

Winningsplan Aardwarmte Aardwarmte Combinatie Luttelgeest

Opgesteld in het kader van de Mijnbouwwet en het Mijnbouwbesluit



December 2019

Aardwarmte Combinatie Luttelgeest (ACL) BV
Lindeweg 30 4
8315 RE
Luttelgeest
KVK nr 64399613

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 geothermie systeem.....	6
2.1	Locatie van het geothermie systeem	6
2.2	Beschrijving van geothermie systeem	8
3.	Ondergrond.....	9
3.1	Keuze van de referentieputten en putinformatie.....	9
3.2	Seismische gegevens.....	9
3.3	Coördinaatsysteem	9
3.4	Algemene beschrijving ondergrond.....	10
3.5	Resultaten reservoir karakterisatie.....	12
3.6	Formatiewater karakteristiek	12
4.	Beoogde wijze van winning.....	15
4.1	Putintegriteit	15
4.2	Putintegriteitmonitoring	20
4.3	Beoogde installatie	21
4.4	Beoogde systeemconfiguratie	22
4.5	Reservoir integriteit	24
4.6	Beoogde operationele instellingen.....	25
4.7	Prognose winning.....	26
5.	Interferentie met ander gebruik (diepe) ondergrond	28
6.	Natuur en milieu	31
6.1	Bodemdaling of - stijging	31
6.2	Beschermde gebieden	32
6.3	Grondwater	33
7.	Bodemtrilling.....	34
8.	Voorziene kosten van winning.....	35
9.	Referenties.....	36
10.	Bijlages	37
	Bijlage 1 Geologische inventarisatie	38
	Bijlage 2 Quickscan for Potential of Inducing Seismicity	39
	Bijlage 3 Uitkomsten geomechanische tool.....	40

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 aanvraag tijdelijk winningsplan aardwarmte conform de brief van het Ministerie van EZK van 14 November 2019. Het winningsplan begint met een algemene beschrijving van het geothermie systeem van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest 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 geothermie 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

Aardwarmte Combinatie Luttelgeest beschikt over een VGM-zorgsysteem vanuit DAGO. Dit Zorgsysteem is een formeel systeem 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 Aardwarmte Combinatie Luttelgeest. Het VGM-zorgsysteem 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-zorgsysteem 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-protocollen en instructies worden 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-zorgsysteem. 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 Aardwarmte Combinatie Luttelgeest overgenomen.

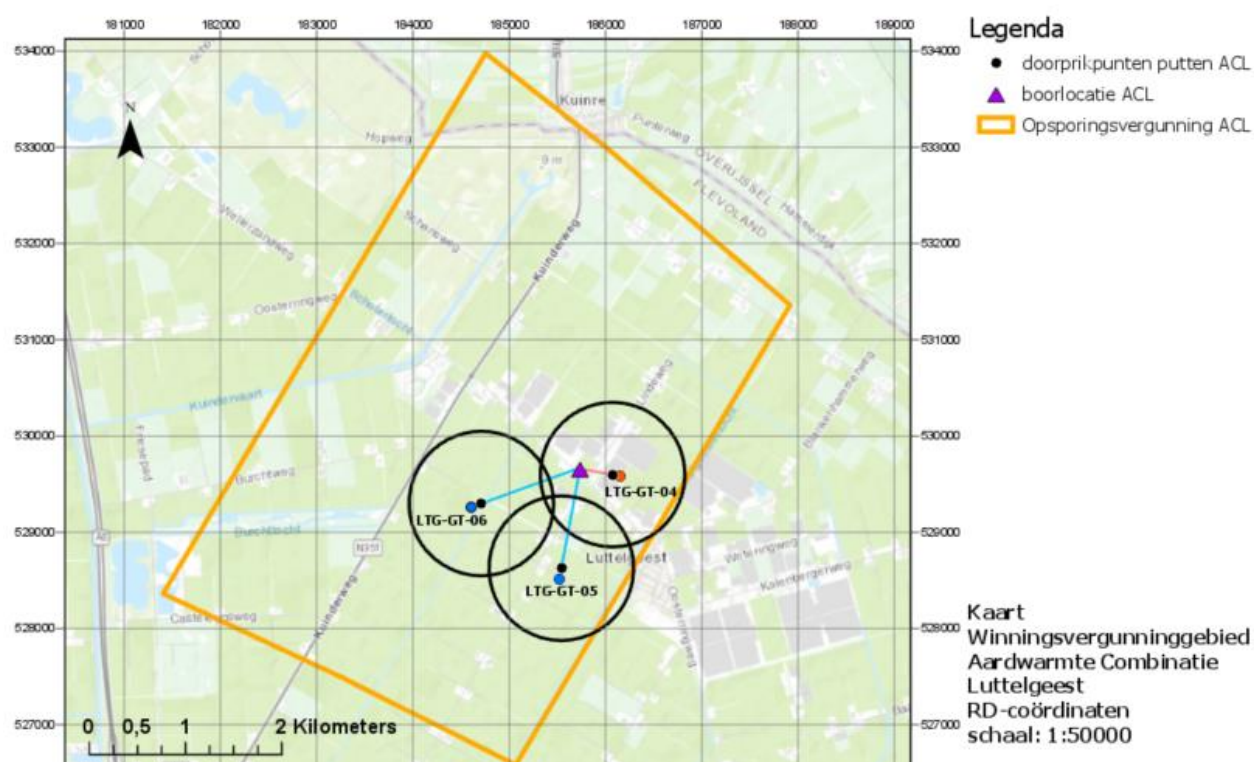
1.3 Procedure en Publiekscommunicatie

Aardwarmte Combinatie Luttelgeest 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 geothermie systeem

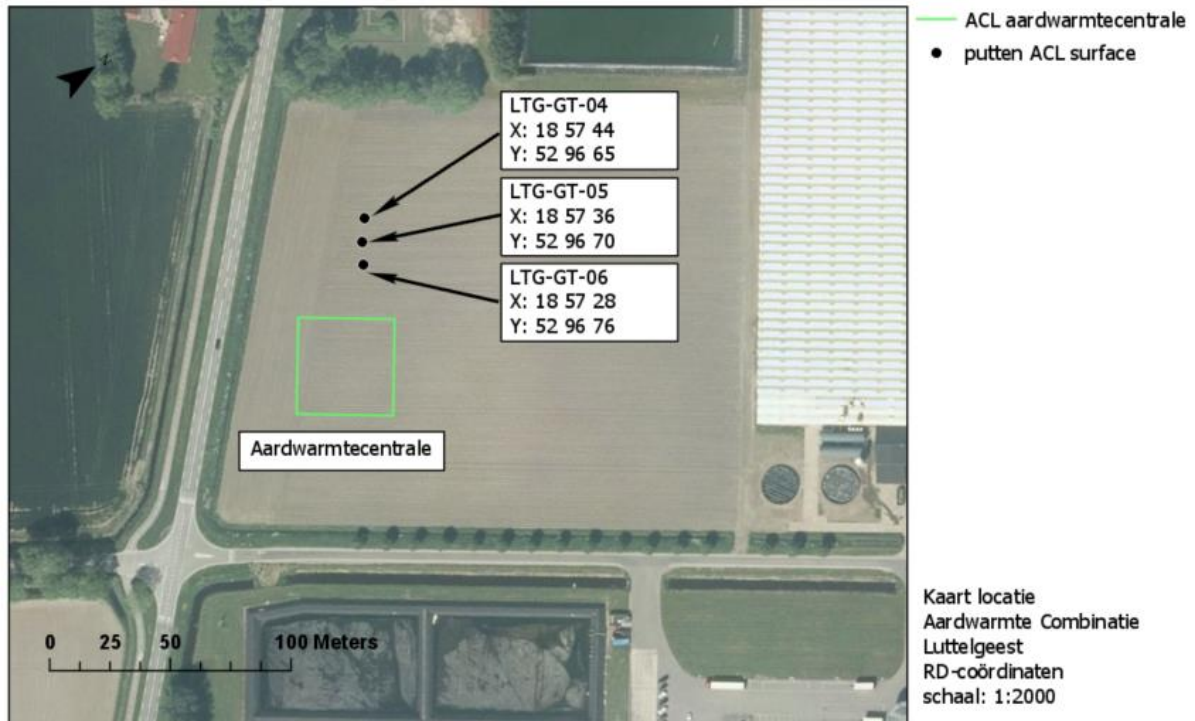
2.1 Locatie van het geothermie systeem

Aardwarmte Combinatie Luttelgeest (hierna ACL) is voornemens om eind 2019 te starten met de aanleg van een geothermie systeem. Het geothermie systeem zal warmte leveren aan onder andere Bernhard Plantenkwekerij B.V. en Tas Paprika C.v. Het geothermie systeem van ACL zal in totaal bestaan uit twee productie- en drie injectieputten. In 2020 zal eerst een geothermisch doublet worden gerealiseerd. Begin 2020 wordt gestart met de eerste boring. Wanneer de boring van deze eerste productieput succesvol is, wordt verder gegaan met de boring van een injectieput. Mogelijk wordt hierna besloten om nog een injectieput te boren en het systeem meteen uit te breiden naar een geothermisch triplet. Daarom wordt in dit winningsplan uitgegaan van een geothermisch triplet. Tijdens de boringen wordt gestart met het realiseren van een aardwarmtecentrale. ACL heeft gelijktijdig met dit winningsplan een aanvraag voor een winningsvergunning ingediend voor drie putten, een geothermisch triplet. Het winningsvergunningsgebied is bepaald volgens de “franse methode” en is in figuur 1 weergegeven met franse cirkels rondom de putten van ACL. In figuur 1 zijn ook de contouren van de huidige Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 weergegeven.



Figuur 1: Boorlocatie, Opsporingsvergunning ACL en putten geothermisch triplet met franse cirkels

De boorlocatie en aardwarmtecentrale van ACL zijn gelegen nabij het dorp Luttelgeest, in de gemeente Noordoostpolder, in de Provincie Flevoland. In figuur 2 is op een plattegrond de ligging van het pomphuis en de geothermieputten weergegeven, inclusief de RD-coördinaten.

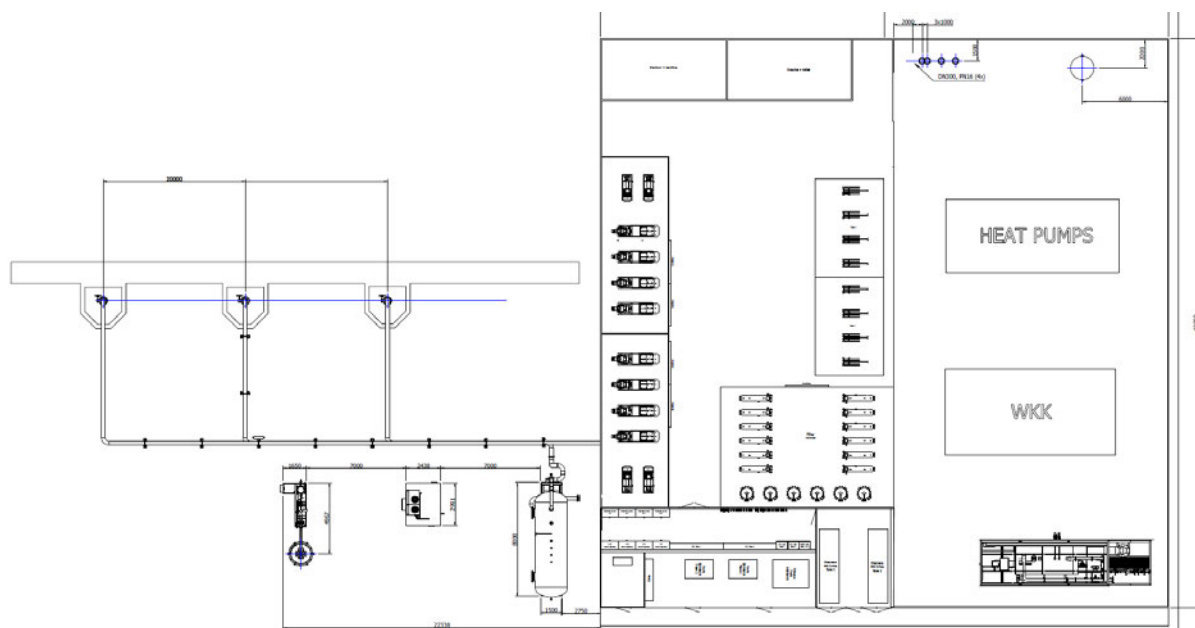


Figuur 2: Boorlocatie en aardwarmtecentrale ACL, met de coördinaten van de wellheads

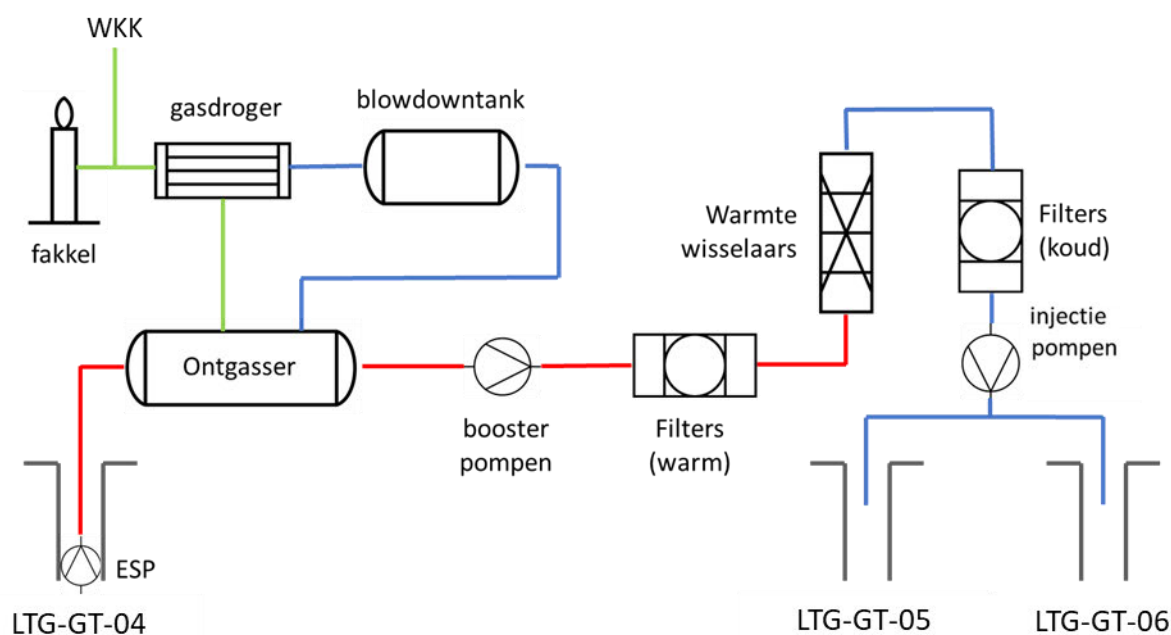
2.2 Beschrijving van geothermie systeem

Het geothermisch triplet van ACL is schematisch weergegeven in Figuur 3 en 4 en zal bestaan uit een productieput en twee injectieputten met daartussen een gas/water scheider, gasverwerkingsinstallaties en een aardwarmtecentrale, waar warmte wordt onttrokken aan het geproduceerde water.

De boorlocatie is in de zomer van 2019 aangelegd en begin 2020 wordt gestart met de boring van de productieput. Hierna kan worden gestart met de constructie van de aardwarmtecentrale en de boring van de injectieputten. Nadat het bouwwerk is opgeleverd wordt gestart met de aanleg van de installaties.



Figuur 3: Plattegrond van de mijnbouwinstallatie.



Figuur 4: Schematisch overzicht van de mijnbouwinstallatie.

3. Ondergrond

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 Aardwarme Combinatie Luttelgeest (Bron: IF Technology, 2018), welke is bijgevoegd in Bijlage 1.

3.1 Keuze van de referentieputten en putinformatie

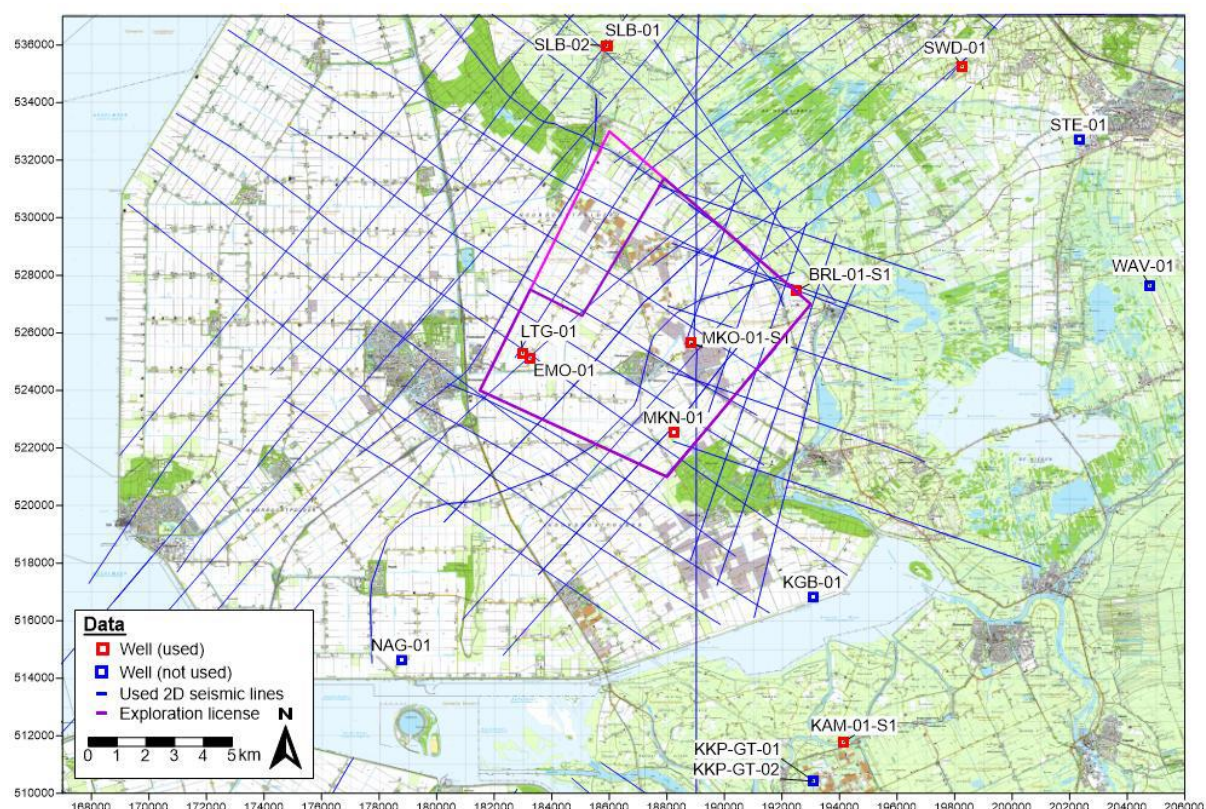
In de omgeving van Luttelgeest zijn enkele putten geboord voor de exploratie van koolwaterstoffen. De gegevens van een aantal putten zijn gebruikt om de diepte, dikte en reservoir eigenschappen van de Slochteren formatie te beoordelen. Deze putten zijn weergegeven in figuur 5.

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 5 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.

3.3 Coördinaatsysteem

Alle kaarten en gegevens zijn weergegeven in het RD coördinatenstelsel.



Figuur 5: Gebruikte gegevens: locatie van gebruikte putten en gebruikte seismische data. (Bron: IF Technology, 2018)

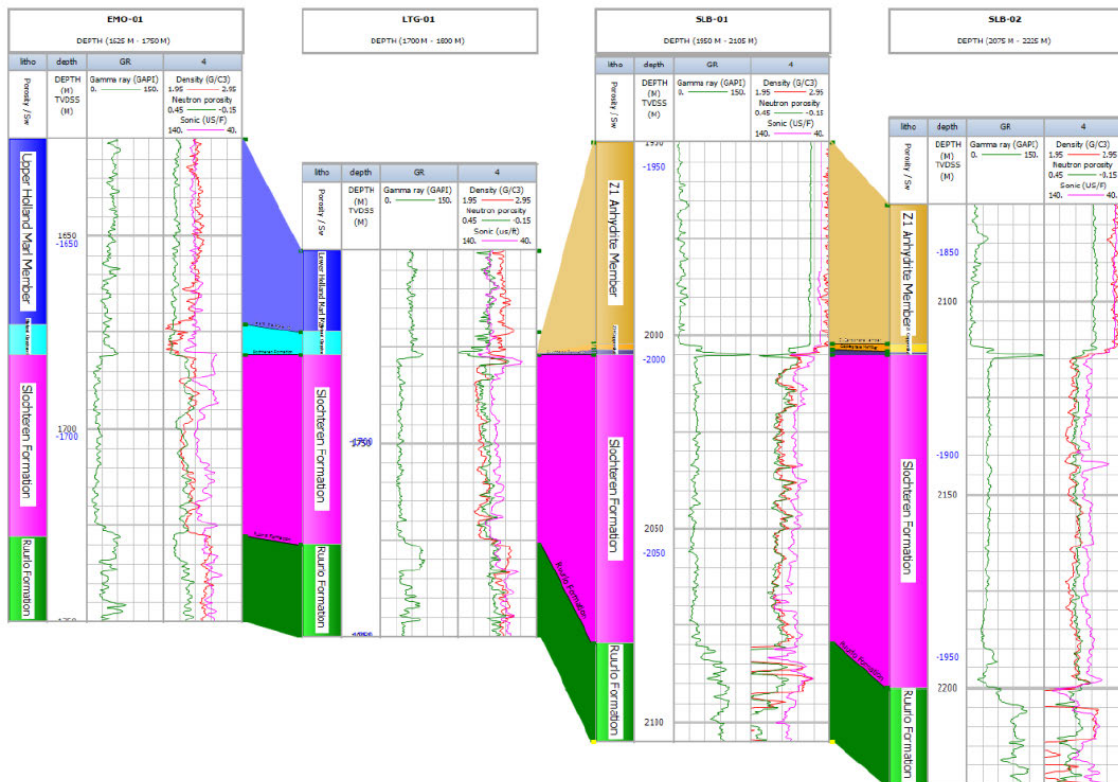
3.4 Algemene beschrijving ondergrond

De geothermieputten van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest gebruiken de Slochteren zandsteen formatie als aquifer. In figuur 6 is de ligging van de aquifer weergegeven en in figuur 7 de verhouding tussen permeabiliteit en porositeit, op basis van putten in de omgeving.

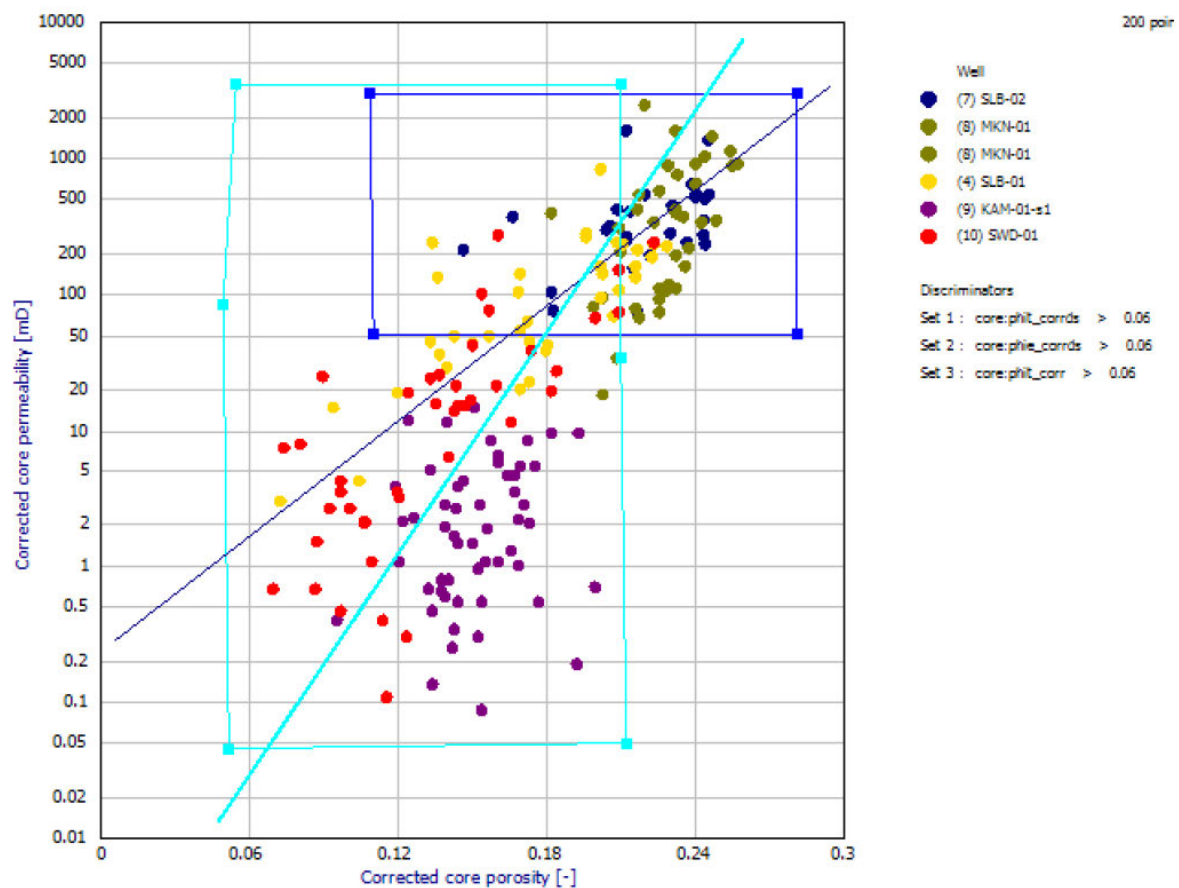
De geologische onderzoeken die zijn uitgevoerd voor de putten van ACL zijn hieronder opgesomd:

- IF Technology (2015). Optimalisation Aardwarmte Luttelgeest. Referentie 63341/NB/20150320
- IF Technology (2018). Geologische inventarisatie. Referentie 63341/EH/20180622
- IF Technology (2019). Quicksan for Potential of Inducing Seismicity Bernhard Rozen Luttelgeest.

Omdat de putten nog geboord moeten worden is nog geen nauwkeurigere data beschikbaar.



Figuur 6: Correlatie-diagram met de aquifers en aquitards. (Bron: IF Technology, 2018)



Figuur 7: porositeit-permeabiliteit relatie op basis van boorkernen van de putten in de omgeving. (Bron: IF Technology, 2018)

3.5 Resultaten reservoir karakterisatie

De belangrijkste eigenschappen van de aquifer zijn samengevat in tabel 1. In figuur 8 is de diepte van de top van de Slochteren formatie weergegeven. In figuur 10 is de dikte van de Slochteren formatie te zien.

De temperatuurgradiënt in het gebied bedraagt ongeveer 3,4 °C per 100 m, met een oppervlaktetemperatuur van 10 °C. (Bron: IF Technology, 2018)

Parameter	LTG-GT-04	LTG-GT-05	LTG-GT-06
Aquifer stratigrafie			
Diepte top aquifer (m MD)	1912	2162	2205
Diepte top aquifer (m TVD)	1804	1791	1819
Diepte basis aquifer (m MD)	2020	2276	2318
Diepte basis aquifer (m TVD)	1884	1868	1898
Bruto Dikte (m)	70		
Porositeit (%)	20		
Permeabiliteit (mD) uit petrofysica	280		
Permeabiliteitsdikte (Dm) uit puttest	Ntb		
Permeabiliteit (mD) uit puttest	Ntb		
Skin welltest (-)	Ntb		
Temperatuur mid-reservoir (°C)	78		
Reservoir druk top aquifer (bar)	182		

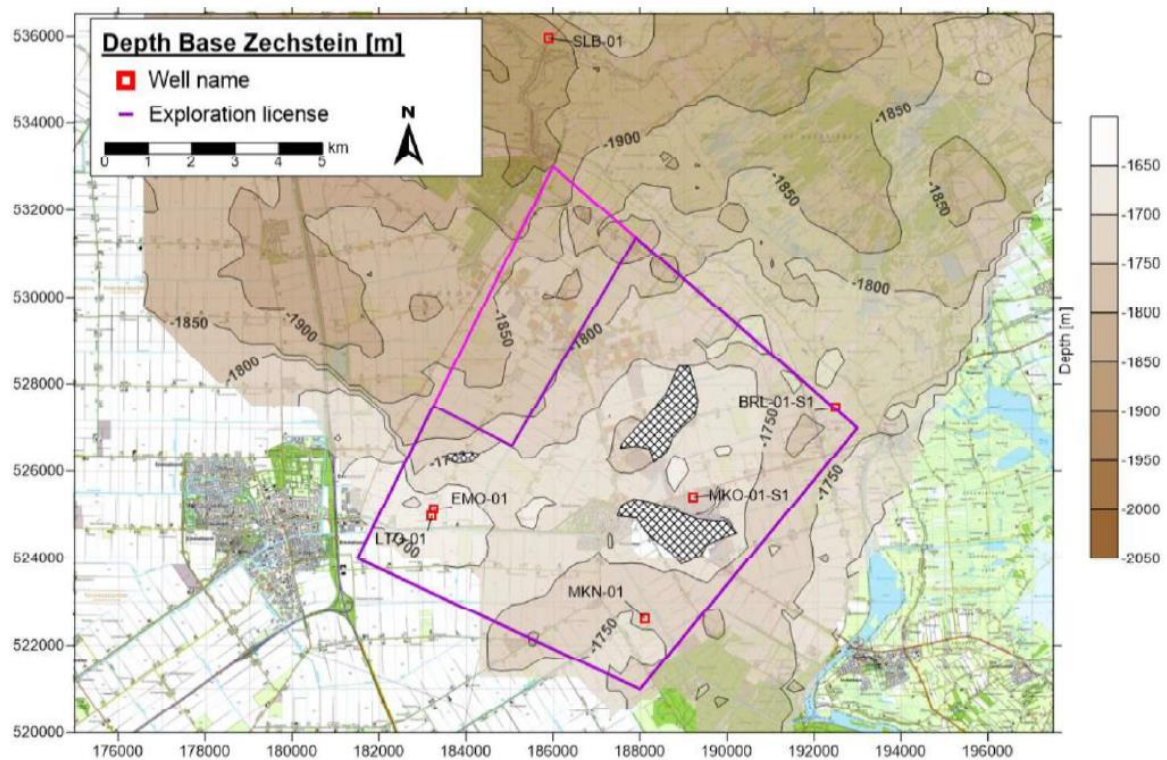
Tabel 1: Aquifer karakteristieken. (Bron: IF Technology, 2018)

3.6 Formatiewater karakteristiek

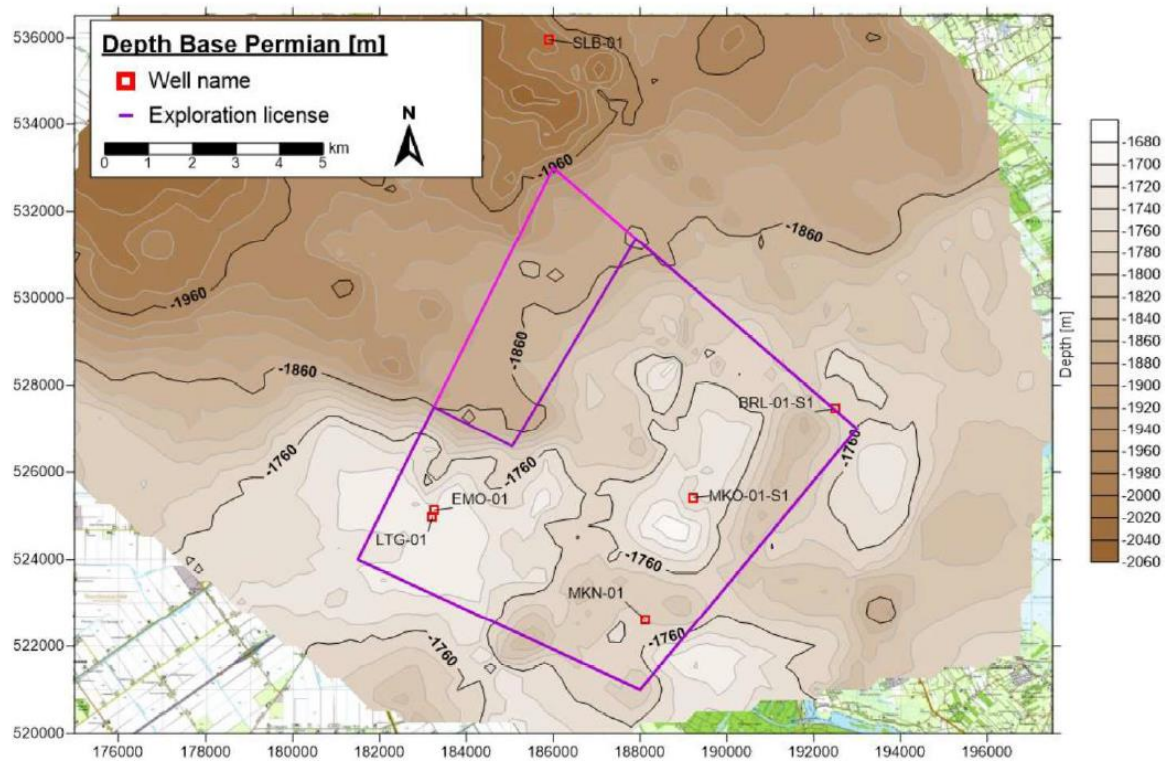
De samenstelling van het formatiewater en de gasbijvangst zal bekend zijn na de eerste well test. In tabel 2 zijn enkele verwachte eigenschappen van het bronwater samengevat.

Parameter	LTG-GT-04	LTG-GT-05	LTG-GT-06
TDS (ppm)	190.000	190.000	190.000
Density (g/l)	1130	1130	1130
Bubblepoint pressure (bar)	Ntb	Ntb	Ntb
GWR (m ³ /m ³)	0.3 (estimation)	0.3 (estimation)	0.3 (estimation)
OWR (m ³ /m ³)	nvt	nvt	nvt

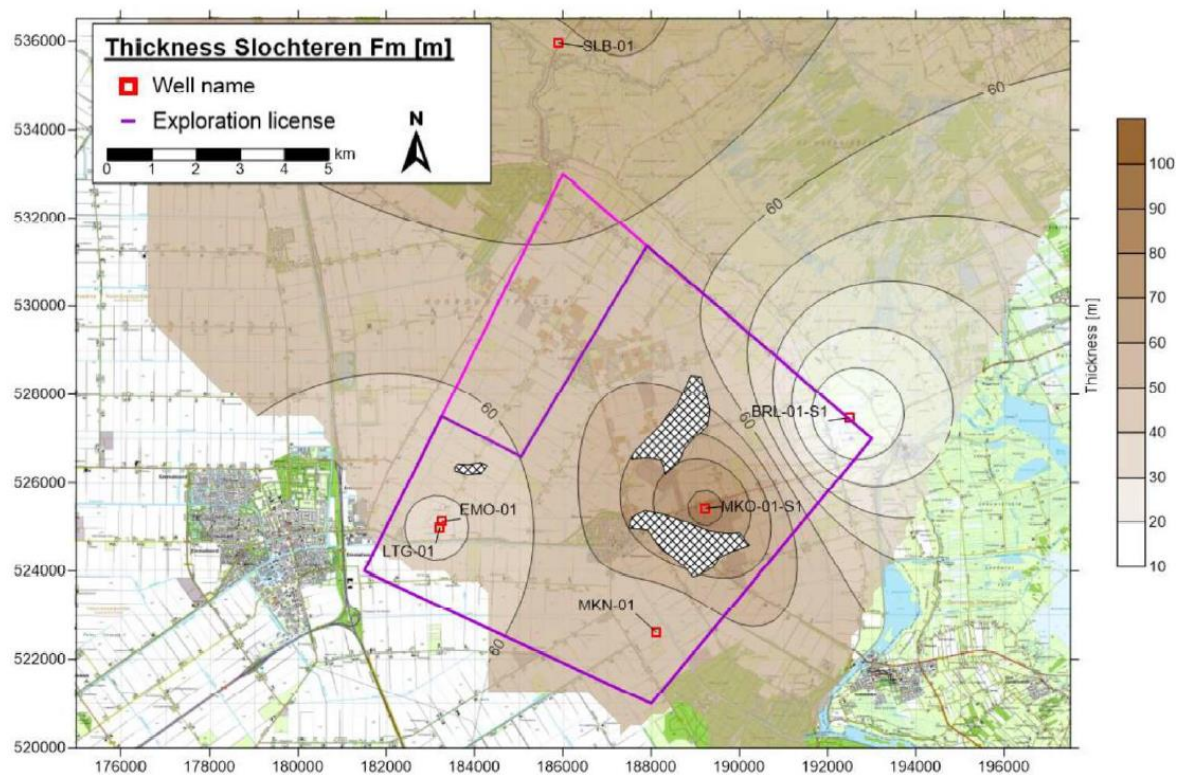
Tabel 2: Formatiewater karakteristieken.



Figuur 8: Diepte kaart van de top van de Slochteren zandsteen (gelijk aan base Zechstein). Met breuken en puttrajecten. (Bron: IF Technology, 2018)



Figuur 9: Diepte kaart van de basis van de Slochteren formatie. Met breuken en puttrajecten. (Bron: IF Technology, 2018)



Figuur 10: Bruto dikte kaart van de Slochteren zandsteen. (Bron: IF Technology, 2018)

4. Beoogde wijze van winning

4.1 Putintegriteit

Het geothermisch systeem van ACL wordt in 2020 geboord en zal bestaan uit de putten LTG-GT-04 & LTG-GT-05 en optioneel een extra injectieput LTG-GT-06.

De geothermieputten van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest gebruiken de Slochteren zandsteen formatie als aquifer. Het water uit deze aquifer is naar verwachting corrosief, o.a. door de mogelijke aanwezigheid van CO₂ en chloriden (zie tabel 2). LTG-GT-04 zal daarom worden voorzien van een inhibitorstring om vanaf de start productie inhibitor te doseren. De inhibitorstring zal ter hoogte van de screens (1800m AH) inhibitor injecteren. Naar verwachting zal gebruik worden gemaakt van de inhibitor CRW83133 of CK990. Deze inhibitoren worden reeds toegepast in de sector.

Het formatiewater kan bij een te hoge stroomsnelheid in de put ook erosie veroorzaken. In het putontwerp van LTG-GT-04, LTG-GT-05 & LTG-GT-06 is rekening gehouden met een maximale stroomsnelheid waaronder geen sprake is van erosie. De putten van ACL zijn voldoende ruim gedimensioneerd om onder de maximale stroomsnelheid te blijven.

De geothermieputten van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest worden 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:

- static brine column
- conductor
- casing
- casing cement
- casing with hanger and seal assembly
- Liner
- Liner cement
- Liner hanger + packer
- Protective inner string (LTG-GT-04)
- tubing hanger with seals
- Christmas tree with valves and Christmas tree connection
- Wellhead

Eventuele lekkages door falende barrières kunnen met name in ondiepe aquifers leiden tot milieuschade. Ter bescherming van ondiepe aquifers hebben alle putten van ACL een gecementeerde 20" conductor tot een diepte van 230m, waardoor tot deze diepte sprake is van een dubbelwandige gecementeerde barrière. Hierdoor zijn brakke/zoete ondiepe aquifers afgeschermd tegen het zoute formatiewater in de put.

In figuur 11, 12 en 13 zijn de put configuraties weergegeven van de productieput (LTG-GT-04) en de twee injectieputten (LTG-GT-05 & LTG-GT-06).

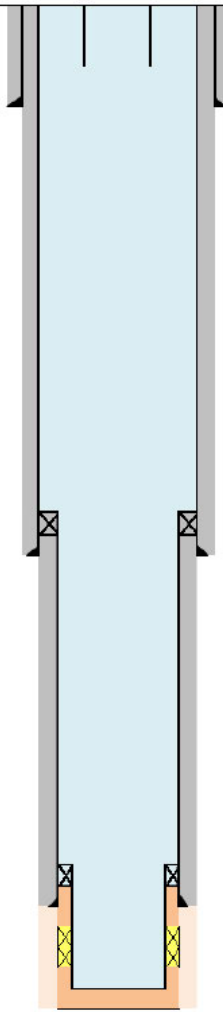
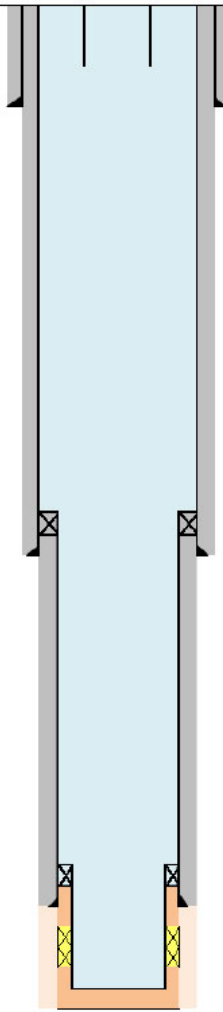
LTG-GT-05 en LTG-GT-06 zijn voorzien van een gecementeerde 13 3/8" casing en een 9 5/8" liner. De reservoir sectie is voorzien van 7" wire wrapped screens. De putten zijn ruim genoeg gedimensioneerd om wanddikteafname door erosie te voorkomen. Daarnaast staat het water in deze putten onder druk, is het gefilterd en bevat het geen methaan of CO2 meer. Daardoor is het corrosie risico lager dan in de put LTG-GT-04.

LTG-GT-04 zal een groter putontwerp hebben dan de injectieputten met een beschermende productiestring. De put is voorzien van een gecementeerde 16" casing, met daarin een 13 3/8" protective inner string van L80, die na de eerste shoe afloopt naar een 9 5/8" string in een gecementeerde 11 3/4" liner. De reservoir sectie is voorzien van 8 5/8" wire wrapped screens. De put is ruim genoeg gedimensioneerd om wanddikteafname door erosie te voorkomen. Om wanddikteafname door corrosie te beperken wordt inhibitor gedoseerd via een inhibitorstring op een diepte van 1800m AH.

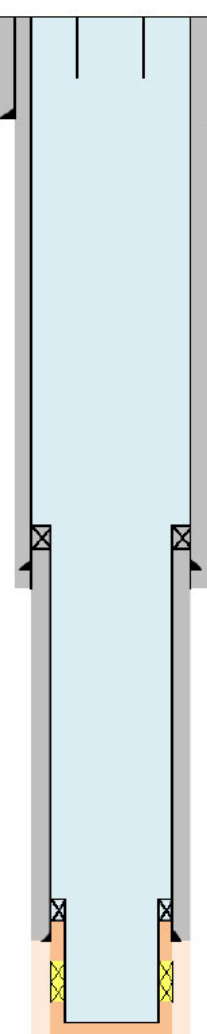
Corrosieprocessen worden gemonitord met behulp van o.a coupon-, filter- en wateranalyses. Daarnaast wordt de integriteit van de putten gemonitord door op een frequente basis metingen en eventueel camera inspecties uit te voeren in de putten. Alle registraties, analyses, tests en metingen worden uitgevoerd conform het Well Integrity Management Systeem (hierna WIMS) van ACL. De werkzaamheden worden periodiek uitgevoerd volgens een jaarplanning en jaarlijks wordt de werking van het WIMS geëvalueerd. Onderdeel van het WIMS is een Well Failure Model waarin op voorhand is vastgelegd welke maatregelen wanneer worden getroffen indien een put barrière faalt. Door te werken volgens het WIMS wordt de integriteit van de putten gewaarborgd en wordt substantiële wanddikteafname of lekkage voorkomen.

Nr.	Item Description	LTG-GT-04 16 3/4" ≥2000psi WH	Depth BGL	Depth BGL	Hole ID	Pipe OD	Collar OD	Pipe ID	Pipe ID	Lithology Tops
			m tvd	m ah	in	in	in (nom)	in	in (drift)	m tvdBGL
1	24" stovepipe		driven until refusal							Upp NS 0
2	ESP Cable + MLE 8 5/8", 24#, K55, internal flush ESP assembly		from 700 to 1000	from 700 to 1000	-	8.625	TBC	8.097	7.972	Mid NS 524 Low NS 659
3	13 3/8", 68#, L80, Premium T&C (Protective String)				n/a	13.375	TBC	12.415	12.259	leper 975
4	16 x 11 3/4" Liner Hanger + Packer 16", 94.5#, K55, BTC (Surface casing) Kick off Point (Build-rate 1 1/10m)		1150 1200 1203 1220	1150 1200 1203 1220	Top of liner (50 m liner lap) 20.000 16.000 section TD					Chalk 1130
5	End of build to 42° 9 5/8", 40#, L80, Premium T&C (Protective String) PBR + Seal-Stem assembly		1602	1640	n/a	9.625 11.750	TBC	8.835	8.679	Rijnland 1669
6	9 5/8" x 11 3/4" Liner Hanger + Packer 11 3/4", 54#, L80, BTC (Production liner) Inhibitor string / Control line Top Slochteren Base Slochteren		1735 1795 1797 1804 1884 1896 1899	1850 1900 1903 1912 2020 2035 2040	Top of liner (50 m liner lap) 14.750 11.750 TBC section TD			10.880	10.724	Rogenstein 1780 Slochter. 1804
7	8 5/8" w/ ~9" OD WWS 24#, K55, internal flush Open hole 10-5/8" (TD)		1896 1899	2035 2040	10.625	9 / 8.625 well TD	TBC	8.097	7.972	Limburg 1884

Figuur 11: Schematische put configuratie LTG-GT-04. Bron: GERF (2019)

Nr.	Item Description	LTG-GT-05 13 5/8" >2000psi WH	Depth BGL	Depth BGL	Hole ID	Pipe OD	Collar OD	Pipe ID	Pipe ID	Lithology Tops
			m tvd	m ah	in	in	in (nom)	in	in (drift)	m tvdBGL
1	Injection tubing 8 5/8" or 9 5/8" L80						TBC	TBD	TBD	Upp NS 0
2	20" conductor		230	230	23.000	20.000				
	Kick off Point #1 (Build-rate 0.8°/10m)		250	250						
	End of build #1 to 20°		495	500						Mid NS 524
	Kick off Point #2 (Build-rate 0.8°/10m)		598	610						Lew NS 659
	End of build #2 to 35°		765	800						leper 975
3	13 3/8 x 9 5/8" Liner Hanger + Packer + PBR 13 3/8", 68#, L80, Premium T&C		1158	1280	Top of liner (50 m liner lap)					Chalk 1130
	Kick off Point #3 (Build-rate 0.8°/10m)		1200	1330	16 / 17.5	13.375	TBC	12.415	12.259	
	End of build #3 to 46°		1202	1333	section TD					
			1224	1360						
			1330	1500						
4	9 5/8" x 7" Liner Hanger + Packer + PBR 9 5/8" 40#, L80, Premium T&C (Production liner)		1743	2094	Top of liner (50 m liner lap)					Rijnland 1669
	Top Slochteren		1777	2144	12.250	9.625	TBC	8.835	8.679	Roggenstein 1767
	Base Slochteren		1779	2147	section TD					Slechter. 1791
			1791	2162						
			1868	2276						Limburg 1868
5	7" 26#, K55, intern flush Slotted liner		1879	2291	8.500	7.000	TBC	6.276	6.151	
	Open hole 8-1/2" (TD)		1885	2300	well	TD				

Figuur 12: Schematische put configuratie LTG-GT-05. Bron: GERF (2019)

Nr.	Item Description	LTG-GT-06 13 5/8" >2000psi WH	Depth BGL	Depth BGL	Hole ID	Pipe OD	Collar OD	Pipe ID	Pipe ID	Lithology Tops
			m tvd	m ah	in	in	in (nom)	in	in (drift)	m tvdBGL
1	Injection tubing 8 5/8" or 9 5/8" L80									Uop NS 0
2	20" Conductor		230	230	23.000	20.000				
	Kick off Point #1 (Build-rate 0.8°/10m)		250	250						
	End of build #1 to 20°		495	500						Mid NS 524
	Kick off Point #2 (Build-rate 0.8°/10m)		598	610						Low NS 659
	End of build #2 to 35°		765	800						eeper 975
3	13 3/8 x 9 5/8" Liner Hanger + Packer + PBR 13 3/8", 68#, L80, Premium T&C		1168	1280	Top of liner (50 m liner lap)			12.415	12.269	Chalk 1130
	Kick off Point #3 (Build-rate 0.8°/10m)		1200	1330	16 / 17.5	13.375	TBC			
	End of build #3 to 46°		1202	1333	section TD					
			1224	1360						
			1330	1500						
4	9 5/8" x 7" Liner Hanger + Packer + PBR 9 5/8" 40#, L80, Premium T&C (Production liner)		1772	2137	Top of liner (50 m liner lap)					Rijnland 1669
	Top Slochteren		1807	2187	12.250	9.625	TBC	8.835	8.679	Regenstein 1795
	Base Slochteren		1809	2190	section TD					Slechter 1819
			1819	2205						
5	7" 26#, K55, intern flush Slotted liner		1898	2318						Limburg 1898
	Open hole 8-1/2" (TD)		1908	2333	8.500	7.000	TBC	6.276	6.151	
			1913	2340	well	TD				

Figuur 13: Schematische put configuratie LTG-GT-06. Bron: GERF (2019)

4.2 Putintegriteitmonitoring

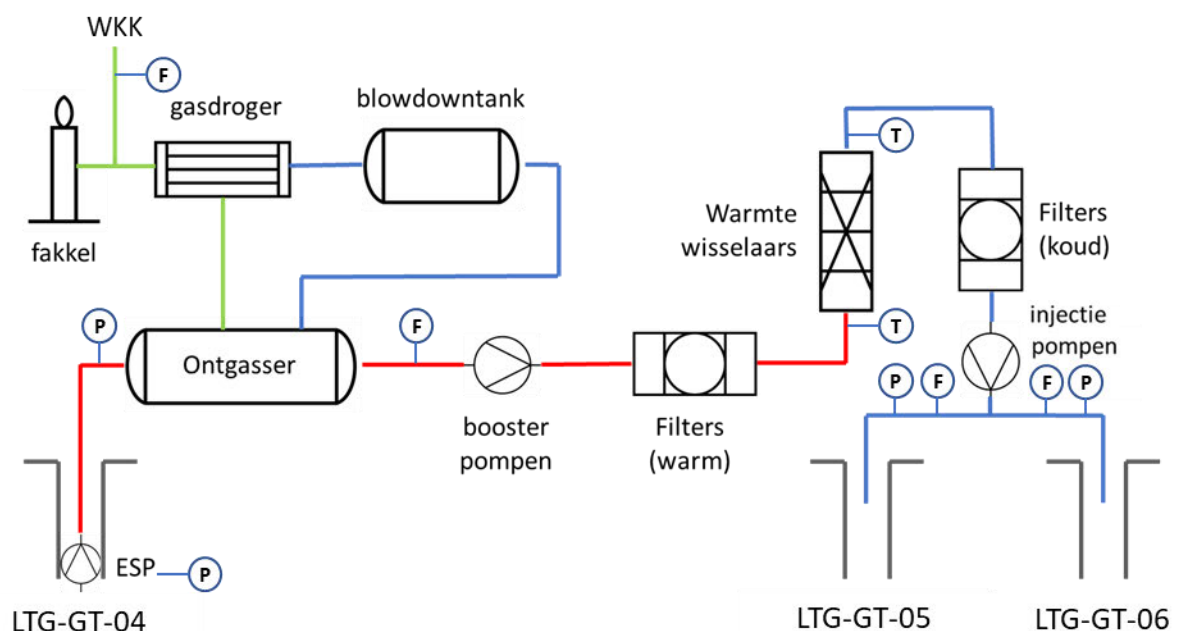
De put barrières zullen worden beheerd volgens een Well Integrity Management Systeem conform de ISO 16530-2, dat onderdeel is van het overkoepelende VGM-Zorgsysteem van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest. Verscheidene tests, inspecties en onderhoudsactiviteiten worden regelmatig uitgevoerd, om de integriteit van de barrières te monitoren en eventueel aanvullende maatregelen te nemen om de integriteit te waarborgen.

4.3 Beoogde installatie

Het geothermie systeem van ACL zal bestaan uit productie- en injectieputten en een aardwarmtecentrale. Begin 2020 wordt een productieput (LTG-GT-04) en een injectieput (LTG-GT-05) geboord en mogelijk ook een extra injectieput (LTG-GT-06). Het geothermisch systeem van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest gaat naar verwachting eind 2020 in productie. Aardwarmte Combinatie Luttelgeest zal dan naar verwachting beschikken over een geothermisch systeem om maximaal ca. 351 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 in dezelfde formatie te injecteren met twee injectieputten.

Het gas wordt gescheiden van het bronwater door een ontgassingsinstallatie in combinatie met een gasconditioner die zich tussen de productieput en de boosterpompen bevindt. De boosterpompen bevinden zich tussen de ontgasser en de eerste set filters. De eerste set filters bestaat uit zakfilters en hierna volgt een tweede set filters met kaarsenfilters. Na de tweede set filters bevinden zich de warmtewisselaars, waarin de warmte wordt overgedragen aan het secundaire circuit. Na de warmtewisselaars wordt een derde set filters geïnstalleerd, met kaarsenfilters. Na deze derde set filters bevindt zich een injectiepomp om het gefilterde bronwater in de injectieputten te injecteren. Type, fabrikant en ontwerpcondities van alle installaties worden bepaald na de well tests. Na de boringen en well tests zal de werkelijke injectiedruk bekend zijn en kunnen de juiste installaties en materialen worden gespecificeerd. In figuur 14 is een schematisch overzicht van het geothermie systeem van ACL te zien met de locaties van belangrijke meetsondes.

Afhankelijk van de warmtevraag zal worden bepaald hoeveel bronwater er daadwerkelijk verpompt wordt. Bij een maximale productie van 351 m³/uur, zou +/- 22,4 MW aan warmte gewonnen kunnen worden (delta T van 77°C naar 15°C).



Figuur 14: Schematisch overzicht van de installatie met de meetsondes

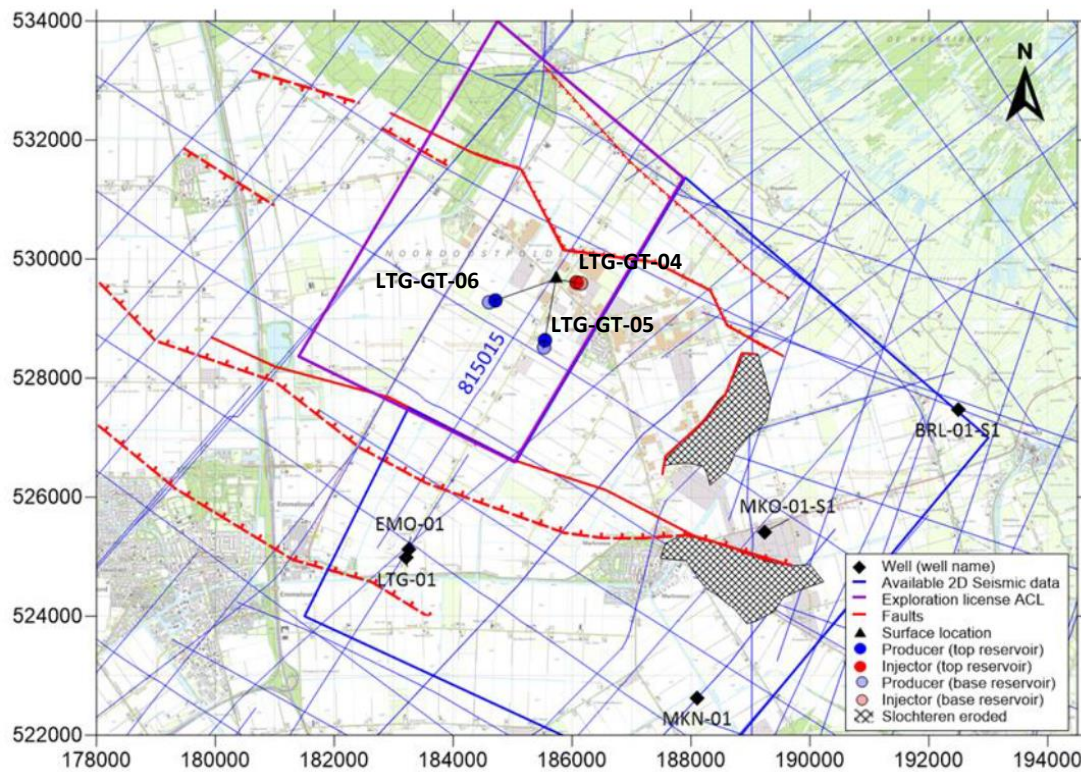
4.4 Beoogde systeemconfiguratie

In tabel 3 is de belangrijkste administratieve informatie per put samengevat.

Figuur 16 toont de puttrajecten van de productie- en injectieputten van ACL langs de seismische lijn 815015. De getoonde puttrajecten zijn een benadering, omdat de trajecten niet precies parallel lopen aan de beschikbare 2D-lijnen. In figuur 15 is een overzicht gegeven van de seismische lijnen, breuken en de Opsporingsvergunning 2 van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest. In figuur 17 zijn ook de doorprikpunten in de top van de aquifer weergegeven en de einddiepte coördinaten van de bestaande putten van Hoogweg Aardwarmte BV en andere gasputten in de omgeving.

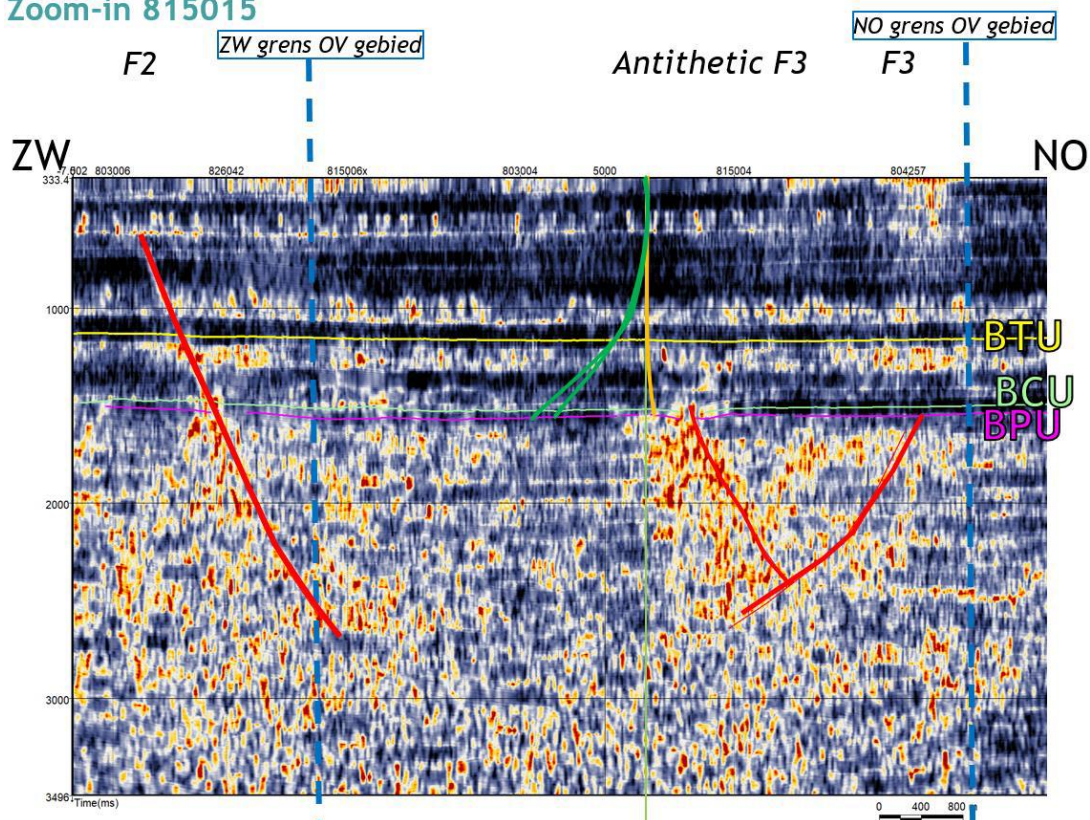
putnaam	LTG-GT-04	LTG-GT-05	LTG-GT-06
Type put	Productieput	Injectieput 1	Injectieput 2
Spuddatum	Begin 2020	Ntb	Ntb
Compleetie datum	Ntb	Ntb	Ntb
X (RD) oppervlaktelocatie	185744,20	185735,91	185727,63
Y (RD) oppervlaktelocatie	529664,93	529670,53	529676,12
X (RD) top doorprikpunt aquifer	186074	185542	184712
Y (RD) top doorprikpunt aquifer	529607	528636	529307
X (RD) einddiepte	186151,15	185520,73	184604,5148
Y (RD) einddiepte	529593,18	528522,52	529267,936
Einddiepte (m AH)	2040	2300	2340
Einddiepte (mTVD)	1899	1885	1913
Penetratiehoek in de aquifer	42°	46°	46°
Afstand tussen doorprikpunten			
LTG-GT-04	-	1106,97	1394,53
LTG-GT-05	1106,97	-	1067,31
LTG-GT-06	1394,53	1067,31	-

Tabel 3: Algemene put informatie. Bron: GEF (2019)

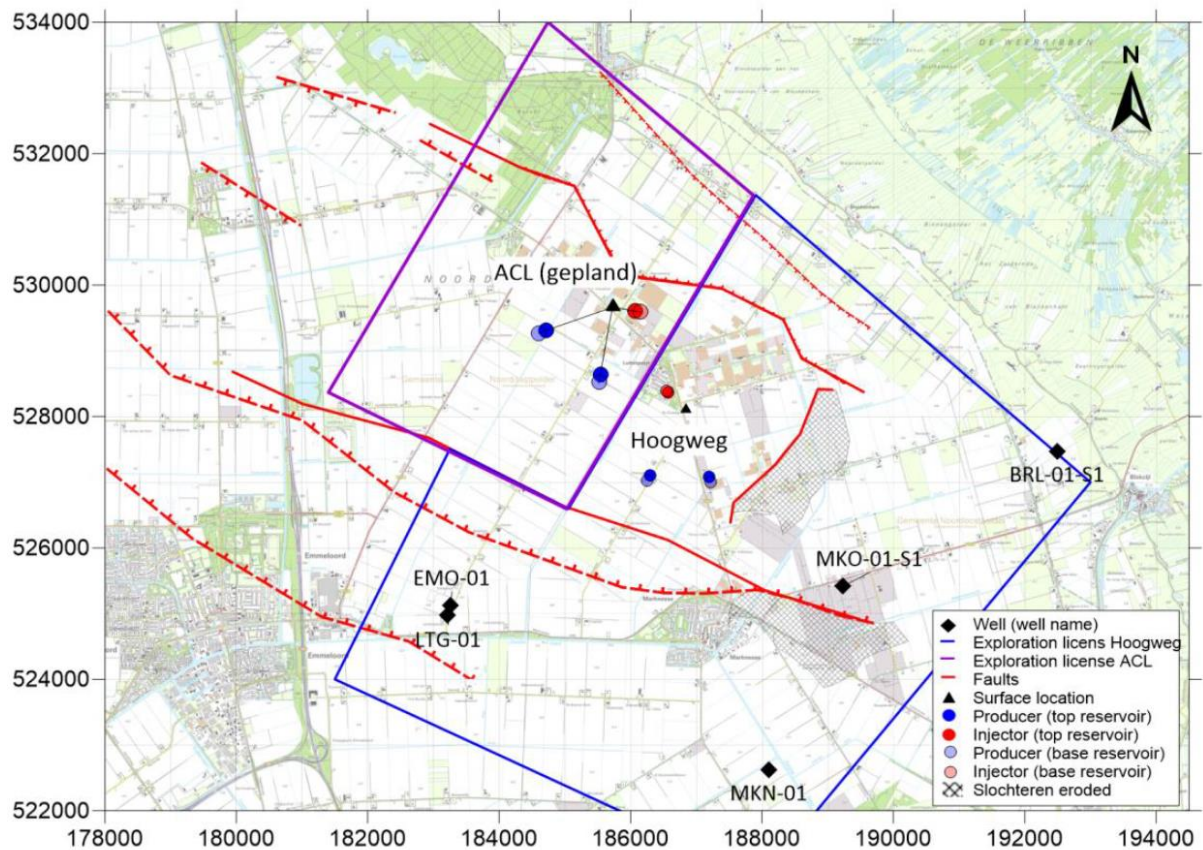


Figuur 15: Overzichtskaart met seismische lijnen (blauw), boorlocatie (driehoek) en geothermetriplet fase 1.

Zoom-in 815015



Figuur 16: Seismische sectie lang seismische lijn 815015 met puttrajecten productieput (oranje) en injectieputten (groen). (Bron: IF Technology, 2019)



Figuur 17: kaart met doorprikpunten, geplande en bestaande putten en begrenzing van de Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 (paars) en Luttelgeest II (blauw) (Bron: IF Technology, 2019)

4.5 Reservoir integriteit

In Bijlage 3 is de gemodelleerde maximale injectiedruk beoordeeld op breukreactivatie en fracking met behulp van de geomechanische tool van TNO-AGE. Na de boringen en well tests wordt de injectiedruk nauwkeuriger bepaald en getoetst aan het SodM protocol.

4.6 Beoogde operationele instellingen

In tabel 4 zijn de operationele begrenzings van de geothermieputten van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest samengevat. In tabel 5 worden de drukken en productiegegevens bij regulier bedrijf weergegeven.

Operationele begrenzing	waarde	dimensie
Max injectiedruk WABO	ntb	bar
Max debiet P50	351 (SDE+ studie)	m3/h
Max injectiedruk obv verbuizingsterkte	FIT rapportages: LTG-GT-04 LTG-GT-05 LTG-GT-06	ntb

Tabel 4: Operationele begrenzings

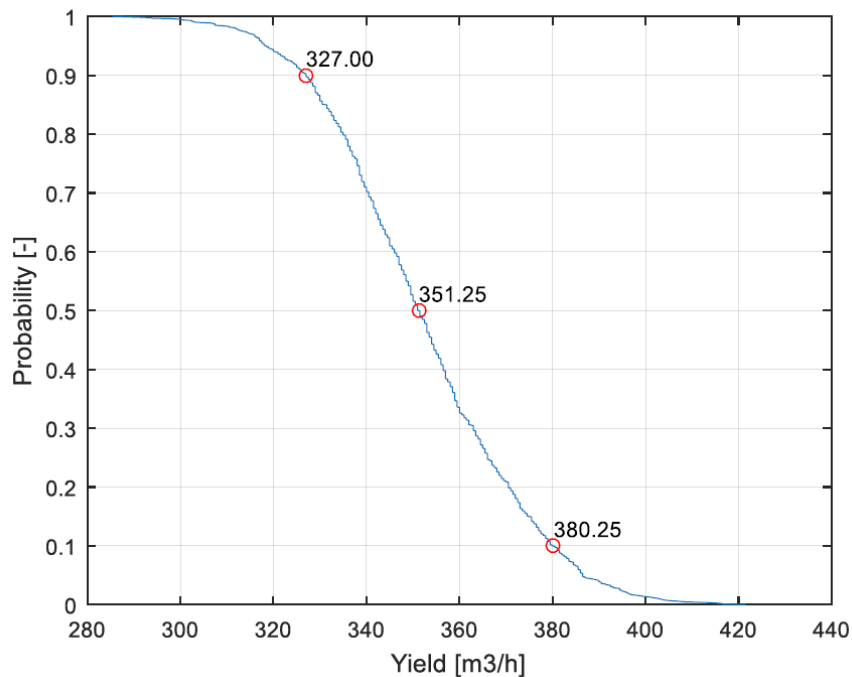
Put	Prognose waarde
Debiet geproduceerd water (m3/h), zowel max als gemiddeld	Max: 351, gem: ± 300
Volume gewogen gemiddelde temperatuur van het productiewater (°C)	77
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	ntb
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	ntb
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	±3
Olie / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Sm3/m3)	nvt
Gas / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Nm3/m3)	+/- 0.3 Nm3/m3
Condensaat / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Sm3/m3)	Nvt
Hoeveelheid ingebrachte inhibitor in de productieput (l/m3)	±0,01
Debiet geïnjecteerd water (m3/h) , zowel max als gemiddeld	Max: 351, gem: ± 300
Volume gewogen gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gemeten tussen warmtewisselaar en de injectieputmond (°C)	ntb
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	Ntb
Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	Ntb
Maximale operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	Max. 62 bar
Hoeveelheid ingebrachte inhibitor in de injectieput (l/m3)	+/- 15 ppm dosering
Aantal vollasturen per jaar (d)	6519
Geïnstalleerd vermogen installatie (MWth)	22,4 (op basis van 15°C injectietemperatuur)
Hoeveelheid benodigde elektrische energie (kWh/yr)	13371822 (COP =10)
Verwachte levensduur (aantal jaren)	35

Tabel 5: Karakterisatie geothermie systeem performance onder beoogde standaard operationele condities.

4.7 Prognose winning

Aardwarmte Combinatie Luttelgeest heeft in 2019 een winningsvergunning aangevraagd voor een periode van 35 jaar, dus tot 2054. Aardwarmte Combinatie Luttelgeest is voornemens meerdere productie en injectieputten vanaf dezelfde boorlocatie te gaan boren.

Met behulp van het software pakket DoubletCalc is een inschatting gemaakt van het potentiële geothermische vermogen van het geothermisch triplet. De uitkomsten zijn in figuur 18 en 19 weergegeven.



Figuur 18: Probability plot voor geothermisch triplet ACL (Bron: IF Technology, 2018a)

Tabel 6 geeft een inschatting van het jaarlijkse aantal vollasturen. In tabel 7 en figuur 17 is de verwachte productie van de aardwarmtecentrale van ACL 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. Naar verwachting zijn er tot 2021 drie putten in productie en vanaf 2022 vijf putten.

maand	vollast %	dagen	uur	debiet	injectie temp.
jan	100%	31	744	351	15
feb	100%	28	672	351	15
mrt	100%	31	744	351	15
apr	100%	30	720	351	15
mei	65%	31	744	228,15	38
jun	50%	30	720	175,5	38
jul	50%	31	744	175,5	38
aug	50%	31	744	175,5	38
sep	60%	30	720	210,6	15
okt	100%	31	744	351	15
nov	100%	30	720	351	15
dec	100%	31	744	351	15

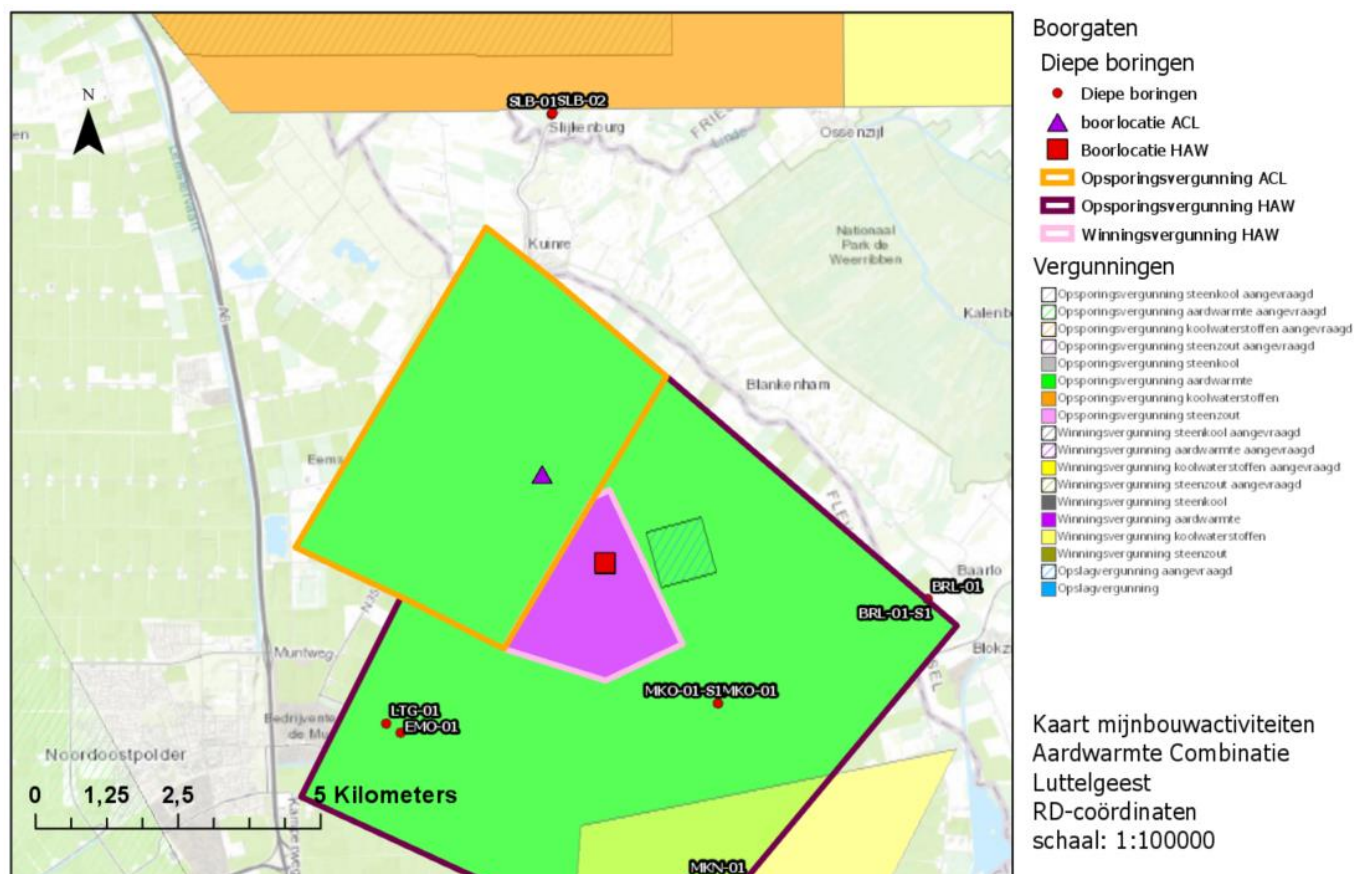
Tabel 6: Inschatting jaarlijks aantal vollasturen

Jaar Vanaf status datum	Jaar	Prod. Temp. (°C)	Hoeveelheid water(m ³)	Energie (GJ)	Gas (m ³)	Energie- consumptie (kWh)
1	2020	77	2288047	481386	686414	13371822
2	2021	77	2288047	481386	686414	13371822
3	2022	77	4004082	842425	1201225	23400689
4	2023	77	4004082	842425	1201225	23400689
5	2024	77	4004082	842425	1201225	23400689
6	2025	77	4004082	842425	1201225	23400689
7	2026	77	4004082	842425	1201225	23400689
8	2027	77	4004082	842425	1201225	23400689
9	2028	77	4004082	842425	1201225	23400689
10	2029	77	4004082	842425	1201225	23400689
11	2030	77	4004082	842425	1201225	23400689
12	2031	77	4004082	842425	1201225	23400689
13	2032	77	4004082	842425	1201225	23400689
14	2033	77	4004082	842425	1201225	23400689
15	2034	77	4004082	842425	1201225	23400689

Tabel 7: Productieprofiel data.

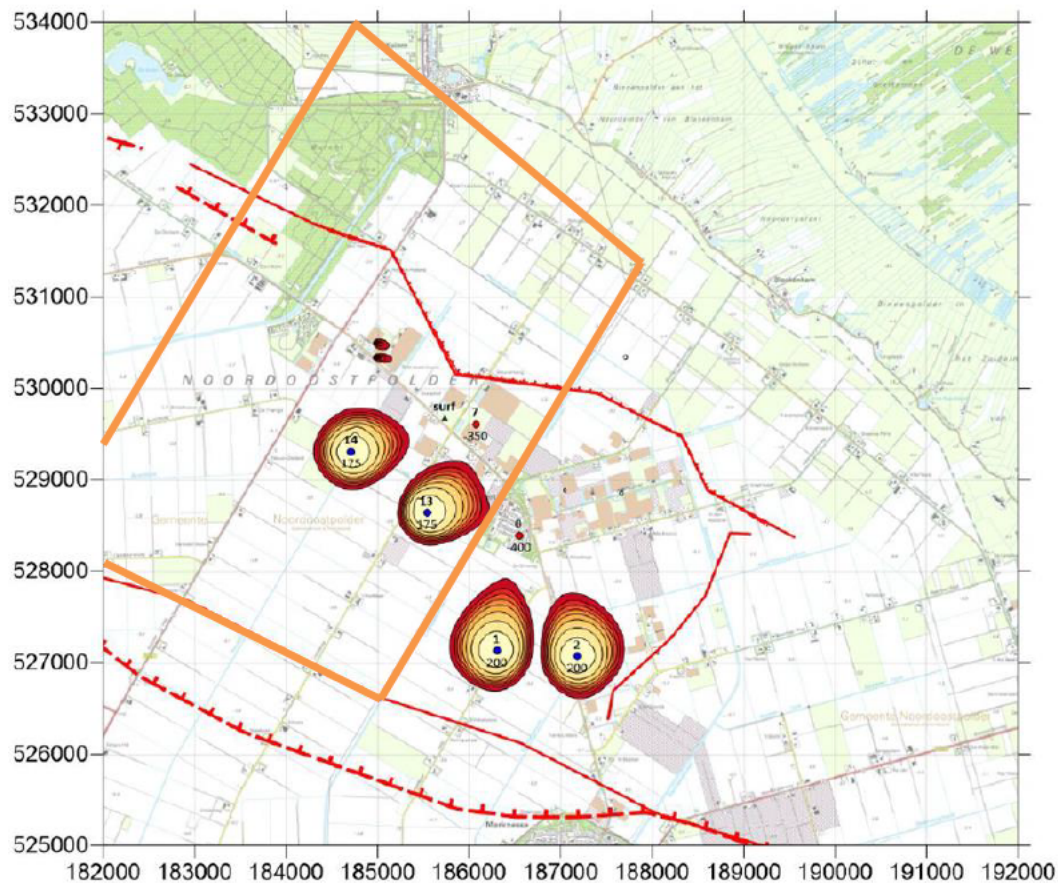
5. Interferentie met ander gebruik (diepe) ondergrond

Binnen de aangevraagde winningsvergunning van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest is er geen sprake van interferentie met andere mijnbouwactiviteiten. Zie figuur 20 voor een overzicht van de Opsporings- en Winningsvergunningen.



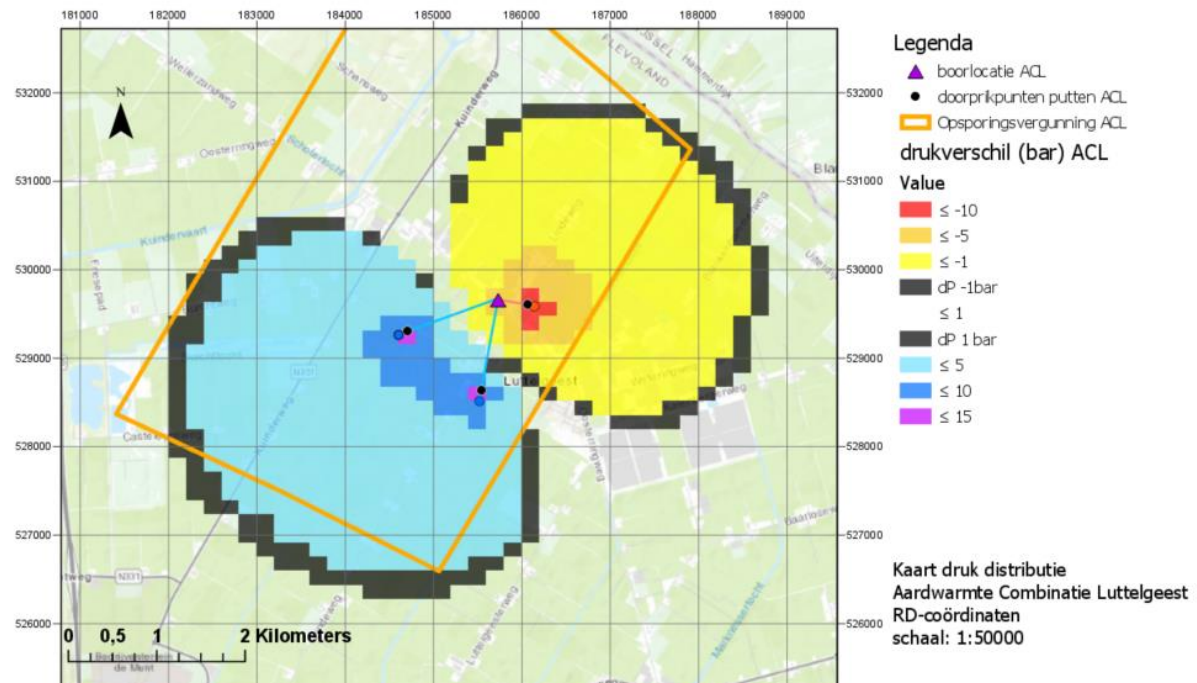
Figuur 20: kaart mijnbouwactiviteiten in de omgeving

In figuur 20 is te zien dat de Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 van ACL in het Zuidoosten grenst aan de Opsporingsvergunning Luttelgeest II en de Winningsvergunning Luttelgeest van Hoogweg Aardwarmte BV. In figuur 21 is te zien dat de thermische contouren van de geplande putten buiten de Opsporingsvergunning Luttelgeest II en de Winningsvergunning Luttelgeest van Hoogweg Aardwarmte BV liggen. De Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 van ACL is weergegeven met een oranje kader in figuur 21. De thermische contouren van de geplande injectieputten van ACL en de bestaande injectieputten van operator Hoogweg Aardwarmte BV zijn ook weergegeven. De verwachte breukzones zijn weergegeven als rode lijnen.



Figuur 21: Gebiedsbegrenzing Opsporingsvergunning en winningsvergunning Aardwarmte Combinatie Luttelgeest met thermische contouren injectieputten. (Bron: IF Technology, 2019a)

In figuur 22 is de Opsporingsvergunning van ACL weergegeven met de verwachte druk distributie in de aquifer na een periode van 35 jaar. Deze reservoirsimulatie is opgesteld met behulp van DoubletCalc 2d, uitgaande van een continue injectie van 2x 175 m³/uur (LTG-GT-05 & LTG-GT-06) en een productie van 350 m³/uur (LTG-GT-04) voor een periode van 35 jaar.



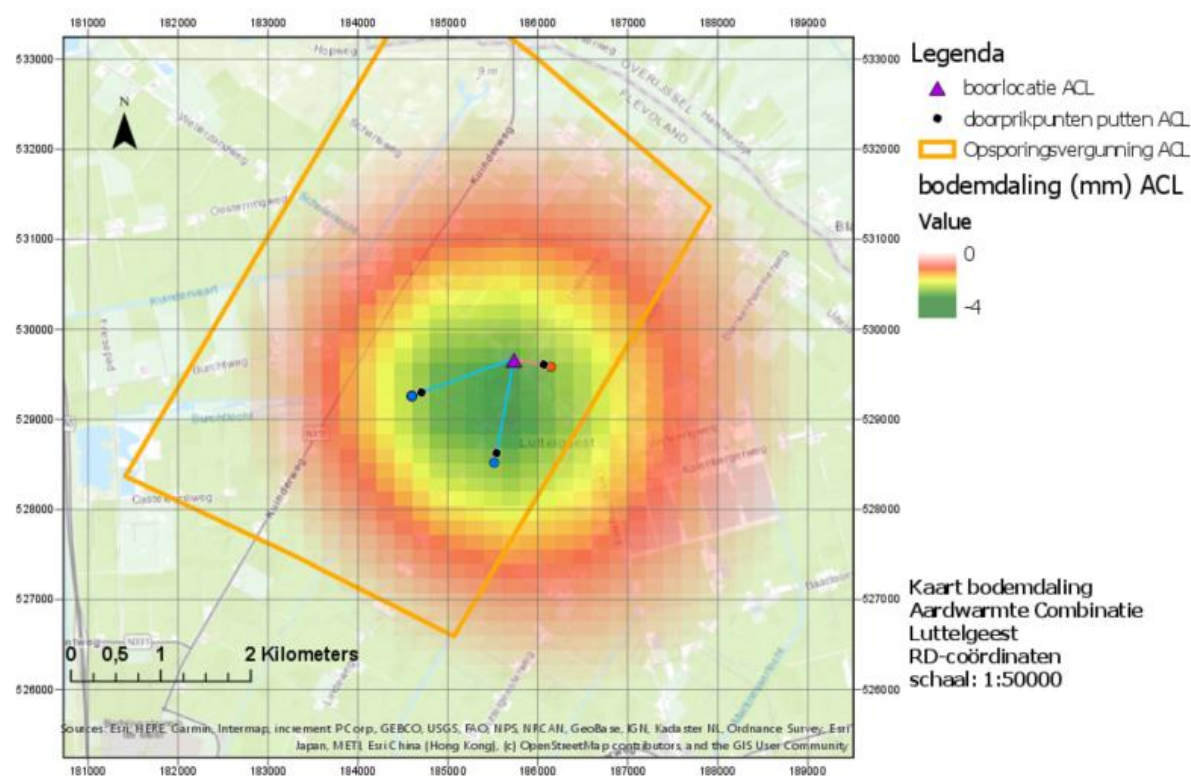
Figuur 22: Kaart met de verwachte drukverdeling in de aquifer na 35 jaar productie.

6. Natuur en milieu

6.1 Bodemdaling of - stijging

Bij de warmte-winning installatie van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest wordt het opgepompte water direct na het onttrekken van de warmte weer teruggepompt in de aquifer via twee injectieputten. Bij stilstand van de putten zal de maagdelijke druk van de aquifer zich weer herstellen. Hierdoor wordt de bodemdaling aan het maaiveld als verwaarloosbaar verondersteld.

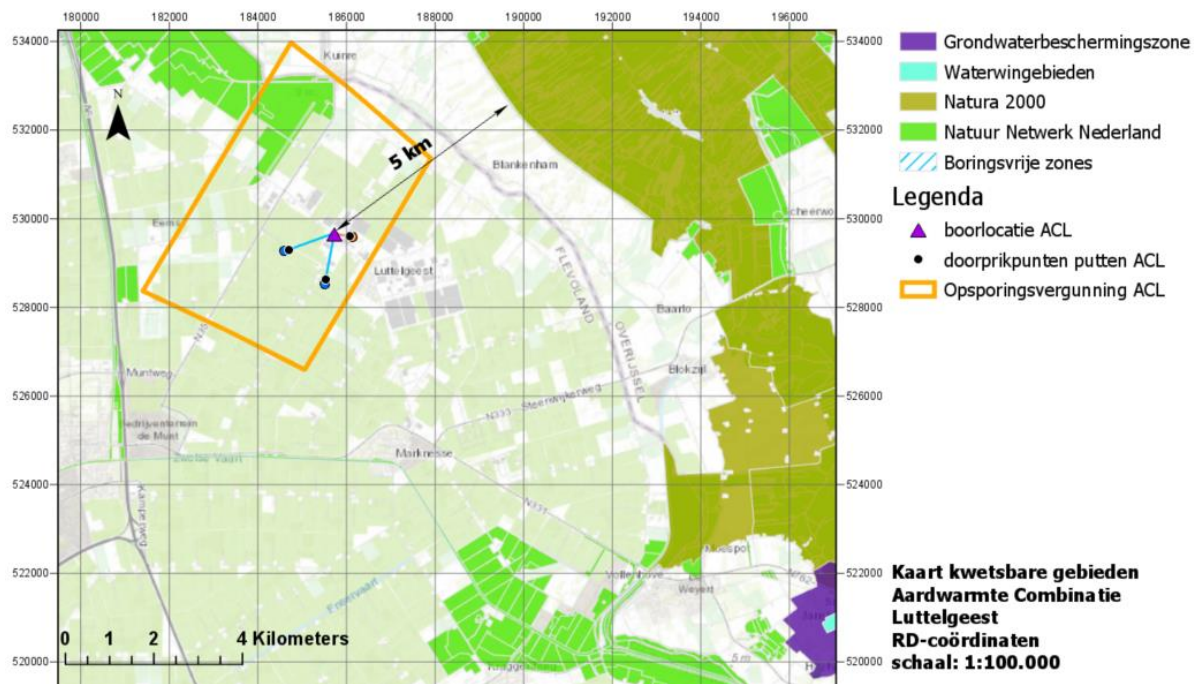
In theorie kan er wel compactie optreden in de aquifer door het thermo-elastisch effect rondom de injectieputten. Ook kan compactie optreden door de drukverlaging rondom de productieput. De bodemdaling aan het maaiveld ten gevolge van compactie in de aquifer is berekend met behulp van een simulatie in DoubletCalc 2d. In figuur 23 is de aquifer met de putten LTG-GT-04, LTG-GT-05 en LTG-GT-06 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 175 m³/uur en een productie van 350 m³/uur voor een periode van 35 jaar.



Figuur 23: Vereenvoudigde weergave van de aquifer met de putten LTG-GT-04, LTG-GT-05 en LTG-GT-06 en de bodemdaling door productie en injectie in mm

6.2 Beschermde gebieden

De mijnbouwlocatie van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest bevindt zich niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. De Opsporingsvergunning Luttelgeest 2 van ACL bevindt zich niet in een gebied met Aanvullende Strategische Voorraden. 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 boorlocatie van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest. In figuur 24 is ter verduidelijking de boorlocatie van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest weergegeven, met de nabijgelegen natuurgebieden en drinkwatergebieden.



Figuur 24 : Kaart met aangevraagde winningsvergunning van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest en beschermde 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.

6.3 Grondwater

In figuur 25 is de opbouw van de ondiepe ondergrond onder de boorlocatie van ACL samengevat. Onder de boorlocatie van ACL bevinden zich 5 aquifers met brak en zout water. Naar verwachting zijn er geen zoetwater aquifers, maar dit kan in de Noordoostpolder lokaal sterk verschillen. De Maassluis formatie (205-228m NAP) is een aquiclude en wordt gezien als het grensvlak tussen brakke aquifers en dieper gelegen zoute aquifers.

In het gebied is sprake van kwel. Het eerste watervoerende pakket heeft een stijghoogte tot ongeveer -5,1m NAP en het tweede watervoerende pakket ongeveer -4,5m NAP. De regionale grondwaterstroming in dit gebied is zuidelijk. De boorlocatie van ACL is echter omringd met watergangen, drainages en rioleringen, waardoor de grondwaterstroming van het freatisch grondwater kan afwijken. De stroomsnelheid van het grondwater wordt geschat op maximaal 3,6 meter per jaar, vanwege de zwak humeuze, siltige kleigrond.

Lithostratigraphic Column Luttelgeest_ LTG-GT-04							EXPECTED depth (m)	Geohydrological properties
Era	Group	Period	Formation	Epoch (Age)	Member	Lithology definition	TV-NAP	
Cenozoicum	Upper North Sea NU	Quaternary	Naaldwijk NUVA	Holocene		A marine deposit containing very fine to medium fine sand, silt and clay. The unit is calcareous and contains shells.	0	Aquiclude 'deklaag'
			Echteld NUEG			Fluvial (Rijn) deposits containing mainly silty to sandy clays with some layers of very fine to coarse grained sand.		
			Boxtel NUEX	Mid Pleistocene to Holocene		Mainly eolian, fluvial and glacial deposits. Very fine to medium coarse sands, silty. Non to very calcareous. Peat. Loam.	4	Aquifer 1a
			Krettenheye NUKR	Late Saalian - Early Holocene		Fluvial (Rijn) deposits containing very fine to very coarse grained sand (grey, brown, multi-colored), calcareous. Acc.: pebbles.	10	Aquitard 1
			Drente NUCR	Mid to Late Saalian		Glacial deposits containing medium to very coarse sands and pebbles. Silty to sandy clay and loam grey/blue to brown/grey. Also silts to medium fine sands.	31	Aquifer 2a
			Urk NUUR	End of Cromerian to Mid-Saalian		Fluvial (Rijn) deposits with medium fine to very coarse sands. Grey, after oxidation yellow to brown. Also other colors like pink. Pebbly. Fine plant and wood remains. Little mica.	46	Aquifer 2b
			Appelscha NUAP	Bavelian to Cromerian		Fluvial deposits from eastern rivers with medium fine to very coarse sands, light grey to light yellow. Pebbly. Non-calcareous. Plenty of Thüringer Forest-porfier, lydite en restquartz.	54	
			Peize NUFZ	Pliocene Reuverian to Early Waalian		Fluvial (east NL) deposits containing mainly medium coarse to very coarse sands but also some streaks of very fine sand. Acc.: clay, loam, gravel, restquartz.	73	Aquifer 3
			Waalre NUWA	Late-Pliocene to Early-Pleistocene		Fluvial (Rijn) deposits containing very fine to coarse grained sands and clay with much siderite. Acc.: mica, lignite, peat, and some shells.	140 158	Aquitard 3 Aquifer 4
			Maassluis NUMS	Early Pleistocene Preiglian-Tiglian		Deposits of coastal sands, very fine to medium coarse, calcareous, shell and wood bearing, mica rich. Silty to sandy, grey to dark grey clay containing shells and mica.	195	Aquiclude Geohydrological base (GHB)
			Oosterhout NUOT	Pliocene		Succession of sands, sandy clays, and grey and greenish clays. The lower part of the formation often consists of sands that are extremely rich in shells and bryozoans.	315	
			Breda NUBA	Miocene		Sequence of marine, glauconitic sands, sandy clays and clays. In places a glauconite-rich layer occurs at the base.	456	
	Middle North Sea NM	Tertiary	Rupel NURF	Oligocene Rupelian - Early Chaitian	Rupel Clay NURFC	Clays that become more silty towards basis and top. It is rich in pyrite, contains hardly any glauconite and calcium carbonate tends to be concentrated in the septaria layers.	531	Aquitard
				Eocene-Oligocene Prabonan - Rupelian	Vessem NURFV	Silty to clayey sands with a low glauconite content, flint pebbles or phosphorite nodules commonly occur at the base.	665	Aquifer

Figuur 25: Geohydrologische opbouw onder boorlocatie ACL (Bron: WEP, 2019)

7. Bodemtrilling

IF Technology heeft in 2019 voor Aardwarmte Combinatie Luttelgeest 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 Bernhard Rozen Luttelgeest (IF Technology, 2019). De QuickScan resulteerde in een score van 0,26. De QuickScan is in 2020 geüpdatet door IF Technology (IF Technology, 2019). De injectiedruk, injectietemperatuur en flow rate zijn gewijzigd. Deze Quickscan resulteerde in een score van 0,30. Dit ligt onder de grens van laag tot gemiddeld potentieel voor het induceren van seismiciteit. Volgens de richtlijnen heeft het project van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest dus een laag potentieel voor het induceren van seismiciteit.

8. Voorziene kosten van winning

Het gebruik van de putten en de winningsinstallatie brengt operationele kosten met zich mee. Daarnaast wordt er rekening gehouden met periodieke onderhoudskosten en herinvesteringen. In tabel 8 zijn de gemiddelde jaarlijkse kosten weergegeven voor investeringen, onderhoud en bedrijfsvoering. Jaarlijks wordt een vast bedrag gereserveerd voor onvoorziene kosten (zie de rij onvoorzien). Hieronder vallen ook de kosten voor het verlaten en verwijderen van de putten indien de putten onverwacht binnen de levensduur van 35 jaar moeten worden geabandonneerd.

InpQ Ann									
	Model period beginning		Errors		01 jan 21	01 jan 22	01 jan 23	01 jan 24	01 jan 25
	Model period ending		Alerts		31 dec 21	31 dec 22	31 dec 23	31 dec 24	31 dec 25
	Period timing		Inp Chgs		Operational	Operational	Operational	Operational	Operational
	Financial year				2.021	2.022	2.023	2.024	2.025
		Source	Unit	Total					
OPERATIONAL PERIOD INPUTS									
	Service contract jaar 1-2		EUR						
	Onderhoud jaar 3-15		EUR						
	Energiekosten		EUR						
	Inhibitor (CL)		EUR						
	Filterpatronen (80 wissels)		EUR						
	Verzekeringskosten		EUR						
	Algemene kosten & onvoorzien		EUR						
	Onroerendzaakbelasting		EUR						
	Workover insurance		EUR						
	Agency fee		EUR						
	Account bank vergoeding		EUR						
	Onvoorzien (reservering abandonnering)		EUR						
	Operational expenditure (nominal)		EUR						
MAJOR MAINTENANCE & REINVESTMENTS									
	category 2 - economic life 5 years								
	ESP (pomp, motor, seal)		EUR						
	Putmetingen (periodieke logging)		EUR						
	Operations (contractors putonderhoud)		EUR						
	Materiaal (tubing, wellhead, inhibitor string)		EUR						
	Afvoer NORM		EUR						
	Keuringen (WBDA, ijking veerveiligheiden)		EUR						
	Groot onderhoud (injectiepomp, warmtewisselaar)		EUR						
	Onvoorzien		EUR						
	Reinvestment category 2 - economic life 5 years - nominal		EUR						

Tabel 8: Jaarlijkse en 5- jaarlijkse kosten voor investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten voor abandonnering.

9. 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.

IF Technology (2015). Optimalisation Aardwarmte Luttelgeest. Referentie 63341/NB/20150320

IF Technology (2018). Geologische inventarisatie. Referentie 63341/EH/20180622

IF Technology (2018a). Well capacities at ACL. Referentie 20181113/63341/NB

IF Technology (2018b). Well capacities at ACL. Referentie 20181218/63341/NB

IF Technology (2019). Quickscan for Potential of Inducing Seismicity Bernhard Rozen Luttelgeest.

IF Technology (2019a). Omgevingsbelangen ACL

IF Technology (2020). Quickscan for Potential of Inducing Seismicity Bernhard Rozen Luttelgeest.

GERF (2019). Well design Luttelgeest Project

WEP (2019a). Work Plan – Conductor Installation LTG-GT-04 v1.0.

10. Bijlages

Bijlage 1 Geologische inventarisatie

Bijlage 2 Quicksan for Potential of Inducing Seismicity

Bijlage 3 Uitkomsten geomechanische tool

Invoer parameters	waarde	Default	eenheid
Diepte top aquifer in productieput	-1800	x	m
Diepte top aquifer in injectieput	-1800	x	m
Gemiddelde diepte top aquifer	-1800	x	m
Diepte pomp	-500	-500	m
Aquiferdruk Productieput	182	x	bar
Aquiferdruk Injectieput	182	x	bar
Bottom hole pressure Productieput	132	x	bar
Bottom hole pressure Injectieput	244	x	bar
Drukverschil over put-aquifer interface in productieput	50	x	bar
Drukverschil over put-aquifer interface in injectieput	62	x	bar
hydrostatische gradient in injectieput	0,112	0,106	bar/m
lithostatische gradient	0,225	0,225	bar/m
minimale horizontale spanningsgradient (bar/m)	0,16	0,16	bar/m
Injectietemperatuur	15	x	°C
Aquifer temperatuur @ productieput	77	x	°C
Aquifer temperatuur @ injectieput	77	x	°C
Delta temperatuur @ injectieput	62	x	°C
Temperatuurgradient	0,032	0,032	°C/m
Gemiddelde oppervlaktetemperatuur	10	10	°C
Youngs modulus	10000	10000	Mpa
Poisson's ratio	0,25	0,25	frac
Arching coefficient	0,4	0,4	
Biot coefficient	0,75	0,75	
Linear thermal expansion coefficient (°C-1)	1,00E-05	1,00E-05	°C ⁻¹
Cohesie	0	0	bar
Hoek van inwendige wrijving	33	33	°
Invloed thermische stress	Ja		
Uitvoer	Waarde	Validatie	
Tubing Head Pressure toegestaan volgens SodM protocol	41	NEE	
Maximale verschildruk injectieput top reservoir	61	NEE	
Fracking		NEE	
Kans op breukreactivatie		JA	

