

## TNO Bouw en Ondergrond

Retouradres: Postbus 80015, 3508 TA UTRECHT

Ministerie van Economische Zaken  
Projectorganisatie CCS  
Directie Energie en Duurzaamheid

Postbus 20101  
2500 DEN HAAG  
2500

### Onderwerp

Mogelijke locaties voor CO<sub>2</sub> opslag in Noord Nederland

Geachte heer

In antwoord op het verzoek van de Projectorganisatie CCS om de gasvelden die als mogelijke kandidaten voor CCS in Noord-Nederland worden genoemd in het rapport 'CO<sub>2</sub> Transport- en opslagstrategie' van EBN en Gasunie (2010) te screenen op basis van de AMESCO criteria, volgen hieronder onze bevindingen.

Het betreft de gasvelden:

- Annerveen
- Bedum
- Boerakker
- Eleveld
- Grootegast
- Roden
- Sebaldeburen
- Ureterp
- Zuidwal

### AMESCO criteria

De Algemene Milieueffectenstudie CO<sub>2</sub> Opslag (AMESCO, 2007) is een generiek milieu-effectenrapport. Hoofddoel van de studie was om in algemene zin inzicht te verschaffen in de milieueffecten en randvoorwaarden bij de opslag van CO<sub>2</sub> in gasvelden onder het vasteland van Nederland. De AMESCO studie inventariseerde de eigenschappen van een veld die vanuit het oogpunt van veiligheid én milieueffecten belangrijk zijn om in een vervolgfase in detail te bekijken, wanneer voor een concreet (leeg) gasveld de geschiktheid voor CO<sub>2</sub>-opslag moet worden bepaald. Het toepassen van de AMESCO-criteria betekent een *screening* van de kandidaat-velden, geen definitieve *ranking* (volgordebepaling).

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 30 256 42 56  
F +31 30 256 44 75  
info@nitg.tno.nl

### Datum

20 april 2010

### Onze referentie

AGE 10-10.027

### E-mail

### Doorkiesnummer

### Doorkiesfax

5

### Projectnummer

034.22751/01.06

### Bijlage(n)

2

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Haaglanden; de Algemene Voorwaarden zullen op verzoek worden toegezonden.

**Datum**  
20 april 2010

**Onze referentie**  
AGE 10-10.027

**Blad**  
2/7

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



De AMESCO-criteria voor leeggeproduceerde gasvelden zijn samengevat in een tabel die is opgenomen als bijlage 1. In deze tabel wordt een aantal criteria gegeven dat gebruikt kan worden om de geschiktheid van een gasveld voor CO<sub>2</sub>-opslag te inventariseren. Hierbij worden kwalitatieve 'scores' toegekend van variërend van 'goed' tot 'slecht'. Een lagere score in de geschiktheidstabel betekent niet automatisch dat het beoogde veld niet voldoet voor CCS, maar geeft wel aan dat het onderwerp meer aandacht behoeft. Het gaat dan dus om punten voor nadere studie of voor een meer intensieve monitoring.

Wij hebben bovengenoemde velden gescreend op basis van de AMESCO-criteria. De resultaten hiervan zijn opgenomen in een tabel in bijlage 2. In de tabel zijn de verschillende criteria gescoord hetgeen per item heeft geresulteerd in een kwalificatie conform de AMESCO systematiek. Hieronder volgt een aantal kanttekeningen bij de resultaten.

Algemeen:

- Er is geen detailonderzoek uitgevoerd naar de individuele velden.
- Indien er geen gegevens beschikbaar waren om een van de criteria te beoordelen is dit met een vraagteken in de tabel aangegeven.
- Een lagere score betekent in de geschiktheidstabel (bijlage 2) niet automatisch dat CO<sub>2</sub> opslag in het veld uiteindelijk minder veilig is. Het geeft wel aan wat punten zijn voor nadere studie of voor meer intensieve monitoring bij CO<sub>2</sub> opslag.

Toelichting bij de resultatentabel

- **Putten:** bij de beoordeling is uitgegaan van alle boorgaten die de afsluitende laag doorboren, naast het oorspronkelijke boorgat, zijn er in enkele gevallen namelijk ook zogenaamde *sidetracks* van het primaire boorgat die de afsluitende laag doorboren. Op dit criterium scoren twee velden middelmatig tot slecht. Dit is gebaseerd op het aantal verlaten boorgaten en op het totaal aantal boorgaten dat de afsluitende laag van het gasveld heeft doorboord. In geval van gasveld Ureterp is van één van de verlaten boorgaten tevens de oppervlaktelocatie opgeruimd.
- **Reservoirdiepte:** geen opmerkingen. Alle velden liggen op een dusdanige diepte dat alle scores goed zijn, op het veld Zuidwal na. Dat scoort middelmatig tot goed.
- **Breuken:** alle velden scoren goed voor wat betreft de afstand van de breuk tot het oppervlak. Op het aantal breuken scoren de meeste velden middelmatig en twee velden middelmatig tot goed. Behalve voor veld Zuidwal, geldt voor alle velden dat de breuken in het gasveld zich bevinden onder een afsluitende zoutlaag, waarbij de breuk niet doorloopt in deze zoutlaag. Dus hoewel volgens de AMESCO criteria deze score middelmatig is, zal dit geen negatieve invloed hebben op de geschiktheid van deze gasvelden. Bij het criterium van de geschatte doorlatendheid van de breuk is ervan uitgegaan dat een gasveld alleen kan bestaan indien de breuken op geologisch tijdschaal ondoorlatend zijn.
- **Afdichtende laag:** Wat betreft de dikte en samenstelling van de afdichtende laag voldoet het Zechstein zoutpakket goed. De afdichtende kleilaag boven het Zuidwal veld voldoet wat betreft de dikte goed. Wat betreft de samenstelling voldoet een kleilaag in algemene zin goed tot middelmatig. Nader onderzoek zal deze kwalificatie voor het Zuidwal veld kunnen

**Datum**  
20 april 2010

**Onze referentie**  
AGE 10-10.027

**Blad**  
3/7

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



preciseren. Naast de criteria voor dikte en samenstelling stelt het AMESCO rapport dat, om overtuigend aan te tonen dat een reservoir geschikt is voor de opslag van CO<sub>2</sub>, het helpt als men kan bewijzen dat dit voorheen ook lange tijd als zodanig heeft gefungeerd. Daarom wordt het feit dat het oorspronkelijk aanwezige gas in het reservoir van gasveld Zuidwal een hoog CO<sub>2</sub>- gehalte had, als een voordeel beschouwd, in verband met de chemische reactiviteit. Dit criterium is echter alleen relevant als er mogelijke chemische reacties/degradatie gaat plaatsvinden van de afdichtende laag. In het geval van een afsluitende laag van zout is dit niet relevant. Bij een kleilaag kan het relevant zijn en moet dit onderzocht worden (vgl. het Werkendam veld dat door een kleilaag wordt afgesloten en een CO<sub>2</sub>-gehalte heeft van 78%).

- **Reservoirgesteente:** de injecteerbaarheid is beoordeeld op basis van twee indicatoren; de winbaarheidsfactor (dat deel van het oorspronkelijke gas dat uiteindelijk is gewonnen) en de globale productiviteit per put per jaar. Alle velden scoren wat betreft de injecteerbaarheid middelmatig of beter. Overigens kan de injecteerbaarheid van een veld in positieve zin worden beïnvloed door het boren van extra putten en het toepassen van speciale behandeling van de putten (zoals het aanbrengen van *fracs*). )
- **Kans op aardshok tijdens injectie:** deze kans is niet statistisch bepaald. Er is hier uitgegaan van de seismische activiteit die is waargenomen in samenhang met de productie van aardgas. Aangenomen wordt dat dit een indicatie is voor het risico dat er geïnduceerde seismische activiteit kan optreden bij injectie van CO<sub>2</sub>. Benadrukt wordt dat dit een zeer kwalitatieve veronderstelling is, die nader moet worden bepaald aan de hand van geomechanisch onderzoek.
- **Restgassen:** de concentratie van H<sub>2</sub>S is in alle gasvelden kleiner dan 0,5 %. Over de aanwezigheid van Btex zijn geen gegevens beschikbaar.
- **Landschappelijke kenmerken en landgebruik:** voor alle velden is bepaald wat het landgebruik is binnen een cirkel met een straal van 2 km rondom de huidige productielocaties. Dit is gebaseerd op de landgebruikkaart (LGN5). Binnen een straal van 2 km is in alle gevallen minder dan 20% van het totaal oppervlakte bebouwd gebied. Er is geen uitspraak gedaan over de afstand tot kwetsbare objecten. Overigens bevindt het Zuidwal gasveld zich in de Waddenzee. In de PKB-Waddenzee is geen voorziening omtrent gasopslag opgenomen. Dit kan betekenen dat de PKB op dit punt moet worden uitgebreid alvorens CCS kan plaatsvinden. Dit kan praktische consequenties hebben wat betreft het tijdspad voor realisatie van eventuele opslag van CO<sub>2</sub> in het Zuidwal veld.

**Datum**  
20 april 2010

**Onze referentie**  
AGE 10-10.027

**Blad**  
4/7

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



## Conclusie

- Met uitzondering van twee criteria, scoren alle geselecteerde gasvelden middelmatig tot goed op de AMESCO-criteria. Alleen de criteria m.b.t. de putten in het veld en de oorspronkelijke gassamenstelling in relatie tot de afsluitende laag geven scores die middelmatig of lager zijn.
- Van de gassamenstelling is beargumenteerd dat een relatief lage score geen bezwaar hoeft te zijn, omdat elders is aangetoond dat het Zechstein zoutpakket goed functioneert als afsluitende laag in het geval van hoge CO<sub>2</sub> concentraties. Voor de kleilaag boven het Zuidwal veld moet dit punt nader worden onderzocht.
- Wat betreft de putten, is met name de verlaten put in het Ureterp veld (waarvan tevens de oppervlaktelocatie is opgeruimd) aanleiding tot een slechte score. De verlaten putten, zeker die van voor 1985, behoeven extra aandacht om vast te stellen wat de status hiervan is.
- In de PKB-Waddenzee is geen voorziening opgenomen die CCS aldaar mogelijk maakt.

Tot zover de resultaten van de screening op basis van de AMESCO-criteria.

Hoogachtend,

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'B.M. Schroot', is positioned below the text 'Hoogachtend,'.

B.M. Schroot  
Hoofd Adviesgroep EZ

**Datum**  
20 april 2010

**Onze referentie**  
AGE 10-10.027

**Blad**  
5/7

Nederlandse Organisatie voor  
toegepast-natuurwetenschappelijk  
onderzoek / Netherlands Organisation  
for Applied Scientific Research



## Bijlage 1 AMESCO-criteria:

Tabel 8.1 Geschiktheid van leeggeproduceerde gasvelden voor CO<sub>2</sub>-opslag

CRITERIA	Reservoir eigenschappen				
	Goed		Middelmatig		Slecht
<b>Bestaande en oude putten</b>					
Aantal putten dat permanent verlaten is voor 1985	0	0	1	2	3
Totaal aantal permanent verlaten putten	0	2	4	7	>10
Aantal putten dat permanent verlaten gaat worden	4	8	20	40	100+
<b>Reservoirdiepte</b>					
Reservoirdiepte (m)	>2.500	1.000-2.500	800-1.000	500-800	<500
<b>Breuken</b>					
Afstand breuk/aardoppervlak (m)	>1.000	1.000 - 500	500 -150	150 - 10	< 10 (oppervlakte)
Aantal breuken	0	1-5	> 5	> 5	> 5
Geschatte doorlatendheid breuk	gelijkmatig laag		zeer onzeker		gelijkmatig hoog
<b>Afdichtende laag</b>					
Afdichtende laag	zout	kleisteen (lage doorlatendheid)	kleisteen (gemiddelde doorlatendheid)	ander materiaal	ander materiaal
Dikte afdichtende laag (m)	> 100	50-100	30 - 50	< 30	< 30
CO <sub>2</sub> in oorspronkelijke gasfase in reservoir (%)	20	5	0	0	0
<b>Reservoirgesteente</b>					
Reservoir injecteerbaarheid	zeer goed		gemiddeld		zeer ondoorlatend
Reservoirgesteente	zandsteen	carbonaten	ander	ander	ander
Kans aardchok tijdens injectie (%)	0	10	50	100	100
<b>Restgassen in het reservoir</b>					
H <sub>2</sub> S en BTEX in reservoir gasfase (%)	< 0.5	0.5 - 1.0	1 - 5	5 - 10	> 10
<b>Landschappelijke kenmerken en landgebruik</b>					
Landgebruik boven het reservoir	landbouw		natuureservaat		stadsgebied
Afstand van kwetsbare objecten naar eventueel lekkagepad uit het reservoir (m)	>100	50-100	25-50	10-25	<10

Referentie:

AMESCO, Generic Environmental Impact Study on CO<sub>2</sub> Storage (Algemene Milieu Effecten Studie CO<sub>2</sub> Opslag) Royal Haskoning (1 juli, 2007), ref. 9S0742/R06/ETH/Gron.



