

Samenvatting MER "Ondergrondse opslag van CO₂ in Barendrecht"



Initiatiefnemer

Shell CO₂ Storage B.V.
Den Haag
Geregistreerd in Den Haag, NL – Handelsregisternummer 27002688

Correspondentieadres

Shell CO₂ Storage B.V.
t.a.v. Barendrecht Ondergrondse CO₂ Opslag (BRT-OCO)
Postbus 28000, 9400 HH Assen, NL

Datum

December 2008

Projectleiding

mw. ir. M. Kuijper
Tel: 0592 – 364268
E-mail: margriet.kuijper@shell.com

Vergunningen

mw. J. Hadderingh
Tel: 0592- 364030
E-mail: jeannet.hadderingh@shell.com

Mediazaken

dhr. W. van de Wiel
Tel: 070 – 3778750
E-mail: wim.vandewiel@shell.com

Dit Milieueffectrapport is opgesteld door Haskoning Nederland B.V. in opdracht en onder verantwoordelijkheid van Shell CO₂ Storage B.V.

Inhoudelijke bijdragen zijn geleverd door onder meerde volgende bedrijven en instituten:

- Maatschappijen van de Shell Groep
- Maatschappijen behorende bij OCAP
- TNO, Utrecht
- Buisleidingenstraat Nederland, Roosendaal
- RAAP Archeologisch Adviesburo B.V., Amsterdam
- Noordelijk Akoestisch Adviesbureau B.V., Assen
- Haskoning Nederland B.V., Groningen
- Tebodin B.V., Den Haag
- Oranjewoud B.V., Heerenveen

Uitgave: Shell CO₂ Storage B.V., Den Haag

Rapportnummer: EP200809225671

The copyright of this document is vested in Shell CO₂ Storage Company B.V. The Netherlands. All rights reserved. Neither the whole, nor any part of this document may be reproduced, stored in any retrieval system or transmitted in any form or by any means (electronic, mechanical, reprographic, recording or otherwise) without the prior written consent of the copyright owner.

© SHELL CO₂ STORAGE COMPANY B.V., THE NETHERLANDS



Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
2. Milieueffectrapportage en vergunningen	9
3. Het principe en de techniek van CO ₂ -opslag	13
4. Waarom CO ₂ -opslag op de locatie Barendrecht?	17
5. Beschrijving van het project Barendrecht	19
6. Effecten van aanleg en bedrijfsvoering	26
7. De risico's onderzocht.....	34
8. Meer over CO ₂ -opslag, meer over de procedure	41





1. Inleiding

De Nederlandse overheid wil alle zeilen bijzetten om de opwarming van de aarde af te remmen. Ze kwam met een aanbesteding¹ om in Nederland twee verschillende projecten te laten uitvoeren voor de opslag van het broeikasgas kooldioxide (CO₂). Shell Nederland Raffinaderij in Pernis heeft het initiatief genomen tot een project om bijna 10 miljoen ton CO₂, afkomstig van haar raffinaderij, op te slaan in twee lege gasvelden. Deze liggen diep onder de grond bij Barendrecht. Het project past in een reeks van gestarte en geplande nationale en internationale projecten.

Voordat vergunningen worden verleend, moet er goed worden gekeken naar de veiligheid en de eventuele milieueffecten van zo'n project. Daarom is een Milieu Effect Rapport (MER) opgesteld. Deze brochure is de zelfstandig leesbare samenvatting van het MER.

Achtergrond van het project

Kooldioxide (CO₂) is geen schadelijke stof. Het zit in de lucht om ons heen, we ademen het zelf uit en planten gebruiken het om te groeien. Het probleem met CO₂ ligt in de toenemende concentratie ervan in de atmosfeer: als 'broeikasgas' speelt het een belangrijke rol in de opwarming van de aarde.

CO₂

CO₂ is een geur- en kleurloos gas dat van nature in onze atmosfeer voorkomt en dat wij dagelijks in- en uitademen. De atmosfeer bestaat voor 0,04% uit CO₂. Negatieve effecten voor de gezondheid (o.a. duizeligheid) kunnen optreden als de concentratie meer dan 100 maal hoger is (5% of meer). Daarmee is CO₂-gas - ook al is het klimaat daarvoor erg gevoelig - op zich voor het menselijk lichaam een relatief onschadelijk gas.

Om het tijt te keren zijn maatregelen 'aan de bron' nodig, waaronder energiebesparing en benutting van duurzame bronnen van energie, zoals wind en zon. In brede wetenschappelijke en politieke kring is men het er echter over eens dat dit alleen niet voldoende is om de opwarming van de aarde af te zwakken, maar dat we *alle* mogelijkheden moeten benutten om de CO₂-uitstoot te verminderen. Zo ook de Nederlandse overheid. Ze zet in op de overgang ('transitie') naar een samenleving die veel energiezuiniger is en op grote schaal gebruik maakt van duurzame energiebronnen². Onderweg daar naartoe ziet ze een rol weggelegd voor CO₂-opslag, zeker in Nederland als belangrijk Europees

¹ Een aanbesteding is de procedure waarbij een opdrachtgever bekend maakt dat hij een opdracht wil laten uitvoeren en bedrijven vraagt om een offerte in te dienen.

² Zie bijvoorbeeld het werkprogramma 'Schoon en Zuinig' van het kabinet uit september 2007.



energieland met een groot potentieel aan lege gasvelden. Het scheidt de mogelijkheid om nu al snel concrete actie te ondernemen tegen de klimaatverandering.

CO₂ als broeikasgas

Het klimaatstelsel op aarde is gevoelig voor relatief kleine veranderingen in de CO₂-concentratie in de atmosfeer. Mede door het CO₂ in de atmosfeer heerst op aarde een aangename temperatuur. Als een 'deken' zorgt het gas er voor dat een deel van de opgevangen stralingswarmte van de zon op de planeet wordt vastgehouden. Er wordt echter steeds meer warmte vastgehouden door de toenemende concentraties van CO₂ en andere broeikasgassen in de atmosfeer. Er is daarmee sprake van een versterkt broeikaseffect. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, een organisatie van de Verenigde Naties) stelt dat het zeer waarschijnlijk is dat de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde voor het grootste deel te wijten is aan de door de mens veroorzaakte toename van de concentraties van broeikasgassen (IPCC, 2007).³

Voor 2015 staat de start van twee grote projecten gepland (waaronder één in de Rijnmond), waarin de hele keten (afvang van CO₂ bij een elektriciteitscentrale, transport en opslag) *grootschalig* wordt uitgevoerd. Op korte termijn zijn daarvoor eerst enkele kleinere demonstratieprojecten nodig. Dit project is er één van. Er is, zowel in Nederland als elders in de wereld, al voldoende kennis en ervaring aanwezig (zie het volgende hoofdstuk) om opslagprojecten technisch te realiseren en veilig uit te voeren. Veel valt er echter nog te leren over de juridische aspecten⁴, de vergunningprocedures en de maatschappelijke acceptatie van dit type projecten, zeker als de opslag onder land plaatsvindt. Ook belangrijk is, dat kan worden aangetoond dat met dit soort projecten CO₂-rechten beschikbaar komen (zie kader emissiehandelssysteem). De mogelijkheid om aan te haken bij dit systeem kan namelijk in de toekomst een inkomstenbron voor opslagprojecten betekenen; zeker als de prijs van CO₂-emissierechten gaat stijgen.

³ IPCC, 2007, Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007; The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.

⁴ Zoals de formele verdeling van verantwoordelijkheden, nu en in de toekomst.



Met name voor relatief kleinschalige demonstratieprojecten geldt echter dat ze momenteel nog moeilijk rendabel kunnen zijn. Dat is waarom de overheid in 2007 financiële ondersteuning in het vooruitzicht stelde voor twee initiatieven van marktpartijen. Hun projecten moeten als demonstratieproject direct al bijdragen aan het verminderen van de klimaatproblemen door binnen tien jaar minstens twee miljoen ton CO₂ op te slaan. Het Shell-initiatief voor een CO₂-opslagproject in Barendrecht heeft in die 'tenderprocedure' meegedongen en is geselecteerd, zodat de uitvoering nu kan beginnen. Een belangrijke eerste stap daarin zijn de milieueffectrapportage en de vergunningenprocedures.

Voor dit project (en eventuele toekomstige) is een nieuw bedrijf opgericht, Shell CO₂ Storage B.V. (SCS). Het zal te zijner tijd de Barendrecht-velden van Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. overnemen en het projectmanagement van de opslag voeren. Ook zorgt SCS ervoor dat alle aanwezige kennis over deze velden ten volle kan worden benut bij de opslag van CO₂ en het daaraan gekoppelde meetprogramma. Shell ziet in de opslag ook een mogelijkheid om haar eigen activiteiten minder milieubelastend te maken. Ze voorziet de markt van brandstoffen die de atmosfeer (tijdens productie en gebruik) belasten met CO₂. De ervaring die ze met dit project opbouwt kan ze mogelijk inzetten voor de opslag van CO₂ uit meer eigen CO₂-bronnen en die van anderen.

Emissiehandelssysteem

In het 'Kyoto Protocol' (1997) hebben industrielanden zich verplicht tot het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Afhankelijk van het soort broeikasgas (naast CO₂ zijn dat bijvoorbeeld ook methaan, lachgas en HFK's) gaat het om tientallen procenten tot het jaar 2010. De EU kent sinds 1 januari 2005 een 'CO₂-emissiehandelssysteem'. Voor elk industrieland zijn emissieplafonds vastgesteld. Uitgaande van die nationale ruimte voor het uitstoten van broeikasgassen zijn ook emissierechten toegekend aan bedrijven in die landen. Ze mogen in die rechten handelen: een bedrijf dat maatregelen neemt waardoor het haar emissieruimte niet volledig benut, kan de ongebruikte emissierechten aan anderen verkopen. Via dit marktinstrument (zie ook: www.emissierechten.nl) kan het dus ook lonend worden om maatregelen tegen klimaatverandering te nemen, waaronder de opslag - in plaats van uitstoot - van CO₂.





2. Milieueffectrapportage en vergunningen

De klimaatcontext van dit project mag dan actueel zijn; in het Milieu Effect Rapport (MER) staat deze niet centraal. Het rapport is niet bedoeld om nut, noodzaak of wenselijkheid van het principe van CO₂-opslag te bespreken. Wel moet het een zorgvuldig beeld geven van de potentiële effecten en eventuele risico's in het geval dat dit concrete project voor CO₂-opslag in Barendrecht doorgaat. Het is een hulpmiddel bij de besluitvorming, vooral bij vergunningverlening, en is bedoeld om de milieu- en ruimtelijke aspecten daarin een volwaardige rol te laten spelen.

Een MER (en een daaraan gekoppelde 'm.e.r.-procedure') is wettelijk verplicht voor projecten die mogelijk belangrijke nadelige effecten voor de omgeving hebben. Denk aan de aanleg van een groot havengebied, of een nieuwe snelweg. In het geval van het opslagproject in Barendrecht volgt de plicht automatisch uit het feit dat dit CO₂ momenteel wordt beschouwd als een *afvalstof*, in combinatie met het feit dat in dit project meer dan 500.000 m³ van deze afvalstof wordt opgeslagen.

In het MER zijn nu voor overheden en andere belanghebbenden basisgegevens verzameld en op een rij gezet. Het beschrijft de milieueffecten die naar verwachting zullen optreden als gevolg van de voorgenomen activiteit en vergelijkt dat met de situatie dat het project niet zou plaatsvinden (de 'referentie'). Ook toont het wat de effecten zouden zijn als de initiatiefnemer het project anders zou aanpakken door in de uitvoering andere keuzes te maken dan hij nu heeft gedaan. Met andere woorden worden de alternatieven en varianten in ogenschouw genomen.

Bijzonder van het MER voor dit project is dat het – letterlijk – veel dieper gaat dan gewoonlijk in een MER gebeurt. Ook kijkt het ver vooruit in de tijd. Een MER gaat over het algemeen over de bovengrondse effecten en effecten in de relatief ondiepe ondergrond, tot hooguit 200 meter diep. Het beperkt zich dan tot het deel van de bodem dat nog van direct belang is voor het leven op aarde. Dit MER kijkt nadrukkelijk naar eventuele processen in de nog diepere ondergrond tot op kilometers diepte, de plek waar het CO₂ wordt opgeslagen. Ook zeer trage processen kunnen dan belangrijk zijn, want het gaat hier immers om een opslag voor zeer lange tijd.



Behalve dat het MER voor CO₂-opslag in Barendrecht uitgebreid stil staat bij mogelijke effecten, gaat het ook in op de locatiekeuze. Het is aldus tevens als plan-MER te hanteren.

Fasering

Er wordt bij de rapportage overigens rekening gehouden met de fasering van het project. Het opslagproject bestaat feitelijk uit twee delen: twee locaties worden achtereenvolgens voor opslag gebruikt. Voorafgaand aan het tweede deel zal daarom mogelijk nog een actualisatie van het MER plaatsvinden.

Procedure milieueffectrapportage en vergunningen

Bij het opstellen van een MER zijn veel partijen betrokken. Het MER speelt een rol in de besluitvormingsprocedure, met inspraakmogelijkheden voor belanghebbenden en advies van de onafhankelijke 'Commissie voor de m.e.r.' (www.commissiemer.nl).

Opstellen van het MER

Ingenieursbureau Royal Haskoning stelde met Shell het MER op. Het rapport steunt op allerlei onderzoeken en beoordelingen van andere partijen die daarvoor zijn ingeschakeld, bijvoorbeeld op het werk van TNO, Tebodin, Oranjewoud, RAAP en NAA.

Behalve Shell bepaalden ook anderen wat in het milieueffectrapport aan de orde zou komen. De basis voor de inhoud kwam mede voort uit een eerder verrichte 'Algemene Milieu Effecten Studie CO₂-opslag' (AMESCO). Twaalf partijen - van bedrijfsleven tot provinciale en centrale overheid - lieten in deze studie kijken naar de effecten van CO₂-opslag in lege gasvelden in de diepe ondergrond in het algemeen en naar de wijze waarop deze in een MER kunnen worden beschreven. Aanvullend zijn er voor dit project specifieke rapportage-eisen bijgekomen. Deze richtlijnen kwamen van de bevoegde overheidsorganen, die daarin werd geadviseerd door de 'Commissie voor de m.e.r.'. Deze commissie bestaat uit onafhankelijke deskundigen. Ze kan ook een beroep doen op externe adviseurs. De commissie betreft ook de zienswijzen van burgers in haar advisering.



Beoordeling en besluitvorming

In de tenderprocedure voor demonstratieprojecten heeft de 'Adviescommissie Opslagtender' dit initiatief al geselecteerd voor financiële ondersteuning. Dat gebeurde in een procedure waarin risico's een zwaarwegend criterium vormden (goed voor 40% van de totaalscore). Nu deze selectie een feit is, is Shell in de wettelijke procedure gestapt om toestemming te krijgen om dit project werkelijk uit te voeren. Ze heeft het MER aangeboden aan de provincie Zuid-Holland (het coördinerend 'bevoegd gezag') en aanvragen voor vergunningen ingediend. De hierop volgende, zes weken durende terinzagelegging van het MER start naar verwachting in februari 2009. Dan kan een ieder reacties op het rapport geven. De Commissie voor de m.e.r. zal aansluitend een (toetsings)advies uitbrengen op basis van haar expertise en de ingediende reacties. Na afronding van dit m.e.r.-proces zullen de diverse overheden ontwerpvergunningen publiceren⁵, waarop tevens zienswijzen kunnen worden ingediend.

⁵ Het totale vergunningenpakket bestaat uit milieu-, mijnbouwkundige en ruimtelijke vergunningen en instemmingen. Verschillende overheden, adviseurs en toezichthouders zijn daarbij betrokken. Zo zal de provincie een besluit nemen over het verlenen van een Milieuvergunning. Het ministerie van Economische Zaken is het bevoegd gezag voor de Opslagvergunning. Daarnaast zijn gemeenten het bevoegd gezag voor het wijzigen van Bestemmingsplannen en het afgeven van onder meer Bouwvergunningen.





3. Het principe en de techniek van CO₂-opslag

Met een project als dit worden lege gasvelden opnieuw met een gas gevuld, namelijk met CO₂. Voor zowel de afvang bij de bron, het transport, als de opslag van CO₂ worden bestaande technieken ingezet. Met het gebruik daarvan voor daadwerkelijke opslag van CO₂ bestaat al ervaring, bijvoorbeeld in het Nederlandse deel van de Noordzee en in Noorwegen.

Lege gasvelden

Wanneer gasvelden 'leeg' zijn, wil dat zeggen dat daar de commercieel winbare hoeveelheden aardgas zijn uitgehaald. Volle gasvelden zijn overigens geen 'gasbellen' en lege gasvelden geen 'holtes'. Het betreft hier diepliggende aardlagen van massief, maar poreus gesteente (foto). In de poriën van het gesteente heeft miljoenen jaren het aardgas gezeten, omdat het niet door de dichte, ondoordringbare lagen erboven kon weglekken. Na de winning van het aardgas bevindt zich in die poriën ruimte om (een ander) gas te bergen. De 'leeggeproduceerde' velden zijn in principe zeer geschikt om te dienen als ondergrondse opslagplaats voor gasen zoals CO₂. Door de eerdere gaswinning is de geologie van deze velden tot in detail bekend. Daarnaast hebben ze laten zien dat ze al miljoenen jaren (aard)gas hebben kunnen vasthouden. Het gebruik van leeggeproduceerde velden zoals in Barendrecht zal daarom ook elders in Nederland navolging krijgen. In Nederland worden overigens ook al lege gasvelden gebruikt voor gasopslag.



Een 'stukje gasveld'. Deze boorkern laat zien dat het gasveld geen 'holte' is, maar een laag poreus gesteente. Het ligt in de diepe ondergrond opgesloten onder ondoordringbare (gasdichte) lagen.



Het principe van CO₂-afvang en -opslag

Een project als dit bestaat uit drie onderdelen: afvang bij een bron van CO₂, transport en de eigenlijke opslag.

Afvang

'Afvang' betekent dat het CO₂ aan de bron, bijvoorbeeld de schoorsteen van een fabriek of elektriciteitscentrale, wordt opgevangen in plaats van naar de lucht te worden uitgestoten.

Compressie en transport

Met ondergrondse leidingen wordt het CO₂ getransporteerd naar de plaats van opslag. Het gas wordt daarvoor bij het vertrekpunt eerst met compressoren samengeperst, om zo onder druk door de leiding te worden gestuurd.

Opslag

Op de plek van opslag brengt een compressor het CO₂ op de druk die nodig is om het daar diep onder de grond in een leeg gasveld te kunnen injecteren. 'Diep' is in dit geval zeer diep omdat de gasvelden kilometers diep liggen.

Het vullen gebeurt via de putten die eerder werden geboord om het aardgas te bereiken en te winnen. Zo'n 'productieput' gaat na enkele aanpassingen fungeren als 'injectieput'. 'Vullen' betekent: CO₂ inbrengen totdat in het ondergrondse veld bijna weer de druk heerst van de beginsituatie, toen het nog met aardgas gevuld was. De druk in het reservoir was toen ongeveer gelijk aan die in het omringend gesteente. De nieuwe einddruk in het veld zal daar onder blijven. Zo levert de omgeving, vergeleken bij de oorspronkelijke situatie, extra tegendruk om het gas (nu: CO₂) op z'n plaats te houden en is tegelijkertijd een veiligheidsmarge gecreëerd.

Afsluiten

Enige tijd na de vulfase worden alle putten definitief afgesloten. Dat het CO₂ in deze fase definitief wordt opgesloten, betekent dat het niet meer in contact komt met de atmosfeer.

Bestaande technieken

Bij CO₂-opslag worden bestaande technieken ingezet:



Afvang

Nu al wordt uit schoorstenen van fabrieken CO₂ afgevangen. Het wordt gebruikt voor allerlei toepassingen, bijvoorbeeld in kassen om de plantengroei te stimuleren of in de voedingsindustrie ('prik' in frisdrank).



CO₂ wordt al afgevangen en in kassen gebruikt om de plantengroei te bevorderen.

Compressie en transport

Het is al gebruikelijk om CO₂ dat voor nuttig gebruik wordt afgevangen te comprimeren en onder druk door leidingen te vervoeren. In Nederland ligt al een paar honderd kilometer van deze leidingen. In de Verenigde Staten ligt, ter vergelijking, ruim 5000 km aan hoge druk pijpleidingen voor CO₂-transport.

Opslag

- Bij gaswinning worden de bodemformaties en de staat van de putten met metingen (monitoring) in de gaten gehouden. Met die technieken zal ook de situatie bij CO₂-injectie gevolgd worden.



- Nederland heeft al meer dan 10 jaar ervaring met het gebruik van gasvelden voor gasopslag. In de zomer wordt daarin aardgas opgeslagen uit andere velden. Hierdoor ontstaat een buffervoorraad met voldoende druk. Zo kan in de winter vervolgens worden voldaan aan pieken in de aardgasbehoefte.
- Injectie van CO₂, stoom of water is een techniek die ook bij de oliewinning gebruikt wordt. Op deze manier is de productie in bijna uitgeputte olievelden te verhogen. In Nederland worden daarvoor stoom en water geïnjecteerd; in de VS zijn er voor oliewinning meer dan duizend CO₂-injectieputten.

Afsluiten van putten

- Afsluiten van boorputten van leeggeproduceerde velden met 'pluggen' van cement gebeurt al standaard, ook als daarin geen CO₂ wordt opgeslagen.
- Het afsluiten van gasvelden die zijn gevuld met CO₂ komt al langer voor in de olie- en gaswinning. Soms blijkt bij een exploratieboring dat een veld geen aardgas bevat, maar van nature opgesloten CO₂. Ook dan wordt zo'n put met de gangbare technieken weer volledig afgesloten.

Ervaring met CO₂-opslag

Er is ervaring opgebouwd met het gebruik van de bestaande technieken voor het specifieke doel van CO₂-opslag. Sinds 1996 zijn wereldwijd en zowel onder land als zee projecten gestart waarbij CO₂ permanent wordt opgeslagen. In Noorwegen bijvoorbeeld, wordt in het Sleipner-project gas gewonnen met een relatief hoog CO₂-gehalte. Ter plekke wordt het gehalte verlaagd door een deel van het CO₂ uit het gas te verwijderen. Dit CO₂ wordt vanaf de winlocatie in een andere geologische laag gepompt dan de laag waaruit het gas wordt gewonnen. Zo is inmiddels meer dan tien miljoen ton CO₂ opgeslagen. In het Nederlands deel van de Noordzee, op 100 km uit de kust, wordt sinds 2004 een demonstratieproject voor CO₂-opslag uitgevoerd in het gasveld K12-B (website: www.k12-b.nl). Hier wordt, vergelijkbaar met het Barendrecht-project, CO₂ geïnjecteerd in een bijna leeg gasveld.



4. Waarom CO₂-opslag op de locatie Barendrecht?

De locatie Barendrecht is een zeer geschikte locatie, zowel volgens de criteria van de overheid als die van Shell. Een combinatie van gunstige factoren maken het mogelijk om zo'n relatief kleinschalig project hier gestalte te geven.

Locatiekeuze

In de ontwikkelingsfase van het project liet Shell zich mede leiden door de voorkeuren van de overheid. Deze gaf in de tenderaankondiging namelijk aan dat ze hechtte aan het gebruik van zeer zuivere CO₂, een locatie op land met als uitgangspunt dat de opslag veilig kan en de mogelijkheid van een snelle start.

Uitgaande van een project met een eigen CO₂-bron, zocht Shell naar een landlocatie. De kosten van een (lange) pijpleiding naar een offshore locatie zijn hoog, zeker bij een demonstratieproject waarin - relatief gezien - toch een bescheiden hoeveelheid CO₂ wordt opgeslagen. Een demonstratieproject voor een opslag op land heeft bovendien meerwaarde, omdat zich daarvoor in Nederland in de toekomst veel mogelijkheden zullen aandienen. Omdat veiligheid een harde randvoorwaarde is, hoeft daarbij geen onderscheid te worden gemaakt tussen dichtbevolkte of dunner bevolkte gebieden.

Groot potentieel

In Nederland is onder de grond de komende 25 jaar potentieel ruimte voor de opslag van circa 1.000 miljoen ton CO₂. Ter vergelijking: ons land produceert jaarlijks circa 180 miljoen ton CO₂. Een project dat de (financiële en bestuurlijke) haalbaarheid van CO₂-opslag in de praktijk demonstreert, kan dus veel betekenen voor de aanpak van de CO₂-emissies in Nederland.



Uitgaande van de CO₂-bron van Shell in Pernis (een bron die kan voldoen aan de wens van de overheid om zeer zuivere CO₂ te gebruiken) bleek 'Barendrecht' als potentiële locatie te voldoen aan de criteria van geschiktheid, veiligheid en tijdige beschikbaarheid. De locatie heeft een combinatie van gunstige factoren:

- de opslag vindt plaats op redelijke afstand van een bron van zeer zuivere CO₂; hier liggen bestaande locaties met gasvelden waar al putten geboord zijn;
- het veld bij beide locaties is geologisch zeer geschikt vanwege het gunstige type gesteente, de goede afdeklaag en de grote diepte;
- het is mogelijk om het CO₂ via die bestaande putten in de grond te injecteren omdat de productieputten nog niet zijn afgesloten: de gaswinning zal hier stoppen op een termijn die aansluit bij de timing van het project;
- de mogelijkheid van een gefaseerde aanpak (eerst een klein veld, dan een groter veld): al in het eerste deel van het project wordt de hele levenscyclus van een opslagproject in relatief korte tijd doorlopen en 'gedemonstreerd'.



5. Beschrijving van het project Barendrecht

In het project zullen achtereenvolgens twee lege gasvelden nabij Barendrecht worden gevuld met CO₂ afkomstig van de raffinaderij van Shell Pernis. Het vullen van het eerste en kleinste veld zal in 2011 beginnen en circa drie jaar duren. Het vullen van tweede en grotere veld start in 2015 en loopt circa 25 jaar. In totaal zal bijna 10 miljoen ton CO₂ worden opgeslagen. Dat is ongeveer gelijk aan de uitstoot van 1 miljoen moderne huizen voor verwarming, gedurende vijf jaar.

Projectbeschrijving

Afvang

De bron van CO₂ in het Barendrecht-project is een waterstoffabriek van Shell te Pernis, de *Shell Gasification Hydrogen Plant*. Deze heeft een proces waaruit zeer zuiver CO₂ vrijkomt. Zuivering om het gas te ontdoen van eventuele andere stoffen, zoals bij sommige andere CO₂-bronnen aan de orde is, is in dit geval niet nodig. Voor dit project kan voor het (gedeeltelijk) afvangen een bestaande installatie worden gebruikt. Nu al wordt het zelfde CO₂ afgevangen en geleverd (ruim een half miljoen ton CO₂ per jaar) aan onder meer vier glastuinbouwgebieden in de regio en aan frisdrankfabrikanten. Omdat de vraag van deze afnemers vooral in de winter kleiner is, zijn er nu nog perioden dat het CO₂ naar de lucht wordt uitgestoten. Deze niet nuttig gebruikte CO₂, zo'n 400 duizend ton per jaar, komt in aanmerking om permanent te worden opgeslagen.

Zeer zuivere CO₂

In dit project wordt chemisch 'zuivere' CO₂ gebruikt. Het afgevangen CO₂ bij Pernis bestaat voor minder dan 1% uit andere gasmoleculen dan CO₂, bijvoorbeeld methaan en stikstof. Door de afwezigheid van water wordt het CO₂ ook wel 'droog CO₂' genoemd. CO₂ met deze eigenschappen kan gemakkelijk worden getransporteerd en opgeslagen. Het gedrag van zuivere CO₂ is goed voorspelbaar en omdat het droog is, bestaat er in beginsel geen risico van roestvorming.

De CO₂ die wordt opgeslagen is dezelfde zuivere CO₂ die mag worden toegepast in de voedingsmiddelenindustrie en in kassen waar dagelijks mensen in werken.

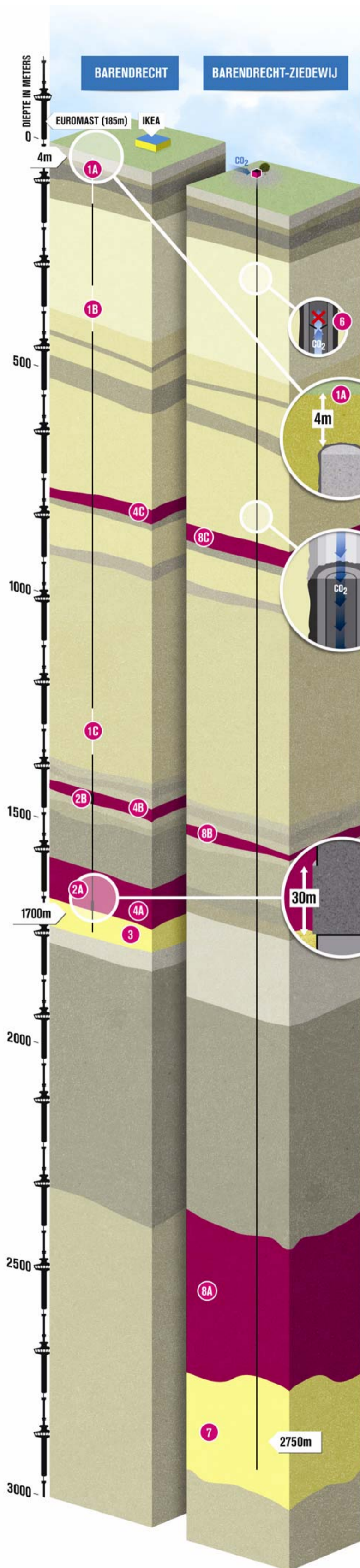


Transport

Voor het transport van CO₂ werkt Shell (SCS) in het project samen met OCAP, een joint venture van Linde Gas en VolkerWessels. OCAP heeft in Nederland een pijpleidingennetwerk van circa 250 km voor CO₂-transport. Nu al neemt OCAP CO₂ van Shell af, om te leveren aan de glastuinbouw in Zuid-Holland. Ook Linde Gas zelf neemt CO₂ af: voor levering aan de frisdrankindustrie en voor andere nuttige toepassingen. De partijen hebben zodoende een ruime ervaring met compressie en transport van CO₂ onder druk door pijpleidingen.

Voor dit project wordt een nieuwe, ondergrondse pijpleiding gelegd, een stalen buis met een diameter van ongeveer 36 centimeter (met 70 centimeter als variant). Deze buis voert het CO₂ van Pernis naar de huidige gaswinlocaties Barendrecht (afstand: 16,5 km) en Barendrecht-Ziedewij (3,5 km verder naar het oosten).

De bestaande OCAP-compressoren in Pernis krijgen versterking van twee compressoren. Deze zijn nodig om voldoende druk op te bouwen voor het transport door de nieuwe leidingen over de afstand naar Barendrecht. De nieuwe compressoren komen, net als de bestaande, in (geluidsgeïsoleerde) gebouwen te staan.



De diepte in

- Links: het Barendrechtveld, nadat het met CO₂ is gevuld en is afgesloten.
- Rechts: het veld Barendrecht-Ziedewij in de vulfase.
- Ter referentie: de Euromast en het IKEAgebouw Barendrecht.

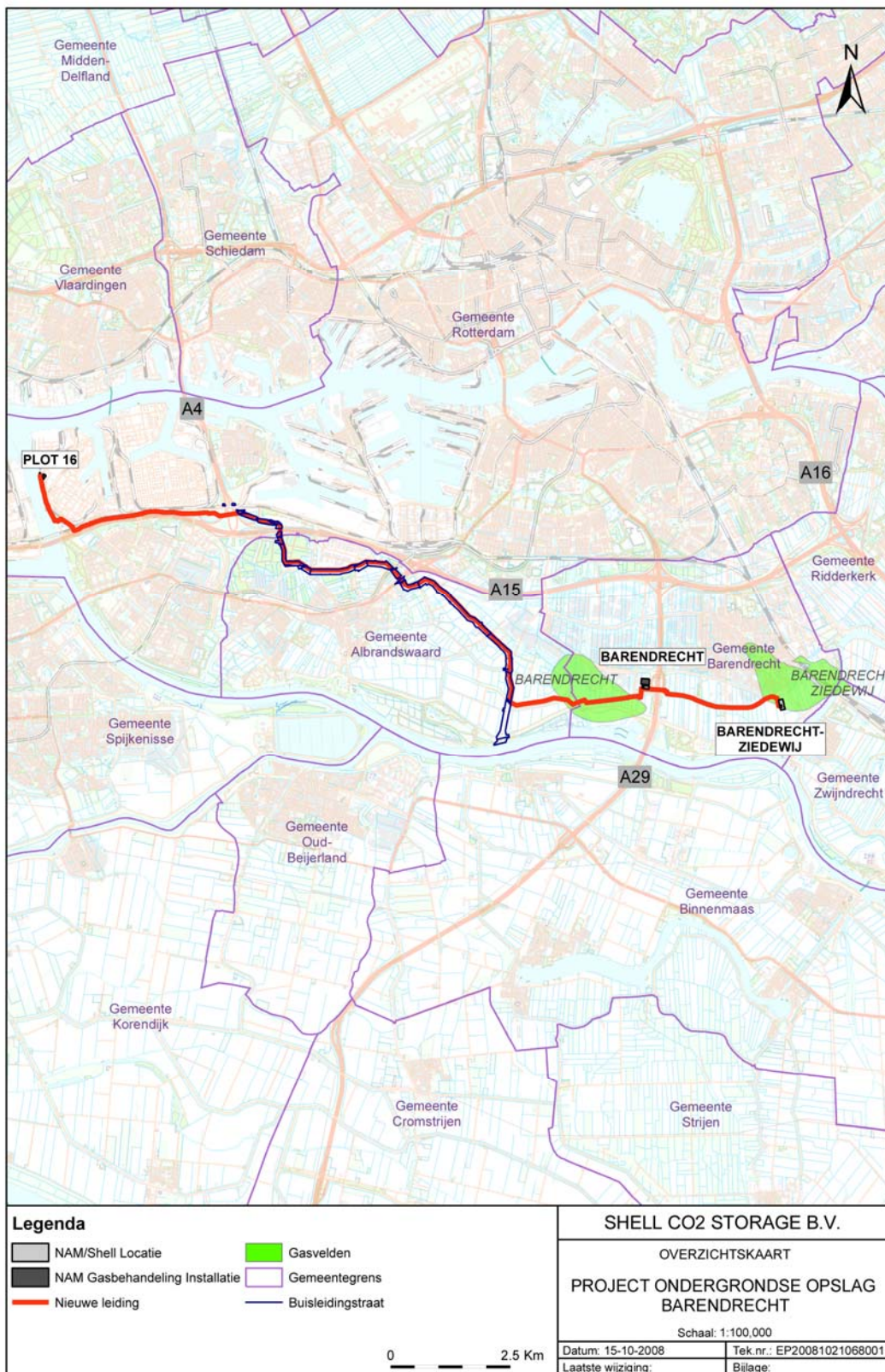
Barendrechtveld (na de vulfase)

- Alle bovengrondse installaties die voor de CO₂-injectie werden gebruikt zijn weggehaald.
- De bovenkant van de putconstructie is tot een paar meter onder het maaiveld verwijderd, en de putconstructie is hier nu tot op 100 meter diepte afgesloten met een lange cementplug (1A). Ook op twee andere diepten (1B, 1C) is de buis afgesloten met 100 meter lange cementpluggen.
- Bovendien is pal boven het gasveld een massieve cementplug geplaatst (2A) (ter wille van de afbeelding is de lengte van deze plug - 30 meter - hier niet in reële verhouding tot de breedte van de plug weergegeven). Deze plug vervangt ter plekke de gehele putstructuur en vormt op deze diepte een extra blokkade tegen het ontsnappen van CO₂.
- Het CO₂ zit opgesloten in het gasveld op een diepte van ca. 1.700 meter (3). De druk in het met CO₂ gevulde veld is lager dan de omgevingsdruk. Het poreuze gesteente waaruit dit gasveld bestaat wordt afgedekt door een ca. 90 meter dikke en voor gassen ondoordringbare laag kleisteen (4A).
- Boven het veld bevinden zich overigens nog meer van dit soort ondoordringbare lagen (4B, 4C). In een van die lagen is eveneens een massieve plug (2B) geplaatst (vergelijkbaar met de plug 2A boven het veld dat met CO₂ gevuld is). Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat deze afdekkende laag ook ondoordringbaar is op de plek waar de put deze laag doorkruist. Bovenliggende lagen hebben voorts het vermogen om CO₂ te absorberen. Dit komt omdat ze water bevatten, waarin het CO₂-mocht het daar komen - zal oplossen.

Barendrecht-Ziedewij (tijdens de vulfase)

- Op het maaiveld staat een compressorgebouw (het CO₂ wordt hier via een pijpleiding onder het maaiveld aangevoerd).
- De put is in deze fase (uiteraard) nog nergens afgesloten met cementpluggen. De constructie bestaat uit een dubbelwandige buis (5) die aan de buitenkant met cement in het boorgat is vastgezet. De binnenbuis zal na het vullen - voorafgaand aan het plaatsen van de cementpluggen - verwijderd worden.
- Terugslagkleppen (6) verhinderen het terugstromen van CO₂, als van boven de vuldruk zou wegvallen.
- Het CO₂ wordt ingebracht in een leeg gasveld (7) dat zich op ca. 2.750 meter diepte bevindt. De druk in het veld blijft tijdens en na het vullen met CO₂ lager dan de omgevingsdruk. Het poreuze gesteente waaruit dit gasveld bestaat, wordt afgedekt door een ca. 350 meter dikke en voor gassen ondoordringbare laag kleisteen (8A). Boven het veld bevinden zich overigens nog meer van dit soort ondoordringbare lagen (8B, 8C), terwijl bovenliggende lagen (door het water dat ze bevatten) het vermogen hebben CO₂ te absorberen.

Hoofdfunctie van deze illustratie is om de diepten in het juiste perspectief te plaatsen. Ter wille van de afbeelding is de weergave op enkele punten vereenvoudigd/meer schematisch. Dit geldt bijvoorbeeld voor de massieve cementplug (2A); de technische uitvoering van de terugslagkleppen (6); en de loop van de putten (in werkelijkheid lopen deze niet loodrecht, maar met een zekere afbuiging naar de diepgelegen gasvelden.)



Original page size A4

Het tracé van de pijpleiding voor CO₂transport.



Bestaand compressorgebouw in Pernis.

Bij de tracékeuze voor de pijpleiding is ingespeeld op het feit dat in het gebied al veel leidingen liggen. Het tracé sluit zoveel mogelijk aan bij bestaande tracés.

De leiding komt over een afstand van circa 13 km lengte te liggen in bestaande brede leidingstroken en de Buisleidingenstraat. Hier liggen in de grond al meerdere leidingen, welke gassen en vloeistoffen transporteren in het Rotterdamse Havengebied (leidingstroken) en tussen de Rotterdamse haven en Antwerpen (Buisleidingenstraat).

Ten zuiden van Smitshoek verlaat het tracé de Buisleidingenstraat. De leiding wordt hier zoveel mogelijk langs watergangen en nabij bestaande leidingen (waaronder een aardgastransportleiding) gelegd. Wanneer later ook de pijpleiding wordt gelegd tussen Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij, zal ook deze grotendeels de bestaande route van de aardgastransportleiding tussen deze locaties volgen.



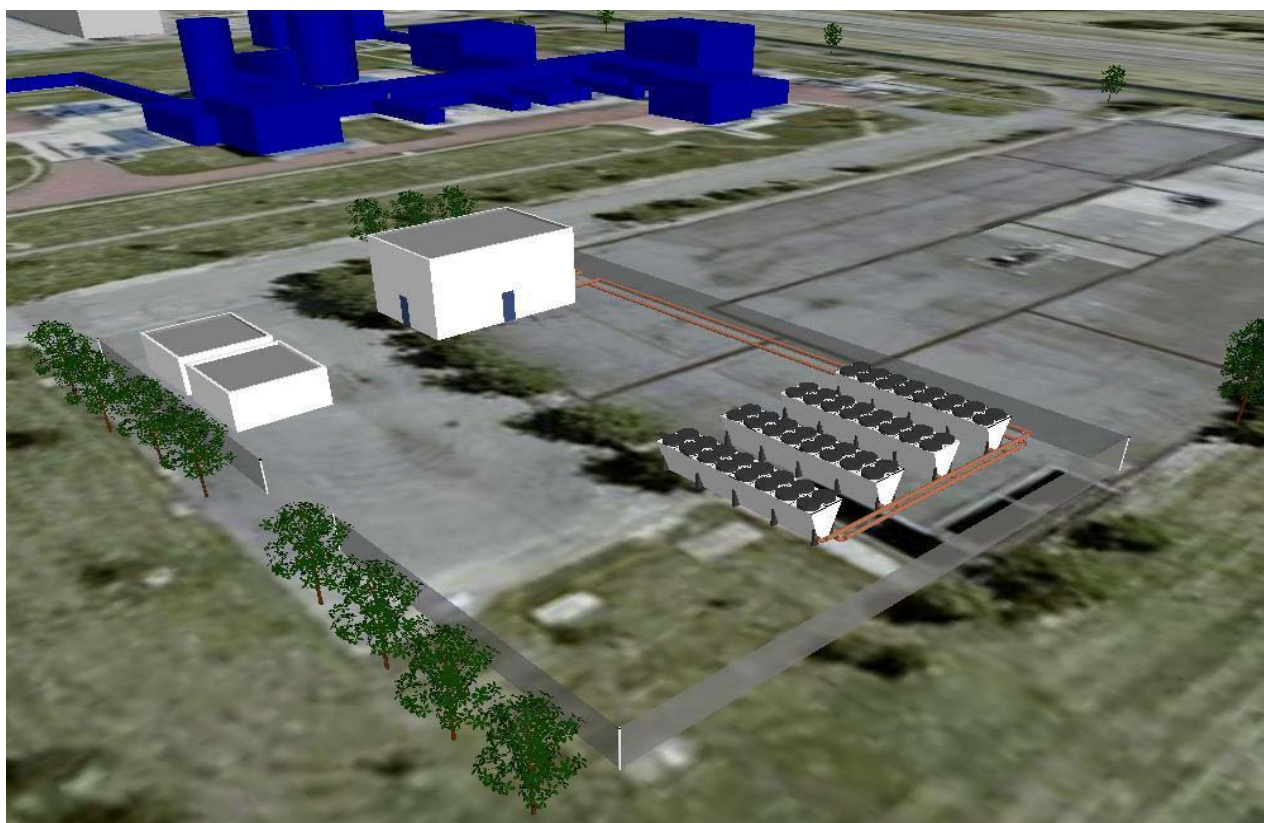
Vullen

Op de injectielocaties worden compressoren geplaatst, die - net als in Pernis - in geluidsgesoleerde gebouwen komen te staan. De compressoren brengen het CO₂ verder onder druk, zodat het diep onder de grond in de lege velden geïnjecteerd kan worden. Naast de compressorgebouwen komen koelers te staan. Het CO₂ dat uit een compressor komt, is namelijk door de samendrukking opgewarmd en moet gekoeld worden alvorens het wordt geïnjecteerd.

Het eerste veld dat wordt gevuld is het Barendrecht-veld. Het ligt op ca. 1.7 kilometer diepte. Als gasveld zal het in 2010 zijn leeggeproduceerd. Het vullen, met totaal circa 0,8 miljoen ton CO₂, begint in 2011 en duurt ongeveer drie jaar.

Wanneer het Barendrecht-veld bijna vol is, starten de voorbereidingen van de injectie in het veld Barendrecht-Ziedewij. Dit veld ligt op ca. 2.7 kilometer diepte. Het zal in 2014 juist zijn leeggeproduceerd. Het vullen van het veld Barendrecht-Ziedewij zal naar verwachting 25 jaar duren, met een totale injectie van circa 9,5 miljoen ton CO₂.

Met het project zal zo bij elkaar uiteindelijk bijna 10 miljoen ton CO₂ worden opgeslagen.



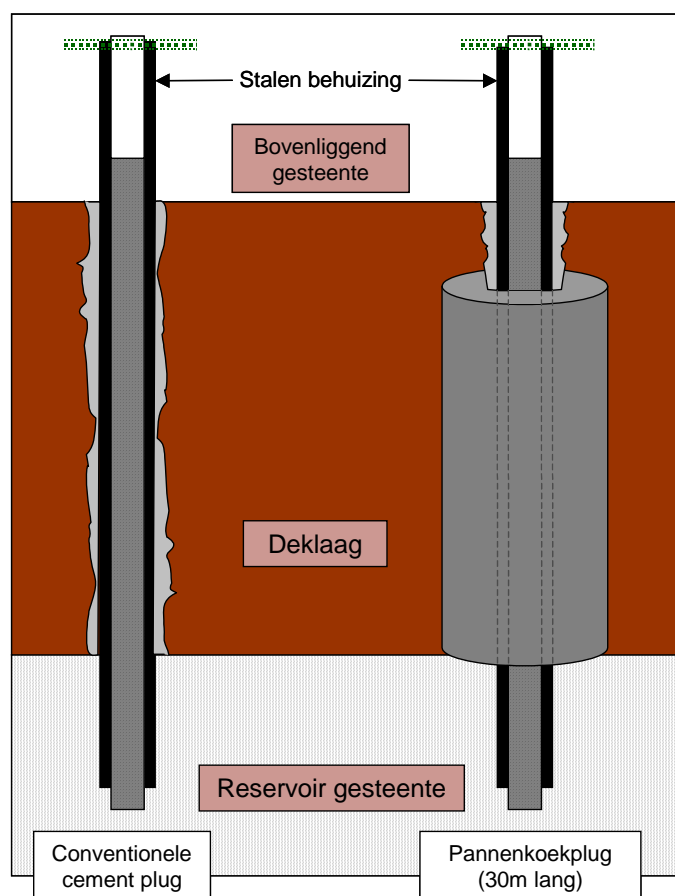
Artist impression van de injectielocatie Barendrecht. Het blauwe gebouw is de bestaande gasbehandelingsinstallatie. Deze blijft aanwezig voor behandeling van het gas dat nog in andere velden in de omgeving wordt gewonnen.



In een uitgebreid monitoringsprogramma worden onder meer de integriteit van de putten en de druk en temperatuur in de velden in de gaten gehouden met verschillende meettechnieken. Wanneer een veld gevuld is, volgt een periode waarin de injectieput en observatieputten ten behoeve van die monitoring nog niet definitief worden afgesloten. In deze fase vindt nauw overleg plaats met de overheid.

Afsluiten

De algemene manier van afsluiten van velden is het plaatsen van enkele 100 meter lange cementpluggen in de putten. In de Barendrecht-putten worden bovendien eerst grote, massieve pluggen van cement geplaatst, diep in de put en pal boven het veld (afbeelding). Meer over deze pluggen en de extra bescherming die hiermee in de putconstructie wordt ingebouwd in hoofdstuk 7. Shell heeft een ruime ervaring met deze techniek die ook elders in de wereld wordt toegepast.



Grote, massieve pluggen van cement, diep in de put en pal boven het veld, sluiten het gasveld af.

Overdracht

Als de putten definitief zijn afgesloten en de locatie is opgeruimd, wordt de opslaglocatie overgedragen aan de overheid. Het bovenste deel van de putconstructies is dan tot enkele meters onder het maaiveld verwijderd. Binnen enkele jaren na beëindiging van de injectie is zo de locatie weer te gebruiken voor gebiedsontwikkeling.



6. Effecten van aanleg en bedrijfsvoering

Het MER voor dit project besteedt, zoals elk MER, in de breedte aandacht aan de mogelijke effecten die kunnen optreden bij aanleg en bij de normale bedrijfsvoering daarna. Tevens wordt gekeken hoe deze mogelijke effecten kunnen worden voorkomen of beperkt. Hoofdstuk 7 besteedt apart aandacht aan het milieueffect veiligheid (externe veiligheid).

Het bevoegd gezag heeft via de Richtlijnen mede richting gegeven aan dit MER. Als essentiële informatie werden genoemd: de onderbouwing van de locatiekeuze, de effecten op de veiligheid van mensen en de beschrijving van de (lange termijn) effecten tijdens en na beëindiging. In dit hoofdstuk en hoofdstuk 7 zijn de conclusies samengevat. De locatiekeuze is reeds in hoofdstuk 4 aan de orde geweest.

Overzicht: waarop is onder meer gelet in het onderzoek naar effecten in de aanlegfase en de operationele fase? (Voor de uitkomsten van dit onderzoek: zie de tekst en het MER).

Milieuaspect	Aanlegfase	Operationele fase
Bodembeweging	Risico van zetting door bemalingen	Bodemstijging
Bodemverstoring	Verstorend graafwerk	-
Bodemverontreiniging	Bestaande verontreinigingen die men bij de aanleg tegenkomt	-
Grondwater	Invloed van grondwaterbemalingen	Toename verhard oppervlak
Oppervlaktewater	Lozing uit bemalingen	Veranderd koelwatergebruik
Ecologie – natuur	Gebiedsverstoring door aanleg	-
Ecologie – soorten	Verstoring dieren en planten	Blijvend effect voor vitaliteit soorten
Landschap	Aantasting landschappelijke waarden	Duur van deze eventuele ‘beslaglegging’
Archeologie	Verstoring mogelijke archeologische vindplaatsen	
Lucht	Uitstoot CO ₂ en andere stoffen	Netto effect opslag na aftrek van het CO ₂ dat is uitgestoten om die opslag te realiseren
Licht	Lichthinder	Lichthinder
Energie / CO ₂ -balans	Benodigde energie	Benodigde energie, gevolg voor CO ₂ -emissies
Geluid	Geluidshinder aanleg installaties	Geluidshinder installaties
Verkeer en vervoer	Gevolgen van bouwverkeer voor verkeersintensiteit en afgeleide effecten (trillingen, geluidshinder, beïnvloeding verkeersveiligheid)	-
Afvalstoffen	Soort afval dat ontstaat	Soort afval dat ontstaat



Effecten op milieu en omgeving

Bodem

Er is onderzoek gedaan naar bodembeweging, bodemverstoring en bodemkwaliteit.

Bodembeweging (zetting) als gevolg van de bemalingen voor grondwerkzaamheden (leidingen) in de aanlegfase wordt niet verwacht. De verlaging van de grondwaterstand blijft grotendeels binnen de normale jaarlijkse variatie in de grondwaterstand.

Omdat in de vulfase de druk in het veld geleidelijk toeneemt, kan de bodem licht stijgen. Deze stijging bedraagt minder dan de twee centimeter bodemdaling die tot nu toe optrad als gevolg van gaswinning. Voor de bewoning en het gebruik van het gebied is er geen effect, zoals er ook geen effect was ten gevolge van de bodemdaling.

Wat betreft bodemtrillingen: deze hebben zich bij de gaswinning uit de Barendrechtse velden nooit voorgedaan en worden, gezien de geologische samenstelling, ook nu niet verwacht. Met het weer vullen van de velden neemt de kans daarop bovendien af, omdat de ondergrondse drukverschillen juist zullen afnemen.

Het aspect van bodemverstoring speelt vooral bij aanleg van de pijpleiding, echter in beperkte mate. Het graafwerk is ondiep en gebeurt - dat geldt voor de leidingenstraat en andere delen van het leidingtracé - hoofdzakelijk op plaatsen waar ook al in het verleden is gegraven.

Op grond van beschikbare gegevens zijn mogelijk één of twee locaties langs het leidingtracé verontreinigd. Indien een bodemverontreiniging wordt aangetroffen, kan het, afhankelijk van de mate van verontreiniging, nodig zijn deze ter plaatse van de leidingsleuf te saneren. Voor de omgeving heeft dit dan een positief effect.

Water

Er is onderzoek gedaan naar effecten op het grondwater en het oppervlaktewater.

Het project leidt nauwelijks tot meer 'verhard oppervlak'. Nadelige invloeden - bestraten leidt tot minder indringing van regenwater in de bodem - zullen daarom verwaarloosbaar zijn.

Bij de aanleg van de leidingen moet de grondwaterstand door bemaling tijdelijk verlaagd worden. Deze verlaging zal grotendeels binnen de grenzen blijven van de normale variatie in de grondwaterstand.



Het grondwater dat bij bemaling vrijkomt, zal worden geloosd op het oppervlaktewater. Het te lozen water wordt vooraf gecontroleerd op eventuele verontreinigingen.

De uitbreiding van het aantal compressoren te Pernis vereist extra koeling. Er hoeft daarvoor niet meer koelwater uit de Nieuwe Maas te worden onttrokken dan nu het geval is. Wel wordt het geloosde koelwater iets warmer (verhoging met 0,6 °C). Op de injectielocatie wordt geen koelwater gebruikt. Het CO₂ wordt hier na compressie gekoeld met lucht.

Ecologie

Nagegaan is of er effecten zijn voor bijzondere gebieden, beschermde soorten en overige soorten.

Er zijn twee plaatsen waar de pijpleiding het natuurgebied 'Oude Maas' (tot op 200 meter) nadert. De werkzaamheden zijn zeer plaatselijk, zodat geen beïnvloeding van dit beschermde (Natura 2000) gebied wordt verwacht.

Planten en dieren (beschermde en overige soorten) kunnen in de aanlegfase tijdelijk door graafwerkzaamheden worden verstoord; direct, of doordat deze activiteiten dichtbij plaatsvinden. Er worden geen effecten voor de vitaliteit van de betrokken soorten verwacht.



Archeologie

Het leidingtracé doorkruist diverse gebieden met een 'middelhoge' tot 'hoge verwachting' ten aanzien van archeologische vondsten. Binnen de Buisleidingenstraat zal voor de aanleg van de transportleiding verstoring van archeologische waarden optreden. Uitvoering van de werkzaamheden zal plaatsvinden onder archeologische begeleiding, zoals afgesproken met het bevoegd gezag.

Voor de locatie Barendrecht-Ziedewij (middelhoge verwachting) wordt een inventariserend archeologisch booronderzoek geadviseerd.

Landschap en cultuurhistorie

De aantasting van landschappelijke en cultuurhistorische waarden blijft zeer beperkt. Waar nieuwe bouwwerken verrijzen, gaan deze vrijwel volledig op in een landschap dat al is ingericht met industrie of andere bedrijvigheid.

Het belangrijkste effect doet zich voor op de locatie Barendrecht-Ziedewij. Dit omdat bij CO₂-opslag de locatie met alle bij opslag horende bouwwerken aanzienlijk langer aanwezig blijft.

Lucht en licht

Gekeken is naar de uitstoot van stoffen naar de lucht en de verspreiding van licht.

De hoeveelheid CO₂ die als gevolg van de activiteiten in dit project wordt uitgestoten is zeer gering in vergelijking met de CO₂-emissies in de omgeving en in vergelijking met de CO₂-emissie die door het opslagproject wordt vermeden.



In de verschillende projectfasen leiden de activiteiten (verkeersbewegingen, gebruik van materieel, etc.) ook tot de uitstoot van ook andere stoffen dan CO₂. Gelet op de hoeveelheden van deze emissies zijn deze nauwelijks van betekenis vergeleken bij wat al in de omgeving uitgestoten wordt. Een belangrijk gegeven in dit kader is dat de compressoren (zowel in Pernis als in Barendrecht) een elektrische aandrijving krijgen. Daardoor zullen deze lokaal geen uitlaatgassen uitstoten.

Enige toename in de verspreiding van licht kan tijdelijk worden verwacht op de opslaglocaties, in de fase dat productieputten worden omgebouwd tot injectieputten.

Energie en CO₂-balans

Het - per saldo - gunstige effect op het gebied van CO₂-emissies vormt juist het centrale thema van dit project. Per jaar wordt circa 0,4 miljoen ton CO₂ van de raffinaderij opgeslagen in plaats van uitgestoten. Daarvoor wordt in het project relatief weinig uitgestoten: de CO₂-efficiency van het project is ongeveer 95%. Dat wil zeggen dat vanwege het energiegebruik (CO₂-uitstoot) bij transport en injectie *netto* vijf procent minder CO₂ wordt opgeslagen.

Geluid

Waar meer geluid vrijkomt, valt dit zo goed als weg bij de huidige geluidsbronnen (bedrijven, snelweg e.d.) die ter plekke of in de omgeving aanwezig zijn. Het geluidsniveau op de locaties zal niet boven de huidige vergunde waarde uitkomen.

Verkeer en vervoer

De extra verkeersbewegingen die het project veroorzaakt, vallen in het niet bij het aantal verkeersbewegingen dat al in de omgeving plaatsvindt. Wel is er een afgeleid effect op lokale wegen. Daar wordt het tijdelijk drukker en nemen de geluid- en trillingshinder tijdelijk licht toe.

Afvalstoffen

Er komen in diverse fasen van het project en op verschillende locaties afvalstoffen vrij. Deze kunnen volgens bestaande methoden en zonder complicaties verwerkt worden.

Effecten bij alternatieve uitvoering

In het MER zijn alternatieven onderzocht die uitgaan van andere keuzen in de uitvoering. Naast het voorkeursalternatief is het basisalternatief (het alternatief zoals beschreven in de oorspronkelijke startnotitie) beoordeeld op haar effecten. Daarnaast is gekeken naar het hoge druk alternatief,



waarbij het CO₂ onder een hogere druk wordt getransporteerd (niet de voorziene 40 bar, maar 80 bar).

Bij het voorkeursalternatief zijn de volgende mogelijke varianten onderzocht: de variant van een grotere pijpleidingdiameter (niet 36 centimeter, maar circa 70 centimeter ter plaatse van de Buisleidingenstraat) en de varianten die mogelijk zijn in het pijpleidingtracé.

Het overzicht van de mogelijke milieueffecten heeft geleid tot het 'meest milieuvriendelijke alternatief' (mma). Doordat veel maatregelen om milieueffecten te beperken al in het voorkeursalternatief zijn opgenomen, komt het mma in dit MER overeen met het voorkeursalternatief. Dit laatste alternatief wordt in de aanvraag van de milieuvergunning gehanteerd.

De effecten van de alternatieven en varianten zijn beschreven in het MER en vervolgens systematisch beoordeeld. Dat resulteert in de volgende samenvattende tabel. Het MER geeft meer inzicht in die afwegingen en de wijze waarop de scores moeten worden gelezen.



Toelichting bij tabel

De tabel geeft de vergelijking tussen de alternatieven weer.

In de kolom van het Voorkeursalternatief wordt getoond hoe het project - uitgevoerd volgens dit alternatief - scoort ten opzichte van de referentiesituatie (huidige situatie en autonome ontwikkelingen).

In de rechter vier kolommen staande scores van vier varianten; hier niet ten opzichte van de referentiesituatie, maar ten opzichte van een uitvoering van het project volgens het voorkeursalternatief.

- betekent: minder gunstig
- betekent iets minder gunstig
- 0 betekent neutraal
- + betekent iets beter
- ++ betekent veel beter

Overzicht milieuscore alternatieven					
	Score	Verschil ten opzichte van Voorkeursalternatief			
	Voorkeurs alternatief	Basis Alternatief	Hoge Druk Alternatief	Variant diameter	Variant tracédelen
Aanlegfase	-	-	+	-	-
archeologie	- / --	-	0	0	0
Injectiefase					
landschap	-	0	+	0	0
geluid	-	0	+	0	0
externe veiligheid	- / --	0	-	-	0
energie	++	0	-	0	0
Beëindiging	0	0	0	+	0
Ondergrond					
veiligheid	0	0	0	0	0
andere functies	-	0	0	0	0
stabiliteit	+	0	0	0	0

De huidige situatie is de situatie waarin gaswinning plaatsvindt, die langzaam ten einde loopt. Veelal zal het voorkeursalternatief daarom een – of 0 geven, omdat er langere aanwezigheid zal zijn en gedurende langere tijd werkzaamheden worden verricht. Andere alternatieven scoren vergelijkbaar en in elk geval niet lager dan het voorkeursalternatief. Het voorkeursalternatief is gekozen omdat dit het hoogste scoorde op de hoeveelheid CO₂ emissies.





7. De risico's onderzocht

Naast de mogelijke effecten bij aanleg en normale bedrijfsvoering (zie voorgaand hoofdstuk) is onderzoek gedaan naar het risico van bijzondere of onverwachte omstandigheden, met name van gebeurtenissen waarbij CO₂ zou kunnen weglekken.

Risico is kans (de kans dat de gebeurtenis optreedt) maal effect (de potentiële gevolgen die de gebeurtenis met zich mee kan brengen).

In de risico's voor omwonenden blijken zich nergens knelpunten voor te doen.

Veiligheid voor de omgeving

De overheid heeft voor de 'externe veiligheid' een richtwaarde vastgesteld. Ze stelt dat de kans dat in een jaar tijd iemand overlijdt als gevolg van de betreffende activiteit niet groter mag zijn dan een op de miljoen (oftewel 10⁻⁶). Daarbij wordt er vanuit gegaan dat er 24 uur per dag iemand ter plekke aanwezig is. Het gebied waarbinnen die kans zich kan voordoen, wordt met een lijn aangegeven, de 10⁻⁶-contour. Daarbinnen mogen werknemers wel werken, mits zij aanvullende bescherming krijgen. Daarbuiten wordt het (plaatsgebonden) risico in onze maatschappij aanvaardbaar gevonden.

Groepsrisico

Als zich binnen de 10⁻⁶-contour gebouwen bevinden waar meerdere mensen tegelijk aanwezig zijn, de zogenaamde 'kwetsbare objecten', bijvoorbeeld bedrijven of scholen, dan moet tevens worden gekeken naar het groepsrisico⁶. Maar voor het Barendrecht-project geldt dat deze contouren in het algemeen samenvallen met de locaties dan wel het pijpleidingstrace – zie hieronder voor de details – zodat er geen sprake is van onacceptabele risico's voor omwonenden.

⁶ De kans dat tegelijkertijd een groep mensen om het leven komt.



Risico's onderzocht

Voor de denkbare manieren waarop CO₂ in dit opslagproject zou kunnen vrijkomen zijn scenario's uitgewerkt. Onderscheiden zijn daarbij:

- scenario's voor eventuele problemen met installaties (pijpleiding en installaties voor compressie en injectie);
- scenario's voor eventuele gebeurtenissen in de diepe ondergrond, die zouden kunnen leiden tot een langzame lekstroom.

Doorrekening van alle scenario's leerde om te beginnen dat alleen mogelijke problemen met installaties relevant zijn voor de risico's. Geen van de scenario's voor een lekkage vanuit de diepe ondergrond blijkt namelijk van betekenis voor het risico voor omwonenden.

- Ook het risico dat de installaties opleveren is echter zeer beperkt.

In alle gevallen ligt de contour in de zeer directe omgeving van de activiteit:

- voor Plot-16 geldt dat de contour voornamelijk op het fabrieksterrein ligt en slechts voor een zeer klein deel net buiten de locatie komt;
- op de injectielocatie Barendrecht ligt de 10⁻⁶-contour geheel binnen de grenzen van het terrein;
- bij de locatie Barendrecht-Ziedewij reikt de contour deels buiten de locatie op agrarische grond;
- voor pijpleidingen ligt de berekende 10⁻⁶-contour zo dicht bij het tracé dat deze daarmee samenvalt.

De conclusie is daarom dat zich in het risico voor omwonenden geen knelpunten voordoen.

Uit de ligging van de 10⁻⁶-contouren kan voorts geconcludeerd worden dat zich binnen het invloedsgebied van de activiteiten nergens kwetsbare objecten (zoals bedrijven of scholen) bevinden. Berekening van het groepsrisico was daarom niet nodig.

Hierna volgen korte beschrijvingen⁷ van de onderzochte scenario's.

⁷ Raadpleeg voor de bijbehorende effecten en kansen, welke samen het risico bepalen, de uitgebreide Milieu Effect Rapportage.



Scenario's lekkage uit installaties

Bij een beschadiging of totale breuk van een transportleiding en bij een 'blow out' (tijdens vulfase) van een injectieput zal het CO₂ door de relatief hoge druk met kracht omhoog de atmosfeer in worden gestuwd. Een dergelijke lekkage wordt waargenomen door de meetapparatuur, maar is daarnaast ook hoorbaar en zichtbaar. In alle gevallen zal bij zo'n lekkage een witte pluim ontstaan doordat het CO₂ de lucht afkoelt en het daarin aanwezige waterdamp laat condenseren. Een dergelijke krachtige lekkage zorgt zelf automatisch voor een snelle vermenging met de lucht, zodat de effecten aan de grond relatief klein zijn. Dit gegeven, in combinatie met de zeer geringe kans op een *blow out* van een put of volledige breuk van een transportleiding, levert gunstige risicocontouren op. De 10⁻⁶-risicocontouren liggen nabij de hekken van de injectielocaties. De berekende risico's van de transportleiding langs het leidingtracé zijn minder dan 10⁻⁶ per jaar.

Leidingbreuk en blow out

In het ontwerp van het leidingtracé is maximaal gebruik gemaakt van bestaande tracés, en er worden afspraken gemaakt over toegestane 'grondroer'-activiteiten, overal waar de leiding komt te liggen. Als desondanks (bijvoorbeeld door graafwerk) een volledige breuk in een buisleiding zou optreden, stroomt (alleen) de pijpleiding in korte tijd leeg. Een beveiligingssysteem heeft dan de compressoren al gestopt en automatisch de kleppen naar het leidingsysteem afgesloten.

Een 'blow out' van de injectieput gaat uit van een situatie dat de meervoudige beveiliging die in de put is ingebouwd (terugslagkleppen die het terugstromen van CO₂ verhinderen) niet zou werken. Ook bij het blijvend falen van kleppen is de put overigens nog altijd onder controle te krijgen.

Een meer *horizontale* verspreiding van CO₂ is mogelijk wanneer een leiding lekt op een traject waar deze in een leidingtunnel⁸ loopt. Ook bij een breuk in een injectieleiding op de opslaglocatie kan CO₂ zich meer zijdelings verspreiden.

Bij een lek in een leidingtunnel zal CO₂ uitstromen via de ventilatieopeningen van de tunnel. Het lek zal worden opgemerkt met detectieapparatuur voor CO₂ die in de tunnel aanwezig is. De pijpleiding wordt dan ingesloten en de inhoud veilig afgeblazen.

De kans op een beschadiging van de leiding in een leidingtunnel is juist verwaarloosbaar klein, omdat de voornaamste oorzaak (beschadiging door derden) in een tunnel zo goed als uitgesloten is.

⁸ Op twee plaatsen in het leidingtracé is dit het geval.



Bij een breuk in een injectieleiding op de opslaglocatie zal vanwege beveiligingsmaatregelen in de installatie de lekkage beperkt blijven en slechts enkele minuten duren. De kans op een breuk van de injectieleiding is bovendien klein. De gunstige ligging van de risicocontouren op de injectielocaties maken duidelijk dat (ook) de eventualiteit van deze gebeurtenis op deze locaties weinig risico oplevert voor de omgeving.

Compressoren (die te Pernis en op de twee opslaglocaties) leiden evenmin tot belangrijke externe risico's. Dit heeft te maken met de kleine kans dat zich hier calamiteiten voordoen, in combinatie met ingebouwde beveiligingen. Het CO₂ zal allereerst terechtkomen in de gebouwen waarin deze apparatuur geplaatst is. Ter plekke is detectieapparatuur voor CO₂ aanwezig. De compressoren zijn voorzien van op afstand bedienbare kleppen die de installatie in geval van lekkage direct kunnen afsluiten. Ze doen dat dan zo ('inblokken'), dat nog maar een beperkte hoeveelheid CO₂ uit het systeem kan ontsnappen. De compressoren hebben daarnaast een beveiliging voor overdruk, met afblaas mogelijkheden op plaatsen waar dat veilig kan.

Kleine ontsnappingen

In geval van een klein gaatje in de pijpleiding zal langzaam CO₂ weglekken naar de bodem. Het lost op in het grondwater of bereikt het maaiveld (de atmosfeer), waar vermenging zal plaatsvinden doordat het CO₂ slechts zeer langzaam en verspreid vrijkomt.

Zo'n lek zal bij visuele inspectie (minimaal een maal per week) onder meer opvallen door veranderingen in de plantengroei ter plekke (bij hogere concentratie verdorring). Bij kleine lekkages in onderdelen met hogere druk (zoals compressoren en de injectieleiding) zullen kleine lekkages zich onder meer verraden door ijsvorming van CO₂ op de plek van uittreden.

In het geval van een langzaam lekkende compressor zal CO₂-ophoping kunnen plaatsvinden in het gebouw. Ter plekke is detectieapparatuur aanwezig om verhoogde CO₂-concentraties (een potentieel gevaar voor iemand die deze ruimte betreedt) op te merken.

Scenario's lekkage uit de diepe ondergrond

In het MER is onderzoek verricht naar een viertal (theoretische) mogelijkheden voor CO₂ om zich diep onder de grond te verplaatsen tot buiten de grenzen die het gasveld daar nu heeft. Aannemend *dat* dit zou gebeuren, is ook nog gekeken of het CO₂ vervolgens de kilometers lange weg omhoog kan afleggen om zo het maaiveld en de atmosfeer te bereiken.



Lekkage door een afdekkende laag

Onderzocht is of vanuit de velden CO₂ door de afdekkende laag boven het gasveld kan dringen. De afdekkende lagen, bestaande uit kleisteen, liggen boven de gasvelden. In Barendrecht is het een circa 90 meter dikke laag die vanaf ongeveer 1.600 meter diepte ligt. In Barendrecht-Ziedewij een circa 430 meter dikke laag die zich vanaf ongeveer 2.200 meter diepte bevindt.

De kans op lekkage door de laag is volgens de studies verwaarloosbaar. TNO geeft aan dat de afdekkende bovenlaag van beide velden bestand is tegen eventuele beschadiging door mechanische of chemische processen in de diepe ondergrond. De mechanische druk is hier al gering, omdat de einddruk in het veld bewust lager is gehouden dan die in het omringend gesteente. Als desondanks CO₂ door de laag zou lekken, dan zal dit de atmosfeer niet bereiken. Op de verdere weg omhoog zal het oplossen in bovenliggende waterlagen of worden vastgehouden onder andere afdichtende lagen die boven de velden aanwezig zijn.

Lekkage naar de omgeving van het gasveld

Onderzocht is of CO₂ zich zijdelings zou kunnen verplaatsen naar het omringend gesteente of zou kunnen oplossen in watervoerende lagen onder de velden.

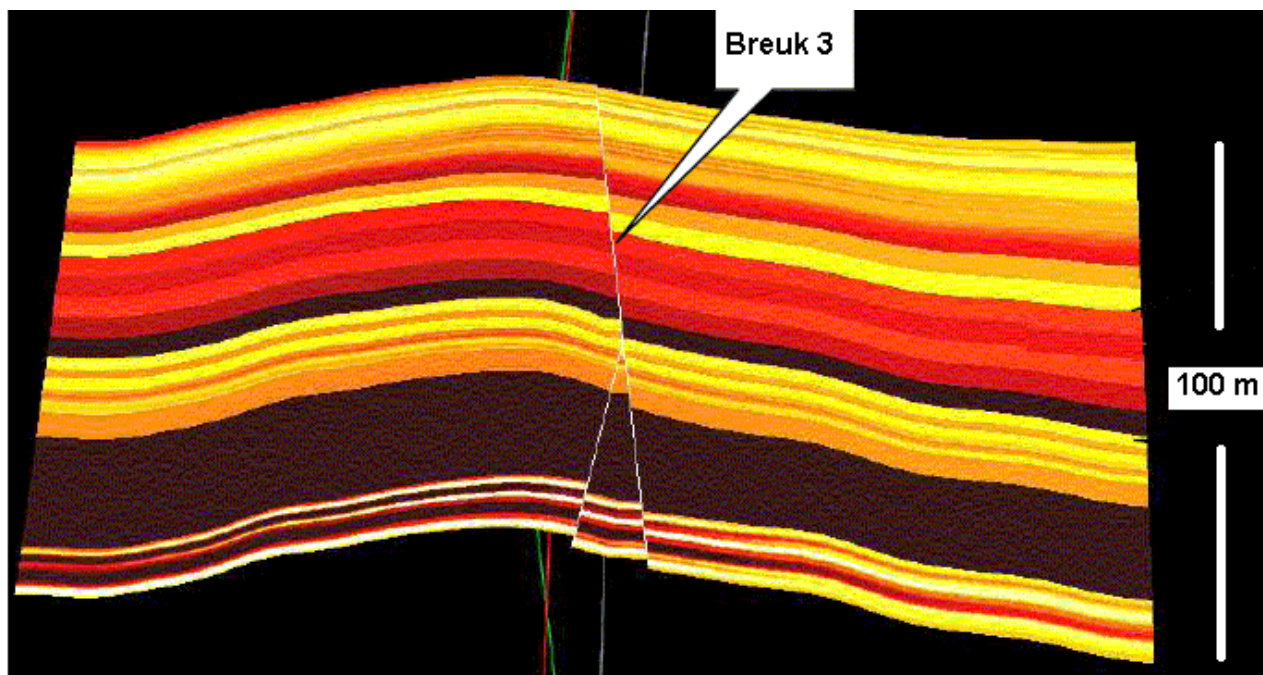
De kans dat dit gebeurt blijkt verwaarloosbaar. Er is veel druk nodig om het CO₂ over de oorspronkelijke begrenzing van het gasveld te 'duwen'. Ook hier geldt dat de einddruk in het gevulde reservoir juist relatief laag is.

Als het CO₂ de grenzen van het veld desondanks zou overschrijden zijn er geen gevolgen. Zo'n proces vindt plaats onder de afdekkende laag in deze geologische formatie (zie het scenario hierboven). Wanneer CO₂ in watervoerende lagen oplost, blijft dit ter plekke aanwezig: het water onder de twee velden stroomt niet.

Lekkage langs een breukzone

Bij de gasvelden in Barendrecht zijn, zoals overal in de Nederlandse ondergrond, breuken aanwezig ([afbeelding](#)). Ze liggen diep en 'doven' ook uit in die diepe ondergrond: het eindpunt van doorlopende breuklijnen ligt overal nog ver (zo'n 1,5 kilometer of meer) onder het maaiveld. Wil het CO₂-gas zich kunnen verplaatsen tot het eindpunt van zo'n breuk, dan moet de breuk gas doorlaten. Gasvelden hebben in het verleden echter juist bewezen dat aanwezige breuken vaak gasdicht zijn. TNO concludeert verder dat de kans klein is dat breuken gaan werken bij het hernieuwd op druk brengen van de velden door de CO₂-injectie.

Als het gas zich toch zou verplaatsen via een breuklijn zou dat neerkomen op de 'wat als toch'-situaties in bovenstaande scenario's.



Langs breuklijnen liggen de diepe aardlagen soms ten opzichte van elkaar verschoven.

Lekkage van een put

Onderzocht is wat de kans is dat opgeslagen CO₂ geleidelijk weglekt via de putconstructie.

Deze putconstructie bestaat uit een stalen buis⁹, die met cement is vastgezet in het omringend gesteente van de wand van de boorput. Lekkage zou zich in de vulfase rond de buis kunnen voordoen en - na de vulfase - ook binnendoor, door de kern van de put. De kans dat in de vulfase een 'lekkage buitenom' optreedt als gevolg van (mechanische of chemische) verwerking van materialen is echter klein.

Als dit toch gebeurt, levert de lange weg naar boven veel weerstand op, resulterend in hooguit een zeer kleine lekstroom¹⁰. Dit CO₂ treedt dan exact op de injectielocatie naar buiten en zal daar onmiddellijk opvallen in het continue meetprogramma rond de put. Ook lekkage via de put naar een diepere grondlaag zal opgemerkt worden bij de regelmatige metingen die over de volle diepte van de put worden uitgevoerd.

⁹ Om preciezer te zijn: tijdens de vulfase heeft deze buis ook nog een binnenbuis. De binnenbuis wordt bij afsluiting van de putten verwijderd.

¹⁰ Berekend is dat dit in de meest extreme situatie een lekstroom oplevert van maximaal 4,5 ton in een jaar (ter vergelijking: de jaarlijkse uitstoot van een auto in de middenklasse).



Na de vulfase wordt de kans van een lekkage buitenom geclassificeerd als verwaarloosbaar. In deze fase wordt diep in de put, net boven het gasveld, een grote plug geplaatst (zie afbeelding pag 22). De massiviteit van de plug biedt veel weerstand tegen de uiterst trage verwerking die het cement kan ondergaan. Omdat deze plug ter plekke de hele putstructuur - inclusief de oorspronkelijke buis - vervangt, blokkeert deze ook een eventuele ontsnappingsroute 'binnendoor'. De buis daarboven wordt alsnog, zoals bij een gewone putafsluiting gebruikelijk, met een paar circa 100 meter lange cementpluggen gevuld.

Verwerking, tienduizend jaar verder

De massieve plug die diep in de put, direct boven het gasveld wordt geplaatst, heeft een lengte van circa 30 meter. Uit laboratoriumonderzoeken is geconcludeerd dat een 50 m lange cementplug in het meest conservatieve (theoretische) geval pas na minimaal 100.000 jaar is afgebroken.

Dergelijke afbraaksnelheden werd gehaald onder andere omstandigheden¹¹ dan die in de velden van Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij zullen heersen. Het is zeer aannemelijk dat afbraaksnelheden in die velden nog vele malen lager zullen liggen.

De putten zullen met zorg worden afgesloten, waarbij geleund kan worden op jarenlange ervaring. TNO benadrukt het belang van dergelijk vakwerk en van het gebruik van goede materialen, in het bijzonder de kwaliteit van het gebruikte cement. Als hier geen scheurtjes of andere onvolkomenheden in zitten, is de conclusie dat verwerking van de put een te langzaam proces is om nog een reëel risico te vormen voor ontsnapping van CO₂.

Conclusies

Uit het MER blijkt dat bij dit project aan alle richtlijnen van de overheid wordt voldaan. Dit geldt zowel voor de keuzes omtrent de locatie en de tracéroute, als voor de technische keuzes omtrent de uitvoering van het project. Het concludeert verder dat de effecten op de veiligheid van omwonenden en op het gebied van geluid, verkeer en andere milieuaspecten binnen de acceptatiegrenzen van de overheid liggen. Nu, en ook na beëindiging van het project. Het hoofddoel, een significante reductie van CO₂-uitstoot, zal bereikt zal worden. Vanaf 2011 zal het project kunnen starten.

¹¹ Water verzadigde condities, waarbij de reacties sneller verlopen. In de velden van Barendrecht en Barendrecht-Ziedewij bevatten de poriën vrijwel geen water.



8. Meer over CO₂-opslag, meer over de procedure

Deze samenvatting geeft een snel en vereenvoudigd inzicht in het voorgenomen project. De conclusies dat de voorgenomen CO₂-opslag wat betreft locatiekeuze en veiligheid een goede optie is steunt op vele argumenten. Ook de overige milieueffecten en effecten op lange termijn vormen geen belemmeringen voor dit project. De deelrapporten 1 tot en met 3 van het MER bevatten echter de volledige effectbeschrijving.

Het MER *Ondergrondse opslag van CO₂ in Barendrecht* is op te vragen bij:

Shell CO₂ Storage B.V.

t.a.v. Barendrecht Ondergrondse CO₂ Opslag (BRT-OCO)

Postbus 28000

9400 HH Assen

Nederland

Voor nadere inlichtingen of vragen kunt u contact opnemen met de afdeling Mediacontacten van Shell in Den Haag, telefoon 070-3778750 of per mail media-nl@shell.com.

Zie ook www.shell.nl/co2opslagbarendrecht. U kunt op deze site ook de antwoorden op meest gestelde vragen vinden of zelf vragen stellen. Op de website zal ook de actuele planning van de diverse procedurestappen vermeld staan.