



CO₂ onder de Grond

Nut en Noodzaak van CO₂ Afvang en Opslag

Inhoud

Alles op alles voor het klimaat

Klimaatverandering: we kennen de feiten

- Er dreigen grote klimaatproblemen
- De oorzaak is duidelijk
- De oplossing is ook duidelijk
- Maar we komen tijd te kort
- Gelukkig is er een goede tussenoplossing
- Het kabinet heeft stevige keuzes gemaakt

CO₂ afvangen en opslaan

- Hoe werkt het?
- Kan het?
- Kan het veilig?
- Waar slaan we het op?
- Wat kost het?
- Is het echt nodig?
- Wat zijn de nadelen?
- Hoe gaan we het organiseren?

CCS breekt wereldwijd nu door

- Ook hoge prioriteit in Europa
- Veel landen actief

Nederland: twee grootschalige opslagprojecten

- Noord-Nederland
- Rijnmond

Alles op alles voor het klimaat

Energie besparen, meer wind- en zonne-energie, meer biobrandstof: het moet allemaal. We moeten naar duurzame energie, want het gaat niet goed met ons klimaat. Wereldwijd zullen we alles op alles moeten zetten om grote problemen te voorkomen. En zelfs als we voor alle vormen van duurzame energie kiezen, gaat het nog niet vlug genoeg. Pas over tientallen jaren zal onze energievoorziening helemaal duurzaam kunnen zijn. In de tussentijd moeten we daarom extra middelen inzetten om te voorkomen dat er te veel CO₂ in de atmosfeer terecht komt. Zo'n extra middel is het afvangen van CO₂ 'bij de schoorstenen' van elektriciteitscentrales en fabrieken en dat afgevangen gas dan ondergronds opbergen. Maar het is niet meer dan een tussenoplossing, omdat schone energie uiteindelijk de echte oplossing is. Overheid, bedrijfsleven en wetenschap zijn het erover eens dat CO₂-afvang en -opslag (Carbon Capture and Storage, CCS) als tussenoplossing onmisbaar is. Ook binnen de milieubeweging wordt het belang van CCS erkend. En CCS kán: we hebben de ruimte voor het opslaan en we beheersen de technieken.





Klimaatverandering

We kennen de feiten

Er dreigen grote klimaatproblemen

Er komt veel te veel broeikasgas in onze dampkring terecht en als we daar niet snel en drastisch iets aan doen, verandert wereldwijd het klimaat en zaden we onszelf en onze nakomelingen met buitengewoon nare gevolgen op: verdroging én overstromingen, hitte- én koudegolven, stormen, aardverschuivingen, en een ingrijpende ontregeling van de voedselproductie. En hoewel we er in Nederland nog niet zoveel van merken, komen de problemen met rasse schreden dichterbij.

- Een wereldwijde temperatuurstijging van meer dan 2°C maakt de problemen onomkeerbaar.
- Gevreesd wordt dat de stijging enkele graden hoger zal uitkomen.
- De zeespiegel stijgt deze eeuw met 35 tot 85 cm.
- In de volgende eeuw wellicht zelfs met enkele meters.
- Veel mensen zullen moeten verhuizen.
- Het aantal overstromingen neemt toe.
- Mogelijk meer bosbranden, grotere woestijnen.
- Toenemend zoetwatertekort in delen van de wereld.
- Afnemende voedselproductie door droogte in grote delen van de wereld.
- Meer ziektes als malaria.

De oorzaak is duidelijk

Met steeds meer mensen op deze aarde en door een groeiende welvaart, gebruiken we steeds meer fossiele brandstoffen: aardolie, steenkool en gas. Bij de verbranding daarvan komt CO₂ vrij. Op zich hoort CO₂ in onze dampkring; broeikasgassen in de dampkring beschermen de aarde tegen afkoeling. Zonder CO₂ in de dampkring zou de aarde veel kouder zijn. Maar het evenwicht is verstoord: er komt veel te veel CO₂ in de dampkring. Ontbossing speelt daarbij trouwens ook nog een forse rol: bomen en planten nemen voor hun groei CO₂ op.

- 75% van het broeikasgasprobleem komt door CO₂.
- 70% daarvan door het verbranden van fossiele brandstoffen.

- De energievoorziening is mondiaal nu voor 80% afhankelijk van fossiele bronnen.
- In Nederland (aardgas) zelfs voor 90%.
- Nederland is 8% energie-intensiever dan de meeste landen van Europa (veel doorvoer, energie-intensieve industrie en kassen).
- Nederland stoot per hoeveelheid opgewekte energie meer CO₂ uit dan veel andere landen, onder andere omdat we bijna geen energie uit waterkracht hebben.
- De Nederlandse CO₂-uitstoot is nu per jaar zo'n 205 miljoen ton.
- Als we niets doen groeit dat in 2020 naar bijna 250 miljoen ton.

De oplossing is ook duidelijk

Gelukkig kennen we de oplossing ook: zo snel mogelijk de CO₂-uitstoot verminderen. Dat zal zéker moeten met het percentage dat de Nederlandse regering nastreeft: 30% minder CO₂-uitstoot (ten opzichte van 1990 en uiterlijk in 2020). Om dat te bereiken moeten we over naar een duurzame energievoorziening, dus naar energie uit schone en onuitputtelijke bronnen, zoals wind, zon, waterkracht, aardwarmte, biomassa. We moeten bovendien veel zuiniger met energie omgaan.

- Doelen Nederlandse regering voor 2020:
 - 30% CO₂-reductie;
 - 20% duurzame energie;
 - 2% energiebesparing per jaar.
- De CO₂-uitstoot is in 2020 maximaal 150 miljoen ton per jaar.
- Wereldwijd stijgt de CO₂-uitstoot echter voorlopig nog.
- Na 2015 mag deze absoluut niet meer stijgen.
- In 2050 moet de CO₂-uitstoot wereldwijd minimaal gehalveerd zijn.
- De meest recente studies zeggen dat in de westerse wereld minimaal 80% reductie nodig zal zijn.

Maar we komen tijd te kort

Grootschalige ontwikkeling van duurzame energiebronnen kost tijd. Iedereen is het erover eens dat we wereldwijd over moeten stappen naar een duurzame energievoorziening, maar over de vraag hoe snel dat zal lukken, is de een optimistischer dan de ander. Optimist of pessimist, een feit is dat we tijd te kort zullen komen. We zullen langer gebruik moeten maken van fossiele brandstoffen dan goed is voor het klimaat.

- In Nederland was in 2007 nog geen 3% van de energie afkomstig van duurzame bronnen.
- Dat moet in 2020 20% zijn.
- Nederland moet zo'n 100 miljoen ton CO₂ per jaar minder uitstoten.
- Via verduurzaming en energiebesparing halen we per 2020 ongeveer de helft van de gewenste reductie (30% ten opzichte van 1990).
- Voor de andere helft moeten andere oplossingen gevonden worden.
- Zelfs Greenpeace houdt er rekening mee dat in 2050 de wereld nog steeds voor 50% afhankelijk zal zijn van fossiele brandstoffen.

Gelukkig is er een goede tussenoplossing

Er zijn oplossingen, waarmee de CO₂-uitstoot sneller kan dalen; oplossingen die zullen helpen de tijd tot een duurzame energievoorziening te overbruggen. Het opvangen van CO₂ en dan ondergronds opslaan ('Carbon Capture and Storage', CCS) is zo'n oplossing. Deze tussenoplossing is, anders dan sommigen denken, veilig en effectief. Inmiddels zijn alle grote landen en instituten overtuigd van de noodzaak en de mogelijkheden van CCS. En juist in Nederland, vanwege de aanwezigheid van inmiddels lege gasvelden, is CCS goed toepasbaar.

- Verschillende studies hebben aangetoond dat de risico's bij transport en opslag klein en goed beheersbaar zijn.
- Elders in de wereld wordt CCS al op verschillende plaatsen probleemloos toegepast en sinds een paar jaar ook in Nederland op zee.
- Nederland heeft veel ervaring met transport en opslag van gas.
- Nederland weet ook al veel van het afvangen van CO₂.
- Nederland beschikt over een groot aantal zeer geschikte (bijna) lege gasvelden.

Het kabinet heeft stevige keuzes gemaakt

Met het programma 'Schoon en Zuinig' heeft het kabinet een stevig en ambitieus beleid neergezet. Voor het terugdringen van de CO₂-uitstoot gaat het zelfs nog wat verder dan de plannen van de EU (30% minder CO₂-uitstoot in 2020, in plaats van 20% minder). Omdat de beoogde energiebesparing en de geplande uitbreiding van duurzame energie in 2020 nog niet de noodzakelijke vermindering van de CO₂-uitstoot opleveren, heeft het kabinet ook gekozen voor het afvangen en opslaan van CO₂. Want door de CO₂-uitstoot op te vangen en op te slaan kan in de overgangsfase naar een volledig duurzame energievoorziening ook nog gebruik worden gemaakt van fossiele brandstoffen. Om te beginnen wil het kabinet dat er twee grote CCS-projecten komen, één in het noorden van het land (Eemshaven) en één in de Randstad (Rotterdam). Daar zal grootschalig, met name bij elektriciteitscentrales, CO₂ moeten worden afgevangen om ondergronds (op land en op zee) te worden opgeslagen.

Er zijn meer dan tien initiatieven van bedrijven voor grote CCS-projecten, vooral in het noorden van het land (Eemshaven) en rond Rotterdam (RCI). Maar ook bij diverse andere industriën (DSM, Corus) wordt hard gewerkt aan plannen voor CCS. De overheid gaat ervan uit, dat vanaf 2020 CCS een gangbare techniek is.

CCS

Carbon Capture and Storage CO₂ afvangen en opslaan

Hoe werkt het?

CO₂

Het broeikasgas kooldioxide (CO₂, ook wel koolzuurgas genoemd) is de belangrijkste veroorzaker van het klimaatprobleem. Het komt vrij bij verbranding van aardgas, olie en kolen. De mens produceert het zelf ook; we ademen de CO₂ uit die ontstaat bij de verbrandingsprocessen in ons lichaam. CO₂ is verder een restproduct van de chemische industrie, bijvoorbeeld bij de productie van kunstmest. CO₂ is overigens ook nuttig. Tuinders gebruiken het in hun kassen om de plantengroei te bevorderen. En limonadefabrikanten gebruiken het om frisdrank prik te geven. CO₂ is kleurloos, geurloos, niet brandbaar en niet explosief. Normaal is er in de lucht ongeveer 0,05% CO₂ aanwezig. In slecht geventileerde ruimtes kan dat oplopen tot 1% en dat leidt dan tot benauwdheid en hoofdpijn. Bij een concentratie van 5%, honderd keer meer dan de normaal aanwezige hoeveelheid, wordt CO₂ schadelijk vooral omdat het zwaarder is dan lucht en daardoor de zuurstof verdringt.

Afvangen, transporteren en opslaan

Afvangen

Het afvangen gebeurt bij het verbrandingsproces, daar waar met fossiele brandstoffen gestookt wordt. Voor het afvangen zijn verschillende technieken ontwikkeld. De praktijkproeven daarvan zijn veelbelovend, al zijn de kosten nog wel erg hoog. Het afvangen kan natuurlijk het best op plekken waar de meeste CO₂ vrijkomt: bij elektriciteitscentrales, raffinaderijen, chemische industrieën, hoogovens en cementfabrieken.

Transporteren

Het afgevangen broeikasgas wordt onder hoge druk getransporteerd via pijpleidingen. Ook met dit transport is er overal op de wereld al veel ervaring opgedaan.

In Nederland transporteert OCAP al vijf jaar probleemloos CO₂ van raffinaderijen naar de glastuinbouw (als groeimiddel). In de Verenigde Staten ligt al tientallen jaren ruim 6.000 km aan CO₂-pijpleidingen.

Opslaan

Het opslaan zal in Nederland vooral gebeuren in de inmiddels leeggepompte gas- (en olie)velden, op land en op zee. Dat zijn veilige bergplaatsen op 1.000 tot 3.000 meter diepte, waar het weggepompte aardgas ook miljoenen jaren was vastgehouden. Die velden zijn geen grote holtes, maar harde steenlagen met kleine poriën, afgesloten door een gasdichte laag. Via de boorput waarmee het aardgas naar boven werd gehaald wordt nu de CO₂ teruggepompt. CO₂ is in de diepe ondergrond overigens geen vreemde stof; er bestaan in de aardkorst van nature al miljoenen jaren grote CO₂-velden. Ook in Nederland. Wanneer de CO₂ eenmaal is opgeslagen, blijft het er altijd zitten. Een paar landen, waaronder Algerije (In-Salah, in de woestijn) hebben ervaring met het ondergronds opslaan van CO₂. Nederland heeft eveneens praktijkervaring; we slaan al meer dan vijf jaar CO₂ op in een bijna leeg gasveld op zee (ten noordwesten van Texel). Behalve in lege gas- (en olie)velden kan CO₂ ook worden opgeslagen in diep liggende poreuze koollagen (vooral in het zuiden van Nederland) en in zouthoudende steenlagen ('aquifers') waarin CO₂ oplost en neerslaat als een mineraal (gelegen door heel Nederland). Dit laatste gebeurt bijvoorbeeld al vele jaren bij Noorwegen (op de Noordzee, in het Sleipnerveld). Voor alle opslagmogelijkheden geldt echter dat de opslaglagen moeten zijn afgeschermd door een gasdichte aardlaag.

De techniek van het afvangen

Bij enkele productieprocessen, bijvoorbeeld bij het maken van kunstmest, komt pure CO₂ vrij en die is dus makkelijk af te vangen. Maar bij elektriciteitscentrales, hoogovens en andere fabrieken gaat dat niet zomaar. Er zijn drie methoden ontwikkeld waarmee ook daar CO₂ kan worden afgevangen.

Ná de verbranding (post-combustion)

De rookgassen worden na de verbranding en vóór ze de lucht ingaan 'gewassen'. Het wassen gebeurt met een middel dat CO₂ kan absorberen. Zo'n 80 tot 90% van de CO₂ kan op deze manier uit de rookgassen gehaald worden.

Vóór de verbranding (pre-combustion)

Bij deze techniek wordt steenkool (of biomassa) eerst tot gas omgevormd. Uit het kolengas dat ontstaat wordt de CO₂ verwijderd. Daarna wordt het CO₂-vrije gas gebruikt voor de verbranding en blijft de CO₂ over.

Via verbranding met zuivere zuurstof (oxyfuel combustion)

Bij verbranding van steenkool (of aardgas) met pure zuurstof in plaats van lucht, ontstaan rookgassen met een zeer hoge concentratie (80%) winbare CO₂. Nadeel is wel dat het maken van pure zuurstof veel energie kost.

De techniek van het transporteren

Het transport van (vloeibare) gassen onder hoge druk via pijpleidingen is een bekende en veilige techniek. Nederland heeft er zeer veel ervaring mee opgedaan via het netwerk van aardgasleidingen en via het transport van olie en chemische stoffen. Voor CO₂ heeft Nederland overigens al een bescheiden leidingennetwerk: vanuit de Rotterdamse haven gaat CO₂ per pijpleiding naar de kassen in het Westland, waar CO₂ als groeibevorderaar wordt gebruikt. Overigens kan CO₂ ook per schip vervoerd worden.

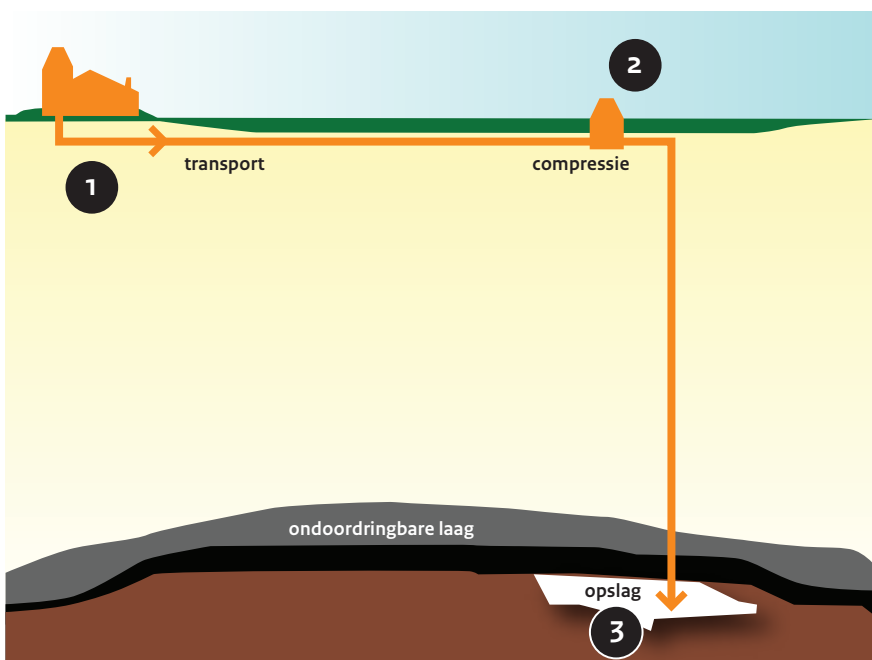
De techniek van het opslaan

Het opslaan is niets anders dan het omgekeerde van het proces van gas- (of olie)winning. Door de boorput wordt CO₂ naar beneden gepompt met behulp van een compressor. Onder druk van de omgeving is het gas daar vloeibaar en door de afdeklaag kan het niet weglekken. Als het veld is volgepompt, wordt de boorput hermetisch afgesloten; voor eeuwig. En natuurlijk wordt doorlopend zorgvuldig gekeken of er absoluut geen CO₂ ontsnapt. Die bewaking verschilt niet wezenlijk van de huidige bewaking van boorputten in nog volle gasvelden. Het opslaan van CO₂ kan ook gebruikt worden om meer olie of gas uit een veld te halen; de CO₂ drukt namelijk de nog aanwezige restanten omhoog.

Kan het?

Ja, Nederland heeft de opslaglocaties

Doordat Nederland zoveel aardgas heeft, ontstaan er geleidelijk ook steeds meer lege aardgasvelden, zowel op land als op zee. Ook lege olievelden kunnen geschikt zijn. Voor elk veld afzonderlijk moet de mogelijkheid tot opslag onderzocht worden. Nederland heeft in totaal een opslagcapaciteit van 10 à 11 miljard ton op land en op zee, meer dan genoeg om minstens een eeuw lang het teveel aan CO₂ op te slaan. Maar niet alle velden zijn geschikt. Sommige zijn te klein, in sommige zitten te veel boorputten. Het grootste van Nederland, Slochteren (met een potentiële opslagcapaciteit van 7,3 miljard ton), komt voorlopig niet voor opslag



Na het afvangen (1) wordt CO₂ via leidingen vervoerd naar een geschikte locatie voor opslag. Om CO₂ dieper in de grond te kunnen opslaan, moet het wel eerst worden samengeperst ofwel gecomprimeerd (2). De afgevangen en gecomprimeerde CO₂ wordt ingebracht in de diepe ondergrond van de aarde (3). De ondergrondse ruimten liggen onder voor gas ondoordringbare grondlagen. Het is de bedoeling dat de opgeslagen CO₂ zo voor eeuwig opgeslagen blijft.

in aanmerking. In dat veld zit nog zo veel gas, dat te verwachten valt dat CO₂-opslag minder hard nodig zal zijn tegen de tijd (na 2050) dat het leeg is.

De potentiële opslagcapaciteit (exclusief Slochteren) in gasvelden, olievelden en aquifers is ongeveer 3,5 miljard ton CO₂. Zo'n 40% daarvan is op zee (offshore) te vinden en zo'n 60% op land (onshore).

Ja, Nederland heeft de kennis

Nederland is wereldwijd een van de belangrijkste kenniscentra voor CCS. Zo'n vijftientig jaar geleden begon het onderzoek hier al (o.a. aan de Universiteit Utrecht en de TU Delft). Jarenlang hebben de ministeries van Economische Zaken en VROM dat onderzoek met tientallen miljoenen euro's gesteund.

Het onderzoekprogramma CATO ('CO₂-Afvang, -Transport en -Opslag') staat internationaal in hoog aanzien.

CATO is een breed samenwerkingsverband van onderzoek en industrie en nu met name gericht op het voorwerk voor grootschalige projecten in de praktijk.

Dat Nederland internationaal zo'n vooraanstaande rol heeft is niet zo gek. Als aardgasland weten we veel van het gedrag van gassen in de ondergrond. Voor het opslaan van CO₂ wordt gebruik gemaakt van dezelfde technieken als het winnen van aardgas. Ook het transport profiteert van de aardgaskennis.

Wat het afvangen betreft, had Nederland al in 1993 de wereldprimeur van kolenvergassing (pre-combustion).

Voor afvang ná de verbranding draait sinds begin 2008 een proeffabriek op de Maasvlakte. Daar zijn al zulke goede resultaten mee geboekt dat post-combustion een aantrekkelijk alternatief lijkt te worden, vooral voor bestaande kolencentrales.

Ja, Nederland heeft al ervaring

Nederland heeft al veel praktijkervaring met de voor CCS relevante technieken. Zo slaan we al jaren op grote schaal tijdelijk aardgas op in lege aardgasvelden, om buffervoorraden te maken voor pieken in de vraag. En we slaan dus sinds enkele jaren op kleine schaal ook al CO₂ op in een bijna leeg gasveld op de Noordzee.

Ja, Nederland is klein en daardoor extra geschikt

In Nederland zijn de afstanden klein. Dat maakt het transport makkelijker. Het is verstandig CO₂ op te slaan in lege gasvelden die zo dicht mogelijk bij de fabrieken en elektriciteitscentrales liggen. Want hoe korter de leiding, hoe minder er te controleren valt. De eisen die we aan de CO₂-opslag stellen zijn zo hoog (zeer grote veiligheid, geen overlast) dat CO₂-opslag eigenlijk overal kan.

Kan het veilig?

Ja, de risico's zijn kleiner dan bij aardgas

CCS is een veilige techniek wanneer de normale veiligheidsvoorschriften bij het afvangen, transporteren en opslaan worden nageleefd. Juist naar de veiligheid is veel onderzoek gedaan en uit al die onderzoeken kan maar één conclusie getrokken worden: CCS kan veilig, zelfs nog veiliger dan de winning en het transport van aardgas.

De kans op lekkage uit transportleidingen is erg klein.

En als zich toch een lek voordoet kan het betreffende deel van de leiding onmiddellijk worden afgesloten.

Bij het ontsnappen onder grote druk zal zeer snel verdunning plaats vinden. De kans dat plotseling een grotere hoeveelheid CO₂ uit de bodem ontsnapt is nihil.

De toegepaste technieken zijn inmiddels beproefde technieken. Ook met de veiligheidsmaatregelen is al veel ervaring opgedaan. En de opslag in lege aardgasvelden wordt wereldwijd erkend als de meest veilige optie voor CO₂-opslag. Het kabinet heeft bovendien benadrukt dat CCS alleen zal worden toegepast als er voldoende garanties zijn voor de veiligheid van mens en milieu. Voor elk opslagproject zal dat afzonderlijk worden bekeken.

Waar slaan we het op?

Op land en op zee

Er komen twee grootschalige CCS-projecten, één in het Noorden van het land en één in het Rijnmondgebied. Deze moeten in 2015 draaien. Het project in het Rijnmondgebied mikt op een CO₂-opslag van circa 20 miljoen ton per jaar (deels op land, deels op zee).

De keuze voor deze twee projecten is logisch.

In het Rijnmondgebied wordt veel CO₂ uitgestoten, onder andere door de raffinaderijen, de chemische industrie en de elektriciteitscentrales. In het Noorden wordt de productie van elektriciteit fors uitgebreid.

Maar eerst kleinschalige demonstratieprojecten

Het kabinet wil eerst (uiterlijk in 2010) enkele 'kleinschalige demonstratieprojecten' realiseren. Het kabinet heeft daarvoor 100 miljoen euro gereserveerd.

Deze projecten heten nadrukkelijk 'demonstratieprojecten' omdat ze moeten laten zien dat de beproefde technieken in de keten van afvang, transport en opslag goed samenwerken. Het zijn dus geen experimenten in de zin dat nog gekeken moet worden of de technieken wel werken, laat staan dat ze de veiligheid nog moeten testen.

Met de demonstratieprojecten moet ook ervaring worden opgedaan met de bestuurlijke, juridische en communicatieve aspecten van CCS op land. De omvang van de kleinschalige demonstratieprojecten is op zich gering.



Demonstratieproject Afvang: Buggunum (1998)

Met de Willem-Alexander Centrale in Buggunum had Nederland de wereldprimeur van het vergassen van kolen ten behoeve van elektriciteitsopwekking. Na een vier jaar durende test draait de Nuon-centrale sinds 1998 op commerciële basis. Door steenkool eerst te vergassen is het mogelijk CO₂ af te vangen (pre-combustion). Alle kennis die in Buggunum is opgedaan wordt in de nieuwe Nuon Magnum-centrale (in de Groningse Eemshaven) toegepast.

Demonstratieproject Afvang: elektriciteitscentrale E.ON Maasvlakte (2008)

Bij de kolen-/biomassacentrale van E.ON op de Maasvlakte draait een proefinstallatie van TNO-CATO voor de afvang van CO₂ uit rookgassen. Er worden vloeistoffen getest die CO₂ uit de rookgassen van de centrale kunnen binden (post-combustion). E.ON wil op de Maasvlakte een tweede kolencentrale bouwen en met de uitgeteste technieken CO₂ afvangen.

Demonstratieproject Opslag: Shell Barendrecht (2010)

Shell wil in Barendrecht CO₂ van de raffinaderij in Pernis via pijpleidingen naar Barendrecht brengen en daar opslaan in de lege gasvelden onder de wijken Carnisselande en Ziedewei. Gezien de ligging van de velden onder bewoond gebied en de nog relatief geringe kennis over CCS bij de burger, brengt dit project veel maatschappelijke onrust met zich mee. Na gesprekken met burgers wordt extra onderzoek gedaan en wordt aanvullende voorlichting gegeven.

Demonstratieproject Opslag: DSM Sittard-Geleen (2010)

Een project van DSM waarbij het de bedoeling is CO₂ van een ammoniakfabriek in ondergrondse zandsteen- en steenkoollagen onder de DSM-terreinen bij Sittard-Geleen op te slaan. Dit project bestaat uit twee fasen. In fase 1 gaat het om een proefboring en een proefopslag van een zeer kleine hoeveelheid CO₂ (10.000 ton). Bij een positief resultaat volgt een beslissing over een tweede fase.

Wat kost het?

Tussen de € 60 en € 90 per ton CO₂

Dat is veel geld. Maar de kosten zullen nog dalen. Als CCS op grote schaal wordt toegepast, zal het zeker goedkoper worden. Er zijn nu al verschillende berekeningen die uitgaan van lagere kosten per ton (van € 25 tot € 40). Vooral de afvangtechniek is duur, maar de voortgang in de research geeft goede hoop dat die snel minder kostbaar zal zijn.

Er kunnen ook baten ontstaan

Voor het uitstoten van CO₂ moeten emissierechten verworven worden. Dat gebeurt via een Europees handelsstelsel. Als er een moment komt dat het verwerven van emissierechten duurder is dan het opslaan van CO₂ wordt CCS ook commercieel aantrekkelijk.

Nu kan CCS nog niet zonder subsidies

Het kabinet stimuleert de ontwikkeling van CCS met een tijdelijke subsidie van een kleine 150 miljoen euro. Ook de EU subsidieert CCS. Europa heeft zo'n 6 miljard euro uitgetrokken voor 12 grootschalige demonstratieprojecten. Het geld is afkomstig uit de opbrengst van de Europese emissierechtenhandel. Nederland wil met twee projecten meedoen in dit EU-stimuleringsbeleid. Als dat doorgaat zou het een belangrijke extra injectie betekenen voor CCS in Nederland.

Is het echt nodig?

Ja, en de cijfers spreken voor zich

Nederland stoot nu, afgerond, zo'n 200 miljoen ton CO₂ per jaar uit. Als we niet ingrijpen groeit dat door tot 250 miljoen ton in 2020. De overheid heeft echter bepaald dat de CO₂-uitstoot met 150 miljoen ton terug moet. Kan dat?

Voor een groot deel van die 100 miljoen ton heeft het kabinet concrete reductieplannen vastgesteld. Als we aannemen dat al die plannen lukken, dan bereiken we veel via duurzame energie (wind, zon, enz.) en via energiebesparing. Veel, maar nog niet genoeg. Voor tientallen miljoenen tonnen zijn aanvullende oplossingen nodig.

We kunnen daarvoor reducties in het buitenland 'kopen'. Als wij namelijk van een ander land emissierechten kopen, kan dat land met dat geld CO₂-besparende maatregelen nemen. Die reductie telt uiteraard ook, want het klimaatprobleem kent geen grenzen.

Nederland zal daarom zeker emissierechten inkopen. Maar hoever kunnen we daarmee gaan zonder afbreuk te doen aan de geloofwaardigheid van onze eigen inspanningen om het klimaatprobleem op te lossen? Uiteindelijk zullen we toch echt zelf fors terug moeten met onze eigen CO₂-uitstoot.

Het is aannemelijk dat rond het jaar 2020 zo'n 30 tot 40 miljoen ton aan CO₂-reductie per jaar gerealiseerd zal moeten worden via CCS.

Ja, en we moeten haast maken

Als er helemaal niets tegenzit, zullen we dus nog alles uit de kast moeten halen om de noodzakelijke CO₂-reductie te kunnen realiseren. We kunnen ons niet meer de luxe veroorloven lang te wachten met de inzet van alle mogelijkheden en dus ook CCS. De klimaatproblemen wachten niet op onze plannenmakerij.

Wat zijn de nadelen?

Minder druk op de ketel

CCS is, als gezegd, een noodoplossing. Het is een tussenoplossing om de tijd te overbruggen totdat onze hele energievoorziening duurzaam is.

Maar het is zo'n goede noodoplossing, dat het gevaar bestaat dat we wat minder haast maken met de verduurzaming van onze energiebronnen. Vooral de milieubeweging denkt dat het door CCS aantrekkelijk wordt om meer en langduriger steenkool te gebruiken in de energiecentrales. De milieubeweging is verder bang dat er door CCS minder druk op de ketel komt voor energiebesparing. Om dat effect tegen te gaan zal de overheid zowel energiebesparing als de ontwikkeling van duurzame energie doorlopend blijven stimuleren.

CCS kost zelf ook veel energie

Het afvangen, transporteren en opslaan van CO₂ kost zelf ook energie. Tamelijk veel energie zelfs. Naar schatting zal er door het hele proces van CCS zeker zo'n 10 tot 20% méér aan fossiele brandstof verbruikt worden. Maar de onderzoeksinstituten hopen dit energieverbruik omlaag te kunnen brengen.

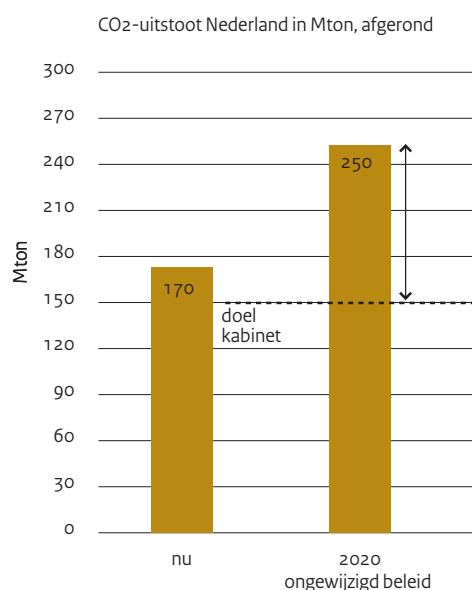
Hoe gaan we het organiseren?

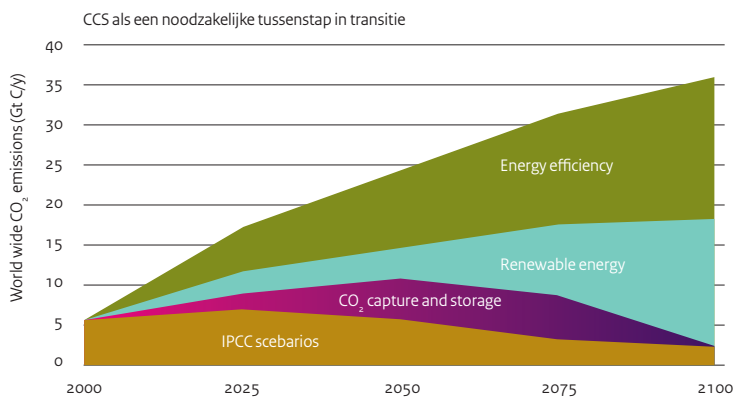
Publiek-private samenwerking

Net als bij bijvoorbeeld de winning van aardgas zal CO₂-opslag uitgevoerd worden in een samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven. Het bedrijfsleven voert de afvang, het transport en de opslag uit. De overheid stimuleert (waar nodig met subsidies), stelt de regels op (Nederland en de EU), ziet toe op de naleving, zorgt voor een juridisch kader (ook vanuit Nederland en de EU), bevordert de ontwikkeling van een goede infrastructuur (leidingennetwerk).

Draagvlak bevorderen

Voor de ontwikkelingskansen van CCS is het van groot belang dat de overheid aan de bevolking het nut en de noodzaak van CCS weet uit te leggen. Uiteraard speelt de veiligheid daarbij een grote rol. Ook moet de overheid een bestuurlijk draagvlak voor CCS bevorderen.





Eisen stellen bij vergunningen

De overheid kan de CCS-ontwikkeling ook bevorderen door eisen te stellen aan de CO₂-afvangmogelijkheden van nieuwe installaties – met name nieuwe elektriciteitscentrales (iedere nieuwe kolengestookte centrale zal veertig jaar lang elk jaar opnieuw 5 miljoen ton CO₂ uitstoten).

Langetermijntoezicht op de opslaglocaties

Later komt er voor de overheid nog een bijzondere taak bij: het langetermijntoezicht. Dat moet een taak van de overheid zijn; de controle is immers voor altijd.

Emissiehandel bevorderen

Ook moet de overheid de goede werking van het Europese handelssysteem voor emissierechten helpen bevorderen. Daar moet een reële prijs voor CO₂-uitstoot ontstaan. Hoe hoger die prijs uiteindelijk wordt, hoe aantrekkelijker het wordt CO₂-uitstoot te voorkomen. Daar profiteert CCS als tijdelijke noodoplossing ook van.

CCS-onderzoek in Nederland

In Nederland is het CCS-onderzoek de afgelopen jaren grotendeels via het CATO-programma (CO₂ Afvang Transport en Opslag) gelopen. In dat programma worden de verschillende aspecten van CCS in onderlinge samenhang onderzocht en is een onderzoeksnetwerk ontstaan dat uniek is in de wereld. Inmiddels is er een vervolgprogramma (CATO₂). Het onderzoek wordt gefinancierd door de onderzoeksinstellingen, het bedrijfsleven en de overheid. In het samenwerkingsverband van CATO participeren ook Greenpeace en het Wereldnatuurfonds.

Ook bij de staalindustrie (Corus) wordt intensief gekeken naar de mogelijkheden van CCS. Met name in combinatie met het opwekken van elektriciteit door het verbranden van procesgassen en het toevoegen van zuivere zuurstof (oxyfuel), liggen hier zeker kansen voor CCS.

Internationale samenwerking

Nederland is nauw betrokken bij de internationale ontwikkelingen rond CCS, binnen de Europese Unie maar ook daarbuiten: in het International Energy Agency, in het Carbon Sequestration Leadership Forum en in het Global Carbon Capture and Sequestration Institute. In Europa wordt samengewerkt met nabijgelegen landen als Groot-Brittannië, Duitsland, Noorwegen, België en Polen. Bij deze samenwerking gaat het om het uitwisselen van ervaringen.

Buiten Europa werkt Nederland vooral samen met de andere landen die voorop lopen in CCS-kennis en -ervaring: de Verenigde Staten, Australië en Canada.

Nederland werkt verder samen met Saoedi-Arabië in onderzoek naar mogelijke andere toepassingen van CO₂. Met dit laatste land organiseerde Nederland een internationale conferentie over CO₂-opslag.



CCS breekt wereldwijd nu door

CCS staat internationaal hoog op de agenda's. Het Internationaal Energie Agentschap (IEA) vindt zelfs dat in het nieuwe mondiale klimaatverdrag afspraken over de opslag van CO₂ moeten worden opgenomen. Een belangrijk argument is daarbij dat het IEA verwacht dat de wereldwijde CO₂-uitstoot tot 2030 nog zal stijgen, met minstens 30% tot zo'n 40 gigaton per jaar. De verduurzaming van de energievoorziening schiet dan fors te kort tegenover de toename van het gebruik van fossiele brandstoffen in onder andere China, India en het Midden-Oosten. Regeringsleiders hebben op een G8-top in 2008 (Japan) het plan ontwikkeld om wereldwijd twintig grootschalige CCS-projecten te starten.

Ook hoge prioriteit in Europa

De Europese Commissie vindt een snelle ontwikkeling van CCS eveneens erg belangrijk en heeft het daarom in haar Climate Action opgenomen. Financieel (6 miljard euro) en anderszins stimuleert de EU tien tot twaalf grootschalige CCS-demonstratieprojecten. Eén daarvan komt in Nederland en voor de ondersteuning daarvan heeft de EU 180 miljoen euro vrijgemaakt. In het EU-klimaatakkoord zijn Nederland en het Verenigd Koninkrijk aangewezen als belangrijke koplopers.

Veel landen actief

Hoewel nog nergens ter wereld CO₂-opslag al commercieel renderend wordt toegepast, zijn er al diverse grote opslagprojecten die óf volop draaien óf in een vergevorderd stadium van ontwikkeling zijn.

Eén daarvan is het Sleipner-project van Noorwegen. Bij de aardgaswinning op het Noorse deel van de Noordzee wordt CO₂ uit het gas gehaald en sinds 1998 diep onder de zeebodem weer opgeslagen. Inmiddels heeft dit project al meer dan 10 Mton CO₂ uit de atmosfeer kunnen houden en dan zal uiteindelijk oplopen tot zo'n 20 Mton.

Het Noorse staatsenergiebedrijf Statoil heeft de opslag laten controleren en daarbij bleek dat het project 'vlekkeloos' verloopt.

Canada heeft het Weyburn-Midale-project waarin CO₂ wordt opgeslagen in een bijna leeg olieveld. De injectie van het broeikasgas maakt het mogelijk dat een groter deel van de resterende olie opgepompt kan worden.

Een ander zeer groot project is dat van 'Schwarze Pumpe' in Duitsland, in de buurt van Berlijn. In dit project wordt de CO₂ van een 30MW (thermische) centrale afgevangen. Het Zweedse energiebedrijf Vattenfall heeft er 70 miljoen euro in geïnvesteerd in de vaste overtuiging dat CO₂-opslag snel renderend zal worden. In Algerije, bij In Salah, wordt bij de aardgaswinning CO₂ afgescheiden en ter plekke onder de woestijn opgeslagen. De Europese Commissie heeft aan het project een onderzoek verbonden. Verschillende Europese onderzoeksinstituten bestuderen er alle stappen van het opslaan van CO₂. Het onderzoek staat onder leiding van Nederland. In Polen begon het Recopol-project (injectie van CO₂ in steenkoollagen) al in 2001 in Silezië, ook een door de EU-ondersteund project.

Op de Nederlandse Noordzee wordt door Gaz de France al jaren CO₂ opgeslagen. Ook hier wordt uit het gas, dat voor 12% uit CO₂ bestaat, de CO₂ afgescheiden en meteen weer onder de zeebodem opgeslagen. En ook hier verloopt de opslag probleemloos.

In Australië wordt in het Otway-project CO₂ in een leeg aardgasveld op land opgeslagen. Verder werkt Australië aan het Gorgon-project: voor de westkust wordt CO₂-rijk aardgas gewonnen en omgewerkt tot LNG (Liquefied Natural Gas). De CO₂ die daarbij afgevangen wordt, zal (tot in totaal 129 Mton) worden opgeslagen.

Op vele plaatsen vindt voorbereidend onderzoek plaats. Zo wil Saoedi-Arabië CO₂ opslaan in lege olievelden. Het broeikasgas zou dan in tankers kunnen worden aangevoerd. En België heeft oude mijnen laten onderzoeken op hun geschiktheid. Daarbij bleek dat de mijnen bij Genk zeer geschikt zijn voor CO₂-opslag.



Nederland

Twee grootschalige opslagprojecten

In 2015 willen we in Nederland twee grootschalige CCS projecten van start laten gaan: één in Noord-Nederland en één in Rijnmond.

Daaraan voorafgaand wil het kabinet in 2010 kleinere afvang- en opslaginitiatieven als 'demonstratieproject' gerealiseerd hebben. Het is daarbij de bedoeling brede ervaring op te doen met alle reeds uitgeteste technieken. Zo rond het jaar 2020 zou CCS dan 'marktrijp' moeten zijn, dat wil zeggen dat het hele traject op commerciële basis rendabel is.

Noord-Nederland (2015)

Noord-Nederland heeft een Plan van Aanpak opgesteld voor een zeer breed CCS-programma:

- Noord-Nederland is 'klaar' om met CCS te beginnen;
- jaarlijks opslag van ruim 12 Mton CO₂ (in totaal 450 Mton);
- grote potentiële opslagcapaciteit (1 Gton) in gasvelden (zonder 'Slochteren');
- ook nog opslagcapaciteit in aquifers;
- opslag onshore en offshore;
- vervoer per pijplijn en vervoer per schip;
- grote 'puntbronnen' die CO₂ willen afvangen (drie of vier centrales);
- afvang met drie technieken (post-combustion, pre-combustion en oxy-fuel);
- behalve ondergrondse opslag ook chemische vastlegging en biofixatie via algen;
- kosten afvang, transport en opslag berekend op 40 tot 60 euro per ton CO₂;
- snelle start (voorbereiding tot 2015, implementatie 2015-2020, marktrijp vanaf 2020);
- participierend bedrijfsleven;
- investeringen onshore 2,2 mrd euro, offshore 2,6 mrd euro.

Rijnmond (2015)

Het Rotterdam Climate Initiative heeft ook uitvoerig gerapporteerd over de mogelijkheden voor CCS in Rijnmond. De belangrijkste conclusies:

- Rotterdam is 'klaar' om met CCS te beginnen;
- jaarlijkse opslag van 20 Mton (vanaf 2025; in 2015 beginnen met 5 Mton);
- opslagcapaciteit ongeveer 500 Mton offshore;
- hoge concentratie energie-intensieve industrie;
- transport vooral via pijpleidingen;
- pijpleidingeninfrastructuur gedeeltelijk reeds aanwezig;
- grote hoeveelheid 'pure' CO₂ voor afvang beschikbaar (bijna 3 Mton in 2015);
- kosten afvang, transport en opslag berekend op 25 tot 57 euro per ton CO₂;
- snelle start (eerste fase in 2012, 'op volle kracht' in 2025);
- veel bruikbare restwarmte beschikbaar;
- verschillende demonstratieprojecten;
- participierend bedrijfsleven;
- voor afvang principeovereenkomsten met verschillende emittenten mogelijk;
- investeringen voor infrastructuur bedragen circa 330 miljoen euro.

Meer informatie

Websites

CO₂-afvang en -opslag

Website van een samenwerkingsverband van milieu-organisaties, bedrijfsleven, wetenschap en overheid.
'Om burgers een betrouwbare kennisbasis te bieden'
www.co2afvangenopslag.nl

CO₂-opslag

Website van het ministerie van VROM met informatie over CO₂-opslag en het overheidsbeleid.
'We hebben CCS nodig als oplossing in de overgangsfase naar een duurzame energiehuishouding'
www.vrom.nl/co2opslag

CO₂-opslag Barendrecht

Website van ministerie van Economische Zaken, ministerie van VROM, provincie Zuid-Holland, gemeente Barendrecht, Milieudienst Rijnmond (DCMR), Shell, TNO en OCAP.
'De velden in Barendrecht zijn geologisch gezien zeer geschikt en op korte termijn beschikbaar.'
www.infopuntco2opslag.nl

Taskforce CCS

Website van de Taskforce CCS met links naar Nederlandse CCS-projecten.
'Opgericht om de ontwikkeling van CCS in Nederland te versnellen'
www.senternovem.nl/taskforceccs

EU Technology Platform

Website van EU's Energy Technology Platform for Zero Emission Power Plants
'CCS: A key solution for combating climate change'
www.zero-emissionplatform.eu

IEA GreenHouse Gas Implementing Agreement

Website: central source of information on CO₂ Capture and Storage
'Facilitate co-operation between projects'
www.co2captureandstorage.info

Bellona, Noorwegen

Website van Noorse NGO
'All you need to know about CCS'
www.bellona.org/ccs

Intergovernmental Panel on Climate Change

Website scientific intergovernmental body set up by the United Nations Environment Programme (UNEP)
'To provide the decision-makers and others interested in climate change with an objective source of information'
www.ipcc.ch

CO₂ GeoNet

Website network of public scientific institutes through Europe
'A future without CO₂ emission is our mission'
www.co2geonet.com

Contact

Ministerie van Economische Zaken/VROM

Projectorganisatie CCS
Bezuidenhoutseweg 30
Postbus 20101, A506
2500 EC Den Haag
ccs@minez.nl

Deze brochure is een uitgave van:

Ministerie van Economische Zaken
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Postbus 20101 | 2500 EC Den Haag
T 0800 8051 (ma t/m vrij 8.00 – 20.00 uur)

Oktober 2009 | Publicatie-nr. AC-000198