

Basiswissen CO₂-Endlagerung

Text: Herman Damveld

hdamveld@xs4all.nl

Überetzung Christian Ruhser

Groningen, Februar 2012

<http://www.co2ntramine.nl>

Der Niederländische Minister für Wirtschaft, Landwirtschaft und Innovation, Maxime Verhagen, teilte am 3.2.2011 mit, er sei davon überzeugt, die CO₂-Lagerung sei eine notwendige Zwischenlösung, um etwas gegen die Klimaveränderung durch den Treibhauseffekt zu tun.^{1 2}.

Dennoch hat er am 14.2.2011 beschlossen, die Endlagerung im Norden der Niederlande zu streichen³. Um was es dabei ging, wird hier dargestellt. Zu den Fakten wird berichtet, wie diese im Hinblick auf eine sinnvolle Diskussion zu werten sind.

INHALT

- p 2. Einige zusammengefasste Hauptpunkte
- p 3. Einleitung
- p 3. Gebiete für die CO₂-Lagerung
- p 3. Chaotische Beschlussfassung
- p 6. Überhasteter Beschluss auf Grund einer Millionensubvention
- p 6. Die geringste Zahl von Bohrungen bestimmt Gebiete
- p 7. Ausgebeutete Gasfelder sind weder hohl noch leer
- p 7. CO₂ muss über den Ems-Hafen angeliefert werden
- p 7. Geheime Wahl dreier Gebiete für die CO₂-Lagerung
- p 8. Neue Pipeline für den CO₂-Gastransport notwendig
- p 8. Wer will die Endlagerung
- p 9. Die Rentabilität sinkt: Kosten 1,5 Milliarden
- p 9. Nicht alles abscheiden
- p 9. Lagerkapazität beschränkt
- p 10. Sinnvolle gesellschaftliche Diskussion
- p 10. Sonne größte Energiequelle
- p 11. Abhängigkeit von Gas, Kohle und Öl
- p 11. Klimaänderung
- p 11. Klima-Budget 14 Jahre
- p 12. Zunahme Energieverbrauch durch Wirtschaftswachstum
- p 12. Pläne für CO₂-Lagerung seit 1993
- p 13. Lagerung nach Shell
- p 13. Sicherheit unbewiesen
- p 14. Begrenzte Erfahrungen
- p 14. Dauerhaft, besser und billiger
- p 15. Atomkraftwerke keine Lösung

Einige zusammengefasste Hauptpunkte

Drei Endlagerungsorte

Die letzte Regierung hat im Juni 2010 drei Orte für die Lagerung von CO₂ benannt, Boerakker und Sebaldeburen in der Provinz Groningen sowie Eleveld in Drenthe. Die Regierung wollte sich beeilen, um vorgemerkt zu werden für mindestens 180 Mio Euro Subvention der EU.

Regierung gibt die Pläne auf

Am 30. September 2010 erschien die Regierungsvereinbarung von VVD und CDA. Darin heißt es: "Die unterirdische Endlagerung von CO₂ kann erfolgen bei Beachtung strenger Sicherheitsvorschriften und regionaler Beteiligung. Diese Lagerung wird erst dann erfolgen, wenn die Genehmigung für ein neues AKW erteilt ist."

Am 4. November 2010 hat die Regierung die unterirdische Endlagerung von CO₂ in Barendrecht gestoppt, da es dafür keine Akzeptanz gäbe. Minister Verhagen (Wirtschaft, Landwirtschaft, Entwicklung) hatte am 11. November 2010 ein Gespräch mit den Verantwortlichen für die nördlichen Gebiete. Er teilte dabei mit, dass die Endlagerung durchgeführt werden müsste und er in den Norden käme, um seinen Standpunkt zu erklären. Es würde ein Dialog mit den Betroffenen über die Notwendigkeit einer Endlagerung begonnen werden.^{4 5}

Nach einem Besuch im Norden schrieb er dann in einem Brief an die Zweite Kammer des Parlaments: "Ich werde keine Maßnahmen treffen, die eine unnötige Unruhe in der dortigen Bevölkerung verursachen, wenn es wirkliche Alternativen gibt."

Und: "Weil auf Grund des gegenwärtigen Wissens, sicherlich aber auf mittlerer Sicht, eine Lagerung von CO₂ unter der Nordsee möglich sei, habe ich mich entschieden, in der gegenwärtigen Phase der Entwicklung und Anwendung dieser Technik lediglich an Demonstrationsobjekten eine Lagerung unter der Nordsee mit zu arbeiten"⁶. Damit ist die Endlagerung im Norden der Niederlande vom Tisch.

Vom Ems-Hafen via neuer Pipeline

Das endzulagernde CO₂ kommt aus den Kraftwerken, die am Ems-Hafen im Bau sind. Die RWE errichtet bereits die Pulverkühlanlage, Nuon baut ein Gaskraftwerk und will dort später eine Kohlevergasung errichten. Die CO₂- Abscheidung wird noch entwickelt.

Die nächste Stufe ist der Transport vom Ems- Hafen zum ausgebeuteten Gasfeld. In jedem Fall müssen ein oder zwei neue Pipelines verlegt werden. Ob die Kraftwerke ihr CO₂ in die Luft blasen dürfen, falls die Lagerung nicht durchgeführt wird, ist noch nicht klar.

Begrenzte Lagerung möglich

Die Gasfelder in Nord-Niederland können 850 Mio t CO₂ aufnehmen. Diese Menge erreichen auch die drei Kohlekraftwerke, wie RWE sie nun errichtet.

Wirtschaftlichkeit vermindert; Investition 1,5 Mrd

Abscheidung und Lagerung von CO₂ bei einem Kohlekraftwerk bedeutet eine Wirkungsgrad-Verminderung von 12 %. Die Kosten pro KW/h steigen dann um ein Drittel bis 80%. Transport und Lagerung nach den ausgebeuteten Gasfeldern erfordert eine Investition von 1,5 Mrd Euro.

Diskussion, der Voraussetzungen

Die Lagerung von CO₂ wird als Überbrückung zu einer vollständig nachhaltigen Energieversorgung betrachtet. Aber wie lang ist diese Brücke? Handelt es sich um eine verlängerbare Brücke? Die Erfahrung zeigt, dass die Brücke bereits seit 30 Jahren immer weiter ausgefahren wird. Wenn es zur Lagerung von CO₂ kommt, muss es deshalb vorher feststehen, um wie viel es geht und die Lagerung muss im Zeichen eine schnellen Verminderung des Verbrauchs von fossilen Brennstoffen stehen. Eine andere wichtige Voraussetzung ist die finanzielle Gleichwertigkeit der teilnehmenden Gruppen. Die Obrigkeit ist bisher überhaupt nicht auf diese Vorbedingungen für eine sinnvolle Diskussion eingegangen. Das hat den Widerstand gegen die Lagerungspläne verstärkt.

Einleitung

Die Sonne ist unsere wichtigste Energiequelle. Wenn Pflanzen und Bäume wachsen, nehmen sie Sonnenenergie auf. Im Laufe von Millionen Jahren entstanden Erdöl, Erdgas und Kohle aus abgestorbenen Resten von Tieren, Pflanzen und Wäldern. Das Abgestorbene nennt man fossil. Deshalb werden Öl, Erdgas und Kohle als fossile Brennstoffe bezeichnet. Das niederländische Erdgas ist vor etwa hundert Millionen Jahren entstanden. Es handelt sich in der Tat um in frühen Zeiten eingelagerte Sonnenenergie.

Kohlendioxid (CO₂) kommt bei der Verbrennung von Erdgas, Kohle und Öl frei. In den letzten 20 Jahren wurde immer deutlicher, dass das Klima sich verändert. Die Ursache ist die Zunahme der Freisetzung von Treibhausgasen, wie beispielsweise CO₂. Es handelt sich um Gase, die die Strahlung der Sonne und auch der Erde aufnehmen. Die Gase bilden eine Art Schutzmantel um den Erdball: sie sorgen für die Wärmeisolation: den Treibhauseffekt. Um den Schutzmantel etwas dünner zu machen, will die Regierung CO₂ endlagern. Ob es diesen Treibhauseffekt aber tatsächlich gibt, wird noch diskutiert. Auch wenn man daran nicht glaubt, gibt es jedoch gute Gründe, den Verbrauch fossiler Brennstoffe zu vermindern. Weltweit verbrauchen wir dieselbe Menge an fossiler Energie, die in einer Million Jahre entstanden ist und zwar in rasendem Tempo. Der Verbrauch endet, wenn die vor langer Zeit eingelagerte Sonnenenergie verbraucht ist. Die Endlagerung von CO₂ ist deshalb keine nachhaltige Lösung des Energieproblems. Es ist nicht mehr als Flickschusterei, wodurch die Regierung eigentlich betätigt, dass unser Zusammenleben zu viel CO₂ erzeugt. Allein die nachhaltigen Energiequellen wie Sonne und Wind helfen uns weiter.

Orte für die CO₂ Endlagerung

Die Regierung hat im Juni 2010 für die Endlagerung von CO₂ drei Orte ausgewählt: Boerakker und Sebaldeburen in der Provinz Groningen sowie Eleveld in Drenthe. Die Regierung hält die Akzeptanz der Bevölkerung für wichtig und wird deshalb für „Information nach Maß“ sorgen, denn „die Wünsche und Sorgen der Einwohner nehmen wir ernst“, so schrieb die Regierung⁷.

Chaotische Beschlussfassung

Am 15. September 2010 kündigte die Provinz Drenthe eine Zusammenarbeit zwischen den drei nördlichen Provinzen, der Reichsregierung und den drei nördlichen Natur- und Umweltorganisationen an. Die Zusammenarbeit hat zum Ziel, die Bevölkerung gut zu informieren. Die Obrigkeit sorgt für Informationsveranstaltungen und die Natur- und Umweltverbände für den Dialog im Norden unter Leitung von Henk Kroes.⁸

Informationsveranstaltungen gab es dreimal im September 2010. Das „Dagblad van het Noorden“ (Tagesblatt des Nordens) berichtete darüber mit Überschriften wie „Noch kein bisschen klüger. Keine eindeutige Geschichte; keine Diskussion. Enttäuscht wanderten die meisten Zuhörer ab“⁹, „Die veranstalteten CO₂-Abenden können niemand überzeugen; auch der Abend in Tolbert erzeugt vor allem Irritationen bei den Anwohnern“¹⁰; „feige und mutlos;

die Angst regiert beim Ministerium“¹¹.

Die Natur- und Umweltverbände betrachten die CO₂-Endlagerung positiv. Die nördliche Gruppen gegen Endlagerung von Atommüll in Salzstöcken (Zoutkoepeloverleg) beendete am 23 September 2010 mit sofortiger Wirkung die Zusammenarbeit mit den Natur- und Umweltverbänden Drenthe und Groningen. Anlass ist die Aussage der zwei Verbände, dass CO₂-Endlagerung in den nördlichen Gasfeldern angesichts der derzeitigen Regierungspolitik unvermeidlich wird. Das Zoutkoepeloverleg ist damit nicht einverstanden und fürchtet, dass dann auch die Untergrundlagerung von radioaktivem Abfall bei der heutigen Regierungspolitik als unvermeidlich angesehen wird von den Natur- und Umweltverbänden Drenthe und Groningen.¹² Seit dem haben diese Verbände kaum mehr eine Rolle gespielt in der Diskussion. Die Betroffenen stellten Fragen vor allem in Bezug auf die neu errichtete Stiftung Co2ntramine (siehe www.Co2ntramine.nl).

Am 30 September 2010 erschien die Regierungsvereinbarung von VVD und CDA. Darin heisst es: „Um die CO₂-Reduzierung zu realisieren und um weniger abhängig zu werden bei der Energieversorgung besteht Bedarf an mehr Kernenergie.“ Und: „Die Endlagerung von CO₂ kann unterirdisch erfolgen bei Beachtung strenger Sicherheitsregeln und mit Zustimmung der dort ansässigen Bevölkerung. Die Lagerung erfolgt nach Erteilung der Genehmigung für ein neues Kernkraftwerk“.¹³

Die Natur- und Umweltverbände Groningen und Drenthe lehnten eine Koppelung von CO₂ und Kernenergie ab und beendeten den Dialog im Norden¹⁴. Zu gleicher Zeit hat das VROM-Ministerium alle Versammlungen abgesagt, denn: „Wir haben kein gutes Bild darüber, was diese Sätze in der Regierungserklärung bedeuten über die Erfolgssaussichten des Regierungsbeschlusses“.^{15 16}

Am 4. November 2010 entschied die Regierung, die unterirdische Lagerung von CO₂ in Barendrecht nicht weiter zu verfolgen. „Der Stopp in Barendrecht bedeutet nicht das Ende der CO₂-Einlagerung in den Niederlanden. Einlagerung unter dem Meer geschieht bereits und wir sind in einem fortgeschrittenen Stadium für ein neues Projekt im Meer. Danach kam aus dem Norden der Niederlande die Initiative, CO₂ auf dem Festland zu lagern. Ich werde kurzfristig mit den Regierungen der Nord-Niederlande beraten. Anschließend wird überlegt, wie die CO₂-Lagerung im Norden realisiert werden kann.“,so Minister Verhagen vom Wirtschaftsministerium¹⁷. Und: „In der kommenden Zeit werde ich mich mit Volksvertretern und weiteren betroffenen Gruppen in Nord-Niederland an einen Tisch sitzen, um zu besprechen, den Einklang mit der Regierung in Gedanken, wie wir die geplante CO₂-Einlagerung realisieren können.“¹⁸

Daraufhin schlugen die Deputierten Marc Jager (Groningen) und Tanja Klip (Drenthe) vor, mit Verhagen zu sprechen, jedoch die CO₂-Lagerung mit einer neuen Energievereinbarung für Nord-Niederland zu verbinden. Es wird Monate dauern, bis die Verhandlungen darüber beendet sein werden. Auch gibt es die Frage, warum es im Norden sehr wohl eine Akzeptanz für die diese Lagerung gibt. Darüber gab es am 11. November 2010 eine Verhandlung in Den Haag.^{19 20} Minister Verhagen (Wirtschaftsministerium, Landwirtschaft und Innovation) empfing die Abgeordneten Klip-Martin (Drenthe), Jager (Groningen) und Adema (Friesland). Minister Verhagen teilte damals mit, die Lagerung müsse durchgeführt werden. Er sagte, dass es, abgesehen von der Akzeptanz auch noch andere Argumente gäbe, das Projekt in Barendrecht zu beenden. Verhagen wird nach dem Norden kommen und seinen Standpunkt darlegen. Zusätzlich wird es einen Dialog mit Betroffenen im Norden über Nutzen und Notwendigkeit der CO₂-Einlagerung geben.^{21 22} Die CDA der Provinz Drenthe verlangt einen finanziellen Ausgleich, wenn es zur unterirdischen Lagerung von CO₂ in der Provinz kommt. Das CDA-Fraktionsmitglied Greet Seinen sagte das am 13. November im Radiodrenthe-Programm Cassata. Die CDA ist gegen die CO₂-Lagerung, es sei denn, neben Nutzen und

Notwendigkeit würde die Sicherheit deutlich gemacht. Wenn diese zwei Bedingungen erfüllt sind verlangt die CDA als dritte Bedingung die finanzielle Kompensation durch das Reich.²³

Die Provinz Groningen will unter bestimmten Bedingungen mit dem Reich weiter über die CO₂-Einlagerung sprechen. So soll das Reich z.B. erst einmal eine offene gesellschaftliche Diskussion beginnen über Nutzen und Notwendigkeit der unterirdischen Lagerung von CO₂ im Norden. Auch müsse eine neue Vereinbarung mit dem Norden geschlossen werden über konkrete Maßnahmen bezüglich mehr nachhaltiger Energie. Das eine und andere steht bereits in einem Antrag, der am 17. November von einer Mehrheit im Regionalparlament in Groningen angenommen wurde. Danach wird die Provinz erst dann einen Beschluss fassen, wenn ein Dialog mit der Bevölkerung stattgefunden hat. Auch soll es dem Regionalparlament Groningen nach keine Koppelung mehr zwischen der unterirdischen CO₂-Lagerung und dem Bau eines neuen Kernkraftwerks geben.²⁴ Inzwischen wurden von den Gemeinderäten die Lagerung sowohl in Boerakker²⁵ als auch in Grootegast²⁶, und Eleveld^{27 28} abgelehnt. Auch die Gemeinderäte von Veendam²⁹ und Leek³⁰ lehnten die Lagerung ab. Mehr als die Hälfte der Bewohner im Norden ist gegen die CO₂-Lagerung, wie aus einer Enquete des *Dagblad van het Noorden* hervorgeht³¹.

Während einer Debatte in der Zweiten Kammer am 20 Januar 2011 hat es viel Widerstand gegen die CO₂-Lagerung gegeben: „Teuer und gefährlich“ (PVV'er Van Bommel). „Lieber mehr Aufmerksamkeit der Energieeinsparung widmen“ (SP'er Jansen). „Zu teuer, lieber ein gesunder Energiemix“ (VVD'er Leegte). Eine andere Meinung kommt von van Samson (PvdA): „Ein notwendiges Übel“. Verburg (CDA) meint ebenso wie der Minister, dass die Lagerung als Übergang zu nachhaltiger Energie notwendig ist.³² Die unterirdische Lagerung von CO₂ sollte nur dann erfolgen, wenn bewiesen ist, dass dies die effektivste Maßnahme für die Lösung des Kohlenstoffdioxid-Problems ist. Das meinte das Kammer-Mitglied Rene Leegte von der Regierungspartei VVD³³.

Am 3. Februar 2011 besuchte Verhagen den Norden. Egbert Brons und Hanneke Veen führten für die Stiftung Co2ntramine ein Gespräch mit dem Minister. Darin haben sie sich beschwert und beim Minister eine ehrliche Diskussion eingefordert über Nutzen und Notwendigkeit einer CO₂-Lagerung, wobei das Ergebnis nicht von vornherein fest steht. Der erste Schritt zur Wiederherstellung des Vertrauens ist, die drei Versuchsgebiete aus der Diskussion zu nehmen.³⁴ Die Natur- und Umweltverbände Groningen und Drenthe haben im Gespräch mit dem Minister plädiert für einen Stopp der Planungen für die CO₂-Lagerung³⁵. Eine CO₂-Lagerung muss nach Meinung der Natur- und Umweltverbände zu einem „grünen Deal“ passen, eine grüne Vereinbarung. Dabei vergessen sie, dass eine CO₂-Lagerung an sich nichts zu tun hat mit grün oder nachhaltig.

Minister Verhagen ließ am 3. Februar 2011 wissen, „innerhalb einiger Wochen einen Beschluss zu fassen über die CO₂-Lagerung im Norden. Wenn möglich, noch vor den Provinzialwahlen am 2. März.“³⁶ Der Groninger PvdA-Abgeordnete William Moorlag meinte am 8. Februar, dass Minister Verhagen die Diskussion über die Lagerung derart „verpfuscht und verdorben“ hat, dass die Akzeptanz in Groningen nicht mehr gegeben. Als Argument führt Moorlag die seiner Meinung nach schlecht organisierten Zusammenkünfte im September an. Moorlag zufolge kann Verhagen das Projekt nur noch streichen.³⁷ Dabei macht Moorlag einen Fehler: im September 2010 gab es die heutige Regierung noch nicht und Verhagen war Außenminister.

Die CDA schloss sich daraufhin der PvdA an. Die gesamte Provinzregierung von Groningen ist nun gegen die unterirdische CO₂-Lagerung. „Wegen fehlender Akzeptanz, genau wie in

Barendrecht“, sagt der CDA-Abgeordnete Marc Jager. „Wir halten die CO₂-Einbringung in den Untergrund bei Boerakker, Sebaldeburen oder Eleveld für so gut wie ausgeschlossen. Dieses Kabinett wird eine Subventionsanfrage der Energieproduzenten nicht nach Brussel durchgeben“. ³⁸ Doch haben Nuon und RWE die Subventionsanfrage am 10 Februar 2011 an Minister Verhagen gesandt³⁹.

„Das Kabinett wird ein Demonstrationsprojekt zur unterseeischen Lagerung des Treibhausgases CO₂ wählen“. Das schrieb Minister Verhagen am 14. Februar 2011 in einem Brief an die Zweite Kammer: „Wir wollen Maßnahmen gegen die Klimaänderung ergreifen. Die Einlagerung von CO₂ kann eine geeignete Methode sein. Das kann nun unter dem Meer durchgeführt werden. Auf diese Weise verursacht die CO₂-Lagerung keine unnötige Unruhe.“⁴⁰ Minister Verhagen hatte nach seinem Arbeitsbesuch am 3. Februar bereits gesagt, dass die Emotionen und Zweifel im Norden bei einem Beschluss schwer mit wiegen werden.⁴¹ Auffallend ist, dass der Minister in seinem Beschluss überhaupt nicht auf die Fakten eingegangen ist, die ihm aus dem Norden zugetragen worden waren.

Überhasteter Beschluss auf Grund einer Millionensubvention

Die Regierung wollte mit dem Versuch beginnen, kleine Mengen von CO₂ in Barendrecht zu lagern^{42 43}. Danach muss ab 2015 die Lagerung großer Mengen in Betrieb gehen. Die Jahreszahl hängt zusammen mit der Subvention von 180 Millionen⁴⁴ oder 250 Mio allein für die RWE^{45 46}, bis, so die Erwartung, „einige Hundert Millionen Euro“⁴⁷ von der EU. Die Regierung schrieb: „Das Jahr 2015 ist auch wichtig, um EU-Mittel abrufen zu können“. EU-Subventionen kann man nur erhalten, wenn die Lagerung Ende Dezember 2015 in Betrieb geht. Subventionsanfragen bei der EU müssen vor Mai 2011 eingereicht werden.^{48 49} Deshalb hatte es die frühere Regierung eilig. Die heutige Regierung bevorzugt die Kernenergie und „will erst über CO₂-Lagerung sprechen, wenn es eine Zustimmung zum Bau eines neuen KKW gibt. Angesichts dessen, dass dies Jahre dauern kann, werden die Niederlande möglicherweise die EU Subvention verpassen. Der Plan ist dann nicht mehr durchführbar“ sagte Diederik Samson, Mitglied der PvdA-Fraktion in der Zweiten Kammer, am 4. Oktober 2010 in Scheemda.⁵⁰

Doch hat Essent am 11. Februar 2011 einen Subventionsantrag über 250 Mio Euro an das Ministerium für Landwirtschaft, Wirtschaft und Innovation gerichtet.⁵¹

Es ist sehr fraglich, ob die Lagerung bis 2015 machbar ist. Am 20 Januar 2011 erschien ein Bericht des Energieforschungszentrums der Niederlande (ECN). Darin heißt es: „Eine Kombination aus nationaler CO₂-Lagerung, ergänzender finanzieller Unterstützung und verbessertem europäischen Handelssystem kann in 10 Jahren ein großtechnisches Abscheiden des CO₂ bei neuen niederländischen Kohlekraftwerken zustande bringen“. ⁵² Die Kosten der finanziellen Unterstützung betragen für drei Kraftwerke nach diesem Bericht 300 Mio Euro pro Jahr in der Periode 2020 – 2030.⁵³ Insgesamt geht es also um 3 Mrd Euro.

Die geringste Zahl der Bohrlöcher bestimmt die Orte

Die Energieverwaltung der Niederlande (EBN) und die *Gasunie*⁵⁴ nennen in ihrem Bericht von April 2010 die Gasfelder, die ab 2015 für die CO₂-Einlagerung in Frage kommen. Es geht um Annerveen, Bedum, Boerakker, Eleveld, Grootegast, Roden, Sebaldeburen, Ureterp und Zuidwal. Aus diesen Feldern wird heute noch Ergas gefördert. Das Ende der Produktion dort kommt zwischen 2012 (Zuidwal) und 2023 (Eleveld).⁵⁵ Dennoch sind diese Felder für die Endlagerung ab 2015 vorgemerkt.

Die Auswahl der Felder erfolgt auf Rat TNO. Dabei wird auf die Tiefe des Gasfeldes geachtet sowie eventuelle Brüche und die Zahl der Bohrungen betrachtet. Die Felder mit der geringsten Anzahl an Bohrungen sind laut TNO am besten geeignet. Sowohl bei Eleveld als auch bei Sebaldeburen gibt es zwei Bohrungen, bei Boerakker deren drei. Die übrigen Gasfelder haben mehr, bei Annerveen sind es 25.⁵⁶

Ausgebeutete Gasfelder sind weder hohl noch leer

Meist geht es um Lagerung von CO₂ in „leeren Gasfeldern“. Tatsächlich befindet sich das Gas in porösem Sandstein, in kleinen Bläschen im Sand. Die Bläschen machen vom Gesamtvolumen nur ein paar Prozent aus. Wenn das Gas herausgeholt wurde, kann Wasser an seine Stelle treten. Infolge der großen Tiefe (2500 m und mehr) muss man wegen der Hydrostatik mit einem Druck von mindestens 300 Bar rechnen. Weil CO₂ beim Injizieren in den Untergrund das Wasser verdrängen muss, ist ein sehr hoher Überdruck notwendig. Dazu ist viel Energie aufzuwenden, wodurch wiederum Kohlendioxid erzeugt wird. Es erscheint zweckmäßig, bei allen Planungen eine CO₂-Bilanz zu berücksichtigen.⁵⁷

CO₂ muss aus dem Ems-Hafen kommen

Das endzulagernde CO₂ kommt aus den im Bau befindlichen Kraftwerken am Ems-Hafen. RWE errichtet bereits ein Kohlenpulver-Kraftwerk. Nuon baut nun ein Gaskraftwerk und will dann später einen Kohlenvergaser daneben bauen. „Nuon untersucht bei diesem Werk im Augenblick die Machbarkeit einer großtechnischen Abscheidung von CO₂⁵⁸“. RWE studiert die Möglichkeiten, bei einem Kohlekraftwerk „CO₂ großtechnisch abzuscheiden und zu lagern.“⁵⁹. Somit wird die CO₂-Abscheidung noch erforscht.

Steffart Buijs, Wortführer der Borg-Stiftung⁶⁰ (Verband der Energiebetriebe im Norden) verweist auf ein Gesetz der EU von 2009, ein Gesetz, das die Niederländische Regierung übernommen hat: „In der europäischen Richtlinie 2009/31/EG steht, dass neue Kohlekraftwerke vorbereitet sein müssen, CO₂ abzuscheiden. Es ist nicht mehr vorstellbar, dass noch Kohlekraftwerke ohne diese Einrichtung gebaut werden. Sicher ist wohl, dass das Werk von RWE darauf vorbereitet ist. Für Nuon Magnum gilt dasselbe.

Das ganze Konzept der Kraftwerke basiert darauf. An den Firmen wird es nicht scheitern. Wenn die Behörde es will und die Randbedingungen entsprechend regelt, dann wird die Industrie das CO₂ abscheiden. Es ist jedoch nicht sicher, dass die Abscheidung auch tatsächlich 2015 in Betrieb gehen wird.“⁶¹ Buijs fügt hinzu: „Es werden beispielsweise noch Gesetze vorbereitet, in denen z.B. geregelt wird, wer für das gelagerte CO₂ verantwortlich ist. Da liegt noch ein Antrag von Vendrik, über den die Kammer noch sprechen muss. Es gibt weiterhin technische Sachen, die noch geregelt werden müssen. Und dann haben wir noch das Subventionsprojekt. Sicherheit darüber gibt es in der Tat noch nicht.“

Die Kosten der Investition im Falle des 1200 Megawatt Nuon-Kraftwerks haben inzwischen 1,8 Mrd erreicht, das sind 300 Mio mehr als ursprünglich geplant⁶².

In einer am 30. August 2010 erschienenen Studie im Auftrag der deutschen Regierung wird übrigens davon ausgegangen, dass die Technik für die Abscheidung von CO₂ nicht vor dem Jahr 2025 reif für die Anwendung in Kohlekraftwerken ist⁶³.

Geheime Wahl aus den drei Orten für die CO₂ Endlagerung

Die Behörden haben für die Lagerung von CO₂ drei Orte ausgewählt. Davon soll letztendlich ein Ort bestimmt werden. Die Frage ist dann, wer führt dies durch und auf Grund welcher Kriterien? Sind die Kriterien vorab festgelegt worden oder werden sie an die Situation angepasst? Was steht darüber in den Akten?

Eigentlich das einzige, das ich darüber finden konnte, ist eine Broschüre der Borg-Stiftung, dem Zusammenarbeits-Verband von RWE, Nuon, Gasunie und Groningen Seaports. Darin steht: „Es sollen nun durch verschiedene Parteien ergänzende Untersuchungen durchgeführt werden, welche Gasfelder als erste für die CO₂-Einlagerung geeignet sind“. Nach Borg ist dabei wichtig, wie viel Gas im Feld noch vorhanden ist, welche Eigenschaften das Feld hat und wie die Förderanlagen und -methoden aussehen. Borg stellt fest: „Sobald Klarheit über

ein Gasfeld besteht, das zur Auswahl steht, wird hierüber kommuniziert.“ Nach Borg geschieht dies Ende 2011.

So hängt dies also zusammen. Die Bevölkerung mag an Informationsabenden über die CO₂-Einlagerung teilnehmen, hat jedoch keinerlei Einfluss auf die Wahl des „gewinnenden“ Standorts. Und es wird auch nicht deutlich, wie gewichtig die unterschiedlichen Kriterien sind. Die Wahl findet hinter verschlossenen Türen statt. Die Bevölkerung hört davon erst, wenn die Auswahl bereits getroffen ist.

Meine Kenntnis der weltweiten Diskussion über die Endlagerung von Atomabfall lehrt, dass der örtliche Widerstand immer großen Einfluss auf die Standortwahl hatte. Der Ort, mit dem anfangs geringsten Widerstand schien besonders für die Endlagerung geeignet zu sein. Später trat das Gegenteil ein, manchmal mit dramatischen Folgen. So gab es in Frankreich einen Bürgermeister, der glaubte, seine Bürger seien mit der Lagerung von Atomabfall einverstanden. Als sich dann doch Widerstand regte, fühlte er sich derart unglücklich, dass er Suizid verübte. So etwas sollten wir hier im Norden nicht wollen. Wir müssen vorher genau wissen, auf welche Weise der Standort ausgewählt wird. Zum Glück hat die Regierung deshalb die Planung auch zurückgezogen.

Dass es auch anders geht, zeigen neuere Entwicklungen in den USA. Das *National Energy Technology Laboratory* hat im Auftrag des Energieministeriums einen Leitfaden über CO₂-Lagerung herausgegeben. Dabei geht es um die Frage, wie man zu einer Auswahl kommen kann oder kommen muss. Dieser Leitfaden gilt für alle Beteiligten, auch für die Bevölkerung.⁶⁴ Auf diese Weise erhält die Bevölkerung Kenntnis und Mitsprachemöglichkeit bei allen Stufen der Auswahl von Standorten für die Lagerung von CO₂.

Neue Pipeline notwendig für den CO₂-Transport

Man stelle sich vor die CO₂ abscheidung gelingt. Der dann folgende Vorgang ist der Transport vom Ems-Hafen zum leeren Gasfeld. EBN und Gasunie sagen in ihrem Bericht, dass auf jeden Fall zwei neue Gas-Pipelines verlegt werden müssen und erarbeiteten einen Entwurf. Ab dem Ems-Hafen führt die neue Leitung zuerst nach Groningen. Danach geht es westlich nach Sebaldeburen oder südlich nach Eleveld⁶⁵. Auf dieser Basis kann man folgern, dass die Leitung durch die Gemeindegebiete Delfzijl, Eemsmond, Loppersum, Ten Boer, Bedum, Grootegast, Zuidhorn, Slochteren, Menterwolde, Veendam Pekela, Borger-Odoorn und Aa en Hunze geht.

Steffart Buijs, Wortführer der Stiftung Borg, erklärt: „Zur Zeit wird noch gerechnet am spezifischen Fall von Nord-Niederland und es ist noch nicht klar, wie alles einmal aussehen wird. Wann die Arbeit mit dem Leitungsbau beginnt, ist auch noch nicht bekannt. Das ist unter anderem abhängig vom Start der MER-Prozedur, ab wann Umweltgenehmigungen vergeben werden, aber auch von der Subventionslage (ob es Subventionen geben wird) und von Änderungen des Bergbaugesetzes. Um es einmal zu sagen: wir befinden uns noch sehr früh im Prozess. Ich möchte ja auch gern, dass schon mehr Dinge deutlich sind, das ist aber noch nicht der Fall“⁶⁶.

Kurzum, ob die neuen Leitungen 2015 schon fertig sind, ist noch unklar. Auch weiß man noch nicht, wo die Leitungen genau liegen werden und wer die Kosten für die Verlegung bezahlt.

Wer will die Lagerung?

Vertreter der Industrie, ein Teil der Umweltbewegung, die Wissenschaft und die Obrigkeit (unter anderen die Stiftung Natur und Umwelt, Shell Niederlande und die Provinz Groningen) sagen: „CO₂-Abscheidung und -Lagerung ist eine Zwischenlösung für die kommenden 50 bis 60 Jahre. Durch die Einlagerung von CO₂ kann sich der Ausstoß ziemlich stark verringern. Wenn bis zum Ende dieses Jahrhunderts immer weniger fossile Brennstoffe verbraucht werden, werden CO₂-Abscheidung und -Lagerung nicht mehr erforderlich sein. Das

eingelagerte CO₂ wird selbstverständlich eingelagert bleiben. CO₂-Einlagerung ist nicht überall möglich, aber gerade in den Niederlanden ginge das sehr gut.“⁶⁷. Die Natur- und Umweltverbände Groningen und Drenthe sind für die Lagerung unter bestimmten, sehr vagen, Bedingungen. Co₂namine⁶⁸ und Greenpeace widersetzen sich⁶⁹.

Wirkungsgrad sinkt; Kosten 1,5 Mrd

Aus einem wichtigen Bericht der Internationalen Energieagentur (IEA) in Paris vom Juni 2007⁷⁰, geht beispielsweise hervor, dass der elektrische Wirkungsgrad eines Kohlekraftwerks sich durch die CO₂-Abscheidung und -Lagerung vermindert. Die Shell nennt eine Verminderung von 43% auf 33%, also um 10 %. Der IEA-Bericht gibt eine detaillierte Übersicht des Energieverlustes infolge der Abscheidung und Lagerung von CO₂. Bei den Kohlkraftwerken, die nun nach dem neuesten Stand der Technik errichtet werden, beträgt demnach der Wirkungsgradverlust 12 %. Die Kosten je Kilowatt steigen dann allerdings um ein Drittel, möglicherweise sogar um 80%⁷¹.

Anders ausgedrückt mit den Worten von Paulus Jansen von der SP-Fraktion in der Zweiten Kammer, kosten Abscheidung und Lagerung von CO₂ 25 % zusätzliche Energie⁷². Er nennt die CO₂-Lagerung eine Technik, „die vergleichbar ist mit Wasser zum Meer tragen.“⁷³ Um CO₂ von vier Kohlekraftwerken abzuscheiden und zu lagern, verliert man soviel Energie, das man tatsächlich ein fünftes Kraftwerk zusätzlich errichten müsste⁷⁴.

Die Abscheidung kostet 25 bis 60 Euro pro Tonne CO₂⁷⁵. Beim RWE-Kraftwerk geht es damit um 160 bis 320 Mio Euro pro Jahr⁷⁶. EBN und Gasunie haben berechnet, dass der Transport vom Kraftwerk zum Gaslager in ihrem Grundszenario bis 2050 etwa 750 Mio Euro kosten wird. Hinzu kommt die Lagerung mit 780 bis 820 Mio⁷⁷, insgesamt also 1530 bis 1570 Mio Euro für Transport und Lagerung.

Nicht alles abscheiden

In der Praxis ist es nicht möglich, das gesamte CO₂ abzuabscheiden. 2009 meldete eine amerikanische Firma stolz einen Rekord von 90 %⁷⁸.

Ein mittleres Kohlekraftwerk von 1000 MW stößt jährlich 5,2 Mio Tonnen CO₂ aus.

Mit der erwähnten Rekord-Abscheidung würden immer noch eine Halbe Million Tonnen CO₂ freigesetzt, während 4,7 Mio t eingelagert werden. Das im Bau befindliche RWE-Kraftwerk stößt übrigens jährlich 8 Mio t CO₂ aus⁷⁹.

Zum Vergleich: Ein Gaskraftwerk vergleichbarer Größe stößt 2,4 Mio t CO₂ pro Jahr aus.⁸⁰

Lagerkapazität begrenzt

Michiel Beeldman vom Energieforschungs-Zentrum der Niederlande (ECN) in Petten rechnete 1998 vor, dass im niederländischen Untergrund etwa eine Mrd t CO₂ eingelagert werden können. Später wurde bekannt, dass unter dem niederländischen Seeboden auch Platz für 1 Mrd t ist. Somit könnten zwei Mrd t von ausgebeuteten Gasfeldern aufgenommen werden.⁸¹

Die Energiebehörde Niederlande (EBN) und die Gasunie berechneten nach ihrem Bericht von April 2010, dass die Lagerkapazität in West-Niederland 1160 Mio t auf See und 110 Mio t auf dem Festland beträgt. Im Norden der Niederlande geht es bei den ausgebeuteten Gasfeldern um 850 Mio t.⁸² Von einem mittleren Kohlekraftwerk, das 40 Jahre in Betrieb ist, würde, falls die Pläne verwirklicht sollten, insgesamt 188 Mio t CO₂ eingelagert. Bei 10 solchen Kraftwerken geht es also um 1,88 Mrd t. Die maximale Lagerkapazität wäre dann fast ganz erreicht.

Angewandt auf die Gasfelder im Norden der Niederlande: Dort kann das CO₂ von etwa fünf mittleren Kohlekraftwerken eingelagert werden; dann erreichen wir 850 Mio t. Die Lagerkapazität erreichen wir auch bei drei Kohlekraftwerken des von RWE jetzt errichteten Typs. Dafür müssen wir wohl jeweils Rohrleitungen zu anderen Feldern verlegen. Zum Vergleich: Der Ausstoß von CO₂ in den Niederlanden im Jahre 2009 betrug 170 Mio t⁸³.

Die Einlagerung von CO₂ kann in den kommenden Jahren deshalb nicht mehr als eine zeitlich befristete Maßnahme für eine begrenzte Zahl von Kraftwerken darstellen. Etwa 2050 wird das große Erdgasfeld Slochteren ausgebeutet sein; dann haben wir eine völlig andere Situation. Die Klimaaufgaben müssen wir dann schon lange erledigt haben. Wenn wir danach noch Erdgas benötigen, muss es aus dem Ausland kommen.

Im leeren Gasfeld Slochteren kann sehr viel mehr CO₂ eingelagert werden als in den kleineren Gasfeldern, stellt ein Zusammenarbeitsverband von Gasunie, Energy Valley, das ECN und die Stiftung Natur und Umwelt (Plattform Neues Gas) fest. „Die Niederlande werden sich nicht allein für Erdgas zum Umschlagplatz von Nordwesteuropa entwickeln, sondern auch für CO₂, und zwar wegen der zentralen Lage, der hohen und örtlich konzentrierten CO₂-Produktion sowie der Transport- und Lagermöglichkeiten der stillgelegten Ergas-Infrastruktur.“ In Slochteren ist Platz für 7,3 Mrd t CO₂^{84 85 86}.

Sinnvolle gesellschaftliche Diskussion

Die Obrigkeit, die Wirtschaft und die Stiftung Natur und Umwelt wollen die gesellschaftliche Diskussion über die CO₂-Einlagerung. Es ist gleichwohl die Frage, ob diese Organisationen geeignet sind, eine solche Diskussion zu organisieren. Denn diese haben bereits Partei genommen und die Obrigkeit hat bereits Örtlichkeiten ausgesucht. Dasselbe gilt für die Organisationen, die gegen die Einlagerung sind.

Aus der jahrelangen Erfahrung mit der weltweiten Diskussion über die Endlagerung von Atomabfall^{87 88} können wir einige Randbedingungen für eine sinnvolle gesellschaftliche Diskussion ableiten.

- Zu Beginn einer Diskussion müssen die Schlussfolgerungen offen sein. Eine Diskussion von bereits gefassten Beschlüssen hat wenig Bedeutung.

- Behörden sind keine geeigneten Instanzen, solche Diskussionen zu organisieren und zwar weil die Behörden in der Vergangenheit bereits deutlich Partei genommen haben. Dasselbe gilt für andere Organisationen, die sich bereits auf einen Standpunkt festgelegt hatten.

Diejenigen, die kritisch der Einlagerung gegenüberstehen, müssen die Mittel erhalten, ihren Standpunkt weiter unterbauen zu können. Finanziell darf es keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen geben.

Die Diskussion sollte von einer unabhängigen Instanz organisiert werden. Eine praktische Lösung könnte sein, dass eine Organisation den eigenen Standpunkt zurück hält, an der Diskussion selbst nicht teilnimmt, wohl jedoch alle Parteien zusammenführt zu einer gleichgewichtigen gesellschaftlichen Debatte.

Sonne als Quelle der größten Energiemenge

CO₂ kommt frei bei der Verbrennung von Erdgas, Kohle und Erdöl. Das sind die sog. fossilen Brennstoffe, die auch in den Niederlanden am meisten verwendet werden. Die Sonne ist die eigentliche Quelle fast der gesamten Energie. Es gab in der Weltgeschichte lange Perioden, während denen große Teile der Welt bewaldet waren. Später starben die Bäume ab und wurden mit Erde bedeckt. Nach fast unermesslich langer Zeit wurde das Holz in Steinkohle umgewandelt. In vergleichbarer Weise entstanden im Laufe von Millionen Jahren Erdöl und Erdgas aus Pflanzen und gestorbenen Lebewesen. Etwas, das abgestorben ist, nennt man fossil; deshalb „fossile“ Brennstoffe. Das niederländische Erdgas ist vor ungefähr 100 Millionen Jahren entstanden.⁸⁹

Weltweit verbrauchen wir derzeit in einem Jahr die fossile Energie, die sich in einer Million Jahre gebildet hat. In rasendem Tempo verbrauchen wir diese Energie. Im World Energy Outlook der Internationalen Energie Agentur in Paris, erschienen am 9. November 2010, finden sich Statistiken über die nachgewiesenen Vorräte von Öl, Erdgas und Kohle⁹⁰. Danach beträgt der Ölvorrat das 46-fache des heutigen weltweiten Verbrauchs, bei Erdgas das 60-

fache und bei Kohle das 150-fache. Die IEA erwartet eine Steigerung des Weltenergieverbrauchs von 35 % zwischen jetzt und 2035. Während etwa vom Jahre 1800 an bis heute 32% der Gesamtvorräte verbraucht wurden, wird es bis 2035 die Hälfte sein⁹¹. Früher oder später findet also der Verbrauch fossiler Energie als in ferner Vergangenheit eingelagerter Sonnenenergie ein Ende.

Abhängigkeit von Gas, Kohle und Öl

1980, kurz nach der Ölkrise von 1979 kamen 98,2 % der in den Niederlanden verbrauchten Energie aus fossilen Brennstoffen, 1,4 % aus Kernenergie, derweil 0,4 % aus erneuerbaren Quellen stammten⁹². Damals erschien „Das vergessene Szenario, weniger Energie, dennoch Wohlfahrt“ von Theo Potma, worin der Autor präzise beschrieb, wie die Niederlande auf Energie aus erneuerbaren Quellen umschalten könnten. Daraus ist jedoch wenig geworden: Regierung und Wirtschaft wollten es nicht. Strom aus erneuerbaren Quellen liefert z.Zt. 3,8 % des Gesamtenergieverbrauchs, Atomenergie 2,5 %⁹³. In den Niederlanden kommt somit 93,7 % der Energie aus fossilen Quellen, nicht viel weniger als 1980. Daher die Pläne für die CO₂-Einlagerung.

Klimaänderung

Während der vergangenen 20 Jahre wurde es wahrscheinlicher, dass sich das Klima ändert. Die Ursache dürfte der Ausstoß von Treibhausgasen wie CO₂ sein. Das sind Gase, die Strahlung von Sonne und Erde absorbieren. Diese Gase bilden eine Art Decke um die Erde, sie sorgen für Wärmeisolation. An der Außenseite der Atmosphäre, also Richtung Sonne, ist es kalt. An der Innenseite, Richtung Erde, ist es warm. Dadurch ist es auf der Erde wärmer als ohne Treibhausgase. Gäbe es gar keine Treibhausgase, könnte die Temperatur es auf der Erde etwa minus 18 ° C kalt sein. Indem die Treibhausgase in der Atmosphäre zunehmen, wird die „Decke“ scheinbar dicker. Die Erde gibt dann weniger Wärme ab; das nennen wir dann „Treibhauseffekt“, der die Klimaänderung verursacht. Um etwas gegen die Klimaänderung zu tun, gibt es die Absicht, das Treibhausgas CO₂ abzuscheiden und im Untergrund einzulagern.

Klimabudget: CO₂-Ausstoß stößt in 14 Jahren an Grenzen

Die Klimapolitik der westlichen Regierungen geht davon aus, dass die mittlere Temperatur auf der Erde steigen wird. Wenn die Temperatur um nicht mehr als 2 Grad steigt, so findet man das in Ordnung.

In verschiedenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen findet man Berechnungen darüber, wie viel vom Treibhausgas CO₂ ausgestoßen werden darf, damit zwei Grad nicht überschritten werden^{94 95 96 97}. Die Schlussfolgerung in den Studien lautet: Zwischen 2000 und 2050 dürfen höchstens 1000 Mrd t CO₂ in die Luft entlassen werden. Von 2000 bis jetzt wurden weltweit bereits 300 der genannten Tausend t CO₂ „produziert“. Das Klimabudget umfasst also noch 700 Mrd t.

Wann werden wir das Klimabudget aufgebraucht haben? Für die Berechnungen benötigt man komplizierte Modelle, die allesamt nur unsichere Ergebnisse erwarten lassen. Folgt man den günstigsten Annahmen, so haben wir bis 2024 – somit in 14 Jahren – die 700 Md t aufgebraucht. Auch dann besteht noch eine Gefahr von 20 %, dass die Temperatur auf der Erde um mehr als 2 Grad ansteigt.

Gehen wir vom Klimabudget aus. In 14 Jahren sind etwa 40% aller Öl-, Ergas- und Kohlevorräte aufgebraucht: 60% bleiben dann noch im Untergrund, weil wir nicht wollen, dass sich das Klima stark verändert. Und das hat ernste Folgen für Betriebe, die fossile Brennstoffe gewinnen und transportieren: sie müssen die Produktion einstellen, falls wir das Klimaproblem ernst nehmen. Die Anteile solche Firmen werden stark fallen da sie stark im Aktienmarkt vertreten sind. Wenn die Kurse solcher Firmen fallen, geht damit der weltweite

Aktienmarkt nach unten. Auch deshalb ist es bereits jetzt besser, in erneuerbare Energie zu investieren.

Steigender Energieverbrauch durch wachsende Wirtschaft

Die Diskussion über die Einlagerung von CO₂ sehen wir vor dem folgenden Hintergrund. Wir leben in einer Wirtschaftswelt, die gekennzeichnet ist durch partikulares Eigentum von Produktionsmitteln (Maschinen, Fabriken, Grund und Boden). Die zentralen Aufgaben sind wirtschaftliches Wachstum und Gewinnerzielung. Dieses Gewinnstreben ist der wichtigste Mechanismus der heutigen Ökonomie und die Grundmotivation des größten Teils der Wirtschaft. Sollen Gewinne von Firmen nicht einhergehen mit gleich hohen Verlusten anderer, dann muss die Wirtschaft insgesamt wachsen. Für den finanziellen Gewinn ist ein hoher und zunehmender Konsum entscheidend. Je größer das wirtschaftliche Wachstum ist, desto mehr Energie wird benötigt, so lehrt die Geschichte. Es ist wirklich etwas seltsam mit dem anhaltenden Verbrauch an fossilen Brennstoffen und Uran. Wirtschaftliches Wachstum fällt zusammen mit dem Wachstum des Energieverbrauchs. Die Niederlande stehen an der Spitze bei der Steigerung des Verbrauchs von endlichen und laufend knapper werdenden (und deshalb teureren) werdenden Energiequellen wie Gas, Kohle und Kernenergie aus Uran. Früher oder später geht das nicht mehr.

Pläne für CO₂-Einlagerung bereits seit 1993

Um etwas gegen die nachteiligen Folgen des Verbrauchs fossiler Brennstoffe zu tun, dachte die Regierung bereits seit 1993 an das Abscheiden und unterirdische Lagern von CO₂. 1993 veröffentlichte die CDA-PvdA-Regierung den zweiten Strukturbericht Elektrizitätsversorgung (SEV), in welchem die Lagerungspläne diskutiert wurden. Die Regierung zog dabei Berichte von Shell und vom Reichgeologischen Dienst (RGD) bei.

Der RGD hat 1997 einen Bericht herausgebracht „Inventarisierung der Möglichkeiten einer CO₂-Einlagerung im niederländischen Untergrund“. (Der RGD ist nun integriert in die TNO)

Die RGD hat vier Möglichkeiten untersucht: (ausgebeutete) Gasfelder, Ölfelder, Salzkavernen und Wasser führende Sedimentlagen (Aquifer). Ein Gebiet von 50 km Radius um den Ems-Hafen, IJmond und Rotterdam wurde betrachtet. Ausgangspunkt war eine Kapazität von mindestens zehn Millionen t CO₂ für den einzelnen Aufnahmeplatz.

Die Ölfelder sind nicht groß genug. Eine Lagerung in Hohlräumen von Salzstöcken (sog. Salzkavernen) ist „nicht realistisch angesichts des erforderlichen Raumbedarfs im einzelnen Salzvorkommen“ stellt die RGD fest. „Zweifel bestehen über die Langzeit-Stabilität der Hohlräume. Es wurde festgestellt, dass Salzkavernen dazu neigen, trotz ihres Innendrucks infolge des „Fließens“ des Salzes zusammengedrückt zu werden. Auch wenn Maßnahmen ergriffen werden, den Innendruck konstant zu halten, z.B. durch Ablassen des Drucks, wird sich in der Kaverne dennoch im Laufe der Zeit, ein so hoher Druck aufbauen, das eine Gefahr für die Stabilität und Integrität entsteht“. Deshalb sieht die RDG von Salz ab. Übrigens bleiben Fragen unbeantwortet, wie eine Druckentlastung eingebaut wird und wie man das technisch verstehen muss

Somit verbleibt allein die Lagerung in (ausgebeuteten) Gasfeldern und in Wasser führenden Schichten. Die RGD hat Zweifel an einer Lagerung in solchen Schichten. Es bleiben dann nur die Gasfelder übrig. Die Ansicht wird auch geteilt von der Energieverwaltung der Niederlande (EBN) und von der Gasunie in ihrem Bericht „CO₂-Transport- und Einlagerungs- Strategie“ von April 2010.

Die RGD schreibt, das es 43 nachgewiesene Ergasfelder sind. Eine begrenzte Zahl davon hat eine ausreichende Größe. 2010 werden sieben geeignete Erdgasfelder zur Verfügung stehen, mit einer Lagerungskapazität von 105 Mio t CO₂.

Wie die Einlagerung laut Shell vor sich gehen soll.

Auf Bitte des Umweltministers hat Shell 1993 eine „Möglichkeitsstudie“ zur technischen Machbarkeit herausgebracht. Das frei werdende CO₂ wird abgeschieden. Da es ein Gas ist, ist der Transport schwierig. Aus diesem Grunde wird es komprimiert. Das erfordert relativ viel Energie. Dann wird das Gas durch eine Pipeline nach den Gasfeldern gefördert. Die Shell nimmt an, dass der Abstand zwischen den Kraftwerken und den Erdgasfeldern höchstens 200, vorzugsweise nicht mehr als 100 km beträgt. Um Rosten der Rohre zu verhindern muss das CO₂ getrocknet werden. Das erfolgt in vier Stufen, zugleich mit dem Komprimieren. Die Lagerung selbst erfolgt am günstigsten in einer Tiefe von 800 bis 1000 m. Hier gibt es möglicherweise einen Vorteil: Das CO₂ könnte Erdgas verdrängen und auf diese Weise die Erdgasgewinnung einfacher machen. Andererseits weist Shell auf einen ernsten Nachteil hin: CO₂ könnte sich mit Erdgas vermischen, so dass das CO₂ wieder mit aus dem Gasfeld kommt.

Sicherheit unbewiesen

Bevor die Einlagerung beginnen kann, müssen noch verschiedene technische Unsicherheiten geklärt werden, teilte der Reichs-Geologische Dienst (RGD) mit. Es kann möglich sein, dass mehr Injektionspunkte nötig sein werde, um eine bestimmte Injektionsgeschwindigkeit sicherstellen zu können. Das erhöht die Kosten. Man könnte auch den Druck erhöhen; das aber erhöht die Gefahr von Schwingungen im Untergrund. Auch kann der Überdruck im Untergrund Wasser verdrängen und auch dadurch Erdschwingungen verursachen.

Das CO₂ könnte dadurch wieder an die Erdoberfläche kommen. Die RGD rechnet vor, dass in der ungünstigsten Situation das „leckende“ CO₂ im Laufe von 1,8 Jahren aus einer Tiefe von 1000 m an die Erdoberfläche strömen könnte. In der für die Niederlande repräsentativen Situation würde es 5000 Jahre dauern, meint die RGD. Andere Berechnungen sind uns nicht bekannt. Allerdings hat DCMR Umweltdienst Rijnmond im Oktober 2009 einen Bericht veröffentlicht über die Risiken der Untergrundlagerung bei Barendrecht. Danach könne allein über die Bohrlöcher in kurzer Zeit eine ansehnliche Menge CO₂ an die Oberfläche geraten. Die Gefahr ist nach Meinung der DCMR jedoch gering, weil die Bohröffnungen mit Pfropfen verschlossen werden. Einige Zeit soll dann beobachtet werden, ob die Pfropfen tatsächlich wirksam sind..

Auch wird der Wirtschaftsminister „Bedingungen und Einschränkungen erlassen“ um sicherzustellen, dass der Abschluss wirksam ist.⁹⁸ Die DCMR macht jedoch keine Angaben darüber, was eine geringe Gefahr ist, wie viel CO₂ frei kommt und wann das passieren könnte.

Die Berechnungen über die Langzeitsicherheit erfolgen mit Hilfe von Rechenmodellen. Die Erfahrungen aus der Diskussion über die Endlagerung von radioaktiven Abfällen lehren uns, dass Rechenmodelle nicht immer Vertrauen verdienen. Als Beispiel sei ein Bericht der durch die Obrigkeit eingerichteten Kommission über die Lagerung von Atomabfall (OPLA)⁹⁹ : erwähnt. Die Ergebnisse von Modellrechnungen hängen vom verwendeten Modell ab sowie von den persönlichen Erfahrungen der Modellentwickler, die oft selbst keine fundamentalen Kenntnisse über das Subjekt haben. Die OPLA ging auch auf die Frage ein, wann nachgewiesen ist, dass ein Modell geeignet ist, obwohl es „validiert“ ist, und kommt zum Schluss, dass dies nur erreicht werden kann durch Vergleichen der Modellvoraussagen mit realen Feldergebnissen: „dieser Prozess muss über lange Zeit erfolgen (z.B. 30 – 50 % der Simulationsperiode), bevor das Modell wirklich als „validiert“ betrachtet werden kann. Das wäre sicherlich ein „ideales“ Verfahren. In der Praxis, und sicherlich im Laufe von Sicherheitsstudien, in denen die geohydrologischen Modelle für Voraussagen von zig-Tausenden von Jahren benötigt werden, kann diese Art der Validierung nicht angewandt werden.“¹⁰⁰ Man müsste über Tausende von

Jahren Untersuchungen durchführen, bevor man Aussagen über die Zuverlässigkeit der Modelle machen könnte. Ob die Endlagerung von Atomabfall oder auch von CO₂ über lange Zeit sicher ist, kann deshalb tatsächlich heute nicht bewiesen werden.

Begrenzte Erfahrungen

Die Erfahrungen mit der Abscheidung, dem Transport und der Lagerung von CO₂ sind begrenzt. Die Nuon hat am 9 Februar 2011 mit einem Versuch, bei ihrem Kraftwerk in Buggenum (Limburg) begonnen, kleine Mengen von CO₂ abzuscheiden. Die Abscheidung von CO₂ in Verbindung mit Kohle- und Biomasse-Vergasung wurde auf dem Energiesektor in der Praxis zuvor noch nie durchgeführt.¹⁰¹ Ariane Volz, Sprecher von Nuon, sagt: "Wir werden ungefähr 10.000 t CO₂ pro Jahr, abscheiden, während im Jahr 1.250.000 t produziert wird..

Das abgeschiedene CO₂ wird untersucht und anschließend wieder zurück gebracht".¹⁰²

Was den Transport betrifft, ist zur Zeit die Leitung zwischen Pernis und Amsterdam die größte Anwendung eines Transports von CO₂ in den Niederlanden, stellen EBN und Gasunie fest. Es geht dabei um ca. 0,3 Mio t pro Jahr. Außerhalb der Niederlande gibt es nur sehr begrenzte Erfahrungen. Bis jetzt gibt es weltweit für das erforderliche Volumen nur sehr wenig Erfahrung mit der erforderlichen Kette von Abscheidung, Transport und Einlagerung.¹⁰³

Das Einpressen von CO₂ in den Untergrund bei Weyburn in Saskatchewan in Kanada hat 2001 begonnen. Dabei geht es um das Einbringen von CO₂ zur Verbesserung der Ölgewinnung.¹⁰⁴

Das ist mit 2,8 Mio t pro Jahr das weltweit größte Projekt zur Untergrund- Lagerung dieses Treibhausgases. Dort können insgesamt 40 Mio t gelagert werden¹⁰⁵.

Im Januar 2011 gab es Berichte über Leckagen von CO₂¹⁰⁶. Hinsichtlich des Ernstes oder der Ursache gibt es Meinungsverschiedenheiten¹⁰⁷. Hierüber müssen wir noch mehr erfahren und deshalb gehen wir hier darauf nicht weiter ein.

Im Sleiper-Feld an der Nordsee wurden ab 1996 jährlich 1 Mio t CO₂ eingelagert. Bei In Salah in Algerien geht es um 1,2 Mio t pro Jahr ab 2004. Das Snovit-Projekt bei Hammerfest startete 2008 mit der Einbringung von 700.000 t CO₂ pro Jahr. Weltweit gibt es insgesamt 70 kleinere Projekte dieser Art zur Verbesserung der Ölproduktion. Dabei geht es um 40 Mio t CO₂ pro Jahr. Die vier größten Projekte haben wir erwähnt.

Um eine wesentliche Verminderung des Ausstoßes von CO₂ zu erreichen, müsste jährlich viel mehr eingelagert werden als gegenwärtig geschieht. Das steht in einem Bericht der IEA in Paris über den Umfang des Rahmens für die CO₂- Einlagerung¹⁰⁸.

Bei einem großen Kohlekraftwerk geht es – wie im genannten Bericht angegeben – um 4.7 Mio t Pro Jahr. Die Einlagerung von CO₂ eines Großkraftwerks ist in der Praxis also nicht bewiesen. Ein weiteres Kohlekraftwerk bedeutet eine Erhöhung des niederländischen CO₂-Ausstoßes um 5 %, und das, während der Ausstoß gerade verringert werden müsste.

Nachhaltiger ist besser als billiger

Die Investition in einen nachhaltigen Energiehaushalt in den Niederlanden lohnt sich: der gesellschaftliche Nutzen ist größer als es die Kosten wären. Das zeigt eine am 8. August 2010 veröffentlichte Untersuchung der Stiftung Wirtschaftsforschung (SEO). Die wichtigste Schlussfolgerung ist, dass die Route mit viel erneuerbarer Energie kein völlig anderes Saldo hinsichtlich der gesellschaftlichen Kosten und Nutzen ergibt als eine Route, bei der CO₂-Einlagerung und Atomkraftwerke im Mittelpunkt stehen. „ Das Argument, nachhaltige Energie sei für die Niederlande zu teuer, geht nicht auf.“, folgert das Regieorgan Energie-Umstellung, der Auftraggeber einer Erforschung von Kosten und Nutzen einer nachhaltigen Energieversorgung der Niederlande. „ Die Untersuchung stützt das Regieorgan bei seiner Mission und dem Streben, zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu kommen. Die SER

und die Energieplattform haben früher auch bereits geäußert, dass Nachhaltigkeit der Energieversorgung vorteilhaft für die niederländische Wirtschaft ist.“ Das Regieorgan Energieumstellung plädiert für starken Einsatz hinsichtlich der Umstellung auf nachhaltige Energie. Das kommt für die Niederlande besser als das Weitermachen mit der heute üblichen fossilen Energieversorgung. Das Erzielen der Nachhaltigkeit ist nicht nur eine unvermeidliche Aufgabe, sondern auch die chancenreichste Entwicklung.^{109 110}

Atomkraftwerke sind keine Lösung

Können Atomkraftwerke, die mit Uran arbeiten, die Lösung bieten? Betrachten wir einmal nicht die ungelösten Probleme hinsichtlich der Sicherheit^{111 112 113 114}, Kosten^{115 116 117}, und der Endlagerung der radioaktiven Abfälle, die eine Mio Jahre aktiv bleiben¹¹⁸ sondern allein die noch vorhandenen Uran-Vorräte.¹¹⁹ Wir erkennen dann, dass diese begrenzt sind. Eine Schätzung gibt es im Bericht vom Juni 2010 der NEA, einem Institut, dass pro Kernenergie ist¹²⁰. Bewiesen und abgeschätzt (auf Grund einigermaßen sicherer Gegebenheiten) sind es danach 6,3 Mio t. zusätzlich benennt die NEA die noch nicht nachgewiesenen und spekulativen Vorräte mit 10,5 Mio t. Wie lange reichen die bekannten Vorräte von 6,3 Mio t? Das ist natürlich abhängig vom Verbrauch. Laut der NEA verbrauchen die heutigen Atomkraftwerke jährlich etwa 70.000 t. Bei unverändertem Verbrauch reicht dieser Vorrat also 90 Jahre.

Nach der IAEA produzieren die AKWs höchsten 7,3 % des Weltenergiebedarfs. Gesehen den – selbstverständlich nicht realistischen - Fall, dass alle Länder nun beschließen, dass 2030 die Hälfte ihres Energiebedarfs von der Atomenergie zu beziehen, also 6,85 mal soviel als die IAEA erwartet, dann wären 2030 dazu 1 Mio t Uran erforderlich. Bis 2030 wären es 12 Mio t. Und das bei einem nachgewiesenen und geschätzten Vorrat von lediglich 6,3 Mio t. Also: 5,7 Mio t müssten aus anderen Quellen kommen. Und 2035 wären dann auch die „spekulativen“ Vorräte von 10 Mio t aufgebraucht. Wenn also weltweit noch viele AKW gebaut werden, geraten wir sehr schnell in eine Uran- Knappheit.¹²¹

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

⁴ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.

⁵ <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.

⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/02/14/ccs-projecten-in-nederland.html>, 14 februari 2011.

⁷ Brief ministeries van VROM en EZ, 24 juni 2010, kenmerk CCS/ 10066211.

⁸ Provincie Drenthe, “Informatieavonden over CO₂-opslag van start”, persbericht 15 september 2010.

⁹ Dagblad van het Noorden, 21 september 2010.

-
- ¹⁰ Dagblad van het Noorden, 23 september 2010.
- ¹¹ Dagblad van het Noorden, 25 september 2010.
- ¹² <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/inhetnieuws?NewsID=46680>
- ¹³ <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>.
- ¹⁴ <http://www.gic.nl/nieuws/natuur-en-milieu-kabinet-chanteert-discussie-over-co2-opslag>, 6 oktober 2010.
- ¹⁵ Dagblad Trouw, 6 oktober 2010.
- ¹⁶ Dagblad van het Noorden, 5 oktober 2010.
- ¹⁷ <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/04/co2-opslagproject-barendrecht-van-de-baan.html>, 4 november 2010.
- ¹⁸ <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.
- ¹⁹ Dagblad van het Noorden, 6 november 2010.
- ²⁰ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53500/donderdag-overleg-in-den-haag-over-co2-opslag>, 9 november 2010.
- ²¹ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53610/rijk-gaat-door-met-co2-opslag-in-nederland>, 11 november 2010.
- ²² <http://rijksoverheid.nl/nieuws/2010/11/11/gesprek-noord-nederland-over-co2-opslag.html>, 11 november 2010.
- ²³ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/53678/cda-drenthe-wil-wisselgeld-als-proef-co2-opslag-doorgaat>, 13 november 2010.
- ²⁴ <http://www.gic.nl/nieuws/provincie-groningen-alleen-onder-harde-voorwaarden-praten-over-co>, 18 november 2010.
- ²⁵ [http://www.rtl.nl/\(/actueel/rtlnieuws/binnenland\)/components/actueel/rtlnieuws/2010/11_november/17/binnenland/co2_opslag-in-boerakker-afgevoerd.xml](http://www.rtl.nl/(/actueel/rtlnieuws/binnenland)/components/actueel/rtlnieuws/2010/11_november/17/binnenland/co2_opslag-in-boerakker-afgevoerd.xml), 17 november 2010.
- ²⁶ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6576967.ece/Raad-Zuidhorn-zet-deur-op-kier-voor-opslag-CO2>, 16 november 2010.
- ²⁷ <http://www.dvhn.nl/nieuws/drenthe/article6625478.ece/Aa-en-Hunze-zegt-nee-tegen-opslag-CO2->, 14 december 2010.
- ²⁸ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/55488/aa-en-hunze-unaniem-tegen-co2-opslag>, 5 januari 2011.
- ²⁹ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6617973.ece>, 9 december 2010.
- ³⁰ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6628093.ece/Raad-Leek%3A-Geen-keiharde-nee-tegen-CO2-opslag>, 16 december 2010 .
- ³¹ <http://www.binnenlandsbestuur.nl/nieuws/2010/12/noorderlingen-tegen-opslag-co2.568794.lynkx>, 19 december 2010; Dagblad van het Noorden, 18 december 2010. .
- ³² http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/verslagen/kamer_in_het_kort/mijnbouwwet.jsp, 20 januari 2011.
- ³³ http://vroegevogels.vara.nl/nieuws-item.168.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=356063, 21 januari 2011.
- ³⁴ <http://www.co2ntramine.nl/verslag-van-gesprek-met-maxime-verhagen/>, 3 februari 2011.
- ³⁵ http://www.nmfgroningen.nl/MilieufederatieGroningen/Nieuws/KlimaatEnergie/Natuur_en_Milieufederaties_pleiten_voor_terugnemen_van_de_procedure_CO2-opslag.aspx, 3 februari 2011.
- ³⁶ <http://www.dvhn.nl/nieuws/nederland/article6692599.ece/Snel-besluit-over-CO2-opslag>, 4 februari 2011.
- ³⁷ <http://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/56815/draagvlak-co2-opslag-in-groningen-helemaal-weg>, 8 februari 2011.
- ³⁸ <http://www.dvhn.nl/nieuws/groningen/article6694414.ece/Groningen%3A-nee-tegen-CO2>, 9 februari 2011.
- ³⁹ http://www.dvhn.nl/nieuws/economie/eco_algemeen/article6695232.ece/Essent-en-Nuon%3A-geld-voor-CO2-opslag, 11 februari 2011.
- ⁴⁰ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>,
- ⁴¹ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/02/14/verhagen-kiest-voor-co2-opslag-onder-zee.html>, 14 februari 2011.
- ⁴² <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=44735>, Extra onderzoek CO2-opslag Barendrecht openbaar, 29 oktober 2009.
- ⁴³ <http://co2opslag.vrom.nl/pagina.html?id=48247>.
- ⁴⁴ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/co2-opslag/nieuws/2009/03/20/minister-van-der-hoeven-eu-besluit-is-goed-nieuws.html>, 12 augustus 2010.
- ⁴⁵ <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=98354>, 10 februari 2011.

-
- ⁴⁶ http://www.dvhn.nl/nieuws/economie/eco_algemeen/article6695232.ece/Essent-en-Nuon%3A-geld-voor-CO2-opslag, 11 februari 2011.
- ⁴⁷ Email Jan van Diepen, woordvoeder ministerie van Economische Zaken, aan Herman Damveld van 24 augustus 2010.
- ⁴⁸ <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2011/02/03/H109.htm>, 3 februari 2011.
- ⁴⁹ 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.
- ⁵⁰ <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=95206>.
- ⁵¹ <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/nieuws.asp?pid=95206>.
- ⁵² <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.
- ⁵³ <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.
- ⁵⁴ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010; http://www.ebn.nl/files/ccs_advice_ebn-gasunie_eng.pdf
- ⁵⁵ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 36.
- ⁵⁶ TNO Bouw en Ondergrond, "Mogelijke locaties voor CO₂-opslag in Noord-Nederland, kenmerk AGE 10-10.027, 20 april 2010.
- ⁵⁷ Reactie Hans Nyst, dd. 16 januari 2011 in: <http://www.co2ntramine.nl/co2-lekt-in-canada/>
- ⁵⁸ Stichting Borg (samenwerkingsverband bedrijfsleven), "CO₂-opslag in Noord-Nederland", 2010.
- ⁵⁹ Idem.
- ⁶⁰ In de Stichting Borg nemen deel: Nuon, RWE, NAM, Gasunie en Groningen Seaports.
- ⁶¹ Emails Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ⁶² <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2010/08/02/werkbezoek-nuoneemshaven/#more-15706>, 2 augustus 2010.
- ⁶³ 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.
- ⁶⁴ http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon_seq/refshelf/BPM-SiteScreening.pdf, november 2010; <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=709&PHPSESSID=7nm2lpvlmf40gg12n4hnb4pj93>, 6 januari 2011.; <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=722&PHPSESSID=7nm2lpvlmf40gg12n4hnb4pj93>, 18 januari 2011.
- ⁶⁵ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 37.
- ⁶⁶ Email Stichting Borg aan Herman Damveld van 23 en 24 augustus 2010.
- ⁶⁷ http://www.co2afvangenopslag.nl/pagina.aspx?onderwerp=CCS2-Is_CO2-opslag_nodig
- ⁶⁸ www.co2ntramine.nl
- ⁶⁹ <http://www.greenpeace.nl/reports/co2-dumpen-daarom-niet>.
- ⁷⁰ IEA/Press(07)14, 21 juni 2007.
- ⁷¹ <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.
- ⁷² <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2000/03/01/dossier-ccsco2-afvang-en-opslag>, 1 maart 2010.
- ⁷³ <http://paulusjansen.sp.nl/weblog/2010/04/14/inbreng-wijziging-mijnbouwwet-co2-opslag/#more-12547>, 14 april 2010.
- ⁷⁴ [http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN\[1\].pdf](http://www.co2nederland.nl/download/presentatie_4_R_vandenBrink_ECN[1].pdf),
- ⁷⁵ <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.
- ⁷⁶ 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,
- ⁷⁷ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 53.
- ⁷⁸ www.we-energies.com/ 8 oktober 2009.
- ⁷⁹ <http://www.greenpeace.nl/raw/content/reports/factsheet-vijf-nieuwe-kolence.pdf>
- ⁸⁰ <http://www.emissierechten.nl/brinkhorstvergelijkt.htm>, 21 juni 2006.
- ⁸¹ [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.
- ⁸² Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO₂ transport- en opslagstrategie", april 2010, p 7.
- ⁸³ <http://www.energiegids.nl/nieuws-details.tiles?doc=/content/energie/nieuws/2010/09/09/MI-CvL.xml>, 9 september 2010.
- ⁸⁴ <http://www.kennislink.nl/publicaties/sleutelen-aan-de-broeikas>, 4 juli 2007.
- ⁸⁵ www.provincie.drenthe.nl/.../eindrapport_beleidsvisie_ondergrond.pdf, 24 december 2008.

http://www.relevant.nl/download/attachments/4098922/Brochure_VROM_EZ_CO2_onder_de_grond.pdf?version=1&modificationDate=1285845724561, oktober 2009.

⁸⁷ 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.

88. 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.

⁸⁹ Onzichtbaar goud; de betekenis van 50 jaar aardgas voor Nederland, Castel International Publishers, Groningen/Zwolle, 2009, pp 9-16.

⁹⁰ http://weofiles.iea.org/Press_release/press_release.pdf, World Energy Outlook 2010, pp. 113, 189 en 209.

⁹¹ IEA Press Office, email aan Herman Damveld van 26 november 2010.

⁹² Algemene Energieraad, Klein Vademecum voor de Energie, Den Haag, 1982, p 15.

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.seacliffconsulting.com.au/sites/seacliffconsulting.com.au/files/images/Carbon-Induced%20Financial%20Disruption%20-%20Gilding%20and%20Preston.pdf>, september 2010.

⁹⁵ <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/nature08017.html>, 30 april 2009.

⁹⁶ Informal Background Q&A on Meinshausen et al. "GHG targets & 2°C", in eindnoot 2.

⁹⁷ <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/nature08019.html>, 20 april 2009.

⁹⁸ DCMR Milieudienst Rijnmond, 'Integrale Veiligheidsbeoordeling CO2-opslag Barendrecht', 28 oktober 2009, p 14.

⁹⁹ Commissie Opberging te Land (OPLA), Onderzoek naar de geologische opberging van radioactief afval in Nederland. Eindrapport Aanvullend onderzoek van Fase 1 (1A), (1993).

¹⁰⁰ 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.

¹⁰¹ <http://www.nuon.com/nl/pers/nieuwsfeiten/20110208/Nuon-start-pilot-CO2-afvang.jsp>, 9 februari 2011.

¹⁰² Email Ariane Volz van Nuon aan Herman Damveld dd. 11 februari 2011.

¹⁰³ Energie Beheer Nederland (EBN) en de Gasunie, "CO2 transport- en opslagstrategie", april 2010, p 59.

¹⁰⁴ http://www.iea.org/G8/docs/ccs_g8july09.pdf, juli 2009.

¹⁰⁵ <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=601>, 21 juli 2010.

¹⁰⁶ <http://thegreenpages.ca/sk/2011/01/28/still-questions-in-the-veyburn-carbon-dioxide-leak-ecojustice/>, 28 januari 2011.

¹⁰⁷ <http://www.co2-cato.nl/news-events/news/no-scientific-support-for-leakage-claim-veyburn>, 20 januari 2011.

¹⁰⁸ IEA/Press(07)14, 21 juni 2007.

¹⁰⁹

http://www.senternovem.nl/energietransitie/nieuws/onderzoek_investeren_in_een_duurzame_energiehuishouding_in_nederland_loont.asp, 9 augustus 2010.

¹¹⁰ http://www.senternovem.nl/mmfiles/7%20puntenplan%20RegieOrgaan%20EnergieTransitie_tcm24-340139.pdf;

¹¹¹ Zienswijze van 24 juni 2008 van de gezamenlijke Milieufederaties over Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening.

¹¹² The news remained discreetly buried in the depths of the site of the French Nuclear Safety Authority (ASN): Following recent studies, EDF has just "discovered" a disturbing "anomaly" standard on 34 of its reactors. In all reactors of 900 MW in case of major leakage from the primary circuit, the water injection safety circuit may be unable to prevent the meltdown of the reactor core, Press Release / Sortir du nucléaire / Our press release from 11/02/2011.

¹¹³ Voor een gedetailleerde bespreking zie: "Chernobyl; Chronology of a Disaster", in: Nuclear Monitor, Maart 2011, No. 724, p 1 -18.

¹¹⁴ <http://www.climatesceptics.org/ines-level/table>

¹¹⁵ WISE/NIRS, Nuclear Monitor, 28 augustus 2008, 25 september 2008, 17 september 2009 en 11 december 2009.

¹¹⁶ http://oekonews.at/index.php?mdoc_id=1057207, 20 maart 2011.

¹¹⁷ Zie onder meer WISE/NIRS; Nuclear Monitor 699, 11 December 2009.

¹¹⁸ <http://groengroningen.nl/images/Kernenergie/kainbew.pdf>, februari 2011.

¹¹⁹ Zie de website www.groengroningen.nl voor artikelen van mijn hand over de verschillende aspecten van kernenergie.

¹²⁰ Nuclear Energy Agency, "Uranium 2009: Resources, Production and Demand", Parijs, 2010.

¹²¹ Herman Damveld, "Kernafval in beweging", uitgave Laka, WISE en Zoutkoepeloverleg, februari 2010.