

@spidron.co>

Verzonden: donderdag 11 februari 2016 15:49
Aan:
CC:
Onderwerp: RE: Expertmeeting geothermie gemeente Groningen
Bijlagen: presentatie peter van der gaag 13 jan 2016.pdf; Expertmeeting geothermie 13 januari 2016.docx

Zoals besproken, ter informatie;

Naar aanleiding van vragen van [redacted] is een expertmeeting door de gemeenteraad van Groningen georganiseerd.
Bijgevoegd de presentatie van [redacted] en de het verslag van de meeting opgesteld door (raadsadviseur gemeente Groningen).

Er zijn op basis van de bijeenkomst geen veranderingen/wijzigen bij het project.

Met vriendelijke groet,

Van: [redacted] <[redacted]@minez.nl>
Verzonden: woensdag 10 februari 2016 14:23
Aan: [redacted]
CC: [redacted]
Onderwerp: RE: Expertmeeting geothermie gemeente Groningen

Ik kwam dit mailbericht nog tegen.

Zijn er nog noemenswaardige wijzigingen of veranderingen voor het project n.a.v deze expertmeeting?

Met vriendelijke groet / Kind regards,

Inspecteur / Inspector

.....
Staatstoezicht op de Mijnen / State Supervision of Mines
Ministerie van Economische zaken / Ministry of Economic Affairs
Henri Faasdreef 312 | 2492 JP | Den Haag / The Hague
Postbus / P.O. Box 24037 | 2490 AA | Den Haag

.....
T + 31 70
F + 31 70
.....
[redacted]@minez.nl
<http://www.sodm.nl>

Van: | @spidron.co]

Verzonden: donderdag 17 december 2015 9:08

Aan: |

Onderwerp: Expertmeeting geothermie gemeente Groningen

Beste |

Tijdens ons gesprek op donderdag 3 december jl. hebben wij aangegeven dat er begin volgend jaar een expertmeeting georganiseerd wordt door de gemeente Groningen.

Zoals besproken volgen hierbij de namen van de sprekers die tijdens de vergadering aanwezig zullen zijn:

De bijeenkomst wordt op 13 januari om 15:00 gehouden.

Met vriendelijke groet,

Spidron BV

Mob: +31



Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is gezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen.

De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message.

The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages.

Expertmeeting geothermie 13 januari 2016

- Sympathiek en duurzaam project
- Al lang geleden gewaarschuwd voor scaling van exotische zouten
- Bleek later ook voor problemen te zorgen: aanslag, lood, radioactief
- Tot voor kort speelde in Groningen zoutgehalte ondergeschikte rol
- Toen situatie Koekoekspolder
- Vooral uitkijken bij rotligendes, hoog zoutgehalte
- Geothermie in Zernike riskant
 - Kans op gasbijvangst door nabijheid gasvelden
 - Zoutgehalte
 - Aardbevingen, ook in aquifer
 - Boringen in bodemdalingsschotel, daardoor meer kans op rek en lek > breuken
- Gas in water > extra snel naar boven, maar als het eruit is krijg je het er moeilijker weer in
- Als je zoutgehalte wilt verminderen, kun je koud zoet water toevoegen, maar dan krijg je die hoeveelheid er helemaal niet meer in
- Re-injectie kan eigenlijk alleen onder verhoogde druk, dan uitkijken dat je niet gaat fracken
- Er zijn aardbevingen geweest op plaatsen waar tot dan toe nooit aardbevingen waren, onbekend waardoor
- Te weinig bekend over effect dat afkoeling kan hebben
- Panterra: mogelijkheid dat er veel water ondergronds naar gasveld is gestroomd (aquiferwerking); NAM ontkent, zou je bodemdaling moeten hebben kunnen constateren
- Advies: goed kijken wat er aan de hand is, anders ben je straks bezig met gaswinning
- Vestigt aandacht op opvallende aardbeving Peizermade 2006, niemand weet waardoor; belangrijk om wel te weten; je moet uitkijken met boren in grond waarin aardbevingen plaatsvinden die men tot nu toe niet heeft kunnen verklaren
- Maakt nogal wat uit op wat voor grond huizen staan. Grond onder Zernike (knipklei) leidt tot meer schade bij beving.
- Belangrijk om te monitoren d.m.v. tiltmeters
- Als er drukdepletie is geweest, en het gas stroomt naar Groningenveld, dan is zout neergeslagen in aquifer en dat is weer van invloed op permeabiliteit en krijg je er veel minder uit, en het kost vanwege drukvermindering veel meer moeite om het omhoog te krijgen
- Laatste advies: *worst case scenario* (150bar depletie) doorrekenen, incl. geochemische implicaties; als het stroop wordt onder het reservoir, moet je rekening houden (liefst sowieso) met twee injectieputten; als het je die risico's waard is, ga ermee door, anders evt. naar andere plaatsen in Groningen uitwijken.

- Spanningsvariaties t.g.v. drukdaling en compactie blijft heel erg beperkt tot reservoir zelf en niet naar hogere niveaus; aan de randen van de kom kun je nog wel op het reservoirniveau spanningsveranderingen verwachten maar verder weg is dat onwaarschijnlijk
- Geeft gelijk m.b.t. zorgpunten chemische samenstelling van het water en wat daar precies mee gebeurt: zoutgehalte en ontgassing, kan problemen geven in de installatie (loodneerslag, vgl. koekoekspolder); ontgassingsinstallatie, als daar CO₂ uit het gas gehaald wordt, kan dat leiden tot verstopping in injectieput; voor methaan weten we dat nog niet zo goed
- Gegevens inzake zoutgehalte en doorlatendheid moet je halen uit omringende putten, dat krijg je waarschijnlijk ook niet beter door meer studie. T.a.v. de druk die er heerst kunnen we nog wel veel baat hebben bij goede studie op basis van bodemdaling die we zien en op basis van de meest actuele reservoirmodellen van de NAM; wel verstandig om dat te doen, omdat je daardoor meer grip erop krijgt en het heel gevoelig is; als er daadwerkelijk 150 bar drukdaling is geweest, dan verwacht je dat echt te kunnen zien aan de bodemdaling.
- In Panterra-rapport is geen rekening gehouden met de extra druk die je nodig hebt om die kolom water naar boven te krijgen, en dus klopt die analyse niet¹
- Geothermie -zoals voorgesteld in Groningen- zorgt normaal gesproken niet voor aardbevingen (zie bestaande doubletten in Nederland en Frankrijk); nabijheid van Groningerveld geeft aparte onzekerheid in dezen, verstandig om daar met zorg naar te kijken vanwege businesscase en technische problemen die daaruit kunnen voortkomen. Thermische inklinking door geothermie op zich vele malen kleiner dan bij drukonttrekking in gasreservoir.
- Adviseert met klem om te onderzoeken hoe het hier zit met de druksituatie, gezien risico op voorhand om project realiseerbaar te maken
- Laatste advies: drukdaling toch essentieel om te begrijpen, duidelijk dat het gezien eerdere studies moeilijk is om daar grip op te krijgen; sinds laatste keer dat er naar gekeken is (2014) nieuwe technieken, moeite waard om toch even onder de loep te nemen
- Als je uit het niet verklaard zijn van aardbeving Peizermade extrapoleert dat er aan de randen van het Groningerveld aardbevingen kunnen zijn, dan zou je dat aan alle uiteinden moeten hebben, en dat is niet het geval
- Eens met gevaar van CO₂: Groninger gas bevat ongeveer 2% CO₂, dus is risico
- Wat betreft de druk: Van der Gaag liet zien dat Bedum gedepleteerd was (ontledigd) maar Sauwerd (dichtbij t.o.v. Zernike) is geboord in 1998 en dat was hydrostatisch (originele druk), idem Rodewolt (ook in nabijheid). Je kunt niet uitsluiten dat het hier gedepleteerd is.

¹Doubletcalc (de TNO rekentool voor de analyse van de technische performance van een doublet) kan niet zonder meer gebruikt worden voor een gedepleteerd reservoir met veel lagere druk dan oorspronkelijk, als er sprake is van separatie van water en gas uit de productiestroom. Hierdoor verlies je een deel van het trekken van het zware injectiewater aan het productiewater, waardoor er meer pompenergie nodig is dan aangenomen. Hierdoor wordt de businesscase slechter (COP gaat omlaag). Daarnaast wordt in de business case een zeer hoge injectiedruk ten opzichte van de huidige reservoirdruk opgelegd, die risico's op aardbevingen kan versterken. Bovendien is de druk onder de productiepomp betrekkelijk laag, zodat mogelijk risico is op ontgassing onder pomp. De meeste van deze aandachtspunten zijn benoemd in het rapport van Panterra.

Depletie is risico, niet zozeer voor veiligheid als wel voor economisch welvaren van het doublet; als druk lager is dan bij hydrostatisch, moet je pomp veel lager zetten, want dan komt water er niet vanzelf naar boven. Daardoor veel meer eisen aan pomp, dus duurder. Zet vraagtekens daarom vooral bij haalbaarheid project. Stroomsnelheid van het water ook bepaald door scaling (neerslaan van zouten), niet alleen boven in warmtewisselaar, maar ook in de diepte waar injectieput water weer in formatie probeert te krijgen, als daar de permeabiliteit (doorlatendheid) lager wordt omdat de zouten daar neerslaan, dan moet je nog veel harder pompen waardoor je risico krijgt dat het kan breken (fracking), maar ook economisch risico, dat je niet een stroom krijgt die hoog genoeg is. Performance van doublet wordt bepaald door temperatuur van het water, en de hoeveelheid water per uur die je er doorheen krijgt; temperatuur is geen risico, weten we genoeg van, maar doorlatendheid van gesteente is niet bepaald geweldig, dus je moet hard pompen en je krijgt dus vrij hoge druk

- Probleem met geothermie: gebeurt allemaal op projectbasis. Elk project moet het gewoon doen. In olie-industrie is dat anders, zelfde risico's, maar werk je met portfolio van projecten, dan kan een project het een keer niet doen, omdat elders één het wel doet. Hier slechts één project, kritische parameters kun je alleen maar bepalen aan de hand van de omringende putten (bijv. Sauwerd), maar er blijft een onzekerheid; kun je niet wegnemen door maar veel geld te steken in studies, enige wat je kunt doen is: die put boren.
- Risico niet alleen aquifer door gaswinning in verleden, maar ook door gaswinning in toekomst, druk blijft dalen
- Het is waar dat er gas uit de oplossing zou kunnen komen,, maar dat zit niet in Zernike, want dan zou je daar mogelijk gasveld moeten kunnen krijgen, en dat gebeurt niet, al het gas wat evt in Zernike e.o. uit het water komt stroomt naar Groningerveld, daardoor is dat wat het is
- PGA's (versnellingen die optreden door bevingen, effect van bovenste laag): maakt inderdaad verschil of je op veen of op klei staat; maar jongste PGA-kaarten bevatten het opslinger-effect, geen mooie nette contouren meer, maar heel grillig omdat samenstelling bovenste 50 meter van de bodem is meegenomen in versnellingsmodel
- Wil je dit project? – dat is uiteindelijk de vraag. Geothermie is prima middel om semi-duurzaam warmte te krijgen. Niet helemaal duurzaam, put raakt leeg na ong. 50 jaar, daarna moet hij ongeveer 100 jaar dicht. Dus je moet er een aantal hebben, als je doorlopend warmte wilt hebben. Is dit project op de juiste plek, en zijn de risico's (m.n. economisch) de moeite waard? Als je gewoon duurzaam project wilt doen moet je economische haalbaarheid vergeten.
- Veel onzekerheid t.a.v. wat er gebeurt (ook over langere tijd) als je afgekoeld water teruginjecteert in heet gesteente.
- Je kunt risico spreiden door eerst injectieput te boren, te meten wat voor druk je hebt, en dan pas te besluiten of je productieput wilt boren en hoe die er dan uit moet zien.
- Als je put naar 3 km diepte boort volgens de regels is risico op bodemvervuiling praktisch nul, geen verschil met ander soort putten
- Laatste advies: denk na of je gezien een aantal niet reduceerbare risico's (qua veiligheid en businesscase) dit project ziet als pilotproject om te laten zien dat het werkt – is je dat de risico's waard – of dat je ook wilt dat het rendement heeft en iets bijdraagt – dan overwegen om het ergens anders te doen.

- In Panterra-rapport gesproken over COP (Coefficient of Performance). Performance hier ligt op 7, in andere situaties veel hoger. COP geeft aan hoe efficiënt het systeem is. In dit geval heb je om het water op te pompen 1 megawatt aan stroom nodig om 7 megawatt aan thermische warmte te creëren. In andere geothermieprojecten ligt COP rond de 17 en in één geval op 100. Als andere gegevens t.a.v. het rapport tegenvallen gaat deze performance nog verder omlaag, en dan kom je in de buurt van WKO-systemen (liggen rond de 5, maar wel heel wat lagere investeringskosten en risico's)
- T.a.v. nieuwe woningen ga je uit van duurzame bouw, waardoor warmtevraag nihil zal zijn
- Laatste advies: kijk goed naar economische haalbaarheid. Bij nieuwbouw is trend toch decentralisatie ipv centralisatie qua energievoorziening; gasgestookt systeem als back-up is tegen deze trend in. Kijk goed naar rendement van systeem t.o.v. kleinschalige systemen.

Reactie WarmteStad

- Risicomanagement is integraal onderdeel van projectmanagement
- Grootste punten van aandacht waren daarbij:
 - Drukdepletie: wat is de druk die we kunnen verwachten in waterhoudende laag (aquifer)
 - Geochemie: verwachte zoutgehalte, nog andere chemische reacties te verwachten?
 - Gasbijvangst
 - Seismiciteit
- Drukdepletie: gezien locatie vanaf begin punt geweest van aandacht, moeten we vingers achter krijgen, december 2014 expertmeeting over geweest om te zien of daar consensus over mogelijk zou zijn; uitkomst: geen consensus over te verwachten drukken in reservoir. Projectteam heeft toen *worst case scenario* genomen > 150bar laag, gaat onze businesscase dan nog draaien? En dat is (dus ook met hogere pompdrukken etc) het geval.
- Geochemie: verwachting is inderdaad dat zoutgehalte vrij hoog is; bij afkoeling zouden dit soort gehalten nog niet direct probleem met kristallisatie met zich meebrengen, maar er kunnen wel andere chemische reacties tijdens de productie naar voren komen; één van de punten is ontgassing door CO₂; maatregel: de hele bovengrondse installatie wordt op bepaalde druk gehouden waardoor de CO₂ in de oplossing blijft, daarmee chemische gedeelte op gebied van kristallisatie onder controle. Andere aspecten die daarbij naar voren komen hebben we laten onderzoeken door Duits ingenieursbureau, waarbij nog een aantal andere reacties naar voren kwamen. Om die te ondervangen is besloten in de productiebus nog extra buis aan te brengen waarbij wij stoffen kunnen injecteren, waardoor o.a. loodneerslag voorkomen kan worden
- Gasbijvangst: verwachting is dat wij methaan in productiewater tegen zullen komen, niet in de vorm van vrij gas, maar gas zoals in colafles. Op het moment dat we het volledig van de druk afhalen zou dit gas vrijkomen; bovengrondse installatie is daarop berekend, is in staat om CO₂ in de oplossing te houden en het methaan eruit te halen; dat methaan kan evt. hergebruikt worden in installatie voor elektriciteitswinning.
- Seismiciteit: Net als de experts verwachten wij dat het risico op seismiciteit zeer beperkt is. Echter gezien de omgevingsfactoren zijn wij bezig om dit verder in diepte uit te zoeken, er is aandacht nodig t.a.v. gevoeligheid aan de kant van de injector, we zijn bezig met experts om daar onze vingers goed achter te krijgen, om te kijken of beperkte risico dat er evt. zou

kunnen zijn verder gekwantificeerd zou moeten worden; er is nog onderzoek lopend, ondanks het gegeven dat het risico zeer beperkt is, toch noodzakelijk om gegevens vroegtijdig op tafel te krijgen. We kijken daarbij m.n. naar de breuken in de buurt van het reservoir (vgl. Van Wees). Het is niet de verwachting dat er door het injecteren nieuwe breuken ontstaan zodanig dat ze tot seismiciteit leiden. Onderzoek komt vrij voordat raad hierover moet besluiten.



Geothermie in stad Groningen

**Fundamentele maar
onbeantwoorde vragen kunnen
een zware last zijn voor een
sympathiek- en duurzaam
project**

© Holland Innovation Team

13 januari 2016 gemeenteraad Groningen



Inhoud presentatie

- Geothermie in de kinderschoenen in Nederland (1990-2002)
- Ontwikkelingen tot 2014 - 13 projecten met te voorziene problemen – Koekoekspolder
- Groningen – bijzondere locatie – gaswinning - bodemdaling – aardbevingen en zout
- Welke invloed heeft hoog zoutgehalte - scaling? – re-injectie problemen?
- Hoe realistisch zijn waarschuwingen voor hoge zoutgehalten in de Rotligendes aquifer
- Welke invloed heeft bodemdaling met horizontale bewegingen op geothermie boringen?
- Aardbevingen in de Groningen aquifer. Zijn die natuurlijk of geïnduceerd? Aquiferwerking
- Re-injectie (onder druk): hoe zwaar kunnen zulke aardbevingen zijn?
- Verschil in viscositeit tussen gas houdend heet water en koud water zonder gas
- Belang van (tilt) monitoring, reeds bij testen van de eerste boring en kiezen van het doublet
- Conclusies en aanbevelingen – alternatief Oost Groningen

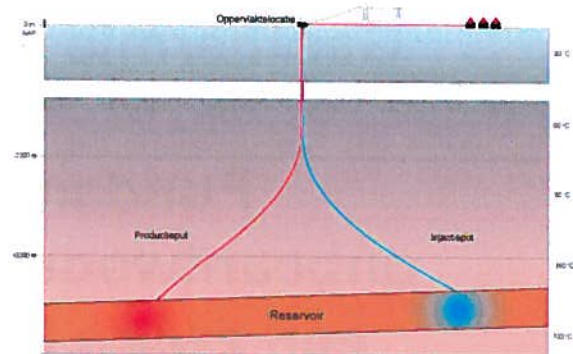
© Holland Innovation Team



Geothermie in NL: Wat vooraf ging 1990 - 2002

Professor Frans Walter (TU Delft) : groot voorbeeld en pleitbezorger voor geothermie in een gasverslaafd land (in memoriam 1996)

O.a. een afstudeerproject van onder leiding Walter (TU Delft) Gebruik putten van gaswinning voor geothermie (case N-H)



Uit CO₂ ondergrondse opslag: Geochem 1995-1997 (Drabe, Zuurdeeg, Van der Gaag): Formatiewater in Nederland is bromzout pekewater, het zoutgehalte stijgt gemiddeld 50 gram zout per kilometer . Verzadiging op 7km diepte



Oprichting platform geothermie (2002/2003)

<http://geothermie.nl/het-platform/>

Het initiatief tot het inventariseren van de wenselijkheid van de oprichting van een platform op het terrein van diepe geothermie is in 2002 genomen door RVO, destijds nog Novem geheten. In de tweede helft van 2002 heeft Novem hiertoe opdracht verstrekt aan Van Heekeren & Frima Consultants (VH&F) om de belangstelling onder marktpartijen te onderzoeken. Na een inventariserende ronde onder de bij Novem bekende stakeholders is een oprichtingsbijeenkomst georganiseerd. De oprichting van "Stichting Platform Geothermie" (SPG) is eind 2002 nog geformaliseerd.

In 2003 is de Stichting aangevangen met de uitvoerende activiteiten. In de eerste jaren is low-profile gewerkt aan de realisatie van de eerste projecten



Is geothermie een optie voor de glastuinbouw?

**Van der Gaag en Zuurdeeg: de visie van een geoloog en een geochemicus
Nota voor het Productschap Tuinbouw, 25 november 2002**

De kwaliteit van het warme water is bij de winning van belang. Voor warm water uit de diepe ondergrond geldt vaak dat er in het water verschillende zouten zijn opgelost. Zeker daar waar zich zoutafzettingen in de ondergrond bevinden, kunnen zich hoge concentraties in het water oplossen. In het algemeen is water uit de diepe ondergrond erg zout en kan het exotische zouten als broomzouten en strontiumzouten bevatten. Wanneer het water juist vanwege deze zouten wordt gewonnen (thermaalbaden) is dit niet erg, echter wanneer heet water met veel vaak exotische zouten verzadigd in oplossing wordt opgepompt, kunnen zich bij het afgeven van de warmte allerlei afzettingen in de leidingen voordoen. Dit principe is welbekend uit de mijnbouwindustrie en wordt scaling genoemd. Naast corrosie van de leidingen treedt dus veel zoutafzetting gedurende het afkoelingstraject op.



© Holland Innovation Team

5



Gross Schonebeck Rotliegendes aquifer (2003)

During extracting water with a mean flowrate of 1 m³/h, **lead precipitated** due to electrochemical re-actions among the solute metal ions in the fluid (**above all lead** - cadmium, nickel, copper play a minor role) and the more base iron of the steel tubing which were proven both in the well sump and on the pump. This is reflected when comparing the downhole and the headspace samples

Uit:

Wolfgramm, M., Seibt, A. (2003): Geochemical characteristics of the formation fluid identified during stimulation tests on the Rotliegend geothermal reservoir in the NE German Basin (NEGB), European Geothermal Conference 2003 (Szeged 2003) (Szeged (Hungary)).

© Holland Innovation Team

6



Zout: issue bij geothermie in Groningen?

TNO-rapport NITG 05-009-A Haalbaarheidsstudie Aardwarmtewinning voor de gebiedsontwikkeling Groningen 24 bladzijden (2005)

Slechts 1 enkele vermelding (blz .6):over zout :

“Het terugpompen van het afgekoelde water is noodzakelijk omdat het geproduceerde formatie water in het algemeen een hoog zout gehalte heeft en om die reden lozing aan het oppervlak niet wordt toegestaan”.

Rapport marsroute – nauwelijks iets over zout

In 2014 en 2015 begint zout(gehalte) een rol te spelen



Koekoekspolder onverwacht?lood/zoutneerslag

5 jun. 2014

Problemen

aardwarmtebron Koekoekspolder opgelost
... Dat is een opsteker, na een zoektocht naar oplossingen voor twee **onverwachte complicaties: verstopping door neerslag in de bron en lichte radioactiviteit.**

Lood neerslag in injectiebuis
Omdat geothermie nog zo nieuw is, kom je soms voor onaangename verrassingen te staan. Tijdens een onderzoek in de injectieput in juli is gebleken dat het bronwater ook lood meevoert. Dit lood heeft geleid tot een verslechtering van de doorgang in de injectieput, waardoor de installatie is stilgelegd. Bovendien bleek dat dit lood voor een gering deel uit het loodisotoop PB210 bestaat.

Uit evaluatie:

Was het voorzien dat er zich een neerslag zou vormen?

Antwoord:

Het was niet voorzien dat er zich een neerslag (scale) zou vormen. Het aardwarmteproject in Koekoekspolder is het eerste geothermie project die uit de Rotliegendes/Slochteren-formatie water oppompt en weer terugpompt. **Het verschijnsel van neerslagen bij geothermie is nieuw, laat staan neerslagen met NORM-stoffen.**

Gross Schonebeck: 2003 (radioactieve) loodaanslag in de Rotliegendes formatiewater!



Belang zoutgehalte door de experts

“The quality of a geothermal reservoir mainly concerns **the chemical composition** of the fluid. Fluids may contain high content of **dissolved gas and high salt loads**. Materials exposed to hydrothermal fluids could be affected by corrosion. Depending on technology and selected materials, most fluid compositions encountered in Germany are manageable for geothermal exploitation. However, very strong saline fluids could pose a serious problem to the process of heat extraction due to precipitation of solids. en

Very high salt loads up to 330 g/L have been encountered in deep sandstones of the North German Basin”.^[1]

^[1] Thorsten Agemar *, Josef Weber and Rüdiger Schulz (2014) Deep Geothermal Energy Production in Germany, Energies 2014, 7, 4397-4416; doi:10.3390/en7074397



Zoutgehaltes Rotliggendes zandsteen (BRD)

Gross Schonebeck zoutgehalte :265 gr / liter

http://www.geo-x.net/fileadmin/newsimages/summer_school_2012/geoen/su mmerschool_2012_regenspurg.pdf

SW 71 Altmark 1* Rotliegend (320.gr)
SW 71** Altmark 1* Rotliegend (332gr)

Riu 119 Altmark 2* Rotliegend (314gr)
Riu 119** Altmark 2* Rotliegend (317gr)



Wat maakt geothermie Zernike riskant?

Nabijheid grootste gasveld Europa
Kans op gasbijvangst groot

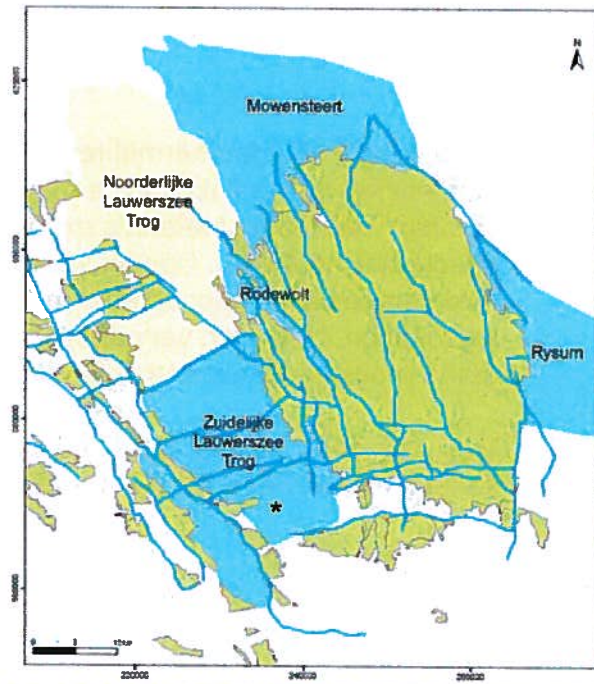
Water onder 1 km zout (Rotligendes aquifer);
Kans op bromzout water

Aardbevingen in directe nabijheid
Niet alleen in gasveld maar ook in de aquifer (Peizermade) of erboven?

Boringen in bodemdalingsschotel
Horizontale (rek)krachten op boringen

Veel breuken in de aquifer en boven het zout de Kalk
Triggeren van deze breuken mogelijk?

Gebied rondom Zernike:
Sterk aardbevingsgevoelig -



Aquiferwerking of niet – **Mogelijke consequenties**



Kans op gas bij geothermie in Groningen?



De kans is groot, hier affakkelininstallatie uit Zuid-Holland augustus 2015 (Vierpolders)



Implicaties gas in heet water in Groningen?

Positief: debiet zou groter kunnen zijn door gasdruk

Negatief: bij ontgassen van de bijvangst wordt re-injectie moeilijker



Bij ontgassen daalt zuurgraad,
Kalk gaat neerslaan –
Andere chemische processen?
Kans op zwavel

Toevoegen koud zoet water verlaagt weliswaar zoutgehalte maar verhoogt volume van het te injecteren water ¹³

© Holland Innovation Team



Hoog zoutgehalte en vrijkomend (CO₂)gas

Wanneer er gas in het water zit, gaat het water ontgassen wanneer het naar boven gaat (drukontlading)

In Groningen is de kans op bijvangst van gas groot, maar ook: wanneer er CO₂ in het gas/water mengsel zit – is de PH laag

Bij ontgassen van CO₂ gaat de PH omhoog, waardoor eerder scaling (neerslag) ontstaat, vooral calcium carbonaat en andere carbonaten slaan neer

Juist in het Rotliegendes formatie water zit (bij de bekende analyses in Duitsland) een hoog Ca – gehalte (door anhydriet?)

Kans op snelle en grote hoeveelheid kalkaanslag is bij ontgassing aanwezig?

© Holland Innovation Team

14



Re-injectie alleen onder zeer hoge druk

Een voorbeeld : bij afkoeling van water van 150 graden Celsius tot 60 Celsius graden, bleek dat viscositeit toenam met factor 3,5 (temperatuur en zoutconcentratie afhankelijk).

Het gevolg is dat er alleen onder hoge injectiedruk dezelfde hoeveelheid water kan worden teruggebracht in de aquifer - eigenlijk ben je dan aan het fracken

Op een wijze die meer risico met zich meebrengt dan fracken bij Saaksum

In het Westland deed zich dit probleem met zout formatie water reeds voor – (zoutgehalte water Westland < 100 gr/liter), extra injectieput nodig

Hoge injectiedruk in een aquifer met breuken brengt risico mee op aardbevingen



Aardbevingen bij re-injectie komen voor

(zelfs in gebieden zonder seismische activiteit)

<http://www.gns.cri.nz/Home/News-and-Events/Media-Releases/micro-earthquakes>

Micro earthquakes triggered by geothermal re-injection commonly occur between 2 and 4 km below the surface, the depth where they are re-injected. At this depth a micro earthquake as small as magnitude 2 may be felt nearby, only usually as a small vibration.

The largest micro-earthquake in a developed field in new Zealand thought to be associated with geothermal re-injection has been magnitude M 3.5, thought most are smaller than magnitude 3

Natalie Starkey

Thursday 11 July 2013 19.00 BST Last modified on Thursday 22 May 2014 01.21 BST

Pumping water underground at geothermal power plants can lead to dangerous earthquakes **even in regions not prone to tremors, according to scientists.**

They say that quake risk should be factored into decisions about where to site [geothermal plants](#) and other drilling rigs where water is pumped underground – for example in [shale gas fracking](#).

Onvoldoende bekend is het optreden van aardbevingen door “thermal shock”



Aquiferwerking : wel of niet – gevolgen?

Aquiferwerking kan plaatsvinden, wanneer er een drukverschil in de ondergrond wordt gecreëerd, bijvoorbeeld door gaswinning (Slochteren)

Aquiferwerking vindt niet plaats wanneer er geen gas wordt gewonnen

Maar vindt ook niet plaats wanneer er geen druk communicatie is – bv
Wanneer ondoorlatende breuken de communicatie verhinderen

Citaat NAM over de Groningse aquifer:

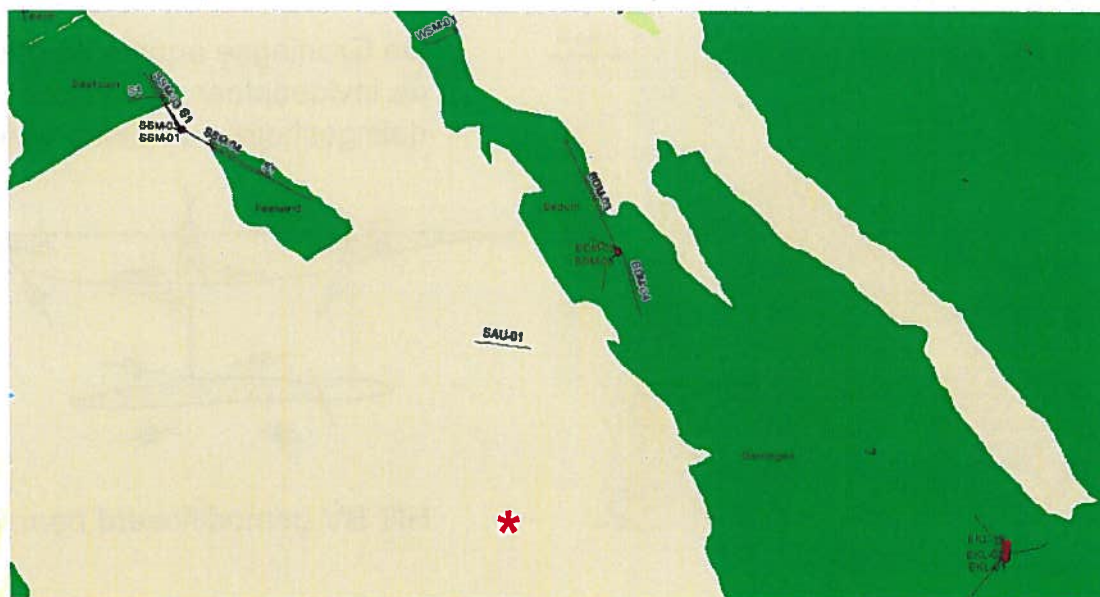
Het aquifer aan de westkant van het Groningen-veld blijkt tot nu toe nog steeds niet in druk te zijn gedaald en dus geen drukcommunicatie te hebben met het Groningen-veld.”^[1]

^[1] NAM, Bodemdaling door aardgaswinning, Statusrapport 2010 en prognose tot het jaar 2017:
http://www.commissiebodemdaling.nl/files/nam_bodemdalingsrapport2010.pdf

Is de Groningse aquifer een gesloten tank, met verschillende compartimenten gescheiden door breuken met verschillende waterniveaus of is er 1 waterniveau met afsluitende breuk tussen Slochteren en de aquifer? Wat zegt Bedum 5 ons ?



Bedum – Sauwerd - Zernike



Wordt drukdaling Bedum 5 veroorzaakt door aquiferwerking Zernike of ?



Aquiferwerking → drukdaling met gevolgen

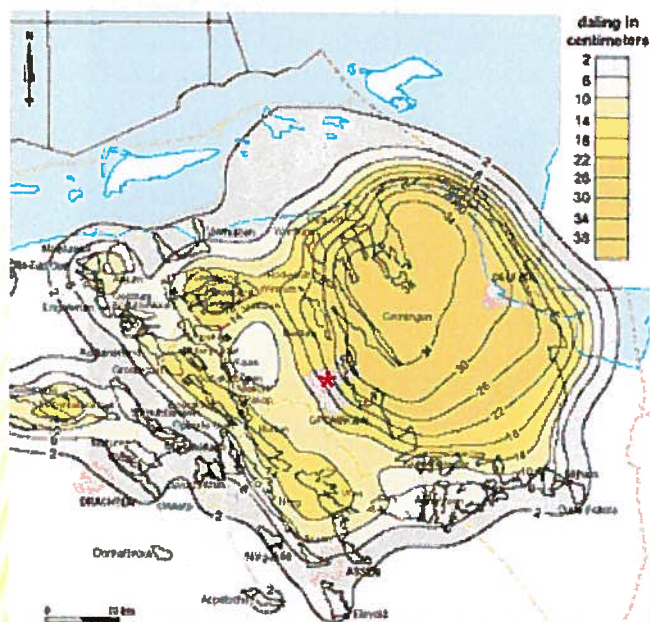
Wanneer er drukdaling in de aquifer van Zernike zou zijn opgetreden, zou men sterke bodemdaling verwachten.

Mogelijke ontgassing op aquiferniveau zou (extra) bodemdaling kunnen hebben verhinderd. Dan zou gas aan de bovenkant van de aquifer aanwezig zijn.

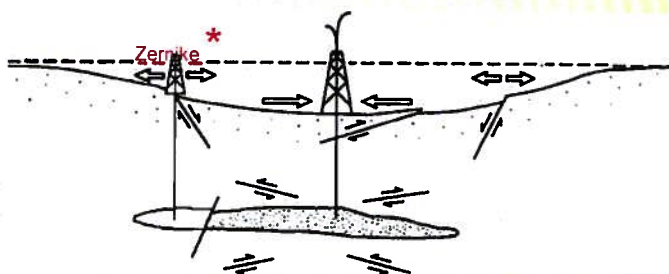
Een drukdaling van 150 bar leidt tot ontgassing in de diepe ondergrond en tot directe neerslag in de aquifer zelf, daardoor zal het water veel langzamer gaan stromen en het ontsnapte gas zal in de halflege aquifer naar boven tegen het zout aan migreren, met daaronder (nauwelijks?) stromend water



Gevolgen bodemdaling (gas) voor geothermie



De Groningse aquifer bevindt zich in de invloedssfeer van de bodemdalingschotel van Slochteren

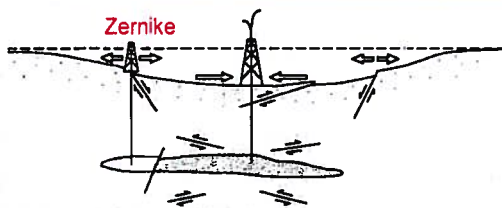


HIT BV gemodificeerd naar Segall

Daardoor ontstaat er rek in de gesteente-Formaties boven de aquifer met horizontale verplaatsing in de orde van 0,1mm/j?

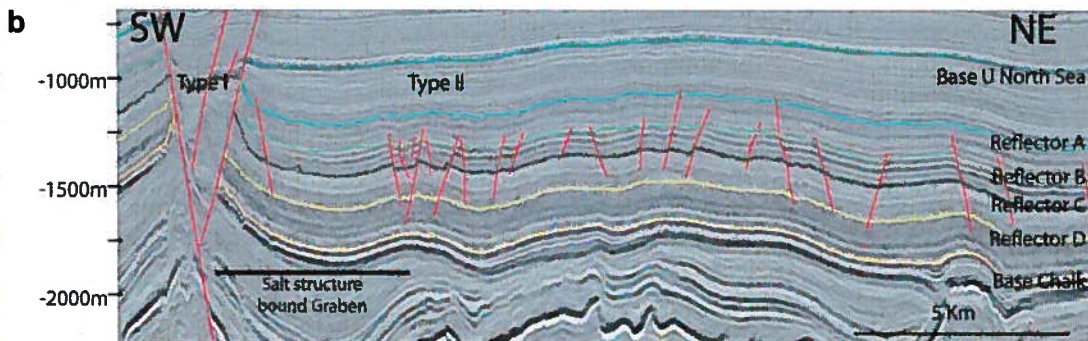


Gevolgen bodemdaling(gas) voor geothermie



25 cm op 3km afstand van Zernike

Welke consequenties heeft dit voor de verbroken keiharde Ommelandenkalk?



Doorsnede door Slochteren – SW zoutstructuur Groningen met breuken – links daarvan (niet te zien) Zernike aquifer - breuken in kalk op 1100-1500 meter
bodemdaling ca 25 cm op 3km afstand van de beoogde geothermie putten

Uit Frans onderzoek komt dat een breuk van 30 meter bij een verzet van 1mm een magnitude 1 aardbeving veroorzaakt die op 2 km van hypocentrum is te voelen



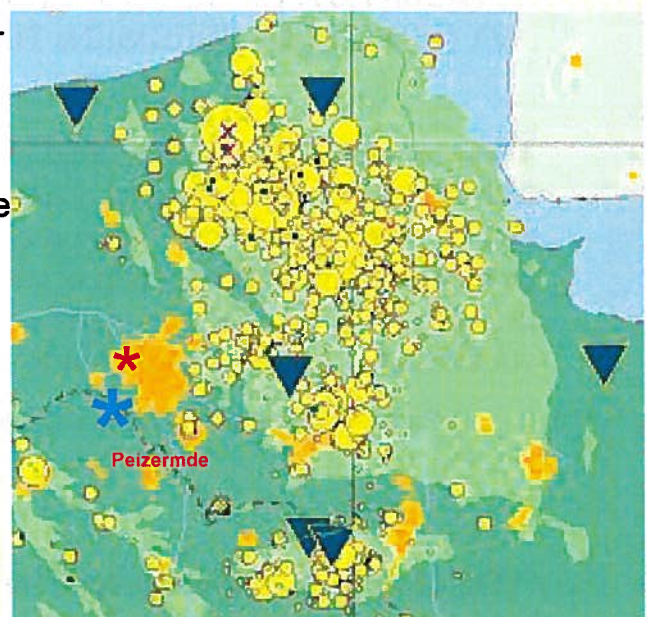
Huidige aardbevingen, natuurlijk/kunstmatig?

In 2006 vond een opvallende aardbeving plaats bij Peizermade (M1.8) op 7 kilometer afstand van het aardgasveld * en ongeveer 4 km * van Zernike

Volgens NAM is er geen drukverlaging in de aquifer, was deze aardbeving natuurlijk?

Was de aardbeving boven het zout?
Door rek in de keiharde kalk?

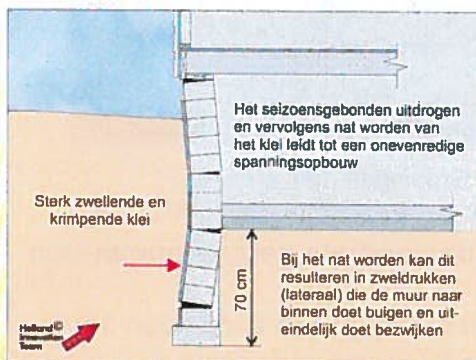
Zijn de aardbevingen bij Haren eveneens natuurlijke bevingen in de aquifer of erboven in de invloed van de bodemdalingschotel o.i.v spanningsveranderingen boven het zout?





Knipklei Zernike: aardbevingsgevoelig

- ✗ Pik- knik- en knipklei (Noorderbreedte – profiel)
- ✗ Het Zerniketerrein, ten noorden van de Groninger stadswijk Paddepoel, is gebouwd op jonge zeeleig grond. Het getoonde bodemprofiel, afkomstig van dat Zerniketerrein, bestaat grotendeels uit zogenoemde knipklei. Dit is een zware kleisoort. Een zware klei die ook nog kalkloos is, heeft nauwelijks structuur en is heel moeilijk te bewerken. Onder natte omstandigheden is knipklei helemaal dichtgezwollen en kan het water niet meer weg, terwijl het in de zomer droogtegevoelig is en keihard kan worden.



Noordzijdervest schreef in 2011 peilbesluit Paddepoel: “ Belangrijk kenmerk van de knipklei zijn de sterke krimp- en zweigenschappen. In de zomer ontstaan bij droogte daardoor snel scheuren in de ondergrond.



Monitoring geothermie : tiltsensors worldwide

EVALUATION OF SUBSURFACE FLUID MOVEMENT BY USING HIGH PRECISION TILTMETERS

Tiltmeters have undergone rapid evolution in recent years, and can provide higher accuracy and greater resolution at depth. Surface tilt can be directly related to volume change in the subsurface associated with fluid injection or withdrawal, The tiltmeter survey promises to provide a non-invasive method for directly monitoring subsurface volume change due to injection or production

Proceedings World Geothermal Congress 2000 Kyushu - Tohoku, Japan,

** Op 17 augustus heeft Holland Innovation Team warmtestad geattendeerd op het bestaan van tiltmeters en het nut daarvan bij geothermie



Conclusies: Geothermie stad Groningen

Tot nu toe is geen aandacht besteed aan spanningsveranderingen boven de aquifer door de invloed van gaswinning aan beide kanten van de aquifer

Rek zou kunnen leiden tot aardbevingen en risico op lekkage.

Er is geen aandacht besteed aan mogelijke gevolgen van aquifer werking (ontgassing op reservoir niveau of aan het maaiveld.?)

Er wordt geen rekening gehouden met het feit dezelfde hoeveelheid water na afkoeling bij hogere viscositeit slechts onder hoge druk terug geïnjecteerd kan worden met kans op fracken/aardbevingen.

Chemische processen zijn (nog) niet geheel gemodelleerd

Er is niet gekeken naar aardbevingsgevoeligheid (vooral ondiep: eerste meters)



Aanbevelingen: second opinion met

Studie naar WEL of GEEN aquiferwerking en de implicaties

Studie naar (mogelijke) chemische samenstelling formatiewater en modellering mogelijk neerslag/scaling. (met daarin een analyse van mogelijk kalkaanslag door toename PH (afname zuurgraad)) bij ontgassing boven dan wel ondergronds

Begin een studie naar toename viscositeit en schat met welke druk injectie moet plaatsvinden om eenzelfde hoeveelheid water terug te injecteren (verschillende cases).

Begin studie naar de oorzaak van de aardbevingen in Haren en Peizermade en inventariseer de mogelijke site effects (aardbevings-gevoeligheid rondom Zernike).

Start een studie naar breuken boven het zout in de harde Krijtkalk (met daarin het effect van horizontaler verplaatsingen (%mm/j) tgv gaswinning op geothermie boringen en de extra veiligheidsmaatregelen die wellicht moeten worden genomen

Start een tiltmeter studie die geothermie kan bevoordelen/goedkoper maken

Kijk naar alternatieven in Groningen: **Oost Groningen?**



Nieuw concept: Geothermie and tiltmeters

Hi | ; Absolutely, you should definitely protect the concept, I have never mentioned it to anyone and won't until you say its OK to do so.

I spoke to a contact of mine in Berlin who is the Senior Manager for Germany Trade and Invest for Geo Energy this morning, and he can put us into contact with the top directors for Geothermal Energy development in the EU and also Germany - he was very interested in the concept of mapping ground surface disturbances associated with geothermal production. He wants us to put together a one page description of how we (ie HIT and partners) could employ tilt sensors to map for any ground disturbances related to geothermal production. He said that geothermal is like the oil and gas industry in the 1930's - everyone still uses Doublet systems (i.e. dedicated injection and extraction wells) even though it costs 2 Million Euro per km to drill a well. There is huge opportunity to innovate in this sector, so the use of tiltmeters and your concept could find significant application as geothermal technology develops. Thanks for sending the link! Cheers, [redacted]



Dank U voor uw aandacht

Holland Innovation Team BV

13 januari 2016

Gemeenteraad Groningen