland Zuid | Het Westland | Cen | |
|---|---|---|---|---|
| uitgangspunt boordiepte | 250 | 235 | | |
| directe bouwkosten* | € 75.000 | € 72.000 | € 98.000 | |
| indirecte bouwkosten* | € 83.000 | € 83.000 | € 88.000 | € 93.000 |
| **totaal voorziene bouwkosten (VZBK)*** | **€ 158.000** | **€ 155.000** | **€ 186.000** | **€ 217.000** |
| risicoreservering(RBK)* | € 24.000 | € 23.000 | € 28.000 | € 33.000 |
| **totaal (incl. risicoreservering)* onzekerheid P15-P85**** | **€ 182.000 ± 60.000** | **€ 178.000 ± 60.000** | **€ 214.000 ± 60.000** | **€ 250.000 ± 65.000** |

- Friesland Zuid: EUR 182.000 ± 60.000
- Het Westland: EUR 178.000 ± 60.000
- Centrale Slenk West: EUR 214.000 ± 60.000
- Centrale Slenk Oost: EUR 250.000 ± 65.000

18

# Duidelijke geohydrologische basis grootste deel NL…

KWR




19

niels.hartog@kwrwater.nl

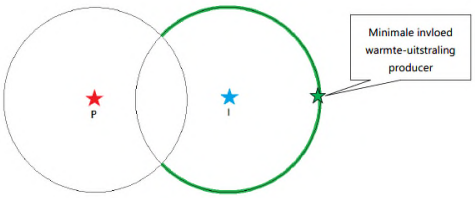
# Belangrijkste conclusies

KWR

Witteveen + Bos

Ontwerp grondwatermonitoring en praktische toetsing

- Diepte **zoet/zout grens** geeft **geen goed generiek uitgangspunt** voor grondwatermonitoringsdiepte
- **Diepte geohydrologische basis** als ondergrens voor monitoring is voor het **grootste deel van Nederland** wel een werkbaar uitgangspunt
- Grondwatermonitoring kan op basis **temperatuur** met glasvezel (DTS - Distributed Temperature Sensing) en **zoutgehalte** met EM over de tijd en over de diepte
- De **grondwatermonitoring ten behoeve van lekkage** kan **op korte afstand van injector** (>3m, maar binnen 10 meter) om tijdige detectie mogelijk te maken.




20

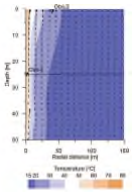
niels.hartog@kwrwater.nl

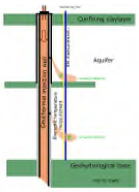
KWR

# Aanbevelingen op basis ontwerp/toetsing GW monitoring

Witteveen + Bos

- In **aantal gebieden** (bv Slenk, potkleigeulen): **vergroten inzichten** aanwezigheid ondiepere **scheidende kleilagen** die mogelijk een ondergrens voor monitoring kunnen vormen
- Modelmatige inzichten over **warmteuitstraling uit putten in de praktijk toetsen**.
- Met modelonderzoek meer inzicht in te verwachten monitoringsignaal bij een uit de injector **weglekkende brijn onder verschillende omstandigheden** (bv. lekdebiet, T, zoutgehalte)





21

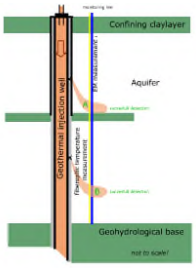
KWR

# Vragen?

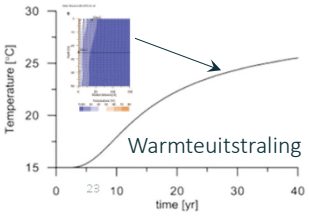
22

KWR

# Ontwikkeling Grondwatermonitoring Geothermie




Lekkage




Warmteuitstraling

| Bijdrage/Stap | Kader | Moment |
|---|---|---|
| Grondwatermonitoring bij geothermieputten (obv simulaties **warmeuitstraling** en **lekkage** risicos) | BTO onderzoek voor Brabant Water | 2017 |
| Grondwatermonitoring bij geothermiesystemen: een **praktijkverkenning** | Kennisagenda Aardwarmte (5th call) | Juni 2020 |
| Monitoringsignaal brijn**lekkage** injector geothermie: Scenario **simulaties** | Geothermie WARMINGUP | 2020 Lopend |
| Realisatie **praktijk**monitoringingsysteem **warmteuitstraling** operationeel geothermiesysteem | KIRA → Jorien Schaaf | Verwacht |
| Genereren en verwerken **resultaten praktijkmonitoring warmteuitstraling** en validatie modelsimulaties | WP4 Geothermie MOOI voorstel | Verwacht |