

Winningsplan Aardwarmte

LTG-GT-01, LTG-GT-02 & LTG-GT-03

Opgesteld in het kader van de Mijnbouwwet en het Mijnbouwbesluit



April 2019

Hoogweg Aardwarmte BV

Postbus 45

8316 ZG Marknesse

Inhoud

1.	Inleiding.....	3
1.1	Wettelijk kader.....	4
1.2	Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu	5
1.3	Procedure en Publiekscommunicatie	5
2.	Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem	6
2.1	Locatie van het geothermisch systeem	6
2.2	Beschrijving van geothermisch systeem	8
3.	Beschikbare en gebruikte putten en seismische data	9
3.1	Keuze van de referentieputten en putinformatie.....	9
3.2	Seismische gegevens.....	9
3.3	Coördinaatsysteem	10
3.4	Beschrijving van de putten.....	10
3.5	Putintegriteit	14
3.6	Aquifer karakteristiek.....	15
3.6	Formatiewater karakteristiek	19
4.	Wijze van winning	21
4.1	Beschrijving winning	21
4.2	Duur van winning	24
4.3	Toekomstige ontwikkeling	24
4.4	Interferentie.....	24
5.	Bodembeweging	27
5.1	Bodemdaling	27
5.2	Bodemtrilling.....	29
6.	Referenties.....	30
7.	Bijlages	31
	Bijlage 1 Quickscan for Potential of Inducing Seismicity	31

1. Inleiding

Dit winningsplan is opgesteld om te voldoen aan de verplichtingen vanuit artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet. Het winningsplan is gebaseerd op het format winningsplan voor aardwarmte van het Ministerie van EZK, versie 1 April 2019. Het winningsplan begint met een algemene beschrijving van het geothermisch systeem van Hoogweg Aardwarmte BV in hoofdstuk 2. Daarna volgt een parameterisatie van de aquifer in hoofdstuk 3. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een beschrijving gegeven van de winningsinstallatie aan de productie kant van de warmtewisselaar. Daarnaast worden gegevens verzameld over het debiet, de injectiedruk en de interferentie met andere mijnbouwactiviteiten. In vervolg hierop wordt informatie gegeven over de operationele condities en het resulterende warmteproductieprofiel. Hoofdstuk 5 is gewijd aan de eventuele consequenties van aardwarmtewinning in termen van bodembewegingen: bodemdaling en bodemtrilling.

De definitie van een geothermisch systeem binnen dit winningsplan is:

Het geheel aan geologische en technische componenten, tezamen met de besturings- en monitoringscomponenten, waardoor het warme productiewater en vervolgens het koude injectiewater stroomt waarbij het geheel als een gesloten systeem acteert, teneinde energie/warmte uit deze waterstroom te extraheren.

1.1 Wettelijk kader

Het winnen van delfstoffen en aardwarmte vanuit een voorkomen geschiedt ex artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet overeenkomstig een winningsplan, dat bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat wordt ingediend. Daarbij hoort de volgende omschrijving:

De vergunninghouder wordt verplicht een winningsplan op te stellen. In dat plan zal hij moeten aangeven op welke wijze en in welk tempo hij de aardwarmte wil winnen. Dit winningsplan is van belang om te kunnen bezien of de hoeveelheid te winnen aardwarmte, de wijze en het tempo van winning in lijn zijn met efficiënt planmatig beheer. Tevens kan het plan worden bezien in het licht van een zorgvuldige winning met het oog op bodembewegingseffecten: bodemdaling en bodemtrilling.

Het winningsplan betreft enkel die elementen die onder de Mijnbouwwet vallen en die te maken hebben met de ondergrondse winning en de gevolgen van het winnen van aardwarmte, zoals beschreven in de Mijnbouwwet, artikel 35. Het bovengrondse systeem valt vergunningtechnisch onder de WABO danwel het BARMM. Voor de inhoud van een winningsplan voor delfstoffen wordt nadere invulling van de artikelen 34-38 Mijnbouwwet gegeven in de artikelen 24 en 25 van het Mijnbouwbesluit (Mbb).

1.2 Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu

Hoogweg Aardwarmte BV beschikt over een VGM-zorgstelsel vanuit DAGO. Dit Zorgstelsel is een formeel stelsel dat ontwikkeld is om Veiligheid, Gezondheid en Milieu te managen binnen de organisatie in lijn met het overkoepelende beleid en doelstellingen. Het VGM beleid en de doelstellingen zijn terug te vinden in het VGM-zorgplan van Hoogweg Aardwarmte BV. Het VGM-zorgstelsel volgt o.a. de onderstaande veiligheid-, gezondheid- en milieu kwaliteitsnormen:

- ISO 9001:2015.
- ISO 14001:2015.
- ISO 45001:2018.

De uitvoering van de procedures en instructies vanuit dit VGM-zorgstelsel wordt o.a. gewaarborgd middels werkinstructies, werkplannen en werkvergunningen. Alle VGM-zorg werkzaamheden worden gemonitord middels een Jaarplanning, met bijbehorende actielijst en PVA. Alle VGM-documentatie en bijbehorende risico-inventarisaties en evaluaties worden periodiek geüpdatet. Veiligheids-protocolen en instructies zijn o.a. vastgelegd in een noodplan, explosieveiligheidsdocument en een opstart en gebruik document.

De integriteit van alle assets en de putten wordt gewaarborgd middels een Asset Integrity Management Plan en een Well Integrity Management Plan. Het AIMP en WIMP volgen respectievelijk de normen ISO 55001 en de ISO 16530-2 en zijn onderdeel van het VGM-zorgstelsel. Periodiek worden inspecties uitgevoerd, onderdelen gekeurd en wordt onderhoud gepleegd volgens het AIMP en WIMP. Daarbij wordt extra aandacht besteed aan de elementen die belangrijk zijn voor het voorkomen of mitigeren van incidenten met risico's voor veiligheid, gezondheid en milieu.

Er is periodiek overleg met andere geothermie operators en DAGO om ervaringen, aanbevelingen en best practices te bespreken en te delen. Indien van toepassing of meerwaarde, worden aanbevelingen vanuit DAGO door Hoogweg Aardwarmte BV overgenomen.

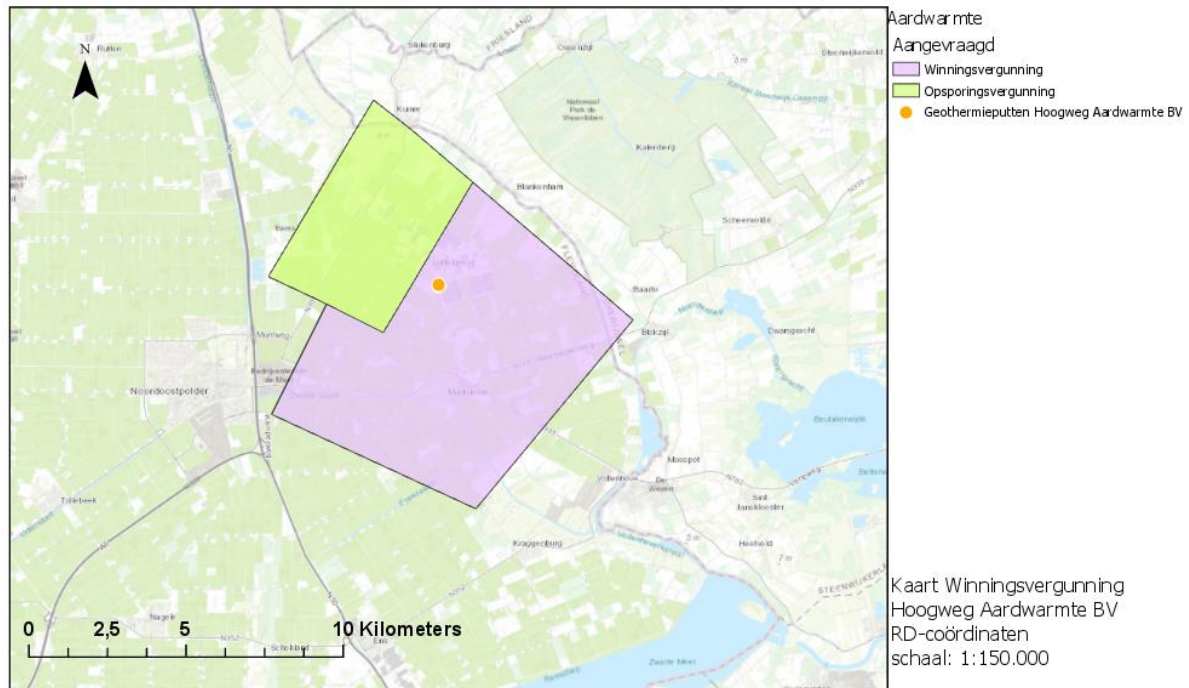
1.3 Procedure en Publiekscommunicatie

Hoogweg Aardwarmte BV communiceert proactief met omwonenden en andere stakeholders in de omgeving. Informatie wordt verschaft via de website. Daarnaast worden er regelmatig presentaties gegeven tijdens evenementen en zijn er rondleidingen voor geïnteresseerden.

2. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem

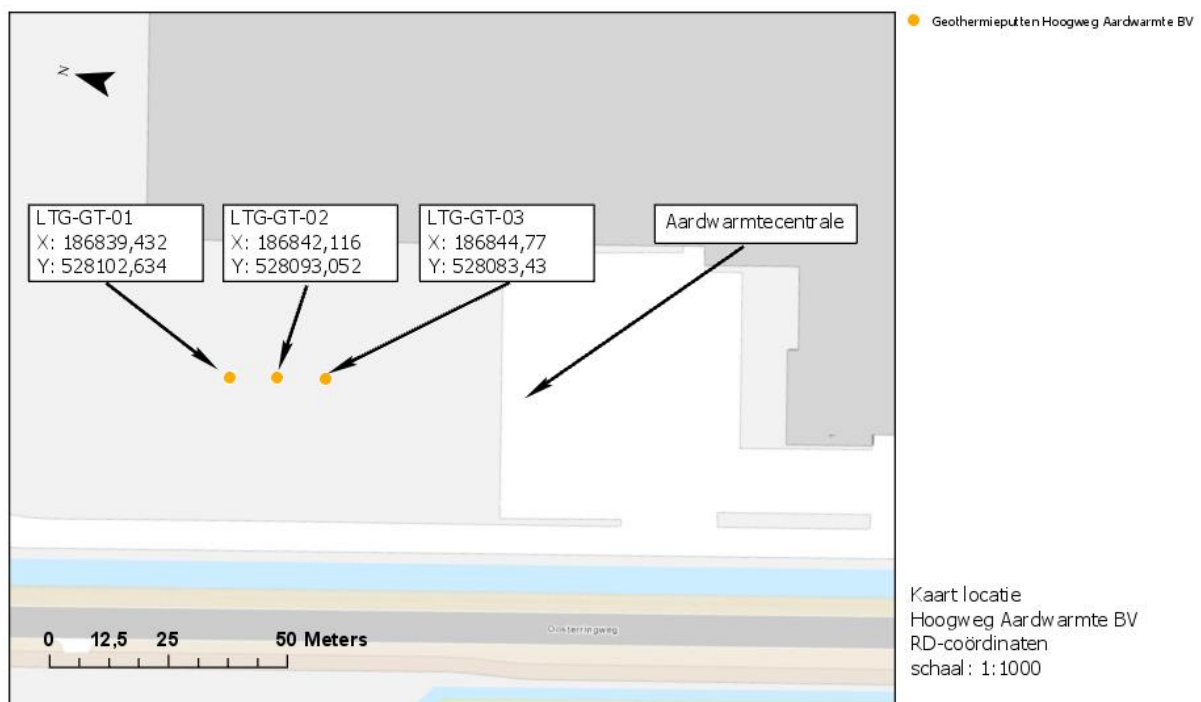
2.1 Locatie van het geothermisch systeem

Hoogweg Aardwarmte BV is gelegen nabij het dorp Luttelgeest, in de gemeente Noordoostpolder, in de Provincie Flevoland. Hoogweg Aardwarmte BV heeft een aanvraag voor een winningsvergunning ingediend. De gebiedsbegrenzing van de winningsvergunning zal binnen de contouren van de huidige Opsporingsvergunning liggen. Zie figuur 1.



Figuur 1: Locatie geothermisch systeem.

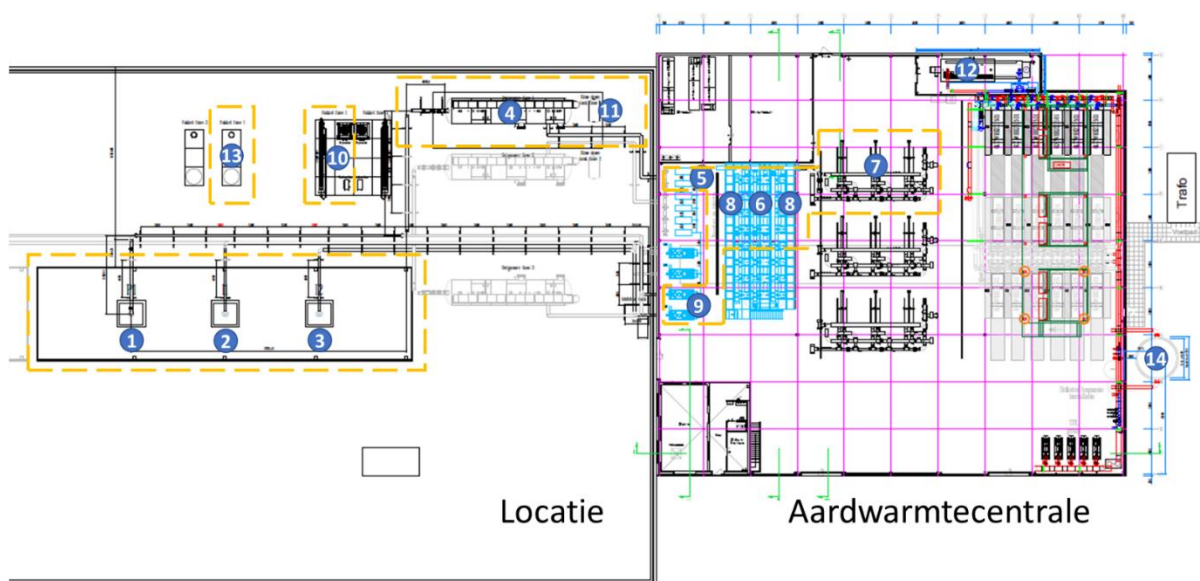
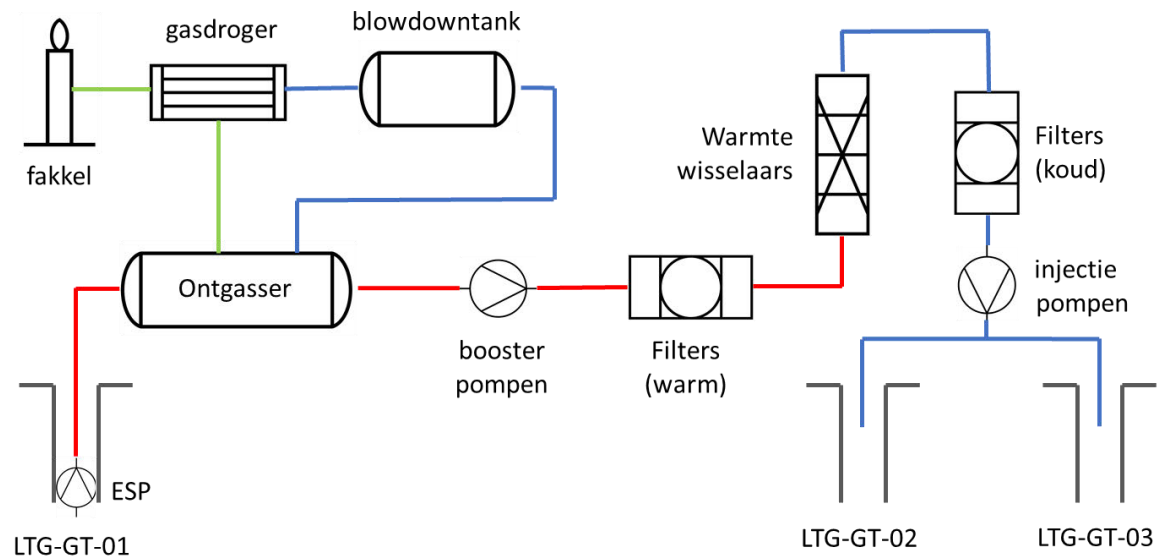
In figuur 2 is op een plattegrond de ligging van het pomphuis en de geothermieputten weergegeven, inclusief de RD-coördinaten.



Figuur 2: Locatie geothermisch systeem Hoogweg Aardwarmte BV, met de coördinaten van de wellheads

2.2 Beschrijving van geothermisch systeem

De warmtewinning-installatie van Hoogweg Aardwarmte BV bestaat uit een geothermisch triplet en een aardwarmtecentrale. De warmtewinning-installatie van Hoogweg Aardwarmte BV is schematisch weergegeven in Figuur 3 en bestaat in feite uit een productieput en twee injectieputten met daartussen een Gas/Water scheider, gasverwerkingsinstallaties (ketel en fakkels) en een aardwarmtecentrale met filters en warmtewisselaars, waar warmte wordt onttrokken aan het geproduceerde water.



- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. LTG-GT-01 (Producer) | 8. Filters (koud) |
| 2. LTG-GT-02 (Injector) | 9. Injectiepompen |
| 3. LTG-GT-03 (Injector) | 10. Gasdroger |
| 4. Ontgasser | 11. Blowdown tank |
| 5. Boosterpompen | 12. Gasketel |
| 6. Filters (warm) | 13. Fakkels |
| 7. Warmtewisselaars | 14. Balanstank CV-systeem |

Figuur 2: Schematische weergave en plattegrond van de mijnbouwinstallatie. Bron: Document Opstart en gebruik

3. Beschikbare en gebruikte putten en seismische data

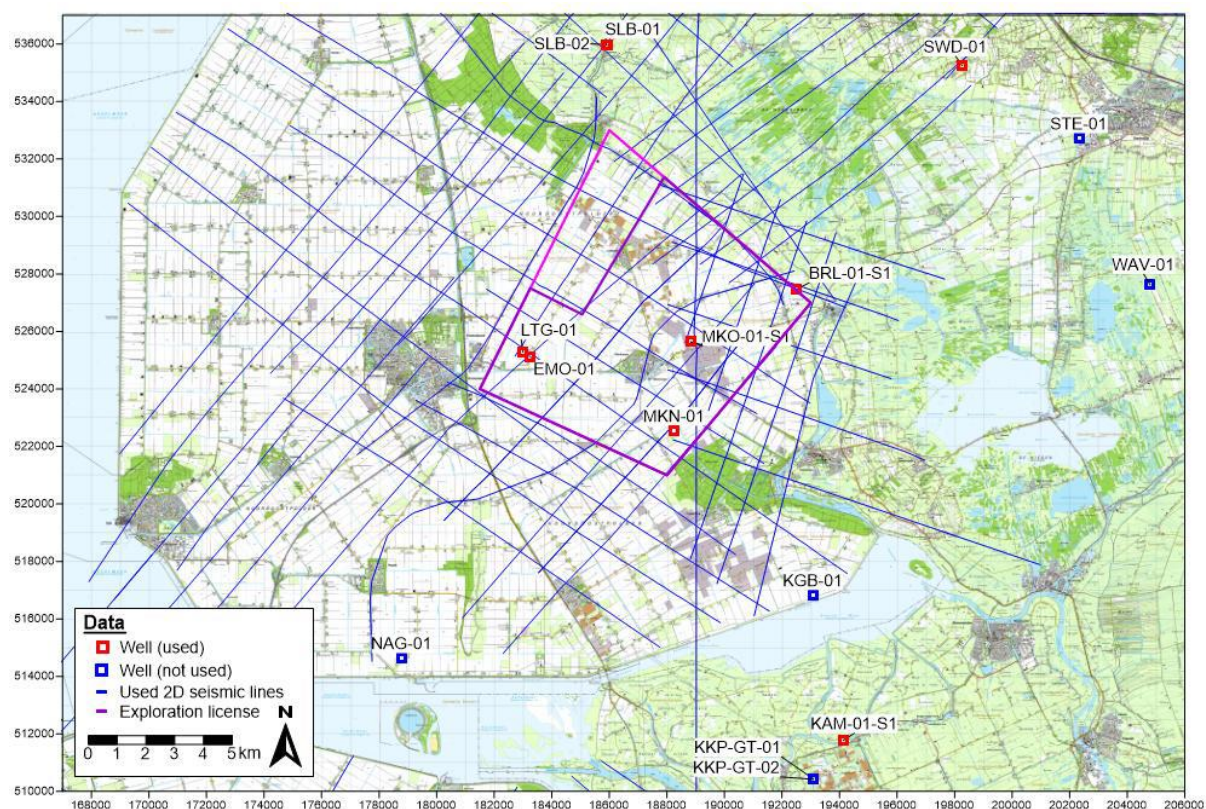
In dit hoofdstuk wordt beschreven welke boringen en seismische data zijn gebruikt voor de gedetailleerde evaluatie van de ondergrond. Voor meer informatie wordt verwezen naar het geologisch onderzoek van Hoogweg Aardwarmte BV, welke is opgesteld door IF Technology.

3.1 Keuze van de referentieputten en putinformatie

In de omgeving van Luttelgeest zijn enkele putten geboord voor de exploratie van koolwaterstoffen. De gegevens van een aantal putten zijn gebruikt om de diepte, dikte en reservoir eigenschappen van de Slochteren formatie te beoordelen. Deze putten zijn weergegeven in figuur 4.

3.2 Seismische gegevens

Voor het geologisch onderzoek zijn 2D seismische gegevens gebruikt. Het gebied rondom Luttelgeest is bedekt met seismische lijnen met een afstand van ongeveer 1-2 km. In figuur 4 is een overzicht gegeven van de gebruikte seismische lijnen. Voor meer informatie over de seismische lijnen en de toegepaste tijdsverschuivingen wordt verwezen naar het geologisch onderzoek.



Figuur 3: Gebruikte gegevens: locatie van gebruikte putten en gebruikte seismische data. Bron: geologisch onderzoek

3.3 Coördinaatsysteem

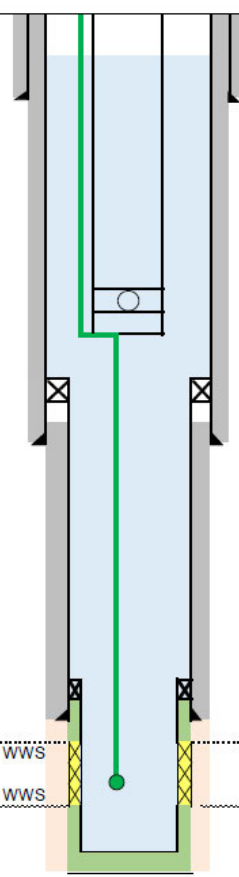
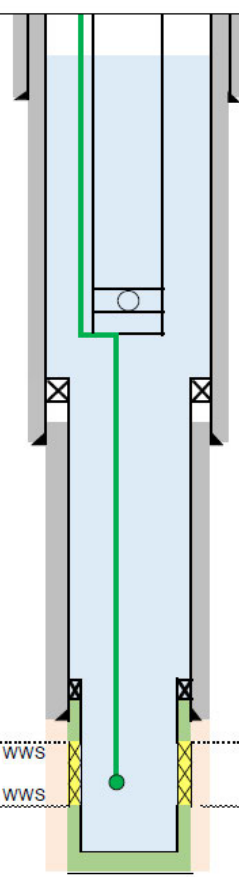
Alle kaarten en gegevens zijn weergegeven in het RD coördinatenstelsel.

3.4 Beschrijving van de putten

Het geothermisch triplet, bestaande uit de putten LTG-GT-01, LTG-GT-02 & LTG-GT-03, is begin 2018 geboord. In oktober 2018 is in LTG-GT-01 de ESP en een inhibitorstring geïnstalleerd, om ter hoogte van de screens (1900m AH) inhibitor te kunnen injecteren. In tabel 1 is de belangrijkste administratieve informatie per put samengevat. In figuur 5, 6 en 7 zijn de verbuigingsschema's weergegeven van de productieput en de twee injectieputten. Voor meer informatie wordt verwezen naar de End of Well Reports.

putnaam	LTG-GT-01	LTG-GT-02	LTG-GT-03
Type put	Productieput	Injectieput	Injectieput
Spuddatum	18-02-2018	23-03-2018	18-04-2018
Compleetie datum	22-03-2018	17-04-2018	16-05-2018
X (RD) oppervlaktelocatie	186839,432	186842,116	186844,77
Y (RD) oppervlaktelocatie	528102,634	528093,052	528083,43
X (RD) einddiepte	186540.01	186235.24	187183
Y (RD) einddiepte	528396.59	527003.3	527067
Einddiepte (m AH)	1952	2320	2265
Eind diepte (mTVD)	1863	1808	1808

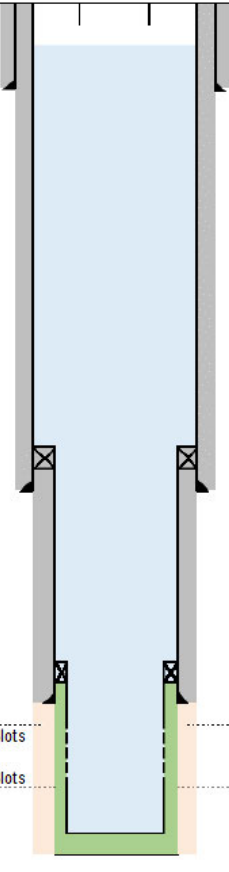
Tabel 1: Algemene put informatie. Bron: EOWR

Nr.	Item Description Geothermal Production Well <u>All depths from GL</u> GL = 3,62m below NAP	Wellhead and Xmas Tree LTG-GT-01	Depth	Depth	Hole ID	Pipe OD	Collar OD	Pipe ID	Pipe ID
			m	m	in	in	in	in	in
			tvd	ah			(nom)		(drift)
1	24" welded conductor		220	220		24.000	welded	23.000	
	ESP Intake		743	743					
	Kick off Point		769	769					
	ESP centralizer nose + inh. Line hanging tool		772	772					
	13 3/8 x 9 5/8" Liner Hanger + Packer		880	880					
	Top Of Cement (TOC)		966	966					
2	13 3/8" 72# L80 VAM TOP		971	972	16.000	13.375		12.347	12.25 SD
	End of build to 26°		972	974	section TD				
			1080	1091					
3	9 5/8" x 7 5/8" Liner Hanger + Packer		1648	1725					
	9 5/8" 53.5# L80 VAM TOP		1695	1775	12.250	9.625		8.535	8.5 SD
	Top Slochteren SST: 1743m TVD / 1827m AH		1696	1776	section TD				
	Inhibitor Line bullnose		1741	1826					
	Base Slochteren 1822m TVD / 1910m AH		1822	1909			0.375	bullnose: 4" OD	
	Pack-off / Seal-sub collar		1846	1934					
4	7 5/8" 26.4# L80 HC Polseal-1 SC Base Pipe		1854	1942	9.500	7 7/8.23	8.141 SC	6.969	6.844
	Open hole 9 1/2" Bi-Centre bit (TD) - Incl. 9.7°		1855	1943	9.500	TD			

Figuur 5: Schematische put configuratie LTG-GT-01

Nr.	Item Description	Wellhead and Xmas Tree	Depth m tvd	Depth m ah	Hole ID in	Pipe OD in	Collar OD in (nom)	Pipe ID in	Pipe ID in (drift)
	Geothermal Injection Well <u>All depths from RT</u> RT = 8,70m above GL RT = 5,08m above NAP	LTG-GT-02							
1	WEG + 1x pup 8 5/8" 32# L80 HC Polseal-1 24" welded conductor Kick off Point End of build to 20° Kick off Point End of build to 35° - 37°		9.27	9.27		8.625	9.650	7.921	7.796
			229	229		24.000	welded	23.000	
			263	263					
			501	506					
			591	601					
			860	913					
2	13 3/8" 72# L80 VAM TOP Kick off Point End of build to ~54°		1076	1182	Top of liner				
			1153	1276	16.000	13.375		12.347	12.25 SD
			1154	1279	section TD				
			1173	1302					
			1462	1731					
3	9 5/8" 53.5# L80 VAM TOP Top Slochteren SST: 1730m TVD / 2189m AH Base Slochteren 1796m TVD / 2302m AH Pack-off / Seal-sub collar		1707	2150	Top of liner				
			1728	2185	12.250	9.625		8.535	8.5 SD
			1729	2188	section TD				
			1726	2183	Top Slots				
			1794	2296	Base Slots				
			1802	2309					
4	7 5/8" 26.4# L80 HC Polseal-1 SC Base Pipe Open hole 8 1/2" (TD) - Incl. 51.5°		1806	2317	8.500	7.625	8.141 SC	6.969	6.844
			1808	2320	8.500	TD			

Figuur 6: Schematische put configuratie LTG-GT-02

Nr.	Item Description	Wellhead and Xmas Tree	Depth m tvd	Depth m ah	Hole ID in	Pipe OD in	Collar OD in (nom)	Pipe ID in	Pipe ID in (drift)
	Geothermal Injection Well All depths from RT RT = 8,70m above GL RT = 5,08m above NAP	LTG-GT-03							
1	1x joint 8 5/8" 32# L80 HC Polseal-1		15.0	15.0		8.625	9.650	7.921	7.796
	24" welded conductor		228	228		24.000	welded	23.000	
	Kick off Point		265	265					
	End of build to 20°		502	506					
	Kick off Point		586	595					
2	13 3/8" x 9 5/8" Liner Hanger + Packer		1059	1159	Top of liner				
	13 3/8" 72# L80 VAM TOP		1158	1282.5	16.000	13.375		12.347	12.25 SD
	Kick off Point		1160	1285	section TD				
	End of build to ~45°		1271	1433					
	Kick off Point		1392	1597					
3	9 5/8" x 7 5/8" Liner Hanger + Packer		1483	1731					
	9 5/8" 53.5# L80 VAM TOP		1669	2037.5	Top of liner				
	Top Slochteren SST: 1723.5m TVD / 2128m AH		1698	2086	12.250	9.625		8.535	8.5 SD
	Base Slochteren 1795m TVD / 2244m AH		1699	2089	section TD				
	Pack-off / Seal-sub collar		1717	2117	Top Slots				
4	7 5/8" 26.4# L80 HC Polseal-1 SC Base Pipe		1794	2242	Base Slots				
	Open hole 8 1/2" pilot hole x 12 1/4" (TD) - Incl. 51.2°		1802	2256					
			1807	2264	7.625	8.141 SC	6.969	6.844	
			1808	2265	12.250 TD				

Figuur 7: Schematische put configuratie LTG-GT-03

3.5 Putintegriteit

De geothermieputten van Hoogweg Aardwarmte BV zijn voorzien van meerdere barrières die contact tussen enerzijds de vloeistoffen in de put en anderzijds de omgeving voorkomen.

Onderstaande onderdelen zijn geïdentificeerd als put barrières:

- brine
- conductor
- casing
- casing cement
- casing with hanger and seal assembly
- Liner
- Liner cement
- Liner hanger + packer
- tubing hanger with seals
- Christmas tree with valves and Christmas tree connection
- wellhead

De put barrières worden beheerd volgens een Well Integrity Management Systeem conform de ISO 16530-2, dat onderdeel is van het overkoepelende VGM-Zorgsysteem van Hoogweg Aardwarmte BV. Verscheidene tests, inspecties en onderhoudsactiviteiten worden regelmatig uitgevoerd, om de integriteit van de barrières te monitoren en eventueel aanvullende maatregelen te nemen om de integriteit te waarborgen. De integriteit van de putten wordt gemonitord door op een frequente basis metingen en eventueel camera inspecties uit te voeren in de putten. Corrosieprocessen worden gemonitord met behulp van o.a coupon-, filter- en wateranalyses.

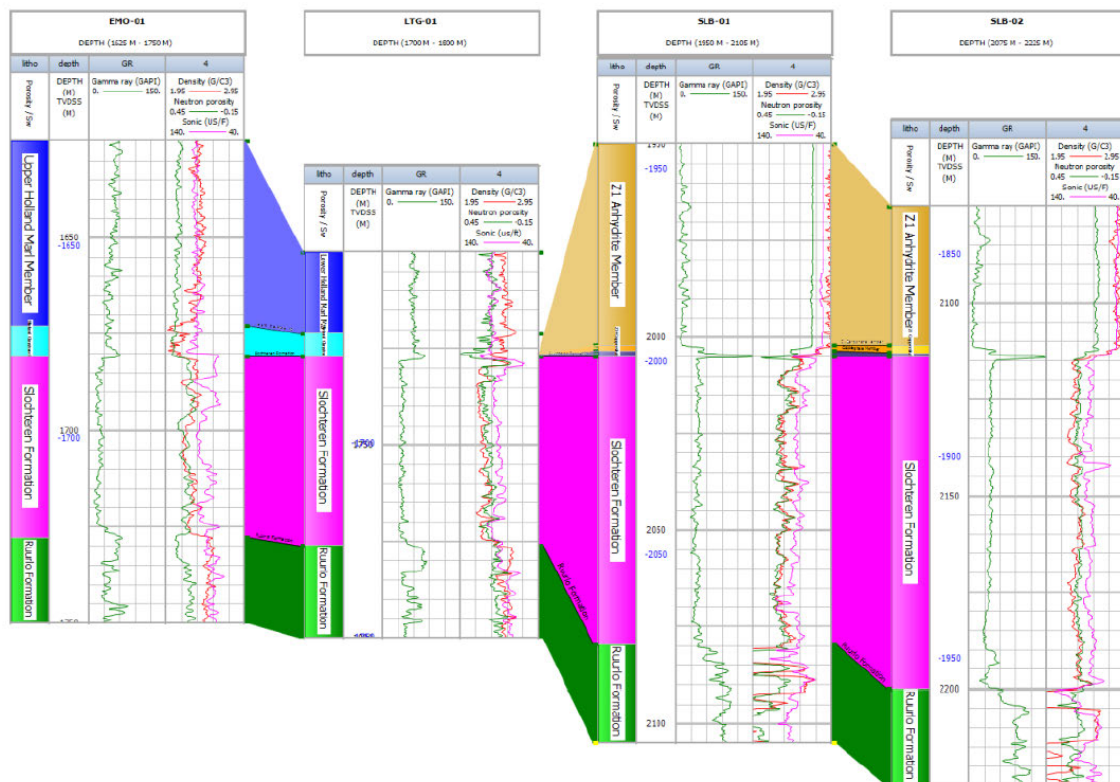
3.6 Aquifer karakteristiek

De geothermieputten van Hoogweg Aardwarmte BV gebruiken de Slochteren zandsteen formatie als aquifer. De belangrijkste eigenschappen van deze aquifer zijn samengevat in tabel 4.

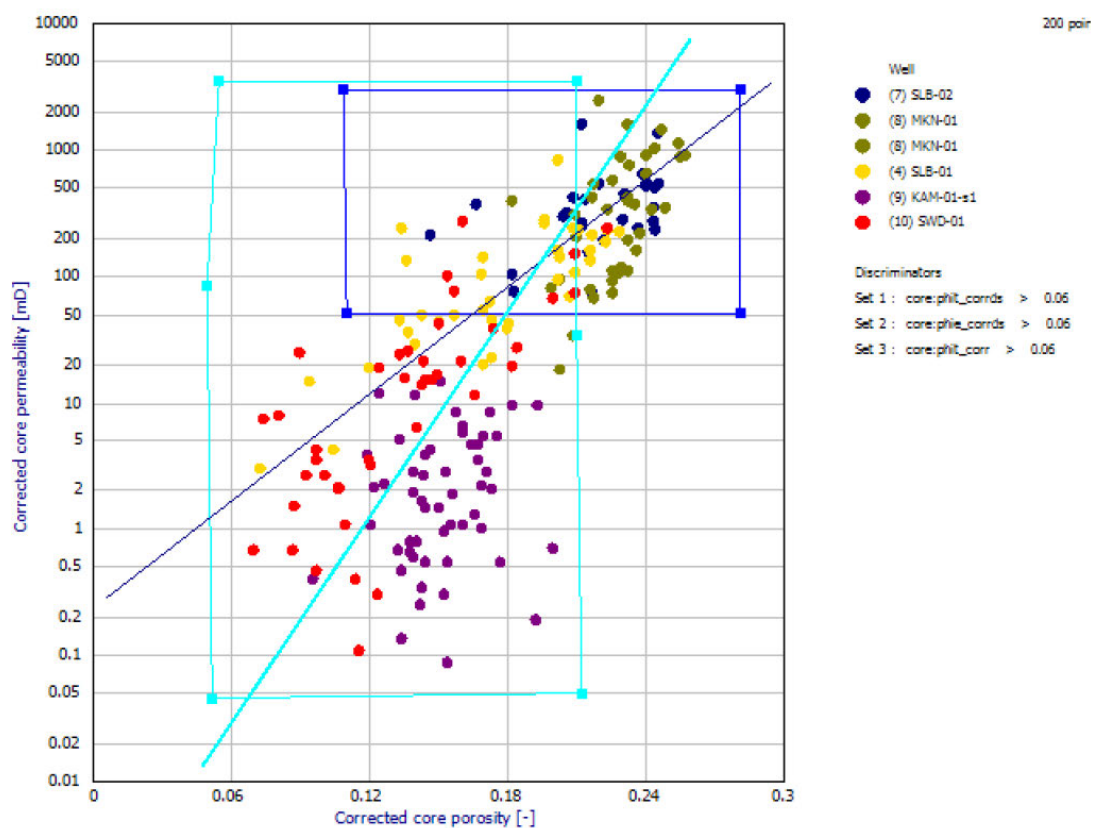
In figuur 8 is de ligging van de aquifer weergegeven en in figuur 9 de verhouding tussen permeabiliteit en porositeit, op basis van putten in de omgeving. In figuur 10 is de diepte van de top van de Slochteren formatie weergegeven. In figuur 11 is de dikte van de Slochteren formatie te zien. De temperatuurgradiënt bedraagt ongeveer 3,4 °C per 100 m, met een oppervlaktetemperatuur van 10 °C. Dit geeft voor de top van de Slochteren zandsteen formatie in Luttelgeest een temperatuur van 77 °C.

Parameter	LTG-GT-01	LTG-GT-02	LTG-GT-03
Aquifer stratigrafie			
Diepte top aquifer (m MD)	1827	2189	2128
Diepte top aquifer (m TVD)	1743,5	1730	1723,5
Diepte basis aquifer (m MD)	1911	2302	2244
Diepte basis aquifer (m TVD)	1823,5	1796	1795
Bruto Dikte (m)	80	66	71
Porositeit (%)	20	20	20
Permeabiliteit (mD) uit petrofysica	600	600	600
Permeabiliteitsdikte (Dm) uit puttest	23	29	20
Permeabiliteit (mD) uit puttest	284	445	282
Skin welltest (-)			2.5
Temperatuur mid-reservoir (C)	77,7	76,4	75,3
Reservoir druk top aquifer (bar)			192

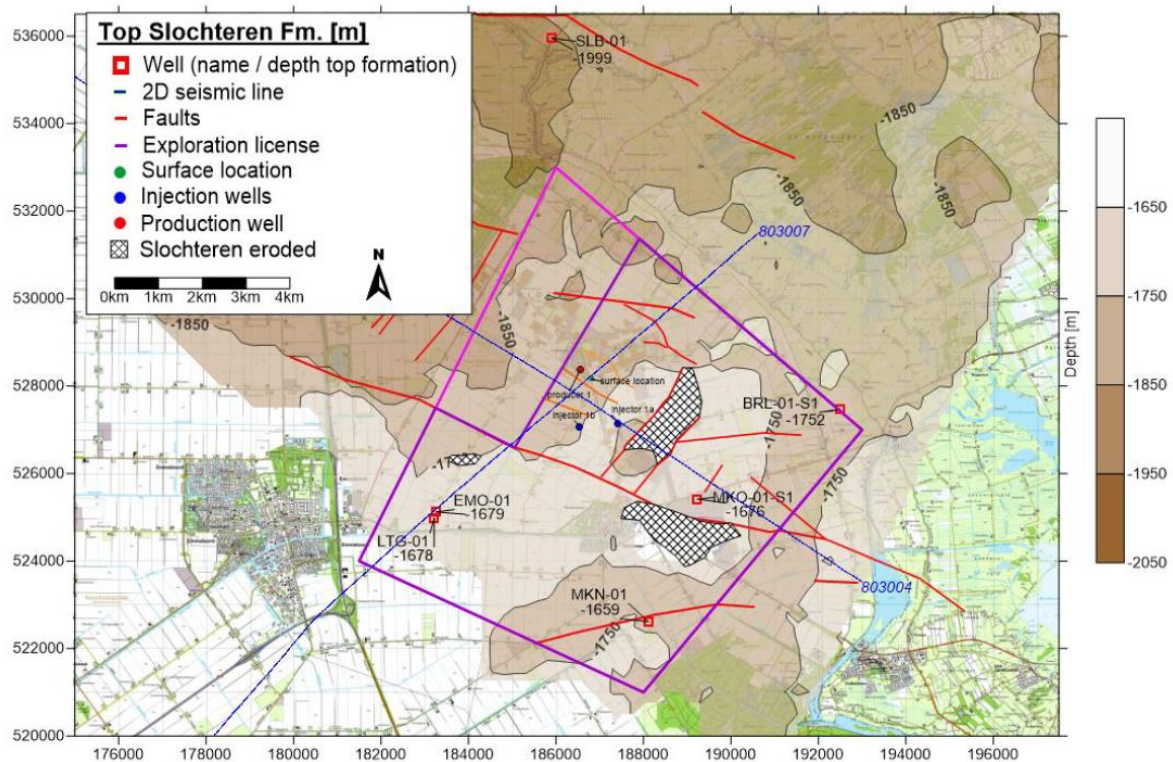
Tabel 2: Aquifer karakteristieken. Bron: EOWR & geologisch onderzoek & well test rapportages



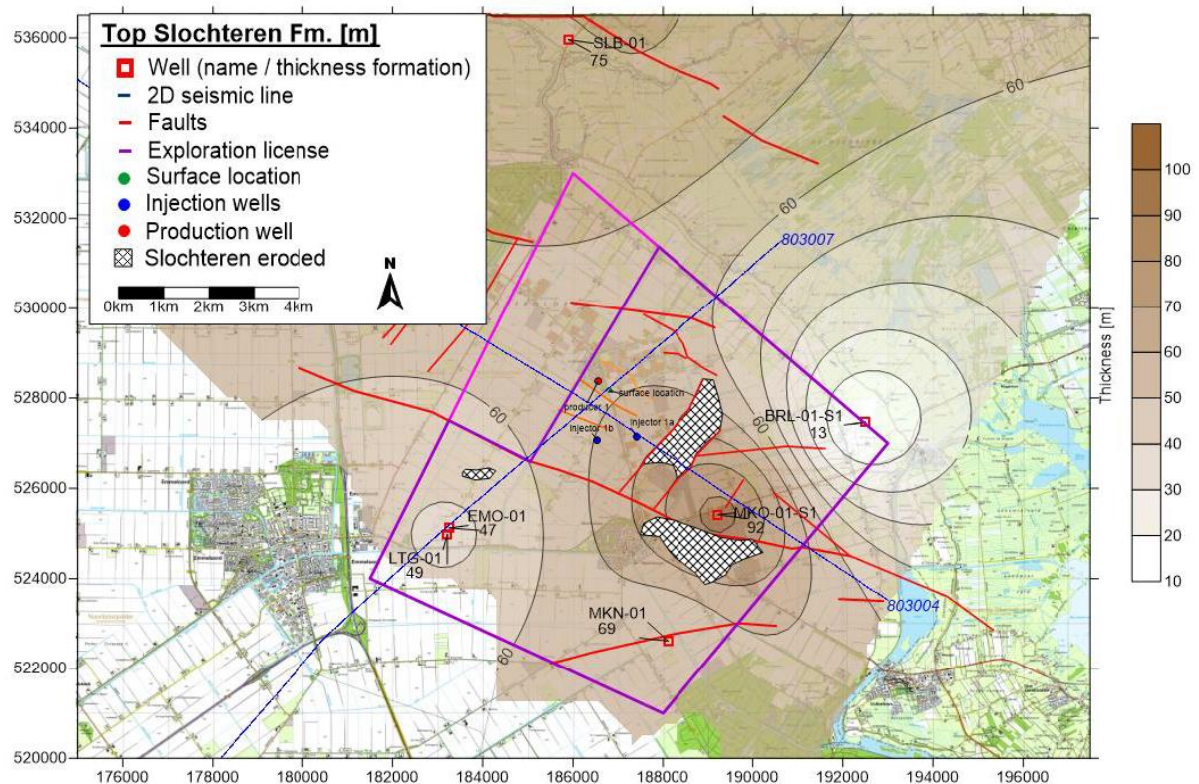
Figuur 8: Correlatie-diagram met de aquifers en aquitards. Bron: geologisch onderzoek



Figuur 9: porositeit-permeabiliteit relatie op basis van boorkernen van de putten in de omgeving. Bron: geologisch onderzoek



Figuur 10: Diepte kaart van de top van de Slochteren zandsteen. Met breuken en puttrajecten. Bron: geologisch onderzoek



Figuur 11: Bruto dikte kaart van de Slochteren zandsteen. Bron: geologisch onderzoek

3.6 Formatiewater karakteristiek

In tabel 6 en 7 wordt de samenstelling van het formatiewater en de gasbijvangst gegeven op basis van watermonsters en gasanalyses.

Parameter	LTG-GT-01	LTG-GT-02	LTG-GT-03
TDS (mg/l)	210000	230000	220000
Density (g/l)	± 1160	1160	1160
Bubblepoint pressure (bar)	± 20,7	nb	nb
GWR (m³/m³)	± 0,4	nvt	nvt
OWR (m³/m³)	nvt	nvt	nvt
Anorganische Componenten	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Kationen			
Aluminium (Al)	<0.5	<0.5	<0.5
Antimony (Sb)	<0.5	<0.5	<0.5
Barium (Ba)	5.5	6.1	5.6
Boron (B)	21	26	25
Cadmium (Cd)	0.1	0.2	0.2
Calcium (Ca)	18000	17000	17000
Calcium (CaCO ₃)	44000	43000	43000
Chromium (Cr)	<0.1	<0.1	<0.1
Copper (Cu)	<0.1	<0.1	<0.1
Iron (Fe)	110	120	110
Lead (Pb)	8.9	10	5.6
Lithium (Li)	3	4	3
Magnesium (Mg)	1900	2000	1900
Magnesium (CaCO ₃)	7900	8100	7800
Manganese (Mn)	8.9	10	9.4
Molybdenum (Mo)	<0.5	<0.5	<0.5
Nickel (Ni)	<0.1	<0.1	<0.1
Potassium (K)	1100	1100	1000
Silicon (Si)	6	8	8
Silica (SiO ₂)	14	17	16
Sodium (Na)	70000	46000	46000
Sodium (CaCO ₃)	150000	100000	100000
Strontium (Sr)	830	780	770
Vanadium (V)	1.0	1.0	1.1
Zinc (Zn)	51	69	61
Anionen			
Fluoride (F)	<50		
Chloride (Cl)	140000	120000	110000 mg/L
Nitrite (NO ₂)	<50	<400	<280
Bromide (Br)	<50	<400	<280
Nitrate (NO ₃)	<50	<400	<280
Ortho Phosphate (PO ₄)	<50	<50	<50
Sulfate (SO ₄)	340	<400	290

Tabel 3: Formatiewater karakteristieken.

	LTG-GT-01
Anorganische Componenten	(%)
Carbon Dioxide	12.996
Nitrogen	11.256
Methane	74.415
Ethane	0.446
Propane	0.030
i-Butane	0.015
n-Butane	0.013
i-Pentane	0.020
n-Pentane	0.618
Hexanes	0.016
MC Pentane	0.001
Benzene	0.000
Cyclohexane	0.001
Heptanes	0.001
MC Hexane	0.001
Toluene	0.003
Octanes	0.001
E-Benzene	0.000
M/P Xylene	0.000
O-Xylene	0.000
Nonanes	0.004
1,2,4 TMB	0.006
Decanes	0.069
Undecanes +	0.087

Tabel 4: Karakterisatie gassen en koolwaterstof inhoud.

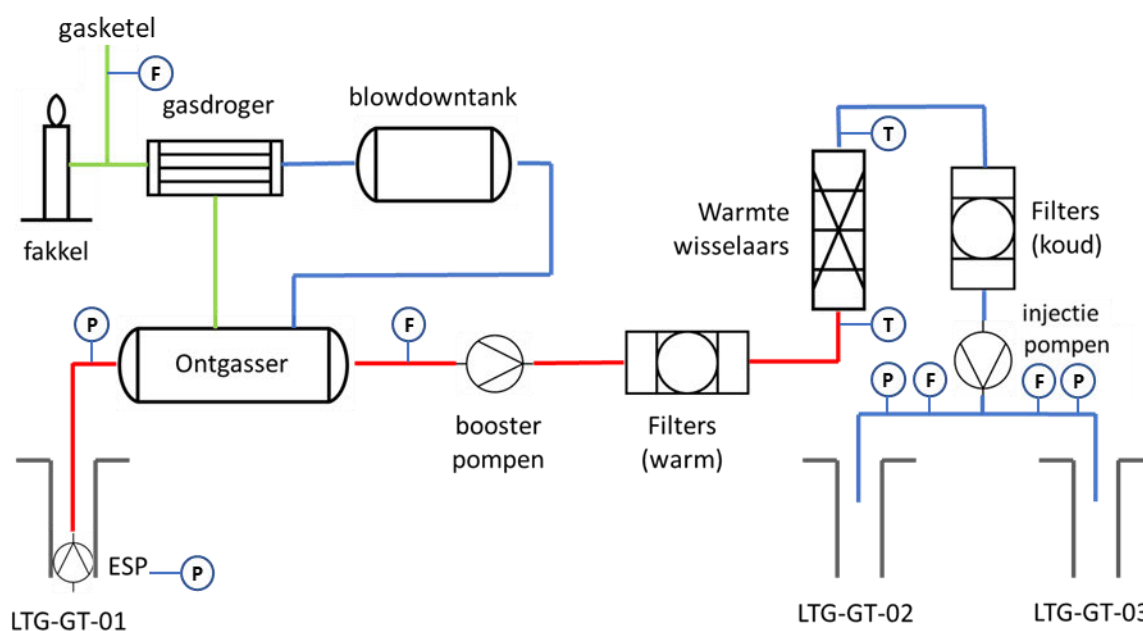
4. Wijze van winning

4.1 Beschrijving winning

De warmtewinning-installatie van Hoogweg Aardwarmte BV bestaat uit een geothermisch triplet en een aardwarmtecentrale. Het geothermisch triplet, bestaande uit de putten LTG-GT-01, LTG-GT-02 & LTG-GT-03, is begin 2018 geboord. De warmtewinning-installatie van Hoogweg Aardwarmte BV is sinds eind 2018 in productie. Hoogweg Aardwarmte BV beschikt over een warmtewinning-installatie om ca. 450 m³/h warm water te produceren uit de diepe ondergrond (Slochteren formatie; Upper Rotliegend) en hiervan de warmte te winnen, om vervolgens het afgekoelde water weer te injecteren met twee injectieputten.

Formatiewater wordt met behulp van een ESP geproduceerd uit het reservoir op 1755m diepte. Dit opgepompte water gaat vanuit de productieput eerst door een ontgasser, om het opgeloste gas te scheiden van het water. Dit gas wordt eerst gedroogd en daarna verbrand door een eigen gasketel, welke staat opgesteld in de aardwarmtecentrale. Na de ontgasser wordt het opgepompte formatiewater naar de aardwarmtecentrale geleid. In de aardwarmtecentrale wordt de warmte via warmtewisselaars overgedragen aan het water in het transportnet naar de gebruiker. Het afgekoelde formatiewater wordt via twee injectiepompen in de andere injectieputten (injectors) geïnjecteerd. In de injectors wordt het water teruggeleid naar hetzelfde reservoir (Slochteren formatie; Upper Rotliegend) als waar het oorspronkelijk uit geproduceerd is.

Afhankelijk van de warmtevraag en in het bijzonder de buiten temperatuur wordt bepaald hoeveel formatiewater er daadwerkelijk verpompt wordt. Bij een maximale productie van 475 m³/uur, zou +/- 30 MW aan warmte gewonnen kunnen worden (delta T van 77°C naar 15°C).



Figuur 13: Schematisch overzicht van de installatie met de meetsondes

In tabel 8 zijn de operationele begrenzings van de geothermieputten van Hoogweg Aardwarmte BV samengevat. In tabel 9 worden de drukken en productiegegevens bij regulier bedrijf weergegeven.

Operationele begrenzing	waarde	dimensie
Max injectiedruk WABO	Max. 56, afhankelijk van injectietemperatuur. Zie notitie IF 19-okt-2018 rev4 (in bezit SodM)	bar
Max debiet WABO	475	m3/h
Max injectiedruk obv verbuizingsterkte	FIT rapportages: LTG-GT-01 LTG-GT-02 LTG-GT-03	84 bar 93 bar 79 bar

Tabel 5: Operationele begrenzings

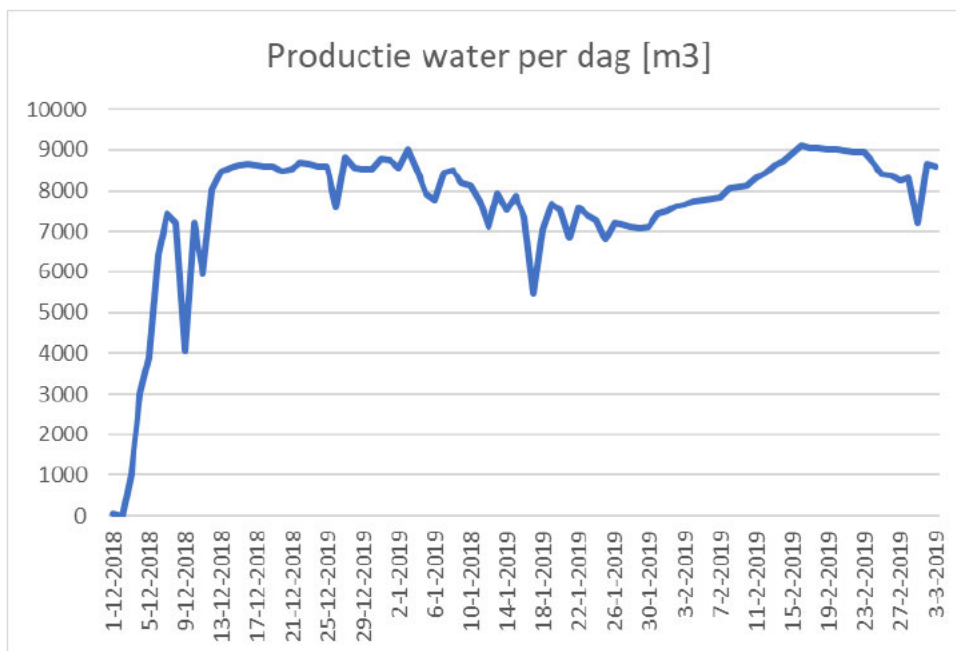
Put	Prognose waarde
Gemiddelde debiet geproduceerd water (m ³ /h)	375
Gemiddelde temperatuur van het productiewater, gewogen per volume, gemeten voor de warmtewisselaar (°C)	77
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	35
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	20
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	±3
Verhouding hoeveelheid olie uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Sm ³ /m ³)	nvt
Verhouding hoeveelheid gas uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Nm ³ / m ³)	± 0,4
Verhouding hoeveelheid condensaat uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Sm ³)	Nvt
Hoeveelheid in de productieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	±0,01
Gemiddelde debiet geïnjecteerd water (m ³ /h)	375
Gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gewogen per volume, gemeten tussen warmtewisselaar en de putmond (oC)	Winter: 15 Zomer: 38
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	± 32
Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	±45 bar
Maximale druk van aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	Max. 56, afhankelijk van temperatuur
Maximale operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	61 bar, zie notitie IF 19-okt-2018 v4
Hoeveelheid in de injectieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	±0,005 per injectieput
aantal vollasturen per jaar	± 6900
Prognose onttrokken warmte per jaar (MWh)	209000
hoeveelheid benodigde elektrische energie (MWh)	20900
Geïnstalleerd vermogen installatie (MW _{th})	30,3

Tabel 9: Karakterisatie geothermisch systeem performance onder beoogde standaard operationele condities.

In tabel 10 en figuur 14 is de historische productie van de aardwarmte installatie van Hoogweg Aardwarmte BV vanaf 2018 weergegeven per maand. In tabel 10 is ook de verwachte productie voor de komende jaren beschreven. De werkelijke productie hangt sterk af van de kwaliteit van de nog te realiseren putten en kan dus hoger of lager zijn.

Jaar Vanaf status datum	Jaar	Prod. Temp. (°C)	Hoeveelheid water(m³)	Energie (GJ)	Gas (m³)	Energie-consumptie (kWh)
0	2018	77	216852,5		52402,35	
1	2019	77	3285000	874152	1314000	20933
2	2020	77	3285000	874152	1314000	20933
3	2021	77	6570000	1748303	2628000	41866
4	2022	77	6570000	1748303	2628000	41866
5	2023	77	6570000	1748303	2628000	41866
6	2024	77	6570000	1748303	2628000	41866
7	2025	77	6570000	1748303	2628000	41866
8	2026	77	6570000	1748303	2628000	41866
9	2027	77	6570000	1748303	2628000	41866
10	2028	77	6570000	1748303	2628000	41866
11	2029	77	6570000	1748303	2628000	41866
12	2030	77	6570000	1748303	2628000	41866
13	2031	77	6570000	1748303	2628000	41866
14	2032	77	6570000	1748303	2628000	41866
15	2033	77	6570000	1748303	2628000	41866

Tabel 60: Productieprofiel data.



Figuur 14: Historische productie van het triplet.

4.2 Duur van winning

Hoogweg Aardwarmte BV heeft in februari 2018 een winningsvergunning aangevraagd voor een periode van 35 jaar, dus tot 2053.

4.3 Toekomstige ontwikkeling

Hoogweg Aardwarmte is voornemens meerdere productie en injectieputten vanaf dezelfde boorlocatie te gaan boren. Het geologisch onderzoek is reeds uitgevoerd en de SDE+ subsidie is aangevraagd en beschikt. Voorjaar 2019 wordt gestart met concept engineering van de putten en de bovengrondse installatie.

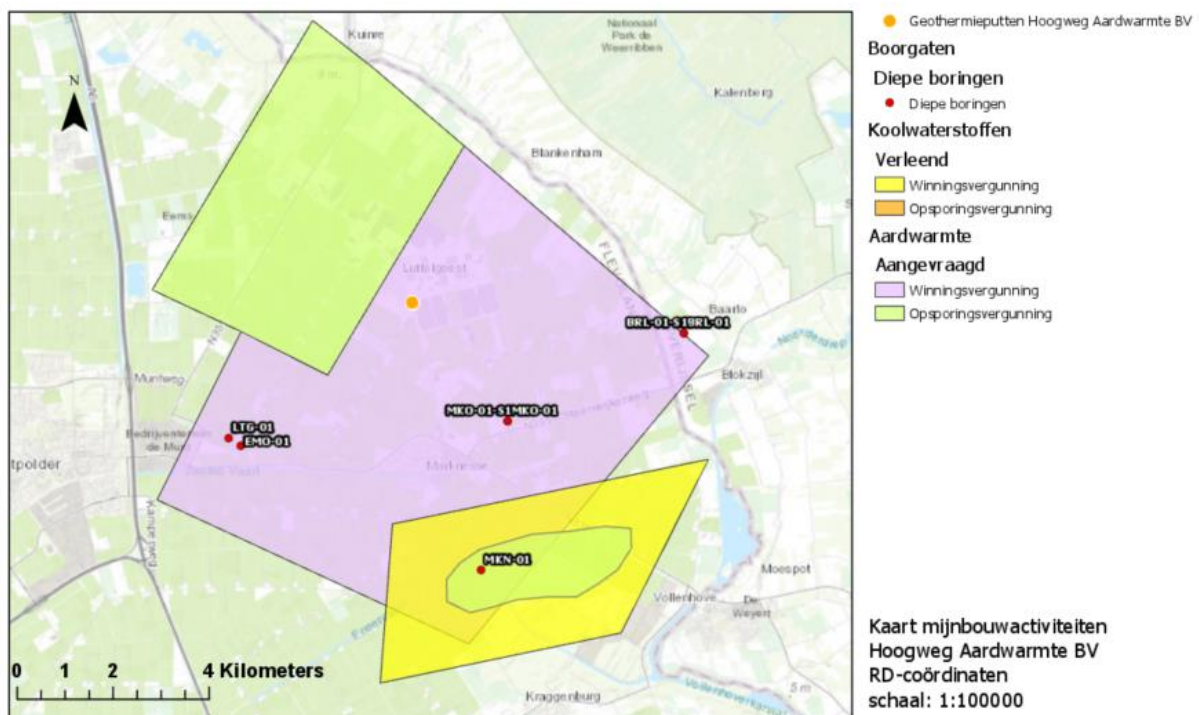
4.4 Interferentie

De contouren van de aangevraagde winningsvergunning voor Hoogweg Aardwarmte BV liggen binnen het opsporingsgebied van Hoogweg Aardwarmte BV. Het Opsporingsgebied is weergegeven als een paarse zeshoek in figuur 15. De thermische contouren van de injectieputten van Hoogweg Aardwarmte BV en de geplande injectieputten van operator Aardwarmte Combinatie Luttelgeest zijn ook weergegeven. De verwachte breukzones zijn weergegeven als rode lijnen.



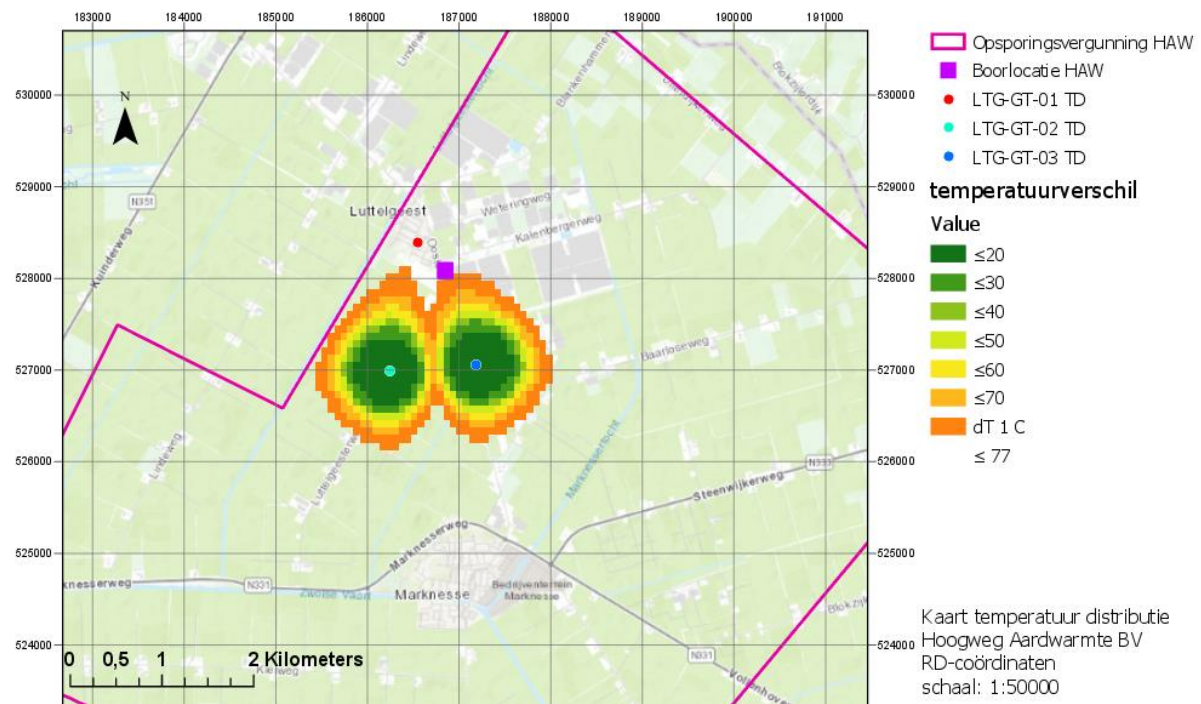
Figuur 15: Gebiedsbegrenzing Opsporingsvergunning en winningsvergunning Hoogweg Aardwarmte BV met thermische contouren injectieputten

Binnen de aangevraagde winningsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV is er geen sprake van interferentie met andere mijnbouwactiviteiten. De Opsporingsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV grenst in het Noordwesten aan de Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest. In figuur 15 is te zien dat de thermische contouren van de geplande putten buiten de Opsporingsvergunning en de aangevraagde winningsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV liggen. In het zuidoosten overlapt de Opsporingsvergunning de koolwaterstof winningsvergunning Marknesse van Tulip Oil Netherlands BV en het Marknesse gasveld. Dit gasveld is in 1983 aangeboord door de gasput MKN-01. Deze gasput heeft gas aangetroffen in de Dongen Tuffite member. De gasput is inmiddels geabandonneerd en het gasveld Marknesse is momenteel niet in productie. Zie figuur 16 voor een overzicht van de Opsporings- en winningsvergunningen.

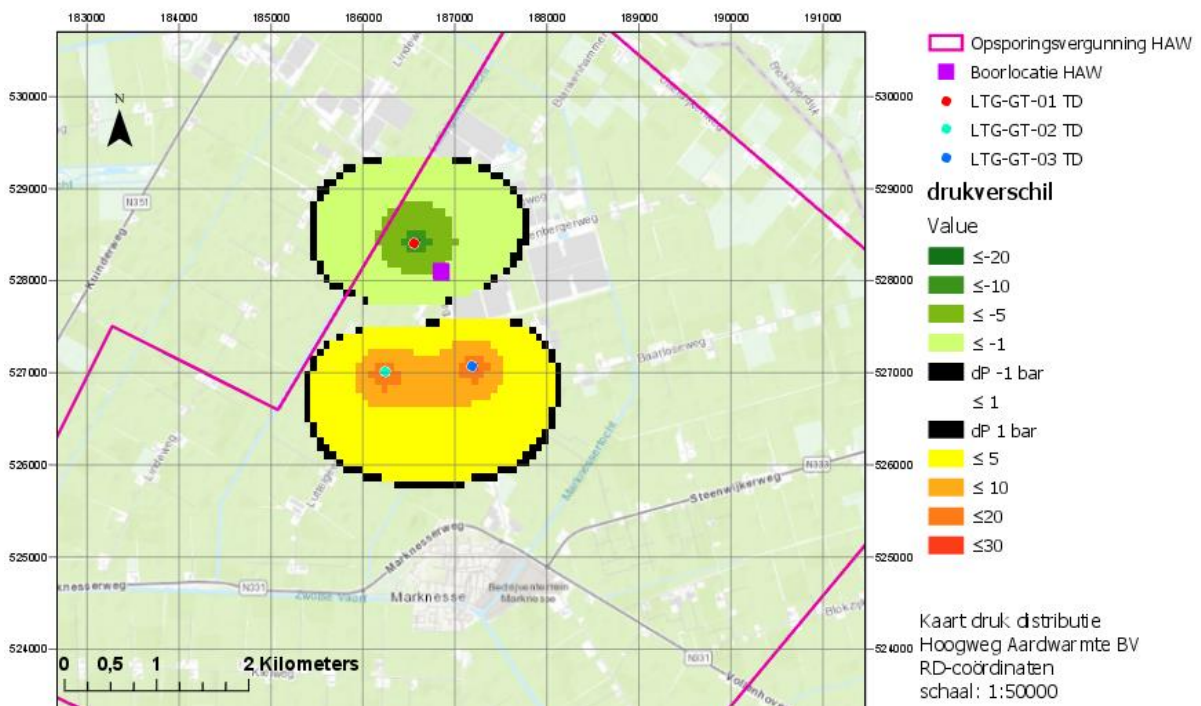


Figuur 16: kaart mijnbouwactiviteiten in de omgeving

In figuur 17 is de Opsporingsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV weergegeven met de verwachte temperatuur distributie in de aquifer na een periode van 35 jaar. In figuur 18 is de verwachte druk distributie in de aquifer weergegeven na een periode van 35 jaar. Beide reservoirsimulaties zijn opgesteld met behulp van DoubletCalc 2d, uitgaande van een continue injectie van 2x 187,5 m3/uur (LTG-GT-02 & LTG-GT-03) en een productie van 375 m3/uur (LTG-GT-01) voor een periode van 35 jaar.



Figuur 17: Kaart met verwachte temperatuur verdeling na 35 jaar productie.



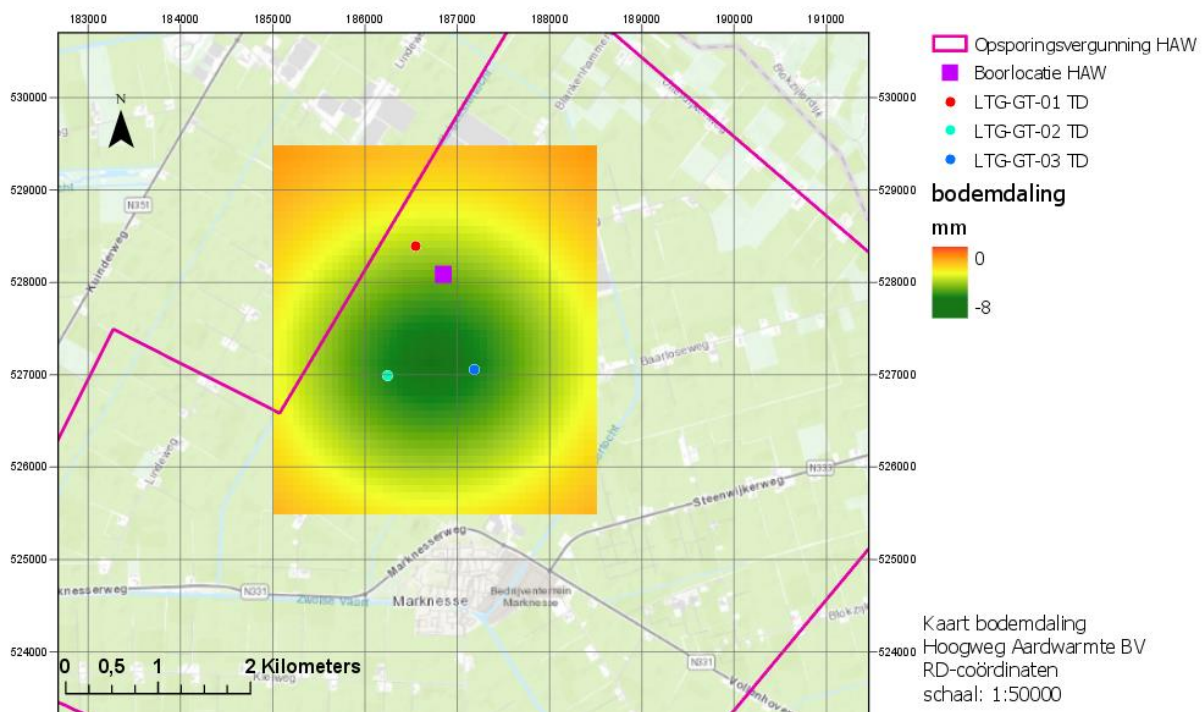
Figuur 18: Kaart met de verwachte drukverdeling in de aquifer na 35 jaar productie.

5. Bodembeweging

5.1 Bodemdaling

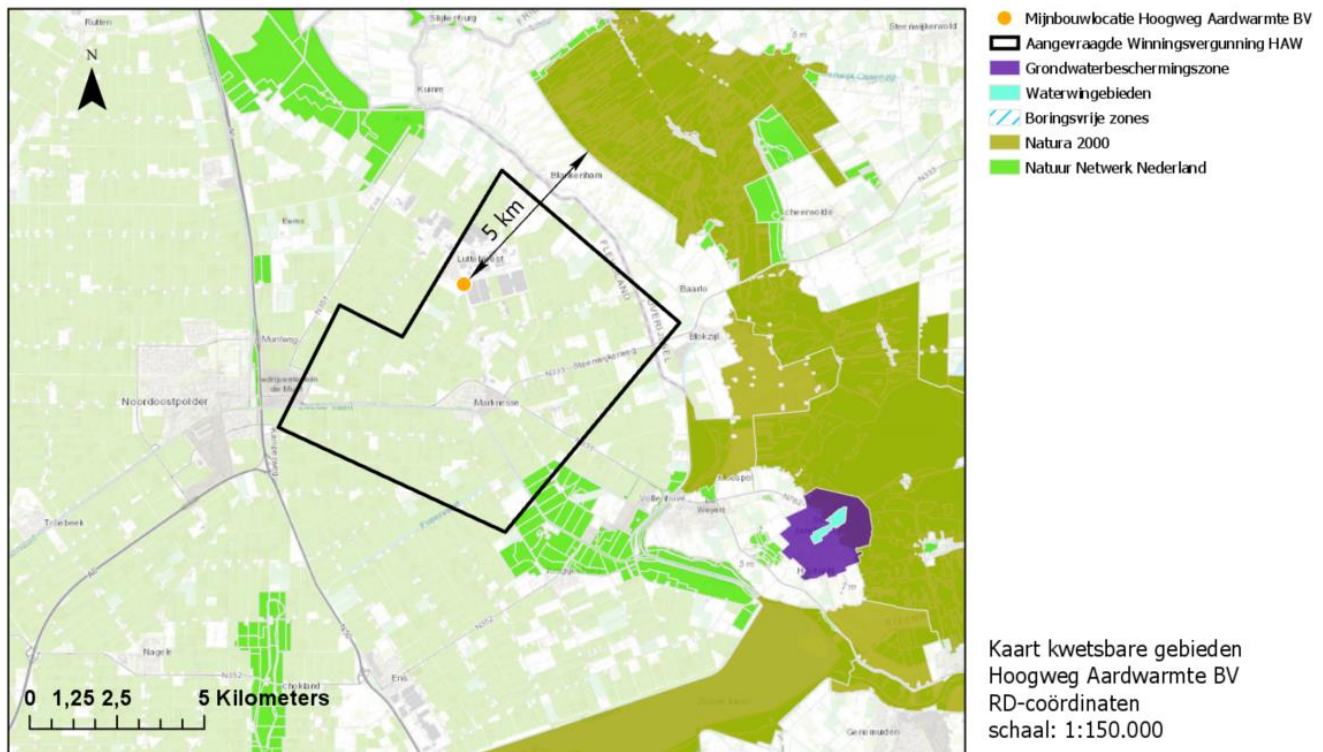
Bij de geothermische installatie van Hoogweg Aardwarmte BV wordt het opgepompte water direct na het onttrekken van de warmte weer teruggepompt in de aquifer. Bij stilstand van de geothermische installatie herstelt de maagdelijke druk van de aquifer zich. Hierdoor wordt de bodemdaling aan het maaiveld als verwaarloosbaar verondersteld.

In theorie kan er wel compactie optreden in de aquifer door het thermo-elastisch effect rondom de injectieputten. Ook kan compactie optreden door de drukverlaging rondom de productieput. De bodemdaling aan het maaiveld ten gevolge van compactie in de aquifer is berekend met behulp van DoubletCalc 2d. In figuur 19 is de aquifer met de putten LTG-GT-01, LTG-GT-02 en LTG-GT-03 vereenvoudigd weergegeven. De bodemdaling is het hoogst in het donkergroene gebied en bedraagt hier ca. 8 mm. Hierbij is uitgegaan van een continue injectie van 2x 187,5 m³/uur en een productie van 375 m³/uur voor een periode van 35 jaar.



Figuur 19: Vereenvoudigde weergave van de aquifer met de putten LTG-GT-01, LTG-GT-02 en LTG-GT-03 en de bodemdaling door productie en injectie in mm

De mijnbouwlocatie van Hoogweg Aardwarmte BV bevindt zich niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. De putten doorboren ook geen drinkwater aquifers binnen een grondwaterbeschermingszone of waterwingebied. Het dichtstbijzijnde Natura 2000 gebied is het natuurgebied Weerribben. Dit natuurgebied bevindt zich op ca. 5 km afstand van de mijnbouwlocatie van Hoogweg Aardwarmte BV. In figuur 20 is ter verduidelijking de aangevraagde winningsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV weergegeven, met de nabijgelegen natuurgebieden en drinkwatergebieden.



Figuur 20 : Kaart met aangevraagde winningsvergunning van Hoogweg Aardwarmte BV en kwetsbare gebieden in de omgeving

Naar verwachting zal er in de praktijk geen bodemdaling optreden, doordat er sprake is van drukcommunicatie tussen de putten en doordat de druk in de aquifer zich bij stilstand herstelt. De theoretische bodemdaling is verwaarloosbaar klein en heeft geen nadelige gevolgen voor de omgeving. Eventuele bodemdaling ten gevolge van de aardwarmtewinning heeft dus geen negatieve gevolgen voor natuurgebieden en de waterhuishouding aan het maaiveld.

5.2 Bodemtrilling

IF Technology heeft in 2018 voor Hoogweg Aardwarmte BV het potentieel voor het induceren van seismiciteit bepaald met behulp van de quickscan-methode die is beschreven in het rapport:

Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1 - Technical Report. Author(s): Stefan Baisch, Christopher Koch, Henrik Stang, Bas Pittens, Benno Drijver, Nick Buik. Date: 05.10.2016. Project: Kennisagenda – Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects. Prepared for: KennisAgenda Aardwarmte (Dutch Geothermal Research Agenda) sponsored by the Ministry of Economic Affairs, LTO Glaskracht Nederland and the program “Kas als Energiebron”.

De resultaten van de QuickScan zijn beschreven in de rapportage Quickscan for Potential of Inducing Seismicity. Deze Quickscan is na de welltest geüpdatet. De geüpdatete rapportage is bijgevoegd in Bijlage 1 van dit Winningsplan. De QuickScan resulteerde in een score van 0,20. Dit ligt onder de grens van laag tot gemiddeld potentieel voor het induceren van seismiciteit. Volgens de richtlijnen heeft het project van Hoogweg Aardwarmte BV een laag potentieel voor het induceren van seismiciteit.

6. Referenties

Baisch, S., Koch C., Stang, H., Pittens, B., Drijver, B. & Buik, N. (2016). Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1 - Technical Report.

7. Bijlages

Bijlage 1 Quickscan for Potential of Inducing Seismicity