

Technische potentieelstudie diepe ondergrond Noord-Nederland

Definitief eindrapport

Opdrachtgever

SNN Werkgroep "Beleidsvisie diepe ondergrond"
p/a Provincie Drenthe
Postbus 122
9400 AC ASSEN
T 0592 - 36 55 55
Leden werkgroep: de heer E. Bregman (voorzitter)
de heer D.I. de Vries
de heer A. Hahn
de heer A.J. van Harten

Adviseur en penvoerder

IF Technology bv
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
T 026 - 35 35 555
F 026 - 35 35 599
E info@iftechnology.nl
Contactpersonen: de heer M.M. van Aarssen
de heer A. Willemsen
de heer R. Wierikx

Adviseur geo-informatie

TNO Bouw en Ondergrond
Postbus 80015
3508 TA UTRECHT
T 030 - 256 42 56
F 030 - 256 44 75
E info-BenO@tno.nl
Contactpersonen: de heer L. Kramers
de heer S.F. van Gessel

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Kader	3
1.2	Plan van aanpak	4
2	Technische analyse.....	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Winning	7
2.2.1	Gaswinning.....	7
2.2.2	Oliewinning.....	9
2.2.3	Zoutwinning uit diapieren	11
2.2.4	Warmtewinning met Geothermie.....	14
2.2.5	Elektriciteitswinning met Geothermie	16
2.3	Opslag	19
2.3.1	Gasopslag in lege gasvelden	19
2.3.2	Gasopslag in cavernes.....	24
2.3.3	Persluchtopslag in cavernes	26
2.3.4	CO ₂ -opslag in lege gasvelden.....	27
2.4	Verwijdering van afvalstoffen in cavernes.....	32
3	Functiecombinaties/-conflicten	34
3.1	Inleiding	34
3.2	Laag 1: Zechstein Groep.....	36
3.3	Laag 2: Rijnland Groep	37
3.4	Laag 3: Hoofd-Bontzandsteen Groep	38
3.5	Laag 4: Boven-Rotliegend Groep.....	39
3.6	Laag 5: Overige members.....	40
4	Technische conclusies en aanbevelingen.....	42
4.1	Inleiding	42
4.2	Technische conclusies	42
4.3	Aanbevelingen.....	44

Bijlagen:

1	Verklarende woordenlijst
2	Geologische tijdschaal
3	Verslag werkatelier
4	Potentieelkaarten diepe ondergrond
5	Synergiekaarten diepe ondergrond

1 Inleiding

1.1 Kader

Het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN) heeft op 8 oktober 2007 samen met een aantal andere partners (ministerie van VROM, ministerie van EZ, provincie Noord-Holland) het Energie akkoord gesloten. In het Energie akkoord staan voor de vier Energy Valley provincies verschillende beleidsopgaven geformuleerd waarop de provincies een gezamenlijke inspanning plegen met het rijk en andere betrokken partijen¹. Als uitwerking van dit Energie akkoord heeft het dagelijks bestuur van het SNN op 18 december 2007 een werkstructuur vastgesteld. Hierin staat voor verschillende thema's beschreven welke provincie hiervan primair de trekker is. Eén van de opdrachten die in dat kader is geformuleerd betreft het opstellen van een **Beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland**, waarbij Drenthe als trekker is aangewezen. In deze visie wordt een inventarisatie gemaakt van de kansen en mogelijkheden die de diepe ondergrond biedt. Globaal genomen gaat het hierbij om activiteiten dieper dan 400 meter onder het maaiveld. Aan de hand hiervan wordt een beleidskader ontwikkeld ten behoeve van een versnelling en optimalisering van het gebruik van de (diepe) ondergrond voor -met name- energie doeleinden.

De opdracht was om te onderzoeken welke (verdere) mogelijkheden de diepe ondergrond van het SNN gebied heeft voor de winning van olie, zout en gas, afvalopslag zoals gips en boorspoeling, opslag van gecompriëerde lucht, het winnen van aardwarmte (geothermie), opslag van CO₂ en (aard)gas.



Er is een werkgroep ingesteld onder leiding van dhr. E. Bregman (Dr). In de werkgroep zitten verder de heren D. de Vries (Gr.), A. Hahn (Frl.) en A.J. van Harten (Dr.). De werkgroep heeft een projectopdracht geformuleerd op basis van waarvan IF Technology te Arnhem in samenwerking met TNO het onderzoek is gestart, waarin de volgende vragen zijn beantwoord:

1. Hoe ziet de (diepe) bodem in Noord-Nederland eruit?
2. Wat zijn de gebruiksmogelijkheden?
3. Welke keuzes zijn nodig?

¹ Citaat jaarrapportage 2007-2008, finaal concept 8 oktober 2008.

Bijgaand rapport is het eindrapport van IF Technology. Over de gebruiksfuncties, die in dit rapport zijn uitgewerkt, is nog geen overleg gevoerd met marktpartijen en andere overheden (gemeenten, waterschappen en departementen). Het rapport geeft indicaties wat waar (technisch) mogelijk is. Over de politiek-bestuurlijke wenselijkheid van de genoemde gebruiksfuncties is nog geen standpunt ingenomen.

De bevindingen van IF Technology zijn gepresenteerd in een werkatelier, waarvoor de diverse disciplines van de betrokken provincie waren uitgenodigd (Ruimtelijke Ordening, Water, Landelijk Gebied, vergunningverlening). Tijdens dit werkatelier, gehouden op 25 september 2008, heeft Gedeputeerde R. Slager (Gr.) opgeroepen zoveel mogelijk als provincies samen te op te pakken. Zo kan men elkaar helpen bij problemen en klankborden waar nodig.

Tenslotte moet worden vermeld dat bij het uitwerken van de mogelijkheden een nadere trechtering moet plaatsvinden waarbij onder andere rekening gehouden moet worden met locatie specifieke aspecten en het gebruik van de bovengrond.

Het vervolgproces ziet er als volgt uit:

1. Het definitieve eindrapport wordt door de drie provincies voorzien van een beleidsmatige oplegnotitie;
2. Deze notitie wordt via de Gedeputeerde Staten van de drie provincies aangeboden aan het Dagelijks Bestuur van SNN.

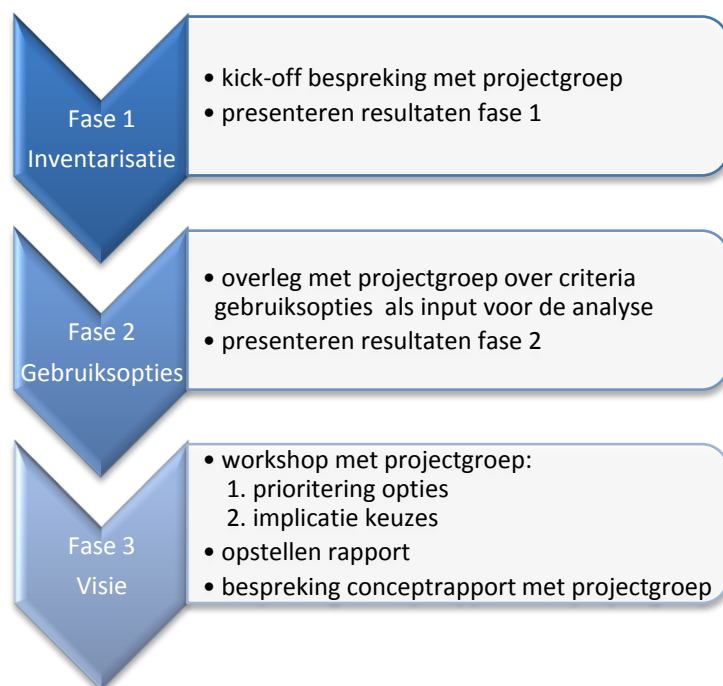
Werkgroep **Beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland**
15 oktober 2008

1.2 Plan van aanpak

Om te komen tot een analyse van het duurzaam gebruik van de diepe ondergrond zijn drie fases doorlopen. In fase 1 zijn de technische eigenschappen van de ondergrond geïnterpreteerd op basis van beschikbare informatie. In fase 2 zijn per functie de gebruiksmogelijkheden hieraan gekoppeld en zijn de kansen per gebruiksoptie op een kaart gezet. De resultaten hiervan worden gepresenteerd in hoofdstuk 2.

In fase 3 zijn de mogelijke combinaties en conflicten via synergiekaarten inzichtelijk gemaakt. Deze zijn vervolgens gepresenteerd in een werkatelier waarvoor de diverse disciplines van de betrokken provincies waren uitgenodigd (Ruimtelijke Ordening, Water, Landelijk Gebied, vergunningverlening). Tijdens dit werkatelier, gehouden op 25 september 2008, heeft Gedeputeerde R. Slager van provincie Groningen opgeroepen zoveel mogelijk als noordelijke provincies samen op te pakken. Zo kan men elkaar helpen bij problemen en klankborden waar nodig.

Als afronding van fase 3 den op basis van de sche analyse en het werkate-
lier een aantal technische conclusies getrokken en worden enkele aanbevelingen gedaan voor het vervolg. Op basis van deze aanbevelingen kan een vertaling worden gemaakt in bestuurlijke en politieke randvoorwaarden die op deze manier in het beleid verankerd kunnen worden. Deze laatste stap zal door de werkgroep verder vorm gegeven worden, mee in overleg met SNN. Het plan van aanpak is schematisch in nevenstaande figuur weergegeven.



Disclaimer onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om op hoofdlijnen de mogelijkheden van de diepe ondergrond in beeld te brengen. Daarbij is gefocust op een technische analyse waarmee de verschillende gebruiksopties naast elkaar gezet en gewogen kunnen worden. Het is hierbij nadrukkelijk niet de bedoeling dat de beschikbaar gekomen informatie en kaarten op projectniveau gebruikt worden voor het onderzoeken van de haalbaarheid. Dit zal specifiek per locatie moeten worden onderzocht.

2 Technische analyse

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de technische mogelijkheden van het gebruik van de diepe ondergrond voor verschillende gebruikersfuncties. Tabel 2.1 geeft een overzicht van deze functies, waarbij een onderverdeling is gemaakt tussen winning, opslag van stoffen en verwijdering van afvalstoffen². De tabel geeft tevens een tijdsindicatie voor het moment waarop de gebruikersfuncties technisch mogelijk/rendabel worden. Hiervoor geldt de opmerking dat deze tijdsbepaling is vastgesteld op basis van de huidige inzichten en sterk afhankelijk is van bijvoorbeeld de ontwikkeling van olie- en gasprijzen.

Tabel 2.1 Gebruikersfuncties diepe ondergrond²

	winning	opslag	verwijdering
heden	<i>gas zout</i>	<i>gas</i>	<i>vloeibare afvalstoffen uit olie-, gas en zoutwinning</i>
na 2015	<i>aardwarmte olie elektriciteit</i>	<i>gas perslucht CO₂ warmte stikstof</i>	
na 2030		<i>chemicaliën olie/ LNG</i>	<i>vaste afvalstoffen (afval, gevaarlijk- en kern afval)</i>

Leeswijzer

De belangrijkste gebruikersfuncties (cursief opgenomen in tabel 2.1) zijn in de volgende paragrafen nader uitgewerkt. De verwijdering van vaste afvalstoffen is op basis van het vigerende beleid buiten beschouwing gelaten. Technisch zijn zoutcavernes weliswaar geschikt voor verwijdering van vaste afvalstoffen, echter conform het vigerende beleid in het kader van het LAP (Landelijk Afvalbeheer Plan) is storten niet toegestaan, ondermeer omdat vaste afvalstoffen niet terugneembaar zijn uit de cavernes (zie paragraaf 2.4).

Naast een korte uitleg van de techniek worden de toepassingsmogelijkheden van de desbetreffende gebruikersfunctie gepresenteerd in een potentieelkaart. De toelichting bij de kaart gaat nader in op de bepaling van het technisch potentieel van de ondergrond. Hierbij zijn tevens de mogelijke technische aandachtspunten in kaart gebracht. Tenslotte worden de bovengrondse (technische) factoren benoemd die een rol spelen bij het vaststellen van de meest kansrijke toepassingslocaties.

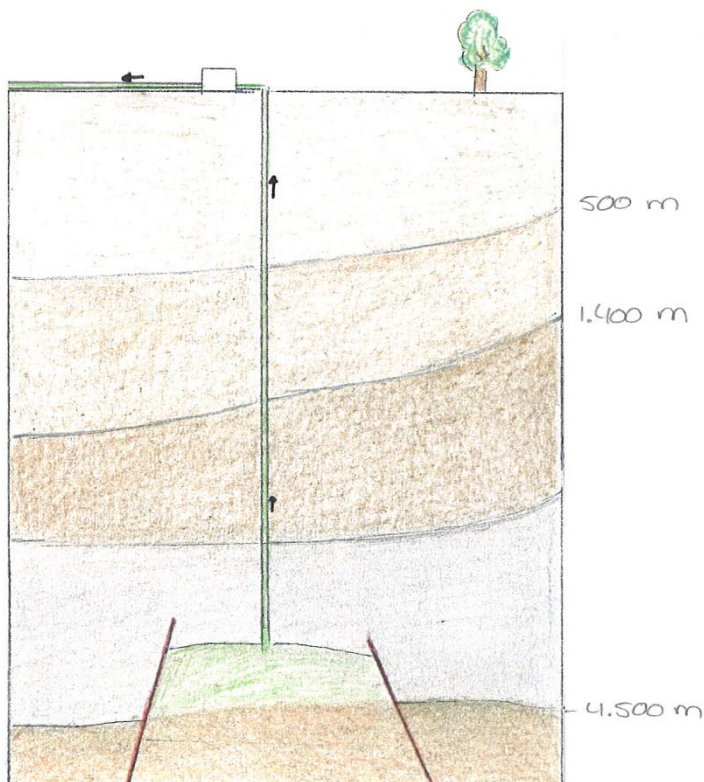
² winning = het onttrekken van stoffen uit de ondergrond;
opslag = het tijdelijk in de ondergrond brengen van stoffen met de intentie van terugneembaarheid
verwijdering = het opslaan (terugneembaar), of bergen (niet terugneembaar), injecteren of storten van (afval)stoffen in de diepe ondergrond.

2.2 Winning

2.2.1 Gaswinning

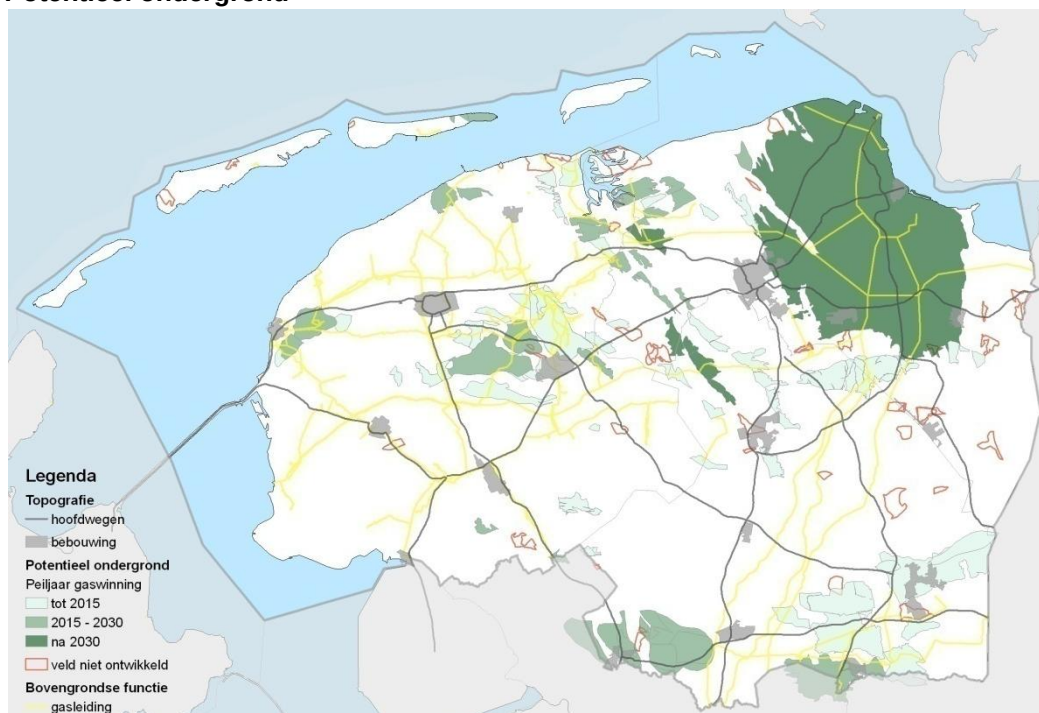
Beschrijving techniek

Gas en olie ontstaan uit organisch materiaal dat onder hoge druk en temperatuur wordt omgevormd. Door de lagere dichtheid dan het aanwezige water stijgt het omhoog door de bovenliggende lagen. Gas en olie verzamelen zich als het niet verder kan stijgen doordat een laag ondoordringbaar is. Op die locatie kan het dan aangeboord worden en kan het gas en/of de olie gewonnen worden (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1 Principe gaswinning

Potentieel ondergrond



Figuur 2.2 Potentieelkaart gaswinning

In de provincies Drenthe, Groningen en Fryslân bevinden zich een groot aantal gasvelden. Veel van deze velden zijn reeds ontwikkeld en produceren gas, maar er komen ook nog onontwikkelde velden voor. De informatie met betrekking tot de reserves die zich in een gasveld bevinden is niet openbaar. Om toch een inschatting te maken van de reserves per gasveld, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van het totale volume van de gasvelden in Nederland. Dit volume is wel bekend. Het totale reserve-volume per 1 januari 2008 is verdeeld over de verschillende gasvelden aan de hand van hun oppervlakte. Op deze manier is geen rekening gehouden met de eigenschappen en de dikte van het reservoir. Hierdoor kan het gasvolume van de velden met een groot oppervlak, maar met een geringe dikte, overschat worden. Andersom kan het volume van kleine velden met een grotere dikte onderschat worden. Deze wijze van berekening brengt dus een relatief grote onzekerheid met zich mee. Voor dit onderzoek is deze aanpak voldoende.

De verschillende kaarten geven het verwachte moment aan waarop de gasvelden geen produceerbaar gas bevatten (peiljaren). Dit moment hangt deels af van veranderingen in druk, maar ook van economische omstandigheden. Bij hogere gasprijzen zal langer produceren sneller economisch aantrekkelijker zijn. De peiljaren die hier gebruikt worden zijn gebaseerd op winningsplannen uit 2003 of 2005 (NLOG-site). Deze zijn onderverdeeld in de volgende klassen, namelijk:

- 2008-2015;
- 2016-2030;
- na 2030.

Technische aandachtspunten

Seismiciteit

Als gevolg van spanningsveranderingen in de diepe ondergrond door gaswinning, kunnen relatief kleine aardbevingen of bodemtrillingen zich voordoen. In een geïntegreerde studie zijn de zogenaamde “seismische risico’s” van door gaswinning geïnduceerde aardbevingen in kaart gebracht (Wassing et al, 2004). Dit risico is hoger voor de velden Roswinkel, Annerveen en Groningen. Roswinkel heeft een hoger risico door de geologisch bijzondere situatie. Annerveen en Groningen zijn gevoeliger door de aanwezigheid van veenlagen in de ondergrond; deze lagen versterken de trillingen in de bodem. De velden ten zuidoosten van Leeuwarden zijn minder gevoelig.

Bodemdaling

Door de gaswinning in het noorden van Nederland is de druk in de gasreservoirs afgenomen. Hierdoor zijn de reservoirs iets in elkaar gedrukt en zijn de bovenliggende lagen dieper komen te liggen. Aan het oppervlak is er daardoor sprake van bodemdaling. De bodemdaling is het grootst in het centrum van het Groningenveld, maar ook in andere delen van Noord Nederland is sprake van significante daling (NAM 2005). Aangezien bodemdaling buiten de focus valt van dit onderzoek is dit in de technische analyse niet meegenomen.

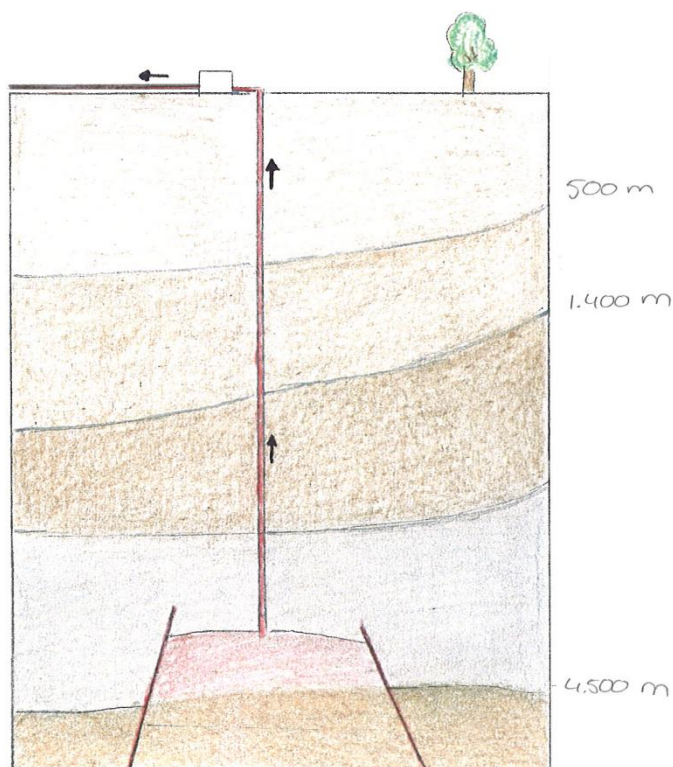
Relatie bovengrondse functies

Bovengronds zijn de huidige gasleidingen weergegeven.

2.2.2 Oliewinning

Beschrijving techniek

Gas en olie ontstaan uit organisch materiaal dat onder hoge druk en temperatuur wordt omgevormd. Door de lagere dichtheid dan het aanwezige water stijgt het omhoog door de bovenliggende lagen. Gas en olie verzamelen zich als het niet verder kan stijgen doordat een laag ondoordringbaar is. Op die locatie kan het dan aangeboord worden en kan het gas en/of de olie gewonnen worden.



Figuur 2.3 Principe oliewinning

Potentieel ondergrond



Figuur 2.4 Potentieelkaart oliewinning

In de drie noordelijke provincies komt op enkele locaties olie voor. Het grootste deel daarvan is gelegen in het Schoonebeek-veld in Zuidoost Drenthe. In Groningen komen ook nog enkele olievelden voor. Deze velden zijn momenteel niet in productie, maar het Schoonebeek veld wordt in 2010 weer in productie genomen. Het peiljaar voor deze oliewinning ligt op 2035.

Voor de olie-inhoud geldt dat de volumes per veld niet openbaar zijn. Om toch een inschatting te maken van het potentieel, is het totale reservevolume van Nederland gebruikt. Het totale reservevolume per 1 januari 2008 is verdeeld over de verschillende olievelden aan de hand van hun oppervlakte. Ook hier is geen rekening gehouden met de eigenschappen en de dikte van het reservoir. Net zoals bij gaswinning is dit detailniveau voldoende voor dit onderzoek.

De verschillende kaarten geven het verwachte moment aan waarop de olievelden geen produceerbare olie meer bevatten. Dit moment hangt deels af van veranderingen in druk en de economische omstandigheden. Een voorbeeld hiervan is het opnieuw in productie nemen van het Schoonebeek olieveld nu blijkt dat het winnen van deze olie weer economisch aantrekkelijk is geworden door de hoge olieprijs. De peiljaren die gebruikt worden zijn gebaseerd op winningsplannen uit 2003 of 2005 (NLOG-site). Deze zijn onderverdeeld in de volgende klassen, namelijk:

- 2008-2015;
- 2016-2030;
- na 2030.

Technische aandachtspunten

Seismiciteit

De olievelden in de drie provincies liggen geen van allen in seismisch gevoelige gebieden (Wassing et al, 2004).

Bodemdaling

Bij oliewinning is er sprake van drukvermindering in het reservoir waardoor aan het oppervlak bodemdaling op kan treden. Dit is verder buiten beschouwing gelaten.

Relatie bovengrondse functies

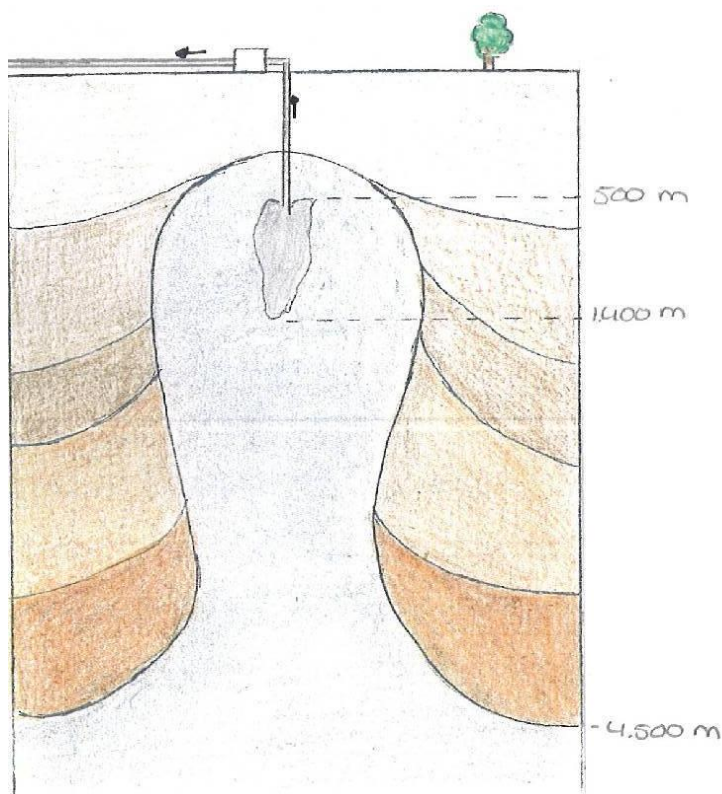
In verband met het transport zijn olieleidingen van belang. Voor deze studie ontbreekt deze informatie.

2.2.3 Zoutwinning uit diapieren

Beschrijving techniek

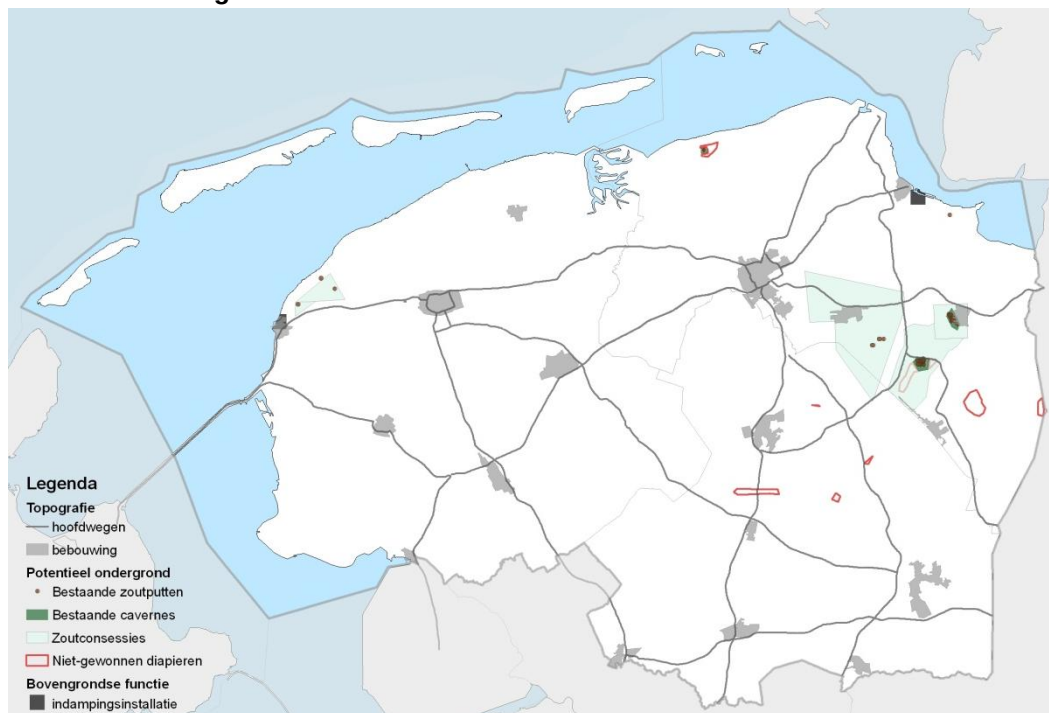
Zoutwinning vindt in Noord-Nederland plaats in de zoutlagen uit het Zechstein. Hierin wordt een put geboord met twee buizen. Door de buitenste buis wordt water het zout in gepompt. Een deel van het zout lost op totdat het water verzadigd is, dit wordt ook wel pekkel genoemd. Dit zoute water is zwaarder en zakt in de caverne naar beneden waarna het wordt opgepompt door de langere binnenbuis. De pekkel wordt dan via leidingen getransporteerd naar de indampingsinstallatie.

Om te zorgen dat de caverne niet te ver naar boven groeit, wordt een dekvloeistof gebruikt. Dit is een vloeistof met een lagere dichtheid dan water waardoor het bovenin de caverne blijft liggen. Hierdoor wordt het zout boven de caverne afgeschermd van het water en kan het niet oplossen.



Figuur 2.5 Principe zoutwinning diapieren

Potentieel ondergrond



Figuur 2.6 Potentieel zoutwinning diapieren

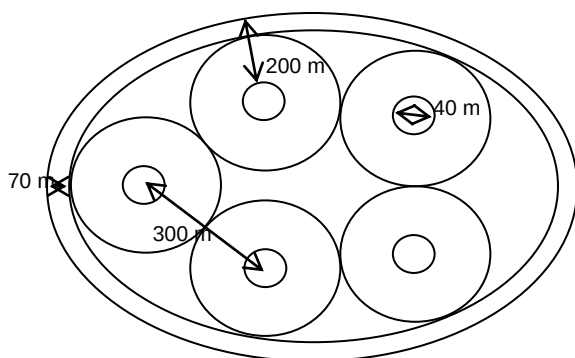
Om de potentie van zoutwinning te bepalen is er o.a. gebruik gemaakt van regionale dikte- en dieptekaarten afkomstig van de TNO karteringafdeling. Tevens zijn de winningsplannen van de huidige zoutwinningen gebruikt (NLOG-site). Ook uit vlak liggend zout, zoals aanwezig in Fryslân, kan zout gewonnen worden. Dit potentieel is echter niet berekend, omdat in dit geval geen cavernes ontstaan die naderhand bruikbaar zijn voor opslag.

Voor het winnen van zout moet volgens het Staatstoezicht op de Mijnen worden voldaan aan een aantal regels;

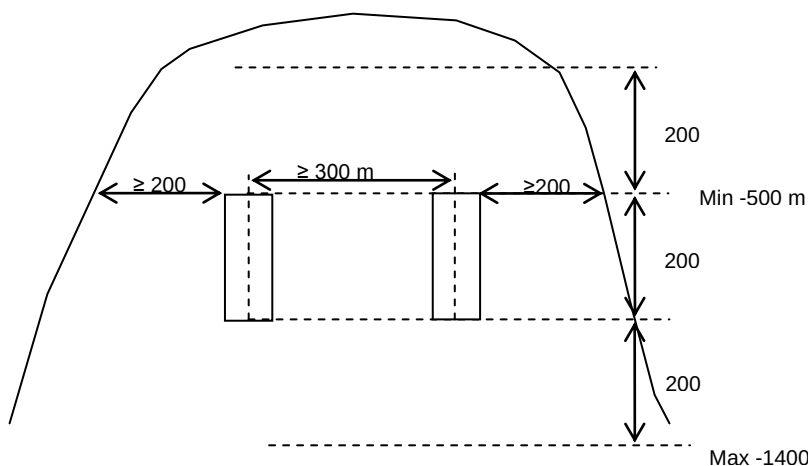
- de maximale diameter van de caverne = 100 m;
- de afstand tussen de middens van de cavernes moet minimaal 300 m zijn;
- de hoogte varieert tussen 200-500 m, afhankelijk van de dikte van het zout;
- tevens geldt dat de afstand van de caverne tot de rand van het zout minimaal 200 m moet zijn.

Bij het bepalen van het potentieel voor winning uit zoutkolommen, de zogenaamde diapieren, is uitgegaan van een gemiddelde diameter van 40 m per caverne, en een maximale hoogte van de caverne van 200 m. De bovenstaande regels in acht genomen, is het minimale oppervlak van een caverne bepaald. Hiermee kan vervolgens het aantal cavernes en hun inhoud berekend worden. Om de uiteindelijke potentie te berekenen is aangenomen dat het zout uit 96 % haliet bestaat met een dichtheid van 2.200 kg/m^3 .

Een voorbeeld hoe een aantal cavernes in een diapier passen inclusief de bovengenoemde criteria is weergegeven in onderstaande figuren.



Figuur 2.7 Boveraanzicht diapier. De cirkels geven de oppervlakte weer die voor een caverne nodig zijn (kleinere cirkels).



Figuur 2.8 Zijaanzicht diapier. De cilinders zijn hierbij de cavernes.

Technische aandachtspunten

Seismiciteit

In de afgelopen decennia zijn er geen aanwijzingen geweest dat zoutwinning door middel van oplosmijnbouw bodemtrillingen heeft veroorzaakt. Dit is in overeenstemming met wat men op grond van het kruipgedrag van zout en van de toegepaste winningsmethode zou verwachten. Ook de gegevens over aardbevingen in Nederland van het KNMI laten zien dat er geen geïnduceerde aardbevingen zijn opgetreden door zoutwinning (KNMI 2008).

Bodemdaling

Bij zoutwinning kan bodemdaling optreden. Deze wordt veroorzaakt door convergentie van de cavernes als gevolg van zoutkruip. Het optreden van zoutkruip als gevolg van de winning van zout is in principe niet te verhinderen. Door het afsluiten van cavernes zal de bodembeweging aan het maaiveld met een factor twee afnemen. Afsluiten van cavernes na beëindiging van de winning zal in de regel plaatsvinden. Gezien de zeer gelijkmatige daling is schade als gevolg van bodembeweging niet te verwachten.

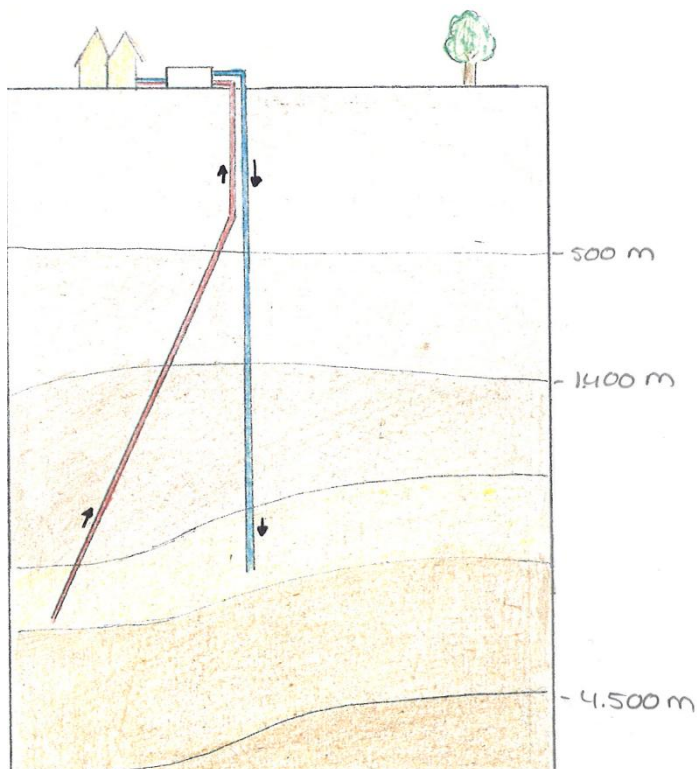
Relatie bovengrondse functie

Voor het verwerken van het zout zijn de ligging van de indampingsinstallaties (weergegeven op de kaart) en de pekelleidingen van belang.

2.2.4 Warmtewinning met Geothermie

Beschrijving techniek

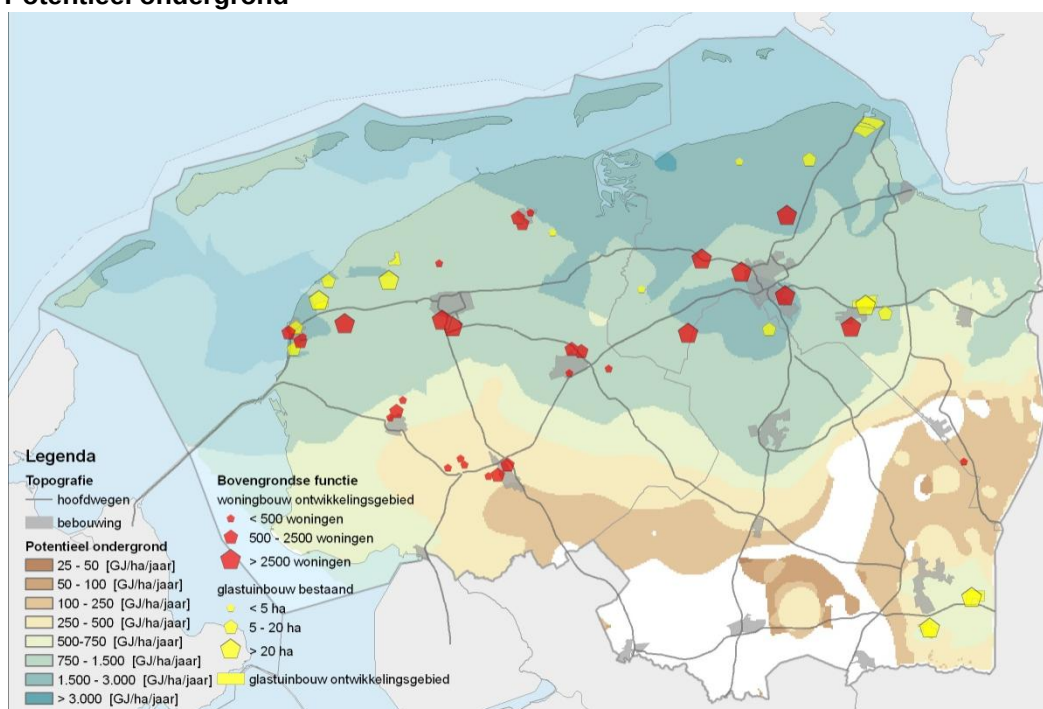
Bij geothermie wordt warmte uit diepere aardlagen gebruikt om bebouwing te verwarmen. Deze warmte ontstaat door warmte die vrijkomt bij radioactieve reacties in de kern van de aarde, op een diepte van 5.000 tot 6.500 km. Door de materiaaleigenschappen van de korst neemt de temperatuur met de diepte toe. De korst van de aarde is opgebouwd uit afzettingen (formaties), die bestaan uit verschillende materialen. Sommige formaties zijn doorlatend en bevatten water. Dit water heeft dezelfde temperatuur als het omringende materiaal. Door een put te maken in de doorlatende delen kan dit water onttrokken worden. De warmte kan dan worden gebruikt voor verwarming en het afgekoelde water wordt via een andere put weer geïnfiltrerd in de formatie waar aan het onttrokken is.



Figuur 2.9

Principe geothermie

Potentieel ondergrond



Figuur 2.10

Potentieel warmtewinning met geothermie

Figuur 2.10 presenteert de potentieelkaart voor warmtewinning met geothermie. Tabel 2.2 geeft een toelichting op de legenda.

Tabel 2.2 Toelichting legenda

legenda eenheid	potentieel
< 50 gj/ha/jaar	laag
50-1500 gj/ha/jaar	gemiddeld
> 1500 gj/ha/jaar	hoog

Op basis van de beschikbare boringen en kennis van de regionale geologie, zijn een aantal lagen geselecteerd die mogelijk geschikte aquifers vormen voor de toepassing van geothermie. De geschiktheid hangt onder andere af van de lithologie, kwaliteit en verbreiding van de lagen. Om de geschiktheid te bepalen is o.a. gebruik gemaakt van de stratigrafische nomenclator (RGD, 1993), welke een beschrijving geeft van de afzonderlijke stratigrafische eenheden, en regionale dikte- en dieptekaarten afkomstig van de TNO karteringafdeling. Locatiespecifieke informatie volgt uit de metingen en beschrijvingen afkomstig van boringen. In bijlage 2 is een geologische tijdsschaal weergegeven. Op basis van de lithologie zijn voor de drie noordelijke provincies de volgende lagen geselecteerd:

- de Vlieland Zandsteen uit de Rijnland Groep;
- de Detfurth, Volpriehausen en Solling zandstenen uit de Hoofd-Bontzandsteen Groep;
- de Slochteren Formatie uit de Boven-Rotliegend Groep.

Voor elk van deze lagen is de potentie berekend aan de hand van de temperatuur, de porositeit- en de diktekaarten van de desbetreffende formatie met behulp van onderstaande formule. De potentie wordt in de kaarten weergegeven in GJ per hectare per jaar (GJ/ha/jaar) en is volgens onderstaande formule bepaald.

$$Potentie = \frac{1}{3} * [(1 - \varphi)\rho_r c_r + \varphi\rho_w c_w] * (T - 10) * \frac{d}{100}$$

Waar:

$\frac{1}{3}$ = recovery factor

φ = effectieve porositeit

$\rho_r c_r$ = volume-gerelateerde warmtecapaciteit van het gesteente

$\rho_w c_w$ = volume-gerelateerde warmtecapaciteit van het water

T = gemiddelde temperatuur van de aquifer

10 = referentie temperatuur

d = dikte van de aquifer

100 = aantal jaar waarin het potentieel gewonnen wordt.

De recovery factor wordt toegepast omdat niet alle warmte gewonnen kan worden, maar slechts een deel. In deze studie is uitgegaan van $\frac{1}{3}$. Een referentietemperatuur van 10 °C is aangehouden omdat dit dan het complete potentieel betreft. Dit potentieel bevat dus ook de reserves.

Relatie bovengrondse functie

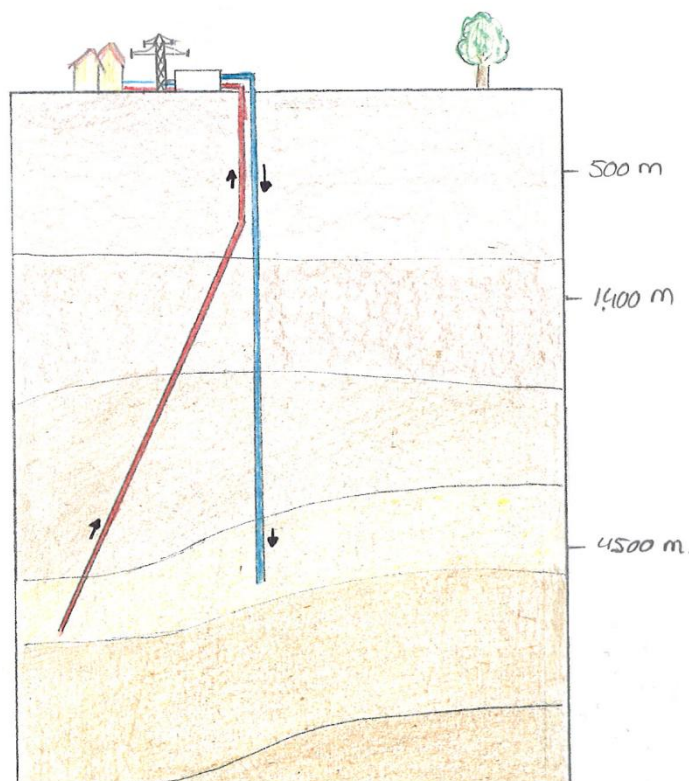
De haalbaarheid van geothermie hangt, naast het ondergrondse deel, ook af van de bovengrondse warmtevraag. Deze warmtevraag is in kaart gebracht door de locaties van de huidige woningbouw, glastuinbouw en bijbehorende ontwikkelingsgebieden op de kaart te projecteren. Bij de woningbouw zijn alleen de gebieden opgenomen met meer dan 100 woningen waarbij minimaal 40 woningen per hectare voorkomen. Bij de glastuinbouw zijn alleen de gebieden opgenomen waarin meer dan 4 hectare glastuinbouw per 2 km² voorkomt. Deze gebieden zijn gezien de grootte van de warmtevraag, interessant voor de toepassing van geothermie.

2.2.5 Elektriciteitswinning met Geothermie

Beschrijving techniek

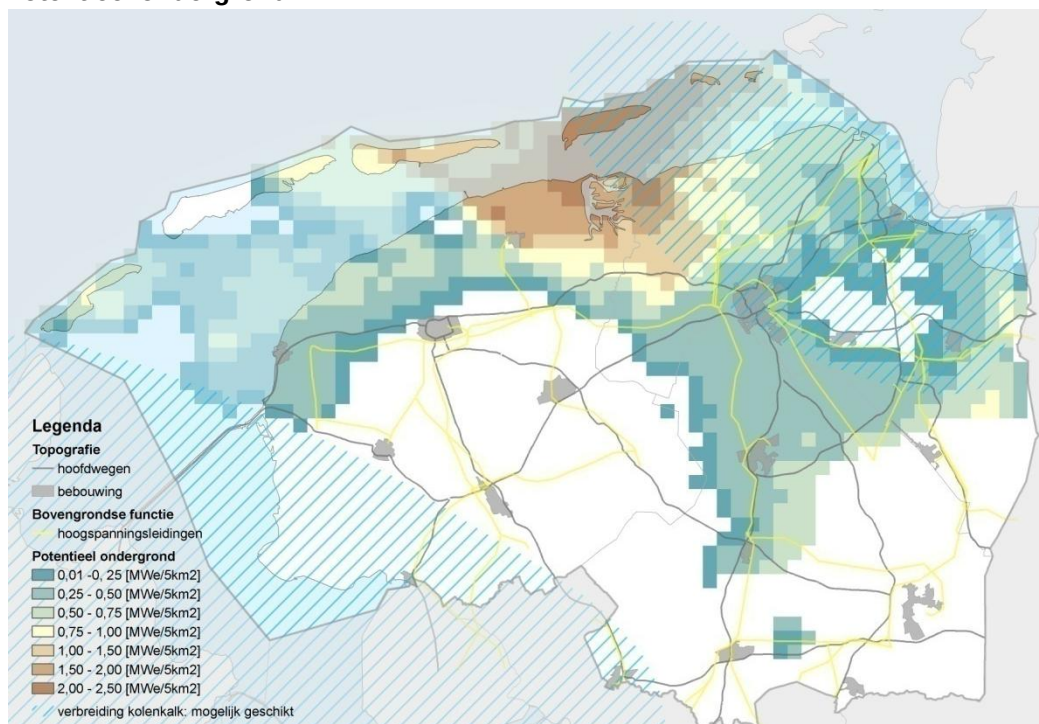
Bij elektriciteitswinning uit geothermie wordt hoge temperatuur warmte uit diepere aardlagen gebruikt. Uit lagen die geschikt zijn voor geothermie kan, indien de temperatuur hoger is dan 100 °C, ook elektriciteit opgewekt worden. Dit kan via een ORC/Kalina proces waarbij warmte wordt omgezet in elektriciteit. Hierbij geldt wel: hoe hoger de temperatuur, hoe groter het elektrisch rendement.

De opzet van de techniek is gelijk aan die van geothermie voor warmtelevering. Verschil is dat met de hogere beschikbare temperatuur eerst elektriciteit wordt opgewekt. De retourtemperatuur uit dit proces is in veel gevallen nog voldoende hoog om ook warmte te leveren aan bebouwing.



Figuur 2.11 Principe elektriciteit uit geothermie

Potentieel ondergrond



Figuur 2.12 Potentieel elektriciteitswinning met geothermie

Figuur 2.12 presenteert de potentieelkaart voor elektriciteitswinning met geothermie. Tabel 2.3 geeft een toelichting op de legenda.

Tabel 2.3 Toelichting legenda

legenda eenheid	potentieel
< 250 MW _e /5km ²	laag
250-1500 MW _e /5km ²	gemiddeld
>1500 MW _e /5km ²	hoog

Voor het selecteren van de lagen is o.a. gebruik gemaakt van de stratigrafische nomenclator (RGD, 1993), de geologische geschiedenis van het gebied, en regionale dikte- en dieptekaarten afkomstig van de TNO karteringafdeling. Locatiespecifieke informatie van de Slochteren Formatie volgt uit de metingen en beschrijvingen afkomstig van boringen.

Voor het opwekken van elektriciteit komen de volgende lagen in aanmerking;

- de Slochteren Formatie uit het Perm;
- de Kolenkalk Groep uit het Vroeg-Carboon.

Van de Slochteren Formatie is de potentie op dezelfde manier berekend als voor de potentie voor geothermie. De potentie van de Kolenkalk Groep is bepaald aan de hand van de geschatte diepte en dikte van regionale geologische studies (Geluk, 2007). Deze laag is in Noord-Nederland nog niet aangeboord waardoor veel gegevens nog ontbreken.

Aangezien de porositeit in kalksteen normaliter laag is, is een porositeit aangenomen van 7 %. Het potentieel dat geschat is, is een eerste benadering op basis van de gegevens die nu bekend zijn. Verder onderzoek en vergelijking met de producerende gebieden in België en Zuid-Nederland is nodig om een nauwkeurigere schatting te maken.

De potentie van de Slochteren Formatie is op de kaart uitgedrukt in MW_e . Dit zijn bruto waarden, hier moet het elektrisch vermogen van de pompen nog vanaf getrokken worden. Het thermisch potentieel is bepaald aan de hand van de formule voor geothermie. Dit thermisch potentieel kan omgerekend worden naar MW_e als een aantal aannames gedaan worden. Dit kan via de volgende formule:

$$P = q * \Delta T * Cp * \frac{\eta}{1000} \quad [MW_e]$$

Waar:

P = het elektrisch vermogen in MW_e

q = debiet (m^3/h)

ΔT = temperatuursverschil tussen de injectie en productie put

Cp = Volume warmtecapaciteit

η = elektrisch rendement

Het elektrisch rendement kan benaderd worden door een aanname te doen. Daarbij is 10 % van het temperatuurniveau gelijk aan het (bruto) elektrisch rendement. Om het elektrisch potentieel te berekenen voor de Slochteren Formatie is het volgende aangenomen: $q = 150 m^3/h$, $T_{injectie} = 80 ^\circ C$, en $C_p = 1,11$.

Door deze aannames wordt een benadering van het elektrisch potentieel verkregen, hier zit echter een redelijke onzekerheid in. Met name het debiet en rendement zijn sterk afhankelijk van de locatie. Het debiet hangt af van de doorlatendheid van het gesteente, en zal waarschijnlijk niet overal voldoende zijn om een debiet van $150 m^3/h$ te kunnen onttrekken. Er is echter te weinig informatie om het debiet per locatie vast te stellen. Het rendement hangt af van de temperatuur van de formatie; hoe hoger de temperatuur, hoe hoger het rendement. De aanname voor het rendement welke in deze studie gebruikt wordt, is een benadering. In de kaart worden de elektrische vermogens weergegeven.

Het gebied waarin mogelijk elektriciteit opgewekt kan worden uit de Kolenkalk Groep is aangegeven in de kaart. Vanwege de relatief grote onzekerheid is deze groep niet geclassificeerd, maar is een eerste schatting van het potentieel voor het gehele voorkomen berekend. Hierbij is een dikte aangenomen van 400 m. In totaal bevat de Kolenkalk Groep ongeveer 224 PJ aan thermische energie. Bij een elektrisch rendement van 19 %, gebaseerd op een temperatuurniveau van $180-200 ^\circ C$, en één doublet per $5 km^2$, is dit ongeveer $2,2 GW_e$. Dit is dus het totale elektrisch vermogen wat de Kolenkalk Groep kan leveren.

Relatie bovengrondse functie

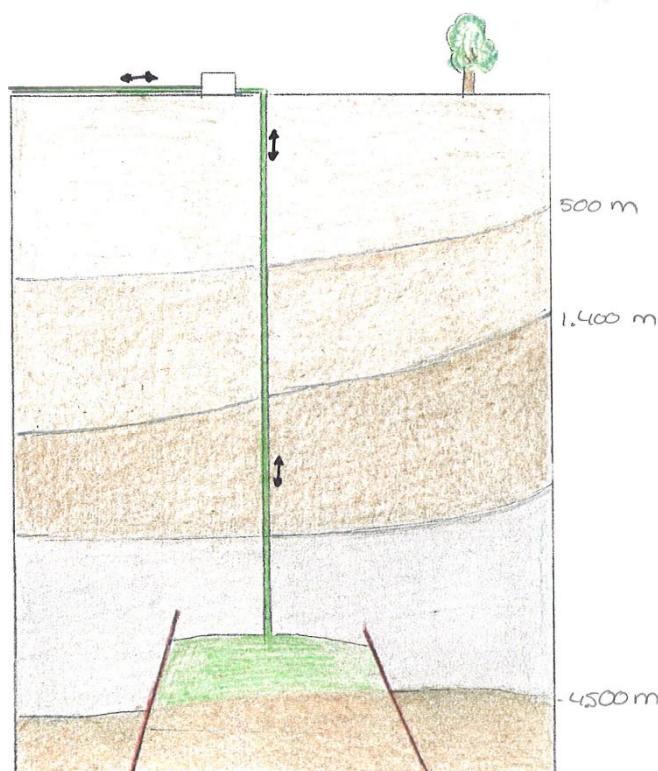
Uit eerdere studies is gebleken dat naast de opwekking van elektriciteit, het ook belangrijk is om de restwarmte af te zetten. Hierdoor kan de elektriciteit tegen een gunstiger tarief opgewekt worden omdat ook de warmte verkocht wordt. Om deze reden zijn de locaties met een grote warmtevraag op de kaart aangegeven. Aangezien het belangrijk is dat de opgewekte elektriciteit ook aan het elektriciteitsnet geleverd wordt, is ook het hoogspanningsnet opgenomen in de kaart.

2.3 Opslag

2.3.1 Gasopslag in lege gasvelden

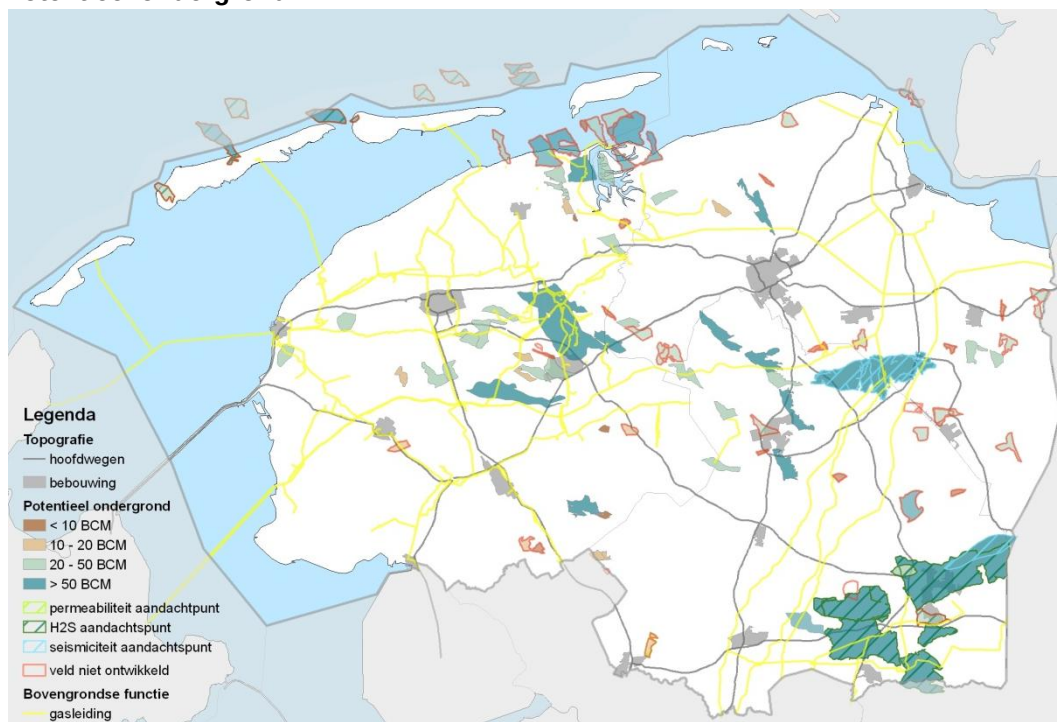
Beschrijving techniek

Door middel van ondergrondse gasopslag kan extra gas geleverd worden als de producerende velden niet aan de gewenste vraag kunnen voldoen. Het gas kan geïnjecteerd worden als de vraag laag is en worden geproduceerd indien de vraag te groot is voor de producerende velden. Door de grootte van de velden wordt gasopslag in lege gasvelden doorgaans als seizoensopslag gebruikt. Hierbij kunnen verschillen in vraag en aanbod tussen de seizoenen (zomer en winter) worden overbrugd.

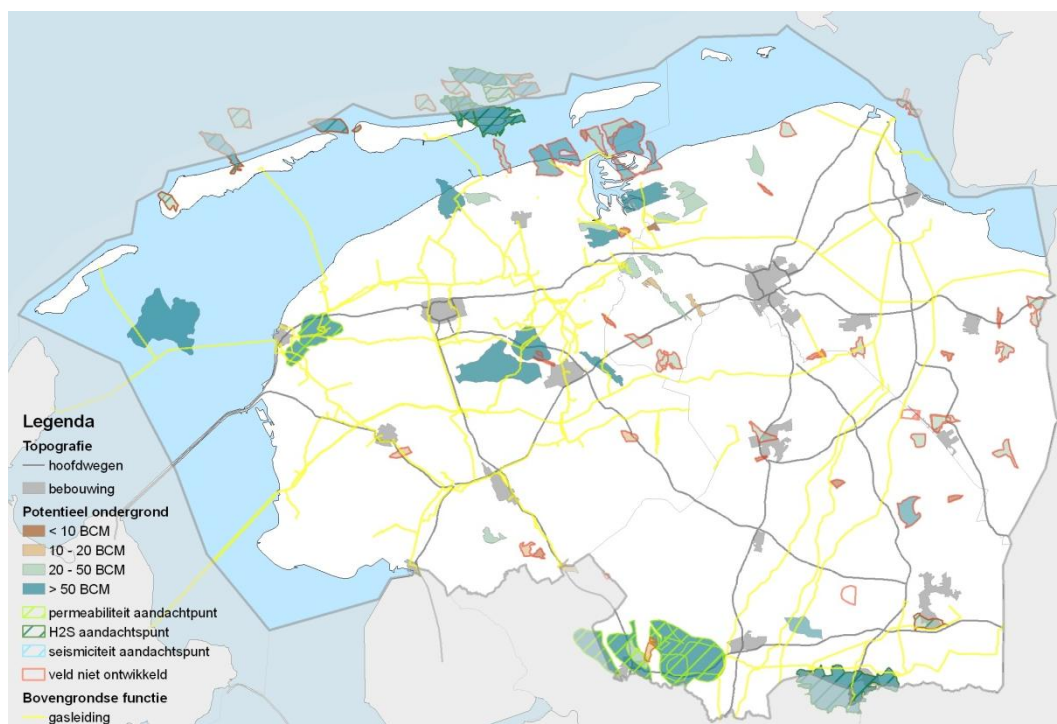


Figuur 2.13 Principe gasopslag in gasvelden

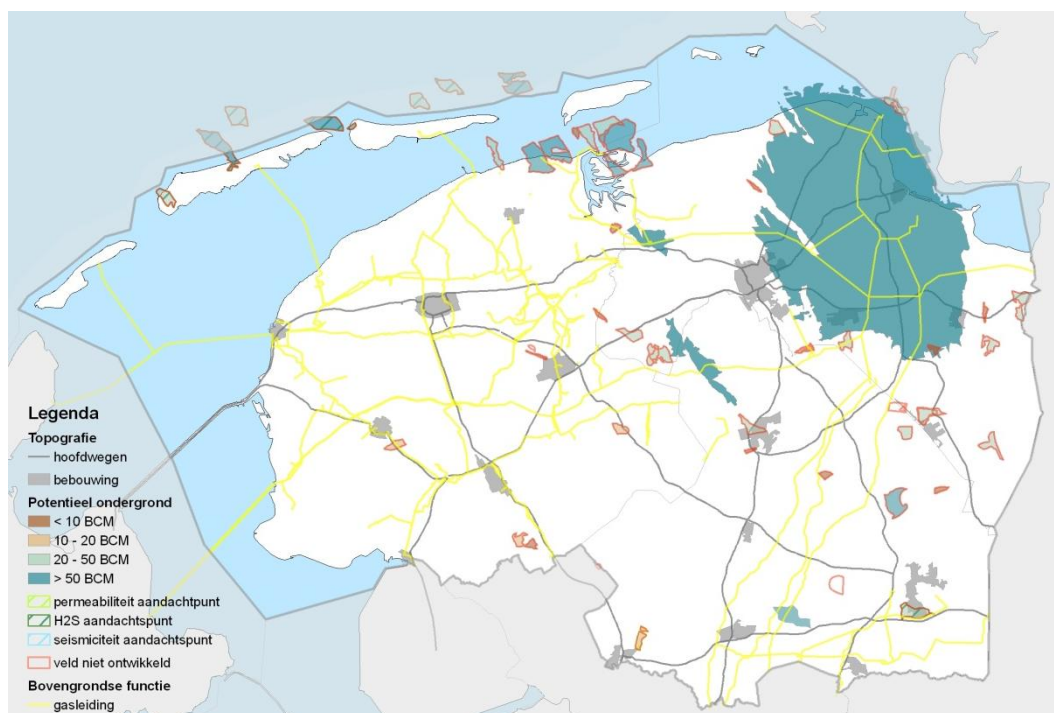
Potentieel ondergrond



Figuur 2.14 Potentieel gasopslag in lege gasvelden t/m 2015



Figuur 2.15 Potentieel gasopslag in lege gasvelden 2015 t/m 2030



Figuur 2.16 Potentieel gasopslag in lege gasvelden na 2030

Figuur 2.14 tot en met 2.16 presenteren de potentieelkaarten voor gasopslag in lege gasvelden voor de verschillende periodes. Tabel 2.4 geeft een toelichting op de legenda.

Tabel 2.4 Toelichting legenda

legenda eenheid	potentieel
>50 bcm	laag
10-50 bcm	gemiddeld
< 10 bcm	hoog

Op basis van de stratigrafie van de gas- en olievelden in het noorden van Nederland is een onderverdeling gemaakt naar de geschiktheid van gasvelden voor ondergronds gasopslag ook wel UGS (Underground Gas Storage) genoemd. De stratigrafie voor elk veld is bepaald aan de hand van winningsplannen (NLOG-site). Voor velden waarvan het reservoir gesteente niet te achterhalen is uit winningsplannen zijn putten die deze velden aanboren geïnventariseerd. Het betreft hier alleen publieke gegevens. Wanneer geen winningsplan beschikbaar is en het is niet duidelijk welke put een veld aanboort, dan is het betreffende veld als *onbekend* aangegeven.

Bij het bepalen van de geschiktheid voor de verschillende gasvelden zijn de volgende criteria aangehouden:

- werkvolume;
- verhouding kussengas/werkgas.

Het werkvolume van een gasveld kan bepaald worden aan de hand van het totale volume van een gasveld. Het gasvolume van ieder veld is bepaald aan de hand van het totale gasvolume in Nederland en rechtstreeks verdeeld op basis van hun oppervlaktes. Op deze manier kan het volume voor elk gasveld het best benaderd worden. De werkelijke dikte is hierbij echter niet meegenomen waardoor de opslagcapaciteit van velden met een groot oppervlak maar met een geringe dikte, overschat kunnen worden. Uit de praktijk is gebleken dat de verhouding van het werkvolume/kussengas ongeveer 1: 5-8 is. Voor de bepaling van het potentieel is daarom een verhouding van 1:7 aangehouden.

De geschiktheid van de velden is weergegeven op basis van hun inhoud. De inhoud van een gasveld bepaald namelijk het opslagvolume maar ook de hoeveelheid kussengas. Hoe groter het kussengas volume, hoe hoger de investeringen.

De klassen zijn als volgt ingedeeld op basis van miljarden kubieke meters (BCM's):

- <10 BCM, goed geschikt;
- 10-50 BCM, redelijk geschikt;
- >50 BCM, niet geschikt.

Technische aandachtspunten

Permeabiliteit

De doorlatendheid is een zeer belangrijk criterium voor UGS. Daarom is voor de velden in de Slochteren Formatie van het Rotliegend een onderverdeling gemaakt in de verwachte doorlatendheid op basis van het geologische afzettingsmilieu. De Slochteren Formatie bestaat in de noordelijke provincies hoofdzakelijk uit eolische en fluviatiele zanden welke over het algemeen een hoge doorlatendheid hebben. Uit de verschillende porositeitmetingen blijkt dat de zanden rondom de Waddeneilanden een lagere porositeit hebben. Dit wordt veroorzaakt door een naar het noorden toenemend kleigehalte. Hierdoor neemt waarschijnlijk ook de doorlatendheid af richting het noorden en is het dus onzeker of de velden rondom de Waddeneilanden geschikt zijn voor UGS.

De meeste van de gasvelden in het Zechstein zijn momenteel nog niet ontwikkeld. Op basis van de grootte zouden deze velden misschien geschikt kunnen worden voor piekleveringen. Deze velden zijn wat reservoir eigenschappen betreft namelijk vergelijkbaar met de velden van Alkmaar waar UGS voor piekopslag toegepast wordt. Dit veld bevindt zich ook in een Zechstein carbonaat.

H₂S-gehalte

Uit winningsplannen blijkt dat de velden in het zuidoosten van Drenthe een hoog H₂S gehalte hebben. Het is aannemelijk dat het geïnjecteerde gas vervuild raakt met H₂S en dus bij her-productie gezuiverd dient te worden. Hierdoor is het onzeker of deze velden geschikt zijn voor UGS.

Aquifer supported velden

De velden Roswinkel en Sleen produceren beide uit het Bontzandsteen reservoir gesteente en zijn aquifer supported. Dit houdt in dat de ruimte die vrijkomt door de productie van gas, opgevuld wordt met formatiewater. Hierdoor is het onzeker of deze velden geschikt zijn voor UGS. Dit dient nader onderzocht te worden indien een van deze velden benut wil worden voor UGS.

Complexiteit

De velden de Wijk/Wanneperveen in het zuidwesten van Drenthe zijn gezien hun complexiteit waarschijnlijk ongeschikt voor UGS. Daarnaast heeft een deel van het gesteente een hoog kleigehalte en dus zeer waarschijnlijk een lage doorlatendheid. Het Veld Harlingen-Chalk is tevens twijfelachtig vanwege de zeer beperkte doorlatendheid van de kalksteen. De olievelden, waaronder Schoonebeek en Zweelo, zijn tevens gearceerd.

Bodemdaling

Het reservoir gesteente voor Schiermonnikoog is niet publiekelijk bekend. Hoogtemetingen rondom de gasopslag locatie Langelo hebben aangetoond dat herinjectie van het voor opslag bestemde aardgas in het reservoir daar een “compenserende” werking heeft gehad op de bodemdaling (pers. comm. Dr. J. Breunese, TNO). Het is te verwachten dat UGS ook bij andere gasvelden compenserend zal werken. Deze compenserende werking zal groter zijn naarmate een reservoir dieper ligt. Concreet onderzoek naar deze mogelijke effecten heeft tot op heden niet plaatsgevonden.

Seismiciteit

In een aantal gasvelden in Noord Nederland hebben zich in de afgelopen decennia relatief kleine aardbevingen voorgedaan, die het gevolg zijn van spanningsveranderingen in de diepe ondergrond door gaswinning. In een geïntegreerde studie zijn de zogenaamde “seismische risico’s” van door gaswinning geïnduceerde aardbevingen in kaart gebracht (Wassing et al, 2004).

Bij gasopslag, vooral bij piek- en seizoensopslag, vindt zowel productie als injectie voortdurend plaats. Vanuit dit perspectief lijken de velden met een hoger seismisch risico minder geschikt om als locatie voor terugneembare opslag dienst te doen. Dit geldt voor de velden Roswinkel, Annerveen en Groningen. Het Groningen gasveld is daarnaast erg groot waardoor er een groot kussengas volume, en dus een hoge investering, nodig zal zijn. Andere velden moeten nog nader onderzocht worden. Dit speelt in mindere mate bij strategische gasopslag omdat het gas daar voor langere tijd opgeslagen wordt.

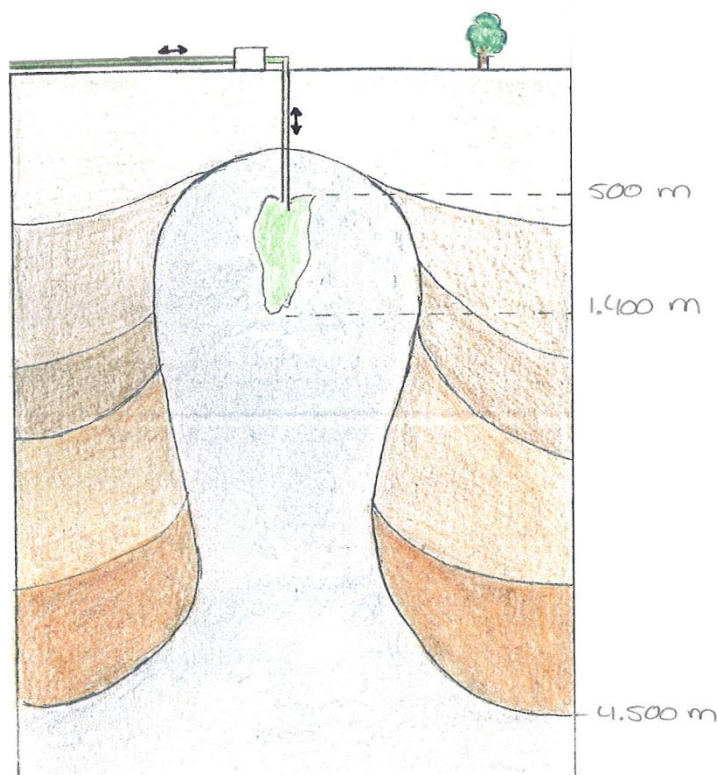
Relatie bovengrondse functies

De mogelijkheden van gasopslag zijn, naast de technische aspecten, ook afhankelijk van de aanvoermogelijkheid van gas. Om deze reden is het bestaande gasnet op de kaarten geprojecteerd.

2.3.2 Gasopslag in cavernes

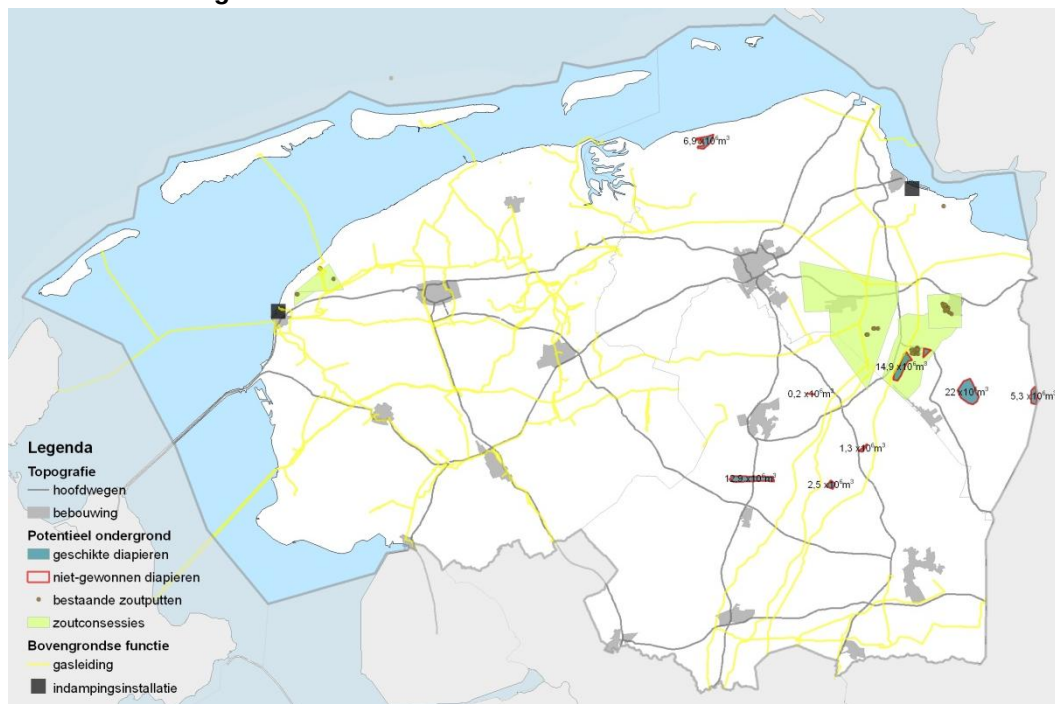
Beschrijving techniek

Na zoutwinning blijft een caveerne achter in de ondergrond. Deze holte kan gebruikt worden voor opslag. Ook gas kan opgeslagen worden in lege zoutcavernes. Zodra een caveerne gevormd is kan het gas geïnjecteerd worden. Gezien de opslagcapaciteit is een caveerne met name geschikt voor dag/nacht buffering. De huidige cavernes zijn niet geschikt om gas op te slaan. Hiervoor dienen nieuwe cavernes gemaakt te worden zoals beschreven onder zoutwinning uit diapieren.



Figuur 2.17 Principe gasopslag in cavernes

Potentieel ondergrond



Figuur 2.18 Potentieel gasopslag in cavernes

Onder druk van het overliggende gesteente kan zoutvloeï optreden wat niet gewenst is bij opslag van gassen en vloeistoffen. De druk in een gemaakte caverne zal constant moeten zijn om zoutvloeï te voorkomen. Bij UGS kan bij het verwijderen van het gas (en dus de druk) enige mate van zoutvloeï ontstaan. Op termijn resulteert dit dus in een verkleining van de ruimte. Als absolute ondergrens is een diepte van 1400 m aangehouden waarbij het zout nog stabiel is. Beneden deze diepte is UGS waarschijnlijk niet toepasbaar. Als bovengrens is 500 m-mv aangehouden, naast een minimale zoutdikte van 200 m boven de top van de caverne (Staatstoezicht op de Mijnen, 1967/1976).

De criteria voor gasopslag in cavernes zijn hetzelfde als voor zoutwinning en dus is het potentieel op dezelfde manier berekend. Hierbij is dezelfde gemiddelde diameter van 40 m per caverne, en een maximale hoogte van de caverne van 200 m aangehouden. De inhoud van een caverne komt nu echter overeen met een hoeveelheid gas. Dit gas bevat, net zoals bij UGS in gasvelden, een deel kussengas en een deel werkgas. De verhouding werkvolume: kussengasvolume varieert tussen 1-4:1. In deze studie is gerekend met de verhouding 2,6:1. Deze verhouding is afgeleid uit gegevensoverzichten van verschillende UGS-cavernes over de hele wereld. Het potentieel dat weergegeven is in de kaarten bestaat uit de werkvolumes in kubieke meters (m³).

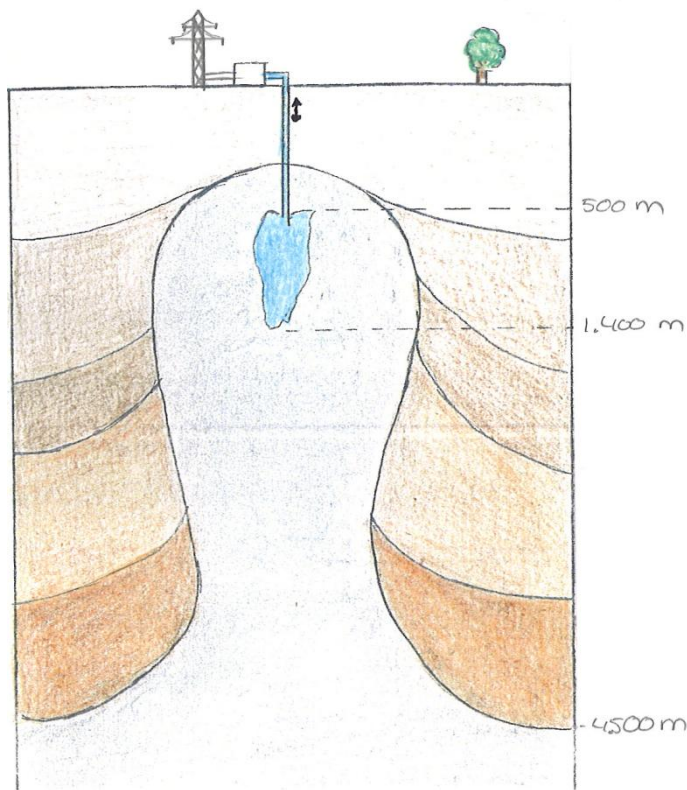
Relatie bovengrondse functies

De cavernes die nodig zijn voor gasopslag brengen hogere kosten met zich mee indien tijdens de zoutwinning het zout/pekel over grotere afstanden naar de indampingsinstallatie getransporteerd moet worden. Om deze reden zijn de locaties van de huidige indampingsinstallaties op de kaart geprojecteerd.

2.3.3 Persluchtopslag in cavernes

Beschrijving techniek

Idee achter deze techniek is dat elektriciteit wordt omgezet in ge-comprimeerde lucht. Deze wordt vervolgens opgeslagen in de zout-caverne. Tijdens daluren verbruikt een motor elektriciteit om lucht samen te persen en op te slaan in daarvoor gemaakte cavernes. Tijdens piekuren wordt de lucht weer naar boven gehaald waarbij de lucht vanzelf weer uitzet. Hierdoor wordt een generator aangedreven waardoor elektriciteit wordt geproduceerd. Op deze manier kan elektriciteit met een voldoende hoog rendement in grote hoeveelheden worden opgeslagen, zodat vraag en aanbod in de elektriciteitsvraag in evenwicht gebracht worden. Met name de koppeling met windenergie is een goede mogelijkheid.



Figuur 2.19 Principe persluchtopslag in cavernes

Potentieel ondergrond



Figuur 2.20 Potentieel persluchtopslag in cavernes

Ook bij persluchtopslag kan bij het verwijderen van de lucht (en dus de druk) enige mate van zoutvlei ontstaan. Op termijn resulteert dit in een verkleining van de ruimte. Als absolute ondergrens is een diepte van 1400 m aangehouden waarbij het zout nog stabiel is. Beneden deze diepte is persluchtopslag waarschijnlijk niet toepasbaar.

De criteria voor persluchtopslag in cavernes komen verder overeen met die voor zoutwinning. Eventuele drukverschillen tussen verschillende gebruikersdoelen van een caveerne kan worden voorkomen door een andere putconfiguratie. Deze cavernes zijn vergeleken met de gegevens van de cavernes in Huntorf (Crotogino et al., 2001). Per caveerne kan er een vermogen van 290 MW opgeslagen worden.

Relatie bovengrondse functies

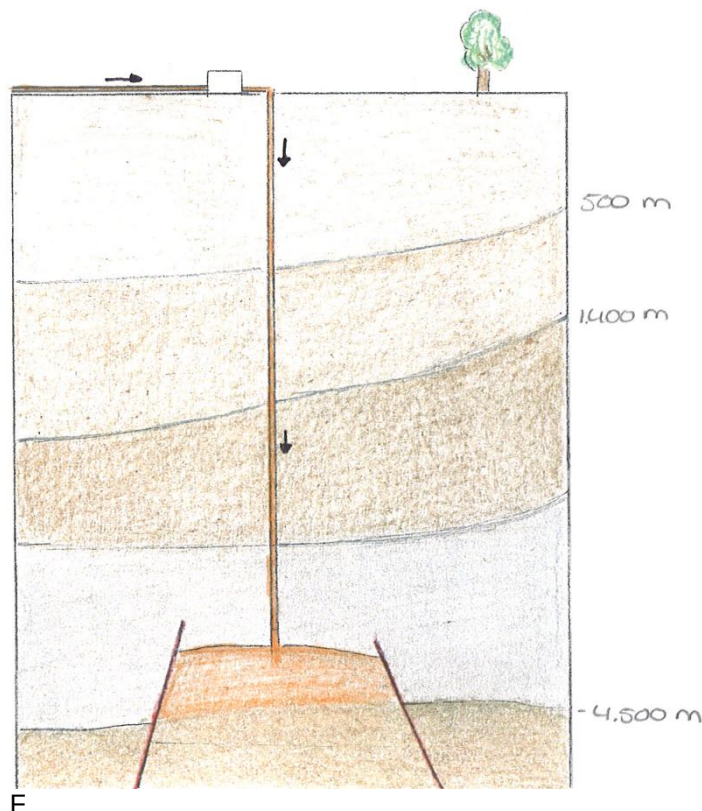
De cavernes die nodig zijn voor persluchtopslag brengen hogere kosten met zich mee indien tijdens de zoutwinning het zout/pekel over grotere afstanden naar de indampingsinstallatie getransporteerd moet worden. Om deze reden zijn de locaties van de huidige indampingsinstallaties op de kaart geprojecteerd.

2.3.4 CO₂-opslag in lege gasvelden

Beschrijving techniek

De CO₂ kan opgevangen worden bij de bron en worden geïnjecteerd in de ondergrond. Dit kan gedaan worden in lege gas/olievelden, aquifers en lege mijngangen. Al deze opties moeten afgesloten zijn wil de opgeslagen CO₂ niet kunnen ontsnappen. Om deze reden zijn lege gas- en olievelen hier uitermate geschikt voor. De CO₂ wordt onder druk gebracht waardoor het als vloeistof geïnjecteerd wordt.

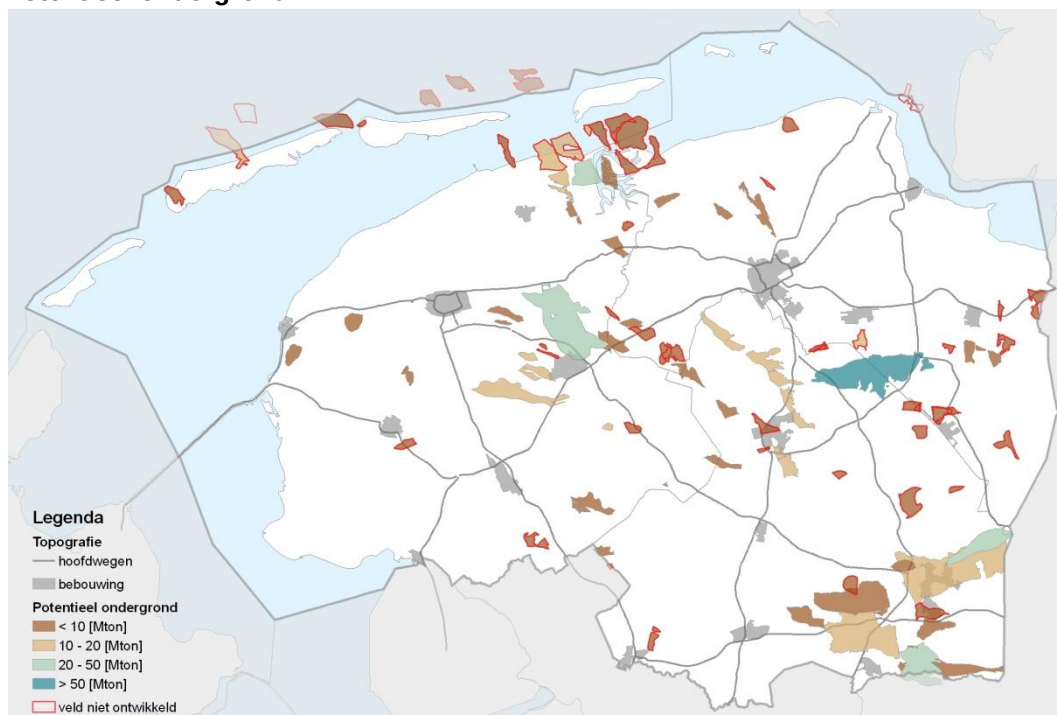
Zoutcavernes komen, gezien het maximum volume wat ze kunnen bereiken, niet in aanmerking voor CO₂ opslag.



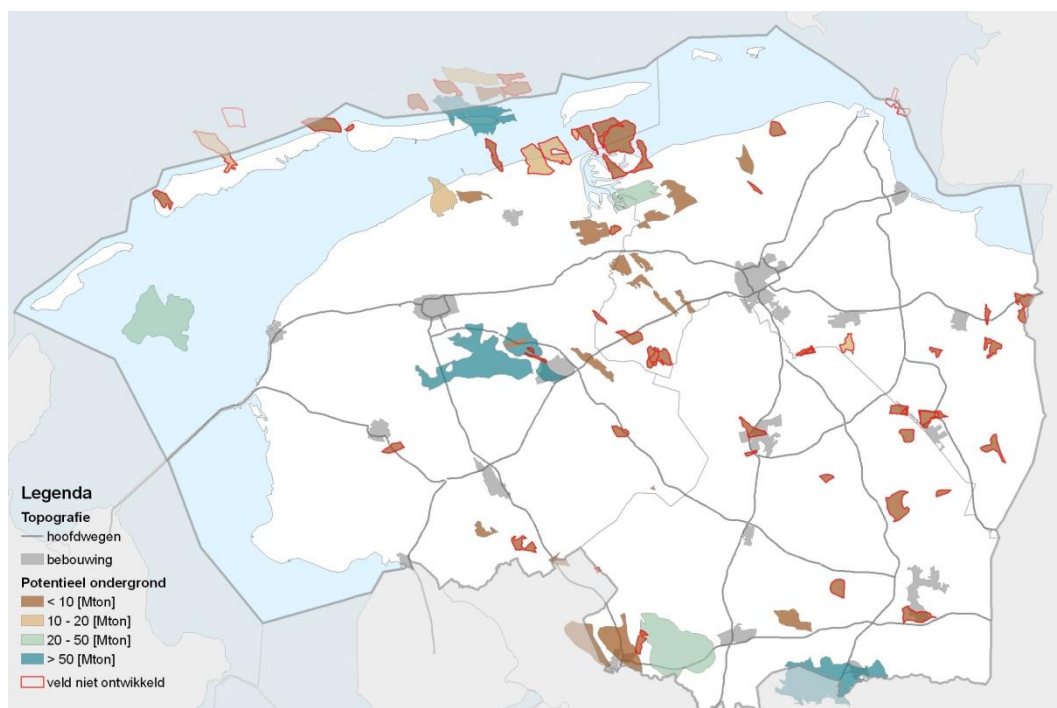
F

Figuur 2.21 CO₂-opslag in lege gasvelden

Potentieel ondergrond



Figuur 2.22 Potentieel CO₂-opslag in lege gasvelden t/m 2015



Figuur 2.23 Potentieel CO₂-opslag in lege gasvelden 2015 t/m 2030



Figuur 2.24 Potentieel CO₂-opslag in lege gasvelden na 2030

Figuur 2.22 tot en met 2.24 presenteren de potentieelkaarten voor CO₂-opslag in lege gasvelden voor de verschillende periodes. Tabel 2.5 geeft een toelichting op de legenda.

Tabel 2.5 Toelichting legenda

legenda eenheid	potentieel
<20 Mton	laag
20-50 Mton	gemiddeld
>50 Mton	hoog

Voor het opslaan van CO₂ in de ondergrond kan gebruikt gemaakt worden van gas- en olievelden of van aquifers. Gas- en olievelden hebben door hun bestaan aangetoond dat zij olie en gas kunnen vasthouden over geologisch lange perioden. Om deze reden zijn deze velden ook geschikt voor de opslag van CO₂. Naast opslag is het ook mogelijk om door het injecteren van CO₂ de gas- of oliewinning in het laatste stadium te verbeteren. Door CO₂ te injecteren wordt de druk verhoogt en kan de olie makkelijker worden gewonnen. In het Schoonebeek-veld is de haalbaarheid echter gering vanwege de relatief hoge kosten in verhouding tot de opbrengst. Dit komt doordat de olie hier te stroperig is en het veld te ondiep ligt voor de optimale drukcondities. Om deze redenen wordt dan ook stoominjectie gebruikt.

Het kennisniveau over het gedrag van de reservoirs is aanzienlijk, vooral vergeleken met de kennis over aquifers. De mogelijkheden voor CO₂ opslag in aquifers zijn niet in de kaart opgenomen. De locaties en gegevens over de capaciteit zijn niet openbaar.

Om een overzicht te geven van de gas- en olievelden die geschikt zijn voor CO₂ opslag is gebruik gemaakt van de gegevens uit een eerdere verkenningstudie van de Provincie Drenthe (TNO-NITG, 2006) en de EnergieNed studie (TNO, 2007). De bepaling van de opslagcapaciteiten verschilt per studie. Voor Drenthe is destijds toestemming gekregen van de NAM om het totale gasvolume per gasveld te gebruiken voor de bepaling van de CO₂ capaciteit van de velden, met de voorwaarde dat de uitkomsten alleen in klassen zouden worden weergegeven. De gasvolumes voor de velden gelegen in Fryslân en Groningen zijn echter niet op korte termijn beschikbaar. Daarom is gekozen om de geschatte capaciteit uit de EnergieNed studie te gebruiken.

In het EnergieNed project is door middel van het totale Nederlandse gasvolume en de oppervlakte van de gasvelden een inschatting gemaakt van de opslagcapaciteit. De dikte is hierbij echter niet meegenomen waardoor de CO₂ opslagcapaciteit van velden met een groot oppervlak maar een geringe dikte overschat kunnen worden. Hierdoor hebben deze capaciteiten een grotere mate van onzekerheid. De velden Norg en Grijskerk zijn ook meegenomen in de CO₂ opslag kaarten. Ook al zijn deze velden nu in gebruik voor gas-opslag, ze kunnen in theorie benut worden voor CO₂ opslag.

De capaciteit van CO₂-opslag is voor beide studies bepaald aan de hand van de volgende formule:

$$SCCO_2 = \frac{UR_g}{EF_g} * \rho_{CO_2}$$

Waar:

$SCCO_2$ = de opslagcapaciteit van CO₂ [Mton]

UR_g = totale oorspronkelijke hoeveelheid gas in een gasveld (Ultimate Recovery) [m³]

EF_g = gasexpansie factor

ρ_{CO_2} = dichtheid van CO₂ bij reservoir condities [kg/m³]

De gegevens zijn onderverdeeld in de volgende klassen namelijk:

- Minder dan 10 Mton;
- 10-20 Mton;
- 20-50 Mton;
- > 50 Mton.

Kleine velden hebben relatief hoge investeringen aangezien hier een kleine hoeveelheid CO₂ in opgeslagen kan worden. Om deze reden zijn velden onder de 10 Mton in dezelfde klasse ingedeeld. Bij de indeling is geen rekening gehouden met de complexiteit van het veld. Hoe complexer het veld, hoe meer putten nodig zijn om het gehele veld te injecteren met CO₂.

De CO₂ capaciteit van het Fryslânveld omvat tevens de velden Nijega, Middelburen. Grou, Rauwerd, Warten en Opeinde-Zuid. Deze velden zijn als een enkel veld beschouwd, ook al liggen ze op stratigrafisch verschillende niveaus. De CO₂ capaciteit van het Saaksumveld omvat zowel oost als west.

Technische aandachtspunten

Seismisch risico

Hoewel seismische activiteit tijdens CO₂-opslag niet is uit te sluiten, is het geen waarschijnlijk scenario. Eventuele seismische activiteit zal in ieder geval niet groter zijn dan tijdens de fase van gaswinning.

Bodemdaling

Het is te verwachten dat de opslag van CO₂ een “compenserende” werking heeft op door gaswinning opgetreden bodemdaling. Deze compenserende werking zal groter zijn naarmate een reservoir dieper ligt. Voor zover bekend is de compenserende werking niet gelijk aan de hoeveelheid daling die is opgetreden. De daling is in grote mate onomkeerbaar. Concreet onderzoek naar deze mogelijke effecten heeft tot op heden niet plaatsgevonden.

Ouderdom putten

Algemeen wordt aangenomen dat de kwaliteit van de putten het meest bepalend is voor de kwaliteit van de opslaglocatie. Bij putten die niet goed zijn afgewerkt kan lekkage van CO₂ optreden. Dit risico is groter naarmate de putten ouder zijn. In 1967 en 1976 is de regelgeving over het afwerken en verlaten van putten verbeterd, onder toezicht van de Staatstoezicht op de Mijnen (aanvullende Mijnbouw regelgeving, 1967/1976). Uit de historie van de regelgeving kan worden aangenomen dat putten, geboord na 1976, relatief minder gevoelig zouden kunnen zijn voor lekkage. Voor putten ouder dan 1967 kan echter het tegenovergestelde verwacht worden en deze brengen dus mogelijk een groter risico met zich mee.

Voor de kaarten zijn alle putten geïnventariseerd en onderverdeeld naar ouderdom. Daarnaast is een onderscheid gemaakt naar de status van deze putten, die aangegeven is in de NLOG database. Voornamelijk de verlaten putten vormen een groter risico omdat deze moeilijker bereikbaar zijn. Putten die nog in gebruik zijn, kunnen of zijn inmiddels aangepast. Dit is overigens ook nog steeds mogelijk voor verlaten putten, maar het traceren en heropenen van een put zal hoge kosten met zich meebrengen. Of een veld met een put ouder dan 1967 uiteindelijk wel of niet gebruikt wordt voor CO₂-opslag zonder heropenen van de oude putten hangt vooral af van het risico dat moet durven worden genomen. De putten zijn als volgt verdeeld:

- putten plugged en verlaten met een ouderdom ouder dan 1967;
- putten plugged en verlaten geboord tussen 1967 en 1976;
- putten plugged en verlaten na 1976;
- producerende / toegankelijke putten.

Drukdepletie

Door het winnen van gas, kan er verlaging van de druk in het reservoir optreden, de zogenaamde drukdepletie. De drukverlaging wordt weergegeven ten opzichte van de initiële reservoirdruk. Naarmate de drukdepletie groter is, wordt het moeilijker om het gas te onttrekken maar makkelijker om gas of CO₂ te injecteren. Hierdoor zullen de operationele kosten voor injectie lager zijn. Voor CO₂-opslag is het dus gunstig als de drukdepletie groter is. Er is een duidelijke relatie waarneembaar tussen de diepte en de drukdepletie van een reservoir. De dieper gelegen reservoirs hebben gunstiger condities dan ondieper gelegen reservoirs. Aan de andere kant kan worden aangenomen dat de investeringen

voor de putten hoger zijn naarmate de reservoirs dieper liggen. Het is op grond hiervan niet mogelijk om aan te geven of een diepere ligging tot meer of minder overall kosten leidt dan een ondiepere ligging.

Relatie bovengrondse functies

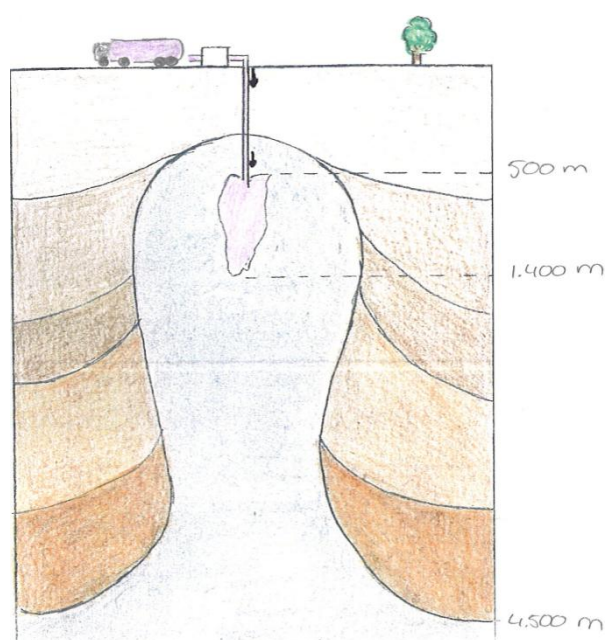
Voor de bepaling van de meest kansrijke locaties voor de toepassing van CO₂-opslag zijn de grootschalige emissie-uitstootlocaties van belang. Hier is geen informatie over beschikbaar. Fryslân

2.4 Verwijdering van afvalstoffen in cavernes

Beschrijving techniek

Zowel bestaande als nog te vormen zoutcavernes zijn technisch geschikt voor de verwijdering van afvalstoffen. Deze stoffen kunnen via de zoutwinningsput in de caveerne worden gestort of geïnjecteerd. Niet alle afvalstoffen mogen zonder meer in de ondergrond worden verwijderd. Conform het vigerende LAP gelden voor verwijdering in de diepe ondergrond onderstaande voorwaarden:

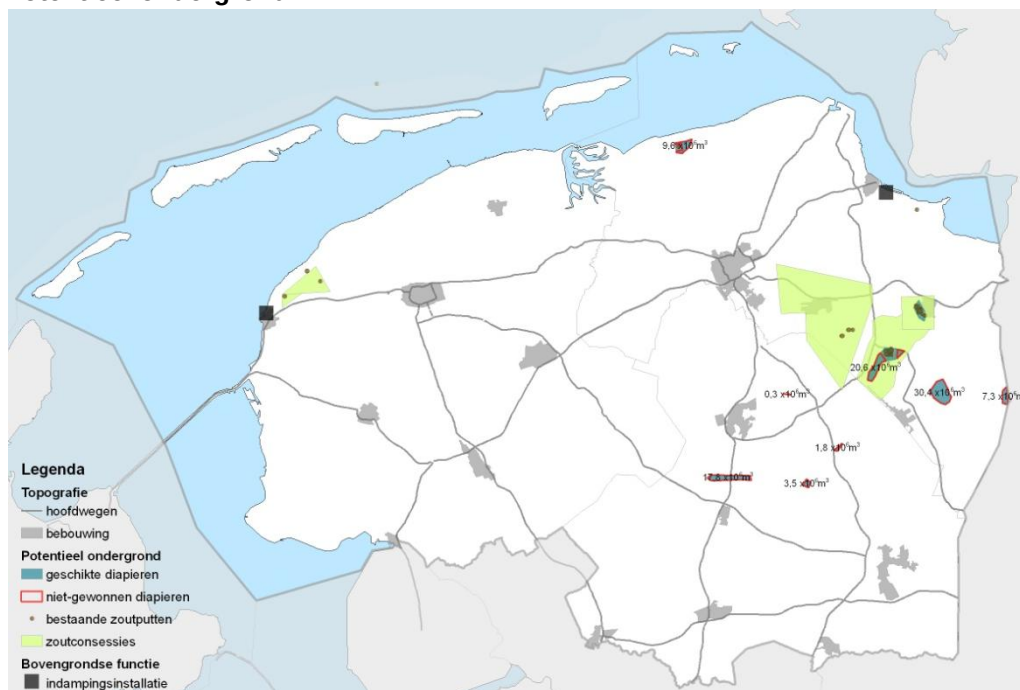
- de bodem is in beginsel niet bestemd voor het opbergen van afvalstoffen of componenten van afvalstoffen die niet rechtstreeks ter plaatse uit de bodem afkomstig zijn;
- verwijderen van afvalstoffen is alleen aanvaardbaar als de te bergen afvalstoffen terugneembaar zijn³.
- de wijze van verwijderen dient te voldoen aan de IBC-criteria.



Figuur 2.25 Afval verwijderen in cavernes

³ Vaste stoffen raken bij verwijderen in cavernes uiteindelijk opgesloten in het zout, waardoor ze niet kunnen worden teruggehaald. Verwijderen van vaste stoffen in cavernes wordt hiermee uitgesloten.

Potentieel ondergrond



Figuur 2.26 Potentieel afvalverwijdering in cavernes

Het potentieel voor afvalverwijdering is uitgedrukt in de beschikbare opslagcapaciteit van de cavernes in kubieke meters volume (m^3). Voor de verwijdering van vloeistoffen bestaat het risico dat de vloeistof tijdens zoutvloeit uit de caverne gedrukt kan worden. Zoutkoe-pels op grotere diepte (>1400 m) zijn in verband met dit stabiliteitsrisico niet geschikt.

Naast het vormen van nieuwe cavernes, is het ook mogelijk om afval te verwijderen in de huidige zoutcavernes. Het potentieel van deze cavernes is gebaseerd op gegevens uit 2007 (Staatstoezicht op de Mijnen, 2007).

Relatie bovengrondse functies

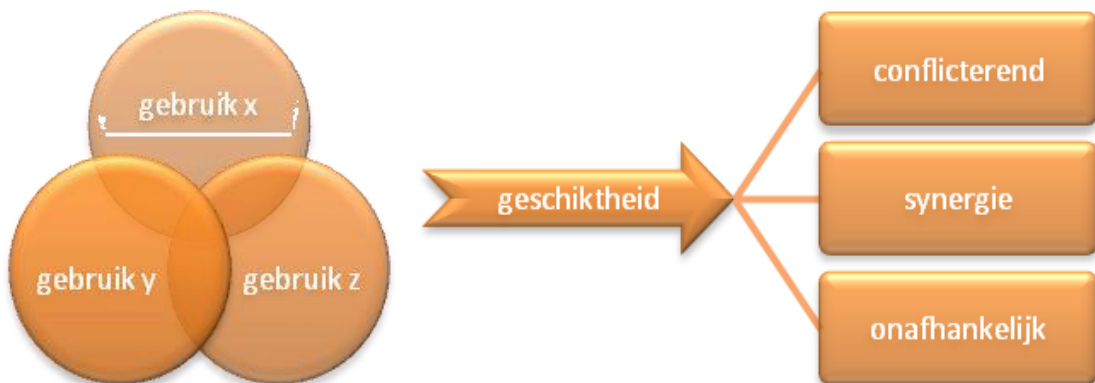
De cavernes die nodig zijn voor afvalverwijdering brengen hogere kosten met zich mee indien het zout over grotere afstanden naar de indampingsinstallatie getransporteerd moet worden. Om deze reden zijn de locaties van de huidige indampingsinstallaties op de kaart geprojecteerd.

3 Functiecombinaties/-conflicten

3.1 Inleiding

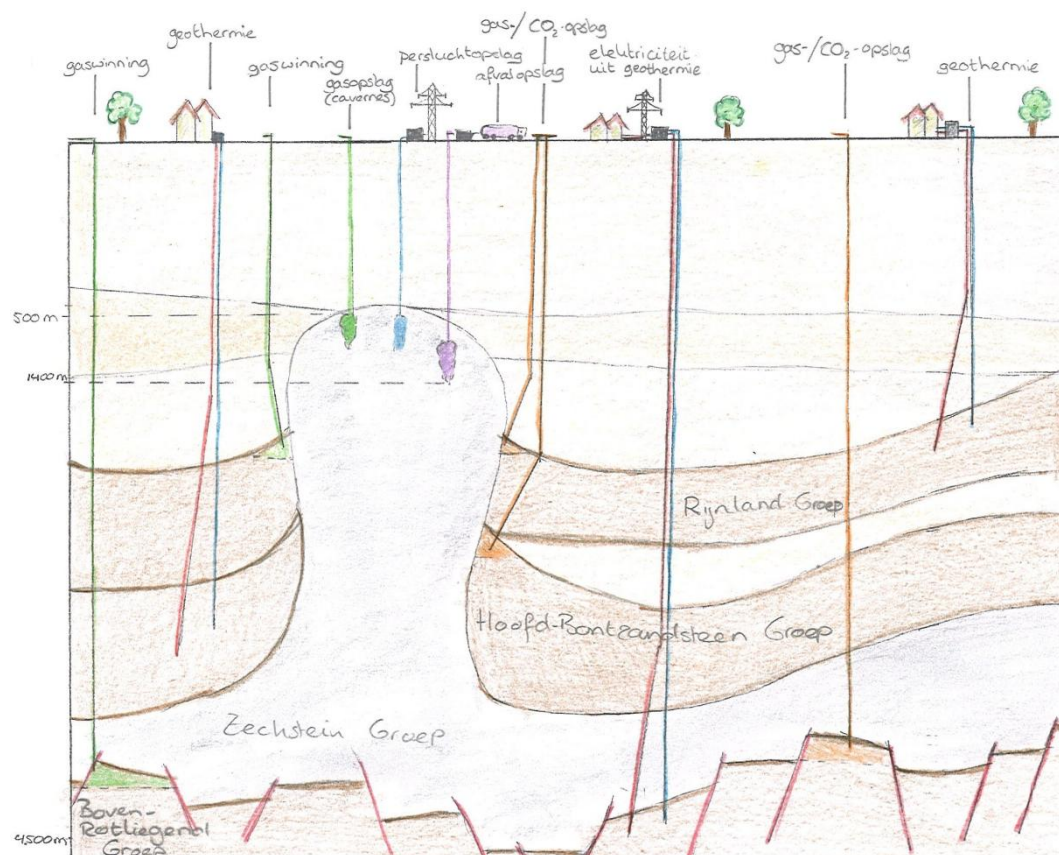
In voorgaande technische analyse is de geschiktheid van de diepe ondergrond voor de toepassing van de verscheidende gebruikersfuncties in kaart gebracht. Dit hoofdstuk maakt inzichtelijk in welke gebieden meerdere gebruikerfuncties toepasbaar zijn en welke vorm van interferentie (=interactie) tussen deze functies kan optreden. De volgende interferentievormen kunnen worden getypeerd (zie figuur 3.1):

1. Synergie: daar waar gebruiksopties elkaar positief beïnvloeden of goed samen kunnen gaan. Zoutwinning en persluchttopslag bijvoorbeeld gaan heel goed samen;
2. Conflicterend: daar waar opties elkaar negatief beconcurreren of negatief beïnvloeden. Voorbeeld: opslag van gas in een leeg gasveld kan opslag van CO₂ in hetzelfde veld in de weg zitten, maar de eisen die de twee gebruiksopties aan een gasveld stellen zijn ook dermate anders dat er misschien geen sprake is van concurrentie;
3. Onafhankelijk: gebruiksopties zitten elkaar (technisch) niet in de weg en kunnen naast of boven elkaar bestaan. Voorbeeld: elektriciteit uit geothermie en gaswinning kunnen naast/boven elkaar toegepast worden.



Figuur 3.1 Interferentie tussen gebruikersfuncties

Interferentie vormt in principe technisch geen belemmering indien functies gebruik maken van reservoirs op verschillende diepte. Ter illustratie presenteert figuur 3.2 een overzichtstekening met alle gebruikersfuncties met hun voorkomen naar de diepte.



Figuur 3.2 Overzichtstekening gebruikersfuncties met de diepte

Uit figuur 3.2 en tabel 3.1 volgt dat de toepasbaarheid van functies gekoppeld is aan een 5-tal lagen, overeenkomend met de verbreiding van geologische formaties. Zo vindt de opslag/verwijdering in cavernes (gas-, afval- en perslucht opslag) uitsluitend plaats op een diepte van 500 - 1400 m in de Zechsteingroep. De overige gebruikersfuncties kunnen gebruik maken van de formaties tussen 1.400 en 4.500 m, waarbij voor de elektriciteitswinning uit geothermie enkel de Boven-Rotliegend Groep geschikt is.

Tabel 3.1 Voorkomen gebruikersfuncties met de diepte

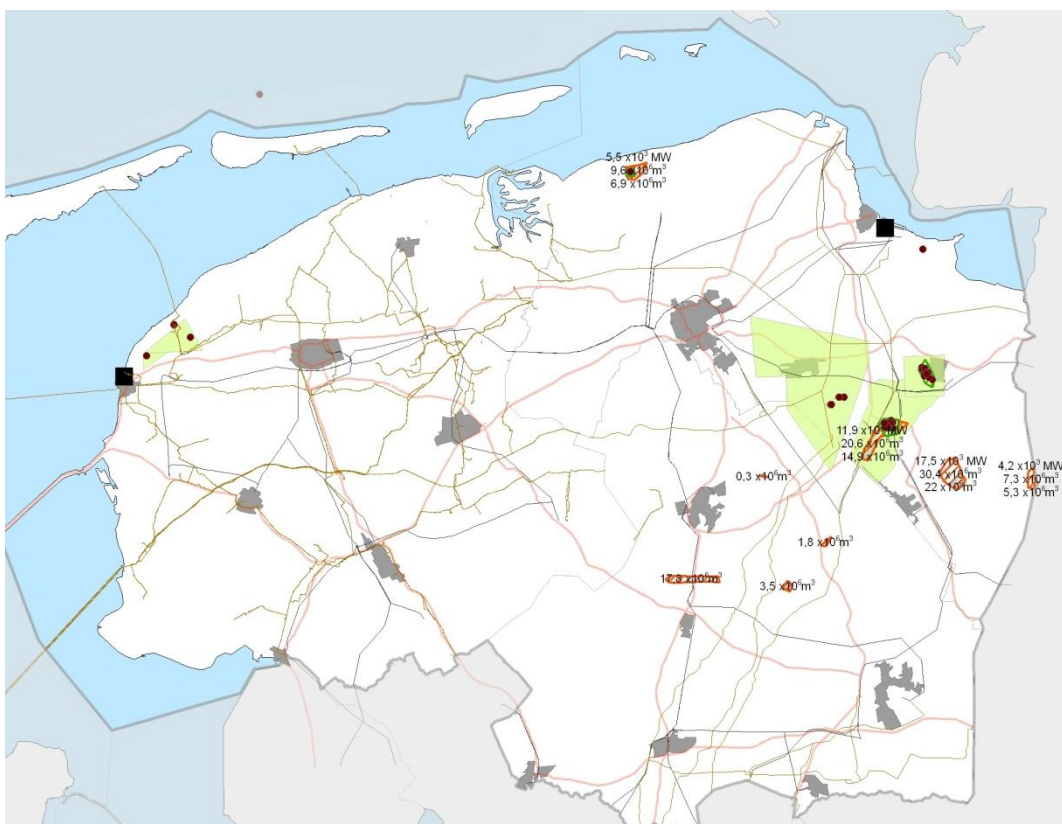
diepte	formatie/Groep	winning	opslag	verwijderen
500 -1400 m	Zechstein	zout	gas perslucht	afval
1400 -4500 m	Rijnland	gas/olie geothermie warmte	gas	CO ₂
	Hoofd- Bontzandsteen	gas/olie geothermie warmte	gas	CO ₂
	Boven-Rotliegend	gas/olie geothermie warmte geothermie elektrisch	gas	CO ₂
	Overige members	gas/olie	gas	CO ₂

Leeswijzer

Om de interferentie tussen verschillende gebruikersfuncties inzichtelijk te maken is gekozen voor de hierboven beschreven lagen benadering. De volgende paragrafen gaan per laag nader in op de interferentie tussen de verschillende gebruikersfuncties. De interactie tussen functies wordt gepresenteerd door middel van synergie-conflictenkaarten. Vervolgens wordt aangegeven in tabelvorm welke functies samengaan dan wel conflicteren.

3.2 Laag 1: Zechstein Groep

Functiecombinaties/conflicten



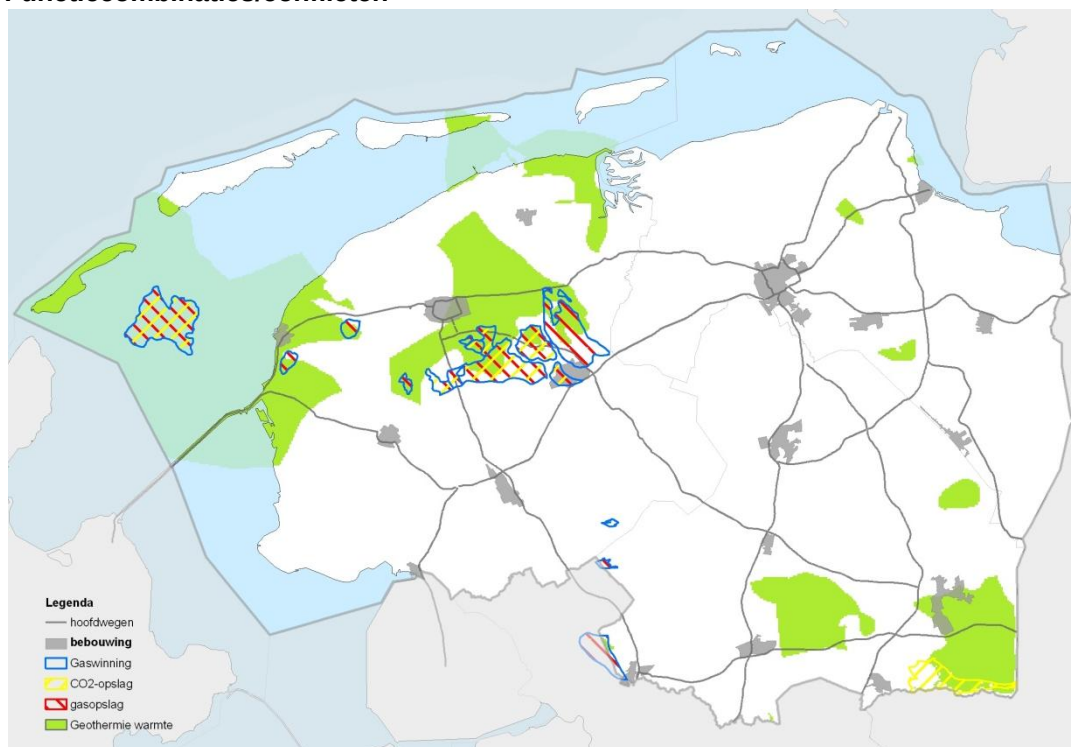
Tabel 3.2 Functiecombinaties/conflicten Zechstein Groep

		winning				opslag		verwijderen	
		zout	gas	geo-warmte	geo-elektrisch	gas	perslucht	CO ₂	afval
winning	zout								
	gas								
	geo-warmte								
	geo-elektrisch								
opslag	gas								
	perslucht								
verwij- deren	CO ₂								
	afval								

= conflicterend; = synergievoordeel; = geen interferentie.

3.3 Laag 2: Rijnland Groep

Functiecombinaties/conflicten



Figuur 3.4 Synergie-conflictenkaart Rijnland Groep

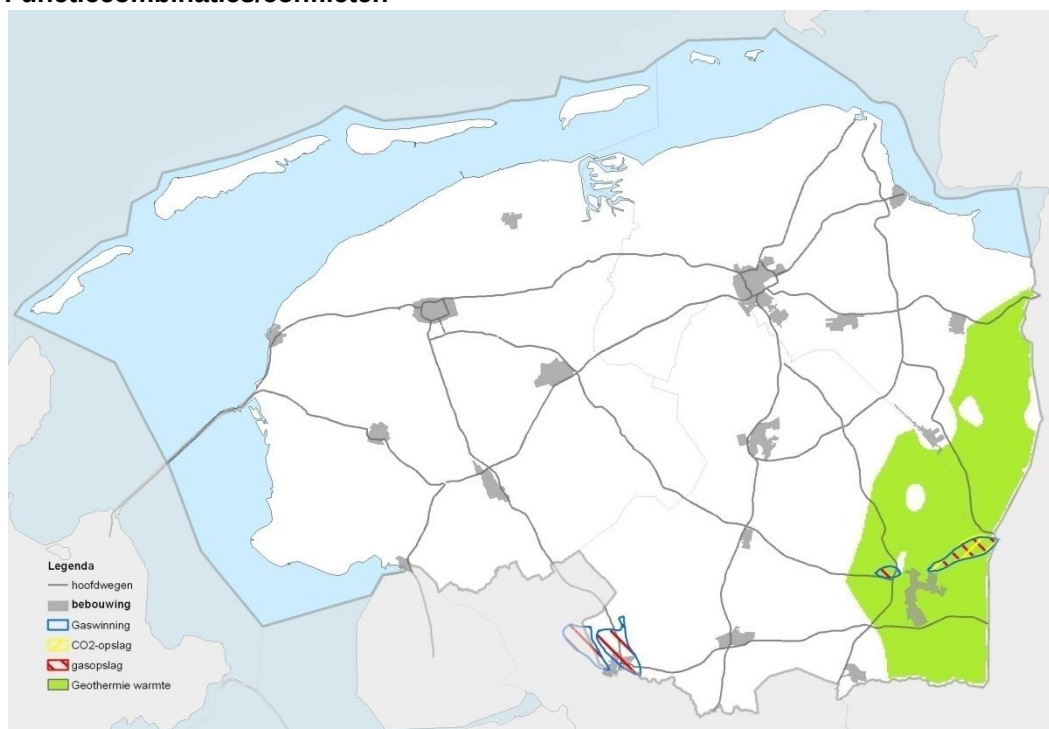
Tabel 3.3 Functiecombinaties/conflicten Rijnland groep

		winning				opslag		verwijderen	
		zout	gas	geo-warmte	geo-elektrisch	gas	perslucht	CO ₂	afval
winning	zout								
	gas								
	geo-warmte								
	geo-elektrisch								
opslag	gas								
	perslucht								
verwij- deren	CO ₂								
	afval								

= conflicterend; = synergievoordeel; = geen interferentie.

3.4 Laag 3: Hoofd-Bontzandsteen Groep

Functiecombinaties/conflicten



Figuur 3.5 Synergie-conflictenkaart Hoofd-Bontzandsteen Groep

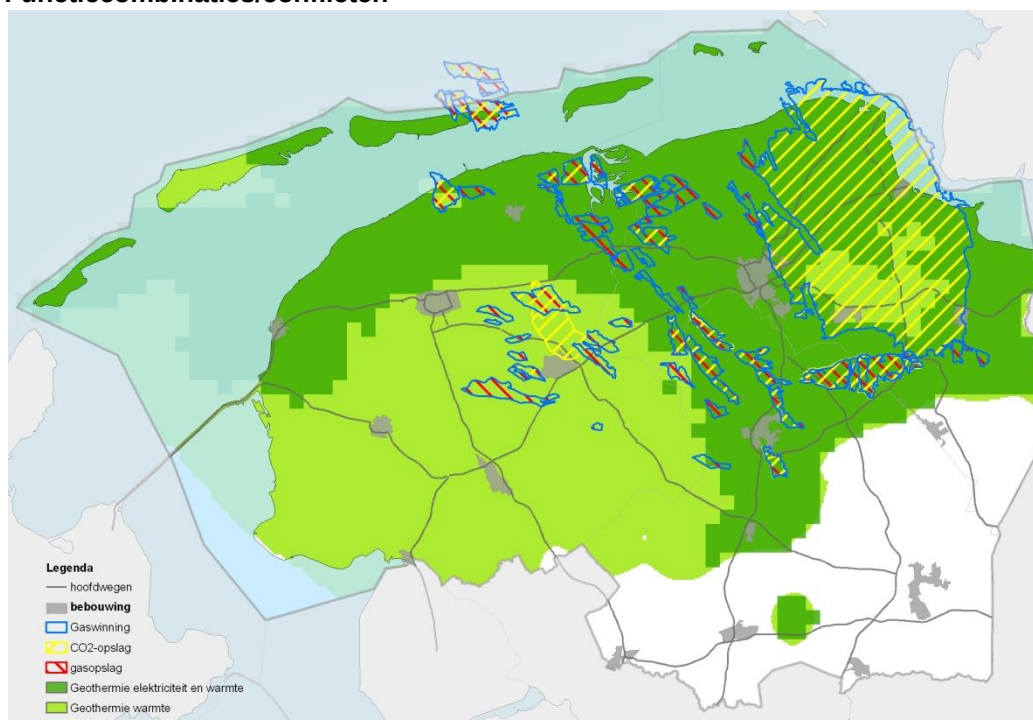
Tabel 3.4 Functiecombinaties/conflicten Hoofd-Bondzandsteen Groep

		winning				opslag		verwijderen	
		zout	gas	geo-warmte	geo-elektrisch	gas	perslucht	CO ₂	afval
winning	zout								
	gas								
	geo-warmte								
	geo-elektrisch								
opslag	gas								
	perslucht								
verwij- deren	CO ₂								
	afval								

■ = conflicterend; ■ = synergievoordeel; ■ = geen interferentie.

3.5 Laag 4: Boven-Rotliegend Groep

Functiecombinaties/conflicten



Figuur 3.6 Synergie-conflictenkaart Boven-Rotliegend Groep

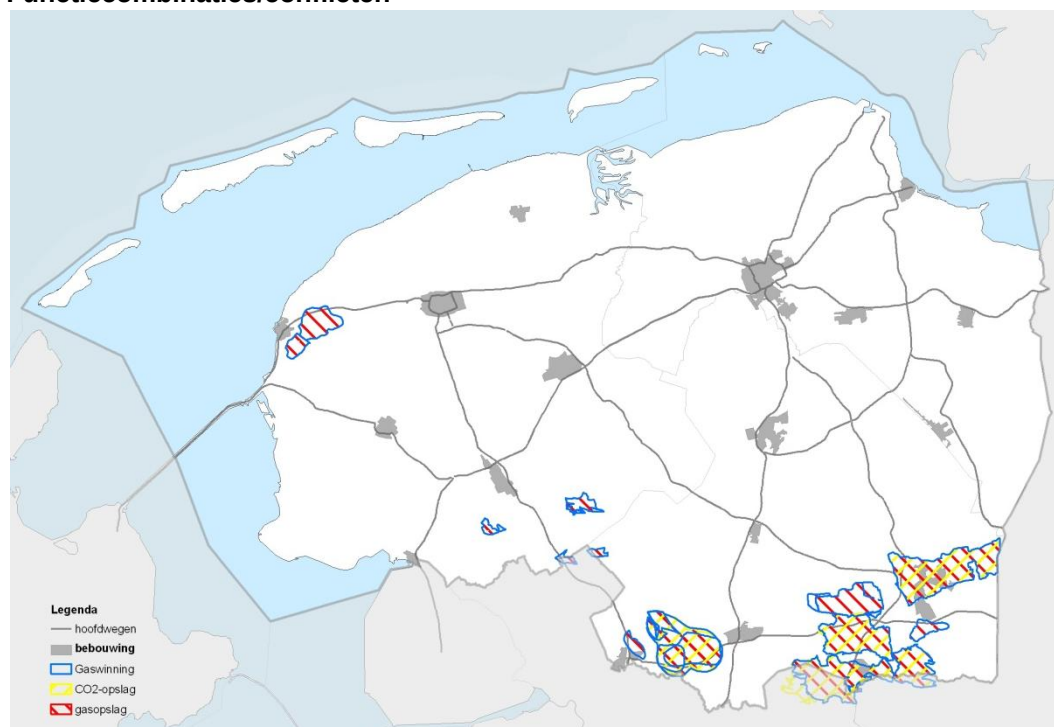
Tabel 3.5 Functiecombinaties/conflicten Boven-Rotliegend Groep

		winning				opslag		verwijderen	
		zout	gas	geo-warmte	geo-elektrisch	gas	perslucht	CO ₂	afval
winning	zout								
	gas								
	geo-warmte								
	geo-elektrisch								
opslag	gas								
	perslucht								
verwij- deren	CO ₂								
	afval								

■ = conflicterend; ■ = synergievoordeel; ■ = geen interferentie.

3.6 Laag 5: Overige members

Functiecombinaties/conflicten



Figuur 3.7 Synergie-conflictenkaart Overige members

Tabel 3.6 Functiecombinaties/conflicten Overige members

		winning				opslag		verwijderen	
		zout	gas	geo-warmte	geo-elektrisch	gas	perslucht	CO ₂	afval
winning	zout								
	gas								
	geo-warmte								
	geo-elektrisch								
opslag	gas								
	perslucht								
verwij- deren	CO ₂								
	afval								

 = conflicterend;
  = synergievoordeel;
  = geen interferentie.

4 Technische conclusies en aanbevelingen

4.1 Inleiding

De technische analyse in hoofdstuk 2 laat zien dat er een grote verscheidenheid aan mogelijkheden ligt in de diepe ondergrond in Noord-Nederland. Door het enorme potentieel van gebruiksopties in de bodem liggen er grote kansen voor de noordelijk provincies Groningen, Fryslân en Drenthe. Naast de grote gas- en oliereserves, die uit economische motieven geëxploreerd worden, biedt de ondergrond grote kansen voor een verdere verduurzaming van de maatschappij. Het afvangen en verwijderen van CO₂, de winning van aardwarmte voor duurzame verwarming en elektriciteitsopwekking, het koppelen van persluchtopslag aan elektriciteit uit windenergie zijn allemaal voorbeelden hiervan.

Om te bepalen waar de kansen liggen voor de diepe ondergrond in Noord-Nederland is de technische analyse uitgebreid met een analyse van de mogelijke synergie en eventuele conflicterende belangen tussen gebruiksopties. Dit is in hoofdstuk 3 beschreven. Op basis van de synergiekaarten zijn deze kansen en conflicten helder geworden.

Enkele voorbeelden van synergie: een caverne die is gecreëerd via zoutwinning, kan naderhand gebruikt worden voor persluchtopslag. Ook kan het injecteren van CO₂ leiden tot een verhoogde productie uit de gaswinning, doordat de druk in het reservoir toeneemt.

Voorbeelden van conflicten zijn: toepassing van geothermie wordt belemmerd op locaties waar gas geproduceerd wordt. Ook zal er voor bepaalde verlaten gasvelden zowel een mogelijkheid zijn voor gasopslag als voor CO₂-opslag.

4.2 Technische conclusies

Op basis van het onderzoek naar het potentieel van de verschillende gebruiksopties worden hieronder een aantal technische conclusie getrokken. Deze zijn mede bepaald in het werkatelier van 25 september 2008. Daarbij is met name ingegaan op de “nieuwe” gebruiksopties. Olie- en gaswinning zijn daarbij min of meer als randvoorwaarde meegenomen.

Groot potentieel geothermie

Geothermie is een duurzame gebruiksoptie die in nagenoeg alle delen van de drie de provincies toegepast kan worden. Er ligt met name een kans rond de grote steden en de nieuwbouw locaties voor zowel woningbouw als glastuinbouw. Op deze locaties komen vraag en aanbod samen. Daarbij wordt een grote energievraag gekoppeld aan het potentieel van geothermie in de ondergrond. Op termijn liggen er ook kansen voor grootschalige renovaties van bestaande woningbouw.

Kansen voor elektriciteit uit geothermie

Een interessante kans voor verduurzaming ligt in de mogelijkheid om gecombineerd elektriciteit op te wekken en warmte te leveren uit geothermische warmte. Technisch zijn er nog een aantal onderzoeksvragen waarbij met name het rendement van de elektriciteitsopwekking uit lagere temperatuur warmte een belangrijk punt is. Inmiddels wordt gewerkt aan de voorbereiding van een proefinstallatie voor elektriciteitsopwekking uit geothermie op Terschelling.

Mogelijkheden opslag van gas en CO₂

Voor zowel gasopslag als voor CO₂-opslag ligt er een enorm potentieel in de (lege) gasvelden en zoutcavernes in de drie noordelijke provincies.

Voor gasopslag geldt dat er verschillende opties zijn:

- **piekopslag** om vraag en aanbod op de korte termijn (dag/nacht) op elkaar af te stemmen. Mogelijkheden hiervoor zijn opslag in de kleinere gasvelden en het opslaan in zoutcavernes;
- **seizoensopslag** om vraag en aanbod op de langere termijn (zomer/winter) af te stemmen. Hiervoor zijn vooral de kleinere en middelgrote gasvelden geschikt.
- **strategische gasopslag** waarbij strategische reserves worden aangelegd voor langere tijd (> 10 jaar). Hiervoor kunnen (middel)grote gasvelden worden gebruikt. Dit type opslag sluit aan bij de ideeën over de zogenaamde gasrotonde in Nederland.

Voor CO₂-opslag wordt door de industrie met name gefocust op het afvangen en transporteren van grote hoeveelheden CO₂ naar de middelgrote en grote gasvelden.

Zoutcavernes geschikt voor opslag

Zoutcavernes bieden goede mogelijkheden voor het opslaan van perslucht (=elektriciteit), gas en afval. De technische mogelijkheden worden daarbij sterk bepaald door de configuratie van de caverne. Bestaande cavernes zijn niet of nauwelijks geschikt voor de voorgestelde (duurzame) opties. Verder gelden voor het opslaan van afval strikte juridische eisen waarbij het opgeslagen afval terugneembaar moet zijn. Dit is in het geval van de zoutcavernes niet evident. De toepassing van bijvoorbeeld persluchtopslag draagt bij aan het oplossen van de landelijke problematiek van het afstemmen van vraag en aanbod in het elektriciteitsnet en is daarmee een zeer interessante optie.

4.3 Aanbevelingen

De Technische Potentieelstudie Diepe Ondergrond Noord-Nederland betreft een eerste verkenning van de mogelijkheden die de diepe ondergrond biedt. Op basis van een technische analyse en nadere bestudering van de gebruiksopties blijkt dat er grote kansen liggen. Om deze kansen te benutten zal de visie vertaald moeten worden in bestuurlijke en politieke randvoorwaarden. Hierin kan duidelijk worden welke kansen prioriteit zouden moeten krijgen voor een sterke (strategische) positie van Noord-Nederland. Deze stap kan door de werkgroep in samenwerking met SNN en de provincies verder vorm gegeven worden.

Daarnaast kan in volgende stappen verder ingezoomd worden op interessante technieken. Een aantal gebruiksopties betreft relatief nieuwe technieken die zowel op technisch als op organisatie/proces-vlak nog verder ontwikkeld moeten worden. Verdere samenwerking op locatie of gebiedsniveau biedt de mogelijkheid om van elkaar te leren en zorgt voor een grotere slagkracht. Via vervolgonderzoek kan de haalbaarheid bepaald worden met betrekking tot de bijdrage aan de doelstellingen in het Energieakkoord.

Een concrete suggestie is gedaan om voor grote geothermische projecten in bijvoorbeeld Leeuwarden, Groningen en Assen de samenwerking te zoeken. Dat zou bijvoorbeeld kunnen resulteren in het aanvragen van een Europese subsidie om de proceskant in gezamenlijkheid vorm te geven.

Bijlage 1

Verklarende woordenlijst

Term	Omschrijving
Aquifer	Een ondergrondse waterhoudende laag
BCM	Miljarden kubieke meters (Billion Cubic Meters)
Carbonaat	Kalksteen
Carboon	Geologisch tijdvak, 354 - 290 Miljoen jaar geleden
Cavernes	Holruimtes (hier in het zout)
CO ₂	Koolstofdioxide
Debiet	Hoeveelheid verpompt water per tijdseenheid
Diapier	Zoutpilaar/zoutkolom
Doorlatendheid	Geeft aan hoe snel een vloeistof door het gesteente kan stromen
Drukdepletie	Verlaging van de druk t.o.v. de oorspronkelijke druk
Eolisch	Door de wind afgezet
Fluviatiel	Door rivieren afgezet
GJ	Giga Joules, eenheid voor energie, 10 ⁹ Joules
GW _e	Giga Watt elektrisch, maat voor elektrisch vermogen
H ₂ S	Waterstofsulfide
ha	Hectare = 10.000 m ²
Haliet	zout bestaande uit 100% NaCl
Kussengas	Gas dat aanwezig is om de druk in het reservoir op peil te houden zodat het voldoende kan functioneren
Lithologie	Geeft aan met wat voor soort gesteente men te maken heeft
MJ	Mega Joules, eenheid voor energie
Mton	Mega ton
MW _e	Mega Watt elektrisch, maat voor elektrisch vermogen
NLOG	Nederlands Olie en Gas Portaal, www.nlog.nl
Opslag	Het tijdelijk in de ondergrond brengen van stoffen met als doel ze weer te onttrekken
Peiljaar	Het verwachte moment waarop een gas- of olieveld geen producerbaar gas/olie meer bevat
Perm	Geologisch tijdvak, 290 - 248 Miljoen jaar geleden
Permeabiliteit	Zie doorlatendheid
PJ	Peta Joules, eenheid voor energie, 10 ¹⁵ Joules
Plugged	Afgesloten
Porositeit	Het percentage van kleine openingen (poriën) in het gesteente
Recovery factor	Herwinbare deel
Reservoir	Gesteente wat olie of gas kan bevatten
Seismisch risico	Risico op aardbevingen
stratigrafie	Volgorde van opeenvolgende gesteentelagen
Steenzout	Zie haliet
UGS	Ondergronds gasopslag (Underground Gas Storage)
Verbreiding	De aanwezigheid van de laag

Term	Omschrijving
Verwijderen	Het definitief in de ondergrond brengen van stoffen. Opgemerkt moet worden dat de stoffen in het kader van het LAP wel terugneembaar moeten zijn
Werkgas	Het gas wat tijdens de opslag daadwerkelijk opgeslagen en herwonnen kan worden
Werkvolume	Het volume gas wat tijdens de opslag daadwerkelijk gebruikt wordt, het totale volume minus het volume kussengas
Winning	Het onttrekken van stoffen uit de ondergrond
Zoutkoepel	Vorm van een zoutpilaar
Zoutkruip	Beweging van het zout

Bijlage 2

Geologische tijdschaal

Geologische tijdtabel met stratigrafische kolom van Nederland					
Tijd [MJ]	Hoofdtijdperk	Periode	Tijdvak	Groep of Formatie	Productieve eenheden
2.4	Kenozoïcum	Kwartair			
		Tertiair	Neogeen	Boven-Noordzee	Formaties van Maassluis, Oosterhout, Breda
			Paleogeen	Midden-Noordzee	Voortzand, Veldhoven, Bergzand
65				Onder Noordzee	Brusselssand, Meerssand
	Mesozoïcum	Krijt	Laat-Krijt	Ommelanden	
				Texel	
			Vroeg-Krijt	Holland	
				Rijnland	Vlieland Zandsteen
143				Schieland	
		Jura	Laat-Jura	Altena	
			Midden-Jura		
			Vroeg-Jura		
208		Trias	Laat-Trias	Boven-Germaanse Trias	
			Midden-Trias		
245			Vroeg-Trias	Onder-Germaanse Trias	Hoofd-Bontzandsteen
251	Paleozoïcum	Perm	Laat-Perm	Zechstein	Z3 Carbonaat
					Z2 Carbonaat
271				Boven-Rotliegend	Silver-pit Slochteren
			Vroeg-Perm	Onder-Rotliegend	
290		Carboon	Silesian	Stephanien	Limburg
				Westphalien	
				Namurien	
			Dinantien	Kolenkalk	
		Devoon			
409					
		Siluur			
439					
		Ordovicium			
510					
		Cambrium			
570					
	Precambrium				



Schoemakerstraat 97
Postbus 6011
2600 JA Delft

www.tno.nl

T +31 15 269 69 46

F +31 15 269 68 40

TNO-rapport

TNO-034-DTM-2009-00884

Duurzame ruimtelijke ontwikkelingen en
bodembeheer tot in de diepe ondergrond
SKB Website Publicatie van Deelrapport 1:
Werkatelier "Beleidsvisie Diepe Ondergrond
Noord-Nederland"

Datum	27 februari 2009
Auteur(s)	Hanneke Puts (TNO) Linda Maring (Deltares) Muriel van der Kuip (TNO)
Opdrachtgever	Stichting Kennisontwikkeling Kennisspreiding Bodem (SKB)
Projectnummer	034.86002/01.25
Aantal pagina's	16 (incl. bijlagen)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
2	Beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden	7
3	Resultaten en evaluatie	9
4	Aanbevelingen voor de vervolgfase.....	12
5	Aanvullende literatuur.....	15
6	Ondertekening.....	16

Samenvatting

De *opgave* van het project “Duurzame ruimtelijke ontwikkelingen en bodembeheer tot in de diepe ondergrond” (verkorte titel ‘Diep en Duurzaam’) is het vergroten van inzicht in de kansen en dilemma’s die initiatiefnemers tegenkomen bij het maken van keuzes voor de ruimtelijke inrichting van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond.

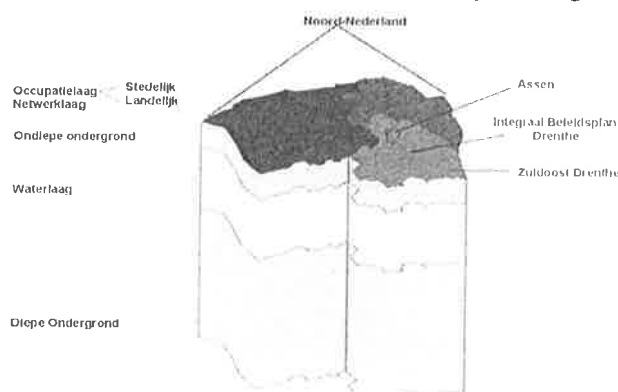
Aanleidingen voor deze opgave zijn de toenemende druk op de ondergrondse ruimte, het klimaatvraagstuk, de groeiende behoefte aan energie en ontwikkelingen in het stedelijk en landelijk gebied. Dit leidt er toe dat er bovengronds en in de ondiepe en diepe ondergrond steeds meer gebruiksfuncties bijkomen, zowel in aantal als in soort, waardoor onderlinge interferentie en concurrentie toe kunnen nemen. Het maken van integrale en strategische keuzes bij ruimtelijke ontwikkelingen is daarom zeer belangrijk.

Het *perspectief* dat wordt geboden in het project ‘Diep en Duurzaam’ is het bieden van handvatten aan besluitvormers om de diepe ondergrond zo duurzaam en strategisch mogelijk te benutten en beheren, in samenhang met activiteiten in /aan de ondiepe ondergrond en bovengrond.

Cases: In en rond de provincie Drenthe spelen een aantal initiatieven rondom bodem, ondergrond, klimaat en energie, op verschillende beleidsniveaus en ruimtelijke schaal. Vier van deze initiatieven worden meegenomen als cases in dit project:

- 1) de ontwikkeling van een ‘Beleidsvisie Ondergrond’ voor Noord-Nederland;
- 2) de ontwikkeling van het Integraal Beleidsplan Ondergrond voor de provincie Drenthe;
- 3) de toepassing van geothermie in Assen;
- 4) de koppeling van energiestromen en toepassing van geothermie in de regio Zuidoost Drenthe.

Ondanks dat het thema ‘bodemonergie’ centraal staat in deze cases, wordt in dit project aandacht besteed aan de volle breedte van de bodemfuncties, zodat uiteindelijk duurzame afwegingen gemaakt kunnen worden m.b.t. ruimtelijke ontwikkelingen van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en bovengrond.



Figuur 0.1 Weergave in 3D van het studiegebied van het project ‘Diep en Duurzaam’(verkorte titel): de vier cases in Drenthe en Noord-Nederland, gekoppeld aan de occupatielaag, de netwerklaag, de ondiepe ondergrond, de waterlaag en de diepe ondergrond.

Gedurende het project worden verschillende *activiteiten* uitgevoerd. Er vinden in totaal vijf werkateliers plaats. De onderwerpen voor deze werkateliers worden afgestemd op de dynamiek en behoefte van de initiatieven in Drenthe / Noord-Nederland en dit project. Uit de werkateliers worden lessen getrokken over diverse aspecten, zoals het meewegen van duurzaamheid, het aspect tijd, en beslisfactoren van keuzes. De resultaten van de werkateliers worden aangevuld vanuit de praktijk via interviews (ca. 8) met ervaringsdeskundigen en experts. Om te leren van kennis en ervaring uit het verleden en om te leren van de ondiepe ondergrond voor het gebruik van de *diepe* ondergrond, wordt tijdens het project 'Diep en Duurzaam' ook een literatuurexercitie uitgevoerd.

Eindresultaat en producten. De ervaringen die in Drenthe en Noord-Nederland worden opgedaan, kunnen als voorbeeld dienen bij ruimtelijke opgaven voor de (on)diepe ondergrond in andere regio's. De "*lessons learned*" worden opgenomen in de eindrapportage. Naast de eindrapportage worden gedurende de uitvoering van het project de lessons learned uit de afzonderlijke werkateliers, de verslagen van de interviews, de literatuur review, een digitale folder en een presentatie van de resultaten als producten opgeleverd.

Werkateliers

Het eerste werkatelier vond plaats op 27 mei 2008 en ging over het Integraal Beleidsplan Ondergrond Drenthe. Dit werkatelier heeft gediend om het uiteindelijke SKB-projectvoorstel (verkorte titel) 'Diep en Duurzaam' aan te scherpen (tender juni 2008). Op 25 september jl. vond het tweede werkatelier plaats met op het programma de 'Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland'. Deze deelrapportage gaat in op de *lessons learned* uit dit tweede werkatelier. Ook bevat deze deelrapportage aanbevelingen voor interviews en het volgende (derde) werkatelier.

1 Inleiding

In het project “Duurzame ruimtelijke ontwikkelingen en bodembeheer tot in de diepe ondergrond” staat beheer in inrichting van de diepe ondergrond centraal, en dat steeds in relatie met de ondiepe ondergrond en de bovengrond. We constateren dat de ondergrond (diep en ondiep) steeds intensiever wordt gebruikt en ook dat nieuwe functies voor het gebruik van de ondergrond ontstaan. Het gevolg is dat onderlinge beïnvloeding optreedt (interferentie) en zelfs uitsluiting van functies kan plaatsvinden, zowel in het horizontale als in het verticale vlak.

Voor de diepe ondergrond hebben we het voornamelijk over de volgende functies:

- Winning van:
 - olie en gas
 - aardwarmte
 - zout
- Opslag van:
 - gas en CO₂
 - perslucht
 - afval

Het gebruik van de diepe ondergrond is recenter dan gebruik van de ondiepe ondergrond. Gebruiksmogelijkheden in de ondiepe ondergrond spelen al langere tijd mee in het ontwikkelen van bijvoorbeeld bodemvisies en de inrichting van de bovengrondse ruimte. Om de juiste keuzes te maken voor de ordening van de diepe ondergrond kunnen we leren van ervaringen met de ondiepe ordening. Daarnaast moet bij het maken van keuzes voor het gebruik van de (diepe) ondergrond gekeken worden naar de implicaties van deze keuzes in termen van onderlinge interferenties

Om meer duidelijkheid te krijgen in de keuzes voor de diepe ondergrond, worden werkateliers uitgevoerd. Het eerste werkatelier vond plaats op 27 mei 2008 en diende om de vraagstelling voor dit project scherper te definiëren. Onderliggende deelrapportage geeft de werkzaamheden en resultaten van het tweede werkatelier weer: Werkatelier 'Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland'. Dit tweede werkatelier werk gehouden op 25 september jl..

De aanleiding voor het tweede werkatelier is het initiatief van het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN), om gezamenlijk te bekijken welke kansen er zijn voor het gebruik van de diepe ondergrond. Dit initiatief komt voort uit het energieakkoord Noord-Nederland. Namens de drie noordelijke provincies neemt de projectgroep Beleidsvisie diepe ondergrond het voortouw, waarin elke provincie is vertegenwoordigd. IF Technology heeft in opdracht van deze projectgroep een inventarisatie uitgevoerd naar de gebruiksmogelijkheden die de diepe ondergrond biedt. Tijdens het tweede werkatelier zijn de resultaten van de inventarisatie door IF Technology met alle deelnemers besproken en hebben de deelnemers bekeken welke gezamenlijke kansen zich voordoen voor het gebruik van de diepe ondergrond van Noord-Nederland.

In hoofdstuk twee wordt de opzet van het tweede werkatelier gegeven. Hoofdstuk drie gaat in op de inhoudelijke resultaten van dit werkatelier, die pas op een later moment aan SKB toegezonden zullen worden. Aanbevelingen voor de vervolgstappen worden in

het vierde hoofdstuk gegeven en hoofdstuk 5 gaat over de aangepaste planning wat betreft oplevering van deelresultaten.

Na dit tweede werkatelier staan nog drie werkateliers gepland. Afhankelijk van de behoefte en dynamiek bij de vier cases in Drenthe en Noord-Nederland zal in 2009 bekeken worden waarover de dresterende werkateliers zullen gaan. Daarnaast worden ook relevante bijeenkomsten bezocht, er wordt literatuuronderzoek gedaan, interviews gehouden en de ontwikkelingen m.b.t. de ordening van de ondergrond (zowel inhoudelijk als beleidsmatig) worden in de gaten gehouden. Ideeën die het consortium hier momenteel over heeft zijn verwoord in hoofdstuk vier.

2 Beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd rondom het werkatelier 'Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland' van 25 september 2008:

- Voorbespreking werkatelier met de provincie Drenthe;
- Opstellen doelen en programma;
- Telefonische voorbespreking programma met de leden van de projectgroep diepe ondergrond uit Groningen en Friesland;
- Afstemming over inhoudelijke presentatie door IF Technology;
- Werkatelier d.d. 25 september 2008;
- Verslaglegging werkatelier (intern voor deelnemers);
- Opstellen “lessons learned” en deelrapportage SKB.

Doelen werkatelier:

1. Wat zijn de ambities van de bestuurders uit Noord Nederland? (introductie)
2. Provincies informeren elkaar over voortgang provinciale beleidsvisies ondergrond.
3. Welke kansen zijn er voor een **gezamenlijke** beleidsvisie ondergrond Noord Nederland?
4. Welke vervolgstappen zijn nodig?

Programma werkatelier

Het programma tijdens het werkatelier op 25 september 2008 bestond uit de volgende onderdelen:

9.00	Ontvangst en inloop met koffie / thee.
9:30	Welkom door Hanneke Puts, TNO.
9:40	Introductie door de heer R. Slager, gedeputeerde Provincie Groningen.
10.00	Kennismaking deelnemers.
10.15	Stand van zaken betreffende provinciaal beleid voor de (on)diepe ondergrond: Groningen, Friesland, Drenthe.
10.30	Presentatie mogelijkheden diepe ondergrond Noord-Nederland door IF Technology.
12.45	<i>lunch</i>
13.45	Inventarisatie kansen gebruik diepe ondergrond, in groepen: - Kansen: wat kunnen we gezamenlijk? - Prioritering: wat willen we gezamenlijk?
14:45	Terugkoppeling & plenaire bespreking kansen gebruik diepe ondergrond.
15.15	Discussie over vervolgstappen.
15.45	Definiëren acties: - Voor projectgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland; - Voor de drie afzonderlijke provincies.
16.15	Afsluiting & borrel.

Aanwezig bij het tweede werkatelier waren diverse medewerkers van de provincies Drenthe, Groningen en Friesland, inhoudelijk experts van IF-technology en TNO voor de gebruiksmogelijkheden van de diepe ondergrond en twee werkatelierbegeleiders vanuit TNO en Deltares. In totaal namen 14 personen deel aan het werkatelier op 25 september jl. (naast de werkatelierbegeleiders).

Tijdens het werkatelier zijn de resultaten van de inventarisatie naar de gebruiksmogelijkheden die de diepe ondergrond biedt gepresenteerd en gebruikt. Op basis van de inventarisatie hebben de deelnemers in twee groepen met elkaar besproken waar zij kansen zien voor samenwerking en versterking van de drie noordelijke provincies op het gebied van het gebruik van de diepe ondergrond. Uitgangspunten voor deze discussies waren de mogelijkheden van de ondergrond (zoals door IF Technologie in kaart gebracht). Deze kansen zijn vertaald naar vervolgstappen en acties voor de provincies zelf en de projectgroep Beleidsvisie diepe ondergrond.

De generieke lessen die volgen uit het werkatelier ('lessons learned') worden behandeld in hoofdstuk drie.

3 Resultaten en evaluatie

In dit hoofdstuk had het consortium van ‘Diep en Duurzaam’ inzicht willen geven in de belangrijkste *inhoudelijke* resultaten van het werkatelier op 25 september 2008 in termen van ‘lessons learned’. Onder de ‘lessons learned’ verstaan we een aantal inhoudelijke inzichten die de deelnemers met elkaar tijdens het werkatelier hebben bereikt, aangevuld met observaties van TNO en Deltares.

Op aandringen van en na overleg met de heer Enno Bregman, medewerker van de provincie Drenthe en één van de consortiumpartners, is besloten om deze resultaten nog niet in deze rapportage op te nemen. De twee belangrijkste redenen hiervoor zijn:

1. De verschillende manieren waarop de drie provincies Groningen, Friesland en Drenthe denken over en zich bezig houden met het gebruik van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond.
2. Het feit dat een provincie is georganiseerd op verschillende organisatorische schaalniveaus, zoals het ambtelijke en het bestuurlijke schaalniveau, en het per provincies verschilt op welke manier deze schaalniveaus zijn / worden betrokken bij het denken over het gebruik van de diepe ondergrond. .

Onderstaand wordt een toelichting gegeven bij deze twee punten en wordt aangegeven op welke manier deze punten het formuleren en publiceren van de ‘lessons learned’ uit het werkatelier van 25 september jl. beïnvloeden.

Ad 1) Het denken over gebruik diepe ondergrond per provincie.

De provincie Drenthe is sinds enkele jaren bezig om een visie te ontwikkelen over het gebruik van de diepe ondergrond, steeds in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond. Vanuit het programma ‘klimaat en energie’ van de provincie Drenthe zijn hiertoe verschillende initiatieven ontwikkeld, waarvan enkele ook beschreven zijn in het aangepaste projectvoorstel (d.d. 25 augustus 2008) van het project ‘Diep en Duurzaam’.

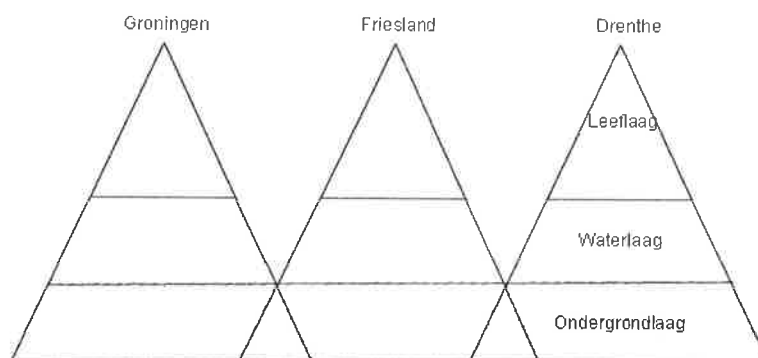
Eén van de belangrijkste initiatieven om tot een visie voor het gebruik van de diepe ondergrond te komen is het opstellen van het zogenaamde Integraal Beleidsplan Ondergrond Drenthe. Een werkgroep van ambtelijk medewerkers van de provincie Drenthe heeft hiertoe samen met Royal Haskoning en TNO een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden die de diepe ondergrond in de provincie Drenthe biedt en deze mogelijkheden vervolgens vertaald naar scenario’s voor het gebruik van die diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond. De resultaten van deze werkgroep zijn verwerkt in een zogenaamde ‘Beleidsnotitie Diepe Ondergrond Drenthe’. In deze beleidsnotitie heeft de projectgroep ook aangegeven welke vormen mogelijkheden voor het gebruik van de diepe ondergrond voorrang zouden moeten krijgen en welke mogelijkheden beter niet toegepast zouden moeten worden. Nadat de Beleidsnotitie Diepe Ondergrond er lag, hebben de projectmedewerkers verschillende initiatieven ondernomen om de bestuurders van de provincie Drenthe te informeren en laten meedenken over de visie voor het gebruik van de diepe ondergrond. Zo is over de inhoud van de beleidsnotitie gesproken tijdens een bijeenkomst van de gedeputeerde staten. Met één van de gedeputeerden, Tanja Klip, wordt nu verder bekeken op welke manier ook Provinciale Staten geïnformeerd kunnen worden over de inhoud van de beleidsnotitie.

Vanuit de ervaringen die de projectgroep heeft opgedaan met het opstellen van de Beleidsnotitie Diepe Ondergrond heeft Enno Bregman, trekker van het programma Klimaat en energie bij de provincie, ook initiatief genomen tot het opstellen van een interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. Om tot deze visie te komen is een kleine werkgroep opgericht met ambtelijk medewerkers van de provincies Drenthe, Groningen en Friesland. Deze werkgroep heeft IF Technologie en TNO de opdracht gegeven om een inventarisatie te maken van de mogelijkheden voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland.

De provincie Groningen is medio 2008 gestart met het opstellen van een visie over de opslag van CO₂ in de (diepe) ondergrond. Daarnaast werkt de provincie Groningen aan het opstellen van een ILG-bodemvisie. Het derde traject waaraan de provincie Groningen participeert in het opstellen van de interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. De provincie Groningen is van plan om de resultaten van deze interprovinciale ‘Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland’ te gebruiken voor het opstellen van de ILG-bodemvisie, zodat daarin zowel het gebruik van de ondiepe ondergrond als de diepe ondergrond wordt meegenomen. De medewerkers van de provincie Groningen die betrokken zijn bij deze trajecten zijn merendeels afkomstig van het ambtelijke niveau.

De provincie Friesland is op ambtelijk niveau al enige tijd bezig met het opstellen van de ILG-bodemvisie. Ook deze provincie participeert in het opstellen van de interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. Ook de provincie Friesland is voornemens om de resultaten van deze interprovinciale ‘Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland’ te integreren in de ILG-bodemvisie, zodat daarin zowel het gebruik van de ondiepe ondergrond als de diepe ondergrond wordt meegenomen. De medewerkers die tot nu toe hebben meegedacht en –gewerkt aan zowel de interprovinciale Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland, als ook de die De bestuurlijke top van de provincie Friesland De medewerkers van de provincie Friesland die zich momenteel bezighouden met de ILG-bodemvisie spreken daarom ook liever van een ‘bodem- en ondergrondvisie’, in plaats van over een ILG-bodemvisie.

Met behulp van onderstaand figuur kunnen we de genoemde verschillen in het denken over het gebruik van de diepe ondergrond ook grafisch weergeven:
De gearceerde laag in de figuur geeft de beleidsvisie Noord-Nederland aan.



De “water- en leeflaag” oftewel de ondiepe ondergrond is voor Drenthe uitgewerkt in de beleidsnotitie over de ondergrond, welke als bouwsteen dient voor het omgevingsplan van Drenthe. Friesland en Groningen werken deze ondiepe lagen verder uit in de bodemvisies vanuit het ILG. Hoe de diepe ondergrond een plaats krijgt in deze

ILG bodemvisie voor de provincies Friesland en Groningen is nog niet geheel duidelijk n.a.v. het werkatelier. In termen van (horizontale) interferentie is dit een belangrijk punt.

Ad 2) Verschillende organisatorische schaalniveaus

De deelnemers aan het werkatelier op 25 september waren hoofdzakelijk ambtelijk medewerkers van de provincies Groningen, Friesland en Drenthe. Ook bij het opstellen van de interprovinciale 'Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland' zijn tot nu toe vooral ambtelijk medewerkers van de drie provincies betrokken. Volgend uit de toelichting die wij hierboven hebben gegeven (denken over gebruik diepe ondergrond per provincie), verschilt ook per provincie op welke manier de bestuurlijke top betrokken is en wordt bij de totstandkoming van genoemde interprovinciale beleidsvisie en het maken en uitdragen van keuzes omtrent het gebruik van de diepe ondergrond. Kortweg kunnen we concluderen dat de medewerkers van de provincie Drenthe regelmatig contact hebben met in ieder geval één van de gedeputeerden en dat zij ook al een eerste presentatie hebben gegeven voor de Gedeputeerde Staten.

Voor de andere twee provincies geldt dat de route (het proces) om hun gedeputeerden te betrekken bij het denken over het gebruik van de diepe ondergrond nog bepaald moet worden.

Medewerkers van het programma Klimaat en Energie van de provincie Drenthe, als ook één van de gedeputeerden van de provincie Drenthe ambiëren om de ambtelijk medewerkers van de provincies Groningen en Friesland zoveel mogelijk te ondersteunen in het bepalen van die route en informeren van hun bestuurders.

Impact op resultaten werkatelier 25 september 2008

Voor de resultaten en 'lessons learned' van het werkatelier van 25 september 2008 betekenen bovenstaande punten het volgende:

- De inhoudelijke resultaten van het inventariserende onderzoek naar het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland zijn tot nu toe alleen nog besproken met de ambtelijk medewerkers van de drie provincies die betrokken zijn geweest bij dit onderzoek en het opstellen van (een eerste versie van) de Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland.
- Omdat de gezamenlijke route naar de bestuurlijke top van de drie provincies nog uitgestippeld moet worden, is een uiterst zorgvuldige en precieze formulering nodig van waar bepaalde keuzes voor het gebruik van de diepe ondergrond vandaan komen en 'van wie' de 'lessons learned' uit het werkatelier van 25 september 2008 zijn.
- Publicatie van de 'lessons learned' zonder bovenstaande punten in acht te nemen zou leiden tot verstoring van het proces in Noord-Nederland
- Bovendien zou publicatie van de 'lessons learned' zonder de gesuggereerde in achternemingen schadelijk kunnen zijn voor het draagvlak van gemaakte keuzes, niet alleen in Noord-Nederland maar ook landelijk (bijvoorbeeld in gesprek met het Rijk).

Om deze redenen hebben de consortiumpartners op 11 december jl. met elkaar afgesproken om de 'lessons learned' uit het werkatelier op 25 september 2008 opnieuw te formuleren, zodanig dat de resultaten ook door SKB gebruikt kunnen worden voor publicatie. De planning die wij als consortium hierbij voor ogen hebben, is opgenomen in het volgende hoofdstuk (aanbevelingen voor vervolgstappen).

4 Aanbevelingen voor de vervolgfase

De inhoudelijke aandachtspunten die uit het werkatelier van 25 september 2008 naar voren kwamen (en die in deze rapportage dus nog niet zijn genoemd), zijn opgepakt door IF-Technology en de projectgroep Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland en verwerkt in het eindverslag van IF-technology over de gebruiksmogelijkheden van de diepe ondergrond. De projectgroep Beleidsvisie Diepe Ondergrond heeft de daaruit voortvloeiende acties voor de provincies opgepakt, en is bijvoorbeeld bezig om een route uit te stippelen om de bestuurders van de drie provincies te informeren over en betrekken bij de resultaten van de inventariserende studie naar het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland.

Verdere aanbevelingen in dit hoofdstuk betreffen de vervolgstappen van het project “Duurzame ruimtelijke ontwikkelingen en bodembeheer tot in de diepe ondergrond”.

1. Herformuleren lessons learned

Zoals in het vorige hoofdstuk is toegelicht zal het consortium de komende tijd werken aan een nieuwe formulering van de inhoudelijke ‘lessons learned’ uit het werkatelier van 25 september 2008, zodanig dat deze voor publicatie kunnen worden gebruikt. Het consortium stelt voor om deze ‘lessons learned’ uiterlijk 31 januari 2009 aan SKB toe te sturen. Als zijnde een aanvulling op onderliggende voortgangsrapportage.

2. Interviews

Zoals ook in het voorgaande hoofdstuk toegelicht viel tijdens het werkatelier voor de **Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland** (d.d. 25 september 2008) op dat het proces ten behoeve van (provinciale) visievorming bij de drie Noordelijke provincies ongelijk loopt.

Daarom stelt het consortium van het project ‘Diep en Duurzaam’ voor om **interviews** te houden met medewerkers van de provincies Groningen en Friesland die ofwel betrokken zijn bij het opstellen van de ILG bodemvisie ofwel meedoen in de projectgroep ‘Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland’. In de praktijk blijkt dat dit steeds verschillende (ambtelijk) medewerkers zijn.

Deze interviews zullen ingaan op het proces, (mogelijke) interferenties tussen diepe en ondiepe ondergrond en hoe elke provincie keuzes maakt tussen ambities ten opzichte van de diepe ondergrond (schaal Noord-Nederland) en de ondiepe ondergrond (schaal regio / provincie). Daarnaast kunnen de interviews gebruikt worden om na te gaan welke rol de factor tijd speelt in het maken van keuzes voor het gebruik van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en bovengrond.

Het eerste interview is gehouden tijdens de bodembreeddagen op 2 en 3 december jl. in Lunteren. De overige interviews (bodemvisie en projectgroep Beleidsvisie diepe ondergrond) zullen begin 2009 worden uitgevoerd. De betrokkenen zijn hiervoor al benaderd en hebben positief gereageerd op het geven van een interview.

3. Analyse over interprovinciale samenwerking

Op basis van de lessons learned uit het tweede werkatelier en met de resultaten van de interviews wil het consortium een analyse schrijven over de verschillende fases waarin de drie provincies zich bevinden ten aanzien van het ontwikkelen van een visie over de diepe ondergrond, dan wel het opstellen van bodem- en ondergrondvisies. Het

kansen en knelpunten van het (concept) Integraal Beleidsplan Ondergrond voor de activiteiten en belangen van de zakelijke wereld. Naast de NAM zouden voor dit werkatelier ook betrokken projectontwikkelaars en ondernemers uit (de omgeving van) Drenthe uitgenodigd worden¹. Met de resultaten van dit tweede werkatelier had de projectgroep die zich binnen de provincie Drenthe bezighoudt met de 'Beleidsnotitie ondergrond Drenthe' de laatste aanscherpingen willen doorvoeren, met het oog op een groter draagvlak.

Echter, op dit moment heeft de projectgroep besloten om het organiseren van een tweede werkatelier over dit onderwerp nog eens te bezien. Enno Bregman, lid van het consortium, zal op korte termijn met Tanja Klip, één van de gedeputeerden van de provincie Drenthe, bespreken of een derde werkatelier inderdaad gebruikt kan worden om de huidige versie van de Beleidsnotitie Ondergrond Drenthe voor te leggen aan de zakelijke wereld. Afhankelijk van de uitkomsten van dit gesprek zal besloten worden welk onderwerp wordt behandeld tijdens het derde werkatelier en op welk moment.

In het geval besloten wordt om dit werkatelier over een ander onderwerp te laten gaan, dan is het consortium voornemens om de zakelijke wereld te banderen middels interviews. Immers concurrerende belangen, mogelijke interferenties en het maken van keuzes op verschillende ruimtelijke en tijdschalen blijven interessant om van te leren.

In ieder geval is een afspraak gepland tussen een ambtelijk medewerker van de provincie Drenthe en een medewerker van de NAM, om over de betekenis van de Beleidsnotitie Ondergrond Drenthe' te spreken in relatie tot de bedrijfsvoering en geplande ontwikkelingen door de NAM. Mogelijk kan het consortium bij dit gesprek aansluiten. Dit wordt momenteel verkend.

¹ In Drenthe zijn de grotere woningcorporaties intensief betrokken bij projecten en zijn enkele grote bouwers bezig met zaken als duurzaam bouwen in samenspraak met provincie (bijvoorbeeld SWA, Stichting Woonconcept en BAM).

5 Aanvullende literatuur

Tauw voert in opdracht van VROM “De redeneerlijn Ondergrond” uit. De redeneerlijn is een hulpmiddel voor afweging van ondergrondse activiteiten. In deze redeneerlijn kunnen de effecten van ingrepen in de ondergrond vertaald worden naar de consequenties voor bodemfuncties. Momenteel vinden er regiobijeenkomsten plaats ter toetsing van de redeneerlijn (oktober/november 2008).

http://www.senternovem.nl/mmfiles/N003-4596006PZO-V01_tcm24-283276.pdf

Deze redeneerlijn wordt toegevoegd aan de literatuurlijst zoals opgenomen in het projectvoorstel Diep en Duurzaam d.d. 25 augustus 2008.

6 Ondertekening

Delft, 26 februari 2009

TNO Bouw en Ondergrond

Ir. T.J.J. van der Horst
Businessunit Innovatie en Ruimte
Afdelingshoofd

Ir. L. Maring
Deltares
Unit Bodem- en Grondwatersystemen



Aan

Geiske Bouma (SKB, programmaleider)
Hanny Verbakel (SKB, managementassistente)

Van

Hanneke Puts

Kopie aan

Enno Bregman (provincie Drenthe), Linda Maring (Deltares), Muriel van der Kuip en Sonja Dopp (TNO)

Onderwerp

Deelresultaat 1 - Resultaten en herformulering 'lessons learned' n.a.v. werkatelier 'Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland'

Innovatie en Ruimte

Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 15 276 30 00
F +31 15 276 30 10
info-BenO@tno.nl

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

E-mail

hanneke.puts@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 15 269 66 91

Doorkiesfax

+31 15 269 68 40

Deelresultaat 1:

Resultaten werkatelier 25 september 2008

Op 25 september 2008 heeft het consortium van het SKB-project Diep en Duurzaam een werkatelier georganiseerd over de interprovinciale beleidsvisie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. Deze interprovinciale beleidsvisie wordt opgesteld binnen het SNN verband (Samenwerking Noord-Nederland). Ambtelijk medewerkers van de provincies Drenthe, Groningen en Friesland hebben hiertoe een werkgroep opgezet. Deze werkgroep heeft aan IF Technologie en TNO Bouw en Ondergrond de opdracht gegeven om een inventarisatie te maken van de mogelijkheden voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. De resultaten van deze inventarisatie waren een belangrijke bron van informatie voor het werkatelier op 25 september 2008. Aan de hand daarvan hebben de deelnemers aan het werkatelier een eerste aanzet gedaan voor het benoemen van gezamenlijke kansen voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland, in relatie tot mogelijkheden en ontwikkelingen in de ondiepe ondergrond en de bovengrond.

Met betrekking tot de 'lessons learned' uit dit werkatelier gelden de volgende twee aandachtspunten:

1. De verschillende manieren waarop de drie provincies Groningen, Friesland en Drenthe denken over en zich bezig houden met het gebruik van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond;
2. Het feit dat een provincie is georganiseerd op verschillende organisatorische schaalniveaus, zoals het ambtelijke en het bestuurlijke schaalniveau, en het per provincies verschilt op welke manier deze schaalniveaus zijn / worden betrokken bij het denken over het gebruik van de diepe ondergrond.

Het eerste aandachtspunt kunnen we toelichten door per provincie inzichtelijk te maken op welke manier men het gebruik van de diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond betreft in de beleidspraktijk.

Het tweede aandachtspunt werkt door in de lessons learned die het consortium van het SKB-project Diep en Duurzaam kan destilleren uit de resultaten van het werkatelier van 25 september 2008.

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

2/7

Het denken over gebruik diepe ondergrond per provincie

De **provincie Drenthe** is reeds enkele jaren bezig om een visie te ontwikkelen over het gebruik van de diepe ondergrond, steeds in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond. Vanuit het provinciale programma 'klimaat en energie' van de provincie Drenthe zijn hiertoe verschillende initiatieven opgezet, waarvan enkele ook beschreven zijn in het aangepaste projectvoorstel (d.d. 25 augustus 2008) van het SKB-project 'Diep en Duurzaam'.

Eén van de belangrijkste initiatieven om tot de visie voor het gebruik van de diepe ondergrond voor de provincie Drenthe te komen, is het opstellen van het zogenaamde Integraal Beleidsplan Ondergrond Drenthe. Een werkgroep bestaande uit ambtelijk medewerkers van de provincie Drenthe heeft hiertoe samen met Royal Haskoning en TNO een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden die de diepe ondergrond in de provincie Drenthe biedt en deze mogelijkheden vervolgens vertaald naar scenario's voor het gebruik van die diepe ondergrond in relatie tot de ondiepe ondergrond en de bovengrond. De resultaten van deze provinciale, ambtelijke werkgroep ondersteund door Royal Haskoning en TNO zijn verwerkt in een zogenaamde 'Beleidsnotitie Diepe Ondergrond Drenthe'. In deze beleidsnotitie heeft de werkgroep ook een voorstel gedaan voor gebruiksmogelijkheden in de diepe ondergrond die voorrang zouden moeten krijgen en welke gebruiksmogelijkheden in de diepe ondergrond beter niet toegepast zouden moeten worden. Dit voorstel wordt ook wel de 'Ladder van Drenthe' genoemd. Nadat de Beleidsnotitie Diepe Ondergrond was afgerond (ca. november 2008), hebben de ambtelijk medewerkers uit de werkgroep verschillende initiatieven ondernomen om de bestuurders van de provincie Drenthe te informeren en laten meedenken over de visie voor het gebruik van de diepe ondergrond en de prioritering van gebruiksmogelijkheden in de diepe ondergrond die de ambtelijk medewerkers uit de werkgroep voorstellen. Zo heeft één van de ambtelijk medewerkers uit de werkgroep, tevens trekker van het provinciale programma 'Klimaat en Energie' van de provincie Drenthe en ook consortiumpartner van dit project, Enno Bregman, over de inhoud van de beleidsnotitie een presentatie gehouden tijdens een bijeenkomst van Gedeputeerde Staten van de provincie Drenthe. De inhoudelijk betrokken gedeputeerde, Tanja Klip, denkt met Enno Bregman mee over de manier waarop ook Provinciale Staten in Drenthe geïnformeerd en betrokken kunnen worden over de inhoud van de beleidsnotitie en de 'Ladder van Drenthe'.

Vanuit de ervaringen die de werkgroep in Drenthe heeft opgedaan met het opstellen van de Beleidsnotitie Diepe Ondergrond voor Drenthe heeft het dagelijks bestuur van het Samenwerkingsverband Noord Nederland (SNN) aan de provincie Drenthe gevraagd om samen met de provincies Friesland en Groningen een interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland te ontwikkelen. Om tot deze te visie te komen is een kleine werkgroep opgericht met ambtelijk medewerkers van de provincies Drenthe, Groningen en Friesland. Deze werkgroep heeft aan IF Technologie en TNO de opdracht gegeven om een inventarisatie te maken van de technische mogelijkheden voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

3/7

Nederland. Dit heeft geleid tot de ‘Technische potentieelstudie diepe ondergrond Noord Nederland’. Op basis van deze studie zijn enerzijds een aantal actiepunten geformuleerd voor gezamenlijke (interprovinciale) uitvoering; anderzijds vindt bij elke provincie afzonderlijk uitwerking van de resultaten plaats in het kader van de op te stellen ILG-bodemvisies. M.b.t. de visie voor de ondergrond per provincie is gesteld dat de drie provincies deze zoveel mogelijk op elkaar afstemmen. De werkgroep diepe ondergrond Noord-Nederland heeft hierin een coördinerende rol.

De **provincie Groningen** is medio 2008 gestart met het opstellen van een visie over de opslag van CO₂ in de (diepe) ondergrond. Daarnaast werkt de provincie Groningen aan het opstellen van een ILG-bodemvisie. Eén van de ambtelijk medewerkers van deze provincie, Josée Woertman, coördineert de totstandkoming van de ILG-bodemvisie en zorgt voor brede deelname en betrokkenheid vanuit verschillende disciplines uit het ambtelijk niveau van de provincie. Het derde traject waaraan de provincie Groningen participeert, is het opstellen van de interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland. Zoals eerder genoemd maakt een van de ambtelijk medewerkers van de provincie Groningen, Desmond de Vries, deel uit van de werkgroep die belast is met het opstellen van de interprovinciale visie. De coördinator van de ILG-Bodemvisie is voornemens om de resultaten van de interprovinciale ‘Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland’ mee te nemen binnen de ILG-Bodemvisie, zodat daarin zowel het gebruik van de ondiepe ondergrond als de diepe ondergrond wordt meegenomen.

De medewerkers van de provincie Groningen die betrokken zijn bij deze trajecten zijn afkomstig van het ambtelijke niveau. De bestuurlijke top van de provincie Groningen wordt in een later stadium actiever betrokken.

De **provincie Friesland** is op ambtelijk niveau al enige tijd bezig met het opstellen van de ILG-Bodemvisie (Sikke Roosma). Ook deze provincie participeert in het opstellen van de interprovinciale visie voor het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland (Albert Hahn). Ook de provincie Friesland is voornemens om de resultaten van deze interprovinciale ‘Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland’ te integreren in de ILG-bodemvisie, zodat daarin zowel het gebruik van de ondiepe ondergrond als de diepe ondergrond wordt meegenomen. De medewerkers die tot nu toe hebben meegedacht en –gewerkt aan zowel de interprovinciale Beleidsvisie Diepe Ondergrond Noord-Nederland, als ook de medewerkers die zich bezighouden met de ILG-bodemvisie voor de provincie Friesland spreken daarom ook liever van een ‘bodem- en ondergrondvisie’, in plaats van over een ILG-bodemvisie.

Relatie tussen provincies en de diepe en ondiepe ondergrond en de bovengrond

Onderstaand figuur laat schematisch zien wat de relatie is tussen de verschillende initiatieven en provincies in Noord-Nederland:

Datum

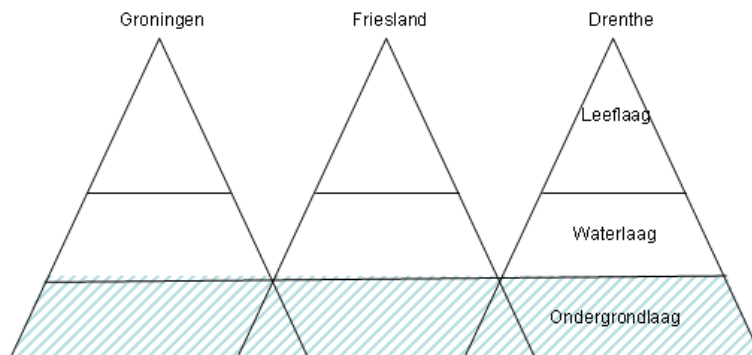
2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

4/7



De gearceerde laag in de figuur verwijst naar de interprovinciale beleidsvisie diepe ondergrond voor Noord-Nederland. De “water- en leeflaag” oftewel de ondiepe ondergrond is door de provincie Drenthe uitgewerkt in de zogenaamde ‘Beleidsnotitie Diepe Ondergrond Drenthe’, welke als bouwsteen dient voor het omgevingsplan van Drenthe. De provincies Friesland en Groningen werken deze ondiepe lagen verder uit in de zogenaamde ILG-Bodemvisies. Hoe de gebruiksmogelijkheden voor de diepe ondergrond geïntegreerd worden in deze provinciale ILG-Bodemvisies voor de provincies Friesland en Groningen wordt momenteel nader verkend. In termen van (horizontale) interferentie is dit een belangrijk punt. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat de inrichting van de diepe ondergrond voornamelijk onder de bevoegdheid van het Rijk valt, terwijl de ondiepe ondergrond een provincie-aangelegenheid is.

Betrokkenheid verschillende organisatorische schaalniveaus binnen provincies

Uit bovenstaande toelichting bij de wijze waarop de drie noordelijke provincies denken over en zich bezig houden met het gebruik van de diepe ondergrond, blijkt dat met name de provincie Drenthe actief is in het betrekken van de bestuurlijke laag in de provincie Drenthe, in ieder geval wat betreft de inhoud van de ‘Beleidsnotitie Diepe Ondergrond Drenthe’. Eind 2008 zijn de eerste resultaten van de gezamenlijke interprovinciale beleidsnotitie diepe ondergrond door ambtelijk medewerkers van het programma Klimaat en Energie van de provincie Drenthe diepe ondergrond gepresenteerd aan de gedeputeerden van Drenthe. Naar aanleiding hiervan denkt de gedeputeerde Tanja Klip actief met Enno Bregman mee over een volgende stap: het betrekken van de leden van Provinciale Staten (PS) in Drenthe. Provinciale Staten worden langs twee sporen geïnformeerd over de inhoud van de Beleidsnotitie Diepe Ondergrond Drenthe’ en de interprovinciale beleidsvisie diepe ondergrond Noord Nederland:

- 1) via de communicatie over het Klimaat en Energieprogramma aan de provincie Drenthe (stap voor stap informeren/ betrekken bij/ samen ontwikkelen);
- 2) bij de uitwerking van het nieuwe omgevingsbeleid Drenthe.

Voor Enno Bregman is het vanzelfsprekend dat deze twee sporen ook worden afgestemd met de eerdere genoemde invulling van de bodemvisie. Ook Drenthe wil de visie over de diepe ondergrond en de bodemvisie integreren; hoe dit moet gebeuren is nog niet geheel duidelijk.

Voor de provincies Groningen en Friesland geldt dat het proces, om de inhoudelijk betrokken / verantwoordelijke gedeputeerden te betrekken bij het denken over het gebruik van de diepe ondergrond, nog bepaald moet worden. Medewerkers van het programma Klimaat en Energie van de provincie Drenthe, als ook één van de

gedeputeerden van de provincie Drenthe hebben aangeboden om de ambtelijk medewerkers van de provincies Groningen en Friesland zoveel mogelijk te ondersteunen in het bepalen van die route en informeren van hun bestuurders.

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

5/7

'Lessons learned'

Onder de 'lessons learned' verstaan we de inhoudelijke inzichten van de deelnemers tijdens het werkatelier op 25 september 2008 en daarnaast observaties van TNO en Deltares tijdens het werkatelier. De 'lessons learned' zijn gebaseerd op feitelijke gegevens en dusdanig verwoord dat ze algemeen bruikbaar zijn.

Verschillen tussen provincies in denken over diepe ondergrond

Eén van de belangrijkste inzichten uit het werkatelier op 25 september 2008 is dat de drie provincies in Noord-Nederland op een verschillende manier bezig zijn om het gebruik van de diepe ondergrond een plek te geven in de provinciale beleidspraktijk. Zo verschilt bijvoorbeeld de periode waarin de drie provincies in kaart brengen wat de (technische) kansen zijn voor het gebruik van de diepe ondergrond en de vertaling van die kansen naar de beleidspraktijk. De ene provincie heeft hierover al een eigen visie opgesteld. De andere provincie zit nog in de oriënterende fase. Een ander verschil is dat het per provincie verschilt in hoeverre de verschillende organisatorische niveaus van de organisatie betrokken zijn bij het onderwerp. Bij de ene provincie zijn het tot nu toe vooral ambtelijk medewerkers geweest die hebben meegedacht over het gebruik van de (on)diepe ondergrond. Bij de andere provincie zijn ook al de bestuurders betrokken en geïnformeerd.

Gezamenlijk proces

De ambtelijk medewerkers van de drie provincies die samen de werkgroep diepe ondergrond Noord-Nederland vormen, hebben zich voordat zij begonnen aan de voorbereidingen voor de beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland niet voldoende gerealiseerd wat de inhoudelijke en organisatorische verschillen tussen de provincies betekenen voor het proces voor het opstellen van een visie over het gebruik van de diepe ondergrond. Dit heeft tot gevolg gehad dat de drie medewerkers vanuit de stand van zaken binnen de eigen provincie in het gezamenlijke proces zijn gestapt voor de totstandkoming van de interprovinciale beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland. Bij de afronding van de inventarisatiefase waarin alle gebruiksmogelijkheden voor de diepe ondergrond in kaart zijn gebracht (vanuit de fysieke / technische mogelijkheden van die diepe ondergrond), heeft de werkgroep zich gerealiseerd dat het van groot belang is om een gezamenlijke route te bepalen om 1) tot een inhoudelijke visie te komen voor het gebruik van de diepe ondergrond en 2) de bestuurders uit elke provincie te betrekken bij het denken over het gebruik van de diepe ondergrond.

In complexe processen zoals als het ontwikkelen van bodem(- en ondergrond)visies is het onvermijdelijk dat de snelheid en mate van voortgang bij de verschillende partijen ongelijk loopt. Bij het uitstippelen van een gezamenlijk proces voor de ontwikkeling van een interprovinciale beleidsvisie over de diepe ondergrond is het van belang om die verschillen te accepteren en mee te nemen in het gezamenlijke proces. Dit vraagt van alle partijen begrip, flexibiliteit en bereidheid om te leren van elkaars ervaringen.

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

6/7

Een aanbeveling van TNO en Deltares voor de provincies is om over de genoemde verschillen met elkaar in gesprek te blijven en met elkaar te waarborgen dat het gezamenlijke proces niet wordt tegengehouden of gedwarsboemd door de snelheid / ambities van de afzonderlijke provincies. De werkgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland heeft dit punt proactief opgepakt, en nadere afspraken gemaakt over het gezamenlijke proces en de manier waarop de bestuurders van de drie provincies worden geïnformeerd.

Kracht van de regio Noord-Nederland

Uit de inventarisatie naar de technische gebruiksmogelijkheden van de diepe ondergrond die de interprovinciale werkgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland heeft laten uitvoeren, blijkt dat de gebruiksmogelijkheden met de diepe ondergrond grensoverschrijdend zijn. Een duurzaam en strategisch gebruik van de diepe ondergrond in relatie tot mogelijkheden en ontwikkelingen in de ondiepe ondergrond en bovengrond, vraagt dan ook om een bundeling van (provinciale) krachten. Hoewel keuzes over het gebruik van de diepe ondergrond voornamelijk onder de bevoegdheden van het Rijk (EZ) vallen, stellen de drie Noordelijke provincies zich pro-actief op om de kans op een duurzaam en strategisch gebruik van de diepe ondergrond te verhogen en om de ontwikkeling en versterking van de regio Noord-Nederland een impuls te geven (SNN).

In de praktijk betekent dit dat de drie noordelijke provincies de kansen en belangen voor de regio Noord-Nederland voorop zouden moeten stellen bij het (pro-actief) ontwikkelen van een visie en maken van keuzes. Niet alleen vergroot dit de kans op een duurzaam en strategisch gebruik van de diepe ondergrond, ook draagt dit bij aan de ontwikkeling en versterking van de regio Noord-Nederland (vanuit de SNN gedachte).

Afstemming vraag en aanbod

Eén van de mogelijkheden is het gebruik van de diepe ondergrond als bijdrage aan het klimaatvraagstuk. Zo zijn er kansen voor geothermie, (tijdelijke) gasopslag, CO₂-opslag, opslag van afval, etc. De drie provincies in Noord-Nederland hebben hierin nog geen prioriteiten gesteld of keuzes gemaakt.

De deelnemers van het werkatelier op 25 september 2008 gaven aan dat voor de gebruiksfuncties in de diepe ondergrond het leggen van (provincie) grensoverschrijdende koppelingen tussen aanbod (denk aan geschikte locaties voor geothermie, gasopslag of CO₂-opslag) en de vraag (bijvoorbeeld vanuit de energiebehoefte vanuit bovengrondse activiteiten) kansen biedt. Deze koppeling is nodig om voldoende rendement te kunnen behalen uit die diepe ondergrond, maar ook om duurzame en strategische afwegingen te kunnen maken in relatie tot het gebruik van de diepe ondergrond en (ruimtelijke) ontwikkelingen bovengronds.

Ten behoeve van de ontwikkeling (pro-actief) van een duurzame en strategische visie over het gebruik van de diepe ondergrond in de regio Noord-Nederland door de drie provincies gezamenlijk (via werkgroep diepe ondergrond Noord Nederland), zou een dergelijke afstemming tussen aanbod en vraag nog moeten gebeuren. Grootschaligheid (en dus vraag naar warmte en energie) van functies en activiteiten (bv. woonfunctie en bedrijvigheid) lijkt hierin een bepalende factor te zijn.

Datum

2 februari 2009

Onze referentie

TNO-034-DTM-2009-00390-
PSH-KLL-20400

Blad

7/7

Dit betekent ook dat de uitdaging is om de gebruiksmogelijkheden van de diepe ondergrond zoveel mogelijk te koppelen aan lopende (bv. ruimtelijke, economische of maatschappelijke) opgaven en maatschappelijke thema's. Op die manier kan het gebruik van de diepe ondergrond een bewuste en strategische plek krijgen in (ruimtelijke, economische, maatschappelijke) thema's, beleid en de planning van activiteiten en functies. Zowel op regionaal, als op provinciaal niveau. Zowel ondergronds, als bovengronds.

Vanuit visie in dialoog

De werkgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland streeft ernaar (op verzoek van het dagelijks bestuur SNN) om voor de regio een duidelijke en heldere visie te ontwikkelen over het gebruik van de diepe ondergrond, vanuit de fysieke mogelijkheden die de diepe ondergrond biedt, en in relatie tot ontwikkelingen in de ondiepe ondergrond en bovengronds. Deze ambitie komt voort uit de overtuiging dat de regio Noord-Nederland zich vanuit een eigen visie kan profileren als een krachtige en goed voorbereide gesprekspartner over toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen en het gebruik van de (diepe) ondergrond in Noord-Nederland. Partijen die mogelijk in de toekomst afspraken willen maken over het gebruik van de diepe ondergrond in Noord-Nederland zijn de Rijksoverheid (verantwoordelijk voor beleid over de diepe ondergrond) en private partijen.

Het feit dat het gebruik van de diepe ondergrond relatief nieuw is en er op dit terrein nog weinig beleid bestaat (afgezien van de mijnbouwwet), ziet de werkgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland als kans om proactief te werk te gaan. Zowel op ambtelijk als op bestuurlijk niveau vindt men het belangrijk om die eigen visie te ontwikkelen.

Tijd en Ruimte

Proactief keuzes maken heeft ook te maken met de tijdsfactor. Hoe verder men vooruitkijkt en weet van de mogelijkheden die de diepe ondergrond te bieden heeft, nu en op termijn, hoe beter men deze mogelijkheden kan koppelen aan ambities voor het gebruik van de ondiepe ondergrond en ruimtelijke ontwikkelingen bovengronds. Als nu niet wordt nagedacht over de lange termijn en impact van bepaalde activiteiten, is de kans des te groter dat men te maken krijgt met interferentie, concurrentie en uitsluiting van functies. Bovendien bestaat dan het risico dat kansen met de diepe ondergrond onbenut blijven of dat schadelijke effecten kunnen optreden in de toekomst (afwenteling in de tijd)

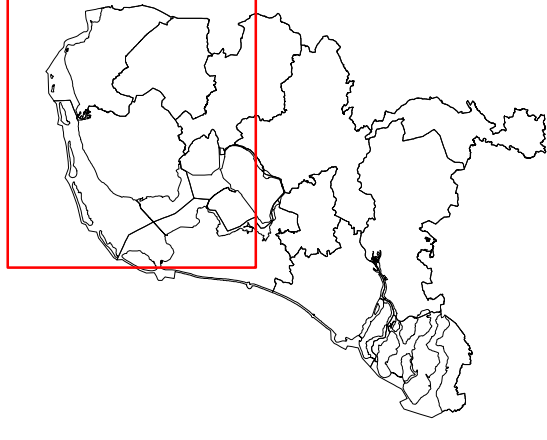
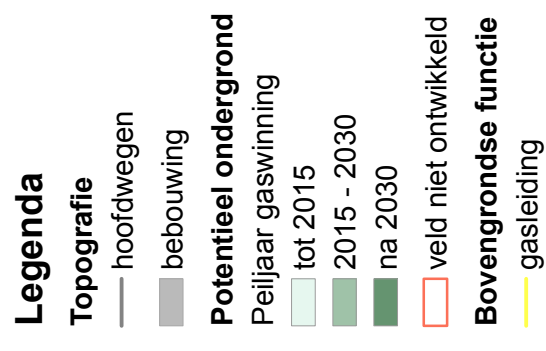
Bewust en strategisch keuzes maken betekent korte termijn plannen koppelen aan lange termijn ontwikkelingen, mogelijkheden en ambities.

Ook dit is een van de drivers voor de werkgroep beleidsvisie diepe ondergrond Noord-Nederland en bestuurders van de drie provincies.

Bijlage 4

Potentieelkaarten diepe ondergrond

Potentieelkaart gaswinning



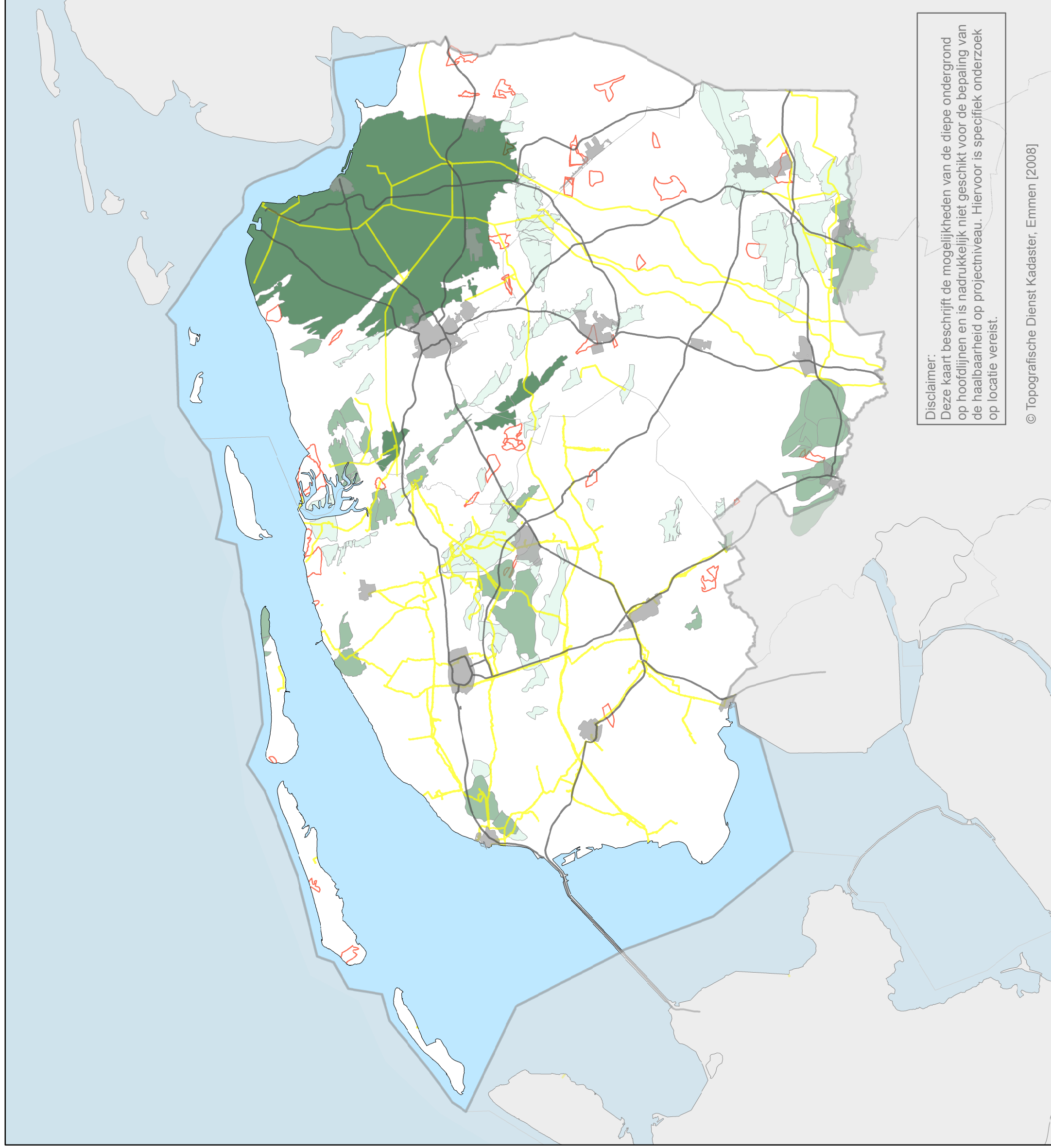
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

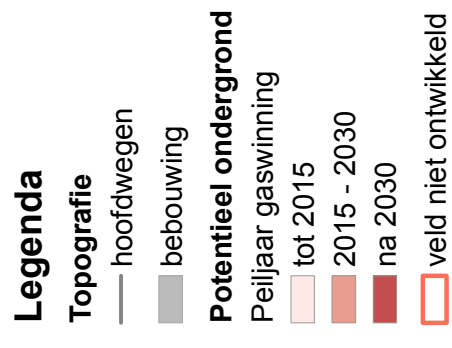
Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Potentieelkaart oliewinning



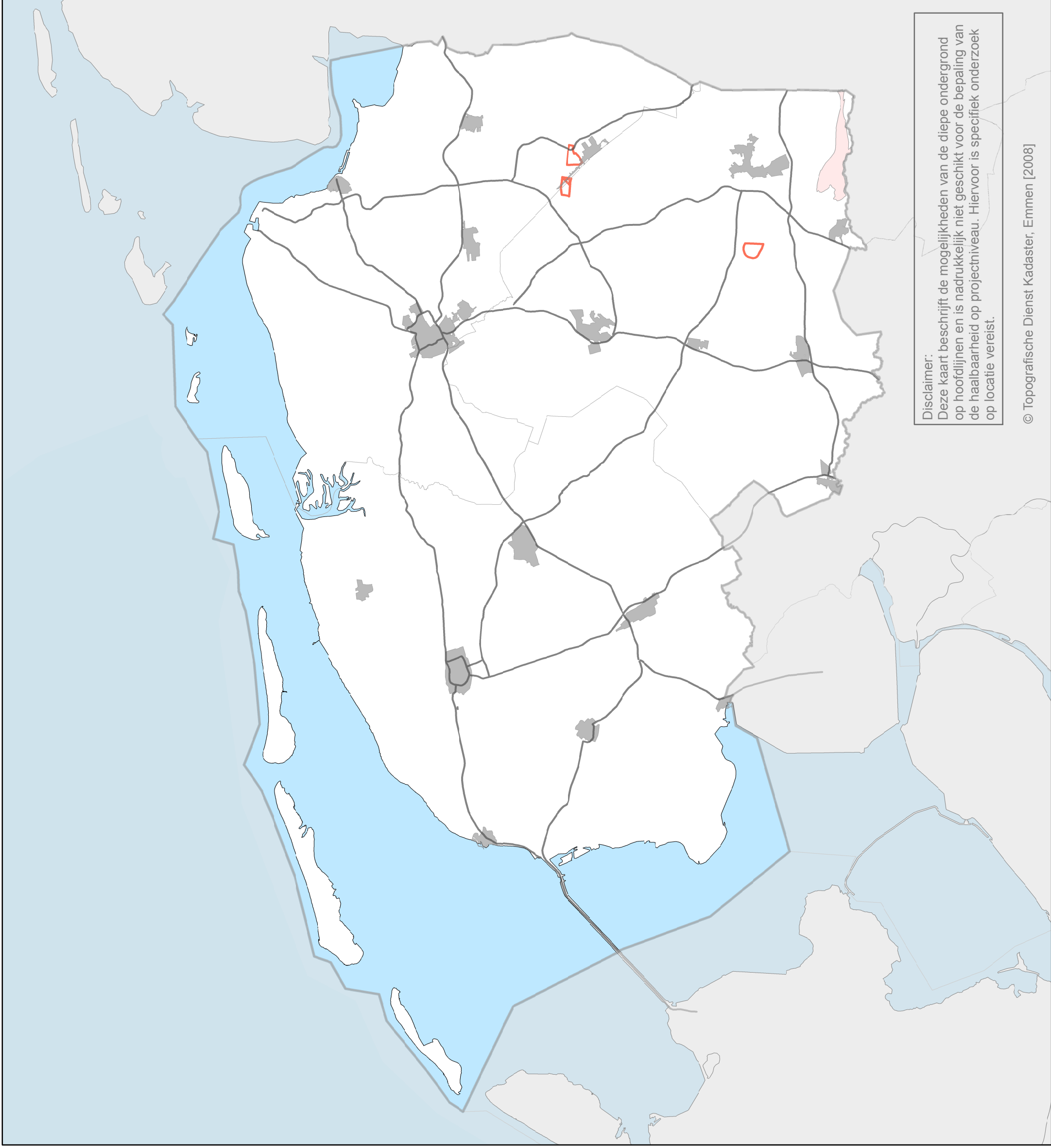
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Potentieelkaart zoutwinning diapiëren

Legenda

Topografie

— hoofdwegen

■ bebouwing

Potentieel ondergrond

- Bestaande zoutputten

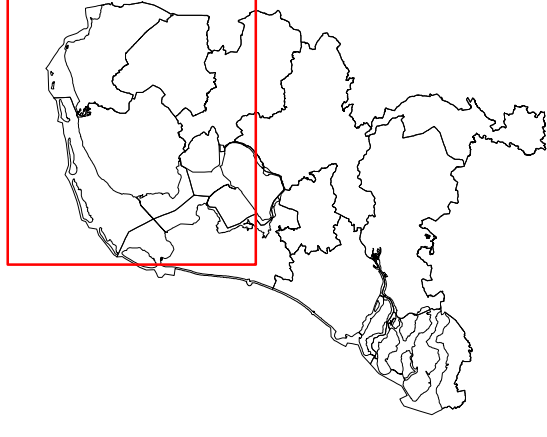
Bestaande cavernes

 Zoutconsessies

☐ Niet-gewonnen diapiëren

Bovengrondse functie

indampingsinstallatie



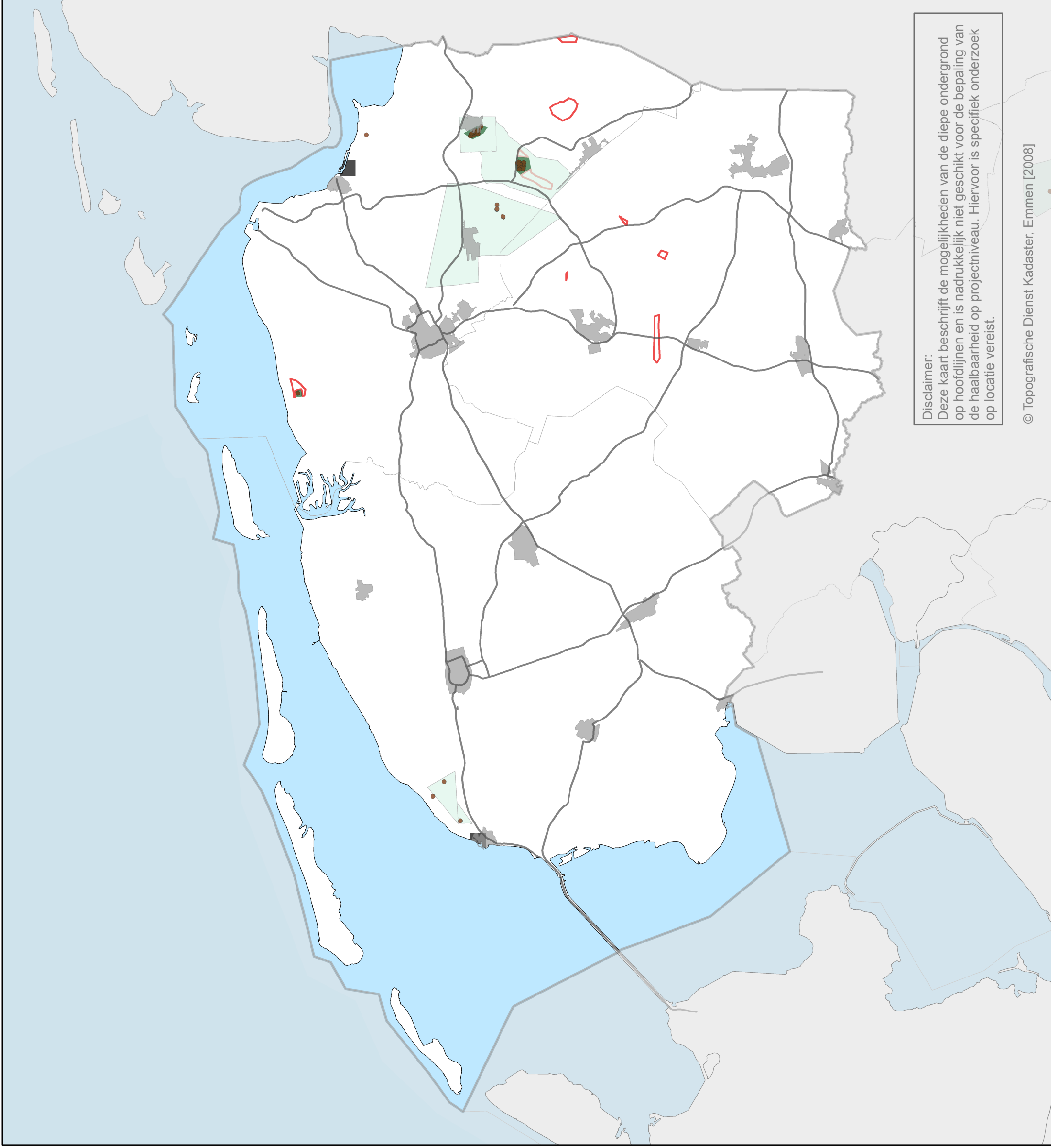
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status:



Disclaimer:

Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Topografie

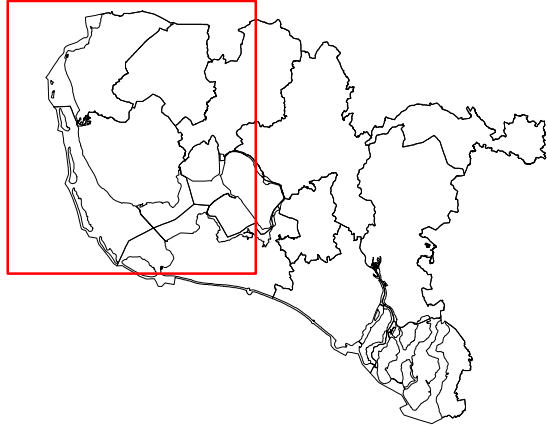
Potentieel ondergrond

25 - 50	[GJ/ha/jaar]
50 - 100	[GJ/ha/jaar]
100 - 250	[GJ/ha/jaar]
250 - 500	[GJ/ha/jaar]
500-750	[GJ/ha/jaar]
750 - 1.500	[GJ/ha/jaar]
1.500 - 3.000	[GJ/ha/jaar]
> 3.000	[GJ/ha/jaar]

woningbouw ontwikkelingsgebied

glastuinbouw bestaand

 glastuinbouw ontwikkelingsgebied



Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Potentieelkaart elektriciteit uit geothermie

Legenda

Topografie

— hoofdwegen

■ bebouwing

Bovengrondse functie

— hogspanningsleidingen

Potentieel ondergrond

0,01 -0,25 [MWe/5km²]

0,25 - 0,50 [MWe/5km²]

0,50 - 0,75 [MWe/5km²]

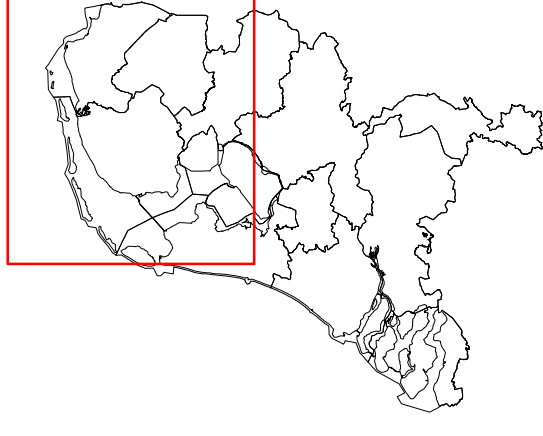
0,75 - 1,00 [MWe/5km2]

1,00 - 1,50 [MWe/5km²]

1,50 - 2,00 [MWe/5km2]

2,00 - 2,50 [MWe/5km2]

verbreiding kolenkalk: mogelijk geschikt



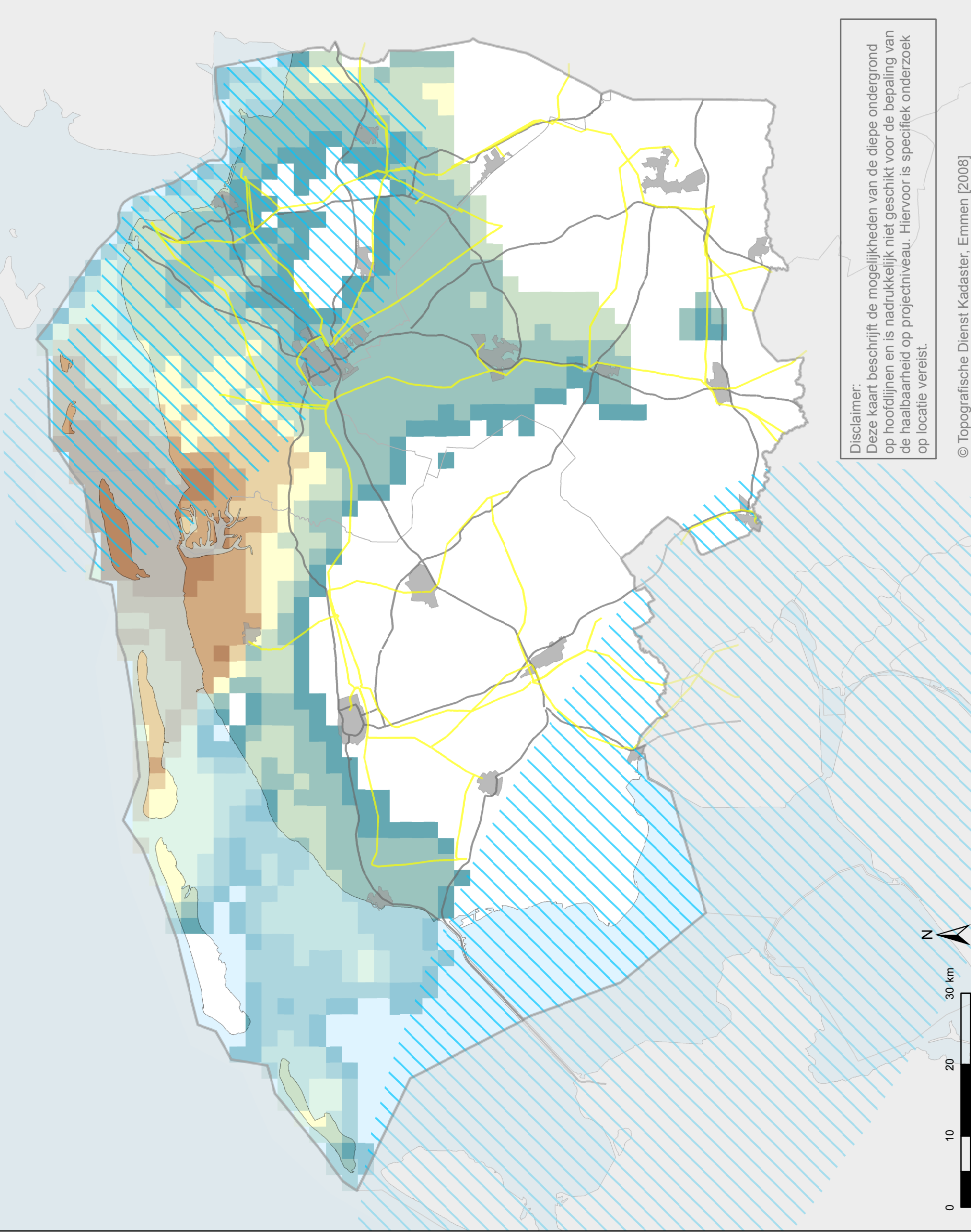
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]



Potentieelkaart gasopslag in lege gasvelden na 2030

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 BCM
- 10 - 20 BCM
- 20 - 50 BCM
- > 50 BCM
- permeabiliteit aandachtspunt
- H₂S aandachtspunt
- seismiciteit aandachtspunt
- veld niet ontwikkeld

Bovengrondse functie

- gasleiding

0 10 20 30 km

N

Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

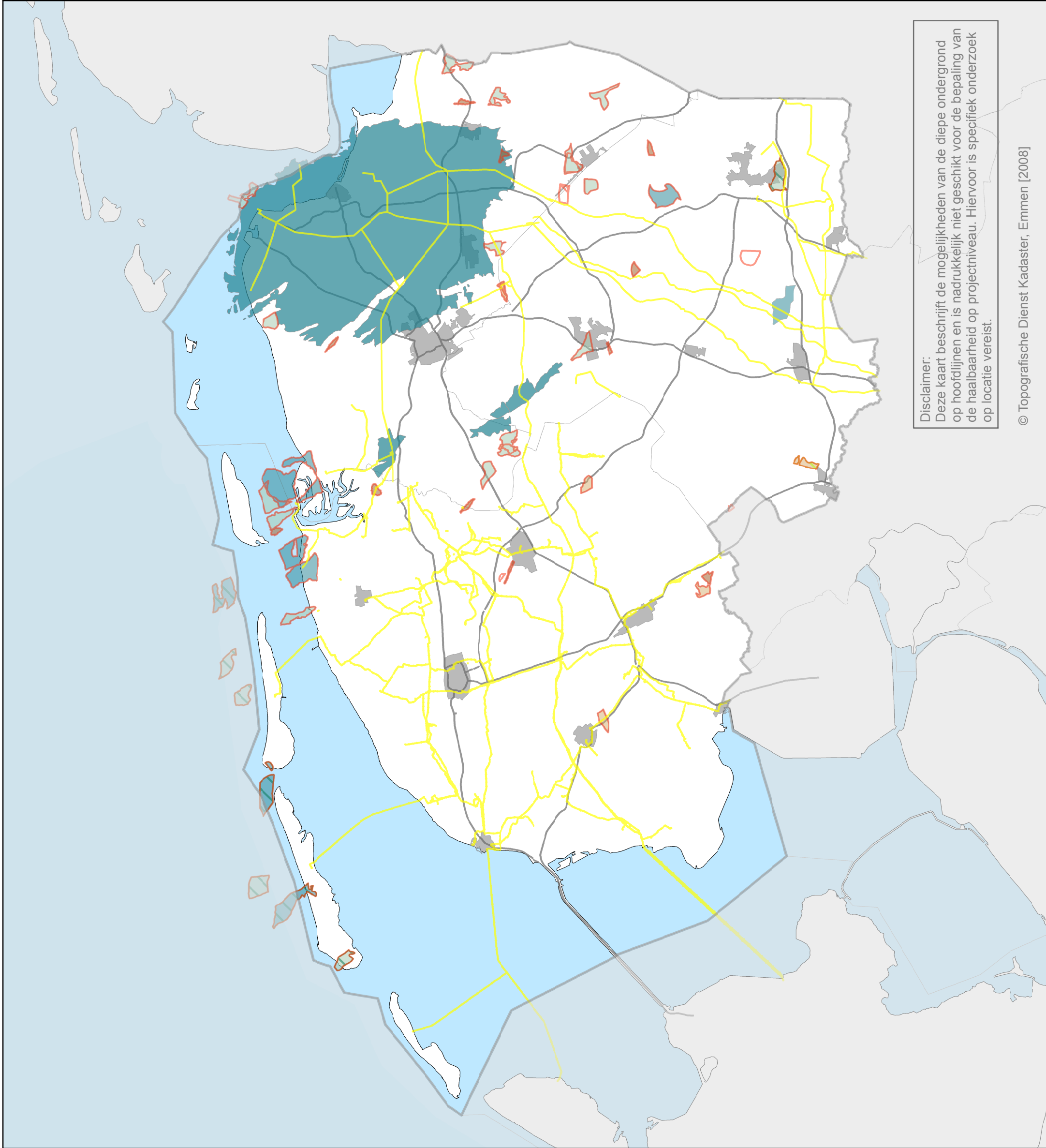
Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief

if
technology



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]



Potentieelkaart gasopslag in cavernes

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
▒ bebouwing

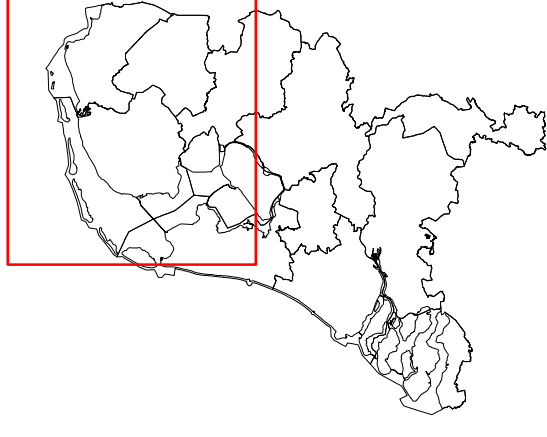
Potentieel ondergrond

- ☒ geschikte diapiëren
☐ niet-gewonnen diapiëren

- bestaande zoutputten

Bovengrondse functie

- gasleiding
■ indampingsinstallatie



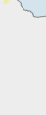
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 500 - 1.400 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:

Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Potentieelkaart persluchtopleg in cavernes

Legenda

Topografie

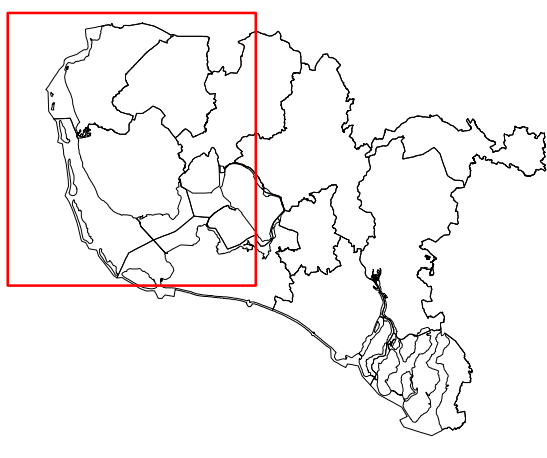
- hoofdwegen
▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- geshikte diapiëren
- niet-gewonnen diapiëren
- bestaande zoutputten
- zoutconsessies

Bovengrondse functie

- indampingsinstallatie
- hoogspanningsleiding



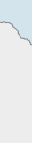
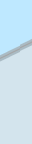
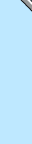
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 500 - 1.400 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

**Potentieelkaart CO2-opslag
in lege gasvelden t/m 2015**

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld

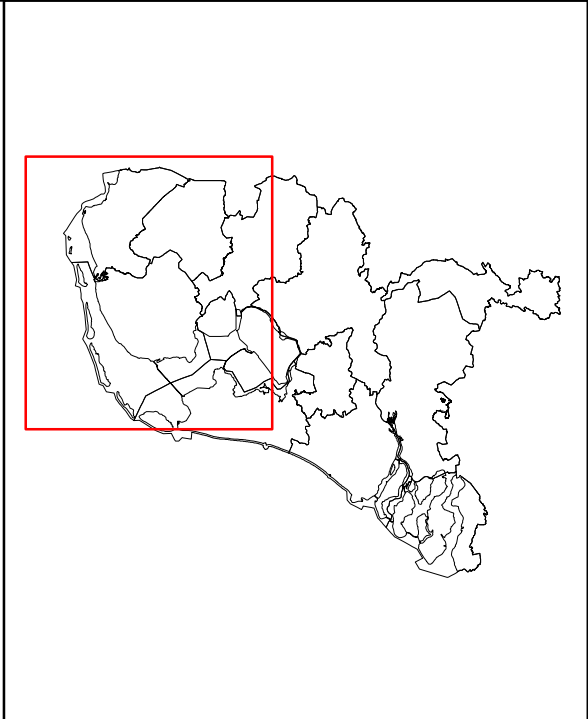
Legenda

Topografie

- hoofdwegen
- ▒ bebouwing

Potentieel ondergrond

- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- ▢ veld niet ontwikkeld



Project:	Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland
Onderwerp:	Diepte-interval 1.400 - 4.500 m
Referentie:	58211/MvA
Datum:	23-12-2008
Status:	Definitief



technology

Project:	Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland
Onderwerp:	Diepte-interval 1.400 - 4.500 m
Referentie:	58211/MvA
Datum:	23-12-2008
Status:	Definitief



technology

Project:	Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland
Onderwerp:	Diepte-interval 1.400 - 4.500 m
Referentie:	58211/MvA
Datum:	23-12-2008
Status:	Definitief



technology

Project:	Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland
Onderwerp:	Diepte-interval 1.400 - 4.500 m
Referentie:	58211/MvA
Datum:	23-12-2008
Status:	Definitief

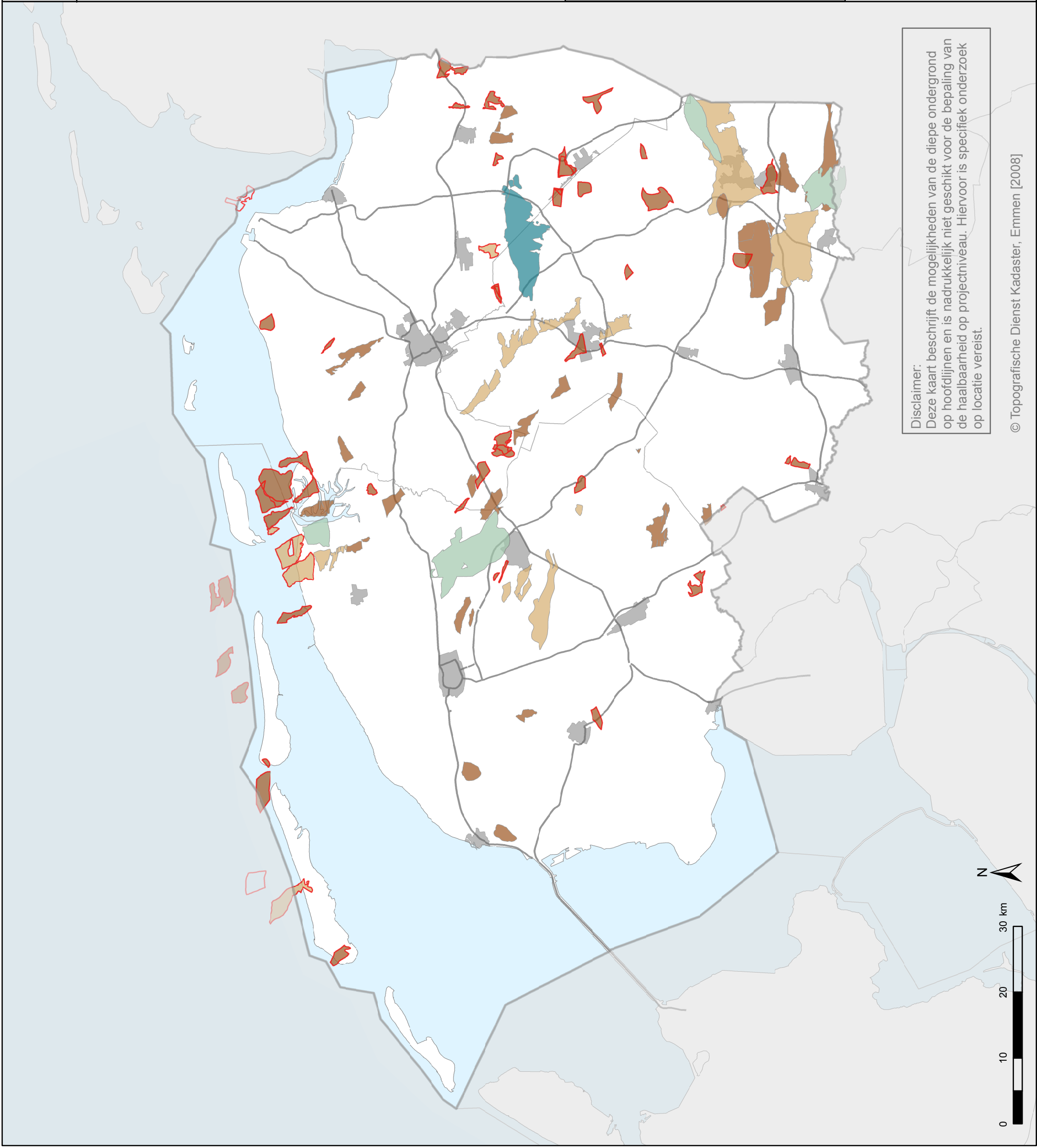


technology

Project:	Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland
Onderwerp:	Diepte-interval 1.400 - 4.500 m
Referentie:	58211/MvA
Datum:	23-12-2008
Status:	Definitief



technology



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

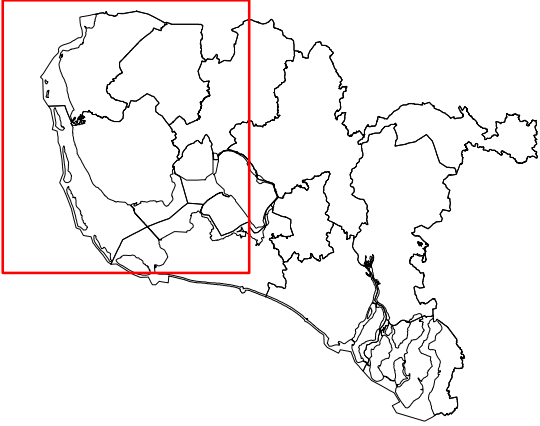
Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.



Potentieelkaart CO2-opslag
in lege gasvelden 2015 t/m 2030

- Legenda
- Topografie
- hoofdwegen
- bebouwing
- Potentieel ondergrond
- < 10 [Mton]
- 10 - 20 [Mton]
- 20 - 50 [Mton]
- > 50 [Mton]
- veld niet ontwikkeld



Project:

Energieverkenning diepe ondergrond
Noord-Nederland

Onderwerp:

Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie:

58211/MvA

Datum:

23-12-2008

Status:

Definitief



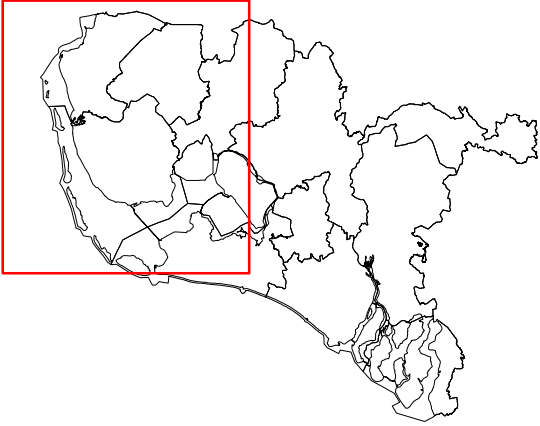
Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]



Potentieelkaart CO2-opslag
in lege gasvelden na 2030

- Legenda**
- Topografie**
- hoofdwegen
 - bebouwing
- Potentieel ondergrond**
- < 10 [Mton]
 - 10 - 20 [Mton]
 - 20 - 50 [Mton]
 - > 50 [Mton]
 - veld niet ontwikkeld



Project: Energieverkenning diepe ondergrond
Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]



Potentieelkaart afvalverwijdering in cavernes

Legenda

Topografie

— hoofdwegen

■ bebouwing

Potentieel ondergrond

geschikte diapiëren

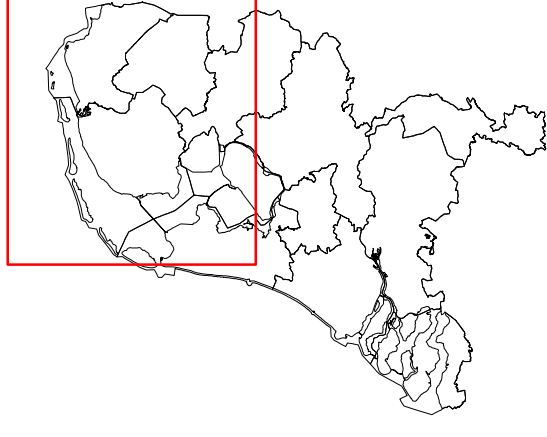
☐ niet-gewonnen diapiëren

- bestaande zoutputten

zoutconsessies

Bovengrondse functie

indampingsinstallatie



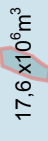
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 500 - 1 400 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:

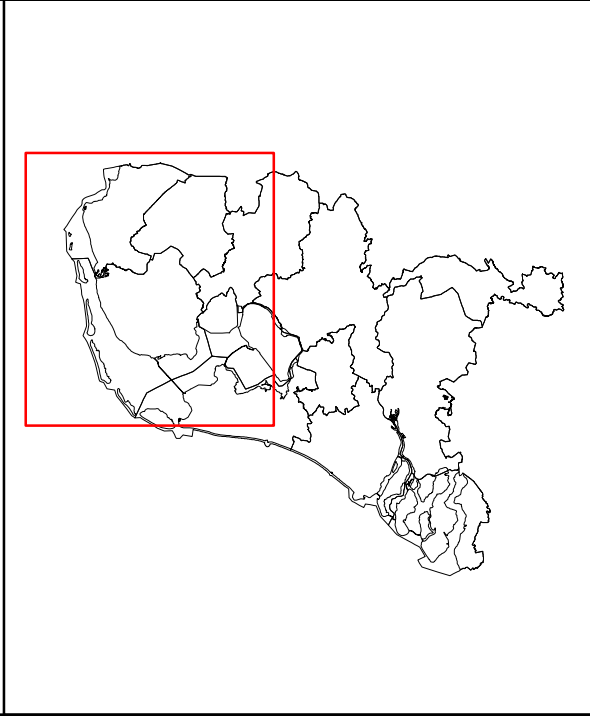
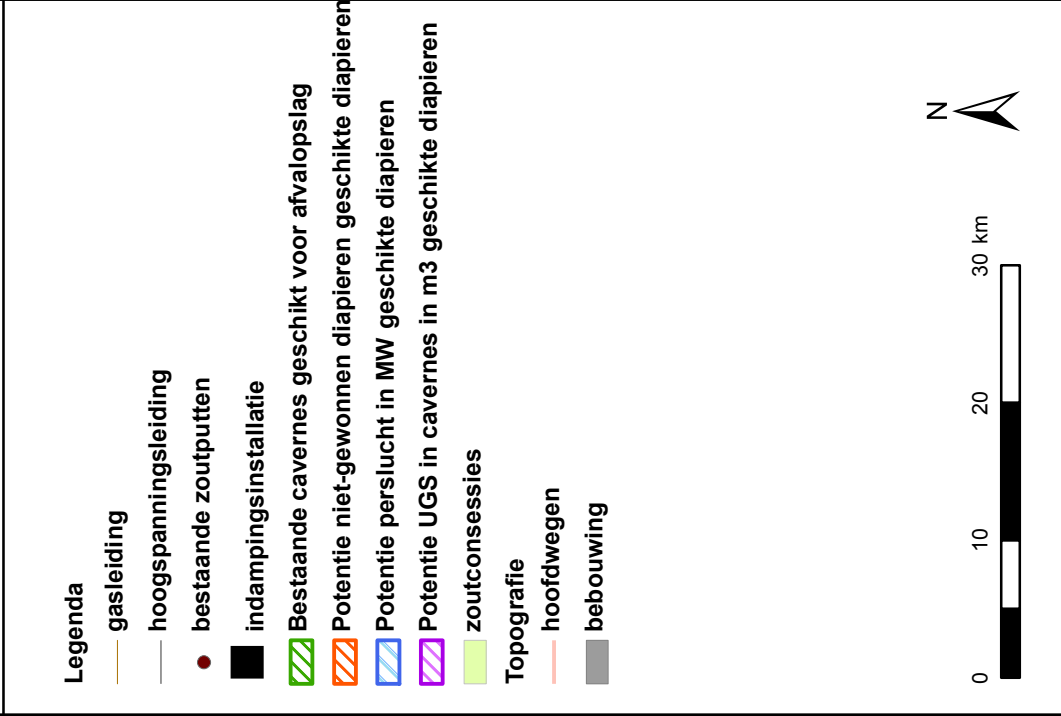
De kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Bijlage 5

Synergiekaarten diepe ondergrond

Thema: Synergie Zechstein



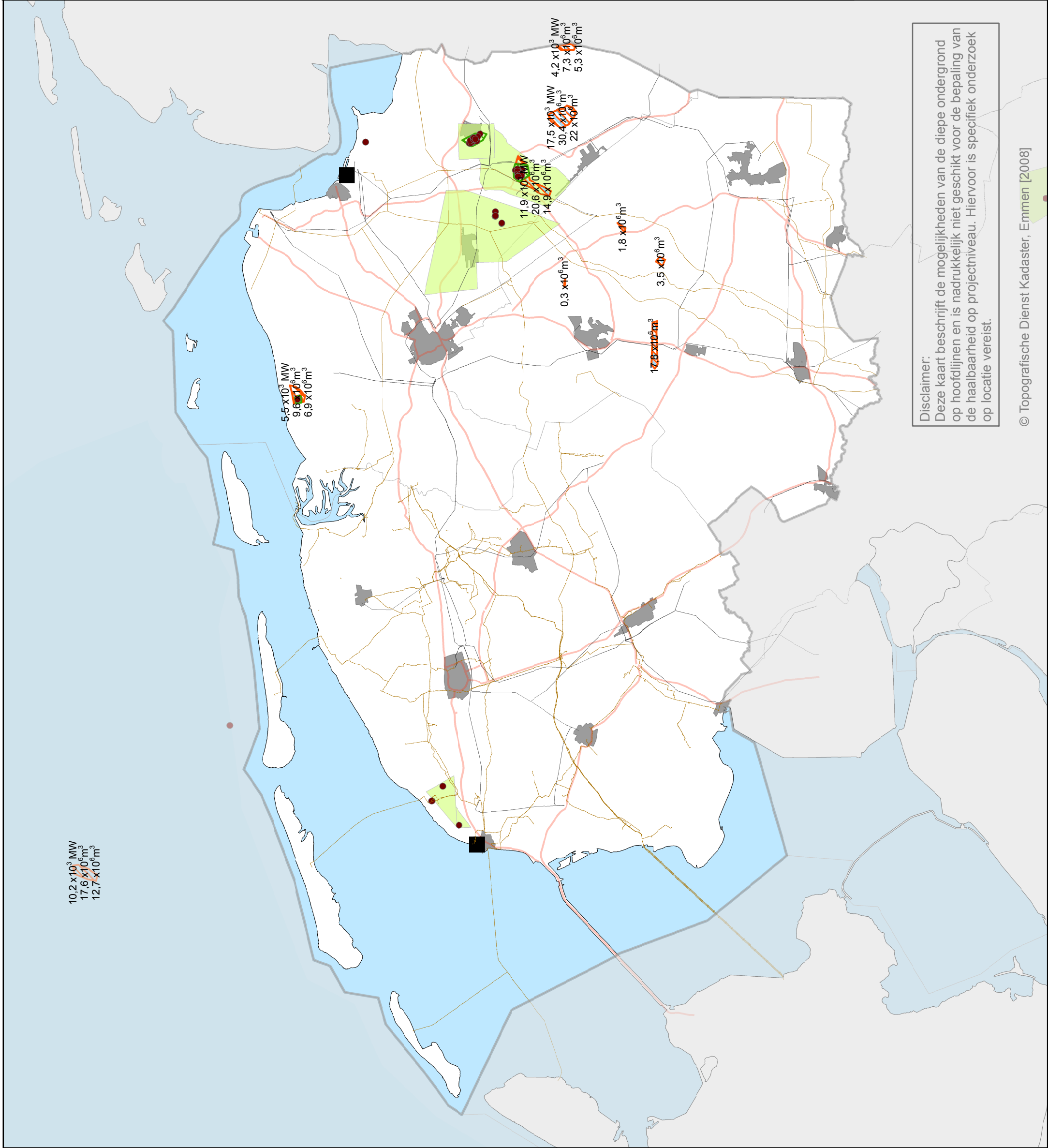
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 500 - 1.400 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



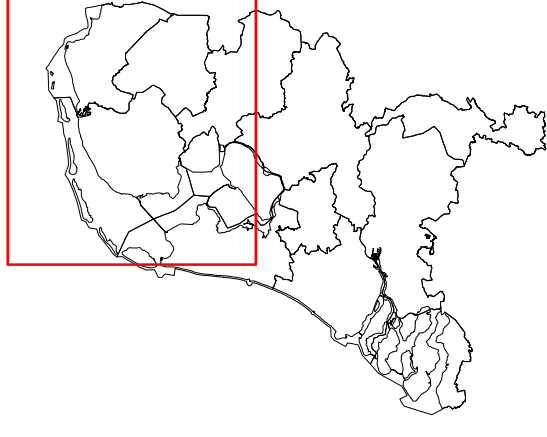
Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Thema: Synergie Rijnland Groep

Legenda

- hoofdwegen
■ **bebouwing**
□ Gaswinning
▨ CO₂-opslag
▧ gasopslag
■ Geothermie warmte



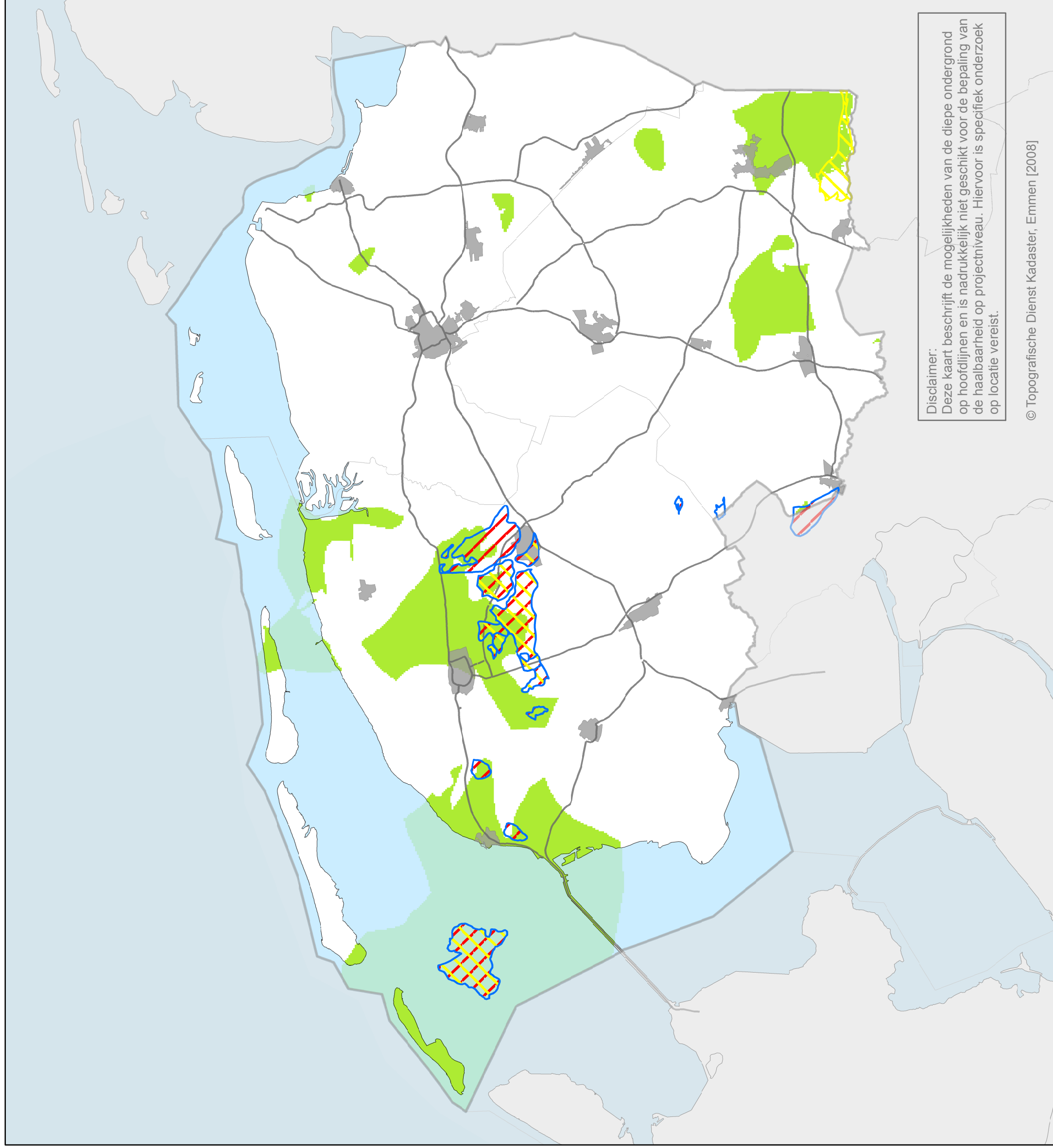
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Thema: Synergie
Hoofd-bontzandsteen Groep

Legenda

— hoofdwegen

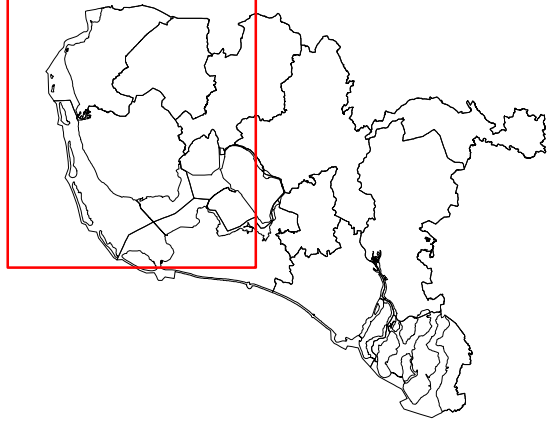
■ bebouwing

Gaswinning

CO2-opslag

☒ gasopslag

 Geothermie warmte



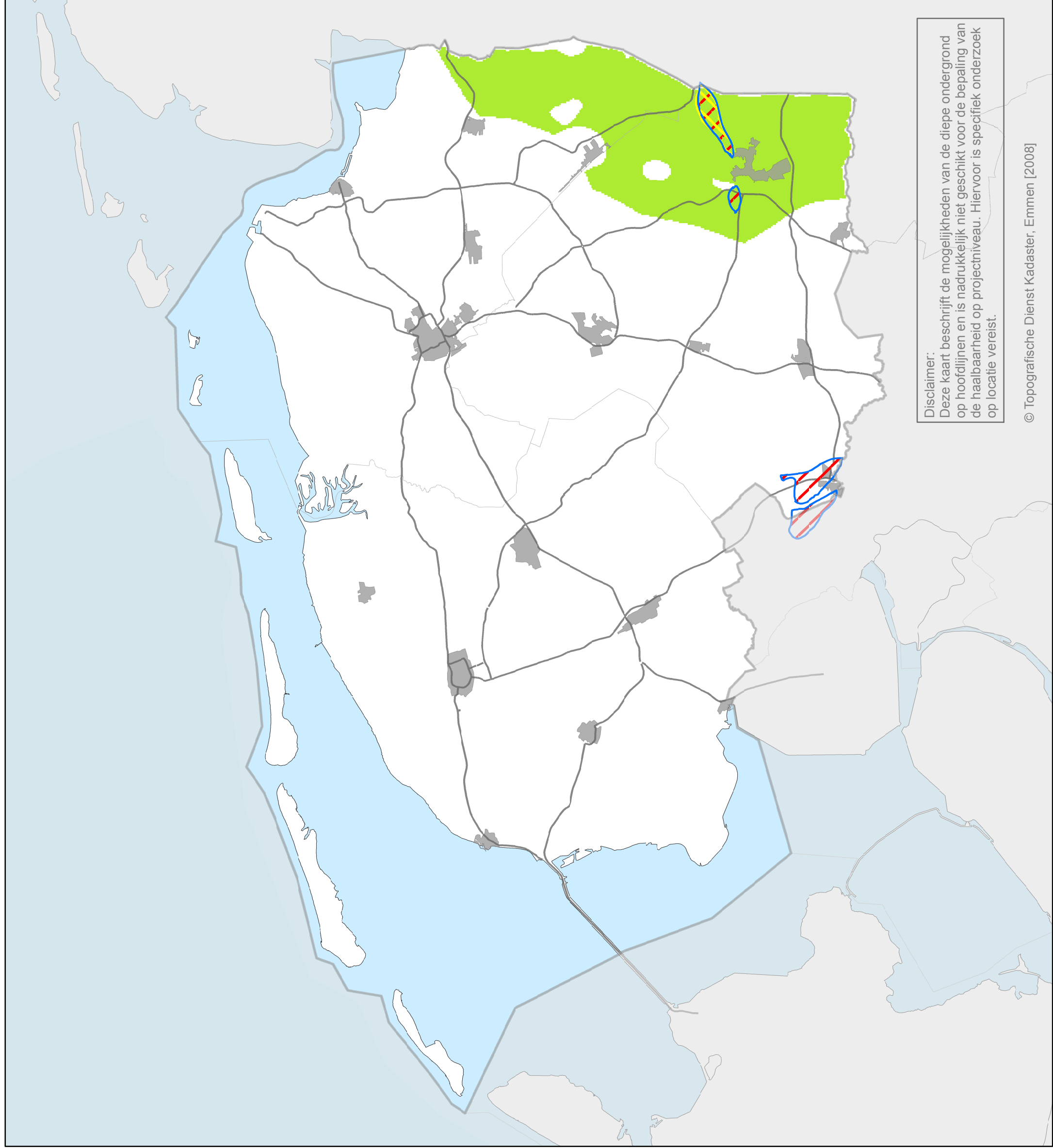
Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status:



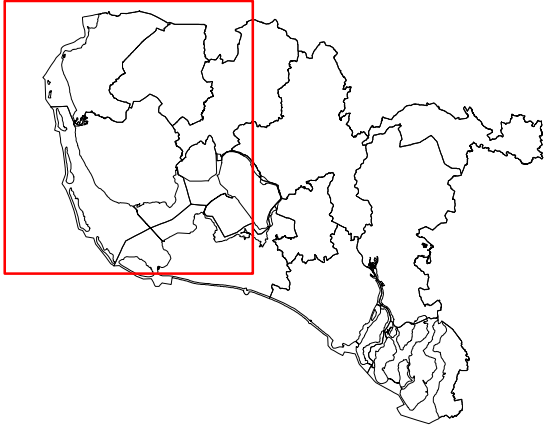
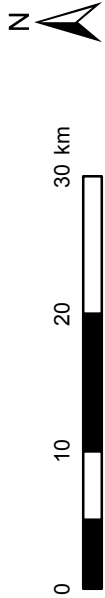
Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Thema: Synnergie Boven-Rotliegend

Legenda

- hoofdwegen
- bebauwing
- Gaswinning
- CO2-opslag
- gasopslag
- Geothermie elektriciteit en warmte
- Geothermie warmte



Project: Energieverkenning diepe ondergrond
Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Thema: Synergie overige members

Legenda

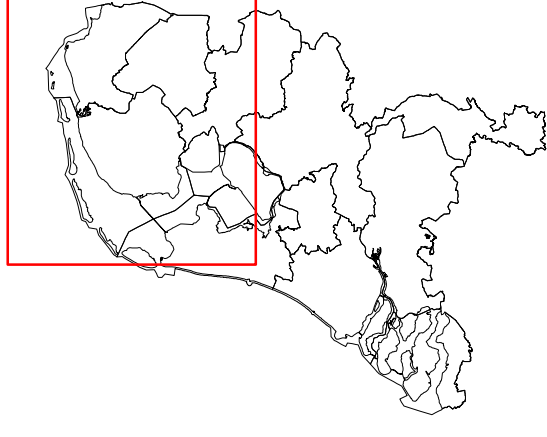
— hoofdwegen

■ bebouwing

Gaswinning

CO2-opslag

☒ gasopslag



Project: Energieverkenning diepe ondergrond Noord-Nederland

Onderwerp: Diepte-interval 1.400 - 4.500 m

Referentie: 58211/MvA

Datum: 23-12-2008

Status: Definitief



Disclaimer:
Deze kaart beschrijft de mogelijkheden van de diepe ondergrond op hoofdlijnen en is nadrukkelijk niet geschikt voor de bepaling van de haalbaarheid op projectniveau. Hiervoor is specifiek onderzoek op locatie vereist.

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]