

Ondergrondse CO₂-opslag, de



Nederland wil de uitstoot van het broeikasgas CO₂ flink terugbrengen. Dat vraagt om te beginnen om energiebesparing en de inzet van alternatieve energiebronnen. Maar om in 2030 de doelstelling te halen van een reductie van dertig procent ten opzichte van 1990, is ondergrondse opslag onvermijdelijk. TNO organiseert er later deze maand het congres 'CCS, ready to go?' over.

Er is eigenlijk weinig nieuws aan de ondergrondse opslag van CO₂ in gasvelden, zeggen dr. Henk Pagnier en dr. Jan Brouwer. Pagnier is manager CO₂-opslag en Brouwer is gedetacheerd als programmadirecteur bij het CATO-2 programma, waarin 35 Nederlandse organisaties samen de mogelijkheden van afvang en ondergrondse opslag van CO₂ verkennen. Brouwer zet een doosje op tafel, waarin een stukje zandsteen ligt. 'Dit komt diep uit de Nederlandse ondergrond. In de holtes tussen de zandkorrels heeft aardgas gezeten. Nu dat is gewonnen, is er ruimte ontstaan voor de opslag van CO₂.' In het doosje ligt ook een plakje kleisteen. Brouwer: 'Dit is een stukje van de

afsluitende kleisteenlaag. Die ligt boven de gashoudende laag en voorkwam miljoenen jaren lang dat het gas ontsnapte. De kleisteen voorkomt nu dat de CO₂ ontsnapt.' In de Nederlandse ondergrond zitten van nature al geweldige hoeveelheden aardgas, in meer of mindere mate vermengd met CO₂. Pagnier: 'Daarom zeggen we, dat er weinig nieuws is aan ondergrondse CO₂-opslag. Al moet ik daaraan toevoegen, dat het injecteren nieuw is voor het Nederlandse vasteland. Niet in het buitenland en ook niet op het Nederlandse deel van de Noordzee. TNO is daar betrokken en vaak leidend bij een reeks projecten voor ondergrondse opslag.'

Brouwer pakt er een kaart bij, die projecten toont in landen als Polen, Frankrijk, Oostenrijk, Duitsland en Algerije. Opslag onder de zeeboodem vindt plaats in het Noorse en het Nederlandse deel van de Noordzee en in de Middellandse Zee bij Spanje. Het gaat om opslag in uitgedeelde en nog producerende gas- en oliereservoirs en in watervoerende lagen in de ondergrond.

EFFICIENCY

Ondergrondse opslag kan op een veilige manier, zeggen Pagnier en Brouwer. Maar als ze praten over efficiency, klinkt in hun stem voorbehoud door. Dr. ir. Earl Goetheer, die werkt aan het verbeteren van de afvang van CO₂ uit rookgasen van elektriciteitscentrales, herkent dat: 'Het heeft iets vreemds om een niet-giftig gas af te vangen en onder de grond te stoppen. Er is geen direct economisch belang en het gaat ten koste van de efficiency van de centrale. Maar omdat CO₂ een belangrijke oorzaak is van de klimaatsverandering, kan het niet anders.' Ir. Menso Molag, specialist op het gebied van transport van CO₂ van de plaats van afvang naar de ondergrondse opslag, zet ook vraagtekens bij

op één na beste oplossing



CONGRES OVER AFVANG, TRANSPORT EN OPSLAG

Van 19 tot 22 april organiseert TNO, als coördinator van het onderzoeksprogramma CESAR, een Europese conferentie over afvang, transport en ondergrondse opslag van CO₂. In samenwerking met de Climate Neutral Group is de CO₂ footprint uitgerekend en waar mogelijk gereduceerd; onvermijdbare uitstoot is gecompenseerd. Het congres is daarmee CO₂-neutraal.

Info: www.ccs-conference.eu

SCAN VOOR POTENTIEEL DUURZAME ENERGIE ONTWIKKELINGSLANDEN

Grootschalige ondergrondse opslag zit er vooreerst niet in, maar ook in ontwikkelingslanden is genoeg te bereiken op het gebied van CO₂-reductie. Ir Elsbeth Roelofs is adviseur Duurzame Innovatie bij TNO en werkt samen met ontwikkelingsorganisatie ICCO aan de ontwikkeling van de *Sustainable Energy Potential Scan*: 'Dat is een instrument dat ontwikkelingsorganisaties en ontwikkelingslanden helpt bij het maken van effectieve keuzes bij duurzame energieprojecten.'

Roelofs geeft een voorbeeld: 'Is het duurzamer om op het platteland van India voor het koken te kiezen voor biogas of voor een *solar cooker*? Dat hangt niet alleen af van de technologie, maar ook van de fysieke, sociale en economische omstandigheden. Die bepalen het succes van de implementatie.'

De scan is ontwikkeld voor de Indiase deelstaat Karnataka. In Ethiopië gaat binnenkort een demonstratieproject van start, waar de eerste concrete adviezen uit moeten rollen. Roelofs: 'De scan geeft ontwikkelingsorganisaties en investeerders inzicht in kansrijke duurzame energieprojecten. Het is mooi om te zien dat TNO-kennis bruikbaar is in ontwikkelingslanden. Het gaat om een combinatie van technische, sociale en economische kennis. Het is uniek dat we die alle drie in huis hebben.'

Info: arjan.vanhorsen@tno.nl

de efficiency van het systeem: 'Je moet CO₂ niet alleen afvangen, maar ook drogen, comprimeren en vervoeren voor je het onder de grond kunt stoppen. Dat vergt flink wat energie. Maar toch, als je alle milieueffecten afweegt, dan zet ik een plus bij ondergrondse opslag.'

MEER NODIG

Gezamenlijk beschikken Pagnier, Brouwer, Goetheer en Molag over kennis over de hele keten, van afvang tot opslag. Maar: zijn er geen betere manieren om de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer terug te brengen? Pagnier: 'Hoewel er een stevige discussie gaande is, ga ik er vanuit dat de opwarming van de aarde een gevolg is van menselijk handelen en dat CO₂ daaraan stevig bijdraagt. We moeten de uitstoot drastisch verminderen en dat begint met besparen op fossiele brandstoffen en het stimuleren van duurzame alternatieven als biomassa of wind- en zonne-energie. Maar Nederland wil in 2030 de uitstoot ten opzichte van 1990 met dertig procent terugbrengen. Daarvoor is echt meer nodig.' Brouwer rekent voor om welke hoeveelheden het gaat: 'In 1990 was de uitstoot 200 miljoen ton,

duus mogen we in 2030 140 miljoen ton uitstoten. De uitstoot is sinds 1990 alleen maar toegenomen en het gebruik van duurzame alternatieven zet nog onvoldoende zoden aan de dijk. Opslaan van CO₂ is vooreerst onvermijdbaar.'

COMMUNICATIE

De vijfde TNO'er die aan het woord komt, is ing. Hans Hooghart. Hij lijkt een vreemde eend in de bijt, want hij is communicatiedeskundige: 'En bovendien civiel technicus en inwoner van Barendrecht.' Daarmee zijn we bij het grootste probleem van de ondergrondse opslag, de publieke aanvaarding. Hooghart: 'Het eerste project in Nederland op het vasteland is gepland bij Barendrecht. Daar wil Shell op verzoek van de overheid starten met CO₂-opslag in twee uitgeproduceerde gasvelden. Ik woon pal boven het grootste van die twee.' Plaatsgenoten van Hooghart zijn niet blij met de geplande opslag. Ze vermoeden dat die onveilig is, bijvoorbeeld bij het op grote schaal lekken van CO₂. Hooghart: 'Mijn collega's hebben dat onderzocht, maar het is tegenwoordig niet genoeg als deskundigen zeggen dat een project

'Er is niets nieuws aan ondergrondse CO₂-opslag'



goed doordacht en veilig is. Dat is niet eens onbegrijpelijk. Er is in het verleden te vaak iets mis gegaan met grote projecten, zowel wat de techniek betreft als in de communicatie.' Toch moeten we verder als we de doelstellingen voor CO₂-reductie willen halen, vindt Hooghart: 'Daar ligt een taak voor de overheid, die duidelijk moet maken dat ondergrondse opslag veilig en noodzakelijk is.'

WASVLOEISTOF

Terug naar de technici, in dit geval Goetheer: 'Wie CO₂ wil opslaan, moet dat gas eerst afvangen. Dat doe je waar de opbrengst maximaal is en dat is bijvoorbeeld bij een elektriciteitscentrale.' Maar er komt geen zuivere CO₂ uit de schoorsteen van zo'n centrale: 'De rookgassen bestaan voor tachtig procent uit stikstof en die moet je scheiden van de CO₂. Doe je dat niet, dan raakt de opslagcapaciteit snel vol.'

In een TNO-laboratorium in Delft toont Goetheer hoe dat werkt. Door een buis van kunststof sijpelt wasvloeistof naar beneden, terwijl van onderaf CO₂ opstijgt. De CO₂ lost op in de wasvloeistof en de stikstof verdwijnt in de

atmosfeer. Daarna wordt de CO₂ weer van de wasvloeistof gescheiden en is dan geschikt voor opslag. Het onderzoek richt zich vooral op de vraag welke toevoegingen aan de wasvloeistof de oplosbaarheid van de CO₂ het meest vergroten.

Op een andere tafel in het laboratorium draait een roerstaaf door een glazen beker met daarin een glanzend rode vloeistof. 'Onze disco-opstelling', lacht Goetheer. Het gaat om een manier om sneller algen te kweken met behulp van CO₂ en licht. De algen leveren vervolgens biomassa, die bruikbaar is als energiebron. Goetheer: 'Het principe werkt en we zoeken naar de optimale dosering van CO₂ en licht. Of we het rendabel kunnen maken, is nog de vraag. Ook dat is een taak van TNO: kansrijke ideeën onderzoeken en kijken of ze geschikt zijn voor toepassing op grote schaal.'

PROEFFABRIEK

Het afvangen en scheiden van CO₂ is wel al geschikt voor een proef op grote schaal. TNO heeft op de Maasvlakte een proeffabriek gebouwd voor CO₂ uit rookgas van een steenkoolgestookte energiecentrale van E.ON.

De fabriek werkt volgens het principe dat Goetheer in het TNO-lab liet zien en heeft een capaciteit van 250 kg CO₂ per uur. Dat is nog niet veel – een typische installatie van 1000 MW stoot jaarlijks 5 tot 6 miljoen ton uit. Energieproducent E.ON gaat het principe verder demonstreren in een fabriek van 250 MW die in 2015 zal werken. Dat komt neer op het afvangen van 180 ton CO₂ per uur. Na het afvangen komt het vervoer naar de opslag. Chemisch technoloog Molag: 'Daar liggen nog vragen, vooral over de balans tussen de leidingdikte, de afstand tot bebouwing en de kosten. We weten hoe we de veiligheid kunnen garanderen, maar we houden extreme marges aan. Als we meer kennis hebben, kunnen we efficiënter werken.'

VLOEIBAAR CO₂

Het onderzoek van Molag richt zich niet op het betrekkelijk kleine project bij Barendrecht, waar onder lage druk gasvormig CO₂ door de leidingen zal stromen. Molag: 'Maar bij grotere hoeveelheden, zoals bij de E.ON-centrale, moet je toe naar transport onder hoge druk en in vloeibare vorm. Daarover willen we meer weten.'



WEGVERKEER: VEEL TE WINNEN

De wet van de constante reistijd. Zo noemt ir. Arie Bleijenberg, TNO-specialist mobiliteit, het feit dat mensen een vrij constant aantal uren aan reizen besteden: 'Als je je gewone fiets verruult voor een elektrische, dan zul je ook eerder een baan op grotere afstand van je woning aannemen. De mens heeft een constante reisbehoefte, die verander je niet zomaar.' Desondanks is in 2040 in het wegverkeer een CO₂-reductie van veertig procent haalbaar: 'Zonder in kleinere auto's te rijden of minder kilometers te maken.' Bleijenberg denkt daarbij aan technische aanpassingen, zoals zuiniger motoren en transmissie, minder lucht- en rolweerstand en hybride voertuigen. Gebruik van nieuwe CO₂-arme brandstoffen, zoals elektriciteit, kan ook flink helpen.

Om de technische mogelijkheden op de weg te krijgen, zijn scherpe CO₂-eisen aan auto's nodig. Bleijenberg: 'Dat is de hoofdkraan waaraan je moet draaien om de CO₂-uitstoot van het wegverkeer te reduceren.' En wie neemt het initiatief? 'De overheid, want het gaat niet vanzelf. Dat kan naast de CO₂-normering met fiscale maatregelen, milieuzones, compactere steden en goed openbaar vervoer.'

Info: arie.bleijenberg@tno.nl

Vloeibaar CO₂ heeft aparte eigenschappen. Als het vrijkomt, gebeurt dat in vaste en in gasvorm. Molag: 'Wat betreft vloeibare CO₂ onder hoge druk zouden we nog nader onderzoek moeten doen naar verspreiding in de atmosfeer.' Over eventuele corrosie in de leiding is wel genoeg bekend, maar Molag vindt dat nader onderzoek nodig is naar een mogelijke overgang van vloeibaar naar gasvormig CO₂ in de leiding: 'Het gaat om veiligheidsmarges, om de juiste balans van veiligheid en kosten.'

CENTRALE ROL

Het onderzoek van Molag vindt plaats binnen het CATO-2-project van Brouwer. TNO, zegt hij, beschikt over uitgebreide kennis van de Nederlandse ondergrond, vooral verkregen bij de aardgaswinning, en is een grote speler op het gebied van CO₂-opslag: 'Ook als het gaat om monitoring en regelgeving. We behoren tot de Europese top drie.'

Pagnier legt uit hoe de Nederlandse opslag eruit zal zien: 'We kiezen voor lege aardgasvelden, gewoon omdat we daarvan steeds meer krijgen. Internationaal zullen diepe watervoerende aardlagen het meest gebruikt worden. Je kunt

ook zoeken naar combinaties met gas-, olie- en kolenwinning, waarbij je CO₂ injecteert en zo sneller gas of olie produceert.'

Brouwer stelt bovendien, dat Nederland bij de ontwikkeling van afvang en opvang van CO₂ een centrale rol kan spelen. Naast de ruime mogelijkheden voor ondergrondse opslag kan Nederland naar analogie van de gasronde ook bij het CO₂-transport een belangrijke positie innemen: 'Ook daarom is het van belang, dat de mensen van energieproducent E.ON hun nek uitsteken en investeren in ondergrondse opslag.'

AARDBEVINGEN

Dan is er ook nog de vraag of er tijdens het vullen van een gasveld bewegingen in de bodem ontstaan, die tot aardbevingen leiden. Brouwer: 'Die kans is zeer gering. Het injecteren gaat onder een druk die veel lager is dan de oorspronkelijke druk in het aardgasveld. Bovendien bevatte zo'n veld altijd al gas en heeft het bewezen "gasdicht" te zijn. Je zult wel zien, dat de bodem een beetje stijgt nadat die door de gaswinning eerst gedaald is. In Barendrecht zal dat maximaal enkele millime-

ters zijn, niet of nauwelijks meetbaar.' Bovendien treden aardbevingen op rond breukvlakken: 'En daar wordt niet geïnjecteerd. Chemische reacties tussen gesteente en CO₂ zijn wel mogelijk en zelfs wenselijk, want dat zorgt voor een betere binding van de CO₂ in de bodem.' Terwijl Pagnier vertrekt voor een gesprek met een Engelse collega – 'Die komt onze plannen aan een kritische analyse onderwerpen, altijd nuttig' – onderstreept Brouwer dat er niets nieuws is aan ondergrondse CO₂-opslag: 'Neem het gasveld van Werkendam. Dat bevat meer CO₂ dan aardgas en het heeft geen zin om het gas te winnen.'

Blijft het probleem van het wantrouwen onder de bevolking. Hooghart: 'Ik heb uitgebreid gesproken met de technici. Hun verhaal was overtuigend en dat vertrouwen moeten we overbrengen. Ik blijf in Barendrecht wonen. Als ik het niet vertrouwde, dan zou ik verhuizen.'

Info: jan.brouwer@tno.nl, earl.goetheer@tno.nl, hans.hooghart@tno.nl, menso.molag@tno.nl, henk.pagnier@tno.nl