KOMMISSION DER NIEDERSÄCHSISCHEN LANDESREGIERUNG

„Energie- und Ressourceneffizienz"
(6. Regierungskommission)

ABSCHEIDUNG UND GEOLOGISCHE SPEICHERUNG VON KOHLENDIOXID - CCS

1. Inhalte und Ziele des Diskussionspapiers

1.1 Grundsätzliches

Das Thema Carbon Capture and Storage (Abscheidung und geologische Speicherung von Kohlendioxid, kurz CCS) wird derzeit in verschiedenen Zusammenhängen sehr intensiv diskutiert.

Die Spannbreite dieser Diskussionen reicht von technisch-wissenschaftlichen Aspekten einzelner Komponenten über Fragen, welche Stellung/Funktion CCS im Kontext eines mittel- und längerfristigen Energiekonzeptes haben sollte bis hin zu grundsätzlichen Aspekten des gesellschaftlichen Diskurses zu neuen Technologien und industriellen Großvorhaben.

Der Arbeitskreis Emissionshandel der 6. Niedersächsischen Regierungskommission ist sich dieser Spannbreite bewusst und verzichtet angesichts der Komplexität und der erkennbaren Differenzen in den Einschätzungen der unterschiedlichen beteiligten Interessengruppen auf die Erarbeitung eines konsensualen Empfehlungspapiers.

Als Beitrag zur weiteren fachlichen und politischen Diskussion um diesen Themenkomplex wird vielmehr hiermit ein Diskussionspapier vorgelegt, welches für den engeren Kontext der CCS-Technologie den Versuch macht, die Frage zu beantworten: „Was wäre zu beachten und zu klären, bevor CCS realisiert werden könnte?"

Es thematisiert dazu die Punkte:

- Welche Aspekte sind aus Sicht von Umweltschutz und Risikobegrenzung zu beachten?
- Welche offenen Fragen sind zu klären?

- Worin liegen ggf. die Unterschiede zwischen den Einschätzungen der beteiligten Interessengruppen?

Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Einlagerung von CO_2.

Das Diskussionspapier versucht nicht die Antwort auf die Frage zu liefern, ob und ggf. unter welchen weiter gefassten energiepolitischen- und umweltschutzbezogenen Rahmensetzungen die Einführung von CCS von den verschiedenen beteiligten Gruppierungen unterstützt oder abgelehnt wird.

1.2 Rolle und Funktion der CO_2-Abscheidung und -Speicherung

Die CCS-Technologie soll entsprechend den Überlegungen der EU Bestandteil des globalen Portfolios von Klimaschutztechnologien werden. Die Abscheidung und Speicherung von CO_2 aus Kraftwerken oder Industrieanlagen steht dabei neben anderen Maßnahmen wie der Verbesserung der Energieeffizienz und dem weiteren Ausbau erneuerbarer Energien. CCS soll hier eine weitere Möglichkeit sein, um die Freisetzung von CO_2-Emissionen zu verhindern.

Die CCS-Technologie ist auch entsprechend den Überlegungen der Europäischen Kommission wesentlicher Bestandteil des Energiekonzeptes 2050 zur Decarbonisierung der Europäischen Union. Die CO_2-Reduktionsziele der Europäischen Kommission liegen bei minus 40 % bis 2030, minus 60 % bis 2040 und schließlich minus 80 % bis 2050 auf Basis des Jahres 1990.

Die CCS-Prozesskette ist dreigliedrig. Das in Kraftwerken oder größeren Industrieanlagen entstehende CO_2 wird abgeschieden und beispielsweise mit Hilfe von Pipelines zu ausgewählten unterirdischen Speicherstätten transportiert. Dort soll es in grundsätzlich geeigneten Gesteinsformationen über lange Zeiträume gespeichert werden.

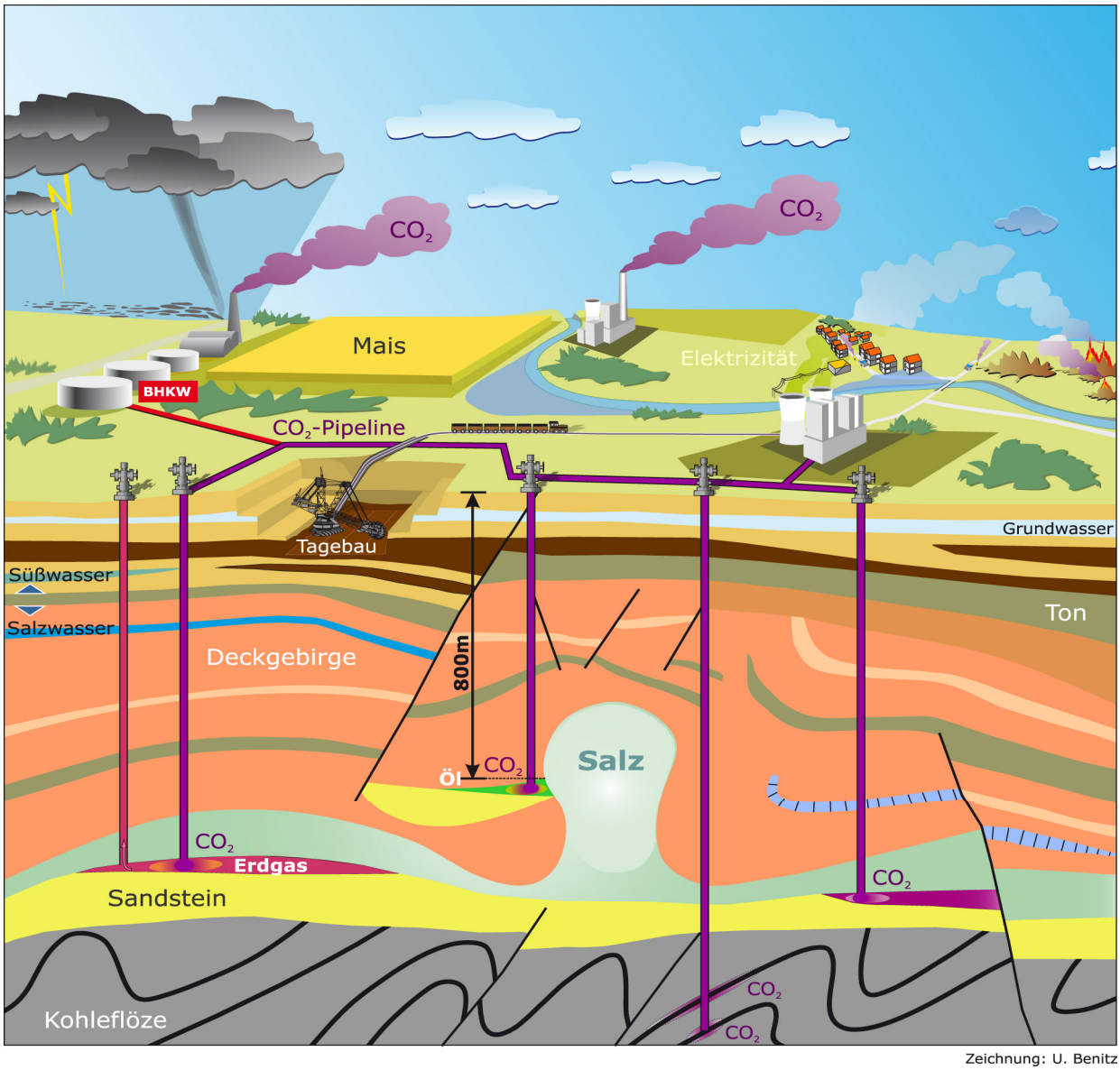
Das Europäische Parlament und der Rat haben die Richtlinie 2009/31/EG über die geologische Speicherung von Kohlendioxid erlassen und so den übergeordneten Rechtsrahmen für die Abscheidung und den Transport von CO_2 sowie für die Untersuchung, die Errichtung, den Betrieb und die Nachsorge von CO_2-Speichern in der Europäischen Union geschaffen (CCS-Richtlinie).

Nach der Verabschiedung der CCS-Richtlinie besteht in Deutschland eine rechtliche Verpflichtung zur Umsetzung der EU-Vorgaben bis zum Juni 2011 (CCS-Gesetz). Dabei sind u. a. die folgenden in den Erwägungsgründen der EU-RL benannten Aspekte zu beachten:

- CCS ist eine Brückentechnologie, die zur Abschwächung des Klimawandels beitragen soll. Die Entwicklung dieser Technologie sollte nicht dazu führen, dass die Bemühungen zur Förderung von Energiesparmaßnahmen, von erneuerbaren Energien und von anderen sicheren und nachhaltigen kohlenstoffarmen Technologien verringert werden.
- Die EU-Mitgliedsstaaten bestimmen in eigener Zuständigkeit, ob und in welchen Gebieten in ihrem Hoheitsgebiet Speicherstätten ausgewählt werden dürfen.
- Eine Überwachung ist unverzichtbar, um festzustellen, ob sich gespeichertes CO_2 erwartungsgemäß verhält oder ob Migration oder Leckagen zu beobachten sind und ob eine festgestellte Leckage der Umwelt oder der Gesundheit von Menschen schadet.

2. CCS-Technologie

Die CCS-Technologie verfolgt das Ziel, CO_2 aus Abgasströmen großer Punktquellen abzutrennen und das Treibhausgas in geologischen Formationen zu speichern. Die nachfolgende Zeichnung illustriert schematisch die Prozessschritte der Technologie, die aus Abscheidung, Transport und Speicherung von Kohlendioxid besteht. Die CO_2-Emissionen (z. B. aus Kraftwerken) sollen mittels dieser Technologie um 65 bis 80 % verringert werden. Die Anwendung der Technologie könnte beispielsweise auch bei Anlagen zur Stahl- und Zementerzeugung zum Einsatz kommen.



Quelle: © BGR Hannover

Bei einer Nutzung von CCS in einem Kraftwerk ist derzeit von einer Nettowirkungsgrad-reduzierung von ca. 10 % Punkten (Bandbreite: 8 bis 15 % Punkte) auszugehen. Somit würde CCS den Wirkungsgrad bei einem modernen Steinkohlekraftwerk von 45 auf 35 % reduzieren und damit zusätzliche fossile Ressourcen bei gleicher Stromausbeute verbrauchen.

Die mit der CCS-Technologie verbundenen Kosten werden in einem Gutachten des Umweltbundesamtes wie folgt prognostiziert[1]:

- Kosten für die CO_2-Abscheidung (ohne Transport und Speicherung): 8 bis 68 €/t

[1] Technische Abscheidung von CO_2 – nur eine Übergangslösung, Umweltbundesamt 2006 auf der Basis der Erhebungen u. a. IPCC 2005, Ecofys 2004, VGB 2004 und cooretec 2003 ohne Gewichtung des UBA

- CO_2-Transportkosten (u. a. abhängig von der Art des Transports und der Entfernung): 1 bis 40 €/t CO_2
- Kosten der CO_2-Speicherung (u. a. abhängig vom Speichertyp): 1 bis 12 €/t CO_2
- Monitoring: 0,02 bis 0,22 €/t CO_2

Überschlägig lassen sich daraus durchschnittliche Emissionsvermeidungskosten für CCS von ca. 60 €/t CO_2 abschätzen. Die Energy Roadmap 2050 der EU-Kommission geht sogar von 100 €/t CO_2 ab 2040 aus.

2.1 Abtrennung von CO_2

Für Transport und Lagerung von CO_2 ist ein möglichst hochkonzentrierter und vorverdichteter CO_2-Strom erforderlich.
Für die Bereitstellung eines hochkonzentrierten CO_2-Stroms aus den Abgasen großindustrieller Verbrennungsanlagen (Kraftwerke, Grundstoffindustrie) und den CO_2-reichen Abgasen ausgewählter Fertigungsprozesse sind verschiedene Technologien in der Entwicklung. Diese unterscheiden sich wesentlich in der Prozessführung und nutzen unterschiedliche chemische und physikalische Methoden zur Separation des CO_2 aus den Gasgemischen.

Physikalische Abtrennverfahren setzen hohe CO_2-Partialdrücke voraus und sind daher prädestiniert für die Abtrennung von CO_2 aus Produktgasen, die bei erhöhtem Druck vorliegen (z. B. Erdgas-Dampfreformierung, Kohlevergasung).

Liegt das Abgasgemisch hingegen bei nahezu Atmosphärendruck vor, kommen vornehmlich chemische Abtrennverfahren (nasse Gaswäschen) in Frage. Diese können zumeist als nachgeschaltete Abgasreinigungsstufen am Ende der verfahrenstechnischen Prozesskette angeordnet werden, wodurch sie sich besonders für die Nachrüstung in bereits existierenden Anlagen eignen. Häufig ist die Anwendung dieser Verfahren auch die einzige Möglichkeit, CO_2 aus bereits bestehenden industriellen Fertigungsprozessen zu separieren.

Sofern das CO_2 aus Verbrennungsprozessen resultiert, können diese unter Umständen auch mit reinem Sauerstoff anstatt mit Umgebungsluft durchgeführt werden. Auf diese Weise wird die Verdünnung des entstehenden Abgases mit großen Mengen Luftstickstoffs vermieden, so dass im resultierenden Abgas CO_2 von vornherein bei erhöhter Konzentration vorliegt. Diese Vorgehensweise setzt erhebliche anlagentechnische Anpassungen des Verbrennungsprozesses voraus und erfordert die energieaufwändige Bereitstellung von großen Mengen reinen Sauerstoffs. Begleitstoffe des verwendeten Brennstoffs und Leckagen führen hier zumeist zu geringeren CO_2-Reinheiten, die weitere Aufbereitungs-

schritte erforderlich machen. Hier kann auf eine weite Palette von Gasbehandlungsprozessen zurückgegriffen werden. Die unter energetischen und ökonomischen Gesichtspunkten günstigste Prozessverknüpfung ist hingegen noch Untersuchungsgegenstand. Der mit der CCS-Technologie verbundene Aufwand resultiert in erster Linie aus der Abtrennung des CO_2 aus dem Abluftstrom.

2.2 Transport von CO_2

Für den Transport des abgeschiedenen CO_2 (präziser: CO_2 mit geringen Anteilen an Verunreinigungen) vom Anlagenstandort zu den Speicherorten sind vorrangig Pipelines mit entsprechenden Pump-/Verdichterstationen vorgesehen. Andere denkbare Transportmöglichkeiten (Tankschiffe/-wagen) spielen derzeit schon aus Gründen der Kapazitäten eine geringere Rolle.

Für den Pipelinetransport kann zwar prinzipiell auf etablierte technische Lösungen zurückgegriffen werden, wobei jedoch die stofflichen Eigenschaften des CO_2 in Wechselwirkung mit den üblicherweise im Pipelinebau verwendeten Materialien besonderer Beachtung bedürfen. Hierzu laufen zurzeit eine Reihe von internationalen Vorhaben mit dem Ziel, die Normung zum sicheren Transport von CO_2 mit Verunreinigungen aus Abscheidungsprozessen voranzutreiben. Ferner ist im Bereich der Leckagesicherheit bzw. beim Störfallschutz den besonderen Eigenschaften von CO_2 Rechnung zu tragen. CO_2 (nicht brennbar oder explosiv) ist schwerer als Luft und kann prinzipiell in Muldenlagen zu letalen Konzentrationen führen.

2.3 Dauerhafte Speicherung von CO_2

2.3.1 Kenntnisstand und Forschungsbedarf

Die Klimaschutzwirkung des CCS setzt eine funktionierende Kette „Abscheidung – Transport – dauerhafte Speicherung“ voraus.

Insbesondere in Hinblick auf die dauerhafte Speicherung besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, da das Zusammenspiel zwischen der Zusammensetzung der abgeschiedenen Gase und den Speicherformationen nicht in allen Aspekten erforscht ist.

In diesem Zusammenhang fehlen u. a. bzw. sind zu konkretisieren:

- standardisierte, allgemein anerkannte, validierte und verifizierbare Programmcodes für die Simulationsrechnungen,
- ausreichende thermodynamische und kinetische Stoffdaten,

- Konzepte und Methoden zum Dichtheitsnachweis vor Genehmigung und Inbetriebnahme,
- Methoden zur qualitativen und quantitativen Überwachung.

Auf bereits vorhandene Erfahrungen der CO_2-Speicherung in Amerika, Australien und Norwegen kann dabei aufgebaut werden.

Darüber hinaus ist fehlendes Know-how für die Beobachtung der in großer Tiefe befindlichen Speicher mit der notwendigen Genauigkeit zu konstatieren, z. B. für die Messung des Austritts von CO_2 und natürlicher Gase, des Formationswassers, der Druckerhöhung in der Umgebung des Speichers und der Beurteilung der Folgewirkungen auf den Grundwasserhaushalt. Nur eine systematische Schließung der Kenntnislücken im Kontext der dauerhaften Einlagerung kann dazu beitragen, dass die Diskussion über CCS stärker rational und faktenbasiert geführt wird. Sie ist auch notwendig, um die Sinnhaftigkeit eines Transfers dieser Technologie z. B. in Schwellenländer zu beurteilen.

2.3.2 Gesellschaftliche Akzeptanz

Einen kontroversen gesellschaftlichen Diskurs zu Chancen und Risiken von CO_2-Einlagerungen gibt es auf zwei unterschiedlichen Ebenen: Zum einen im (unmittelbaren) regionalen Kontext mit möglichen Lagerstätten und zum anderen im Zusammenhang mit der Diskussion um Rolle und Wirkung von CCS im Zusammenhang mit der zukunftsfähigen Ausgestaltung von Energieversorgungsszenarien und den entsprechenden (industriellen) Technologien.

- In den regionalen Diskussionen im Umfeld potenzieller Lagerstätten spielen eher Aspekte der möglichen Umwelt- und Gesundheitsrisiken (sowohl akute Unfälle als auch befürchtete schleichende Folgen, z. B. für die Trinkwasserversorgung) sowie damit einhergehende indirekte Auswirkungen z. B. auf Immobilenwerte etc., eine wichtige Rolle. Im Gegenzug werden von einigen Akteuren auch regionalwirtschaftliche Beschäftigungschancen durch die notwendigen Einlagerungs- und Überwachungsaktivitäten gesehen.
- In der Debatte über die Auswirkungen von CCS auf die grundlegende Energiepolitik werden sehr unterschiedliche Aspekte thematisiert. Den möglichen Chancen als klimaschützender Brückentechnologie werden potenziell hemmende Wirkungen auf den grundlegenden Umbau der Energieversorgung und die Entwicklungschancen alternativer Energieträger entgegengesetzt. Die vergleichsweise großen Investitionen in die notwendigen Infrastrukturen werden als wirtschaftliche Herausforderung aber z. T. auch als mögliche Vorfestlegung interpretiert.

Insgesamt ist derzeit in Bezug auf die gesellschaftliche Akzeptanz ein sehr heterogenes Bild zu konstatieren. Die tendenzielle Unterstützung oder Ablehnung von CCS ist kaum mit den „klassischen“ gesellschaftlichen oder politischen Gruppierungen verkoppelt. Die Diskussionslinien verlaufen vielmehr vielfach „quer“ durch diese Lager. Im engeren Umfeld möglicher Lagerstätten scheinen Bedenken und/oder Ablehnung derzeit zu überwiegen.

2.3.3 Energetischer Aufwand für die CO_2-Speicherung

Der energetische Aufwand der Speicherung wird insbesondere durch die Verpressungstiefe und den in der Lagerstätte aufzubauenden Druck beeinflusst.

2.3.4 Speicherkapazitäten

Die Speicherpotenziale für CO_2 in Deutschland inklusive der Außenwirtschaftszone werden zurzeit von der BGR mit 2,75 Mrd. t in Erdgasfeldern (dem größten Teil davon in Niedersachsen) und 7-13 Mrd. t in mit Salzwasser gefüllten geologische Schichten (saline Aquifere) angegeben. Das größte Potenzial liegt im Norddeutschen Becken.
Dem steht derzeit ein CO_2-Ausstoß aller deutschen Kraftwerke von etwa 350 Millionen Tonnen/Jahr gegenüber.
Theoretisch könnten damit maximal rund 30-40 Jahre lang Emissionen aller deutschen Kraftwerke unterirdisch gespeichert werden, würden alle Speicher in vollem Umfang erschlossen und genutzt.
Als realistisch machbar wird die Speicherung der CO_2-Emissionen von 5 bis 7 Kraftwerken, vorrangig voraussichtlich im räumlichen Zusammenhang mit Einlagerungsstätten, in Deutschland ab 2020 angesehen.

Einflussgrößen auf die faktische Entwicklung sind dabei:

- Die zukünftige Entwicklung der Energieträger.
- Die zusätzlichen Energieverbräuche und CO_2-Emissionen aus dem Betrieb von CCS sowie der realisierte Abscheidegrad.
- Die Frage, für welchen Anteil der Kraftwerksstandorte überhaupt ein Anschluss an die CCS-Strukturen denkbar ist.

2.3.5 Chemische und physikalische Prozesse im Speicherkomplex

2.3.5.1 Geologisch-geotechnische Eignung des Speicherkomplexes und der Speicherstrukturen

In Deutschland sind für CCS-Vorhaben als Speichertypen ausgeförderte Erdöl-/Erdgaslagerstätten, hauptsächlich jedoch saline Aquifere vorgesehen, wobei abhängig vom örtlichen geothermischen Gradienten, dem hydrostatischen Druckgradienten (Dichte der Formationswässer im Deckgebirge) und den Verunreinigungen im CO_2-Fluid (pVTx-Zustandsfunktion) Mindesttiefen von 800 bis 1000 m erforderlich sind, um das CO_2 bei entsprechenden Speicherdrücken mit ausreichender Dichte, also platzsparend, speichern zu können.

Neben ausreichenden Aquifer-Mächtigkeiten, Nutzporositäten und Permeabilitäten müssen Speichergesteine geeignete strukturelle Ausbildungen (Antiklinalgewölbe, Transgressionsfallen) aufweisen, die das CO_2-Fluid infolge seines Auftriebs einschließen. Die dauerhafte vertikale und laterale Dichtheit des Speichers muss durch geeignete Mächtigkeiten, Gebirgspermeabilitäten, Kapillareindringdrücke der Deckschichten sowie durch chemische Beständigkeit gegenüber dem CO_2-Fluid gewährleistet sein, wobei Multi-Barrieren-Systeme höhere Sicherheiten bieten können. Es dürfen möglichst keine Störungen oder sonstige potenzielle singuläre Wegsamkeiten vorhanden sein. Eine besondere Bedeutung kommt auch Altbohrungen und sonstigen Bohrungen zu, die qualifiziert und langzeitsicher mit geeigneten Materialien verschlossen sein müssen.

Um ankommende CO_2-Ströme jederzeit sicher einspeichern zu können, müssen bei Einhaltung maximal zulässiger Injektionsdrücke ausreichende Injektivitäten (Aufnahmeraten) der Bohrungen gegeben sein. Die Injektionsbohrung ist das „Nadelöhr“, das der CO_2-Strom beim Einströmen in die Speicherformation passieren muss. Dies kann zur Folge haben, dass mehrere sich gegenseitig beeinflussende Injektionsbohrungen erforderlich sind.

Aufgrund der geringen Kompressibilitäten des Formationswassers und der Gesteinsmatrix führt die Einlagerung großer CO_2-Mengen zu einer Verdrängung des salinen Formationswassers. Es muss entsprechend der rechtlichen Vorgaben nachgewiesen werden, auf welchem Weg die verdrängten Salzwässer die Speicherformation verlassen, ohne qualitative und quantitative Schäden anzurichten. Insbesondere ist darauf zu achten, dass keine negativen Auswirkungen auf die Süßwasservorkommen resultieren können.

Der Druck im Speichersystem darf keine Werte erreichen, die zu einer Rissbildung im Deckgebirge führen und die Integrität des Deckgebirges gefährden. Darüber hinaus dürfen keine seismischen Ereignisse ausgelöst werden, die zu Schädigungen führen können.

2.3.5.2 Chemisches Verhalten des CO_2-Fluids im Speicherkomplex

Die Zusammensetzung des CO_2-Fluids ist im Wesentlichen abhängig von den Abscheideverfahren und ggf. einer integrierten Nachreinigung. Die Zusammensetzung ist auch abhängig von seiner Herkunft, z. B. Erdgasaufbereitung, Stahlerzeugung, Primäraluminiumhütten, Zementherstellung, Raffinerien und (hauptsächlich) fossil befeuerte Kraftwerke mit oder ohne Abfallmitverbrennung. Ob und inwieweit eine Mineralisierung des CO_2 stattfindet, ist im Einzelfall zu klären.

Der Gehalt an gut wasserlöslichen und stark Säure bildenden Fremdgasen wie NO_x, SO_x, HCl kann auch schon bei geringen Konzentrationen entscheidenden Einfluss auf eine mögliche Mineralisierung haben. Die sich einstellenden sauren Bedingungen sind auch für das Korrosionsverhalten gegenüber komplettierten und zementierten Bohrungen inklusive Altbohrungen entscheidend.

2.3.6 Nutzungskonflikte

Auch andere Technologien (z. B. Geothermie, Druckluftspeicher, Lagerstätten) sind auf Speicher angewiesen bzw. müssen diese Gesteinsschichten nutzen, um zu eigenen Vorkommen vorzudringen. Liegt z. B. ein Geothermiepotenzial unter einer CO_2-Lagerstätte, kann dieses regelmäßig nicht mehr zur Speicherung genutzt werden.
Etwaige Nutzungskonflikte sind im Vorfeld raumordnungsrechtlich verbindlich zu lösen. Hierfür sind die entsprechenden dreidimensionalen Planungsinstrumente zu schaffen.

2.3.7 Sicherheit und Risiken

Zur Genehmigung eines CO_2-Speichers muss die Langzeitsicherheit in einem regulären Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung nachgewiesen werden. Eine Sicherheit muss insbesondere gegenüber CO_2-Leckagen und gegenüber einer Versalzung von Süßwasservorkommen gewährleistet werden.

Eine Voraussetzung für die Genehmigung von CO_2-Speichern ist gemäß der Richtlinie 2009/ 31/ EG, dass der Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird.

Insbesondere sind der langzeitsichere Verschluss von bereits vorhandenen Bohrlöchern und der qualifizierte Ausbau von Explorations- und Speicherbohrungen nachzuweisen.

Eine Voraussetzung für die Genehmigung einer CO_2-Speicherung ist die geologische Eignung der Speicherstätte. Dies ist durch den Betreiber nachzuweisen. Speichersicherheit beinhaltet zeitlich zwei Komponenten: Betriebsphase während der Verbringung und Langzeitsicherheit.

In der Betriebsphase kann teilweise auf bewährte Techniken aus der Erdöl- und Erdgasindustrie zurückgegriffen werden. Während der Betriebsphase muss der Injektionsdruck des CO_2 und seine Ausbreitung im Speicher überwacht werden, um zu verhindern, dass tolerierbare Lagerdrücke überschritten werden und CO_2 über Ränder des Speichers entweicht. Die Ausbreitung des CO_2 im Speicher muss mit geeignetem Monitoring und hinreichender Genauigkeit überwacht werden.

Für die Langzeitsicherheit nach dem Verschluss des Speichers sind die geologischen Bedingungen des Untergrunds von Bedeutung. Anhand der Deckschichten von natürlichen Erdgaslagerstätten ist bekannt, dass geologische Schichten unter bestimmten Voraussetzungen sicher beherrschbar sein können und in der Lage sind, Gase über Millionen Jahre zurückzuhalten. Langjährige Erfahrungen aus den USA, Norwegen und auch Deutschland zeigen zudem, dass auch die Speicherung in Salzwasser führenden Gesteinsschichten (saline Aquifere) unter bestimmten Voraussetzungen technisch sicher beherrschbar sein kann. Bei dem Betrieb und der Genehmigung sind diese Erfahrungen zu berücksichtigen.

2.3.8 Monitoring

Monitoring umfasst oberflächennahe Untersuchungen, Grundwasserbeobachtungen (Fließdynamik und Geochemie des oberflächennahen und tiefen Grundwassers) und geeignete geophysikalische, satellitengestützte etc. Messungen im gesamten, von der Druckerhöhung erfassten Gebiet. Ein Monitoring hat zum Ziel, sowohl qualitativ als auch quantitativ die relevanten CO_2-Mengen zu beschreiben und zu erfassen.

Die Messverfahren müssen an die Schutzziele angepasste Nachweisgenauigkeiten aufweisen. Bohrungen und bekannte oder vermutete Störungen werden mit Bodengasmessungen überwacht. Das Monitoring muss sich über einen hinreichend langen Zeitraum erstrecken, der Aussagen zur Langzeitdichtheit zulässt.

Langzeitdichtheit bedeutet unter anderem, dass der Speicherkomplex das CO_2-Fluid über mindestens 10.000 Jahre sicher einschließen muss. Dies ist auch die Voraussetzung für die Klimawirksamkeit der CCS-Technologie. Um eine Langzeitdichtheit zu gewährleisten,

ist eine Speicher-Leckagerate von max. 0,01 % CO_2 pro Jahr einzuhalten und zu überprüfen. Eine geringfügige Überschreitung dieser Leckagerate führt zu einer Reduzierung der Klimaschutzwirksamkeit und ggf. weiteren Umwelteinflüssen, ist aber nicht zwangsläufig eine Gesundheitsgefahr für die Bevölkerung.

Die Überwachung auf der Grundlage der europarechtlichen und nationalen Vorgaben dient u. a. der Feststellung von Unregelmäßigkeiten, der Migration von CO_2, von Leckagen und der Auswirkungen auf die Umgebung, das Trinkwasser, die Bevölkerung und die umliegende Biosphäre und hat sowohl die Injektionsanlagen als auch den Speicherkomplex inkl. der CO_2-Fahne mit zu betrachten.

In diesem Zusammenhang ist ferner darauf hinzuweisen, dass für geologische Kohlendioxidspeicher europaweit verbindliche Monitoring-Leitlinien (EU-Kommission) für die Überwachung im Rahmen des Emissionshandels existieren und hierzu ein Mustermonitoringkonzept unter Vorsitz des Umweltbundesamtes auf europäischer Ebene in Vorbereitung ist. Ein Mustermonitoringkonzept zur Überwachung des qualitativen Verhaltens soll ebenfalls erarbeitet werden.

2.3.9 Haftung

Der derzeit vorliegende Entwurf des Gesetzes zur Demonstration der dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid (Kohlendioxid-Speichergesetz - KspG) [Referentenentwurf vom 23.07.2010] sieht vor, dass 30 Jahre nach einer Stilllegung des CO_2-Speichers eine Übertragung der Betreiberpflichten auf das Bundesland, in dem sich der Speicher befindet, erfolgen kann. Die Übertragung auf ein Bundesland wird vom Arbeitskreis als nicht sachgerecht abgelehnt. Ein Teil der Beteiligten ist der Auffassung, das ggf. resultierende Lasten von der Bundesrepublik Deutschland getragen werden müssen, da die CO_2-Speicherung als Klimaschutzinstrument der Einhaltung gesamtstaatlicher Verpflichtungen dient. Andere Beteiligte vertreten die Auffassung, dass die Betreiberpflichten dem Verursacherprinzip folgend bei den privaten Betreibern bzw. deren Rechtsnachfolgern verbleiben sollten und nicht auf die Allgemeinheit übertragen werden dürfen.

3. Kommunikation und Verfahren

Große Infrastrukturprojekte, wie z. B. die Errichtung und der Betrieb eines Kohlendioxidspeichers, bedürfen einer frühzeitigen Einbindung der Bürger, wenn der Versuch unternommen werden soll, die notwendige breite gesellschaftliche Akzeptanz für die Realisierung entsprechender Projekte zu erreichen. Die bisherigen Formen der Bürgerbeteiligung

im Rahmen von Planfeststellungs- und Genehmigungsverfahren, bei denen in formalisierter Form Einwendungen auf der Basis bereits ausgearbeiteter Pläne vorgetragen und anlässlich eines Termins erörtert werden, sind aktuell bei CCS-Projekten nicht ausreichend, um die notwendige gesellschaftliche Akzeptanz zu schaffen.

Die Bürgerbeteiligung unter Einbindung der kommunalen Gebietskörperschaften sollte bereits am Anfang eines Projektes einsetzen, transparenter und bürgernäher ausgestaltet werden, um frühzeitig unterschiedliche Sichtweisen und Befürchtungen bei den Planungen berücksichtigen zu können und ggf. vorhandene Kommunikationsblockaden aufzulösen. Den Bürgern sollten entsprechende Ressourcen verfügbar gemacht werden, um eine effiziente Beteiligung zu ermöglichen.

Auf Basis eines solchen vertrauensvollen Dialogs sind dann frühzeitig Nutzen und Risiken umfassend und ergebnisoffen mit den betroffenen Bürgern und den Trägern öffentlicher Belange zu erörtern.

Dabei sollten Instrumente implementiert werden, mit denen der Bürger aktiv in den Entscheidungsprozess eingebunden wird. Als ein zukunftsweisendes Modell zur Bürgerbeteiligung bei Konflikten zwischen Betrieben und benachbarten Bürgern hat sich in den zurückliegenden Jahren in Niedersachsen das Konzept der offenen Umfeldkommunikation bewährt. Der Arbeitskreis empfiehlt, auf der Basis des methodischen Ansatzes der offenen Umfeldkommunikation und anderer zukunftsweisender Modelle zur Bürgerbeteiligung im Rahmen der 7. Regierungskommission Vorschläge zur Optimierung und Ergänzung der Modelle und Methoden zur Beteiligung der Bürger im Rahmen von Entscheidungsprozessen zu großen Infrastrukturprojekten zu erarbeiten.

4. Weitere Hinweise im Zusammenhang mit der zukünftigen CCS-Diskussion

Wie eingangs ausgeführt, ist die Einordnung der Rolle/Funktion von CCS in die weiter gefassten energiepolitischen und umweltschutzbezogenen Rahmensetzungen nicht Bestandteil des vorstehenden Diskussionspapiers. Nachfolgend aber einige im Rahmen der Diskussionen identifizierte Aspekte, die für weiterführende Diskussionen von Belang sein werden:

Die Diskussionen im Arbeitskreis zeigten deutlich, dass es sich bei CCS schon aufgrund des relevanten zusätzlichen Energie- und damit Ressourcenbedarfs und den begrenzten

Speicherkapazitäten nicht um eine langfristige CO_2-Minderungsstrategie handelt, sondern maximal um eine befristete Übergangsmaßnahme.
Bei der Frage, ob CCS im Kontext einer ambitionierten Decarbonarisierungsstrategie als Übergangslösung für CO_2-Emissionen aus fossilen Kraftwerken oder nur für die technologisch nicht vermeidbaren CO_2-Prozessemissionen des produzierenden Gewerbes (z. B. Stahl- und Zementindustrie, Raffinerien) oder aber grundsätzlich gar nicht in Betracht gezogen werden sollte, besteht kein Konsens.

Unstrittig ist, dass CCS neben einem erhöhten Energie- und Ressourcenaufwand auch zu relevanten zusätzlichen Kosten bei den jeweils angeschlossenen Anlagen führt.
Die gesamt- und einzelwirtschaftlichen Effekte unterschiedlicher denkbarer Kostenverteilungen zwischen Staat und Wirtschaft sind in jedem Fall sorgfältig zu prüfen. Unter anderem wäre einem möglichen „carbon-leakage“[2] entgegenzuwirken, denn für im internationalen Wettbewerb stehende Branchen bewirkte die verpflichtende Einführung von CCS voraussichtlich Zusatzkosten im zweistelligen Prozentbereich.

Unzweifelhaft ist auch, dass die weitere gesellschaftliche Meinungsbildung und die politischen Entscheidungen in Niedersachsen angesichts des signifikanten Mengenanteils des Landes an potenziellen Lagerstätten eine Schlüsselrolle für die Zukunftsperspektiven großmaßstäblicher CCS-Anwendung in Deutschland haben.

[2] „carbon-leakage“ ist die Gefahr einer Verlagerung von CO_2-Emissionen in Länder, die nicht am CO_2-Emissionshandel teilnehmen.