

BASISKENNIS OPSLAG CO₂

Tekst: Herman Damveld (zelfstandig onderzoeker en publicist)

hdamveld@xs4all.nl

Groningen, februari 2011

Zie voor meer informatie : www.co2ntramine.nl

Maxime Verhagen, minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, stelde op 3 februari jl. dat hij ervan 'overtuigd is dat CO₂-opslag een noodzakelijke tussenoplossing is'^{1 2}. Deze opslag is volgens de regering een manier om de klimaatsverandering door het broeikas effect tegen te gaan. Waar gaat het eigenlijk om? Dat leg ik hier uit. Naast feiten geef ik ook aan hoe ik tegen de feiten aankijk en doe ik een voorstel voor een zinvolle discussie.

INHOUDSOPGAVE

- p 2. Enkele hoofdpunten samengevat
- p 3. Inleiding
- p 3. Plaatsen voor CO₂-opslag
- p 3. Chaotische besluitvorming
- p 5. Haastig besluit ingegeven door miljoenen subsidie
- p 5. Minste boorgaten bepaalt locaties
- p 6. Lege gasvelden zijn niet hol of leeg
- p 6. CO₂ moet van de Eemshaven komen
- p 6. Geheime keuze uit de drie plaatsen voor CO₂-opslag
- p 7. Nieuwe pijpleiding nodig voor CO₂-transport
- p 7. Wie willen de opslag?
- p 7. Rendement naar beneden
- p 8. Niet alles afvangen
- p 8. Opslagcapaciteit beperkt
- p 9. Zinvolle maatschappelijke discussie
- p 9. Zon als bron van de meeste energie
- p 10. Afhankelijkheid gas, kolen en olie
- p 10. Klimaatverandering
- p 10. Klimaat-budget 14 jaar
- p 10. Groei energiegebruik door groei economie
- p 11. Vanaf 1993 plannen CO₂-opslag
- p 11. Hoe de opslag gaat volgens Shell
- p 12. CO₂ weer naar boven
- p 12. Duurzaam beter en goedkoper
- p 13. Kerncentrales geen oplossing
- p 13. Draagvlak, vrijwilligheid en randvoorwaarden
- p 14. Zon als belangrijkste energiebron
- p 15. Huidig energiegebruik
- p 16. Klimaat, broeikas en CO₂
- p 18. Visie op de samenleving

Enkele hoofdpunten samengevat

Drie plaatsen voor CO₂-opslag

De vorige regering heeft in juni 2010 drie plaatsen uitgekozen voor opslag van CO₂: Boerakker en Sebaldeburen in de provincie Groningen en Eleveld in Drenthe. De gasvelden met de minste boorgaten zijn volgens de regering het meest geschikt. Bij zowel Eleveld als Sebaldeburen zijn er twee en bij Boerakker drie boorgaten. De overige gasvelden hebben er meer, bij Annerveen zijn het er 25. De regering wilde haast maken om in aanmerking te komen voor minimaal 180 miljoen Europese subsidie.

Regeerakkoord

Op 30 september 2010 verscheen het regeerakkoord van VVD en CDA. Daarin staat: "Opslag van CO₂ kan ondergronds plaatsvinden met inachtneming van strenge veiligheidsnormen en lokaal draagvlak. Deze opslag komt pas aan de orde na verlening van de vergunning voor een nieuwe kerncentrale."

Op 4 november 2010 besloot de regering daarop te stoppen met ondergrondse opslag in Barendrecht omdat er geen draagvlak is. Wel wilde de regering gaan praten met Noordelijke bestuurders. Dat gebeurde op 11 november. Minister Verhagen (Economische Zaken, Landbouw en Innovatie) deelde toen mee dat de opslag door moet gaan. Hij zal naar het Noorden komen om zijn standpunt uiteen te zetten. Ook wordt een dialoog met betrokkenen in het Noorden opgestart over nut noodzaak van CO₂-opslag.^{3 4} "De minister wil wel de dialoog met het Noorden aangaan, maar zal geen vetorecht geven aan individuele gemeenten om het nationale klimaatbeleid te blokkeren", aldus de Groninger gedeputeerde Marc Jager.⁵

Van Eemshaven via nieuwe pijpleiding

Het CO₂ dat opgeslagen moet worden, komt uit de centrales in aanbouw in de Eemshaven. RWE bouwt al aan de poederkoolcentrale, Nuon bouwt nu een gascentrale en wil daar later een kolenvergasser naast bouwen. Er wordt nog gestudeerd op CO₂-afvang. Stel dat het lukt om het CO₂ af te vangen. De volgende stap is het vervoer van de Eemshaven naar het lege gasveld. Er moeten in ieder geval één en misschien twee nieuwe pijpleidingen aangelegd worden.

Beperkte opslag mogelijk

In de gasvelden in Noord-Nederland kan 850 miljoen ton CO₂. Deze opslagcapaciteit bereiken we ook bij drie kolencentrales zoals RWE die nu bouwt.

Duur

Bij de kolencentrales die nu gebouwd worden, geeft afvang en opslag een efficiency-verlies van 12%. De kilowattuur-kosten gaan dan met een-derde tot maar liefst 80% omhoog.

Voorwaarden discussie

Een discussie terwijl er al opslagplaatsen gekozen zijn, heeft geen zin. Daarom moeten de locaties om te beginnen van tafel. Opslag van CO₂ wordt gezien als een overbrugging naar een volledig duurzame energievoorziening. Maar hoe lang is die brug? Is het een uitschuifbare brug? De ervaring leert dat die brug al dertig jaar steeds verder uit wordt geschoven. Als het komt tot opslag van CO₂ moet daarom van tevoren vaststaan om hoeveel het gaat én moet de opslag in het teken staan van een snelle daling van het gebruik van

fossiele brandstoffen. Een andere belangrijke voorwaarde is de financiële gelijkwaardigheid van de deelnemende partijen.

Inleiding

De zon is een heel belangrijke bron van energie. Als een plant of een boom groeit, wordt er zonne-energie opgenomen. In de loop van miljoenen jaren vormden zich aardolie, aardgas en kolen uit afgestorven resten van dieren, planten en bossen. Iets wat afgestorven is, noemt men fossiel. Daarom worden olie, aardgas en kolen ook wel fossiele brandstoffen genoemd. Het Nederlandse aardgas is ongeveer honderd miljoen jaar geleden ontstaan. Dit gas is in feite in het verleden opgeslagen zonne-energie.

Kooldioxide (CO₂) komt vrij bij de verbranding van aardgas, kolen en olie. De afgelopen 20 jaar wordt het waarschijnlijker dat het klimaat verandert. Dit komt door de toename van de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂. Dit zijn gassen die de straling van de zon en van de aarde opnemen. Deze gassen vormen als het ware een deken om de aarde: ze zorgen voor warmte-isolatie: het broeikaseffect. Om die deken wat dunner te maken wil de regering CO₂ opslaan.

Of het broeikaseffect bestaat is voorwerp van discussie. Maar ook als we niet geloven in het broeikaseffect is er alle reden om het gebruik van fossiele brandstoffen te verminderen. Wereldwijd gebruiken we nu in één jaar de fossiele energie die zich in één miljoen jaar heeft gevormd. In een rap tempo maken we de fossiele energie op. Er komt een einde aan het gebruik van fossiele energie als in het verre verleden opgeslagen zonne-energie. CO₂-opslag is dus geen duurzame oplossing voor het energievraagstuk. Het is niet meer dan een lapmiddel waarmee de regering eigenlijk erkent dat de samenleving te veel CO₂ uitstoot. Alleen duurzame energie uit zon en wind helpen ons verder.

Plaatsen voor CO₂-opslag

De regering heeft in juni 2010 drie plaatsen uitgekozen voor opslag van CO₂: Boerakker en Sebaldeburen in de provincie Groningen en Eleveld in Drenthe. De regering vindt draagvlak onder de bevolking belangrijk en zal daarom voor “informatievoorziening op maat” zorgen, want “de wensen en zorgen van omwonenden nemen we serieus”, schreef de regering⁶.

Chaotische besluitvorming

Op 15 september 2010 kondigde de provincie Drenthe een samenwerking aan tussen de drie Noordelijke provincies, de rijksoverheid en de drie Noordelijke Natuur- en Milieuorganisaties aan. De samenwerking heeft als doel de bevolking op een goede manier te informeren. De overheden zorgen voor informatiebijeenkomsten en de Natuur en Milieufederaties voor een Noordelijke dialoog onder leiding van Henk Kroes.⁷

De informatievoorziening gebeurde via drie bijeenkomsten in september jl.. Het Dagblad van het Noorden berichtte daarover met koppen als: “Nog geen cent wijzer. Geen duidelijk verhaal, laat staan een discussie. Teleurgesteld druipen de meeste bezoekers af”⁸, “Opzet CO₂-avonden kan niet bekoren; ook avond in Tolbert wekt vooral irritatie bij bewoners”⁹ en “Schijterig en flets; de angst regeerde bij het ministerie”¹⁰.

De Natuur en Milieufederaties bleken voor de CO₂-opslag te zijn. Het Noordelijke Zoutkoepeloverleg beëindigde op 23 september 2010 met onmiddellijke ingang de samenwerking met de Natuur- en Milieufederaties Drenthe en Groningen. Aanleiding is de uitspraak van de twee natuur- en milieclubs dat CO₂-opslag in noordelijke gasvelden onontkoombaar is bij het huidige regeringsbeleid. Het Zoutkoepeloverleg is het daar niet mee eens en vreest dat straks ook kernenergie en ondergrondse opslag van kernafval bespreekbaar wordt als onontkoombaar bij het huidige regeringsbeleid.¹¹ Sindsdien hebben de federaties nog nauwelijks een rol gespeeld in de discussie. Betrokkenen kwamen met vragen vooral naar de nieuw opgerichte stichting Co₂ntramine.

Op 30 september 2010 verscheen het regeerakkoord van VVD en CDA. Daarin staat: “Om de CO₂-reductie te realiseren en minder afhankelijk te worden bij de energievoorziening, is meer kernenergie nodig.” En: “Opslag van CO₂ kan ondergronds plaatsvinden met inachtneming van strenge veiligheidsnormen en lokaal draagvlak. Deze opslag komt pas aan de orde na verlening van de vergunning voor een nieuwe kerncentrale.”¹²

De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe wezen de koppeling van CO₂ aan kernenergie af en stopten de geplande Noordelijke dialoog.¹³ Tegelijkertijd heeft het ministerie van VROM alle bijeenkomsten geschrapt, want: “We hebben geen goed beeld wat de passage in het regeerakkoord behelst”^{14 15}

Op 4 november 2010 besloot de regering dat de ondergrondse opslag in Barendrecht niet doorging: “Stoppen met Barendrecht betekent niet het einde van CO₂-opslag in Nederland. Opslag op zee vindt al plaats en we zijn in een vergevorderd stadium voor een nieuw CO₂-opslagtraject op zee. Daarnaast is vanuit Noord-Nederland het initiatief gekomen om CO₂ op land op te slaan. Ik zal op korte termijn met de bestuurders in Noord-Nederland overleggen. Daarna wordt bezien hoe CO₂-opslag in het Noorden zeker gesteld kan worden”, aldus minister Verhagen van Economische Zaken.¹⁶ En: “De komende tijd zal ik met bestuurders en overige betrokken partijen in Noord-Nederland om tafel gaan zitten om te bespreken hoe we, met het regeerakkoord in gedachten, de geplande CO₂-opslag zeker kunnen stellen.”¹⁷

Daarop stelden gedeputeerden Marc Jager (Groningen) en Tanja Klip (Drenthe) voor met Verhage te willen praten, maar CO₂-opslag te willen koppelen aan een nieuw energieakkoord voor Noord-Nederland. Het zal maanden duren voordat het overleg hierover rond is. Ook is het de vraag waarom er in het Noorden wel draagvlak is voor deze opslag. Daarover was op 11 november overlegd in Den Haag^{18 19} Minister Verhagen (Economische Zaken, Landbouw en Innovatie) ontving de gedeputeerden Klip-Martin (Drenthe), Jager (Groningen) en Adema (Friesland). Minister Verhagen deelde toen mee dat de opslag door moet gaan. Hij stelde dat er behalve draagvlak ook andere argumenten waren om het project in Barendrecht te stoppen. Verhagen zal naar het Noorden komen om zijn standpunt uiteen te zetten. Ook wordt een dialoog met betrokkenen in het Noorden opgestart over nut noodzaak van CO₂-opslag.^{20 21} Het CDA in de Drentse Staten wil wisselgeld van het Rijk als het komt tot ondergrondse CO₂-opslag in de provincie. CDA-fractielid Greet Seinen zei dat op 13 november in het Radio Drenthe-programma Cassata. Het CDA is tegen CO₂-opslag, tenzij nut en noodzaak duidelijk wordt aangetoond en het veilig is. Als aan die twee voorwaarden is voldaan, stelt het CDA als derde eis financiële compensatie door het Rijk.²²

De provincie Groningen wil onder voorwaarden met het Rijk verder praten over CO₂ opslag. Zo zal het Rijk eerst een open maatschappelijke discussie moeten starten over het nut en de noodzaak van ondergrondse CO₂ opslag in het Noorden. Ook moet er een nieuw Energieakkoord komen met het hele Noorden met concrete maatregelen voor meer duurzame energie. Een en ander staat in een motie die op 17 november door een meerderheid van Provinciale Staten in Groningen werd aangenomen. Volgens de motie zal de provincie pas een besluit nemen wanneer er eerst een dialoog met de bevolking is gevoerd. Ook moet er volgens de Staten van Groningen geen koppeling meer zijn tussen ondergrondse CO₂ opslag en een nieuwe kerncentrale.²³ Intussen hebben gemeenteraden zowel de opslag in Boerakker²⁴ als in Grootegast²⁵, als in Eleveld^{26 27} afgewezen. Ook de gemeenteraad van als van Veendam²⁸ en van Leek²⁹ wezen de opslag af. Ruim de helft van de Noorderlingen is tegen CO₂-opslag, bleek uit een enquête in het Dagblad van het Noorden³⁰.

Tijdens een debat in de Tweede Kamer op 20 januari 2011 bleek er nogal wat weerstand tegen CO₂-opslag te zijn: “Duur en gevaarlijk” (PVV'er Van Bommel). “Liever meer aandacht voor

energiebesparing" (SP'er Jansen). "Te duur, liever een gezonde energiemix" (VVD'er Leegte). Een ander geluid komt van Samsom (PvdA): "Een noodzakelijk kwaad." Verburg (CDA) meent net als de minister dat opslag nodig is in de overgang naar duurzame energie."³¹

De opslag van CO₂ onder de grond zou alleen moeten mogen, als aangetoond is dat het de meest effectieve maatregel is bij het bestrijden van de uitstoot van koolstofdioxide. Dat stelde Tweede Kamerlid René Leegte van regeringspartij VVD³².

Op 3 februari jl. bracht Verhagen een bezoek aan het Noorden. Egbert Brons en Hanneke Veen namens Co2ntramine een gesprek gehad met de minister. Hierin hebben ze hun bezwaren geuit en bij de minister aangedrongen op een open en eerlijke discussie over nut en noodzaak van CO₂-opslag waarbij de uitkomst niet van te voren vast staat. De eerste stap om dat vertrouwen te herstellen is die drie proeflocaties van tafel te halen.³³

De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe hebben in het gesprek met de minister gepleit voor een pas op de plaats. Dit houdt in het stopzetten van de procedure voor CO₂-opslag.³⁴

CO₂-opslag moet volgens de federaties passen in een green deal, een groene afspraak. Daarbij vergeten de federaties dat CO₂-opslag op zich niets met groen of duurzaam te maken heeft. Minister Verhagen liet op 3 februari weten "binnen een paar weken een besluit ten nemen over CO₂-opslag in het Noorden. Zo mogelijk voor de provinciale statenverkiezingen van 2 maart."³⁵

Haastig besluit ingegeven door miljoenen subsidie

De regering wilde beginnen met kleinschalige opslag van CO₂ in Barendrecht^{36 37}. Daarna moet vanaf 2015 een grootschalige opslag in Noord-Nederland in bedrijf komen. Dat jaartal heeft te maken met een subsidie van 180 miljoen³⁸ tot "naar verwachting enkele honderden miljoenen euro's"³⁹ van de Europese Unie (EU). De regering schreef: "Het jaartal 2015 is ook van belang om een beroep te kunnen doen op EU-middelen". EU-subsidie kan alleen maar verkregen worden als de opslag eind december 2015 in bedrijf komt. Subsidieaanvragen moeten voor mei 2011 jaar ingediend worden bij de EU.^{40 41} Daarom had de vorige regering haast. De huidige regering geeft de voorkeur aan kernenergie en "wil pas praten over CO₂-opslag als er een akkoord is over de bouw van een kerncentrale. Aangezien dit jaren kan duren, loopt Nederland mogelijk de Europese subsidie mis. Het plan is dan niet meer haalbaar", zei Diederik Samsom, lid van de PvdA-fractie in de Tweede Kamer op 4 oktober 2010 in Scheemda⁴².

Het is zeer de vraag of opslag in 2015 haalbaar is. Op 20 januari 2011 verscheen een rapport van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). Daarin staat: "Een gecombineerd beleidspakket van een nationale CO₂-norm, aanvullende financiële ondersteuning en een verbeterd Europese CO₂-handelssysteem, kan grootschalige CO₂-afvang bij nieuwe Nederlandse kolencentrales over tien jaar tot stand brengen."⁴³ De kosten van de financiële ondersteuning van het afvangen van CO₂ van drie kolencentrales zijn volgens dit rapport "300 miljoen euro per jaar in de periode 2020-2030."⁴⁴ In totaal gaat het dus om 3 miljard euro.

Minste boorgaten bepaalt locaties

Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie⁴⁵ noemen in hun rapport van april 2010 de gasvelden die vanaf 2015 in aanmerking komen voor CO₂-opslag. Het gaat om Annerveen, Bedum, Boerakker, Eleveld, Grootegast, Roden, Sebaldeburen, Ureterp en Zuidwal. Uit deze velden wordt nu nog aardgas gewonnen. Het einde van de productie van deze velden loopt uiteen tussen 2012 (Zuidwal) en Eleveld (2023).⁴⁶ Toch komen al deze velden in aanmerking voor opslag van CO₂ vanaf 2015.

De keuze voor de drie locaties volgt uit een advies van TNO. Daarbij is gekeken naar de diepte van het gasveld, eventuele breuken en het aantal boringen tot in het gasveld. De

gasvelden met de minste boorgaten zijn volgens TNO het meest geschikt. Bij zowel Eleveld als Sebaldeburen zijn er twee en bij Boerakker drie boorgaten. De overige gasvelden hebben er meer, bij Annerveen zijn het er 25.⁴⁷

Lege gasvelden zijn niet hol of leeg

Vaak gaat het om opslag van CO₂ in “lege gasvelden”. Het aardgas zit echter in poreus zandsteen, in kleine belletjes in het zand. Die belletjes zijn niet meer is dan enkele procenten van het totale volume. Als het gas er uit wordt gehaald kan er water voor in de plaats komen, het zogeheten formatiewater. Ook is het mogelijk dat de bodem ter plekke inklinkt of daalt, de oorzaak van aardschokken.

Hans Nyst stelt hierover: “Het gas is er inderdaad uit, maar de plaats daarvan is ingenomen door formatiewater. Door de grote diepte (2500m of meer) moet men door de hydrostatica rekening houden met een druk van tenminste 300 atmosfeer. Omdat de CO₂ bij injectie in de formatie dit water moet verdringen is een zeer grote overdruk nodig en zal dit proces veel extra energie en dus ook kooldioxide uitstoot vergen. Het lijkt nuttig om bij alle plannen een CO₂-balans te voegen!”⁴⁸

CO₂ moet van de Eemshaven komen

Het CO₂ dat opgeslagen moet worden, komt uit de centrales in aanbouw in de Eemshaven. RWE bouwt al aan de poederkoolcentrale, Nuon bouwt nu een gascentrale en wil daar later een kolenvergasser naast bouwen. “Nuon onderzoekt momenteel de haalbaarheid van grootschalige CO₂-afvang bij deze centrale.⁴⁹” RWE “bestudeert de mogelijkheden” om van de kolencentrale “op grote schaal CO₂ af te vangen en op te slaan”⁵⁰.

Er wordt dus nog gestudeerd op CO₂-afvang.

Steffart Buijs, woordvoerder van de stichting Borg⁵¹ (een samenwerkingsverband van Noordelijke energiebedrijven), verwijst naar een wet van de Europese Unie van 2009, een wet die de Nederlandse regering heeft overgenomen: “In de Europese richtlijn 2009/31/EG staat dat nieuwe kolencentrales geschikt moeten zijn voor CO₂-afvang. Het lijkt niet voorstelbaar dat er kolencentrales worden gebouwd zonder dat er afvang van CO₂ mogelijk is. Zeker is wel dat de centrale van RWE voorbereid is op het afvangen van CO₂. In het technisch ontwerp van de centrale is daarmee al rekening gehouden. Zelfde geldt voor Nuon Magnum. Het totale concept van die centrales is daarop gebaseerd. Aan het bedrijfsleven zal het niet liggen: wanneer de overheid het wil en de randvoorwaarden ervoor regelt, dan zal het bedrijfsleven de CO₂ gaan afvangen. Het is niet zeker of de afvang ook daadwerkelijk in bedrijf komt in 2015.”⁵² Buijs voegt er aan toe: “Er is bijvoorbeeld nog wetgeving in voorbereiding waarin bijvoorbeeld geregeld wordt wie verantwoordelijk is voor de opgeslagen CO₂. Er ligt nog een motie Vendrik waarover de kamer zich nog moet uitspreken. Er zijn technisch nog zaken die geregeld moeten worden. En dan hebben we het subsidietraject nog. Zekerheid hierover is er inderdaad nog niet.”

De investeringskosten voor de Nuon-centrale van 1200 Megawatt zijn inmiddels opgelopen tot €1,8 miljard, dat is 300 miljoen meer dan begroot⁵³.

In een op 30 augustus 2010 verschenen studie in opdracht van de Duitse regering wordt er overigens vanuit gegaan dat de technologie voor de afvang van CO₂ niet voor het jaar 2025 rijp is voor toepassing in kolencentrales⁵⁴.

Geheime keuze uit de drie plaatsen voor CO₂-opslag

De overheid heeft drie plaatsen uitgekozen voor opslag van CO₂. Er zal uiteindelijk één locatie uit worden gekozen. De vraag is dan: wie doet dat op grond van welke criteria? Zijn die criteria vooraf bepaald of worden ze aangepast aan de situatie? Wat staat daarover in de stukken?

Eigenlijk is het enige dat ik daarover heb kunnen vinden een brochure van de Stichting Borg, het samenwerkingsverband van RWE, Nuon, NAM, Gasunie en Groningen Seaports. In die brochure staat: “Er zal nu door verschillende partijen aanvullend onderzoek worden gedaan om te kijken welk gasveld als eerste geschikt is voor CO₂-opslag.” Daarbij is volgens Borg van belang hoeveel gas er nog in het veld zit, welke eigenschappen dat veld heeft en hoe de putten er uit zien waar het gas mee gewonnen is of wordt. Borg stelt: “Zodra er duidelijkheid is over een gasveld dat als eerste in aanmerking komt voor opslag, zal hierover worden gecommuniceerd.” Volgens Borg gebeurt dat eind van dit jaar.

Zo zit het dus in elkaar. De bevolking mag naar informatieavonden over CO₂-opslag, maar heeft geen enkele invloed op de keuze van de “winnende” locatie. Het is ook niet duidelijk hoe zwaar de verschillende criteria wegen. De keuze vindt plaats achter gesloten deuren. De bevolking hoort het als de keuze gemaakt is.

Mijn kennis van de wereldwijde discussie over opslag van kernafval leert dat het plaatselijk verzet altijd van grote invloed is geweest op de keuze. De plek waar in het begin het minste verzet was, leek bij uitstek geschikt voor de opslag. Later bleek dat vaak tegen te vallen, met soms dramatische gevolgen. Zo was er in Frankrijk een burgemeester die dacht dat zijn bevolking de opslag van kernafval wel wilde. Toen er toch verzet ontstond, voelde hij zich dermate ongelukkig dat hij zelfmoord pleegde. Zoiets moeten we hier in het Noorden niet willen. We moeten van tevoren duidelijk weten hoe er gekozen wordt.

Dat het ook anders kan, blijkt uit recente ontwikkelingen in de Verenigde Staten. Het National Energy Technology Laboratory heeft in opdracht van het ministerie van Energie een leidraad over CO₂-opslag uitgebracht. Het gaat daarbij om de vraag hoe men kan komen tot de keuze van locaties voor de opslag van CO₂, welke kaders, stappen en methoden daarbij in acht genomen moeten worden. Deze leidraad is bedoeld voor alle betrokkenen, ook voor de bevolking.⁵⁵ Op deze manier krijgt de bevolking inzicht en inspraak in alle stappen voor de keuze van locaties voor opslag van CO₂.

Nieuwe pijpleiding nodig voor CO₂-transport

Stel dat het lukt om het CO₂ af te vangen. De volgende stap is het vervoer van de Eemshaven naar het lege gasveld. EBN en Gasunie stellen in hun rapport dat er in ieder geval één en misschien twee nieuwe pijpleidingen aangelegd moeten worden. Ze geven een schets. Vanaf de Eemshaven gaat de nieuwe pijp eerst naar Groningen. Daarna hetzij westelijk richting Sebaldeburen of zuidelijk naar Eleveld.⁵⁶ Op basis daarvan kunnen we nagaan dat de pijpleidingen waarschijnlijk door het grondgebied van de gemeente Delfzijl, Eemsmond, Loppersum, Ten Boer, Bedum, Grootegast, Zuidhorn, Slochteren, Menterwolde, Veendam, Pekela, Borger-Odoorn en Aa en Hunze gaan.

Steffart Buijs, woordvoerder van de stichting Borg, legt uit: “Op dit moment wordt nog gerekend aan de specifieke casus van Noord-Nederland en ook is nog niet helder hoe dit er allemaal uit ziet. Wanneer de procedure voor de aanleg van de leiding begint, is ook nog niet bekend. Dat is onder andere afhankelijk van de start van de MER-procedures, van wanneer milieuvergunningen afgegeven worden, maar ook van het subsidietraject en van wijziging van de mijnbouwwet. Om maar eens wat te noemen. We zitten nog heel vroeg in het proces. Ik zou graag willen dat nu al meer zaken duidelijk zouden zijn, maar dat is nog niet het geval.”⁵⁷ Kortom, of de nieuwe leidingen er liggen in 2015 is nog onduidelijk. Ook is het onduidelijk waar die leidingen precies gaan lopen en wie de kosten van de aanleg betaalt.

Wie willen de opslag?

Vertegenwoordigers van het bedrijfsleven, een deel van de milieubeweging, de wetenschap en de overheid (onder meer Stichting Natuur en Milieu, Shell Nederland en de Provincie Groningen) stellen: “CO₂-afvang en -opslag is een tussenoplossing voor de komende vijftig

tot zestig jaar. Door CO₂ op te slaan kan de uitstoot vrij snel sterk verminderen. Als er aan het eind van deze eeuw steeds minder fossiele brandstoffen worden gebruikt, zullen CO₂-afvang en -opslag niet meer nodig zijn. Het al opgeslagen CO₂ zal uiteraard wel opgeslagen blijven. CO₂ opslaan kan niet overal. Maar juist in Nederland is het heel goed mogelijk.”⁵⁸ De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe zijn voor de opslag onder bepaalde, erg vage voorwaarden. CO₂namine en Greenpeace verzetten zich overigens tegen deze opslag⁵⁹.

Rendement naar beneden

Uit bijvoorbeeld een belangrijk rapport van het Internationale Energie Agentschap (IEA) te Parijs van juni 2007⁶⁰, blijkt dat het elektrisch rendement van de kolencentrale daalt door CO₂-afvang en -opslag. Shell noemt een daling van 43 naar 33 procent, dus met 10%. Het IEA-rapport geeft een gedetailleerd overzicht van het energieverlies door afvang en opslag van CO₂. Bij de kolencentrales die nu volgens de stand van de techniek gebouwd worden, geeft afvang en opslag een efficiency-verlies van 12%. De kilowattuur-kosten gaan dan met een derde tot maar liefst 80% omhoog⁶¹. Anders gezegd en in de woorden van Paulus Jansen van de SP-fractie in de Tweede Kamer, afvang en opslag van CO₂ kost 25% extra energie⁶². Hij noemt CO₂-opslag “Een techniek die wat mij betreft neerkomt op water naar de zee dragen.”⁶³ Om het CO₂ van vier kolencentrales af te vangen en op te slaan, ben je zoveel energie kwijt dat je er in feite een vijfde kolencentrale bij moet bouwen⁶⁴.

Niet alles afvangen

In de praktijk is het technisch niet mogelijk alle CO₂ af te vangen. In 2009 vermeldde een Amerikaans bedrijf trots een proef met een record van 90% afvang⁶⁵.

Een gemiddelde kolencentrale van 1000 Megawatt stoot jaarlijks 5,2 miljoen ton CO₂ uit. Met genoemde record-CO₂-afvang komt er een half miljoen ton in de lucht vrij, terwijl er 4,7 miljoen ton wordt afgevangen en opgeslagen.

De RWE-centrale in aanbouw stoot jaarlijks overigens 8 miljoen ton CO₂ uit⁶⁶. Ter vergelijking: een gascentrale van dezelfde omvang geeft een uitstoot van 2,4 miljoen ton per jaar.⁶⁷

Opslagcapaciteit beperkt

Michiel Beeldman van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) te Petten rekende in 1998 voor, dat er in de Nederlandse ondergrond zo'n miljard ton CO₂ kan worden opgeslagen. Later bleek dat er onder de Nederlandse zeebodem ook ruimte is voor een miljard ton. In totaal kan er dus twee miljard ton in lege gasvelden.⁶⁸

Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie rekenen ons in hun rapport van april 2010 voor dat de opslagcapaciteit in West-Nederland 1160 miljoen ton op zee en 110 miljoen ton op het vasteland is. In Noord-Nederland gaat het bij de lege gasvelden om 850 miljoen ton.⁶⁹ Van de gemiddelde kolencentrale die 40 jaar in bedrijf is, wordt als de plannen doorgaan, in totaal 188 miljoen ton CO₂ opgeslagen. Bij 10 kolencentrales gaat het om 1,88 miljard ton. De maximale opslagcapaciteit is dan al bijna helemaal bereikt.

Toegepast op de gasvelden in Noord-Nederland: daar kan de CO₂ van bijna vijf gemiddelde kolencentrales in worden opgeslagen; dan bereiken we de 850 miljoen ton. De opslagcapaciteit bereiken we ook bij drie kolencentrales zoals RWE die nu bouwt. Daarvoor moeten we dan wel telkens de pijpleidingen verleggen naar andere velden. Ter vergelijking: de uitstoot van CO₂ in Nederland was in 170 miljoen ton in 2009⁷⁰.

CO₂-opslag kan de komende veertig jaar dus niet meer dan een tijdelijke maatregel zijn voor een beperkt aantal centrales. Rond 2050 is het grote aardgasveld Slochteren leeg en dan hebben we een totaal andere situatie. De klimaatdoelen moeten we dan allang bereikt hebben. Als we dan aardgas willen gebruiken, moet het uit het buitenland komen.

In het lege Slochteren-veld zou veel meer CO₂ opgeslagen kunnen worden dan in de kleinere gasvelden, stelt een samenwerkingsverband van Gasunie, Energy Valley, het ECN en de Stichting Natuur en Milieu (Platform Nieuw Gas). ``Nederland zou zich niet alleen kunnen ontwikkelen tot (aard)gasrotonde van Noordwest-Europa, maar ook tot CO₂-rotonde van Noordwest-Europa, op basis van de centrale ligging, de grote en op plaatsen geconcentreerde CO₂ productie, en transport- en opslagmogelijkheden in buiten gebruik gestelde aardgasinfrastructuur.`` In Slochteren kan 7,3 miljard ton CO₂^{71 72 73}.

Zinvolle maatschappelijke discussie

De overheid, het bedrijfsleven en de Stichting Natuur en Milieu willen een maatschappelijke discussie over de CO₂-opslag. Het is echter de vraag of deze organisaties geschikt zijn om een maatschappelijke discussie te organiseren. Deze organisaties hebben al partij gekozen en de overheid heeft al plaatsen aangewezen. Hetzelfde geldt voor organisaties die tegen de opslag zijn.

Uit de jarenlange ervaring met wereldwijde discussies over opslag van kernafval kunnen we een aantal randvoorwaarden voor een zinvolle maatschappelijke discussie halen.

- Op het moment dat de discussie begint moeten de conclusies nog open zijn. Een discussie om al genomen beslissingen te legitimeren heeft weinig betekenis.
- De overheid is niet de geschikte instantie om de discussie te organiseren, omdat de overheid in het verleden duidelijk partij heeft gekozen. Hetzelfde geldt voor andere organisaties die al een standpunt in hebben genomen.
- Degenen die kritisch staan tegenover de opslag moeten fondsen krijgen om hun standpunt nader te onderbouwen. Financieel mag er geen ongelijkwaardigheid tussen de verschillende partijen bestaan.
- Er moet een onafhankelijke instantie komen die een discussie organiseert. Een praktische oplossing voor de CO₂-discussie kan zijn, dat een organisatie het eigen standpunt als het ware parkeert, niet meedoet aan de discussie, maar wel alle partijen bij elkaar brengt voor een evenwichtig maatschappelijk debat.

Voor meer uitleg: zie *informatieblok 1*.

Zon als bron van de meeste energie

CO₂ komt vrij bij de verbranding van aardgas, kolen en olie. Dit zijn de zogeheten fossiele brandstoffen die ook in Nederland veel gebruikt worden. De zon is eigenlijk de bron van bijna alle energie. Er zijn in de wereldgeschiedenis lange perioden geweest dat werelddelen overdekt waren met wouden. Later stierven de bossen af en werden ze bedekt met aarde. Na een bijna onmetelijk lange tijd werden de lagen afgestorven hout omgezet in steenkool. Op dezelfde manier ontstonden in de loop van miljoenen jaren aardolie en aardgas uit afgestorven resten van dieren en planten. Iets wat afgestorven is, noemt men fossiel. Daarom worden olie, aardgas en kolen ook wel fossiele brandstoffen genoemd. Het Nederlandse aardgas is ongeveer honderd miljoen jaar geleden ontstaan.⁷⁴

Wereldwijd gebruiken we nu in één jaar de fossiele energie die zich in één miljoen jaar heeft gevormd. In een rap tempo maken we de fossiele energie op. De World Energy Outlook 2010 van het International Energy Agency te Parijs die op 9 november 2010 verschenen is, geeft getallen voor de bewezen voorraden olie, aardgas en kolen⁷⁵. Volgens die gegevens is er olie voor 46 keer het huidige gebruik wereldwijd; voor aardgas is het 60 en voor kolen 150 jaar. Het IEA verwacht een stijging van het wereldwijde energiegebruik van 35% tussen nu en 2035. De voorraden zijn dan sneller op: terwijl nu 32 procent van de voorraden fossiele brandstoffen gebruikt waren, is in 2035 de helft op⁷⁶. Er komt vroeger of iets later een einde aan het gebruik van fossiele energie als in het verre verleden opgeslagen zonne-energie. (Zie *informatieblok 2*)

Afhankelijkheid gas, kolen en olie

In 1980, kort na de oliecrisis van 1979, kwam 98,2 % van de energie die Nederland gebruikt uit fossiele brandstoffen, 1,4% uit kernenergie terwijl 0,4% duurzame energie was⁷⁷. In die tijd verscheen “Het vergeten scenario; minder energie, toch welvaart” van Theo Potma, waarin de auteur precies aangaf hoe Nederland om kon schakelen naar duurzame energie. Maar daar is weinig van terecht gekomen: de overheid en het bedrijfsleven wilden het niet. Duurzame stroom levert nu 3,8% van het totale energiegebruik⁷⁸. Kernenergie is 2,5% van het totale energiegebruik. In Nederland komt nu dus 93,7% van de energie uit fossiele bronnen, niet veel minder dan in 1980. Vandaar de plannen voor CO₂-opslag.

Voor meer uitleg: zie *informatieblok 3*.

Klimaatverandering

De afgelopen 20 jaar wordt het waarschijnlijker dat het klimaat verandert. Dit komt door de toename van de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂. Dit zijn gassen die de straling van de zon en van de aarde opnemen. Deze gassen vormen als het ware een deken om de aarde: ze zorgen voor warmte-isolatie. Aan de buitenkant van de atmosfeer, dus richting zon, is het koud. Aan de binnenkant, richting aarde, is het warm. Hierdoor is het op aarde een stuk warmer dan zonder de broeikasgassen. De temperatuur van de aarde zou achttien graden onder nul zijn als de broeikasgassen zouden ontbreken. Indien de broeikasgassen in de atmosfeer toenemen, wordt de deken om de aarde als het ware dikker. De aarde geeft dan minder warmte af. De temperatuur stijgt. Dit noemen we het broeikaseffect. En het broeikaseffect veroorzaakt klimaatverandering. Om de klimaatverandering tegen te gaan zijn er plannen om het broeikasgas CO₂ af te vangen en in de ondergrond op te slaan.

Voor een korte uitleg van het broeikaseffect verwijzen we naar *informatieblok 4*.

Klimaat-budget: CO₂-uitstoot loopt over 14 jaar tegen grenzen aan

Het klimaatbeleid van de westerse regeringen aanvaardt dat de gemiddelde temperatuur op aarde zal stijgen. Als de temperatuur niet meer dan twee graden hoger wordt dan een jaar of 200 geleden, dan vindt men het in orde.

In verschillende wetenschappelijke publicaties is uitgerekend hoeveel van het broeikasgas CO₂ er uitgestoten mag worden, om niet boven die twee graden uit te komen^{79 80 81 82}. De conclusie van die studies luidt: tussen het jaar 2000 en het jaar 2050 mag er hooguit duizend miljard ton CO₂ de lucht in gaan. Vanaf het jaar 2000 tot nu is er wereldwijd al 300 van die duizend miljard ton geproduceerd. Ons klimaat-budget is dus nog 700 miljard ton CO₂.

Wanneer zijn we door het klimaatbudget heen? Om dat uit te rekenen zijn ingewikkelde modellen nodig, die allemaal onzekere uitkomsten geven. Volgens de beste aannames zijn we wereldwijd in het jaar 2024 – dus over 14 jaar – door die 700 miljard ton heen. Ook dan is er nog een kans van 20 procent dat de temperatuur op aarde met meer dan 2 graden stijgt. Laten we uitgaan van dit klimaatbudget. Over 14 jaar is een kwart van alle olie, aardgas en kolen opgebruikt: 75% blijft dan in de grond, puur omdat we niet willen dat het klimaat sterk veranderd. En dit heeft grote gevolgen voor de bedrijven die fossiele brandstoffen winnen en vervoeren: ze zullen de productie moeten staken, als we het klimaatbeleid serieus nemen. De aandelen van die bedrijven zullen sterk dalen. De energiebedrijven zijn sterk vertegenwoordigd op de aandelenmarkt. Als de koersen van die bedrijven dalen, gaan daarmee de aandelen wereldwijd naar beneden. Het is ook daarom beter nu te investeren in duurzame energie

Groei energiegebruik door groei economie

De discussie over opslag van CO₂ zien we tegen de volgende achtergrond.

We leven in een economie die gekenmerkt wordt door het particulier eigendom van de productiemiddelen (machines, fabrieken, grond). Centraal staat economische groei en het maken van winst. Dit winststreven is het belangrijkste mechanisme van de huidige economie en de basismotivatie voor het grootste deel van de bedrijvigheid. Wil winst echter niet gepaard gaan met een evenredig verlies bij andere bedrijven, dan moet de economie als geheel groeien. Het financieel gewin is zeer gediend met een hoge en toenemende consumptie. Hoe hoger de economische groei, hoe meer energie nodig is, leert de geschiedenis. Er is echter iets gek aan de hand met het blijven gebruiken van fossiele brandstoffen en uranium. Economische groei gaat samen met groei van het energiegebruik. Nederland zet vooral op groei van het gebruik van eindige en steeds schaarsere (dus duurder) energiebronnen als gas, olie, kolen en kernenergie uit uranium. Vroeger of later loopt dat vast. Voor meer uitleg: zie *informatieblok 5*.

Vanaf 1993 plannen CO₂-opslag

Om de nadelige gevolgen van het gebruik van fossiele brandstoffen tegen te gaan, denkt de regering sinds 1993 aan het afvangen en ondergronds opslaan van CO₂. In 1993 bracht de CDA-PvdA-regering het Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV) uit, waar de opslagplannen in besproken worden. De regering maakt daarbij gebruik van rapporten van Shell en van de Rijks Geologische Dienst (RGD).

De Rijks Geologische Dienst (RGD) heeft in 1997 het rapport uitgebracht "Inventarisatie van mogelijkheden voor CO₂-opslag in de Nederlandse ondergrond". (De RGD is nu overigens opgegaan in TNO)

De RGD heeft vier mogelijkheden bestudeerd: (lege) gasvelden, olievelden, zoutcavernes en watervoerende sedimentlagen (aquifers). Er is gekeken naar een gebied van 50 kilometer rondom drie regio's: Eemshaven, IJmond en Rotterdam. Uitgangspunt is een opslagcapaciteit van minimaal tien miljoen ton CO₂ van een afzonderlijke opslagplaats.

De olievelden zijn niet groot genoeg. Opslag in aan te leggen holle ruimtes in zoutkoepels (de zogeheten zoutcavernes) is "niet realistisch gezien het enorme benodigde ruimtebeslag binnen een individueel zoutvoorkomen", stelt de RGD. En: "Twijfel bestaat over de stabiliteit van de holruimte in een zoutcaverne op langere termijn. In de praktijk is waargenomen, dat zoutcavernes de neiging hebben door zoutvloeï dichtgedrukt te worden ondanks de druk binnen de holruimte. Tenzij maatregelen worden getroffen om de druk in de holruimte constant te houden (via drukafleding) zal zich in de caverne op den duur een dusdanig hoge druk kunnen opbouwen, dat gevaar voor de stabiliteit en integriteit ontstaat." Daarom ziet de RGD van zout af.

Resteren derhalve opslag in (lege) gasvelden en in watervoerende lagen. De RGD heeft twijfels bij opslag in watervoerende lagen. Alleen de lege gasvelden blijven dan over. Deze visie wordt ook onderschreven door Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie in hun rapport, "CO₂ transport- en opslagstrategie" van april 2010.⁸³

De RGD schrijft dat er 43 aangetoonde aardgasvelden zijn. Daarvan is een beperkt aantal groot genoeg. In 2010 komen er zeven geschikte gasvelden beschikbaar, met een opslagcapaciteit van 105 miljoen ton CO₂.

Hoe de opslag gaat volgens Shell

Op verzoek van het ministerie van Milieu heeft Shell in 1993 een "verkennde studie" naar de technische haalbaarheid uitgebracht. Het vrijkomende CO₂ wordt afgevangen. Het is een gas, en daarom moeilijk te transporteren. Daarom wordt het samengedrukt om geschikt te zijn voor het transport. Deze compressie kost veel energie. Het CO₂ gaat vervolgens door een pijpleiding naar een leeg aardgasveld. De Shell neemt aan dat de afstand van de centrale tot het aardgasveld hooguit 200 en bij voorkeur niet meer dan 100 kilometer bedraagt. Om te voorkomen dat de

transportpijpen roesten, moet het CO₂ gedroogd worden. Dat gebeurt in vier stappen, tezamen met samenpersing van CO₂.

De opslag zelf kan het beste op een diepte van 800 tot 1000 meter. De omgevingstemperatuur en druk zijn dan zo hoog dat het CO₂ gecompriëerd blijft. Dat leidt tot een betere benutting van de ondergrondse opslagcapaciteit in vergelijking met CO₂ in gasvorm.

Shell gaat uit van een pijpleiding waar 15.000 ton CO₂ per dag doorheen kan. De pijp mondt uit in het aardgasveld. Men spuit het CO₂ onder druk naar beneden. Dit geeft een mogelijk voordeel. CO₂ kan aardgas verplaatsen, zodat aardgas gemakkelijker gewonnen kan worden. Aan de andere kant wijst Shell op een ernstig nadeel. CO₂ kan zich mengen met aardgas, zodat niet alleen gas, maar ook CO₂ uit het aardgasveld komt.

CO₂ weer naar boven

Voordat het tot opslag kan komen moeten enkele technische onzekerheden op worden gelost, deelt de RGD mee. Het kan blijken dat meer injectieputten nodig zijn om een bepaald injectietempo te kunnen halen. De kosten worden dan hoger. Men kan ook de injectiedruk verhogen, maar dat vergroot weer de kans op aardtrillingen. Ook kan de overdruk ondergronds, doordat water verdreven wordt door CO₂, aardtrillingen veroorzaken.

Het CO₂ zal naar boven komen. De RGD rekent voor dat in de meest ongunstige situatie het weglekkende CO₂ er 1,8 jaar over doet om vanuit een diepte van 1000 meter naar het aardoppervlak te stromen. In de voor Nederland representatieve situatie duurt het 5000 jaar, stelt de RGD. Andere recente berekeningen hierover zijn ons niet bekend. Wel heeft DCMR Milieudienst Rijnmond in oktober 2009 een rapport uitgebracht over de risico's van ondergrondse opslag bij Barendrecht. Daarin staat dat alleen via boorgaten of boorputten in korte tijd een aanzienlijke hoeveelheid CO₂ aan de oppervlakte kan komen. De kans hierop is volgens DCMR klein omdat er pluggen in de boorputten geplaatst zullen worden. Er zal "geruime tijd" bekeken worden of de pluggen het goed blijven doen. Ook zal de Minister van Economische Zaken "voorwaarden of beperkingen opleggen", om te verzekeren dat de afsluiting op een goede manier zal gebeuren.⁸⁴ DCMR geeft echter niet aan wat een kleine kans is, hoeveel CO₂ vrij kan komen en wanneer het zal gebeuren.

Berekeningen over de veiligheid op lange termijn maken gebruik van rekenmodellen. De ervaringen uit de discussie over opslag van kernafval leert dat die modellen onbetrouwbaar zijn. Als voorbeeld noemen we een rapport van de door de overheid ingestelde commissie over opberging van kernafval (OPLA)⁸⁵: de resultaten van modelberekeningen hangen af van het gebruikte model en van de persoonlijke inzichten van de makers van het model, terwijl fundamentele kennis veelal ontbreekt. De OPLA ging in haar rapport ook in op de vraag wanneer bewezen is dat een model klopt, ofwel 'gevalideerd' is en komt tot de conclusie dat dit alleen bereikt kan worden door vergelijking van de modelvoorspellingen met veldwaarnemingen: "Dit proces zal gedurende een lange periode moeten plaatsvinden (bijvoorbeeld 30-50 % van de simulatieperiode) voordat het model als gevalideerd beschouwd kan worden. Dit is echter wel een 'ideaal validatieproces'. In de praktijk, en zeker in het kader van veiligheidsanalysestudies waar de geohydrologische modellen gebruikt worden om voorspellingen te doen voor periodes van een tiental duizenden jaren, kan dit type validatie niet uitgevoerd worden."⁸⁶ Men zou dus duizenden jaren onderzoek moeten doen voordat men een uitspraak over de betrouwbaarheid van de modellen kan doen.

Op opslag van kernafval maar ook van CO₂ op lange termijn veilig is, kan dus in feite niet bewezen worden.

Duurzaam beter en goedkoper

Investeren in een duurzame energiehuishouding in Nederland loont: de maatschappelijke baten zijn groter dan de kosten. Dat blijkt uit een op 8 augustus 2010 gepubliceerd onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Economisch Onderzoek (SEO). De centrale conclusie van het onderzoek is dat een route met veel hernieuwbare energie geen totaal ander saldo oplevert van maatschappelijke kosten en baten dan een route waarin CO₂-opslag en kerncentrales centraal staan. “Het argument dat duurzaam te duur is gaat voor Nederland dus niet op”, concludeert het Regieorgaan Energie Transitie, de opdrachtgever van het onderzoek naar de kosten en baten van een duurzame energiehuishouding in Nederland. “Het onderzoek versterkt het Regieorgaan Energie Transitie in zijn missie en streven om te komen tot een duurzame energievoorziening in Nederland. De SER en het Innovatieplatform gaven eerder ook al aan dat die verduurzaming voordelen geeft voor de Nederlandse economie.” Het Regieorgaan Energie Transitie pleit voor het krachtig inzetten op de transitie naar een duurzame energievoorziening in Nederland. Dat pakt in de transitieperiode tot 2050 voor Nederland beter uit dan doorgaan met de huidige fossiele energievoorziening. Verduurzaming is niet alleen een onvermijdelijke opgave, het is de meest kansrijke maatschappelijke ontwikkeling.^{87 88}

Kerncentrales geen oplossing

Kunnen kerncentrales, die op uranium draaien de oplossing bieden? Stel dat we even voorbijgaan aan de onopgeloste problemen van de veiligheid van kerncentrales en de opslag van het radioactief afval dat een miljoen jaar gevaarlijk blijft, maar alleen naar de voorraden kijken⁸⁹. We zien dan, dat de voorraad uranium beperkt is. Een schatting van die voorraad staat in een rapport uit juni 2008 van het Nuclear Energy Agency (NEA) te Parijs, een instituut dat vóór kernenergie is. De bewezen en de geschatte voorraden (op grond van redelijk betrouwbare gegevens) tezamen zijn volgens het NEA 5,5 miljoen ton uranium. Daarnaast noemt het NEA de niet-ontdekte en speculatieve voorraden van 10,5 miljoen ton uranium.

Hoe lang gaat de bekende voorraad van 5,5 miljoen ton uranium mee? Dat is natuurlijk afhankelijk van de vraag. De kerncentrales gebruiken nu jaarlijks bijna 70.000 ton uranium, staat in het rapport van het NEA. Bij het huidige gebruik is de voorraad over 78 jaar op. Volgens het IAEA is kernenergie in 2030 goed voor hooguit 7,3% van de energievoorziening in de wereld. Stel dat alle landen nu zouden besluiten dat kernenergie in 2030 de helft van alle energie zou moeten leveren, dus 6,85 keer zoveel als het IAEA verwacht. In 2030 is dan bijna een miljoen ton uranium nodig. Vanaf dit jaar tot en met 2030 gaat het bij benadering om 12 miljoen ton uranium. De bewezen en geschatte voorraad is 5,5 miljoen ton. Tot 2030 zou er wereldwijd 6,5 miljoen ton uranium uit andere bronnen bij moeten komen. En in 2035 zijn we door de speculatieve voorraden van 10 miljoen ton heen. Als wereldwijd veel kerncentrales gebouwd worden, stuiten we snel op uranium-tekorten.⁹⁰

Informatieblok 1

Draagvlak, vrijwilligheid en randvoorwaarden

Het Noorden krijgt te maken met zowel een discussie over opslag van CO₂ als opslag van kernafval, zo kunnen we verwachten.

Om te voorkomen dat beide discussies los en langs van elkaar worden gevoerd, doen we hier een voorstel voor zinnige discussie over beide onderwerpen. Daarbij baseren we ons op de jarenlange ervaringen met discussies over opslag van kernafval in het buitenland⁹¹. De Engelse geoloog Philip Richardson⁹² omschreef de gang van zaken in verschillende landen als: 'Decide - Announce - Defend' (DAD), ofwel: 'Besluiten - Aankondigen - Verdedigen' (BAV). De regeringen besloten dat bepaalde plaatsen geschikt waren voor opslag van kernafval. Dit besluit werd aan de bevolking meegedeeld. Daarop ontstond verzet en was het

beleid van de regering erop gericht het besluit te verdedigen tegen de oppositie. De BAV-methode heeft echter overal gefaald: er ontstond zoveel verzet dat de overheid de plannen voor de opslag in moest trekken.

Als reactie op het falen van de BAV-manier gingen sommige regeringen over tot een locatiekeuze die min of meer rekening hield met vrijwilligheid. Er bestaan vier varianten. De eerste variant geeft de lokale overheid een veto in alle stadia van het proces. In de tweede variant behoudt de overheid zich het recht voor om een locatie aan te wijzen met het oog op het nationaal belang. Ook komt het voor (derde variant) dat de overheid locaties met nucleaire installaties nadrukkelijk uitnodigt om te solliciteren naar de opslag, zoals in Zweden gebeurd is. Volgens de vierde variant gebruikt de overheid prikkels om de vrijwilligheid aan te sporen of uit te lokken: het gaat dan om financiële compensatie van enkele miljoenen euro's per jaar. Volgens sommige groeperingen gaat het hier echter niet om compensatie, maar om omkoping hetgeen strijdig is met het verkrijgen van draagvlak.

Naar onze mening leidt alleen de eerste variant tot draagvlak, als ook voldaan is aan de volgende randvoorwaarden:

A. In het beginstadium van een discussie moeten de deelnemende partijen hun waarden, hun ethische uitgangspunten en hun criteria voor de beoordeling van de opslag van CO₂ of kernafval duidelijk maken. De vraag of je de opslag wilt en zo ja waarom, hangt af van en samen met de visie op de maatschappij. Ethiek gaat uiteindelijk over de vraag: hoe willen we leven? In informatieblok 4 zullen we in het kort aangeven hoe wij tegen de samenleving aankijken.

B. Het moet vanaf het begin vaststaan dat ethische en maatschappelijke factoren zoals de verantwoordelijkheid voor natuur en milieu en de verplichtingen tegenover toekomstige generaties, een volwaardige rol spelen in de discussie. Alle groepen die belangen hebben bij de kwestie moeten de mogelijkheid krijgen mee te doen aan een discussie.

C. Op het moment dat de discussie begint moeten de conclusies nog open zijn. Een discussie om al genomen beslissingen te legitimeren heeft weinig betekenis.

D. De verschillende ethische uitgangspunten en de verschillende oordelen over risico's zijn evenzoveel redenen waarom een discussie niet vanzelf zal gaan. De verschillende partijen zullen aan elkaar moeten wennen en van elkaar moeten leren. Dit proces, ook wel sociaal leren geheten, vergt tijd en begeleiding.

E. De overheid is niet de geschikte instantie om de discussie te organiseren, omdat de overheid in het verleden duidelijk partij heeft gekozen.

F. Er moet een onafhankelijke instantie komen die een discussie organiseert.

G. Degenen die kritisch staan tegenover de opslag moeten fondsen krijgen om hun standpunt nader te onderbouwen. Financieel mag er geen ongelijkwaardigheid tussen de verschillende partijen bestaan.

H. Belangrijk is goede informatie en communicatie. Het is van belang eerst zoveel mogelijk duidelijkheid te verschaffen over waar de verschillende partijen het over eens of oneens zijn. Daartoe is vaak nadere studie vereist, gevolgd door een confrontatie tussen de verschillende argumentaties.

I. Discussie is slechts mogelijk op basis van een zorgvuldige definitie van de hoeveelheid CO₂ waar het om gaat. Opslag van CO₂ wordt gezien als een overbrugging naar een volledig duurzame energievoorziening. Maar hoe lang is die brug? Is het een uitschuifbare brug? De ervaring leert dat die brug al dertig jaar steeds verder uit wordt geschoven. Als het komt tot opslag van CO₂ moet daarom van tevoren vaststaan om hoeveel het gaat.

Informatieblok 2

Zon als belangrijkste energiebron

We gebruiken allemaal energie: aardgas voor de verwarming van het huis en elektriciteit als we de lampen of apparaten aandoen. Maar wat is nou precies energie? De zon is eigenlijk de bron van alle energie. De zon stuurt haar stralen alle richtingen uit. Een heel klein beetje daarvan komt op de aarde terecht. Toch is dat kleine beetje heel belangrijk. De zon geeft warmte af. Als de zon in huis schijnt, wordt het warmer. Met zonnepanelen wordt de zonne-energie omgezet in elektriciteit. Door de zon wordt de lucht warmer. Verwarmde lucht komt in beweging en stijgt op. De lucht beweegt: door de zon waait de wind.

Zonne-energie maakt het leven op aarde mogelijk. Als een plant groeit, wordt er zonne-energie (licht) opgenomen. De plant pakt een stukje van de zonnestraling en slaat het op via allerlei ingewikkelde processen. Mensen en dieren gebruiken planten als voedsel: door het voedsel in hun lichaam te verbranden kunnen ze leven en werken. Zonder het zonlicht was er dus geen leven op aarde.

Er zijn in de wereldgeschiedenis lange perioden geweest dat werelddelen overdekt waren met wouden. Later stierven de bossen af en werden ze bedekt met aarde. Na een bijna onmetelijk lange tijd werden de lagen afgestorven hout omgezet in steenkool. Op dezelfde manier ontstonden in de loop van miljoenen jaren aardolie en aardgas uit afgestorven resten van diertjes op de oceaانبodem. Iets wat afgestorven is, noemt men fossiel. Daarom worden olie, aardgas en kolen ook wel fossiele brandstoffen genoemd.

De fossiele brandstoffen waren heel lang geleden dus wouden en dieren, die zonne-energie in zich opgeslagen hadden. Benzine wordt gemaakt uit olie. Een auto rijdt dus in feite op miljoenen jaren oude zonne-energie.

De elektriciteit in Nederland komt voor bijna 90% uit aardgas of kolencentrales. De elektriciteit die we in huis krijgen is dus ook vooral afkomstig uit opgeslagen zonne-energie. In de centrales wordt aardgas of kolen verbrandt. De warmte die hierbij vrijkomt verhit water tot stoom. De stoom laat een rad draaien (de turbine), die weer een dynamo laat draaien: dat geeft elektriciteit (vergelijk de dynamo van een fiets waarmee we lampen laten branden).

In de loop van de geschiedenis werd steeds meer energie gebruikt en ook steeds andere vormen van energie. Heel vroeger gebruiken mensen alleen spierkracht als ergens kracht voor nodig was en stookte men hout om het warm te krijgen of te komen. De uitvinding van de stoommachine bracht een hele ommekeer. De mens kreeg daarmee de beschikking over een kracht die veel groter was dan zijn eigen spierkracht. En zo begon de industriële revolutie. Eerst werd hout en turf gebruikt om de stoommachines te laten draaien, maar al gauw bleek er niet genoeg hout te zijn om aan de vraag van al die machines te voldoen. Andere energiebronnen werden gezocht: steenkool en aardolie uit diepere lagen van de aarde werden aangeboord. Nog later kwamen er elektriciteitscentrales. Zo ging de samenleving steeds meer fossiele energie gebruiken.

Wereldwijd gebruiken we nu in één jaar de fossiele energie die zich in één miljoen jaar heeft gevormd. In een rap tempo maken we de fossiele energie op. Er komt een einde aan het gebruik van fossiele energie als in het verre verleden opgeslagen zonne-energie. Dan moeten we dus weer overgaan op het gebruik van de zonne-energie die elke dag op de aarde valt. Gelukkig kan de zon genoeg energie leveren voor iedereen.

Informatieblok 3

Huidig energiegebruik

We gebruiken energie in allerlei vormen. Aardgas verwarmt van ons huis. Een auto rijdt op benzine of diesel die van olie gemaakt is. Onze huishoudelijke apparaten hebben elektriciteit nodig. Elektriciteit is dus maar een deel van het totale energiegebruik. Uit gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) volgt dat elektriciteit 27% is van het totale energiegebruik.

Energie uit wind geeft elektriciteit. Zonne-energie heeft twee toepassingen, zonne-boilers voor warm water en elektriciteit.

De elektriciteit in Nederland komt –afgerond - voor 54% uit gas, 19% uit kolen, voor 10% uit kernenergie en voor 17% uit duurzame bronnen. De duurzame stroom komt voor bijna de helft uit het buitenland. De andere helft wordt in Nederland gemaakt en komt uit wind 4%, biomassa 4,8%, waterkracht 0,09% en zon 0,05%.

We zien hier dus dat de zon- en windenergie die in Nederland gemaakt worden, maar een klein aandeel hebben in de stroomproductie: het gaat om vier procent. Dat is één procent van het totale energiegebruik in Nederland.

Kernenergie is goed voor 10% van het elektriciteitsgebruik. De kerncentrale Borssele zorgt voor 4%, de overige 6% komt uit het buitenland. Dus Nederland importeert meer duurzame energie dan kernenergie.

In 1980, kort na de oliecrisis van 1979, kwam 98% van de energie die Nederland gebruikt uit fossiele brandstoffen. In die tijd verscheen “Het vergeten scenario; minder energie, toch welvaart” van Theo Potma, waarin de auteur precies aangaf hoe Nederland om kon schakelen naar duurzame energie. Maar daar is weinig van terecht gekomen.

He CBS heeft op 26 augustus 2010 een rapport over duurzame, hernieuwbare energie in Nederland uitgebracht. Daarin staat dat in 2009 duurzame energie 3,8% van het totale energiegebruik uitmaakte⁹³. Kernenergie is 2,5% van het totale energiegebruik. In Nederland komt nu dus 93,7% (100% – 3,8% – 2,5%) van de energie uit fossiele bronnen.

Informatieblok 4

Klimaat, broeikas en CO₂

Er zijn vele factoren die het klimaat op aarde bepalen. Vooral de zon is belangrijk. De zon zendt straling uit naar de aarde, waardoor de aarde op temperatuur blijft. Rond de evenaar staat de zon hoog aan de hemel, zodat daar veel warmte wordt ontvangen. De Noord- en Zuidpool ontvangen maar weinig zonnearmte. Hierdoor ontstaan grote temperatuurverschillen tussen de tropen en de poolstreken. Dit brengt luchtstromingen op gang. Via de lucht vindt er uitwisseling van warmte plaats tussen het vaste land en de oceanen. Op deze manier ontstaan verschillende klimaten.

Ook wolken spelen een grote rol: ze weerkaatsen het zonlicht maar verhinderen anderzijds de afkoeling van de aarde.

Natuurlijk broeikas effect

Een bijzondere rol spelen de broeikasgassen in de atmosfeer. Dit zijn gassen die de straling van de zon en van de aarde opnemen. Deze gassen vormen als het ware een deken om de aarde: ze zorgen voor warmte-isolatie. Aan de buitenkant van de atmosfeer, dus richting zon, is het koud. Aan de binnenkant, richting aarde, is het warm.

Hierdoor is het op aarde een stuk warmer dan zonder de broeikasgassen. De temperatuur van de aarde zou achttien graden onder nul zijn als de broeikasgassen zouden ontbreken. In feite is de temperatuur gemiddeld dertig graden hoger. Dit heet het "natuurlijke broeikas effect".

Versterkt broeikas effect

Indien de broeikasgassen in de atmosfeer toenemen, wordt de deken om de aarde als het ware dikker. De aarde geeft dan minder warmte af. De temperatuur stijgt. Dit heet het "versterkte broeikas effect". Bij de berichtgeving in de media over het broeikas effect wordt meestal dit "versterkte broeikas effect" bedoeld. Met het broeikas effect als zodanig kunnen we blij zijn: dit maakt het leven op aarde mogelijk. Het "versterkte broeikas effect" daarentegen brengt ons in moeilijkheden.

Broeikasgassen

De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp, kooldioxide, methaan en ozon. Deze gassen komen van nature in de lucht voor. Waterdamp ontstaat door de verdamping van water en verdwijnt uit de atmosfeer door wolkenvorming en regen. Hogere temperaturen leiden tot hogere concentratie waterdamp in de atmosfeer.

Kooldioxide (CO₂) ontstaat onder meer door de verbranding van gas, olie en kolen. Planten en bomen gebruiken kooldioxide en water om met behulp van de zon plantaardig materiaal te maken. Daarbij komt zuurstof vrij. Mensen en dieren daarentegen ademen zuurstof in en kooldioxide uit.

Kooldioxide is het belangrijkste broeikasgas. We kunnen de verschillende broeikasgassen omrekenen in CO₂. In 2009 was de totale uitstoot 201 miljoen ton CO₂-equivalenten, waarvan 170 miljoen ton CO₂⁹⁴ en dit zorgt voor ruim de helft tot driekwart van het versterkte broeikaseffect.⁹⁵

Meer gassen

De hoeveelheid broeikasgassen neemt toe. Tussen het eind van de achttiende eeuw en 1995 is de concentratie van kooldioxide met dertig procent toegenomen en die van methaan zelfs met 150 procent.

Tot en met het begin van de vorige eeuw verliep de stijging betrekkelijk langzaam. Daarna ging het steeds sneller, vooral gedurende de laatste dertig jaar. Deze stijging treedt overal ter wereld op.

Vergelijking met gegevens over de afgelopen 200.000 jaar leert het volgende. De huidige concentraties van broeikasgassen zijn uitzonderlijk hoog. Ook de snelheid waarmee de concentraties CO₂ en methaan de vorige eeuw zijn toegenomen, is uitzonderlijk. De stijging van de concentraties is vooral het gevolg van menselijke activiteiten.

Verblijftijd broeikasgassen

De broeikasgassen blijven een zekere tijd in de atmosfeer. Ze reageren met andere stoffen of zakken terug naar de aarde. De verblijftijd is de periode dat een broeikasgas in de atmosfeer zit. Deze periode is voor methaan, vooral in de vorm van aardgas, tien jaar. Uit studies volgt dat na ongeveer een eeuw zestig procent van de oorspronkelijke hoeveelheid kooldioxide uit de atmosfeer is verdwenen. Deze situatie is na 500 tot duizend jaar nauwelijks veranderd.

Door hun lange verblijftijd hopen broeikasgassen zich op in de atmosfeer. De gevolgen van lozingen nu strekken zich uit over vele eeuwen.

De huidige situatie is dat voor een aantal lang-levende broeikasgassen de hoeveelheden die aan de atmosfeer worden toegevoegd veel groter zijn dan die eraan worden onttrokken. Als deze situatie onveranderd blijft zal de concentratie van deze gassen nog lang blijven toenemen. In het geval van CO₂ zal de concentratie in het jaar 2100 twee-en-een-half maal groter zijn dan honderd jaar geleden én daarna nog eeuwen toenemen.

Wankel evenwicht

Indien de uitstoot van broeikasgassen niet meer toeneemt, zal uiteindelijk de concentratie in de atmosfeer niet meer stijgen. Hoe sneller we de uitstoot verminderen, hoe eerder dit nieuwe evenwicht bereikt wordt. Het gaat dan echter wel om een hogere concentratie dan de huidige.

Stel dat men ernaar streeft dat de uiteindelijke concentratie CO₂ in de atmosfeer niet hoger is dan die in het jaar 1990. Dan vereist dit een vermindering van de CO₂-uitstoot van maar liefst 80% procent ten opzichte van de huidige uitworp.

Zekerheid broeikaseffect

Indien het klimaat verandert, zijn de effecten van die verandering pas na een zekere periode waar te nemen.

Begin september 1996 bracht een commissie van de Tweede Kamer onder voorzitterschap van Van Middelkoop een rapport over klimaatverandering door het broeikas-effect uit. De commissie Van Middelkoop achtte het onwaarschijnlijk dat de opwarming van de aarde de afgelopen eeuw slechts aan natuurlijke oorzaken is toe te schrijven. Modelberekeningen van deze commissie lieten zien, dat het nog te vroeg was voor eenduidige conclusies. De waargenomen veranderingen waren nog niet ernstig genoeg om daaruit te concluderen dat het klimaat echt is veranderd. Er was nog steeds een geringe kans dat de waarnemingen het gevolg zijn van een natuurlijke variatie in het klimaat. Zekerheid kon men op z'n vroegst rond het jaar 2000 verkrijgen.

De commissie Van Middelkoop wilde hier echter niet op wachten. De commissie stelde dat de signalen wijzen op een klimaatverandering "met mogelijk ingrijpende en gevaarlijke effecten". Er zijn wetenschappelijke onzekerheden, maar die mogen geen alibi vormen om niets te doen. De commissie wilde snelle en gepaste reacties. Die brengen aanpassing van consumptie- en productiepatronen met zich mee. Dit zal niet eenvoudig zijn, maar moet wel gebeuren, omdat anders "het oplossen van de klimaatproblematiek schier onmogelijk is".

In augustus 2010 werd het steeds waarschijnlijker dat de voorspellingen uitkomen dat klimaatverandering samengaat met extreme weersomstandigheden.^{96 97 98 99} Ook als we niet geloven in het broeikas-effect is er nog voldoende reden om minder fossiele brandstoffen te gebruiken en over te schakelen op zon en wind: het fossiele tijdperk houdt op en dat kunnen we beter voor zijn.

Informatieblok 5

Visie op de samenleving

De discussie over opslag van CO₂ en de opslag van kernafval zien we tegen de volgende achtergrond.

We leven in een economie die gekenmerkt wordt door het particulier eigendom van de productiemiddelen (machines, fabrieken, grond). Centraal staat economische groei en het maken van winst. Dit winststreven is het belangrijkste mechanisme van de huidige economie en de basismotivatie voor het grootste deel van de bedrijvigheid. Wil winst echter niet gepaard gaan met een evenredig verlies bij andere bedrijven, dan moet de economie als geheel groeien. Het financieel gewin is zeer gediend met een hoge en toenemende consumptie. Het is dan ook geen wonder dat de mensen er via allerlei methodes voortdurend toe worden aangezet om meer te consumeren: de consumptie- maatschappij of kapitalisme.

De welvaart kunnen we beschouwen als het totaal van het aantal producten en diensten die in een jaar gemaakt of geleverd worden. Dit noemen we ook wel het Bruto Nationaal Product (BNP). Toename van dit BNP heet: economische groei. Deze groei wordt vaak gelijk gesteld aan stijging van de welvaart of gewoonweg vooruitgang genoemd. De groei moet via de zogenoemde vrije markt bereikt worden.

Het gaat hier om een geloof dat die vrije markt en het onbeteugelde particuliere bedrijfsleven de meest rationele maatschappelijke krachten zijn. Het is een geloof in een maatschappij waarin materialisme en eigenbelang de hoogste waarden zijn.

De groei met een vast percentage betekent dat de productie verdubbelt na een bepaald aantal jaren. Bij een groei van 2,9% per jaar is de productie over 25 jaar het dubbele van nu. Weer 25 jaar later is de productie vier keer zo groot als nu. Voor de productie hebben we grondstoffen en energie nodig. Hoe hoger de economische groei, hoe meer energie nodig is, leert de geschiedenis.

De groei leidt onvermijdelijk tot problemen. De energievoorraden nemen dan in hoog tempo af. We kunnen dat illustreren aan de hand van een rekenvoorbeeld. Stel dat de energievoorraad 800 jaar is op basis van het gebruik van nu. Als het energiegebruik niet zou groeien, zou men dus voor 800 jaar brandstof hebben. Deze voorraad gaat 142 jaar mee als het gebruik jaarlijks met 2% toeneemt en nog maar 74 jaar bij 5% groei per jaar. In een situatie met groei van de vraag naar energie bij afnemende voorraden komen we in de problemen.

Groei is een onmisbaar element van ons economisch systeem. Groei vormt een gemakkelijke tijdelijke oplossing voor allerlei verdelingsvraagstukken, die anders politiek en maatschappelijk veel moeilijker oplosbaar zouden zijn. Door groei kan de levensstandaard van de minima verbeterd worden zonder dat iemand die veel verdient er iets voor hoeft in te leveren. Dat het ten koste kan gaan van toekomstige generaties, is geen punt van overweging. Door groei vermindert de werkloosheid op korte termijn en komen er banen bij, zonder verplichte arbeidstijdverkorting met bijbehorende inkomensdaling. Door groei krijgt de overheid meer geld binnen en kan de overheid meer uitgeven voor bijvoorbeeld onderwijs en defensie, zonder dat de belastingen omhoog moeten. Kortom, in de heersende ideologie is economische groei van belang, omdat daarmee "iedereen het beter kan krijgen", zodat de tegenstellingen binnen de maatschappij niet naar buiten komen en bestaande ongelijkheden niet worden aangescherpt. Economische groei is voor de korte termijn een vredesstichter. Daarom is economische groei de belangrijkste doelstelling van de economische politiek. Zolang er economische groei heerst, lijkt de economie stabiel. Zodra er geen economische groei meer is, blijkt dat we in feite in een onstabiele maatschappij leven. Politici lijken niet anders te kunnen dan te denken in termen van groei.

Deze toenemende consumptie gaat steeds meer ten kosten van schaarse en waardevolle materiële en immateriële goederen: bijvoorbeeld fossiele brandstoffen en natuurschoon én van toekomstige generaties. Het kabinet Lubbers-Kok (CDA-PvdA) bracht in 1990 het Nationaal Milieubeleids Plan-plus uit. "De doelstelling, dat milieuproblemen niet mogen worden afgewenteld op volgende generaties, kan alleen worden gehaald als onze huidige productie- en consumptiepatronen worden aangepast. Dat vereist een trendbreuk in ons gedrag, die al in deze kabinetsperiode tot uiting moet komen," waarschuwde de regering. Het verminderen van de CO₂-uitstoot was daarbij een speerpunt van het kabinetsbeleid.

Van deze vermindering van CO₂-uitstoot is echter niets terecht gekomen. Volgens de Milieubalans-1997 van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) komt dit door de stijgende consumptie. De CO₂ uitstoot is sindsdien verder gestegen en zal nog toenemen volgens de berekeningen van de regering.

De gewenste trendbreuk in het gedrag heeft zich niet voorgedaan, ook niet in het gedrag van de overheid, ondanks alle aandacht voor duurzaamheid. In 1980 kwam 98% van het Nederlandse energiegebruik uit fossiele brandstoffen. Dat is nu, dertig jaar later, 93,7%, gevolgd door duurzame energie met 3,8% en kernenergie met 2,5%¹⁰⁰. Het is dan ook in lijn met het huidige beleid dat de overheid het merendeel van de CO₂-vermindering zoekt in maatregelen, die geen invloed hebben op de bestaande structuur van de energievoorziening of op het consumptieve gedrag van mensen. Zo komt de regering uit bij afvang en opslag van CO₂ of bij opslag van kernafval.

-
- ¹ <http://www.co2ntramine.nl/verslag-van-gesprek-met-maxime-verhagen/>, 3 februari 2011.
- ² <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/02/03/H109.htm>, 3 februari 2011.
- ³ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.
- ⁴ <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.
- ⁵ http://vroegevogels.vara.nl/nieuws-item.168.0.html?&tx_ttnews%5BpS%5D=1289559714&tx_ttnews%5Btt_news%5D=355411&tx_ttnews%5BbackPid%5D=123&cHash=fbe13bfbae93e5f84c2b6eec37ff03c, 12 november 2010.
- ⁶ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.
- ⁷ Provincie Drenthe, "Informatieavonden over CO₂-opslag van start", persbericht 15 september 2010.
- ⁸ Dagblad van het Noorden, 21 september 2010.
- ⁹ Dagblad van het Noorden, 23 september 2010.
- ¹⁰ Dagblad van het Noorden, 25 september 2010.
- ¹¹ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/inhetnieuws?NewsID=46680>
- ¹² <http://rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/vragen-en-antwoorden/wat-is-het-regeerakkoord.html#anker-regeerakkoord> ; <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/09/30/regeerakkoord-vvd-cda.html>.
- ¹³ <http://www.gic.nl/nieuws/natuur-en-milieu-kabinet-chanteert-discussie-over-co2-opslag>, 6 oktober 2010.
- ¹⁴ Dagblad Trouw, 6 oktober 2010.
- ¹⁵ Dagblad van het Noorden, 5 oktober 2010.
- ¹⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/04/co2-opslagproject-barendrecht-van-de-baan.html>, 4 november 2010.
- ¹⁷ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2010/11/04/uitwerking-van-de-afspraken-voor-de-individuele-co2-opslagprojecten-die-momenteel-in-voorbereiding-zijn.html>, 4 november 2010.
- ¹⁸ Dagblad van het Noorden, 6 november 2010.
- ¹⁹ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53500/donderdag-overleg-in-den-haag-over-co2-opslag>, 9 november 2010.
- ²⁰ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.
- ²¹ <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.
- ²² <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53678/cda-drenthe-wil-wisselgeld-als-proef-co2-opslag-doorgaat>, 13 november 2010.
- ²³ <http://www.gic.nl/nieuws/provincie-groningen-alleen-onder-harde-voorwaarden-praten-over-co>, 18 november 2010.
- ²⁴ [http://www.rtl.nl/\(/actueel/rtlnieuws/binnenland\)/components/actueel/rtlnieuws/2010/11_november/17/binnenland/co2_opslag-in-boerakker-afgewezen.xml](http://www.rtl.nl/(/actueel/rtlnieuws/binnenland)/components/actueel/rtlnieuws/2010/11_november/17/binnenland/co2_opslag-in-boerakker-afgewezen.xml), 17 november 2010.
- ²⁵ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6576967.ece/Raad-Zuidhorn-zet-deur-op-kier-voor-opslag-CO2> , 16 november 2010.
- ²⁶ <http://www.dvhn.nl/nieuws/drenthe/article6625478.ece/Aa-en-Hunze-zegt-nee-tegen-opslag-CO2->, 14 december 2010.
- ²⁷ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/55488/aa-en-hunze-unaniem-tegen-co2-opslag>, 5 januari 2011.
- ²⁸ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6617973.ece>, 9 december 2010.
- ²⁹ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6628093.ece/Raad-Leek%3A-Geen-keiharde-nee-tegen-CO2-opslag>, 16 december 2010 .
- ³⁰ <http://www.binnenlandsbestuur.nl/nieuws/2010/12/noorderlingen-tegen-opslag-co2.568794.lynkx>, 19 december 2010; Dagblad van het Noorden, 18 december 2010. .
- ³¹ http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/verslagen/kamer_in_het_kort/mijnbouwwet.jsp, 20 januari 2011.
- ³² http://vroegevogels.vara.nl/nieuws-item.168.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=356063, 21 januari 2011.
- ³³ <http://www.co2ntramine.nl/verslag-van-gesprek-met-maxime-verhagen/>, 3 februari 2011.
- ³⁴ http://www.nmfgroningen.nl/MilieufederatieGroningen/Nieuws/KlimaatEnergieNatuur_en_Milieufederaties_pleiten_voor_terugnemen_van_de_procedure_CO2-opslag.aspx, 3 februari 2011.
- ³⁵ <http://www.dvhn.nl/nieuws/nederland/article6692599.ece/Snel-besluit-over-CO2-opslag>, 4 februari 2011.

-
- ³⁶ <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=44735>, Extra onderzoek CO₂-opslag Barendrecht openbaar, 29 oktober 2009.
- ³⁷ <http://co2opslag.vrom.nl/pagina.html?id=48247>.
- ³⁸ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/co2-opslag/nieuws/2009/03/20/minister-van-der-hoeven-eu-besluit-is-goed-nieuws.html>, 12 augustus 2010.
- ³⁹ Email Jan van Diepen, woordvoeder ministerie van Economische Zaken, aan Herman Damveld van 24 augustus 2010.
- ⁴⁰ <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/02/03/H109.htm>, 3 februari 2011.
- ⁴¹ Ministerie van Economische Zaken en van VROM, "Selectieproces locatie voor CO₂-opslag in Noord-Nederland, brief aan de Noordelijke provincies, kenmerk CCS/10066266, 27 april 2010.
- ⁴² <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=95206>.
- ⁴³ <http://www.ecn.nl/nl/nieuws/item/date/2011/01/20/nationaal-beleidspakket-nodig-om-co8322-afvang-echt-van-de-grond-te-krijgen/>, 20 januari 2011.
- ⁴⁴ <http://www.ecn.nl/nl/nieuws/item/date/2011/01/20/nationaal-beleidspakket-nodig-om-co8322-afvang-echt-van-de-grond-te-krijgen/>, 20 januari 2011.
- ⁴⁵ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010.
- ⁴⁶ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 36.
- ⁴⁷ TNO Bouw en Ondergrond, "Mogelijke locaties voor CO₂-opslag in Noord-Nederland, kenmerk AGE 10-10.027, 20 april 2010.
- ⁴⁸ Reactie Hans Nyst, dd. 16 januari 2011 in: <http://www.co2ntramine.nl/co2-lekt-in-canada/>
- ⁴⁹ Stichting Borg (samenwerkingsverband bedrijfsleven), "CO₂-opslag in Noord-Nederland", 2010.
- ⁵⁰ Idem.
- ⁵¹ In de Stichting Borg nemen deel: Nuon, RWE, NAM, Gasunie en Groningen Seaports.
- ⁵² Emails Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ⁵³ <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2010/08/02/werkbezoek-nuoneemshaven/#more-15706>, 2 augustus 2010.
- ⁵⁴ http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/print/46370.php, 30 augustus 2010; http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieszenarien_2010.pdf, rapport pagina 108.
- ⁵⁵ http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon_seq/refshelf/BPM-SiteScreening.pdf, november 2010; <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=709&PHPSESSID=7nm2lpv1mf40gg12n4hnb4pj93>, 6 januari 2011.; <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=722&PHPSESSID=7nm2lpv1mf40gg12n4hnb4pj93>, 18 januari 2011.
- ⁵⁶ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 37.
- ⁵⁷ Email Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ⁵⁸ [http://www.co2afvangenopslag.nl/pagina.aspx?onderwerp=CCS2-Is CO₂-opslag nodig](http://www.co2afvangenopslag.nl/pagina.aspx?onderwerp=CCS2-Is CO2-opslag nodig)
- ⁵⁹ <http://www.greenpeace.nl/reports/co2-dumpen-daarom-niet>.
- ⁶⁰ IEA/Press(07)14, 21 juni 2007.
- ⁶¹ <http://www.gao.gov/new.items/d10675.pdf>, COAL POWER PLANTS, Opportunities Exist for DOE to Provide Better Information on the Maturity of Key Technologies to Reduce Carbon Dioxide Emissions, juni 2010.
- ⁶² <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2000/03/01/dossier-ccsco2-afvang-en-opslag>, 1 maart 2010.
- ⁶³ <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2010/04/14/inbreng-wijziging-mijnbouwwet-co2-opslag/#more-12547>, 14 april 2010.
- ⁶⁴ [http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN\[1\].pdf](http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN[1].pdf), www.we-energies.com/ 8 oktober 2009.
- ⁶⁵ <http://www.greenpeace.nl/raw/content/reports/factsheet-vijf-nieuwe-kolence.pdf>
- ⁶⁷ <http://www.emissierechten.nl/brinkhorstvergelijkt.htm>, 21 juni 2006.
- ⁶⁸ [http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN\[1\].pdf](http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN[1].pdf), 2008.
- ⁶⁹ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 7.
- ⁷⁰ <http://www.energiegids.nl/nieuws-details.tiles?doc=/content/energie/nieuws/2010/09/09/MI-CvL.xml>, 9 september 2010.
- ⁷¹ <http://www.kennislink.nl/publicaties/sleutelen-aan-de-broeikas>, 4 juli 2007.
- ⁷² [www.provincie.drenthe.nl/.../eindrapport beleidsvisie_ondergrond.pdf](http://www.provincie.drenthe.nl/.../eindrapport_beleidsvisie_ondergrond.pdf), 24 december 2008.
- ⁷³ [http://www.relevant.nl/download/attachments/4098922/Brochure_VROM_EZ_CO₂_onder_de_grond.pdf?version=1&modificationDate=1285845724561](http://www.relevant.nl/download/attachments/4098922/Brochure_VROM_EZ_CO2_onder_de_grond.pdf?version=1&modificationDate=1285845724561), oktober 2009.

-
- ⁷⁴ Onzichtbaar goud; de betekenis van 50 jaar aardgas voor Nederland, Castel International Publishers, Groningen/Zwolle, 2009, pp 9-16.
- ⁷⁵ http://weofiles.iea.org/Press_release/press_release.pdf, World Energy Outlook 2010, pp. 113, 189 en 209.
- ⁷⁶ IEA Press Office, email aan Herman Damveld van 26 november 2010.
- ⁷⁷ Algemene Energieraad, Klein Vademecum voor de Energie, Den Haag, 1982, p 15.
- ⁷⁸ CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2009, <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9070118C-2898-472E-8C51-3E8033DAB96B/0/2009c89pub.pdf>, 26 augustus 2010.
- ⁷⁹ <http://www.seacliffconsulting.com.au/sites/seacliffconsulting.com.au/files/images/Carbon-Induced%20Financial%20Disruption%20-%20Gilding%20and%20Preston.pdf>, september 2010.
- ⁸⁰ <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/nature08017.html>, 30 april 2009.
- ⁸¹ Informal Background Q&A on Meinshausen et al. "GHG targets & 2°C", in eindnoot 2.
- ⁸² <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/nature08019.html>, 20 april 2009.
- ⁸³ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, pp 54-57.
- ⁸⁴ DCMR Milieudienst Rijnmond, 'Integrale Veiligheidsbeoordeling CO₂-opslag Barendrecht', 28 oktober 2009, p 14.
- ⁸⁵ Commissie Opberging te Land (OPLA), Onderzoek naar de geologische opberging van radioactief afval in Nederland. Eindrapport Aanvullend onderzoek van Fase 1 (1A), (1993).
- ⁸⁶ Commissie Opberging te Land (OPLA), Eindrapport aanvullend Onderzoek van Fase 1, (1993). Bijlage 'Samenvattingen van de deelstudies', 6A: RIVM, "Validatie van modellen en internationale samenwerking", 1993, pp. 4 en 5.
- ⁸⁷ http://www.senternovem.nl/energietransitie/nieuws/onderzoek_investeren_in_een_duurzame_energiehuishouding_in_nederland_loont.asp, 9 augustus 2010.
- ⁸⁸ http://www.senternovem.nl/mmfiles/7%20puntenplan%20RegieOrgaan%20EnergieTransitie_tcm24-340139.pdf;
- ⁸⁹ Zie de website www.groengroningen.nl voor artikelen van mijn hand over de verschillende aspecten van kernenergie.
- ⁹⁰ Herman Damveld, "Kernafval in beweging", uitgave Laka, WISE en Zoutkoepeloverleg, februari 2010.
- ⁹¹ Herman Damveld en Robert Jan van den Berg, "Kernafval en kernethiek", rapport in opdracht van CORA, januari 2000; Herman Damveld, "Kernafval in beweging", uitgave van WISE, Laka en het zoutkoepeloverleg, februari 2010.
- ⁹² Philip J. Richardson, "The Management and Disposal of High Level Waste; Lessons from International Experience for Future UK Policy", in: F. Barker (ed), Management of Radioactive Waste. Issues for Local Authorities. Proceedings of the UK Nuclear Free Local Authorities Annual Conference 1997 held in Town House, Kirkcaldy, Fife, on 23 October 1997, Uitgever Thomas Telford, Londen, 1998, p 81-94.
- ⁹³ CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2009, <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9070118C-2898-472E-8C51-3E8033DAB96B/0/2009c89pub.pdf>, 26 augustus 2010.
- ⁹⁴ <http://www.energiegids.nl/nieuws-details.tiles?doc=/content/energie/nieuws/2010/09/09/MI-CvL.xml>, 9 september 2010.
- ⁹⁵ <http://www.ecn.nl/nl/nieuws/item/date/2010/07/01/emissies-van-broeikasgassen-methaan-en-lachgas-onderschat/>, 1 juli 2010.
- ⁹⁶ <http://www.zdf.de/ZDFmediathek/kanaluebersicht/aktuellste/228#/beitrag/video/1109928/ZDF-heute-journal-vom-09-August-2010>.
- ⁹⁷ <http://nos.nl/dossier/98683-klimaat-en-energie>, 9 augustus 2010.
- ⁹⁸ "Nederland warmt op en zal in de toekomst vaker te maken krijgen met extreme weersomstandigheden. Meer droogte, hitte en wateroverlast zullen er onvermijdelijk toe leiden dat bepaalde populaties achteruit gaan of zelfs uit Nederland verdwijnen. Het veranderende klimaat is op termijn ongeschikt voor 15 procent van alle hier voorkomende dier- en plantensoorten.", Planbureau voor de Leefomgeving, 20 augustus 2010.
- ⁹⁹ http://www.changemagazine.nl/klimaatkennis/onderzoek/weersexremen_gevolg_van_klimaatverandering, 31 augustus 2010.
- ¹⁰⁰ CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2009, <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9070118C-2898-472E-8C51-3E8033DAB96B/0/2009c89pub.pdf>, 26 augustus 2010.