

AMESCO
Algemene Milieu Effecten Studie
CO₂-opslag

Publieke samenvatting

Juli 2007

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding voor dit project	1
1.2	Doel van het project	2
1.3	Afbakening	3
1.4	Leeswijzer	3
2	Injectie en opslag, een globale technische beschrijving	4
2.1	Opzet van de CO ₂ -opslaglocatie	4
2.2	Het reservoir	8
2.3	Afsluiting	10
3	Gevolgen voor het milieu	12
3.1	Een algemeen overzicht van milieubelasting en –risico's	13
3.2	Lekkage paden	14
3.3	Effecten van blootstelling	19
4	Wetgeving ten aanzien van CO ₂ -opslag	23
4.1	Huidige situatie, vigerende wet- en regelgeving	23
4.2	Huidige situatie, onzekerheden en leemten in wet en regelgeving	24
5	Vervolg	26

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor dit project

Zorgen om de menselijke invloed op het klimaat

Klimaatverandering is momenteel een hot topic en staat hoog op de politieke agenda. Het is door wetenschappers en politici inmiddels algemeen geaccepteerd dat het zeer waarschijnlijk is dat het klimaat verandert onder invloed van emissies, die door menselijke activiteiten worden veroorzaakt. Die emissies betreffen de emissies van CO₂ en andere broeikasgassen bij verbruik van fossiele brandstoffen, landbouw, industriële processen en afvalverwerking.

Om de resulterende effecten van klimaatverandering zoals weerpatroonverandering en zeespiegelstijging beheersbaar te houden, mag de gemiddelde temperatuur op aarde niet meer dan 2°C stijgen in de komende eeuw. Dit vereist emissiereducties van 50% in 2050 ten opzichte van het emissieniveau van 1990.

CO₂-opslag als speerpunt in het broeikasgas reductiebeleid

Afvang en opslag van CO₂ in de diepe ondergrond wordt gezien als een veelbelovende techniek om de benodigde drastische reductie van de antropogene uitstoot van broeikasgassen de komende decennia te kunnen realiseren.

In Nederland is CO₂-opslag naast energiebesparing en duurzame energie één van de speerpunten van het klimaatbeleid. Verdere ontwikkeling en implementatie van de techniek worden dan ook actief ondersteund door de overheid, bijvoorbeeld middels convenanten en subsidies voor CO₂-afvang en -opslag.

Het belang en de mogelijkheden van CO₂-opslag voor Nederland

Voor Nederland lijkt CO₂-opslag een realistische en veelbelovende optie. In de Nederlandse bodem zijn meer dan 100 gasvelden aanwezig. Deze velden hebben miljoenen jaren lang aardgas vastgehouden, wat de intrinsieke gasdichtheid (integriteit) aantoont. De hoeveelheid CO₂ die kan worden opgeslagen in deze gasvelden wordt geschat op maximaal 1.600 miljoen ton, exclusief 'Groningen veld' (Slochteren)¹. De huidige uitstoot van CO₂ van grote industriële puntbronnen is ongeveer 70 miljoen ton per jaar. Dit betekent dat er theoretisch genoeg capaciteit is om voor ongeveer 20 jaar de broeikasgasemissies van alle grote industriële puntbronnen op te slaan. Dit geeft de mogelijkheid voor een overgangperiode waarin op korte termijn CO₂-uitstoot wordt gereduceerd door middel van CO₂-opslag terwijl er wordt gewerkt aan een minder CO₂-intensieve maatschappij en aan alternatieve CO₂-neutrale energiebronnen.

¹ Dit veld heeft een additionele capaciteit voor circa 7.300 Mton CO₂.

Gebrek aan concrete ervaring en kennis

Een aantal Nederlandse bedrijven en overheidsorganisaties heeft aangegeven plannen te hebben voor afvang en opslag van CO₂ (Carbondioxide Capture and Storage; CCS). Dit heeft geleid tot een discussie over de beoordeling van mogelijke gevolgen van CO₂ opslag voor de omgeving (o.a. milieu).

Opslag van CO₂ in de diepe ondergrond is echter een relatief nieuwe activiteit. Om die reden is er nog geen specifieke regelgeving, geen specifiek beleid en zijn er weinig voorbeelden van eerder uitgevoerde milieueffectbeoordelingen om als leidraad voor initiatiefnemers, vergunningverleners en investeerders te dienen. Daarom heeft een groep van partijen uit de energiesector en diverse overheden het initiatief genomen voor deze studie rond onshore CO₂-opslag in de diepe ondergrond, genoemd het AMESCO-project (Algemene Milieu Effecten Studie CO₂ Opslag).

1.2 Doel van het project

Doel van het AMESCO-project is achtergrondinformatie te geven over CO₂-opslag in Nederland voor de bovengenoemde groep initiatiefnemers en andere stakeholders. Door het samenbrengen van wetenschappelijke kennis en informatie van bedrijven en autoriteiten en door het analyseren van relevant bestaand beleid moet duidelijk worden:

- welke milieueffecten gerelateerd aan injectie en opslag zouden kunnen optreden;
- welke mogelijkheden bestaan om milieubelasting en risico's te reduceren en minimaliseren;
- welke bestaande aanverwante wetgeving van toepassing is op CO₂-opslag in de diepe ondergrond;
- welke leemten in kennis en huidige wetgeving er bestaan ten aanzien van CO₂-opslag.

Het tijdens het AMESCO-project geproduceerde rapport kan worden gezien als een eerste globaal antwoord op bovengenoemde vier vragen. Het rapport kan voor een specifiek CO₂-opslagproject in de vergunningprocedure worden gebruikt als achtergronddocument dat wordt aangevuld met de reguliere locatiespecifieke onderzoeken. De informatie uit het rapport kan tevens gebruikt worden bij het opstellen van een Plan MER (voorheen: Strategische Milieu Beoordeling).

Het hoofdrapport van het AMESCO-project is nu nog een groeidocument dat naar aanleiding van de workshop op 19 juni 2007 en commentaar van de Commissie MER zal worden gefinaliseerd.

1.3 Afbakening

Om praktische redenen is in het project gekozen voor de volgende focus:

- 1 Focus op mogelijke gevolgen en risico's van CO₂-opslag.
- 2 Alleen CO₂-opslag in gas reservoirs wordt in beschouwing genomen.
- 3 Alleen onshore projecten worden in beschouwing genomen.
- 4 Alleen permanente opslag wordt in beschouwing genomen.
- 5 Alternatieven voor CO₂-opslag in gasreservoirs worden in beschouwing genomen, andere vormen van CO₂-emissiereductie niet.

De studie is beperkt tot economisch gezien uitgeputte, gedepleteerde gasvelden. Olie- en gasvelden lijken – doordat ze al miljoenen jaren koolwaterstoffen hebben vastgehouden – in principe geschikt te zijn voor CO₂-opslag. Omdat olievelden vaak nog grote hoeveelheden olie en in veel gevallen ook water bevatten, lijken gasvelden op korte termijn beter geschikt. Daarnaast zijn er in Nederland veel meer gasvelden dan olievelden. De druk in gedepleteerde gasvelden is over het algemeen laag door de hoge mate van depletie². Ook de lage druk is een voordeel van gasvelden ten opzichte van aquifers.

1.4 Leeswijzer

Deze notitie bevat een samenvatting van de in het AMESCO-project verzamelde informatie en inzichten. Om de niet met het onderwerp en de techniek bekende lezer inzicht te geven is eerst in hoofdstuk 2 een globale beschrijving gegeven van CO₂-opslag in een leeg gasveld. In hoofdstuk 3 is een globaal overzicht gegeven van milieubelasting en risico's gerelateerd aan CO₂-opslag. Daarbij is ook aangegeven welke gezondheidseffecten kunnen optreden bij blootstelling aan eventueel weggelekte CO₂ en is aangegeven welke maatregelen kunnen worden genomen om risico's op weglekken te minimaliseren. Een samenvattend overzicht van relevante wetgeving en van de lacunes in wetgeving is gegeven in hoofdstuk 4. Tot slot worden in Hoofdstuk 5 de voorziene vervolgvactiteiten kort toegelicht.

² Hoge mate van depletie: hoog percentage van het oorspronkelijk aanwezige aardgas is gewonnen.

2 Injectie en opslag, een globale technische beschrijving

2.1 Opzet van de CO₂-opslaglocatie

Bij CO₂-opslag worden veel technieken toegepast die gangbaar zijn in de olie- en gasindustrie. De beschrijving in onderstaande paragrafen is desondanks gedeeltelijk hypothetisch omdat nog slechts beperkte ervaring is opgedaan met permanente CO₂-opslag in de diepe ondergrond³.

De onderstaande beschrijving is gebaseerd op bedrijfsvoering gangbaar in de Nederlandse gasindustrie en mondiale olie- en gasindustrie en op de eisen in de Nederlandse mijnbouw regelgeving. In de tekst is aangegeven waar operationele ervaring en wettelijke kaders en normen nog ontbreken.

Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- De meeste technologie en procedures die zullen worden toegepast bij CO₂-opslag zijn standaard in gas- en olie-industrie;
- Monitoring strategieën zijn nog in ontwikkeling;
- Putten die decennia geleden zijn geabandonneerd en gesloten zijn zonder aanpassing mogelijk niet geschikt voor langdurige opslag van CO₂.

Een CO₂-opslaglocatie bestaat over het algemeen uit drie onderdelen

Dit zijn een bovengronds deel, de put of putten waardoor wordt geïnjecteerd en het gasveld zelf. Meer details van deze onderdelen zijn gegeven in Tabel 1 en Figuur 1.

Tabel 1 Onderdelen van CO₂-opslaglocatie

Onderdeel	Componenten	Gangbaar in olie- en gasindustrie?
Bovengrondse installaties	a Verhard terrein b Injectiepomp of compressor c Monitoring, meet- en regel apparatuur d Wellhead ('Christmas tree')	Ja
Boorput	Cementering, stalen boorput wand, stalen bebuizing in boorput	Ja
Reservoir	Reservoir gesteente, afdichtende bovenlaag, zijwaartse barrières, aanwezige restgassen	Ja

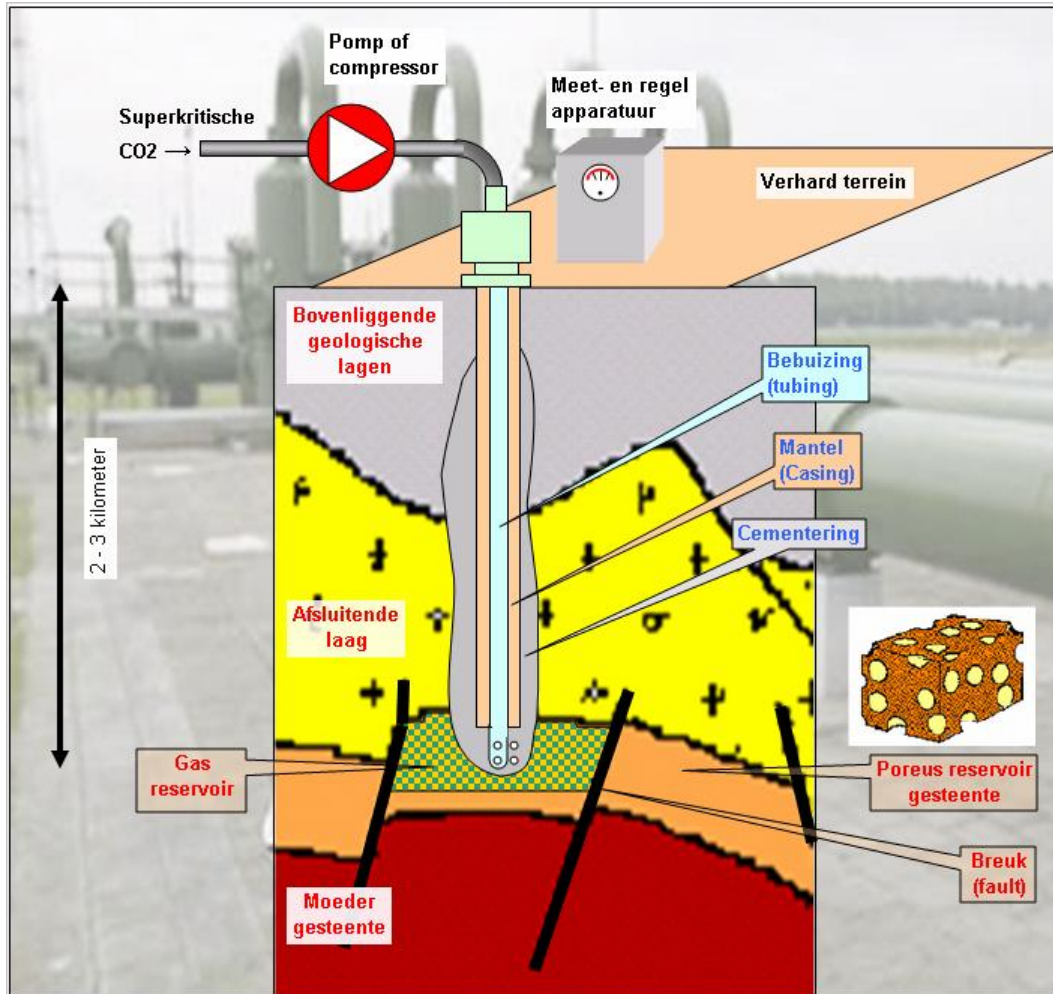
Het bovengrondse deel van een CO₂-opslaglocatie zal er vergelijkbaar met een gaswinning locatie zonder gasbehandelingsinstallatie uitzien. Het ondergrondse deel kan verschillen van een gaswinning locatie wat betreft kwaliteit van materialen toegepast in de mantelbuis (casing), productiebuizen (bebuizing) en cementering.

³ In projecten zoals b.v. K12B, In Salah (Algerije), en Sleipner wordt weliswaar CO₂ in de diepe ondergrond geïnjecteerd maar is nog steeds géén ervaring opgedaan met abandonnering en nazorg

De locatie doorloopt vier 'levensfasen':

- aanleg;
- operationele fase, injectie van CO₂;
- abandonnering en afsluiten van de boorputten;
- fase na abandonnering.

Figuur 1 Opzet van een CO₂-opslaglocatie (gebaseerd op 'Basiskennis olie en gas', een NAM intern handboek)



CO₂ wordt per pijpleiding aangevoerd

CO₂ zal meestal in superkritische toestand – dusdanig samengeperst dat het gas zich vrijwel gedraagt als een vloeistof – per pijpleiding worden aangevoerd en zal via een of meer injectieputten in het gasveld worden gepompt. De aangevoerde CO₂ zal zijn gedroogd om corrosie aan pijpleiding en injectieput te voorkomen en kan kleine hoeveelheden inerte gassen (N₂, edelgassen) en schadelijke gassen (H₂S, NO_x, SO₂) bevatten. Er zijn nog geen wettelijke normen voor de zuiverheid van CO₂ voor ondergrondse opslag. Bronnen die zuivere CO₂ produceren zijn bijvoorbeeld ammoniak fabrieken, waterstof fabrieken en ethanol fabrieken.

Transport per pijpleiding en injectie in de diepe ondergrond van superkritische CO₂ is een gangbare technologie in de olie- en gasindustrie⁴.

Injectiedruk en injectievolumes, een indicatie

Conform de Mijnbouw wet zal de injectiedruk dusdanig zijn dat het risico van scheurvorming in het caprock gesteente minimaal is. De uiteindelijke druk in het gevulde veld zal vergelijkbaar zijn met de oorspronkelijke druk in het aardgasveld, om de integriteit van het reservoir (het lekvrij zijn) niet in gevaar te brengen. Bureaustudies en reservoirsimulaties geven als eerste indicatie dat de per put injecteerbare hoeveelheid CO₂ 0,2 tot 0,5 Mton/jaar kan bedragen. Ter vergelijking; een moderne 1.000 MW_e kolencentrale produceert jaarlijks 5,0 tot 5,5 Mton CO₂, voor opslag zullen daarom meerdere injectiepunten nodig zijn.

Emissie cijfers en feiten:

- De totale jaarlijkse Nederlandse broeikasgas emissie bedraagt 220 Mton CO₂-eq
- Hiervan wordt circa 70 Mton/jaar geëmitteerd door grote industriële puntbronnen;
- Een moderne kolengestookte basislast energiecentrale emiteert jaarlijks circa 5 Mton CO₂.

Ter vergelijking:

- De totale opslagcapaciteit in onshore gasvelden bedraagt circa 1.600 Mton;
- De opslagcapaciteit varieert van 5 tot tientalle Mtonnen CO₂ per veld.
- Injectie volumes bedragen 0,2 – 0,5 Mton per jaar per put.

Monitoring: veel beschikbare technieken

Er zijn specifieke locatie afgestemde technieken waarmee het mogelijk is om het verloop van de CO₂ injectie, de condities in het reservoir en de integriteit van de putten te monitoren, bijvoorbeeld:

- directe metingen middels registratie van druk, temperatuur en stroming aan de oppervlakte ('wellhead') en in de injectieput ;
- indirect middels verschillende geofysische technieken, zoals
 - meten van weerstand van bodem en ondiepe geologische lagen (vanuit de put);
 - meten van bovengrondse CO₂-concentraties en opwaartse emissies uit de bodem;
 - seismiek voor registratie van eventuele lekkage van CO₂ uit gasveld naar bovenliggende waterhoudende lagen.

Monitoring strategieën moeten nog worden ontwikkeld en efficiëntie van bij gaswinning toegepaste technologieën voor CO₂-opslag is nog niet duidelijk voor alle toepasbare technieken. Ook is nog niet vastgesteld welke monitoring met oog op

⁴ CO₂ wordt sinds begin van de jaren zeventig toegepast om winning van olie te optimaliseren (enhanced oil recovery of EOR). Hoge druk CO₂ wordt gebruikt om de olie uit het reservoir te persen. De techniek wordt voornamelijk toegepast in Noord Amerika, Libië en Venezuela en wordt ingezet in 3% van de totale mondiale aardolie productie. In de USA wordt voor EOR jaarlijks circa 40 miljoen ton CO₂ geïnjecteerd en wordt CO₂ via een pijpleiding netwerk van circa 2.500 kilometer vanuit meer binnenlandse locaties naar Texas getransporteerd.

risicobeheersing zal worden geëist bij CO₂-opslag. Wel zijn er inmiddels wereldwijd een aantal proefprojecten met CO₂ injectie waarbij ook monitoring wordt getest.

De verzamelde data zullen – zoals gangbaar in de gasindustrie - worden gebruikt in een reservoirmodel dat gedurende de operationele fase voortdurend zal worden geactualiseerd en nauwkeuriger zal worden gemaakt. Het model wordt in eerste instantie gebruikt voor optimalisatie van injectie.

Soorten putten

Voor de injectie van CO₂ in lege gasvelden zijn er twee opties:

- injectie in gasvelden die al zijn afgesloten;
- injectie in gasvelden die nog toegankelijk zijn.

Bij de eerste optie zijn de putten afgesloten met een cementen afdichting en/of een afdichting (plug) van rubber en metaal. Om weer toegang tot het veld te krijgen dient een nieuwe put te worden geboord. Bij de tweede optie is het veld nog zonder problemen toegankelijk voor de injectie van CO₂. Wel kan het nodig zijn te onderzoeken of het gebruikte cement en het staal van bebuizing en casing (mantel) bestand is tegen aantasting door koolzuur – gevormd door oplossen van CO₂ in water - en zuren gevormd uit H₂S, NO_x en SO₂.

Enkele Nederlandse gasvelden zijn geabandonneerd en afgesloten, maar de meeste velden zijn nog volledig in productie.

Verskil in geschiktheid van pluggen en casings voor CO₂-opslag

Velden die enkele tientallen jaren geleden zijn afgesloten - gedurende de eerste jaren van gaswinning in Nederland - zijn afgesloten met het idee dat er zich nog maar weinig gas in het veld bevindt en dat dus de druk minimaal is. De afsluiting was niet ontworpen voor de opslag van een substantie onder hoge druk, die bovendien corrosief kan zijn in combinatie met water en kan reageren met het cement van de afdichtingen. Er moet vooraf onderzocht worden of een veld geschikt is voor de condities na CO₂-injectie. In de meeste gevallen is het erg duur om een afgesloten put aan te passen.

Aan de andere kant is er vaak geen continue waterfase aanwezig in Nederlandse gasvelden (t.p.v. de caprock). Dat wil zeggen dat ze niet volledig gevuld zijn met water⁵. In die velden zullen pluggen en casings in het CO₂-ge vulde deel van het reservoir niet direct zijn blootgesteld aan water met daarin opgelost CO₂ en is de corrosiesnelheid van staal en degradatie van cement significant lager dan bij CO₂-injectie in een aquifer.

⁵ Het is ook minder aantrekkelijk om CO₂-opslag in een dergelijk gasveld toe te passen vanwege de hogere druk die nodig is om de CO₂ in het veld te kunnen injecteren.

2.2 Het reservoir

Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- Steenzout is de beste afsluitende laag ('caprock');
- Geïnjecteerde CO₂ zal in de loop der tijd steeds meer worden gefixeerd;
- Restgassen in het gasveld kunnen additionele risico's vormen
- Aanwezigheid van CO₂ in restgassen zijn bewijs van de bestandheid van de cap rock tegen CO₂.

Algemene kenmerken

Gasvelden in de Nederlandse ondergrond bevinden zich voornamelijk in poreus gesteente (vergelijk een zeer harde spons) op 2 tot 3 kilometer diepte. Op die diepte is CO₂ superkritisch door de temperatuur en – wanneer het gasveld gevuld is – de druk in het veld. Ontsnappen van het gas wordt verhinderd door een gas- en vloeistofdichte bovenlaag (de afsluitende laag of cap rock) en zijwaarts door de vorm van het gasveld ('anticlynes'⁶) en gasdichte breukvlakken. Caprock bestaat uit steenzout, anhydriet (gips) of kleisteen. Steenzout kan als de meest optimale caprock van beide soorten worden beschouwd omdat het vaak voorkomt in lagen van honderden meters dikte en omdat het door de plasticiteit van het zout een continue onbreekbare laag vormt met een lage doorlaatbaarheid voor gas en vloeistof. Ook kleisteen kan door de zeer lage doorlaatbaarheid een goede caprock vormen, maar is gewoonlijk niet aanwezig in lagen van honderden meters dikte en is gevoelig(er) voor 'fracturing' (scheurvorming) bij blootstelling aan hoge druk. Gips is een minder goede caprock.

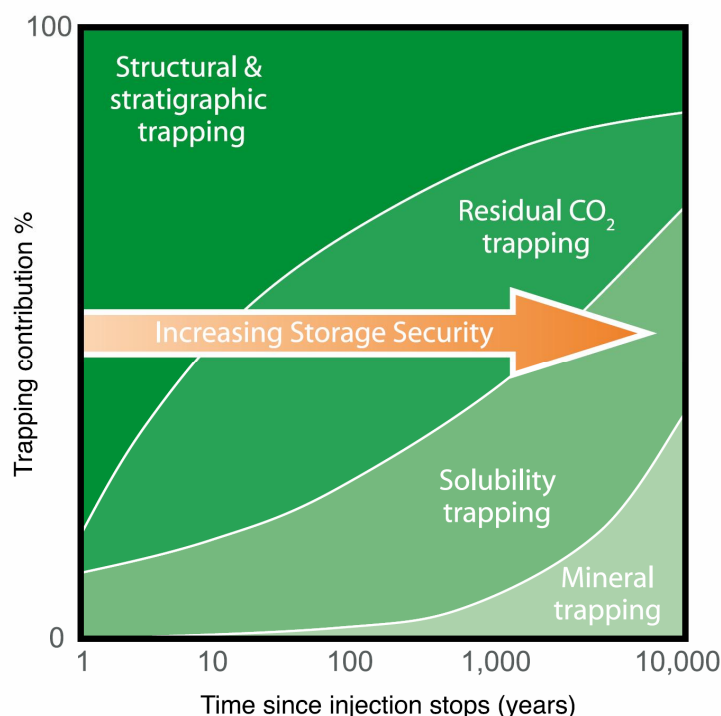
Verloop van vastlegging van CO₂

Het geïnjecteerde superkritische CO₂ zal in het begin vooral als vloeistof aanwezig zijn in de grotere poriën van het reservoir gesteente en zal vooral ingesloten worden door de afsluitende laag.

Na enige tijd zal het echter steeds meer worden gefixeerd in het reservoir gesteente. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door migratie naar kleinere poriën (residual trapping), waaruit het minder gemakkelijk kan ontsnappen als gevolg van capillaire krachten. Wanneer er in het reservoir formatie water aanwezig is zal een gedeelte van het CO₂ hierin oplossen (solubility trapping). Uiteindelijk kan het CO₂ dan een chemische binding aangaan met het reservoir gesteente (mineral trapping). Mineral trapping is het meest permanente opslag mechanisme voor CO₂.

⁶ Gekromd reservoir, waarbij het gas is opgehoopt in het hoogste punt van de kromming.

Figuur 2 Trapping mechanismen als een functie van tijd (IPCC, 2005)



De figuur illustreert de toenemende mate van 'trapping' door de verschillende mechanismen in de tijd

Achtergebleven gassen in het veld

Na gaswinning blijft altijd een klein deel van het gas achter in het 'lege' gasveld. Dit gas bevat naast methaan, een sterk broeikasgas, soms ook CO₂ (meestal minder dan 10 vol%) en stoffen als radioactief radon, H₂S, kwik en aromatische verbindingen.

Lekkage van methaan en CO₂ uit het veld zorgt voor een toename van de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer. Het ontsnappen van de andere componenten kan ook toxicologische risico's met zich meebrengen. Aan de andere kant bewijst aanwezigheid van CO₂ in het resterende aardgas dat de caprock en het reservoirgesteente niet negatief beïnvloed zullen worden door aantasting veroorzaakt door het CO₂.

Samenvattend

Zoals bovenstaande beschrijving duidelijk maakt kan er een groot verschil zijn tussen kenmerken van gasvelden, bijvoorbeeld wat betreft caprock en hoeveelheden en samenstelling van restgassen. Het lijkt logisch om de geschiktheid van gasvelden voor CO₂-opslag mede op basis van de genoemde kenmerken te bepalen. Een dergelijke afwegingsmethodiek is (nog) niet geformaliseerd en in de regelgeving verankerd.

2.3 Afsluiting

Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- er bestaan voor CO₂-opslag nog geen:
 - criteria voor aantonen van een stabiele situatie in het gevulde reservoir en vervolgens in het afgesloten reservoir;
 - protocollen voor afdichting van de boorputten/injectieputten;
 - protocollen voor monitoring na staken injectie en abandonnering;

De eerste jaren na het vullen van een reservoir blijven boorputten open

Door afsluiting is het niet meer mogelijk om direct de situatie in het gasveld te monitoren. Er moet dan ook zekerheid zijn dat er geen ongewenste gebeurtenissen kunnen optreden voordat de putten daadwerkelijk kunnen worden afgesloten.

Conform de Mijnbouwwet en de praktijk bij gaswinning kan de put pas afgesloten worden wanneer gebleken is dat omstandigheden in het gasveld al enige tijd stabiel⁷ zijn en er gedurende deze periode geen lekkage van gas is gedetecteerd. Totdat stabiliteit van het gasveld is aangetoond kan niet worden uitgesloten dat de putten moeten worden gebruikt om het opgeslagen CO₂ gecontroleerd te verwijderen ter voorkoming van ongecontroleerde lekkage naar de atmosfeer. Er is – voor zover bekend - nog geen definitie van de criteria waarbij het gasveld voldoende stabiel is.

Ontmanteling en afsluiting van een put conform huidige eisen

De Mijnbouwwet schrijft voor dat een put afgesloten dient te worden door middel van de volgende maatregelen (zie ook Figuur 3):

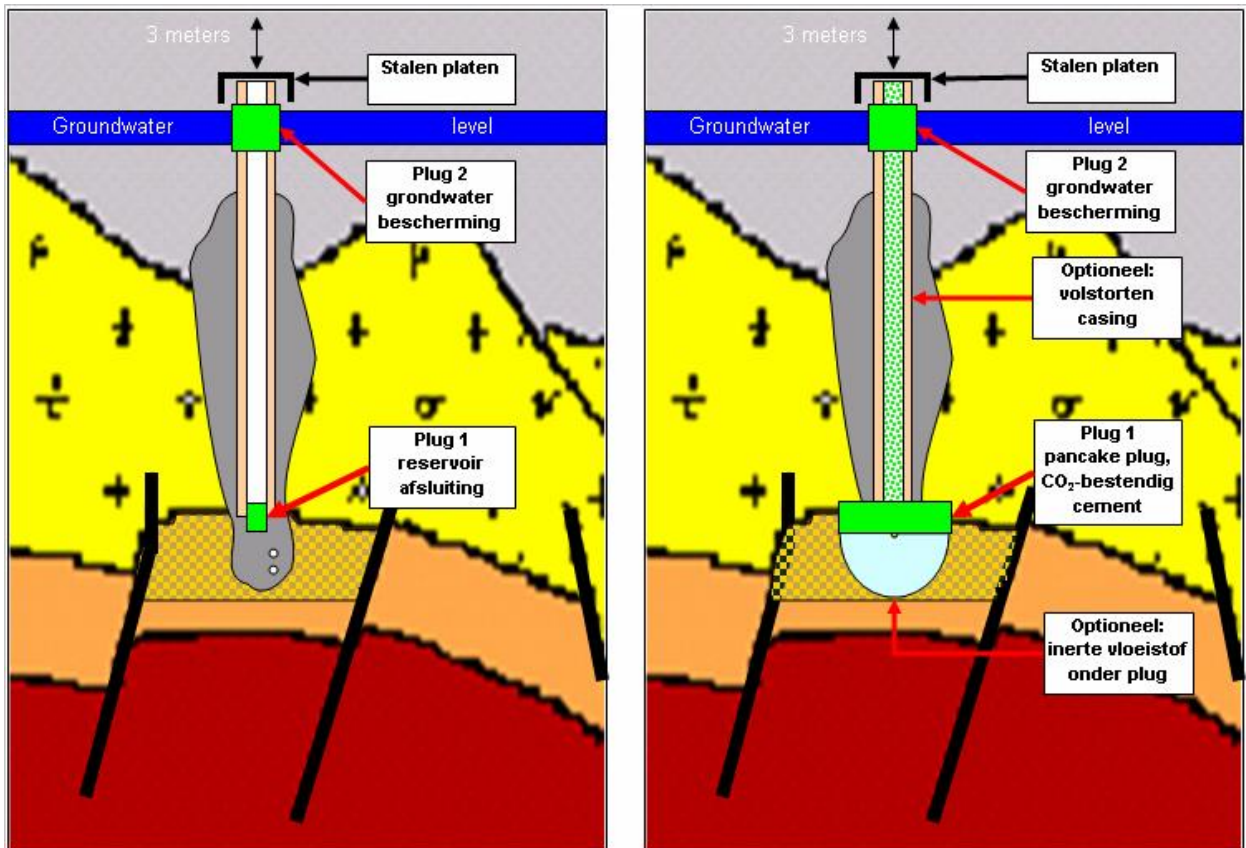
- Verwijdering van de (productie-)beuizing;
- Ontmanteling van het bovengrondse deel van de casing;
- Aanbrengen van minimaal twee cementen pluggen van 50 meter lengte (standaard) of 100 meter (i.g.v. corrosieve gassen en/of zeer hoge druk);

Normaliter wordt aan de bovenkant van de casing ook een stalen plaat aangebracht. De kwaliteit van de cementen afsluiting zal worden getest in verschillende hydraulische en mechanische testen.

Op dit moment is nog niet vastgesteld of de door de Mijnbouwwet voorgeschreven abandonnering maatregelen ook voldoende zijn voor CO₂ -opslag. Mogelijke aanvullende maatregelen zijn het aanbrengen van een zogenaamde pancake plug (zie Figuur 3), het volstorten van de complete casing met cement of het injecteren van een laag inerte vloeistof onder de onderste plug.

⁷ Met stabiliteit wordt bedoeld het bereiken van een uniforme druk in het reservoir en de afwezigheid van chemische reacties die de stabiliteit van het reservoir gesteente en de afdekkende laag ondermijnen.

Figuur 3 Mogelijke abandonnering strategieën, links huidige praktijk, rechts potentiële strategie voor CO₂-opslag met verdere minimalisering van het risico op lekkage via de put



Na afsluiting kan de monitoring worden voortgezet

Na afsluiting kunnen ontwikkelingen rond het gasveld worden gemonitord met de in paragraaf 2.1 als voorbeeld aangehaalde technieken voor indirecte monitoring.

Momenteel is er geen vergelijkbare verplichting na beëindiging van gasproductie. Wanneer bij gaswinning na abandonnering wordt voldaan aan de voorgeschreven criteria ter voorkoming van lekkage, stopt de monitoring en kan een nieuwe bestemming aan het gebied worden toegewezen. Voor huidige gaswinningslocaties wordt de locatie opgeleverd als onbebouwd terrein, beschikbaar voor iedere gewenste bestemming.

Voor CO₂-opslag zijn de belangrijkste criteria nog niet vastgelegd en het is nog onduidelijk of een locatie teruggebracht wordt tot onbebouwd terrein en of de locatie vrij toegankelijk moet worden.

3 Gevolgen voor het milieu

Een groot deel van de studie heeft zich geconcentreerd op “wat als” vragen: wat als het opgeslagen CO₂ uit het reservoir ontsnapt, waar komt het terecht en wat zijn de mogelijke gevolgen? Zoals zal worden aangegeven in onderstaande paragrafen is het momenteel nog erg moeilijk om deze vragen te beantwoorden. Een systematische analyse van de gevolgen van weglekkend CO₂ en de kans van optreden ontbreekt tot dusverre. Bovendien maakt de complexe en variabele samenstelling van de bodem een locatiespecifieke benadering van de vraagstelling noodzakelijk. Daarnaast is de mate van blootstelling moeilijk te voorspellen en zijn er onzekerheden m.b.t de effecten van chronische blootstelling.

De AMESCO studie heeft geresulteerd in een indicatie van de belangrijkste potentiële lekkage routes voor CO₂, de duur van de periode tussen CO₂ lekkage en het bereiken van het oppervlak en het relatieve belang van de verschillende theoretisch mogelijke lekkagepaden. Ook is het verband tussen blootstelling aan CO₂ en schadelijke effecten in beeld gebracht.

Met de al genoemde onzekerheden in lekkage routes, tijdsintervallen, hoeveelheden, effecten van blootstelling etc. lijkt het verstandig om te concentreren op het verminderen van lekkage door middel van reservoir keuze, toegepaste technieken en het ontwerp van boorputten en afdichtingen. Op deze manier kan worden geprobeerd een ‘no regret’ scenario te ontwikkelen waarin de kans minimaal is dat gedurende de komende honderden tot duizenden jaren CO₂ in meetbare hoeveelheden uit een gasveld ontsnapt. In het kader hiervan wordt hieronder een overzicht van maatregelen ter voorkoming dan wel vermindering van CO₂ lekkage gegeven.

3.1 Een algemeen overzicht van milieubelasting en –risico's

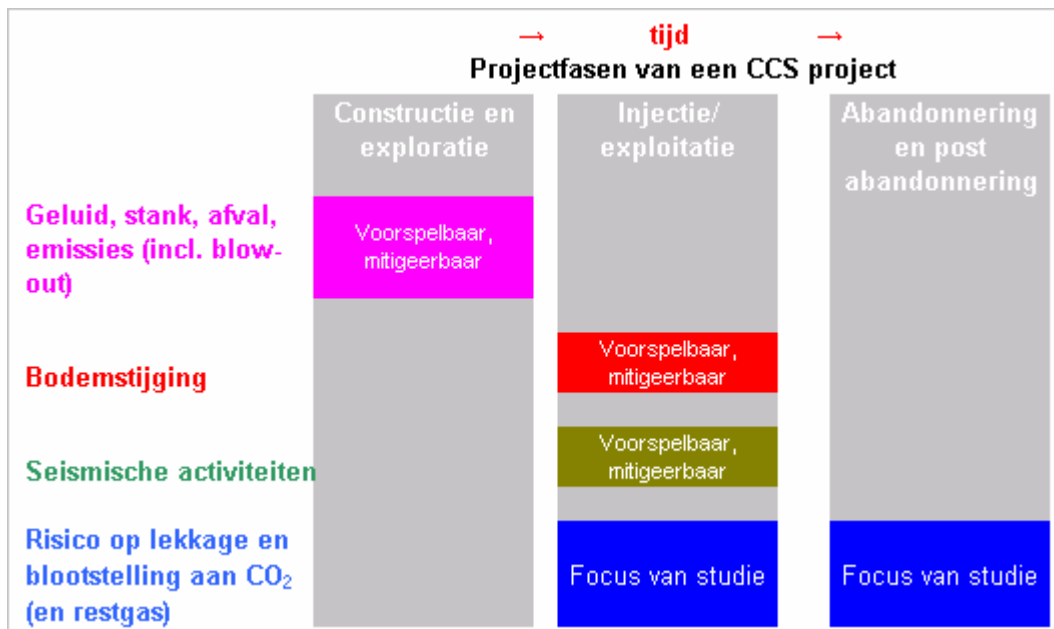
Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- de omvang van de meeste vormen van milieubelasting zijn in te schatten en zijn vergelijkbaar met milieubelasting bij gaswinning;
- het verwerken van en omgaan met CO₂ geeft geen additioneel gezondheids of milieu risico.

Het merendeel van de gevolgen is voorspelbaar en vergelijkbaar met gevolgen behorende bij gaswinningactiviteiten

In Figuur 4 is voor CO₂ -opslag in een gasveld per project fase een overzicht gegeven van de relevante risico's en milieubelasting.

Figuur 4 Overzicht van relevante gevolgen voor het milieu en de focus van deze studie



Activiteiten in de eerste twee fasen van het proces – boren, constructie van de injectieput en CO₂ injectie – zijn vergelijkbaar met de activiteiten tijdens gaswinning. Ook gevolgen en risico's in de verschillende processen zullen dus gelijk zijn. Dit geldt ook voor de omvang van gevolgen en risico's. Omdat het gaat om gangbare industriële processen kunnen deze gevolgen en risico's goed tot zeer nauwkeurig ingeschat worden. Over passende maatregelen om gevolgen en risico's te voorkomen of te verminderen is veel kennis in verschillende bedrijfstakken beschikbaar.

Manipulatie van CO₂ levert geen verhoogd gezondheids- of milieurisico op

Manipulatie (transport, compressie, injectie) van CO₂ tijdens de vulperiode van het reservoir levert geen hogere gezondheids- of milieurisico's op dan productie en bewerking van aardgas. CO₂ is weliswaar toxisch bij blootstelling aan hoge concentraties (zie paragraaf 3.3) maar dat geldt ook voor aardgas. Beide stoffen

zullen bij vrijkomen vanwege de hoge druk verspreiden in de atmosfeer. Doordat CO₂ noch brandbaar, noch explosief is zullen de risicocontouren (b.v. voor een blow-out scenario) i.h.a. kleiner zijn dan voor de gaswinningfase.

CO₂ moet wel opgeslagen blijven

Om CO₂ opslag een geschikt instrument te maken ter reductie van broeikasgasemissies, mag maximaal 1% van de opgeslagen hoeveelheid CO₂ weglekken over een periode van 100 jaar. Dit percentage wordt lager wanneer ook achtergebleven aardgas uit het reservoir lekt. Daarnaast kan het weglekken van CO₂ uiteindelijk zorgen voor emissies naar de biosfeer⁸ met als mogelijk gevolg dat levende organismen worden blootgesteld aan verhoogde concentraties CO₂.

3.2 Lekkage paden

Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- **het meest kritische pad voor lekkage van gasveld naar biosfeer zijn de putten.**
- **Het is niet mogelijk een representatieve schatting te geven van emissies als er toch lekkage zou zijn.**

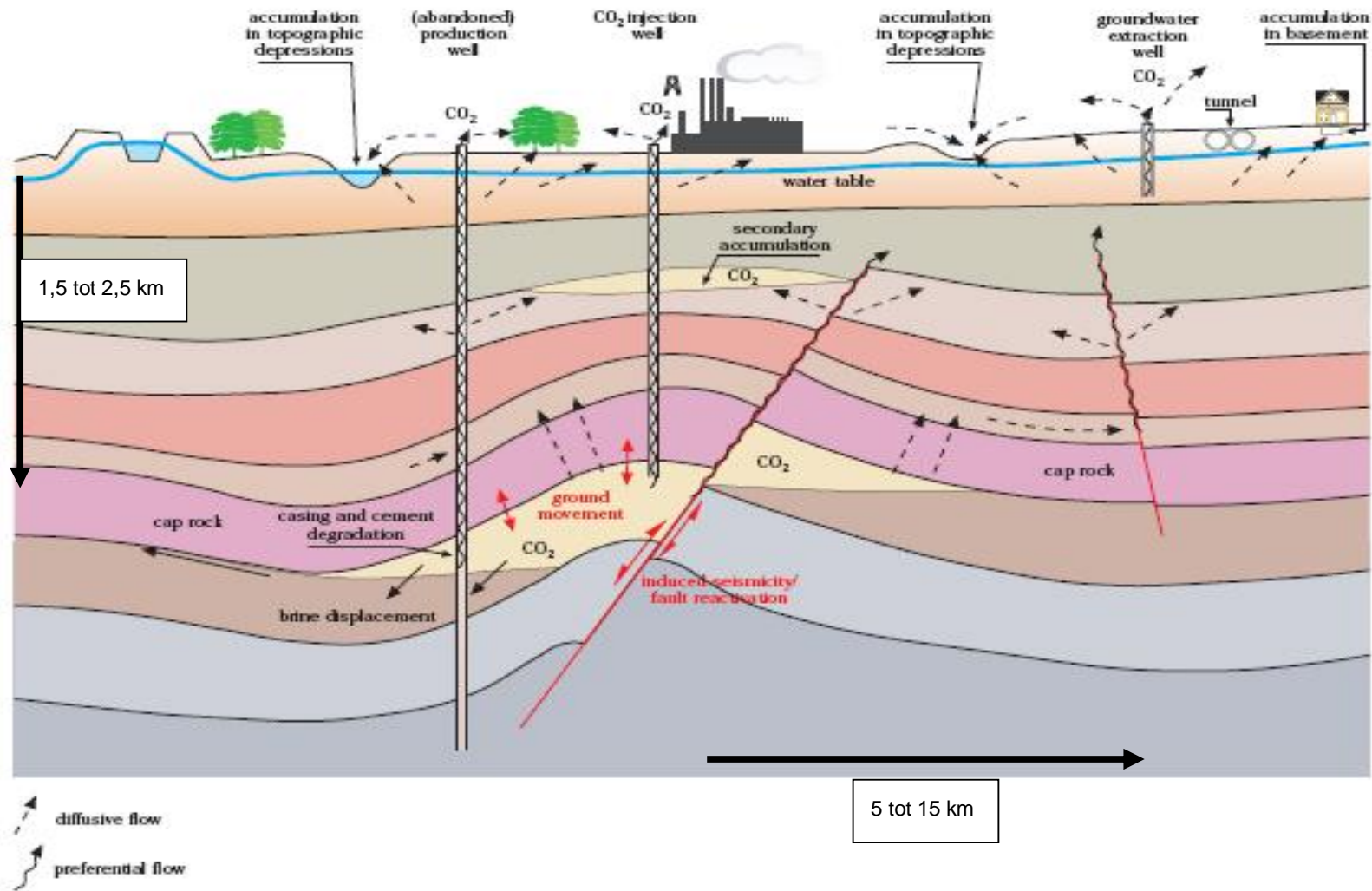
Theoretisch zijn er vier paden voor lekkage van opgeslagen CO₂

Dit zijn (zie Figuur 5):

- Lekkage door de caprock, bijvoorbeeld na de vorming van breuken of chemische reactie van het gesteente met CO₂, vervuilingen of afgeleide chemische producten (bijvoorbeeld koolzuur).
- Lekkage via het reservoir spill-point: het door hoge druk zijdelings uit het reservoir persen van CO₂.
- Lekkage door of langs geologische breuken die van het reservoir tot het oppervlak en door de afsluitende laag lopen.
- Lekkage via het injectiepunt of een bestaande verlaten put nadat behuizing, cement of afsluitingen (plugs) falen als gevolg van corrosie of chemische reacties geïnduceerd door CO₂.

⁸ Biosfeer is de overkoepelende term voor de verschillende compartimenten die op aarde leven bevatten of direct ondersteunen. Dit zijn de atmosfeer, zoet en zout oppervlakte water, het aard oppervlak, bodem en grondwater.

Figuur 5 Belangrijkste mogelijke lekkagepaden naar het oppervlak



Relatief snelle lekkages zijn principieel gezien alleen mogelijk via de putten of via doorlatende breuken die lopen vanaf het reservoir tot aan de biosfeer. Alleen via deze paden zou weglekkende CO₂ eventueel binnen enkele honderden jaren de biosfeer kunnen bereiken. Permeabele breuken vanaf het reservoir tot aan de biosfeer komen vrijwel niet voor in Nederlandse gasvelden. En de breuken die er zijn in Nederlandse gasvelden zijn bewezen gasdicht te zijn. In de andere situaties (lekkage via het bovenliggende gesteente of zijwaarts) zal emissie van CO₂ naar de biosfeer hooguit langzaam verlopen en zal eventueel ontsnapt gas er duizenden jaren over doen om in de biosfeer te geraken.

Risico op emissie naar de biosfeer is minimaliseerbaar

Kans op weglekken van CO₂ uit het gasveld kan worden geminimaliseerd door:

- Selectie van een gasveld met zo optimaal mogelijke specificaties voor CO₂-opslag;
- Technische maatregelen om kans op lekkage via de putten te minimaliseren.

Selectiemethodes op basis van met name gasveld karakteristieken worden bijvoorbeeld ontwikkeld in Californië en Australië. Mogelijkheden voor risicoreductie door gasveld selectie zijn gegeven in tabel 2. Het spreekt vanzelf dat risicoreductie door een dergelijke selectie zekerder is naarmate meer informatie over specifieke gasvelden beschikbaar is

Tabel 2 Overzicht mogelijke risicobepalende eigenschappen

	<i>Lekkage door afsluitend gesteente</i>	<i>Lekkage via het spilpunt</i>	<i>Lekkage door geologische breuken</i>	<i>Lekkage via de boorput</i>
Benodigde injectie druk	X	X		
Aanwezigheid agressieve vervuilingen	X			X
Reservoir selectie				
- Dikte caprock	X		X	
- Aard van caprock (plastisch, niet plastisch)	X		X	
- Bestandheid caprock tegen inwerking CO ₂ ⁹	X			
- Breuken door of net boven het overkoepelende gesteente			X	
- Aantal geabandoneerde boorputten				X
- Diepte van het reservoir	X	X	X	
- Aanwezigheid bovenliggende afsluitende en/of watervoerende lagen ¹⁰	X	X	X	
- Gevaarlijke stoffen in het restgas				X

⁹ Steenzout reageert nagenoeg niet met CO₂ in gasvorm of opgelost in water. Kleisteen kan met opgelost CO₂ reageren afhankelijk van de minerale samenstelling. Dit kan zowel positieve als negatieve effecten hebben. Een mineralogische analyse kan aangeven of de kleisteen een goede barrière is voor CO₂.

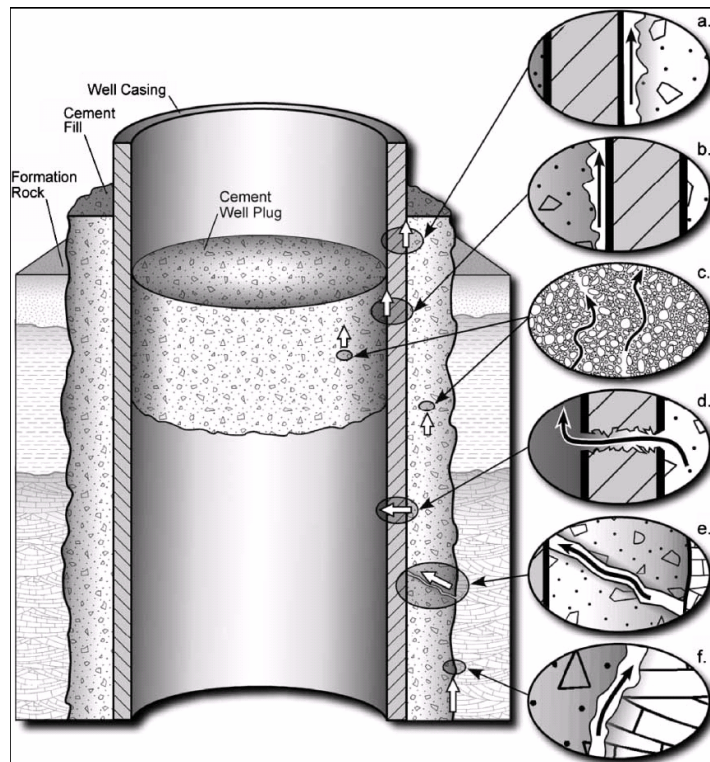
¹⁰ Weggelekte CO₂ kan zich bijvoorbeeld verspreiden in bovenliggende meer permeabele geologische lagen en zich vervolgens horizontaal in plaats van alleen verticaal verplaatsen. De CO₂ kan ook oplossen in ondiepere aquifers en/of accumuleren onder ondiepere niet permeabele lagen zoals bijvoorbeeld klei- en veenlagen in de ondiepe ondergrond.

Voorbeelden van technische maatregelen om kans op lekkage via geabandonneerde en gesloten putten te minimaliseren (pancake plug, inerte vloeistof, volstorten casing) zijn gegeven in paragraaf 2.3 en in Figuur 3.

Voor opslag in zoutwater houdende aquifers (zoals gebruikt bij het Sleipner project) is inmiddels met financiering vanuit EU en gas- en olie-industrie een set 'best practice' richtlijnen ontwikkeld met onder andere richtlijnen voor locatie screening, ranking en selectie en voor technische maatregelen met betrekking tot putten. Aanbevolen wordt een dergelijke set ook voor opslag in gasvelden te ontwikkelen

Gasvelden hebben over geologische perioden van vele miljoenen jaren laten zien in principe effectieve gas 'containers' te zijn. Gesteld kan daarom worden dat de geologische eigenschappen van de meeste Nederlandse gasvelden niet leiden tot een beduidende risico voor het weglekken van CO₂ bij opslag en dat de relevantie van lekkage via caprock, spill point en breuk zeer beperkt is – mits zorgvuldige selectie van gasveld en zorgvuldige bedrijfsvoering in acht worden genomen. Essentieel is daarbij dat zowel door zorgvuldig ontwerp als mede door zorgvuldige operatie zeker gesteld worden dat de kritieke drukken in het reservoir nooit overschreden worden.

Figuur 6 Schematische weergave van mogelijke paden voor lekkage via een afgesloten boorput



- a Tussen casing en cement.
- b Tussen cementenstop en casing.
- c Door poriën in het cement als gevolg van degradatie van het cement.
- d Door de casing als gevolg van corrosie.
- e Door breuken in het cement.
- f Tussen cement en gesteente.

Bron: Gasda, et al. (2004).

De meest kritische factor is de technische component van de opslagfaciliteit bestaande uit de injectieputten en of (bestaande) verlaten putten. Mogelijke routes via de put zijn geïllustreerd in Figuur 6.

Nog geen representatieve schatting te geven van emissies bij eventuele lekkage

Het is niet mogelijk gebleken in deze studie een indicatie te geven van emissies, tijdschaal en blootstellingniveaus die representatief zijn voor de Nederlandse situatie.

Emissies uit CO₂ opslag in de Nederlandse ondergrond zijn in zekere mate onvoorspelbaar als het gaat om:

- De weggelekte hoeveelheid:
- De periode tussen lekkage en het bereiken van het aardoppervlak:
- Effecten aan dit oppervlak.

Reden hiervoor is dat de evaluatie van emissies een locatiespecifiek aanpak vereist.

Inschatting mogelijke hoeveelheid en snelheid

Voor Nederlandse gasvelden zijn echter (nog) geen simulaties uitgevoerd waardoor nog geen indicatie kan worden gegeven van de kans op lekkage en de waarschijnlijke omvang van emissies naar de biosfeer.

Bovendien is er nog geen ervaring met CO₂ opslag opgedaan. Hierdoor is er nog geen inzicht in de frequentie en snelheid waarmee ongewenste effecten, zoals het falen van de casing als gevolg van corrosie, zich voor kunnen doen.

In de praktijk zullen realistische scenario's alleen opgesteld kunnen worden voor specifieke putten. Al bestaande (geabandoneerde) putten zullen het meest kritiek zijn en deze putten kunnen per veld verschillen. Voor nieuwe injectieputten is het mogelijk in de toekomst wel mogelijk om meer generieke lekkage scenario's en bijbehorende risico's te bepalen.

Voorbeelden uit het buitenland

Om toch enig inzicht te geven hieronder enige concrete cijfers uit gezaghebbende documenten:

- De algemene conclusie van het in 2005 gereed gekomen IPCC rapport over CO₂-afvang en -opslag luidde dat het waarschijnlijk is (60% - 90% kans) dat bij een goed gekozen gasveld, een goede bedrijfsvoering bij injectie en adequate monitoring na 1000 jaar nog meer dan 99% van de opgeslagen CO₂ in het gasveld aanwezig is.
Voor reservoirs met opslagcapaciteiten van 10 – 100 Mton CO₂ - zoals gerealiseerd kunnen worden in Nederland - betekent dit dat gemiddeld maximaal 100 tot 1000 ton/jaar aan CO₂ zou worden geëmitteerd.

- In Australië wordt 1% van de geïnjecteerde hoeveelheid CO₂ gedurende een periode van 1000 jaar als maximaal acceptabel verlies beschouwd en wordt geëist dat een kans op een dergelijk verlies 20% is. Hoe dit aange-toond moet (kan) worden is echter nog niet duidelijk.

Een emissie van 100 tot 1000 ton/jaar is klein in vergelijking met gebieden waar natuurlijke emissies uit de ondergrond uit geothermische (vulkanische) systemen (Mammoth Mountain, Albani heuvels en Poggio dell'Ulivo in Italië) of uit lekkende natuurlijke CO₂ gasvelden (bijvoorbeeld Mátraderecske, Hongarije) optreden. Dergelijke natuurlijke emissies bedragen vaak tienduizenden tonnen CO₂ per jaar.

3.3 Effecten van blootstelling

Belangrijkste onderwerpen in deze paragraaf:

- een overzicht van indicatieve dosis-effect-relaties illustreert de gevoeligheid van de mens;
- CO₂ concentraties bereiken zelden schadelijke niveaus;
- emissies van enkele duizenden g/m²/dag:
 - veroorzaakt zeer waarschijnlijk schade aan vegetatie, insecten en kleine, holbe-wonende zoogdieren;
 - leidt tot een beperkte kans op schadelijke concentraties in de atmosfeer en zal al-leen tot schadelijke concentraties accumuleren op windstille dagen en ruimten met beperkte ventilatie;
 - resulteert in een matige tot significante kans op schadelijke concentraties in op-pervlakte water.

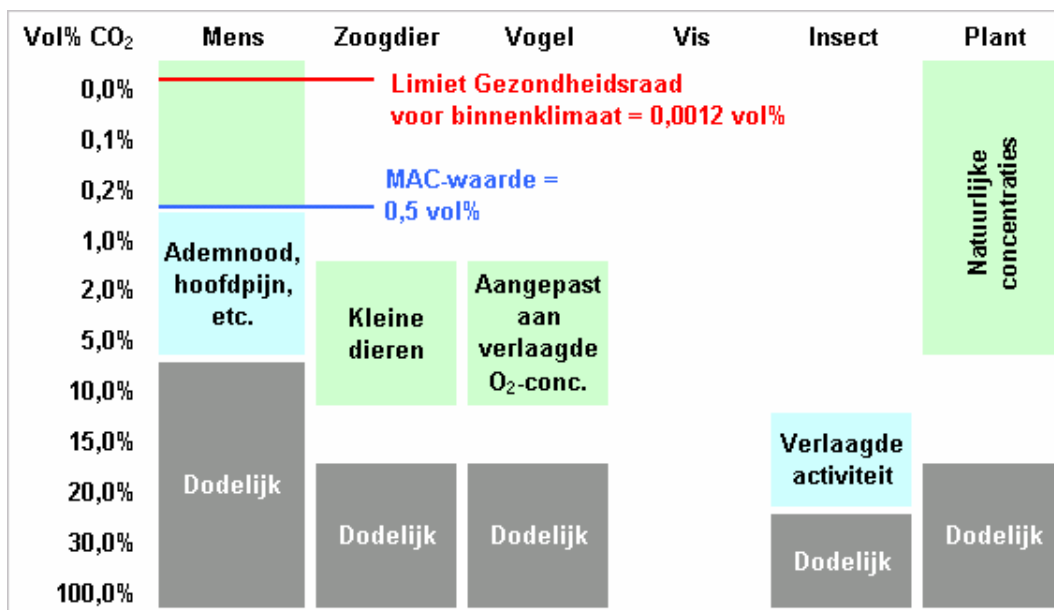
Dosis effect relaties illustreren de gevoeligheid van de mens

Blootstelling aan significante verhoogde CO₂ concentraties kan leiden tot nega-tieve gezondheidseffecten voor alle levensvormen in de biosfeer (planten, zoog-dieren, vogels, vissen, insecten), en kan daarnaast het leiden tot aantasting van materialen.

- Dieren en vooral mensen zijn gevoelig voor zelfs maar korte perioden van blootstelling aan een verhoogde concentratie CO₂. Voor mensen treden nega-tieve gevolgen op bij concentraties boven 3 vol%, een concentratie boven ongeveer 10 vol% kan dodelijk zijn. De maximum toegelaten concentratie op de werkvloer is 5.000 ppmv (0,5 vol%). Andere organismen zijn minder ge-voelig voor verhoogde CO₂-concentraties in de atmosfeer.
- Planten kunnen gedurende een korte periode tegen blootstelling aan ver-hoogde CO₂-concentraties; bij een periode van enkele dagen is de verhoogde concentratie echter fataal. De negatieve effecten in planten treden niet op als gevolg van een verhoogde concentratie in lucht maar als gevolg van een ver-hoogde concentratie in de bodem. De grenswaarde voor nadelige effecten ligt bij ongeveer 5 vol%, de letale concentratie is ongeveer 20 vol%.
- Voor vissen mag de concentratie van opgelost CO₂ niet hoger zijn dan 200 tot 250 mg/l.

- Materialen als cement, beton en staal kunnen schade ondervinden als gevolg van de reactie met koolzuur, gevormd tijdens het oplossen van CO₂ in grondwater.
- De vorming van koolzuur kan ook resulteren in het harder worden van grondwater (toenemende Ca²⁺ en Mg²⁺ concentraties) en kan daarmee bijdragen aan verslechtering van de drinkwaterkwaliteit. Ook zal verzuring van grondwater optreden als gevolg van de verminderde beschikbaarheid van nutriënten voor de vegetatie.
- Zware metalen in de bodem zoals Zink en Cadmium kunnen worden gemobiliseerd. De concentraties zullen naar verwachting de geldende normen niet overschrijden.

Figuur 7 Indicatieve dosis-effect relaties voor blootstelling aan CO₂

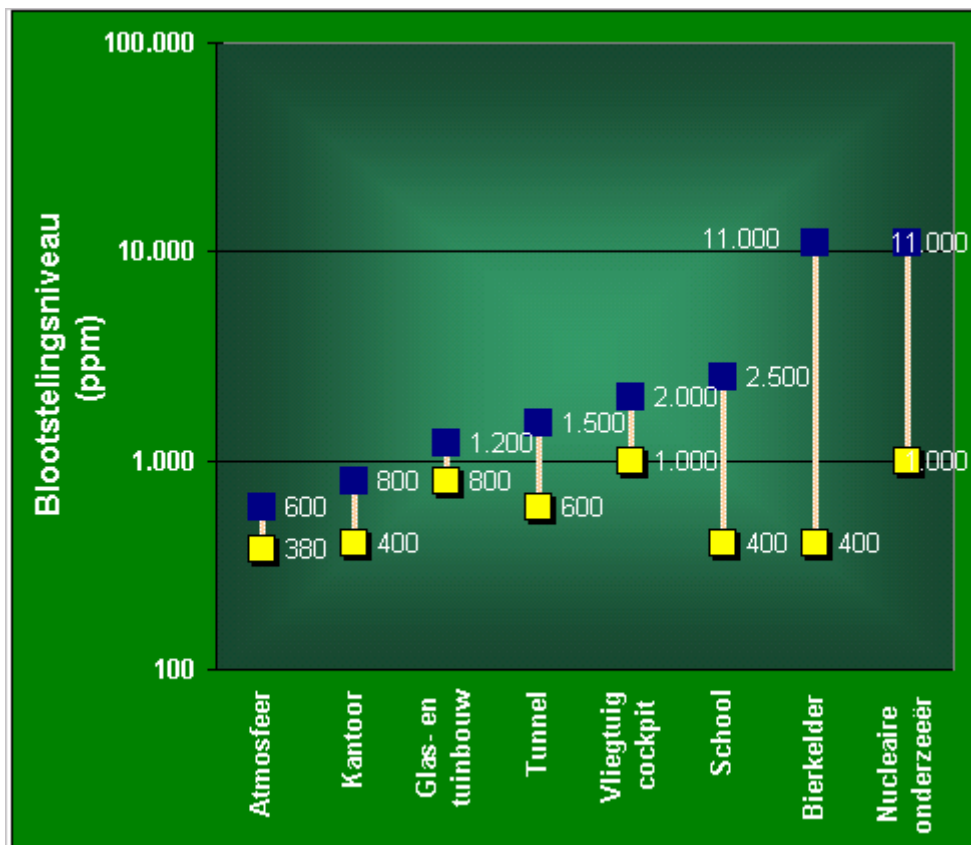


Concentraties bereiken in de huidige situatie zelden schadelijke niveaus

In de huidige situaties in Nederland komen situaties met schadelijke CO₂-concentraties maar zelden voor. CO₂-concentraties in de atmosfeer variëren in natuurlijke omstandigheden van 380 tot ongeveer 600 ppm (0,038-0,060 vol%) (zie Figuur 8). Als gevolg van menselijke activiteiten in ongeventileerde ruimtes kan de concentratie oplopen tot 880 tot 11.000 ppm (0,088-1,1 vol%).

Concentraties in de bodem lopen op tot enkele vol% en concentraties van opgelost CO₂ en daarvan afgeleide carbokationen in grond- en oppervlaktewater kunnen oplopen tot honderden mg/l voor bepaalde veengrondbiotopen.

Figuur 8 Voorbeelden van natuurlijke en door menselijke activiteiten veroorzaakte CO₂-concentraties in lucht



Lekkage van CO₂ uit reservoirs kan bij onvoldoende beheersmaatregelen leiden tot schadelijke concentraties

Lekkages van CO₂ uit reservoirs kunnen mogelijk bijdragen aan een toename van de CO₂ concentratie in bodem, water, en lucht, tot niveaus die schadelijk kunnen zijn voor organismen en materialen die zich daarin bevinden. Deze effecten zullen echter steeds lokaal zijn en zich beperken tot een klein gebied.

Met een zorgvuldige selectie van de locatie, een uitgewerkt zorgsysteem en technische maatregelen voor het behoud van de putintegriteit kan voorkomen worden dat lekkages optreden en dergelijke schadelijke concentraties worden bereikt. In onderstaande beschouwing wordt uitgegaan van een mogelijke (maximum toelaatbare) lekkage scenario van 1% in 1000 jaar (100 ton/jaar).

- De kans op schadelijke concentraties in de atmosfeer wordt laag tot zeer laag geschat. Opwaartse CO₂ stromen in goed geventileerde ruimtes en in de openlucht zullen meestal direct verdund en verspreid worden door de wind of ventilatielucht.
- Ervaringen met diffuse emissies uit de bodem uit CO₂-gasvelden of geothermische systemen in Hongarije, de V.S. en Italië illustreren echter dat bij emissies van duizenden, mogelijk zelfs al bij honderden gram/m²/dag naar slecht geventileerde ruimtes of depressies in het landschap (kuil, sloot, etc.) schadelijke of zelfs letale concentraties kunnen optreden.

- Concentraties in de bodem lopen waarschijnlijk op tot schadelijke niveaus voor planten, insecten en bodemorganismen en kleine holbewonende zoogdieren. Op basis van bovengenoemde emissies uit natuurlijke bronnen moet worden vastgesteld dat al bij emissies van tientallen tot honderden gram/m²/dag de concentratie in de bodemlucht schadelijke niveaus (> 10 vol%) bereikt. Dit komt doordat er minimale uitwisseling is tussen lucht in de bodem en de buitenlucht, waardoor er slechts beperkt verdunning is van opwaartse CO₂ stromen.

De kans dat CO₂, HCO₃⁻ en CO₃²⁻ concentraties in grond- en oppervlaktewater schadelijke concentraties bereiken zijn niet goed te schatten zonder verdere analyses en modelberekeningen, en zonder locatiespecifieke informatie.

4 Wetgeving ten aanzien van CO₂-opslag

4.1 Huidige situatie, vigerende wet- en regelgeving

Vergeleken met onze buurlanden is een aanzienlijk deel van de benodigde wetgeving al aanwezig. De Mijnbouwwet geeft het een algemeen regulerend kader. Daarnaast zijn met name de Wet Milieubeheer en de Wet Ruimtelijke Ordening van belang voor CO₂-opslag projecten. Hieronder wordt een limitatief overzicht van de belangrijkste aspecten van deze wetten met betrekking tot CO₂-opslag gegeven:

- **Mijnbouwwet**
De Minister van Economische Zaken is het zogenaamde ‘bevoegde gezag’ bij de Mijnbouwwet. Deze wet is met name gericht op alle olie- en gasactiviteiten in Nederland. De Mijnbouwwet bevat in zekere zin reeds het algemeen wettelijke kader m.b.t. CO₂-opslag activiteiten omdat het de instrumenten bevat voor alle uit te voeren mijnbouwactiviteiten op grote diepte, bijvoorbeeld met betrekking tot zorgplicht bij de uitvoering en met betrekking tot risicomanagement. In de wet zijn een groot aantal wettelijke verplichtingen hieromtrent opgenomen. Een aantal is ook genoemd in Hoofdstuk 2 van deze samenvatting. Onder de Mijnbouwwet is ook een zogenaamde opslagvergunning en opslagplan nodig voor het uitvoeren van een CO₂-opslag project.
- **Wet Milieubeheer**
De Wet milieubeheer is naast de Mijnbouwwet van toepassing voor de opslag van CO₂. De Wet milieubeheer is samen met het Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP) en de MER-richtlijn gericht op de beperking van de milieubelasting van industriële activiteiten en afvalverwerking. In de Wet Milieubeheer zijn in eerste instantie drie specifieke regelingen omtrent de activiteit: ‘ondergrondse CO₂ opslag’ relevant:
 - De eerste regeling heeft betrekking op afvalbehandeling, en is als onderdeel van de Wet Milieubeheer verder uitgewerkt in het LAP;
 - De tweede regeling is de verplichting tot het opstellen van een MER voor onder de MER Richtlijn vallende activiteiten – waaronder afvalberging;
 - De derde regeling is gerelateerd aan de regeling Externe Veiligheid.

Welke overheid bevoegd gezag is, hangt met name af van de herkomst van de voor opslag bestemde CO₂:

- Voor het bovengrondse deel van de inrichting is de minister van Economische Zaken bevoegd gezag. Voor het ondergrondse deel van de inrichting (de daadwerkelijke opslag van CO₂) is dit afhankelijk van de herkomst van de CO₂.
- Is de CO₂ afkomstig uit de eigen inrichting dan is ook de minister van Economische Zaken bevoegd gezag.

- Is de CO₂ afkomstig van buiten de inrichting dan is de betreffende provincie bevoegd gezag voor dit gedeelte.

Veelal zal de opslag van CO₂ dus te maken hebben met twee bevoegde gezagen in het kader van de wet milieubeheer. De minister van Economische Zaken voor het bovengrondse deel en de provincie voor het ondergrondse deel van de inrichting.

- **Wet Ruimtelijke Ordening**
De Wet ruimtelijke ordening is van toepassing op de positionering van bovengrondse installaties en toegestane activiteiten binnen een bepaald gebied en geeft het wettelijke kader voor ruimtelijke plannen op regionaal (provinciaal) en lokaal (gemeentelijk) niveau.

4.2 Huidige situatie, onzekerheden en leemten in wet en regelgeving

Binnen het hierboven toegelichte (algemeen) wettelijk kader dat van toepassing is bij CO₂ -opslagactiviteiten is er echter een aantal onzekerheden die nader uitgewerkt of verfijnd moeten worden, voordat CO₂ opslag projecten met voldoende juridische duidelijkheid kunnen worden gerealiseerd:

- *Verantwoordelijke autoriteit ('bevoegd gezag'): duidelijkheid en onderlinge consensus tussen de betrokken overheden welke overheid de eindverantwoordelijkheid draagt en welke overheden zullen adviseren.*
Er is debat over de vraag of de Provincies de eindverantwoordelijkheid over opslag in de diepe ondergrond behoren te behouden, voor wat betreft het ondergrondse deel, of dat deze verantwoordelijkheid beter bij het Ministerie van Economische Zaken kan komen te liggen.
- *Korte termijn en lange termijn aansprakelijkheid met betrekking tot de opgeslagen CO₂*
De korte termijn aansprakelijkheid ligt volgens de Mijnbouwwet bij de maatschappij die de CO₂ -opslag daadwerkelijk uitvoert (de zgn. 'operator'). Deze termijn bedraagt momenteel max. 30 jaar (conform wettelijke aansprakelijkheid). Het lijkt de voorkeur te verdienen dat de lange termijn aansprakelijkheid, dus na abandonnering, voor de opgeslagen CO₂ wordt overgedragen aan een overheidsorgaan. Dat er overdracht zal plaatsvinden, wanneer deze kan plaatsvinden, en op basis van welke criteria overdracht kan plaatsvinden, is echter tot nu toe niet wettelijk vastgelegd. Ook is er geen financiële regeling voor eeuwigdurende nazorg, zoals die bijvoorbeeld bestaat voor afvalstortplaatsen. Aangenomen wordt dat potentiële operators van CO₂ opslag locaties zullen wachten met initiatieven tot dergelijke aspecten voldoende duidelijk wettelijk zijn geregeld.
- *Huidige wettelijke classificering van CO₂ en de consequenties daarvan*
In de diepe ondergrond opgeslagen CO₂ wordt in de huidige Nederlandse wetgeving beschouwd als niet gevaarlijk afval, dit vanwege een bepaling

in het (aangepaste) LAP¹¹. Als uitvloeisel hiervan moet voor grootschalige opslag een MER worden uitgevoerd. Onduidelijk is of opgeslagen CO₂ ook in de toekomstige Nederlandse (en Europese) wetgeving met betrekking tot CO₂-opslag zullen worden beschouwd als afval (zie ook hieronder). In toekomstige wetgeving zal daarnaast rekening moeten gehouden met eventueel in de opgeslagen CO₂ aanwezige verontreinigingen als H₂S, SO₂ en NO_x – die mogelijk wel gevaarlijke stoffen zijn. Het is bijvoorbeeld de vraag welke concentraties daarin aanwezig mogen zijn en of overschrijding van concentratie grenswaarden betekent dat de gehele stroom CO₂ als gevaarlijk afval moet worden beschouwd.

Nieuwe ontwikkelingen

Momenteel wordt een nieuwe wet, de WABO (Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht) voorbereid door verschillende overheden (Ministerie van VROM, provincies, gemeenten). De verwachting is dat deze nieuwe wet in 2008 in werking zal treden. In de wet zijn verschillende vergunningen betreffende bouwen en milieu samen gevoegd in een vergunning; de omgevingsvergunning.

Internationale ontwikkelingen

Ook in het internationale speelveld wordt ingezien dat Europees beleid met betrekking tot CCS en een regulerend orgaan zo snel mogelijk ontwikkeld moeten worden (tenminste voor 2012). Momenteel zijn er bijvoorbeeld nog geen nationale of internationale normen voor de realisatie van een CO₂-opslag locatie en veel landen ontwikkelen momenteel hun eigen regelgeving omtrent de risico's van lekkage.

¹¹ Daarbij dient te worden aangetekend dat het LAP ook stelt dat de eerste demonstratieprojecten niet onder het LAP vallen.

5 Vervolg

Met de afronding van deze studie is een achtergrond document beschikbaar gekomen voor het opstellen van een project specifiek MER of een Plan MER.

Het is nu de bedoeling dat dit document getoetst gaat worden door de commissie MER. De provincies zullen hierin de leiding nemen.

Verscheidende partijen (ook bij deze studie betrokken) zijn voornemens om op korte termijn daadwerkelijke demonstratieprojecten te beginnen. Voor deze projecten zal het AMESCO rapport dienen als startpunt.

Het is de hoop van de initiatiefnemers dat de verschillende overheden ook op korte termijn aan de slag gaan met de geïdentificeerde aandachtspunten uit dit rapport.