

Afvang broeikasgas CO₂ bij Eemshaven-centrale en opslag in lege gasvelden; een overzicht van 2010 tot 2023

Herman Damveld, 2 april 2023

INHOUDSOPGAVE

P 2. Voorwoord

P 3. Samenvatting op hoofdlijnen

P 6. 1. Inleiding

P 7. 2. Enkele hoofdpunten in het kort

2.1 CO₂-opslag: rendement naar beneden en duurdere stroom

2.2 Drie uit negen plaatsen voor CO₂-opslag

2.3 Regering geeft opslagplannen voorlopig op

2.4 Van Eemshaven via nieuwe pijpleiding

2.5 Slechts beperkte opslag mogelijk

2.6 Regeerakkoord 10 oktober 2017 en de gevolgen daarvan

2.7 Voorwaarden discussie

P 9. 3. Chaotische besluitvorming CO₂-opslag Noord-Nederland 2010/2011

3.1 Haastig besluit, ingegeven door miljoenen subsidie

3.2 Wie wilden de opslag?

P 12. 4. CO₂-opslag onder Noord-Nederland

4.1 Minste boorgaten lijkt bepalend voor locatiekeuze

4.2 Hoe nummer 1 gekozen zou worden, was geheim

4.3 Hoe de opslag gaat

4.4 Onbewezen veiligheid

4.5 Lege gasvelden zijn niet hol of leeg

4.6 CO₂ moet van de Eemshavencentrale komen

4.7 Nieuwe pijpleiding nodig voor CO₂-transport

4.8 Rendement daalt; kosten 1,5 miljard euro

4.9 Niet alles afvangen

4.10 Opslagcapaciteit beperkt

4.11 Ervaring beperkt

P 17. 5. CO₂-opslag onder de Noordzeebodem

5.1 Noordzee-opslagplan in lege gasvelden: ROAD

5.2 Kosten Noordzee-opslag

5.3 ROAD stopt, nieuw plan in de maak, Greenpeace verbolgen

5.4 (On)veiligheid Noordzee-opslag

Voorwoord

Kan afvang en opslag broeikasgas CO₂ bij Eemshaven-centrale?

Afvang van het broeikasgas CO₂ dat vrijkomt bij de kolencentrale aan de Eemshaven en opslag daarvan in lege gasvelden in Noord-Nederland was in de jaren 2010 en 2011 dermate omstreden dat het plan werd afgeblazen. Maar op 29 maart 2023 blies de CDA-fractie in de Tweede Kamer het plan nieuw leven in, met dit verschil dat de CO₂ in lege gasvelden onder de Noordzee moet komen.

Over de gang van zaken vanaf het begin tot eind 2019 heb ik een uitgebreid feitenoverzicht gemaakt, dat ik hier aanvul met enkele recente ontwikkelingen.

Actieplan CDA kost veel energie

De centrale van RWE in de Eemshaven moet volgens het CDA blijven bestaan na 2030, wanneer kolenstook immers wordt verboden. De centrale moet dan volledig draaien op biomassa. De CO₂ die daarbij ontstaat, moet worden afgevangen en opgeslagen in lege gasvelden onder de Noordzee. Dat staat in een op 29 maart 2023 verschenen actieplan.¹ Dit plan is geschreven door het Tweede Kamerlid Henri Bontenbal (CDA).

Volgens een rapport van Shell van 21 maart 2023 kost een wereldwijde grootschalige toepassing van CO₂-afvang en -opslag echter meer energie dan het energiegebruik van alle huishoudens wereldwijd bij elkaar opgeteld.²

Herhaling van zetten naar een ongewisse toekomst

De regering maakte in juni 2010 al een plan bekend voor de afvang en opslag van CO₂ van de RWE-kolencentrale en had uit negen plaatsen er drie uitgekozen voor opslag van CO₂: Eleveld, Boerakker en Sebaldeburen.³ Na allerlei verwickelingen besloot minister Verhagen op 14 februari 2011 deze plannen te schrappen.⁴ Daarmee was de afvang van CO₂ echter niet van de baan. Zo pleitte bijvoorbeeld op 3 november 2017 de directeur van RWE Nederland voor deze afvang en opslag.⁵ Ook het afvangen van CO₂ van industriële sectoren om die in andere bedrijfstakken te gebruiken, levert weinig CO₂-reductie op. Er is veel energie nodig om het broeikasgas af te vangen bij industrieën als Tata Steel en geschikt te maken voor hergebruik voor bijvoorbeeld de glastuinbouw. Als die energie opgewekt wordt met fossiele brandstoffen, dan geeft deze methode juist meer uitstoot van CO₂. Dat concludeerden wetenschappers van de Radboud Universiteit Nijmegen in een op 18 februari 2022 verschenen rapport.⁶

Ook de internationale ervaringen met afvang en opslag van CO₂ zijn niet erg positief te noemen. Op 1 september 2022 verscheen een rapport van het Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) met een diepgaande analyse van dertien projecten voor de afvang van CO₂, die 55% van de wereldwijde CO₂-afvang voor hun rekening namen. Van deze 13 projecten konden slechts twee in de Noorse gassector een succes genoemd worden. Geen enkel plan voor de CO₂-afvang in de elektriciteitssector was een succes. Daar komt nog bij dat het opgeslagen CO₂ eeuwenlang in de gaten gehouden moet worden om te voorkomen dat het alsnog vrijkomt.⁷

Biomassa als rekenkundige oplossing

Biomassa zorgde in 2020 voor 5,4% van het totale Nederlandse energiegebruik en 8% van de Nederlandse elektriciteitsproductie.^{8 9} Elektriciteit uit biomassa veroorzaakt 1.000 tot 1.300 gram CO₂ per kilowattuur (kWh).¹⁰ Daarnaast kost het oogsten, transporteren en drogen van hout ook energie. Dat geeft een indirecte CO₂-uitstoot, waarvoor we getallen hebben gevonden van 40 tot 200 gram CO₂ per kWh.^{11 12} In totaal gaat het om 1.040 tot 1.500 gram CO₂ per kWh (zie tabel 1).

In 2020 bedroeg de emissie van broeikasgassen 166 miljoen ton CO₂.¹³ In dat jaar is volgens het CBS door het gebruik van biomassa 19 miljoen ton CO₂ uitgestoten, dat is 11,4% van de totale CO₂-uitstoot. Echter, “de CO₂-emissies door het gebruik van biomassa tellen niet mee voor de doelen om in 2050 de broeikasgasemissies naar nul terug te brengen.”¹⁴ De reden hiervan is volgens de regering dat deze CO₂-emissie later weer wordt opgenomen door nieuw aangeplante bomen. In de stukken van de regering wordt dan ook uitsluitend een uitstoot van 40 gram CO₂ per kWh genoemd vanwege het verzamelen en vervoeren van biomassa.¹⁵ Hier is echter veel discussie over, want het duurt 20 tot 100 jaar voordat een nieuwe boom evenveel CO₂ heeft opgenomen als vrijkwam door de gekapte boom. Maar ook die CO₂-uitstoot is meer dan bij elektriciteit uit wind.

Tabel 1

Totale (directe en indirecte) CO₂-uitstoot in gram per kilowattuur^{16 17 18 19 20 21 22}

Brandstof	Uitstoot
Aardgas	490
Aardgas met afvang CO ₂	78
Olie	740
Steenkool	820
Steenkool met afvang CO ₂	110
Biomassa	1.040-1.500
Zon	15-55
Wind	10-12

Samenvatting op hoofdlijnen

Plannen opslag CO₂ in lege gasvelden blijven op tafel

De verbranding van kolen, olie en gas levert energie en verbrandingsproducten zoals CO₂. Deze verbrandingsproducten vormen als het ware een deken om de aarde: ze zorgen voor warmte-isolatie, het broeikaseffect.²³ Om die deken wat dunner te maken wil de regering CO₂ opslaan.

De regering stopte echter in 2011 met de plannen voor afvang en opslag van CO₂ in bijna lege kleine gasvelden in Drenthe en Groningen. Kort daarvoor werd al een streep gezet door de opslag in Barendrecht. Maar daarmee is het niet van de baan. Nog in 2011 startte het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD) voor opslag onder de Noordzee.²⁴ Het project, dat 450 miljoen euro zou kosten, is echter na verschillende keren uitstel in juni 2017 gestopt.²⁵

Vanaf 2016 liet de regering echter herhaaldelijk weten dat die opslag noodzakelijk was. De Tweede Kamer was het daarmee eens en nam op 19 mei 2016 een motie aan met PvdA, VVD, CDA en D66 voor.²⁶ Ook de Sociaal Economische Raad (SER) Noord-Nederland - waarvan zowel ondernemers als vakbonden deel uitmaken - en bedrijven als Gasunie, Shell, NAM en RWE pleitten in 2016 voor opslag van CO₂.^{27 28} Groningen Seaports - met in het bestuur vertegenwoordigers van de provincie Groningen en de gemeenten Delfzijl en Eemshaven - ondersteunde dit pleidooi.²⁹

Op 11 november 2016 liet de regering weten CO₂-opslag in lege gasvelden onder het vasteland niet uit te sluiten en te gaan onderzoeken “welke specifieke lege gasvelden geschikt zouden kunnen zijn.”^{30 31} Minister Kamp van Economische Zaken schreef in de Energieagenda die op 7 december 2016 verscheen, dat afvang en opslag van CO₂ onmisbaar was.³² Minister Schultz van Infrastructuur en Milieu sloot zich hier op 20 januari 2017 bij aan. Ze stelde dat in de Structuurvisie Ondergrond “is opgenomen dat (...) CO₂-opslag alleen

(wordt) uitgesloten in gebieden die voor de drinkwatervoorziening van direct belang zijn, te weten de drinkwaterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones ter bescherming van bestaande winningen.”³³

Het regeerakkoord van VVD, CDA, D66 en CU dat op 10 oktober 2017 verscheen, bevatte ook een dringend pleidooi voor afvang en opslag van CO₂. De Nederlandse uitstoot van het broeikasgas CO₂ komt voor het grootste deel uit de industrie rond Rotterdam en Amsterdam. De regering wilde met de bedrijven in vooral die regio’s CO₂ gaan afvangen en opslaan.³⁴ Op 3 november 2017 maakten het Havenbedrijf Rotterdam, de Gasunie en EBN bekend samen onderzoek te doen naar “de mogelijkheden om een basisinfrastructuur te realiseren voor het verzamelen en transporteren van CO₂ in het Rotterdamse havengebied, dat vervolgens opgeslagen kan worden in (lege) olie- en gasvelden onder de Noordzee.”³⁵ Volgens Petrochem, het managementblad voor de olie- en chemische industrie in de Rijn/Scheldedelta, liepen er “gesprekken met verschillende bedrijven in de chemie- en raffinagesector over het afvangen en leveren van CO₂. Tot aanleg van de infrastructuur zou pas worden overgegaan als duidelijk was dat bedrijven ook daadwerkelijk van het systeem gebruik zouden gaan maken. De bedoeling was om, naast opslag onder de Noordzee, ook meer CO₂ aan tuinders te leveren en in de toekomst mogelijk ook aan andere (industriële) afnemers (CCU). Twee bedrijven, Alco en Shell, leverden op dat moment al CO₂ aan de glastuinbouw in het Westland.”³⁶

Eveneens op 3 november 2017 pleitte Taco Douma, directeur van energiebedrijf RWE Nederland, voor afvang en opslag van CO₂ uit kolencentrales aan onder meer de Eemshaven, die volgens hem tot ver na 2030 in bedrijf moesten blijven.³⁷

Negen Noord-Nederlandse en zeven West-Nederlandse plaatsen voor opslag van CO₂

Er zijn 261 kleine gasvelden in Nederland, op land en onder de Noordzee, waaruit gas werd gewonnen.^{38 39} Als ze leeg zijn, zou daarin eventueel CO₂ kunnen worden opgeslagen.

Volgens Energie Beheer Nederland (EBN, met de Nederlandse Staat als enige aandeelhouder) en de Gasunie kwamen negen plaatsen in aanmerking voor deze opslag: Annerveen, Eleveld en Roden in Drenthe; Bedum, Boerakker, Grootegast en Sebaldeburen in Groningen; Ureterp en Zuidwal (op de Waddenzee tussen Harlingen en Vlieland) in Friesland (zie figuur 1).^{40 41 42} De regering had in juni 2010 van deze negen plaatsen er drie uitgekozen voor opslag van CO₂: Eleveld, Boerakker en Sebaldeburen.⁴³ Maar omdat de andere zes gasvelden ook bijna leeg waren, kwamen er negen in aanmerking.

In West-Nederland kwamen zeven velden in aanmerking (zie figuur 2). Van deze velden was de opslagcapaciteit bekend (tabel 2), maar van de negen Noordelijke velden ontbrak dit gegeven.

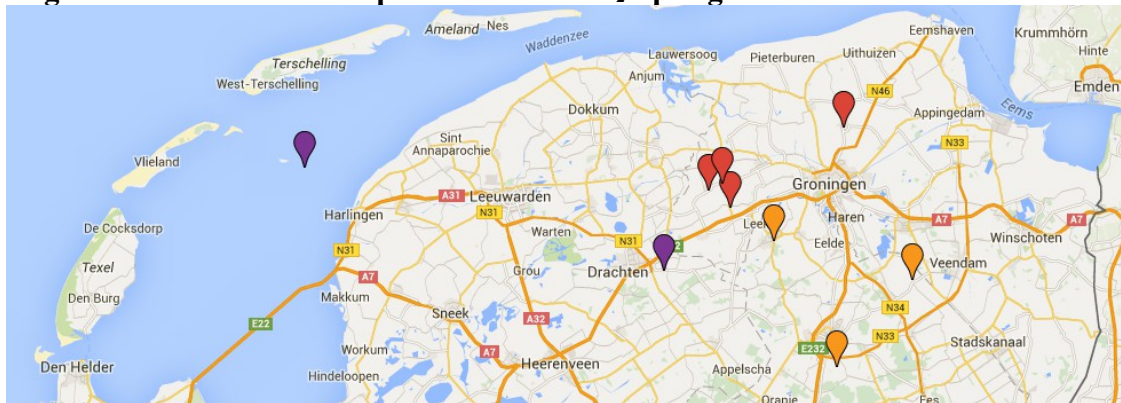
Tabel 2
Opslagcapaciteit velden West-Nederland

Veldnaam	Opslagcapaciteit (Miljoen ton)
Barendrecht-Ziedewijl	9,3
's-Gravenzande	9,8
Botlek	28,5
Gaag	17,9
Pernis-West	13,5
Bergen	18,4
Groet	15,4
Totaal	112,7

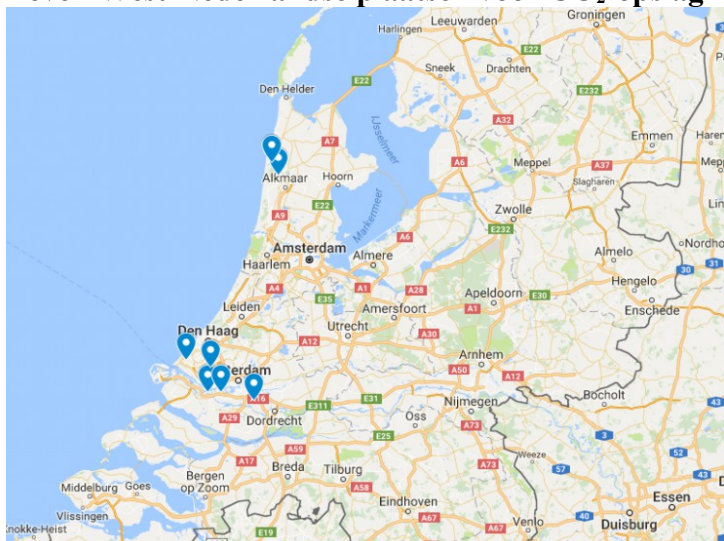
Feiten CO₂-afvang en -opslag

Wij laten hier zien dat door CO₂-opslag het rendement van de centrales flink naar beneden gaat en de elektriciteit de helft duurder wordt. Daarnaast tonen we aan dat lege kleine velden in Noord-Nederland geen oplossing bieden voor de lange termijn. Deze velden raken snel vol door de uitstoot van drie en een halve kolencentrale zoals RWE die nu in bedrijf heeft bij de Eemshaven. Daarbij gaan we uit van de geplande levensduur van een kolencentrale van 30 jaar. Als er jaarlijks 18 miljoen ton CO₂ in de velden in West-Nederland wordt opgeslagen, de hoeveelheid die de regering wil volgens het Regeerakkoord, zijn die in iets meer dan 6 jaar vol.

Figuur 1
Negen Noord-Nederlandse plaatsen voor CO₂-opslag



Figuur 2
Zeven West-Nederlandse plaatsen voor CO₂-opslag



1. Inleiding

Ministers, Groningse bestuurders, Noordelijke en Westelijke bedrijven voor CO₂-opslag

Afvang en opslag van het broeikasgas CO₂ komt met enige regelmaat aan bod als manier om het klimaat te redden. Lucia van Geuns van TNO Energie stelde hierover eind oktober 2015: “De enige oplossing om nog een tijdlang door te gaan met fossiel en tegelijk de broeikasgasemissies terug te brengen is de afvang en ondergrondse opslag van CO₂.”⁴⁴ Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) stelde op 17 juli 2016: “Klimaatakkoord Parijs vergt ingrijpend beleid in Nederland” en doelde daarmee onder meer op CO₂-afvang en -opslag.⁴⁵ Gert Jan Kramer, hoogleraar Duurzame Energievoorziening aan de Universiteit Utrecht, zei het op 6 februari 2017 nog steviger: “Het is kiezen of delen: óf we doen forse investeringen in de afvang en opslag van CO₂, óf we accepteren dat vliegvluchten, vlees eten en plastic gebruiken niet meer vanzelfsprekend tot onze levensstijl behoort. Want ook al leveren zonnepanelen en wind alle energie die we nodig hebben, dan nog hebben we met onze huidige westerse levensstijl fossiele brandstoffen nodig.”⁴⁶

Minister Schultz van Infrastructuur en Milieu noemde deze opslag op 10 juli 2015. Ze schreef toen aan de Tweede Kamer: “Ik verwacht u begin 2016 de ontwerp-Structuurvisie Ondergrond (...) te kunnen aanbieden.” Daarin zou een scenario met CO₂-opslag aan de orde komen: “In dit scenario staat opslag van CO₂ centraal. In dit scenario wordt gekeken welke opslag op land van CO₂ mogelijk is (vanwege reikwijdte Structuurvisie) en welke mogelijkheden er dan nog overblijven voor andere functies.”⁴⁷

Minister Kamp van Economische Zaken noemde CO₂-afvang en -opslag ook in zijn begroting voor het jaar 2016: “Om op de lange termijn te komen tot een volledig duurzame energievoorziening zal afvang, gebruik en opslag van CO₂ (CCS) onvermijdelijk zijn. CCS kan worden toegepast bij de industrie en ook bij gas- en kolencentrales. De rijksoverheid heeft het initiatief genomen voor een langetermijnvisie over CCS. De visie CCS is een bouwsteen voor het Energierapport 2015. De relevante acties uit deze visie CCS zullen in 2016 in gang worden gezet.”⁴⁸

De regering zag kansen om de afvang en opslag “grootschalig toe te passen,” lazen we in het Energierapport 2016 dat op 18 januari 2016 verscheen.⁴⁹ De Tweede Kamer nam op 19 mei 2016 een motie aan van Jan Vos van de PvdA, met steun van VVD, CDA en D66, waarin afvang en opslag een verantwoord inzetbare techniek werd genoemd die kon leiden tot nieuwe werkgelegenheid.⁵⁰

Minister Kamp stelde op 24 juni 2016 dat vanwege het klimaatakkoord van Parijs afvang en opslag van CO₂ “zal moeten worden aangewend.”⁵¹ Over hoe hij dit wilde doen, zweeg de minister echter. In de Nationale Energieverkenning (NEV) 2016 die op 14 oktober 2016 verscheen, noemde de minister eveneens geen direct beleid voor CO₂-opslag.⁵²

Staatssecretaris Sharon Dijksma van Infrastructuur en Milieu zei op 26 oktober 2016 tijdens de Nationale Klimaattop dat zonder opslag van CO₂ de klimaatdoelen niet zouden worden gehaald.⁵³

De wensen van de regering vonden hun weerslag in Noord-Nederland. De Sociaal Economische Raad (SER) Noord-Nederland - waarvan zowel ondernemers als vakbonden deel uitmaken - pleitte op 21 maart 2016 voor een proef met de opslag van CO₂.⁵⁴ Op 12 juli 2016 wees een groep bedrijven waaronder Gasunie, Shell, NAM, RWE en Groningen Seaports op de noodzaak van CO₂-opslag. We kunnen “grote hoeveelheden CO₂ langdurig en veilig (...) opslaan”, stond in hun brief aan de regering.⁵⁵ Groningen Seaports is sinds 14 juni 2013 een overheids-nv met in het bestuur vertegenwoordigers van de provincie Groningen en de gemeenten Delfzijl en Eemshaven.⁵⁶ Mary-Lou Gregoire van Groningen Seaports bevestigde op 15 juli 2016 dat de havenbeheerder de ambitie had om een proef te doen met de opslag van de CO₂ die werd uitgestoten door de kolencentrale van RWE/Essent, eerst in gasvelden onder de Noordzee en later op land.⁵⁷ De Provincie Groningen stelde op 1 juni 2016 in de Omgevingsvisie overigens: “We zijn tegen de berging of opslag van CO₂ in lege gasvelden zolang de veiligheid niet gegarandeerd kan worden en draagvlak voor deze activiteit

ontbreekt.”⁵⁸ Als onderdeel van Groningen Seaports had het bestuur van de Provincie Groningen blijkbaar een andere mening.

Op 11 november 2016 publiceerde de regering het Ontwerp Structuurvisie Ondergrond.⁵⁹ Daarin herhaalden minister Kamp en Schulz van Haegen hun eerdere visie: “Afvang, transport en opslag van CO₂ (Carbon Capture and Storage, CCS) zal onvermijdelijk zijn om voldoende reductie van CO₂-uitstoot te kunnen bereiken.” Ze gaven ook aan dat CCS op land goedkoper zou zijn dan CCS op zee: “Nabijheid van een leeg gasveld bij de industrie of elektriciteitscentrale is gunstiger voor de business case.” Om welke gasvelden het ging, was onduidelijk. De minister van Economische Zaken “zal de verkenning CO₂-transport en opslagstrategie uit 2010 actualiseren, waarbij wordt onderzocht welke specifieke lege gasvelden geschikt zouden kunnen zijn voor CO₂-opslag.” Tevens gaf de regering aan dat er over het Ontwerp Structuurvisie Ondergrond inspraak mogelijk was van 22 november 2016 tot en met 2 januari 2017.⁶⁰

Genoemde bestuurders en bedrijven herhaalden wat de vroegere minister van Economische Zaken, Verhagen, op 3 februari 2011 schreef, namelijk dat hij ervan “overtuigd is dat CO₂-opslag een noodzakelijke tussenoplossing is.”⁶¹ ⁶² In die tijd waren er plannen voor opslag van CO₂ in bijna lege gasvelden in Noord-Nederland. Toch besloot minister Verhagen op 14 februari 2011 deze plannen te schrappen.⁶³

Waar ging het eigenlijk om? Dat leggen we hier uit.

2. Enkele hoofdpunten in het kort

2.1 CO₂-opslag: rendement naar beneden en duurdere stroom

Het Internationaal Energie Agentschap (IEA) gaf in de World Energy Outlook 2014 van 12 november 2014 aan wat het probleem was. Om klimaatverandering te voorkomen mocht vanaf 2014 niet meer dan 1000 miljard ton CO₂ de lucht in komen. Die hoeveelheid zou bij het toenmalige beleid in 2040 bereikt worden. Een manier om minder CO₂ in de lucht te laten komen was de afvang en opslag van dit gas.

Het IEA gaf aan dat de afvang kostbaar was. Bij een nieuwe kolencentrale betekende het een toename van de investeringen met 45% en als het alsnog werd toegepast bij een bestaande kolencentrale ging het om 75%. Voor de afvang en opslag was energie nodig: de efficiency van de kolencentrale zou met 15-20% dalen. De elektriciteit werd dan zo’n 40-75% duurder.⁶⁴

2.2 Drie uit negen plaatsen voor CO₂-opslag

Er zijn 261 kleine gasvelden in Nederland, op land en onder de Noordzee, waaruit gas werd gewonnen.⁶⁵ ⁶⁶ Als ze leeg zijn, zou daarin eventueel CO₂ kunnen worden opgeslagen. Volgens Energie Beheer Nederland (EBN, met de Nederlandse Staat als enige aandeelhouder) en de Gasunie kwamen negen plaatsen in aanmerking voor deze opslag: Annerveen, Eleveld en Roden in Drenthe; Bedum, Boerakker, Grootegast en Sebaldeburen in Groningen; Ureterp en Zuidwal (op de Waddenzee tussen Harlingen en Vlieland) in Friesland.⁶⁷ ⁶⁸ ⁶⁹ De regering koos in juni 2010 drie van deze negen plaatsen uit voor opslag van CO₂: Boerakker, Sebaldeburen en Eleveld. Ze vond draagvlak onder de bevolking belangrijk en zou daarom voor “informatievoorziening op maat” zorgen, want “de wensen en zorgen van omwonenden nemen we serieus,” schreef de regering.⁷⁰ De regering wilde haast maken om in aanmerking te komen voor minimaal 180 miljoen Europese subsidie.

2.3 Regering geeft opslagplannen voorlopig op

Op 4 november 2010 besloot de regering te stoppen met de plannen voor ondergrondse opslag in Barendrecht, omdat er geen draagvlak was.⁷¹ Daarop kwam het Noorden in beeld. Minister Verhagen (Economische Zaken, Landbouw en Innovatie) deelde in november 2011 mee dat de opslag moest doorgaan en dat er een dialoog met betrokkenen in het Noorden zou komen

over nut en noodzaak van CO₂-opslag.^{72 73} Na een bezoek aan het Noorden stelde Verhagen in een brief van 14 februari 2011 aan de Tweede Kamer: “Ik wil geen maatregelen treffen die onnodig onrust veroorzaken bij bewoners als er reële alternatieven aanwezig zijn.” Hij noemde opslag onder de Noordzee.⁷⁴ Daarmee leek opslag in Noord-Nederland van de baan, maar dat was in werkelijkheid niet zo. De toenmalige regering zag namelijk kansen om de afvang en opslag “grootschalig toe te passen,” stond in het Energierapport 2016 dat op 18 januari 2016 verscheen en in het Ontwerp Structuurvisie Ondergrond van 11 november 2016.^{75 76}

2.4 Van Eemshaven via nieuwe pijpleiding

Het CO₂ dat opgeslagen had moeten worden, komt uit de kolencentrale van RWE in de Eemshaven. Er zijn ook anno 2023 geen concrete plannen om CO₂ af te vangen. Maar stel dat het lukt, dan is de volgende stap het vervoer van de Eemshaven naar het lege gasveld. Er moet in ieder geval één en misschien twee nieuwe pijpleidingen aangelegd worden.

Figuur 3
CO₂-leidingen volgens EBN en Gasunie



2.5 Slechts beperkte opslag mogelijk

In de gasvelden in Noord-Nederland kan 850 miljoen ton CO₂. Deze velden raken snel vol door de uitstoot van 3,5 kolencentrale zoals RWE die nu in bedrijf heeft bij de Eemshaven. Daarbij gaan we uit van de geplande levensduur van een kolencentrale van 30 jaar.

We kunnen de opslagcapaciteit van de Noord-Nederlandse kleine gasvelden ook vergelijken met de jaarlijkse uitstoot van CO₂ in Nederland. Die capaciteit komt overeen met 5 keer de jaarlijkse uitstoot. Kortom, opslag van CO₂ is geen oplossing voor de lange termijn.

2.6 Regeerakkoord 10 oktober 2017 en de gevolgen daarvan

De Nederlandse uitstoot van het broeikasgas CO₂ komt voor het grootste deel uit de industrie rond Rotterdam en Amsterdam. De regering wilde met de bedrijven in vooral die regio's CO₂ gaan afvangen en opslaan. Dat stond in het regeerakkoord van 10 oktober 2017.⁷⁷

De regering wilde een vermindering van de uitstoot van CO₂ van 49% in het jaar 2030. Dat betekende 56 miljoen ton minder CO₂. De industrie moest zorgen voor bijna een derde daarvan: 18 miljoen ton CO₂, door middel van de afvang en opslag in de ondergrond. In het regeerakkoord stond het als volgt: “Het kabinet zal in overleg treden met het Havenbedrijf Rotterdam en de in het havengebied actieve bedrijven om het grote potentieel dat er in de regio Rijnmond is voor koolstofdioxide-afvang en -opslag en restwarmte te benutten. Soortgelijke verkenningen zullen ook plaatsvinden voor het Amsterdamse havengebied en het Westland.”

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) rekende de gevolgen van het regeerakkoord voor klimaat en energie door en bracht daarover op 30 oktober 2017 een rapport uit.⁷⁸ Het PBL merkte op dat in het regeerakkoord de zogeheten SDE+-regeling verbreed werd. SDE betekent “stimulering duurzame energie”. Maar de regering liet onder de SDE+-regeling ook projecten als afvang en opslag van CO₂ vallen: “Deze projecten zullen binnen hetzelfde budget gaan concurreren met hernieuwbare energieprojecten. Dit zal leiden tot meer emissiereductie maar minder hernieuwbare energie”. Immers, als geld uitgegeven wordt voor afvang en opslag van CO₂ was er minder geld voor zonne- en windenergie en kwamen er minder zonnepanelen en windmolens. “Hierbij is het uitgangspunt dat de weggevallen elektriciteitsproductie uit wind- en zonne-energie wordt overgenomen door gascentrales in Nederland. (...) Dit gaat dan ten koste van het aandeel hernieuwbare energie,” liet het PBL weten: “De hoeveelheid hernieuwbare energie en het percentage hernieuwbaar zullen afnemen als gevolg van de verbreding van de SDE+-regeling: de hoeveelheid hernieuwbare energie daalt, en het verbruik stijgt door het extra energiegebruik van CCS. Het gaat in dit rekenvoorbeeld om ongeveer 42 PJ minder hernieuwbare energie, en een toename van het bruto finaal energiegebruik van bijna 30 PJ (...) Toepassen van CCS kost namelijk energie. (...) Dit zou betekenen dat het percentage hernieuwbare energie dan daalt van 23,9% in de NEV2017 naar 21,4%.” Tot zover het PBL. PJ is Petajoule; Peta is een 1 met 15 nullen.

2.7 Voorwaarden discussie

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 wordt uitgeschoven. 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 voor de discussie is de financiële gelijkwaardigheid van de deelnemende partijen. Overheden zijn tot nu toe op geen enkele manier ingegaan op deze voorwaarden voor een zinvolle discussie. Dat heeft de weerstand tegen de opslagplannen vergroot.

3. Chaotische besluitvorming CO₂-opslag Noord-Nederland 2010/2011

Op 15 september 2010 kondigde de provincie Drenthe een samenwerking aan tussen de drie Noordelijke provincies, de rijksoverheid en de drie noordelijke Natuur en Milieufederaties. Deze samenwerking had als doel de bevolking op een goede manier te informeren. De overheden zou zorgen voor informatiebijeenkomsten en de Natuur en Milieufederaties voor een noordelijke dialoog onder leiding van Henk Kroes.⁷⁹ De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe bleken in beginsel voor CO₂-opslag te zijn.

De informatievoorziening gebeurde via drie bijeenkomsten in september 2010. Het Dagblad van het Noorden berichtte daarover met koppen als: “Nog geen cent wijzer. Geen duidelijk verhaal, laat staan een discussie. Teleurgesteld druipten de meeste bezoekers af.”; “Opzet CO₂-avonden kan niet bekoren; ook avond in Tolbert wekt vooral irritatie bij bewoners” en “Schijterig en flets; de angst regeerde bij het ministerie.”^{80 81 82}

Op 30 september 2010 verscheen het regeerakkoord van VVD en CDA. Daarin stond: “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.”⁸³

De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe wezen de koppeling van CO₂-opslag aan kernenergie af en stopten de geplande noordelijke dialoog.⁸⁴ Tegelijkertijd schrapte het ministerie van VROM alle bijeenkomsten, want “we hebben geen goed beeld wat de passage in het regeerakkoord behelst.”^{85 86}

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.⁸⁷ 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.”⁸⁸

Daarop stelden gedeputeerden Marc Jager (Groningen) en Tanja Klip (Drenthe) voor met Verhagen te praten, maar CO₂-opslag te willen koppelen aan een nieuw energieakkoord voor Noord-Nederland. Het zou maanden duren voordat het overleg hierover rond was. Ook was het de vraag waarom in het Noorden wel draagvlak zou zijn voor deze opslag. Op 11 november was er overleg in Den Haag.^{89 90} Minister Verhagen ontving de gedeputeerden Klip (Drenthe), Jager (Groningen) en Adema (Friesland). Verhagen deelde toen mee dat de opslag moest doorgaan. Hij stelde dat er behalve draagvlak ook andere argumenten waren om het project in Barendrecht te stoppen. Verhagen zou naar het Noorden komen om zijn standpunt uiteen te zetten. Ook werd een dialoog met betrokkenen in het Noorden opgestart over nut en noodzaak van CO₂-opslag.^{91 92} Het CDA in de Drentse Staten wilde wisselgeld van het Rijk als het kwam tot ondergrondse CO₂-opslag in de provincie. CDA-fractielid Greet Seinen zei dat op 13 november in het Radio Drenthe-programma Cassata. Het CDA was tegen CO₂-opslag, tenzij nut en noodzaak duidelijk werden aangetoond en het veilig was. Als aan die twee voorwaarden was voldaan, stelde het CDA als derde eis financiële compensatie door het Rijk.⁹³

De provincie Groningen wilde onder voorwaarden met het Rijk verder praten over CO₂-opslag. Zo zou het Rijk eerst een open maatschappelijke discussie moeten starten over het nut en de noodzaak van ondergrondse CO₂-opslag in het Noorden. Ook moest er een nieuw Energieakkoord komen voor het hele Noorden met daarin concrete maatregelen voor meer duurzame energie. Een en ander stond in een motie die op 17 november 2010 door een meerderheid van Provinciale Staten in Groningen werd aangenomen. Volgens de motie zou de provincie pas een besluit nemen wanneer eerst een dialoog met de bevolking was gevoerd. Ook moest er volgens de Staten van Groningen geen koppeling meer zijn tussen ondergrondse CO₂-opslag en een nieuwe kerncentrale.⁹⁴ Intussen hadden de gemeenteraden in de drie uitgekozen plaatsen, Boerakker, Sebaldeburen en Eleveld, de opslag afgewezen.^{95 96 97 98} Ook de gemeenteraden van Veendam en Leek wezen de opslag af.^{99 100} Ruim de helft van de Noorderlingen was tegen CO₂-opslag, bleek uit een enquête in het Dagblad van het Noorden.¹⁰¹

Tijdens een debat in de Tweede Kamer op 20 januari 2011 bleek 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 kwam van Samsom (PvdA): “Een noodzakelijk kwaad.” Verburg (CDA) meende net als de minister dat “opslag nodig is in de overgang naar duurzame energie.”¹⁰²

De opslag van CO₂ onder de grond zou alleen mogen als aangetoond was dat het de meest effectieve maatregel was bij het bestrijden van de uitstoot van koolstofdioxide. Dat stelde Tweede Kamerlid René Leegte van regeringspartij VVD.¹⁰³

Op 3 februari 2011 bracht minister Verhagen een bezoek aan het Noorden. Egbert Brons en Hanneke Veen hadden namens CO₂ntramine een gesprek met de minister. Hierin uitten ze hun bezwaren en drongen bij de minister aan op een open en eerlijke discussie over nut en noodzaak van CO₂-opslag, waarbij de uitkomst niet van tevoren vaststond. De eerste stap om het vertrouwen te herstellen zou zijn de drie proeflocaties van tafel te halen.¹⁰⁴

De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe hadden in het gesprek met de minister gepleit voor een pas op de plaats. Dit hield in het stopzetten van de procedure voor CO₂-opslag.¹⁰⁵ Deze opslag moest volgens de federaties passen in een green deal, een groene afspraak. Daarbij vergaten de federaties dat CO₂-opslag op zich niets met groen of duurzaam te maken heeft.

Minister Verhagen liet op 3 februari 2011 weten “binnen een paar weken een besluit te nemen over CO₂-opslag in het Noorden. Zo mogelijk voor de Provinciale Statenverkiezingen van 2 maart 2011.”¹⁰⁶ De Groningse PvdA-gedeputeerde William Moorlag stelde op 8 februari 2011 dat minister Verhagen de discussie over de opslag zodanig had ‘verprutst en verpest’ dat het draagvlak in Groningen helemaal weg was. Als argument haalde Moorlag de volgens hem slecht georganiseerde bijeenkomsten in september aan. Volgens Moorlag kon Verhagen het project alleen nog maar schrappen.¹⁰⁷ Daarbij maakte Moorlag een fout: in september 2010 was er nog een andere regering en was Verhagen nog minister van Buitenlandse Zaken. Het CDA sloot zich daarop aan bij de PvdA. Het hele provinciebestuur van Groningen was nu tegen ondergrondse CO₂-opslag. “Wegens gebrek aan draagvlak, net als in Barendrecht,” zei CDA-gedeputeerde Marc Jager. “Wij achten CO₂ in de bodem bij Boerakker, Sebaldeburen of Eleveld zo goed als uitgesloten. Dit kabinet zal de Europese subsidieaanvraag van de energieproducenten RWE en Nuon niet doorsturen naar ‘Brussel’.”¹⁰⁸ Toch stuurden Nuon en RWE die subsidieaanvraag op 10 februari 2011 op naar minister Verhagen.¹⁰⁹

“Het kabinet kiest voor een demonstratieproject van de opslag van het broeikasgas CO₂ onder zee.” Dat schreef minister Verhagen vervolgens op 14 februari 2011 in een brief aan de Tweede Kamer: “We willen maatregelen treffen om klimaatverandering tegen te gaan. Opslag van CO₂ kan daarbij een nuttig middel zijn. Dat kan nu gebeuren onder zee. Op deze manier veroorzaakt CO₂-opslag geen onnodige onrust.”¹¹⁰

Minister Verhagen had na zijn werkbezoek op 3 februari 2011 al gezegd “dat de emoties en twijfels in het Noorden zwaar zouden meewegen bij een besluit.”¹¹¹ Opvallend was dat de minister in zijn besluit op geen enkele manier inging op de feiten die vanuit het Noorden waren aangedragen.

Dat opslag onder de zeebodem minder weerstand zou oproepen was daarbij een argument van betekenis. Wim Turkenburg, Bert Metz, Leo Meyer en Sible Schöne stelden in een op 17 maart 2016 verschenen publicatie over de betekenis van de klimaatdoelstelling van Parijs: “Publieke acceptatie zal ook veel aandacht vragen, zoals blijkt uit de maatschappelijke weerstand in Nederland tegen eerdere plannen om CO₂ op land op te slaan. Het ROAD-project, dat beoogt CO₂ af te vangen bij een recent gebouwde kolencentrale op de Maasvlakte, voorziet in opslag in (vrijwel) lege gasvelden in de Noordzee, waarmee het vraagstuk van publieke acceptatie beter kan worden beheerst.”¹¹²

3.1 Haastig besluit, ingegeven door miljoenensubsidie

De regering wilde in 2009 beginnen met kleinschalige opslag van CO₂ in Barendrecht.^{113 114} Daarna zou vanaf 2015 een grootschalige opslag in Noord-Nederland in bedrijf komen. Dat jaartal had te maken met subsidies, waarvoor verschillende getallen werden genoemd: 180 miljoen, 250 miljoen voor alleen de RWE-kolencentrale aan de Eemshaven of “naar verwachting enkele honderden miljoenen euro’s” van de Europese Unie (EU).^{115 116 117 118} De regering schreef: “Het jaartal 2015 is ook van belang om een beroep te kunnen doen op EU-middelen.” EU-subsidie kon alleen verkregen worden als de opslag eind december 2015 in bedrijf zou komen. Subsidieaanvragen moesten voor mei 2011 ingediend worden bij de EU.¹¹⁹¹²⁰ Daarom was er haast bij.

De regering gaf 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 Scheemda.¹²¹

Toch stuurde Essent op 11 februari 2011 een subsidieverzoek van 250 miljoen euro aan het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.¹²²

Opslag in 2015 bleek niet haalbaar te zijn. Op 20 januari 2011 verscheen een rapport van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). Daarin stond: “Een gecombineerd beleidspakket van een nationale CO₂-norm, aanvullende financiële ondersteuning en een verbeterd Europees CO₂-handelssysteem, kan grootschalige CO₂-afvang bij nieuwe Nederlandse kolencentrales over tien jaar tot stand brengen.”¹²³ De kosten van de financiële ondersteuning van het afvangen van CO₂ van drie kolencentrales waren volgens dit rapport “300 miljoen euro per jaar in de periode 2020-2030.”¹²⁴ In totaal ging het dus om 3 miljard euro.

3.2 Wie wilden 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) stelden: “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 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.”¹²⁵ De Natuur en Milieufederaties Groningen en Drenthe waren voor de opslag onder bepaalde voorwaarden. CO₂ntamine en Greenpeace verzetten zich tegen deze opslag.¹²⁶

4. CO₂-opslag onder Noord-Nederland

4.1 Minste boorgaten lijkt bepalend voor locatiekeuze

Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie¹²⁷ noemden in hun rapport van april 2010 negen gasvelden die vanaf 2015 in aanmerking kwamen voor CO₂-opslag. Het ging om Annerveen (Drenthe), Bedum (Groningen), Boerakker (Groningen), Eleveld (Drenthe), Grootegast (Groningen), Roden (Drenthe), Sebaldeburen (Groningen), Ureterp (Friesland) en Zuidwal (op de Waddenzee tussen Harlingen en Vlieland). Uit deze velden werd aardgas gewonnen. Het einde van de productie van deze velden liep uiteen van 2012 (Zuidwal) tot 2023 (Eleveld).¹²⁸ Toch kwamen al deze velden in aanmerking voor opslag van CO₂ vanaf 2015.

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

een voorkeur te hebben voor de gasvelden met de minste boorgaten, maar waarom dat doorslaggevend was, werd niet uiteengezet. Bij Eleveld en Sebaldeburen zijn twee en bij Boerakker drie boorgaten. De overige gasvelden hebben er meer, bij Annerveen zijn het er 25.¹²⁹

4.2 Hoe nummer 1 gekozen zou worden, was geheim

De overheid had drie plaatsen uitgekozen voor opslag van CO₂. Uiteindelijk zou het er één moeten worden. De vraag was: wie kiest op grond van welke criteria? Zijn die criteria vooraf bepaald of worden ze aangepast aan de situatie? Wat staat daarover in de stukken?

Eigenlijk was het enige wat we daarover hebben kunnen vinden een brochure van de Stichting Borg, het samenwerkingsverband van RWE, Nuon, NAM, Gasunie en Groningen Seaports. In die brochure stond: “Er zal nu door verschillende partijen aanvullend onderzoek worden gedaan om te kijken welk gasveld als eerste geschikt is voor CO₂-opslag.” Daarbij was volgens Borg van belang hoeveel gas nog in het veld zat, welke eigenschappen dat veld had en hoe de putten eruit zagen waarmee het gas gewonnen werd. Borg stelde: “Zodra duidelijkheid is over een gasveld dat als eerste in aanmerking komt voor opslag, zal hierover worden gecommuniceerd.” Volgens Borg zou dat eind 2011 gebeuren.¹³⁰

Zo zat het dus in elkaar. De bevolking mocht naar informatieavonden over CO₂-opslag, maar had geen enkele invloed op de keuze van de ‘winnende’ locatie. Het was ook niet duidelijk hoe zwaar de verschillende criteria wogen. De keuze zou plaatsvinden achter gesloten deuren. De bevolking hoorde het pas als de keuze gemaakt was.

Onze 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 toch verzet ontstond, voelde hij zich dermate ongelukkig dat hij zelfmoord pleegde.¹³¹

4.3 Hoe de opslag gaat

Op verzoek van het ministerie van Milieu bracht Shell in 1993 een ‘verkennende studie’ naar de technische haalbaarheid uit. Het vrijkomende CO₂ zou worden afgevangen. Het is een gas, en daarom moeilijk te transporteren. Daarom werd het samengeperst om geschikt te zijn voor transport. Deze compressie kostte veel energie. Het CO₂ zou vervolgens door een pijpleiding naar een leeg aardgasveld gaan. Shell nam aan dat de afstand van de centrale tot het aardgasveld hooguit 200 en bij voorkeur niet meer dan 100 kilometer zou bedragen. Om te voorkomen dat de transportpijpen roesten, moest het CO₂ gedroogd worden. Dat gebeurde in vier stappen, tezamen met het samenpersen van CO₂.

De opslag zelf kon het beste op een diepte van 800 tot 1.000 meter gebeuren. De omgevingstemperatuur en druk zijn dan zo hoog dat het CO₂ gecompriëerd blijft.

Shell ging uit van een pijpleiding waar 15.000 ton CO₂ per dag doorheen kan. De pijp mondde uit in het aardgasveld. Men zou het CO₂ onder druk naar beneden spuiten. Dit gaf een mogelijk voordeel. CO₂ kan aardgas verplaatsen, zodat het aardgas gemakkelijker gewonnen kan worden. Aan de andere kant wees Shell op een ernstig nadeel. CO₂ kan zich mengen met aardgas zodat niet alleen gas, maar ook CO₂ uit het aardgasveld zou komen.

4.4 Onbewezen veiligheid

De Rijks Geologische Dienst (RGD, die nu opgegaan is in TNO) bracht in 1997 het rapport “Inventarisatie van mogelijkheden voor CO₂-opslag in de Nederlandse ondergrond” uit.¹³²

Voordat het tot opslag kon komen moesten enkele technische onzekerheden worden opgelost, deed de RGD mee. Het zou kunnen dat meer injectieputten nodig waren om een bepaald

injectietempo te kunnen halen. De kosten werden dan hoger. Men kon ook de injectiedruk verhogen, maar dat vergrootte weer de kans op aardtrillingen. Ook kon de ondergrondse overdruk, doordat water verdreven wordt door CO₂, aardbevingen veroorzaken. Het CO₂ zou dan naar boven kunnen komen. De RGD rekende voor dat in de meest ongunstige situatie het weglekkende CO₂ er 1,8 jaar over deed om vanuit een diepte van 1.000 meter naar het aardoppervlak te stromen. In de voor Nederland representatieve situatie duurde het 5.000 jaar, stelde de RGD. Andere recente berekeningen hierover zijn ons niet bekend. Wel bracht DCMR, Milieudienst Rijnmond, in oktober 2009 een rapport uit over de risico's van ondergrondse opslag bij Barendrecht. Daarin stond dat alleen via boorgaten of boorputten in korte tijd een aanzienlijke hoeveelheid CO₂ aan de oppervlakte kon komen. De kans hierop was volgens DCMR klein, omdat er pluggen in de boorputten geplaatst zouden worden. Er zou "geruime tijd" bekeken worden of de pluggen het goed bleven doen. Ook zou de minister van Economische Zaken "voorwaarden of beperkingen opleggen" om te verzekeren dat de afsluiting op een goede manier zou gebeuren.¹³³ DCMR gaf echter niet aan wat een kleine kans is, hoeveel CO₂ kon vrijkomen en wanneer dat kon 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.^{134 135} Of opslag van CO₂ op lange termijn veilig is, kan dus niet bewezen worden.

4.5 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 dan enkele procenten van het totale volume. Als het gas eruit 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 stelde hierover: "Het gas is er inderdaad uit, maar de plaats daarvan is ingenomen door formatiewater. Door de grote diepte (2500 m of meer) moet men door de hydrostatica rekening houden met een druk van tenminste 300 atmosfeer. Omdat het 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 CO₂-uitstoot vergen. Het lijkt nuttig om bij alle plannen een CO₂-balans te voegen!"¹³⁶

4.6 CO₂ moet van de Eemshavencentrale komen

Het CO₂ dat opgeslagen moest worden, zou uit de kolencentrale in de Eemshaven komen die RWE gebouwd had. RWE studeerde in 2010 op de mogelijkheden om van deze kolencentrale "op grote schaal CO₂ af te vangen en op te slaan."¹³⁷

Steffart Buijs, destijds woordvoerder van de stichting Borg, verwees naar een wet van de Europese Unie uit 2009, een wet die de Nederlandse regering had overgenomen: "In de Europese richtlijn 2009/31/EG staat dat nieuwe kolencentrales geschikt moeten zijn voor CO₂-afvang. Het lijkt niet voorstelbaar dat kolencentrales worden gebouwd zonder dat 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. 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 CO₂ gaan afvangen. Het is niet zeker of de afvang ook daadwerkelijk in bedrijf komt in 2015."¹³⁸ Buijs voegde eraan toe: "Er is nog wetgeving in voorbereiding, waarin bijvoorbeeld geregeld wordt wie verantwoordelijk is voor de opgeslagen CO₂. Er ligt nog een motie Vendrik waarover de Tweede 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."

In 2015 werd echter duidelijk dat er geen CO₂ afgevangen zou worden.¹³⁹ Over de afvanginstallatie waren de gegevens onduidelijk. Uit goed ingelichte bronnen hadden we vernomen dat wel een voorziening van vele tientallen miljoenen euro was ingebouwd om CO₂ te kunnen afvangen. Maar er zou een nog veel hoger bedrag aan extra investeringen nodig zijn om de afvang ook daadwerkelijk uit te voeren. Kortom, de kolencentrale mocht ongehinderd CO₂ lozen.

In een op 30 augustus 2010 verschenen studie in opdracht van de Duitse regering werd er overigens van uitgegaan dat de technologie voor de afvang van CO₂ niet voor het jaar 2025 rijp was voor toepassing in kolencentrales.¹⁴⁰

4.7 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 de Gasunie stelden in hun rapport dat in ieder geval één en misschien twee nieuwe pijpleidingen aangelegd moesten worden. Ze gaven een schets. Vanaf de Eemshaven ging de nieuwe pijp eerst naar Groningen. Daarna hetzij westelijk, richting Sebaldeburen of zuidelijk naar Eleveld.¹⁴¹ Op basis daarvan kunnen we nagaan dat de pijpleidingen waarschijnlijk door het grondgebied van de gemeenten Delfzijl, Eemsmond, Loppersum, Ten Boer, Bedum, Grootegast, Zuidhorn, Slochteren, Menterwolde, Veendam, Pekela, Borger-Odoorn en Aa en Hunze zouden gaan.

Steffart Buijs van de stichting Borg legde uit: “Op dit moment wordt nog gerekend aan de specifieke casus van Noord-Nederland en ook is nog niet helder hoe dit er allemaal uitziet. 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 m.e.r.-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.”¹⁴² Kortom, het was in 2010 onduidelijk waar die leidingen precies zouden gaan lopen en wie de kosten van de aanleg zou betalen. Die onduidelijkheid bestaat nog steeds.

4.8 Rendement daalt; kosten 1,5 miljard euro

Uit een belangrijk rapport van het Internationaal Energie Agentschap (IEA) in Parijs van juni 2007 bleek dat het elektrisch rendement van een kolencentrale daalt door CO₂-afvang en -opslag.¹⁴³ Shell noemde een daling van 43 naar 33 procent, dus met 10%. Het IEA-rapport gaf 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% omhoog.¹⁴⁴ Anders gezegd en in de woorden van Paulus Jansen, destijds fractielid van de SP in de Tweede Kamer: afvang en opslag van CO₂ kost 25% extra energie.¹⁴⁵ Hij noemde CO₂-opslag “Een techniek die wat mij betreft neerkomt op water naar de zee dragen.”¹⁴⁶ Om het CO₂ van vier kolencentrales af te vangen en op te slaan, is zoveel energie nodig dat er een vijfde kolencentrale bij gebouwd moet worden.¹⁴⁷

Afvangen kost 25 tot 60 euro per ton CO₂.¹⁴⁸ Voor de RWE-kolencentrale gaat het dan om 160 tot 320 miljoen euro per jaar.¹⁴⁹ EBN en de Gasunie hebben uitgerekend dat het transport van de kolencentrale naar de gasopslag in hun basisscenario 750 miljoen euro zou kosten tot 2050. Daar komt nog de opslag bij, die 780 tot 820 miljoen euro zou kosten.¹⁵⁰ Transport en opslag kosten dus samen 1.530 tot 1.570 miljoen euro.

4.9 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% afvang.¹⁵¹ Bij de geplande afvang

van CO₂ van de kolencentrale Maasvlakte Power Plant 3 wordt eveneens uitgegaan van 90% afvang van CO₂.¹⁵²

Een gemiddelde kolencentrale van 1.000 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 aan de Eemshaven stoot jaarlijks overigens 8 miljoen ton CO₂ uit.¹⁵³ Ter vergelijking: een gascentrale van dezelfde omvang geeft een uitstoot van 2,4 miljoen ton per jaar.¹⁵⁴

4.10 Opslagcapaciteit beperkt

Er zijn verschillende cijfers over de hoeveelheid CO₂ die in de ondergrond kan worden opgeslagen.¹⁵⁵ Als we de cijfers van minister Kamp van 18 januari 2016 aanhouden, gaat het om 1 tot 2 miljard ton CO₂ onder land en 1,2 miljard ton CO₂ onder zee.¹⁵⁶ Maximaal gaat het om 2,2 tot 3,2 miljard ton CO₂. Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie rekenden ons in hun rapport van april 2010 voor dat het bij de lege gasvelden in Noord-Nederland gaat om 850 miljoen ton.^{157 158}

Van de gemiddelde kolencentrale die 30 jaar in bedrijf is, wordt als de plannen doorgaan in totaal 140 miljoen ton CO₂ opgeslagen. Bij 10 kolencentrales gaat het om 1,4 miljard ton. Toegepast op de gasvelden in Noord-Nederland: daar kan het CO₂ van 6 gemiddelde kolencentrales in worden opgeslagen; dan bereiken we genoemde 850 miljoen ton. Die opslagcapaciteit bereiken we ook bij 3,5 kolencentrale zoals RWE die nu heeft aan de Eemshaven. Daarvoor moeten we dan wel telkens de pijpleidingen verleggen naar andere velden. Ter vergelijking: de uitstoot van CO₂ in Nederland was gemiddeld 168 miljoen ton CO₂ per jaar.^{159 160} De opslagcapaciteit van de Noord-Nederlandse bijna lege kleine gasvelden komt derhalve overeen met 5 jaar uitstoot van CO₂ in Nederland. CO₂-opslag kan dus niet meer dan een tijdelijke maatregel zijn voor een beperkt aantal centrales.

De gaswinning uit het grote Groningen-aardgasveld stopt en CO₂-opslag in het Groningen-veld is dan ook niet aan de orde. Toch noemden allerlei organisaties deze mogelijkheid, zoals een samenwerkingsverband van de 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 het Groningen-veld zou in theorie 7,3 miljard ton CO₂ kunnen.^{161 162 163}

4.11 Ervaring beperkt

De ervaring met afvang, transport en opslag van CO₂ is beperkt. Er waren medio 2015 wereldwijd 15 projecten, waarbij 28 miljoen ton CO₂ per jaar kan worden afgevangen. Volgens de planning zouden er tot eind 2017 nog eens 22 projecten bijkomen, zodat de hoeveelheid af te vangen CO₂ dan 40 miljoen ton per jaar zou bedragen (zie figuur 4).¹⁶⁴ De injectie van CO₂ in de ondergrond bij Weyburn in Saskatchewan in Canada begon in 2001. Hier ging het om de injectie van CO₂ om de olieproductie te verbeteren.¹⁶⁵ Met 2,8 miljoen ton per jaar was dit wereldwijd het grootste project voor de ondergrondse opslag van dit broeikasgas. Er kan in totaal 40 miljoen ton CO₂ opgeslagen worden.¹⁶⁶ Bij de RWE kolencentrale ging het - zoals hierboven aangegeven - om 8 miljoen ton per jaar. Opslag van CO₂ van een grote centrale is in de praktijk dus niet aangetoond.

Figuur 4
Opslagprojecten CO₂



Bron: <https://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/196843/global-status-ccs-2015-summary.pdf>.

5. CO₂-opslag onder de Noordzeebodem

Omdat opslag op de vaste wal op verzet stuit, willen verschillende organisaties uitwijken naar de Noordzee. Maar opslag van CO₂ onder de zeebodem van de Noordzee in lege gasvelden is ingewikkelder dan opslag onder het vasteland. Daarom zijn de risico's groter. Of het economisch uit kan is ook zeer de vraag.

5.1 Noordzee-opslagplan in lege gasvelden: ROAD

De energiebedrijven E.ON Benelux en GDF SUEZ Energie Nederland bundelden in 2011 hun krachten in een demonstratieproject voor CO₂-opslag onder de Noordzee. Dit project heette het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD). Het zou het eerste grootschalige CCS-demonstratieproject in Nederland worden (CCS betekent afvang, gebruik en opslag van CO₂). In de periode tot 2020 wilde ROAD circa 1,1 miljoen ton CO₂ per jaar gaan afvangen van de nieuwe elektriciteitscentrale van E.ON op de Maasvlakte, de Maasvlakte Power Plant 3 (MPP3). Dit is een kolencentrale van 1.100 Megawatt. Het plan was om 21% van de jaarlijkse CO₂-uitstoot van deze centrale af te vangen en op te slaan.¹⁶⁷ Rond de schoorsteen van de kolencentrale werd ruimte vrijgehouden om een installatie te bouwen, die een kwart van de CO₂ uit de rookgassen afvangt. Afvang en opslag samen vragen 57 Megawatt aan vermogen, wat overeenkomt met 5% van de jaarlijkse elektriciteitsproductie.¹⁶⁸

Het afgevangen CO₂ wordt samengeperst tot een druk van circa 80 bar en zou daarna via een ondergrondse buisleiding van ongeveer 25 km afgevoerd worden naar een platform op de Noordzee. Volgens een TNO-studie ging het aanvankelijk om een leeg gasveld uit de kust bij Hoek van Holland, waar 35 miljoen ton CO₂ in kan. Hier zou operator TAQA Energy (uit Abu Dhabi) zijn offshore-installaties geschikt maken voor de CO₂-injectie die eind 2015 van start had moeten gaan. Dit kostte 65 miljoen euro. Vanaf dat platform zou het CO₂ gedurende minimaal vijf jaar in een leeg gasveld onder de zeebodem geïnjecteerd worden. Als demonstratieproject zou ROAD bestaande technologieën die zich op kleinere schaal hebben bewezen, op industriële schaal toepassen, was het plan.^{169 170 171 172 173}

Figuur 5
Aanvankelijk geplande leiding CO₂-opslag



5.2 Kosten Noordzee-opslag

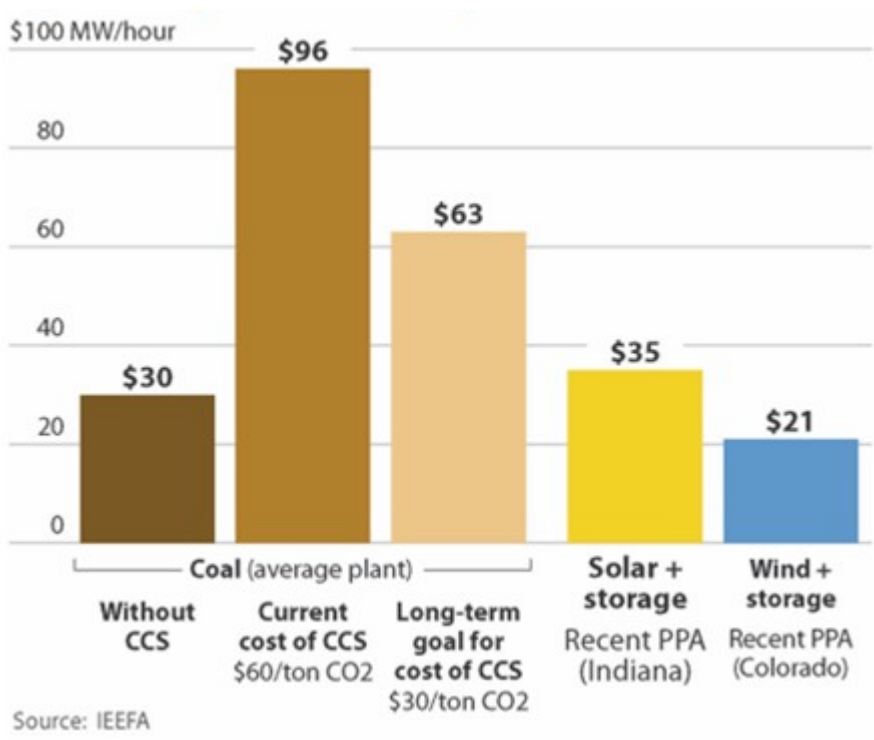
De Europese Unie en de Nederlandse overheid hadden al 180 respectievelijk 150 miljoen euro subsidie toegezegd.¹⁷⁴ Dat was nodig, omdat CO₂-afvang en -opslag veel energie vraagt en daarom duur is. Het afvangen van 3 ton CO₂ kost 1 megawattuur aan elektriciteit, stelde Andy Read, Director Capture van het ROAD-project. Ondanks de subsidie kon het project niet uit. “De financiële uitdagingen zijn groter dan de technische,” zei Read in 2012.¹⁷⁵

Drie jaar later, eind 2015, werd het opslagplan aangepast. In het oorspronkelijke plan zou CO₂ worden opgeslagen in een gasveld 20 kilometer buiten de kust, maar dat bleek uiteindelijk niet haalbaar. Het ging in 2015 om een gasveld op slechts 3,5 kilometer buiten de kust van de Maasvlakte. Alleen al door de kortere afstand tot de kolencentrale zouden de kosten van het project een stuk lager kunnen uitvallen.^{176 177}

Of het ROAD-project zou doorgaan, was lange tijd onzeker. Minister Kamp schreef op 18 januari 2016: afvang en opslag “wordt op dit moment voorbereid bij een van de nieuwe kolencentrales op de Maasvlakte bij Rotterdam.”¹⁷⁸ Afvang en opslag samen kostten volgens een schatting 450 miljoen euro.¹⁷⁹ Volgens het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) kwam dit neer op 60 euro per ton CO₂ terwijl de CO₂-marktprijs toen ongeveer 10 euro per ton was. Een woordvoerder van het ECN zei op 5 juli 2016: “Ik zie dit project niet beginnen.”¹⁸⁰ In de Nationale Energieverkenning 2016 ging het ECN uit van een prijs van 11 euro per ton CO₂ in 2020, die zou stijgen naar 26 euro per ton CO₂ in 2030 en 39 euro per ton CO₂ in 2035; minister Kamp was het hiermee eens.^{181 182}

Als ROAD extra subsidie zou krijgen, kon de afvang en opslag vanaf 2019/2020 beginnen.¹⁸³ En let wel, ROAD was het enig overgebleven opslagproject in de hele Europese Unie.¹⁸⁴

Figuur 6
Illustratie kosten afvang en opslag CO₂ (CCS)



Bron: http://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/11/Holy-Grail-of-Carbon-Capture-Continues-to-Elude-Coal-Industry_November-2018.pdf, 19 november 2018.

5.3 ROAD stopt, nieuw plan in de maak, Greenpeace verbolgen

ROAD stopte in juni 2017.¹⁸⁵ Op 3 november 2017 kondigden het Havenbedrijf Rotterdam, de Gasunie en EBN aan onderzoek te doen naar de mogelijkheden om een basisinfrastructuur te realiseren voor het verzamelen en transporteren van CO₂ in het Rotterdamse havengebied, dat vervolgens opgeslagen kon worden in (lege) olie- en gasvelden onder de Noordzee: “Planning is deze haalbaarheidsstudie rond de jaarwisseling af te ronden. Bij een positieve uitkomst volgt dan verdere uitwerking van het project (engineering, governance, aansprakelijkheden, business case, etc.). Het streven is om in 2018 een investeringsbeslissing te nemen. Het systeem kan dan in 2020 operationeel zijn. De ambitie is om vanaf 2020 2 miljoen ton CO₂ per jaar op te slaan oplopend naar 5 miljoen ton CO₂ per jaar in 2030. Alle industrieën in Rotterdam samen stootten in 2015 bijna 30 miljoen ton CO₂ uit.”¹⁸⁶

Greenpeace was verbolgen over de gang van zaken: “E.ON (tegenwoordig Uniper) en GDF Suez (tegenwoordig Engie) hebben destijds de milieuvergunningen voor de nieuwe kolencentrales verkregen door de lokale politiek ervan te overtuigen dat ze hun CO₂ gingen opslaan onder de grond. Dat bleek een valse belofte”, schreef Greenpeace op 23 juni 2017 en voegde eraan toe: “De kosten van ROAD zouden een half miljard euro bedragen, die voor 80% worden betaald met publiek geld. Dat is omgerekend 250 euro per ton vermeden CO₂. Dat is een factor tien meer dan de kosten van het sluiten van kolencentrales.”¹⁸⁷

5.4 (On)veiligheid Noordzee-opslag

Operators zoals TAQA Energy “zijn bereid CO₂ op te slaan onder de voorwaarde dat zij geen eigenaar van CO₂ zijn vanwege de aansprakelijkheid,” staat in een TNO-studie.¹⁸⁸ Blijkbaar vertrouwden de operators de veiligheid van de CO₂-opslag niet, anders zouden ze die voorwaarde niet stellen.

De velden met CO₂ “zullen constant bewaakt worden, zodat eventuele lekkages tijdig gesignaleerd zullen worden,” staat in het TNO-rapport uit 2011.¹⁸⁹ Maar hoelang die constante bewaking gaat duren en wie dat zou betalen, daarover zweeg het TNO-rapport.

De Stichting De Noordzee wees op de milieugevolgen van opslag op zee, gevolgen die er niet zijn bij opslag op land. De aanleg van nieuwe leidingen heeft lokaal effect op het bodemleven. De leiding wordt ingegraven en dat werkt verstorend. Als een nieuw platform gebouwd wordt, heeft dat negatieve gevolgen. Met name het heien van palen voor platforms heeft ernstig versturende effecten op zeehonden en bruinvissen. Waarschijnlijk komen op alle platforms machines die het gas onder de bodem pompen. Wanneer hierbij veel geluid geproduceerd wordt, werkt dat mogelijk verstorend op zeezoogdieren en vissen in de omgeving, stelde de Stichting De Noordzee.

Concluderend kunnen we dan ook onze vraagtekens zetten bij de veiligheid.

1

<https://d14uo0i7wmc99w.cloudfront.net/Organisaties/Bestuurdersvereniging/Bestuursforum/Uitgaven/08122022%20Heri%20-%20Actieplan%20toekomst%20kolencentrales.pdf>, 29 maart 2023.

² https://www.rigzone.com/news/wire/carbonsucking_tech_to_use_more_energy_than_all_homes-21-mar-2023-172335-article/, 21 maart 2023.

³ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.

⁴ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>, 14 februari 2011.

⁵ <https://nos.nl/nieuwsuur/artikel/2201119-ambitieuze-klimaatplannen-rutte-iii-kunnen-niet-rekenen-op-veel-enthousiasme.html>, 3 november 2017.

⁶ [https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322\(22\)00044-6?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS259033222000446%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/one-earth/fulltext/S2590-3322(22)00044-6?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS259033222000446%3Fshowall%3Dtrue), 18 februari 2022.

⁷ <https://ieefa.org/articles/carbon-capture-decarbonisation-pipe-dream>, 1 september 2022.

⁸ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen>, 31 mei 2021.

⁹ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/10/meer-elektriciteit-uit-hernieuwbare-bronnen-minder-uit-fossiele-bronnen>, 7 maart 2022

¹⁰ <https://www.pbl.nl/publicaties/emissiefactoren-2013>, 16 juli 2013.

¹¹ <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/>

¹² <https://wisenederland.nl/artikel/kolen-met-biomassa-bijstook/>

¹³ <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot-wat-is-het-doel->, 25 februari 2023.

¹⁴ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/48/co2-uitstoot-door-biomassa-neemt-toe>, 2 december 2021.

¹⁵ <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/>

¹⁶ https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf.

¹⁷ <http://www.nature.com/articles/s41560-017-0032-9>; <https://www.pv-magazine.de/2017/12/11/indirekte-photovoltaik-emissionen-kein-hindernis-fuer-dekarbonisierung/>, 12 december 2017.

¹⁸ http://energiasostenible.org/mm/file/GCT2008%20Doc_ML-LCE%26Emissions.pdf, 8 april 2008.

¹⁹ <https://jaspervis.wordpress.com/2019/03/03/hoeveel-co2-kost-al-dat-staal-van-een-windmolen-eigenlijk-2019-update/>, 3 maart 2019.

²⁰ <https://www.tno.nl/whitepaper-duurzaamheid-zonne-energie>, december 2021.

²¹ <https://wisenederland.nl/artikel/kolen-met-biomassa-bijstook/>

²² <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/>

23

http://www.theecologist.org/blogs_and_comments/commentators/2989447/wake_up_and_smell_the_methane_europe_has_nine_years_left_of_its_carbon_budget.html, 9 november 2017.

²⁴ <http://road2020.nl/road/planning/>.

²⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/kamerstukken/2017/06/27/kamerbrief-over-stand-van-zaken-ccs-project-road>, 27 juni 2017.

²⁶ <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2016Z09857&did=2016D20394>, 19 mei 2016.

²⁷ <http://www.sernoordnederland.nl/onze-adviezen/ondergrond-kansen-voor-noord-nederland>, 21 maart 2016.

²⁸ http://www.fluxenergie.nl/wp-content/uploads/2016/07/Verslag-Energiedialoog-CCS-03-07-2016_PPS.pdf, 12 juli 2016.

²⁹ <http://www.noordblog.nl/2016/07/15/roep-om-co2-opslag/>, 15 juli 2016.

³⁰ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/kamerstukken/2016/11/11/kamerbrief-over-ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 11 november 2016.

³¹ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/rapporten/2016/11/11/ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 11 november 2016.

³² <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/rapporten/2016/12/07/ea>, 7 december 2016.

³³ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/kamerstukken/2017/01/20/ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 20 januari 2017.

³⁴ <https://www.kabinetformatie2017.nl/documenten/publicaties/2017/10/10/regeerakkoord-vertrouwen-in-de-toekomst>, 10 oktober 2017.

³⁵ https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/havenbedrijf-gasunie-en-ebn-doen-haalbaarheidsstudie-naar-ccs-in-rotterdam?utm_source=twitter&utm_medium=Social&utm_campaign=hbrkanalen, 3 november 2017.

³⁶ <http://www.petrochem.nl/onderzoek-naar-ccs-rotterdam/#.WgAl1aRWibQ.twitter>, 6 november 2017.

³⁷ <https://nos.nl/nieuwsuur/artikel/2201119-ambitieuze-klimaatplannen-rutte-iii-kunnen-niet-rekenen-op-veel-enthousiasme.html>, 3 november 2017.

³⁸ http://www.nlog.nl/resources/Jaarverslag2014/Delfstoffen_Aardwarmte_2014_NL.pdf, 8 juli 2015.

- ³⁹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/nieuws/2015/08/12/kamp-nog-veel-potentieel-bij-gasvelden-onder-noordzee.html>, 12 augustus 2015.
- ⁴⁰ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.
- ⁴¹ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 36.
- ⁴² <https://www.ebn.nl/ebn-over/corporate-governance/>.
- ⁴³ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.
- ⁴⁴ <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2015/10/er-is-een-nieuwe-visie-nodig-op-de-toekomst-van-gas/>, 25 oktober 2015.
- ⁴⁵ <http://www.pbl.nl/nieuws/nieuwsberichten/2016/klimaataakkoord-parijs-vergt-ingrijpend-beleid-in-nederland>, 17 juli 2016.
- ⁴⁶ <https://www.uu.nl/nieuws/kiest-u-maar-koolstofopslag-of-grenzen-aan-de-groei>, 6 februari 2017.
- ⁴⁷ http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2015Z13973&did=2015D28039, 10 juli 2015.
- ⁴⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/begrotingen/2015/09/15/xiii-economische-zaken-rijksbegroting-2016>, 15 september 2015.
- ⁴⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energie rapport-transitie-naar-duurzaam>
- ⁵⁰ <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2016Z09857&did=2016D20394>, 19 mei 2016.
- ⁵¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/06/24/nota-van-wijziging>, 24 juni 2016.
- ⁵² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/10/14/kamerbrief-evaluatie-energieakkoord-en-nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016.
- ⁵³ <https://fd.nl/ondernemen/1173105/aan-eind-van-klimaattop-is-iedereen-tevreden>, 27 oktober 2016.
- ⁵⁴ <http://www.sernoordnederland.nl/onze-adviezen/ondergrond-kansen-voor-noord-nederland>, 21 maart 2016.
- ⁵⁵ http://www.fluxenergie.nl/wp-content/uploads/2016/07/Verslag-Energiedialoog-CCS-03-07-2016_PPS.pdf, 12 juli 2016.
- ⁵⁶ <http://www.groningen-seaports.com/nl-nl/groningenseaports/organisatie/bestuur.aspx>.
- ⁵⁷ <http://www.noordblog.nl/2016/07/15/roep-om-co2-opslag/>, 15 juli 2016.
- ⁵⁸ http://www.provinciegroningen.nl/nc/ps/agenda/_kalender/ibabs/-/-/-/provinciale-staten-01-06-2016/, agendapunt 3c, bijlage 3, pagina 133.
- ⁵⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/rapporten/2016/11/11/ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 11 november 2016.
- ⁶⁰ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/kamerstukken/2016/11/11/kamerbrief-over-ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 11 november 2016.
- ⁶¹ <http://www.co2nramine.nl/verslag-van-gesprek-met-maxime-verhagen/>, 3 februari 2011.
- ⁶² <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/02/03/H109.htm>, 3 februari 2011.
- ⁶³ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>, 14 februari 2011.
- ⁶⁴ <http://www.ica.org/Textbase/nppdf/stud/14/weo2014.pdf>, 12 november 2014, p. 24 en 175.
- ⁶⁵ http://www.nlog.nl/resources/Jaarverslag2014/Delfstoffen_Aardwarmte_2014_NL.pdf, 8 juli 2015.
- ⁶⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/nieuws/2015/08/12/kamp-nog-veel-potentieel-bij-gasvelden-onder-noordzee.html>, 12 augustus 2015.
- ⁶⁷ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.
- ⁶⁸ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 36.
- ⁶⁹ <https://www.ebn.nl/ebn-over/corporate-governance/>.
- ⁷⁰ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.
- ⁷¹ <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/04/co2-opslagproject-barendrecht-van-de-baan.html>, 4 november 2010.
- ⁷² <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.
- ⁷³ <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.
- ⁷⁴ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/02/14/ccs-projecten-in-nederland.html>, 14 februari 2011.
- ⁷⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energie rapport-transitie-naar-duurzaam>, 18 januari 2016.
- ⁷⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-milieu/documenten/rapporten/2016/11/11/ontwerp-structuurvisie-ondergrond>, 11 november 2016.
- ⁷⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2017/10/10/regeerakkoord-2017-vertrouwen-in-de-toekomst>, 10 oktober 2017.
- ⁷⁸ http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-analyse-regeerakkoord-rutte-III-effecten-op-klimaat-en-energie_3009.pdf, 30 oktober 2017.
- ⁷⁹ Provincie Drenthe, “Informatieavonden over CO₂-opslag van start”, persbericht 15 september 2010.
- ⁸⁰ Dagblad van het Noorden, 21 september 2010.
- ⁸¹ Dagblad van het Noorden, 23 september 2010.
- ⁸² Dagblad van het Noorden, 25 september 2010.
- ⁸³ <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>.
- ⁸⁴ <http://www.gic.nl/nieuws/natuur-en-milieu-kabinet-chanteert-discussie-over-co2-opslag>, 6 oktober 2010.

- ⁸⁵ Dagblad Trouw, 6 oktober 2010.
- ⁸⁶ Dagblad van het Noorden, 5 oktober 2010.
- ⁸⁷ <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/04/co2-opslagproject-barendrecht-van-de-baan.html>, 4 november 2010.
- ⁸⁸ <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.
- ⁸⁹ Dagblad van het Noorden, 6 november 2010.
- ⁹⁰ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53500/donderdag-overleg-in-den-haag-over-co2-opslag>, 9 november 2010.
- ⁹¹ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.
- ⁹² <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.
- ⁹³ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53678/cda-drenthe-wil-wisselgeld-als-proef-co2-opslag-doorgaat>, 13 november 2010.
- ⁹⁴ <http://www.gic.nl/nieuws/provincie-groningen-alleen-onder-harde-voorwaarden-praten-over-co>, 18 november 2010.
- ⁹⁵ http://www.rtl.nl/actueel/rtlnieuws/binnenland/components/actueel/rtlnieuws/2010/11_november/17/binnenland/co2_opslag-in-boerakker-afgewezen.xml, 17 november 2010.
- ⁹⁶ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6576967.ece/Raad-Zuidhorn-zet-deur-op-kier-voor-opslag-CO2>, 16 november 2010.
- ⁹⁷ <http://www.dvhn.nl/nieuws/drenthe/article6625478.ece/Aa-en-Hunze-zegt-nee-tegen-opslag-CO2->, 14 december 2010.
- ⁹⁸ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/55488/aa-en-hunze-unaniem-tegen-co2-opslag>, 5 januari 2011.
- ⁹⁹ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6617973.ece>, 9 december 2010.
- ¹⁰⁰ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6628093.ece/Raad-Leek%3A-Geen-keiharde-nee-tegen-CO2-opslag>, 16 december 2010.
- ¹⁰¹ <http://www.binnenlandsbestuur.nl/nieuws/2010/12/noorderlingen-tegen-opslag-co2.568794.lynkx>, 19 december 2010; Dagblad van het Noorden, 18 december 2010.
- ¹⁰² http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/verslagen/kamer_in_het_kort/mijnbouwwet.jsp, 20 januari 2011.
- ¹⁰³ http://vroegevogels.vara.nl/nieuws-item.168.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=356063, 21 januari 2011.
- ¹⁰⁴ <http://www.co2ntramine.nl/verslag-van-gesprek-met-maxime-verhagen/>, 3 februari 2011.
- ¹⁰⁵ http://www.nmfgroningen.nl/MilieufederatieGroningen/Nieuws/KlimaatEnergie/Natuur_en_Milieufederaties_pleiten_voor_terugnemen_van_de_procedure_CO2-opslag.aspx, 3 februari 2011.
- ¹⁰⁶ <http://www.dvhn.nl/nieuws/nederland/article6692599.ece/Snel-besluit-over-CO2-opslag>, 4 februari 2011.
- ¹⁰⁷ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/56815/draagvlak-co2-opslag-in-groningen-helemaal-weg>, 8 februari 2011.
- ¹⁰⁸ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6694414.ece/Groningen%3A-nee-tegen-CO2>, 9 februari 2011.
- ¹⁰⁹ http://www.dvhn.nl/nieuws/economie/eco_algemeen/article6695232.ece/Essent-en-Nuon%3A-geld-voor-CO2-opslag, 11 februari 2011.
- ¹¹⁰ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>,
- ¹¹¹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>, 14 februari 2011.
- ¹¹² <https://hier.nu/klimaatbureau/pagina/publicaties>, 17 maart 2016
- ¹¹³ <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=44735>, Extra onderzoek CO2-opslag Barendrecht openbaar, 29 oktober 2009.
- ¹¹⁴ <http://co2opslag.vrom.nl/pagina.html?id=48247>.
- ¹¹⁵ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/co2-opslag/nieuws/2009/03/20/minister-van-der-hoeven-eu-besluit-is-goed-nieuws.html>, 12 augustus 2010.
- ¹¹⁶ <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=98354>, 10 februari 2011.
- ¹¹⁷ http://www.dvhn.nl/nieuws/economie/eco_algemeen/article6695232.ece/Essent-en-Nuon%3A-geld-voor-CO2-opslag, 11 februari 2011.
- ¹¹⁸ Email Jan van Diepen, woordvoeder ministerie van Economische Zaken, aan Herman Damveld van 24 augustus 2010.
- ¹¹⁹ <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/02/03/H109.htm>, 3 februari 2011.
- ¹²⁰ 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.
- ¹²¹ <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=95206>.
- ¹²² <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=95206>.
- ¹²³ <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.
- ¹²⁴ <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.
- ¹²⁵ [http://www.co2afvangenopslag.nl/pagina.aspx?onderwerp=CCS2-Is CO2-opslag nodig](http://www.co2afvangenopslag.nl/pagina.aspx?onderwerp=CCS2-Is%20CO2-opslag%20nodig)
- ¹²⁶ <http://www.greenpeace.nl/reports/co2-dumpen-daarom-niet>.

- ¹²⁷ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010; http://www.ebn.nl/files/ccs_advice_ebn-gasunie_eng.pdf
- ¹²⁸ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 36.
- ¹²⁹ TNO Bouw en Ondergrond, “Mogelijke locaties voor CO₂-opslag in Noord-Nederland, kenmerk AGE 10-10.027, 20 april 2010. <https://www.rijksoverheid.nl/.../2010/...tno-mogelijke-locaties-voor-co2-....>
- ¹³⁰ <http://www.stichtingborg.nl/waar-en-wanneer/planning-en-proces>.
- ¹³¹¹¹⁵ Nuclear Fuel, 31 januari 1994, p 5 en 6.
- ¹³² <http://www.co2ntramine.nl/wp-content/uploads/2010/11/Basiskennis-opslag-CO2-Herman-Damveld.pdf>.
- ¹³³ DCMR Milieudienst Rijnmond, ‘Integrale Veiligheidsbeoordeling CO₂-opslag Barendrecht’, 28 oktober 2009, p 14.
- ¹³⁴ Commissie Opberging te Land (OPLA), Onderzoek naar de geologische opberging van radioactief afval in Nederland. Eindrapport Aanvullend onderzoek van Fase 1 (1A), (1993).
- ¹³⁵ 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.
- ¹³⁶ Reactie Hans Nyst, dd. 16 januari 2011 in: <http://www.co2ntramine.nl/co2-lekt-in-canada/>
- ¹³⁷ Stichting Borg (samenwerkingsverband bedrijfsleven), “CO₂-opslag in Noord-Nederland”, 2010.
- ¹³⁸ Emails Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ¹³⁹ <http://www.rwe.com/web/cms/nl/1772148/rwe-generation-se/locaties/nederland/eemshavencentrale/>.
- ¹⁴⁰ 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.
- ¹⁴¹ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 37.
- ¹⁴² Email Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ¹⁴³ IEA/Press(07)14, 21 juni 2007.
- ¹⁴⁴ <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.
- ¹⁴⁵ <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2000/03/01/dossier-ccsco2-afvang-en-opslag>, 1 maart 2010.
- ¹⁴⁶ <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2010/04/14/inbreng-wijziging-mijnbouwwet-co2-opslag/#more-12547>, 14 april 2010.
- ¹⁴⁷ [http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN\[1\].pdf](http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN[1].pdf),
- ¹⁴⁸ <http://www.co2-cato.nl>, http://www.co2-cato.nl/cato-download/513/20090917_123325_A_DOWN_TO_EARTH_SOLUTION_Dutch.pdf, 17 september 2009.
- ¹⁴⁹ De RWE-centrale stoot 8 miljoen tot CO₂ per jaar uit; stel dat 80% wordt afgevangen dan komen we tot genoemd resultaat op basis van de bron die hierna genoemd wordt. http://www.co2-cato.nl/cato-download/513/20090917_123325_A_DOWN_TO_EARTH_SOLUTION_Dutch.pdf,
- ¹⁵⁰ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 53.
- ¹⁵¹ www.we-energies.com/ 8 oktober 2009.
- ¹⁵² <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/06/Notitie%20reikwijdte%20en%20detailniveau%20van%20het%20MER%20-%20anoniem.pdf>, CCS Maasvlakte (ROAD-project), Concept-notitie reikwijdte en detailniveau, 10 september 2010, p 28.
- ¹⁵³ <http://www.greenpeace.nl/raw/content/reports/factsheet-vijf-nieuwe-kolence.pdf>
- ¹⁵⁴ <http://www.emissierechten.nl/brinkhorstvergelijkt.htm>, 21 juni 2006.
- ¹⁵⁵ http://www.ecofys.com/files/files/2015-ecofys_ccus-t2013-wp07-d05-v2015.11.16-ccs-position-paper.pdf, 16 november 2015.
- ¹⁵⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energie-rapport-transitie-naar-duurzaam>, 18 januari 2016.
- ¹⁵⁷ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, “CO₂ transport- en opslagstrategie”, april 2010, p 7.
- ¹⁵⁸ <https://www.ebn.nl/ebn-over/corporate-governance/>.
- ¹⁵⁹ <http://www.energiegids.nl/nieuws-details.tiles?doc=/content/energie/nieuws/2010/09/09/MI-CvL.xml>, 9 september 2010.
- ¹⁶⁰ <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoe-groot-is-onze-broeikasgasuitstoot-wat-is-het-doel->
- ¹⁶¹ <http://www.kennislink.nl/publicaties/sleutelen-aan-de-broeikas>, 4 juli 2007.
- ¹⁶² www.provincie.drenthe.nl/.../eindrapport_beleidsvisie_oudergrond.pdf, 24 december 2008.
- ¹⁶³ http://www.relevant.nl/download/attachments/4098922/Brochure_VROM_EZ_CO2_ouder_de_grond.pdf?version=1&modificationDate=1285845724561, oktober 2009.
- ¹⁶⁴ <https://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/196843/global-status-ccs-2015-summary.pdf>, juli 2015.
- ¹⁶⁵ http://www.iea.org/G8/docs/ccs_g8july09.pdf, juli 2009.
- ¹⁶⁶ <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=601>, 21 juli 2010.
- ¹⁶⁷ <https://issuu.com/uniper/docs/feiten-en-cijfers-steenkool?e=23560640/33342190>, pp 30 en 31, april 2016.
- ¹⁶⁸ https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2016/09/CE_Delft_3J22_CO2-reductie_bij_eeen_moderne_kolencentrale_Def.pdf, 27 september 2016.
- ¹⁶⁹ <http://www.eon.nl/zakelijk/energiemarkt/actueel/nieuws/grootschalig-co2-opslagproject-op-noordzee>,
- ¹⁷⁰ <http://www.bnr.nl/programma/bnrduurzaam/568919-1203/noordzee-slaat-11-mln-ton-co2-op>, 19 maart 2012.

- ¹⁷¹ http://www.senternovem.nl/bureau_energieprojecten/opslagprojecten/road_project/index.asp, 20 december 2011.
- ¹⁷² <http://www.betabanen.nl/het-laatste-nieuws-uit/nieuwsbericht.64905.lynkx?id=80741&title=demonstratieproject-co2-opslag&source=WP>, 28 februari 2012.
- ¹⁷³ <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/TNO-studie1.pdf>, Chemie magazine oktober 2011.
- ¹⁷⁴ https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2016/09/CE_Delft_3J22_CO2-reductie_bij_een_moderne_kolencentrale_Def.pdf, 27 september 2016.
- ¹⁷⁵ <http://www.betabanen.nl/het-laatste-nieuws-uit/nieuwsbericht.64905.lynkx?id=80741&title=demonstratieproject-co2-opslag&source=WP>, 28 februari 2012.
- ¹⁷⁶ <http://www.cobouw.nl/artikel/1610006-proef-co2-opslag-bij-kolencentrale>, 9 december 2015.
- ¹⁷⁷ <http://www.volkskrant.nl/economie/broeikasgas-uit-kolen-wordt-ingezet-bij-winning-gas-en-olie-op-noordzee-a4204136/>, 9 december 2015.
- ¹⁷⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/18/energie rapport-transitie-naar-duurzaam>, 18 januari 2016.
- ¹⁷⁹ https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2016/09/CE_Delft_3J22_CO2-reductie_bij_een_moderne_kolencentrale_Def.pdf, 27 september 2016.
- ¹⁸⁰ <http://fd.nl/ondernemen/1110085/co2-opslag-in-nederland-vertraagd>, 5 juli 2016.
- ¹⁸¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/10/14/nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016.
- ¹⁸² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/10/14/kamerbrief-evaluatie-energieakkoord-en-nationale-energieverkenning-2016>, 14 oktober 2016.
- ¹⁸³ <http://www.fluxenergie.nl/wachten-op-toestemming-ccs/>, 4 april 2016; <https://issuu.com/uniper/docs/hub-energyhubwest>, maart 2016.
- ¹⁸⁴ http://www.ecofys.com/files/files/2015-ecofys_ccus-t2013-wp07-d05-v2015.11.16-ccs-position-paper.pdf, 16 november 2015.
- ¹⁸⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/documenten/kamerstukken/2017/06/27/kamerbrief-over-stand-van-zaken-ccs-project-road>, 27 juni 2017.
- ¹⁸⁶ https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/havenbedrijf-gasunie-en-ebn-doen-haalbaarheidsstudie-naar-ccs-in-rotterdam?utm_source=twitter&utm_medium=Social&utm_campaign=hbrkanalen, 3 november 2017.
- ¹⁸⁷ <http://www.greenpeace.nl/2017/Nieuwsberichten/Klimaat--Energie/Factsheet-Kolenexit-in-Nederland/>, 23 juni 2017.
- ¹⁸⁸ <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/TNO-studie1.pdf>, Chemie magazine oktober 2011.
- ¹⁸⁹ <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/TNO-studie1.pdf>, Chemie magazine oktober 2011.