

Antwort

der Bundesregierung

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Hans-Josef Fell, Sylvia Kotting-Uhl, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN
– Drucksache 16/12540 –**

CO₂-Abscheidung und -Lagerung

Vorbemerkung der Fragesteller

Die Abscheidung und unterirdische Lagerung von CO₂ (CCS) wird in der Bundesrepublik Deutschland als zukünftige Maßnahme gegen den Klimawandel in Betracht gezogen. Leider kann erst nach dem Abschluss einer langjährigen und disziplinübergreifenden Forschungsarbeit festgestellt werden, ob die Technik zur breiten Anwendung geeignet ist. Neben allen finanziellen Abwägungen bestehen bei der Einlagerung erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der geologischen Speicherfestigkeit und der möglichen Auswirkungen auf die Bevölkerung im Umfeld der riesigen Lagerstätten.

Vorbemerkung der Bundesregierung

Die Abscheidung und dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid in tiefen geologischen Gesteinsschichten (Carbon dioxide Capture and Storage, kurz CCS) wird möglicherweise einen wichtigen Beitrag dazu leisten können, den durch die Nutzung fossiler Energieträger bedingten Ausstoß von Kohlendioxid aus Energieerzeugungsanlagen und anderen Industrieanlagen in die Atmosphäre zu vermindern. Bei erfolgreichem Verlauf der derzeit in Planung befindlichen Demonstrationsanlagen steht damit in ca. 10 Jahren möglicherweise eine Technologie zur Verfügung, die erheblich zur Energieversorgungssicherheit und zum Schutz des Klimas beitragen kann. Das Bundeskabinett hat am 1. April 2009 den Entwurf eines Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes beschlossen, das den Rechtsrahmen für die Erprobung und Anwendung der neuen Technologie schaffen soll. Die Bundesregierung strebt an, dass das Gesetz im Sommer dieses Jahres vom Bundesrat und Deutschen Bundestag verabschiedet wird.

Wesentlicher Bestandteil des von der Bundesregierung vorgeschlagenen CCS-Rechtsrahmens ist, dass der Schutz des Menschen und der Umwelt bei der Anwendung der neuen CCS-Technologien auch langfristig gewährleistet ist. Erste Erfahrungen liegen bereits vor: In verschiedenen Ländern, etwa in Norwegen, Algerien, USA und Kanada, wird Kohlendioxid im geologischen Untergrund ge-

speichert. Darüber hinaus gibt es auch natürliche Kohlendioxid-Lagerstätten in einer Tiefe von zwei bis 10 Kilometern. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Kohlendioxid dauerhaft und sicher zurückgehalten werden kann, wenn entsprechend geeignete Gesteinsschichten im geologischen Untergrund genutzt werden. Allerdings muss der bisherige Kenntnisstand in den nächsten Jahren auch durch die Realisierung von Demonstrationsanlagen noch weiter vertieft werden.

Der in der Kleinen Anfrage mehrfach gezogene Vergleich zwischen den CCS-Technologien und den Projekten der Endlagerung radioaktiver Abfälle ist aus Sicht der Bundesregierung nicht sachgerecht. Anders als bei der radioaktiven Entsorgung wird bei der Speicherung von Kohlendioxid der natürlich vorhandene Porenraum in den Gesteinsschichten genutzt; es werden also keine technischen Hohlräume im Untergrund geschaffen. Auch hinsichtlich der Toxizität und der Explosivität ist das Gefährdungspotential der CCS-Technologien – etwa im Vergleich zum Umgang mit gasförmigen Stoffen in der chemischen Industrie oder zur untertägigen Speicherung von Erdgas – als vergleichsweise gering einzustufen. Mit Blick auf die Akzeptanz der neuen Technologie in der Bevölkerung wird es gleichwohl wichtig sein, bei den geplanten Demonstrationsprojekten ein größtmögliches Maß an Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit zu gewährleisten.

Ergänzende Hinweise

Sofern in der Kleinen Anfrage die Formulierung „Speicherung im Boden“ gewählt wurde, geht die Bundesregierung davon aus, dass „geologische Schichten im tiefen Untergrund“ gemeint sind. Eine Speicherung von Kohlendioxid im Boden ist nicht vorgesehen.

Die aktuell vorliegenden Zahlen zu Angaben der Kapazität von Kohlendioxid-Speichern in salinaren Aquiferen weisen noch erhebliche Ungenauigkeiten auf. Dies liegt insbesondere an der Bemessung des nutzbaren Porenvolumens. Zu unterscheiden ist zwischen „theoretischer“, „realistischer“ und „nutzbarer“ Speicherkapazität. Von der theoretischen Kapazität wird nur ein Teil „realistisch“ und davon nur ein Teil tatsächlich nutzbar sein. Für die entsprechende Einteilung in diese Kategorien spielen insbesondere geologische, ökonomische, technische und ökologische Betrachtungen eine Rolle. Präzise und belastbare Angaben zur Speicherkapazität werden daher erst nach Abschluss der jetzt angelaufenen entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten möglich sein. Die in den folgenden Antworten genannten Zahlen sind dementsprechend zu bewerten.

1. Welche konkreten Speicherformationen für CO₂ wurden bisher im Rahmen des GESTCO-Projektes in der Bundesrepublik Deutschland identifiziert, und wo liegen sie genau (bitte Einzelauflistung nach salinen Aquiferen, als auch ehemalige Öl- und Gaslagerstätten, die infrage kommen)?

Im Rahmen des GESTCO-Projektes sind die potenziellen Speichergesteine (so genannte saline Aquifere) in Norddeutschland identifiziert worden. Dabei handelt es sich um Gesteinsschichten, die folgenden Gesteinseinheiten zuzuordnen sind

- Oberrotliegend-Sandsteine und Zechstein-Karbonate (Staßfurt-Folge) des Perm,
- der so genannte Mittlere Buntsandstein der Trias,
- Sandsteine aus dem Mittelkeuper (sog. Schilfsandstein) und dem Oberkeuper (Rhät),
- Sandsteine des Lias und Dogger aus der Jurazeit sowie
- Sandsteine der Unterkreide.

Mit Ausnahme der zwei letztgenannten Gesteinseinheiten aus dem Dogger und aus der Unterkreide sind die potenziellen Speichergesteine in Norddeutschland weit verbreitet.

Zusätzlich zu den salinaren Aquiferen sind 66 ehemalige und in Betrieb befindliche Erdgaslagerstätten (insbesondere in Perm- und Triasgesteinen) und 13 Erdöllagerstätten (überwiegend in Gesteinen der Jura- und Kreidezeit) als potenzielle Kohlendioxidspeicher analysiert worden. Diese Kohlenwasserstofflagerstätten befinden sich überwiegend in Niedersachsen sowie in Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein.

2. Zu welchen Ergebnissen kommt das Ende Dezember 2008 abgeschlossene Forschungsprojekt GeoCapacity bezüglich der Lage der Speichermöglichkeiten und ihrer potenziellen Kapazitäten für die CO₂-Ablagerung in der Bundesrepublik Deutschland und Europa?

Das Forschungsprojekt ist noch nicht abgeschlossen. Die Ergebnisse sind daher auch noch nicht publiziert worden. Ein Entwurf des Endberichtes befindet sich derzeit insbesondere bezüglich der Ergebnisse in anderen europäischen Staaten noch in der Endabstimmung.

In Bezug auf den Standort Bundesrepublik Deutschland ist das GeoCapacity-Projekt in erster Linie eine räumliche Erweiterung des in der Antwort zu Frage 1 dargestellten GESTCO-Bearbeitungsraumes um den deutschen Nordseesektor. Das Kohlendioxid-Speicherpotenzial in der deutschen Nordsee, für das noch keine publizierten Daten vorliegen, wird von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) unter Zugrundelegung eines konservativen Ansatzes auf 2,9 Mrd. Tonnen geschätzt. Für das deutsche Festland sind im Rahmen des GeoCapacity-Projektes keine neuen Untersuchungen zum Speicherpotenzial in salinaren Aquiferen durchgeführt worden. Auf Basis aktueller Erdgasproduktionszahlen wurde von der BGR die CO₂-Speicherkapazität in Erdgaslagerstätten neu berechnet. Demzufolge beträgt die Kapazität ca. 2,75 Mrd. Tonnen. Diese Daten sind bereits publiziert worden (GERLING, J.P., 2008).

3. Wie hoch ist die zurzeit in der Bundesrepublik Deutschland bekannte Kapazität hochwertiger Speicher, die für eine langzeitsichere CO₂-Ablagerung zuverlässig infrage kommt und bei der ein angemessenes Management garantiert werden kann?

Der Bundesregierung liegen keine belastbaren Informationen darüber vor, wie viel Kohlendioxid unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien dauerhaft sicher im Untergrund gespeichert werden kann.

Die deutschen Erdöllagerstätten sind aufgrund ihrer geringen Größe für eine kommerzielle dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid nicht geeignet.

Erdgasfelder sind in der Bundesrepublik Deutschland hingegen eine geeignete Option für die dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid. Sie haben bereits über viele Millionen Jahre nachgewiesen, in ihren Strukturen gasförmige Kohlenwasserstoffe dauerhaft zurückhalten zu können. Ob dies auch auf die Rückhaltung von Kohlendioxid zutrifft, ist Gegenstand von laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Wie in der Antwort zu Frage 2 ausgeführt, wurde von der BGR die Speicherkapazität aus den geförderten Erdgasmengen und den verbleibenden Reserven mit 2,75 Mrd. Tonnen errechnet (GERLING, J.P., 2008).

Im Rahmen von Regionalstudien wurde in den letzten Jahren die Kohlendioxid-Speicherkapazität in salinaren Aquiferen in der Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt. Diese Abschätzungen beziehen sich auf die volumetrischen Speicher-

kapazitäten der Aquifere basierend auf zum Teil regionalen Durchschnittswerten bezüglich ihrer Mächtigkeit und Porosität. Ökonomische und ökologische Kriterien wurden bei diesen Abschätzungen nicht berücksichtigt. Technisch nutzbar ist daher nur ein Teil dieser Kapazität. Abhängig beispielsweise von der Permeabilität der Aquifere sowie der gewählten Injektionsstrategie ergibt sich daraus ein nutzbarer Anteil (Speichereffizienz bzw. Flutungseffizienz) der zwischen wenigen Prozent und bis zu etwa 40 Prozent betragen kann. Die auf dieser Grundlage abgeschätzte CO₂-Speicherkapazität in salinaren Aquiferen in der Bundesrepublik Deutschland wurde von der BGR im Jahr 2005 auf 12 bis 28 Mrd. Tonnen geschätzt (MAY et al. 2005). Nach neueren, bisher nicht veröffentlichten Abschätzungen dürften die Kapazitäten eher im unteren Bereich dieser Bandbreite liegen. Bezüglich der mit derartigen Kapazitätsabschätzungen verbundenen Unsicherheiten verweist die Bundesregierung im Übrigen auf den entsprechenden Hinweis in der Vorbemerkung.

Zur Reduktion der Unsicherheiten dieser Abschätzungen ist im Jahr 2008 unter der Federführung der BGR das Projekt „Speicherkataster Deutschland“ angelaufen. Dort wird in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer eine umfangreiche und einheitliche Datengrundlage zur volumetrischen Kapazitätsabschätzung von Speicherformationen in der Bundesrepublik Deutschland erarbeitet.

Im Rahmen der Umsetzung der europäischen CCS-Richtlinie in nationales Recht sieht der Gesetzentwurf der Bundesregierung eine umfassende Analyse und Bewertung der Speicherpotenziale und eine entsprechende Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten vor. Eine abschließende Aussage zur Eignung und Qualität eines kommerziellen Speichers kann jedoch erst nach einer standortbezogenen Exploration, die durch die Unternehmen durchzuführen sind, unter Einbeziehung von Erfahrungen aus den geplanten Demonstrationsvorhaben festgestellt werden.

Durch die im Kohlendioxid-Speicherungsgesetzentwurf vorgesehenen Vorschriften wird sichergestellt, dass seitens der Betreiber ein problemadäquates, angemessenes Management zur Anwendung kommt. Dies hat die Erdgasspeicherindustrie in den vergangenen Jahrzehnten unter Beweis gestellt und kann deshalb auch für die geologische CO₂-Speicherung unterstellt werden.

4. Über welche waagerechte Ausdehnung erstrecken sich die einzelnen Lagerstätten?

Die horizontale Ausdehnung von dauerhaften Kohlendioxidsspeichern – diese dürften hier mit dem Begriff „Lagerstätten“ gemeint sein – kann, projiziert auf die Erdoberfläche, wenige Quadratkilometer bis zu etwa tausend Quadratkilometern umfassen. Die Ausdehnung hängt insbesondere ab von der gespeicherten Kohlendioxidmenge, den Speichereigenschaften und den gewählten Injektionsstrategien.

5. Wie stellt sich die Porosität, der nutzbare Porenraum, die Permeabilität als auch die vertikale Mächtigkeit der einzelnen infrage kommenden salinen Aquifere dar?

Die Kenntnisse über wichtige Gesteinsparameter wie Porosität, Permeabilität und Mächtigkeit einzelner Aquifere stehen nicht flächendeckend zur Verfügung. In dem bei der BGR in Arbeit befindlichen „Speicherkataster Deutschland“ werden derzeit Porositäten und Nettomächtigkeiten einzelner Speicherformationen erfasst. Dabei wurden als Mindestanforderungen eine Nettomächtigkeit von über 10 m, eine Porosität von mindestens 10 Prozent und eine Permeabilität von mindestens 10 Millidarcy (mD) definiert. Porositäts- und Permeabilitätswerte sowie

Mächtigkeiten einzelner Aquifere von potenziellen Kohlendioxidspeichern werden erst nach den standortbezogenen Explorationstätigkeiten vorliegen.

6. Wie viel CO₂ in Millionen Tonnen wird man voraussichtlich in den einzelnen Lagerstätten speichern können?

Die bisher ermittelten Kohlendioxid-Speicherkapazitäten für Einzelstrukturen liegen im Bereich zwischen ca. 5 Mio. und 600 Mio. Tonnen. Diese Abschätzungen basieren größtenteils auf Durchschnittswerten zu Porosität, Permeabilität und Nettomächtigkeit, sowie Schätzungen der Speicher- bzw. Flutungseffizienz. Im Übrigen wird auf die Vorbemerkung verwiesen.

7. Welche der hier aufgeführten Lagerstätten eignen sich aufgrund ihrer Beschaffenheit besonders für die Lagerung von CO₂?

Eine geeignete Option für die Kohlendioxid-Speicherung ist in der Bundesrepublik Deutschland die Nutzung ehemaliger oder nahezu leergeförderter Erdgasfelder, weil sie durch ihre Existenz bereits über viele Millionen Jahre die Langzeitsicherheit nachgewiesen haben (vgl. Antwort zu Frage 3). Für die Eignung der salinaren Aquifere sind detaillierte standortbezogene Untersuchungen notwendig, jedoch bisher nicht durchgeführt worden. Daher ist es derzeit noch nicht möglich, die besondere Eignung einzelner potenzieller Speicherstandorte festzustellen oder vergleichend zu bewerten.

8. Wie sieht ein durchschnittliches salines Speicheraquifer für CO₂ – vor dem Hintergrund der vorhandenen Daten über die einzelnen Aquifere – hinsichtlich Porosität, des nutzbaren Porenraums, der Permeabilität als auch der vertikalen Mächtigkeit aus?

Die Porositäten, Permeabilitäten und Nettomächtigkeiten sind im unterirdischen Raum häufig heterogen, insbesondere die Permeabilität. Daher ist die Angabe von Durchschnittswerten nicht möglich. Nähere Einzelheiten enthalten auch die Antwort zu den Fragen 3 und 5.

9. Wie wird die Speicherkapazität für CO₂ in der Bundesrepublik Deutschland eingeschätzt?

Die Bundesregierung verweist auf die Antwort zu den Fragen 2 und 3 sowie auf die Vorbemerkung.

10. Inwieweit ändert sich die Ablagerkapazität für CO₂ in der Bundesrepublik Deutschland bei unterschiedlichen Anforderungen an die Langzeitsicherheit und Zuverlässigkeit der Modellvorhersagen (Leckagerate 0,1 Prozent, 0,01 Prozent bzw. 0,001 Prozent pro Jahr, bitte unter Angabe des Unsicherheitsbereichs der Modellvorhersagen)?

Hierzu liegen der Bundesregierung keine Informationen vor.

11. Wie stellt sich die Boden-Speichersituation in Großbritannien, Polen, Russland und Italien dar?

Der Bundesregierung liegen folgende Informationen und Untersuchungsergebnisse vor, zu deren Belastbarkeit sie allerdings keine Aussage zu treffen vermag.

Zu **Großbritannien**: Eine Untersuchung des Geologischen Dienstes von Großbritannien (HOLLOWAY et al. 2006: Industrial Carbon Dioxide Emissions and Carbon Dioxide Storage Potential in the UK) ergab eine gesamte Kohlendioxid-Speicherkapazität von 10 Mrd. Tonnen in Öl- und Gasfeldern und bis zu 12 Mrd. Tonnen salinen Aquiferen. Kumulativ beträgt die theoretische Kapazität damit bis zu ca. 22 Mrd. Tonnen. Die Speicher befinden sich im Wesentlichen im Off-shore-Bereich. Experten der „North Sea Basin Task Force“ weisen in dem im Jahr 2003 erschienenen Ergebnisbericht des Projektes GESTCO darauf hin, dass ein Großteil der Erdöl- und Erdgasfelder nicht vor dem Jahr 2037 für eine Kohlendioxid-Speicherung zur Verfügung stehe und über ihre praktische Nutzbarkeit noch keine Erkenntnisse vorlägen.

Das theoretische Kohlendioxid-Speicherpotenzial in **Polen** wird nach Angaben polnischer Wissenschaftler für 48 ausgesuchte Speicherstrukturen auf 22,3 Mrd. Tonnen geschätzt (TARKOWSKI, R. 2008: CO₂ storage capacity of geological structures located within Polish Lowlands' Mesozoic formations).

Der Bundesregierung sind bisher keine Projekte oder Untersuchungsergebnisse zum Kohlendioxid-Speicherpotenzial in **Russland** bekannt. Die großen bekannten Erdgas- und Erdölfelder dürften erhebliche Speicherpotenziale bergen, wenn diese nahezu leer gefördert sind.

Erste Abschätzungen zum Speicherpotenzial in **Italien** sind im Rahmen des Projektes Joule II veröffentlicht worden. Die gesamte Speicherkapazität in salinaren Aquiferen sowie in Erdöl- und Erdgaslagerstätten Italiens wurde auf der 9. International Conference on Greenhouse Gas Technologies im November 2008 in Washington DC mit ca. 4,6 Mrd. Tonnen angegeben.

12. Haben China und Indien ausreichende Speicherkapazitäten für CO₂?

Der Bundesregierung liegen folgende Informationen und Untersuchungsergebnisse vor, zu deren Belastbarkeit sie allerdings keine Aussage zu treffen vermag.

Zu **China**: Der Bericht der Asia Pacific Economic Cooperation „Assessment of Geological Storage Potential of Carbon Dioxide in the APEC Region – Phase 1, CO₂ Storage Prospectivity of Selected Sedimentary Basins in the Region of China and South East Asia“ der APEC Energy Working Group (EWG Project 06/2003, Juni 2005) führt aus, dass in China die Reichweite der Erdöl- und Erdgaslagerstätten für ein Jahr reichen würde, jedoch in salinaren Aquiferen möglicherweise Potenziale bestehen. Auf der 9. International Conference on Greenhouse Gas Technologies im November 2008 in Washington DC wurden erste Abschätzungen zu Speicherkapazitäten in China veröffentlicht (LI et al.: „CO₂ Point Emission and Geological Storage Capacity in China“). In dieser Publikation wird das gesamte theoretische CO₂-Speicherpotenzial Chinas mit über 3 088 Mrd. Tonnen beziffert. Davon entfallen angeblich 3 066 Mrd. Tonnen auf salinare Aquifere.

Zu **Indien**: Einzelheiten zu den Speicherkapazitäten in Indien enthält der Bericht der Internationalen Energieagentur IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEA GHG), „A Regional Assessment of the Potential for CO₂ Storage in the Indian Subcontinent“ vom Mai 2008, sowie die Veröffentlichung einer indisch-britischen Wissenschaftlergruppe von HOLLOWAY, S., GARG, A., KAPSHE, M., DESHPANDE, A., PRACHA, A.S., KHAN, S.R., MAHMOOD, M.A., SINGH, T.N., KIRK, K.L. & GALE, J. (2008): „An assessment of the CO₂ storage potential of the Indian subcontinent“. Quantitative Abschätzungen zum Kohlendioxid-Speicherpotenzial wurden bisher nur für Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie für Kohlelagerstätten veröffentlicht. Nach der oben genannten Veröffentlichung beträgt die diesbezügliche Kapazität zwischen 3,4 und 4,6 Mrd. Tonnen in Öl- und Gasfeldern. Da Indien jährlich ca. 650 Mio. Tonnen Kohlen-

dioxid emittiert, entspräche dies einer Aufnahmekapazität von fünf bis acht Jahren. Das Kohlendioxid-Speicherpotenzial in salinaren Aquiferen ist demgegenüber bisher noch nicht quantifiziert worden.

13. Wie viel installierte Kraftwerksleistung in MW sind bei Stein- und Braunkohlekraftwerken seit dem Jahr 2000 in der Bundesrepublik Deutschland ans Netz gegangen?

Nach Angaben des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) sind in der Bundesrepublik Deutschland durch Neubau bzw. Erweiterung seit dem Jahr 2000 Stein- und Braunkohlekraftwerke mit einer Kraftwerksleistung von insgesamt 2 185 Megawatt ans Netz gegangen.

14. Wie viel CO₂ wird nach der Leitstudie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in den Jahren 2020 bis 2050 in der Bundesrepublik Deutschland aus Kohlekraftwerken emittiert?

Die Kohlendioxid-Emissionsmengen aus Kohlekraftwerken zwischen den Jahren 2020 und 2050 werden vom künftigen Energiemix in der Bundesrepublik Deutschland abhängen. Insofern sind der Bundesregierung keine belastbaren Angaben möglich. Auch die BMU-Leitstudie weist keine kumulierten CO₂-Emissionen aus Kohlekraftwerken über den Zeitraum zwischen 2020 und 2050 aus, sondern lediglich bestimmte Emissionen pro Jahr zu einem bestimmten Zeitpunkt x.

15. Wo sieht die Bundesregierung Forschungsbedarf bei der Einlagerung von CO₂ im Boden?

An Forschungsarbeiten über die Kohlendioxid-Speicherung im tiefen geologischen Untergrund arbeiten in der Bundesrepublik Deutschland derzeit zahlreiche Forschungsverbände, die gezielten Fragestellungen im Labormaßstab sowie in Pilotprojekten nachgehen. Dabei werden insbesondere Fragen zur dauerhaft sicheren Speicherung, zum langfristigen Monitoring, zur Risikoabschätzung und zur Abschätzung des vorhandenen Speicherpotenzials bearbeitet und neue Technologien für die Demonstrationsvorhaben vorbereitet. Eine Vertiefung der Forschung ist aus heutiger Sicht vor allem für folgende Themen erforderlich:

- Ermittlung der Speicherkapazität,
- Verdrängung der fluiden Phasen in den Speichergesteinen und ihrer Umweltauswirkungen,
- Vorhersagende Simulation der Kohlendioxid-Ausbreitung und Leckagevermeidung,
- Speichersicherheit.

16. Wann rechnet die Bundesregierung mit ersten Forschungsergebnissen zur Einsatzfähigkeit von CCS, insbesondere bei der Speicherung?

Erste Forschungsergebnisse über die Kohlendioxid-Speicherung liegen bereits vor. Diese wurden in der Bundesrepublik Deutschland im Wesentlichen im Rahmen des EU-Projektes CO₂SINK veröffentlicht (www.co2sink.org). Andere Verbundprojekte, die von der EU-Kommission oder im Rahmen des GEOTECHNOLOGIEN-Programms des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert werden (z. B. COSMOS, CSEGR, CO₂Trap,

RECOPOL, NASCENT, GESTCO u. a.), haben ebenfalls wichtige Ergebnisse geliefert. Ein Statusreport über die bisher erzielten Ergebnisse wird derzeit vorbereitet.

In den kommenden Jahren ist aus dem Betrieb von Pilot- und Demonstrationsanlagen kontinuierlich mit neuen Forschungs- und Entwicklungsergebnissen zur Einsatzfähigkeit von CCS zu rechnen. Die Bundesregierung hat bereits in ihren Antworten

- auf die Große Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „Klimaschutz durch den Einsatz von CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/7264 vom 23. November 2007,
- auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/4968 vom 20. April 2007 und
- auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „Zukunft der Kohleverstromung“, Bundestagsdrucksache 16/9032 vom 5. Mai 2008

zum Ausdruck gebracht, dass sie bei positivem Ergebnis der geplanten Demonstrationsprojekte mit der kommerziellen Einsatzfähigkeit von CCS-Technologien ab etwa dem Jahr 2020 rechnet.

17. Gibt es Forschungsergebnisse zu der Frage, inwieweit die dauerhafte Meeresüberflutung eines salinen CO₂-Speicheraquifers oder entsprechender CO₂-Speicher in ehemaligen Öl/Gaslagerstätten zu einer Speicherbeeinträchtigung hinsichtlich einer möglichen Leckage führen könnte, vor dem Hintergrund einer nicht unwahrscheinlichen Überflutung von entsprechenden Speichern in der Norddeutschen Tiefebene im Zusammenhang mit dem Anstieg des Meeresspiegels verursacht durch den Klimawandel?
18. Wie schätzt die Bundesregierung diese Gefahr ein?

Derartige Forschungsergebnisse sind der Bundesregierung nicht bekannt. Sie kann allerdings nicht ausschließen, dass sich einzelne Wissenschaftler oder Forschergruppen mit dieser Fragestellung beschäftigt haben.

Die Ergebnisse des Demonstrationsstandortes vor Norwegen (Sleipner) zeigen, dass die Speicherung von Kohlendioxid in geologischen Gesteinsschichten auch unterhalb des Meeresbodens möglich ist. Die Anhebung des Meeresspiegels dürfte nach den derzeitigen Berechnungen nach der Kohlendioxid-Speicherung maximal zwei Meter betragen, was einem zusätzlichen hydrostatischen Druck von 0,2 bar entspricht. Dadurch wird der Druck in einem tiefliegenden salinaren Aquifer nicht wesentlich verändert. Besondere Auswirkungen sind daher nicht zu befürchten. Die Gefahr einer durch eine hypothetische Meeresüberflutung ausgelösten Leckage eines Kohlendioxid-Speichers ist vor diesem Hintergrund sehr unwahrscheinlich.

Mit Blick auf die vorgesehenen Vorschriften des dem Deutschen Bundestag und Bundesrat vorliegenden Entwurfes der Bundesregierung für ein Kohlendioxid-Speicherungsgesetz ist davon auszugehen, dass auch diese Fragen im Rahmen der vorsorgenden Gefahrenabwehr und der Langzeitsicherheit von dauerhaften Kohlendioxid-Speichern Gegenstand der Genehmigungs- bzw. der Planfeststellungsverfahren sein werden.

19. Geht die Bundesregierung davon aus, dass ggf. auch ältere Kraftwerke mit CCS nachgerüstet werden?

Aus Sicht der Bundesregierung ist nicht auszuschließen, dass auch ältere Kraftwerke mit CCS-Technologien nachgerüstet werden, sofern diese Technologien großtechnisch verfügbar sind. Allerdings dürfte die Nachrüstung älterer Kraftwerke wegen des geringeren Wirkungsgrades und der erforderlichen Zusatzkosten für die Nachrüstung teurer als der Bau neuer Kraftwerke mit integrierter Kohlendioxid-Abscheidung sein. Letztlich obliegt es den Unternehmen der Energiewirtschaft zu entscheiden, ob eine Nachrüstung technisch und ökonomisch für ihre jeweiligen Anlagen infrage kommt.

20. Wie hoch schätzt die Bundesregierung die neu installierte Kraftwerkleistung in MW an fossilen Kraftwerken ab dem Jahr 2020 ein?

Gibt es dann vor dem Hintergrund der bereits angekündigten Bauvorhaben überhaupt noch Bedarf?

Die Bundesregierung nimmt keine derartigen Abschätzungen vor. Ihr liegen auch seitens der Energiewirtschaft noch keine Informationen über den Umfang neuer Kraftwerkskapazitäten nach 2020 vor. Der Bau neuer Kraftwerke ist Angelegenheit der am Markt tätigen Unternehmen.

21. Beabsichtigt die Bundesregierung, die CCS-Infrastruktur – insbesondere Pipelines – finanziell oder auf andere Art und Weise zu unterstützen?

Falls ja, auf welche Art und Weise, und in welcher Höhe?

Nein, die Bundesregierung verfolgt derzeit keine derartigen Absichten.

22. Beabsichtigt die Bundesregierung, den Bau von CCS-Kohlekraftwerken finanziell oder auf andere Art und Weise zu unterstützen?

Falls ja,

- a) auf welche Art und Weise,
- b) in welcher Höhe je Kraftwerk,
- c) aus welchem Haushaltstitel und
- d) ab wann soll Förderung stattfinden?

Die Bundesregierung unterstützt die Bestrebungen der EU-Kommission zur Realisierung eines europäischen CCS-Demonstrationsprogramms. Dabei soll ein Teil der CCS-bedingten Zusatzkosten von CCS-Demonstrationskraftwerken über Emissionszertifikate aus der Neuanlagenreserve des Europäischen Emissionshandelssystems gefördert werden (s. Artikel 10a Absatz 8 der Emissionshandelsrichtlinie). Hierfür stehen bis zum 31. Dezember 2015 bis zu 300 Millionen Emissionszertifikate zur Verfügung. Die Bundesregierung geht davon aus, dass die drei in der Planung bereits weit fortgeschritten Demonstrationsprojekte in der Bundesrepublik Deutschland Teil des europäischen Demonstrationsprogramms sein werden.

Die Bundesregierung plant derzeit nicht, sich darüber hinaus an der Finanzierung von CCS-Kohlekraftwerken zu beteiligen.

23. Ist die Zahl der Kohlekraftwerke, die in der Bundesrepublik Deutschland finanzielle Unterstützung seitens des Bundes finanziert werden soll, begrenzt, und falls ja, in welcher Zahl oder Gesamtkapazität liegt die Begrenzung?

Auf die Antwort zu Frage 22 wird verwiesen.

24. Beabsichtigt die Bundesregierung, die Endlagerung von Kohlendioxid finanziell oder auf andere Art und Weise zu unterstützen?

Falls ja,

- a) welche Art und Weise,
- b) in welcher Höhe,
- c) aus welchem Haushaltstitel und
- d) ab wann soll Förderung stattfinden?

Auf die Antwort zu Frage 22 wird verwiesen. Diese Antwort bezieht sich auch auf die dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid.

25. Wie hoch ist die derzeitige Forschungsförderung der Bundesregierung für
- a) CCS-Abscheidung von Kohlekraftwerken,
 - b) Transport von CO₂,
 - c) Endlagergeologie?

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat im Rahmen seiner COORETEC-Initiative im Jahr 2008 Forschung und Entwicklung moderner Kraftwerkstechnologien und CCS mit ca. 30 Mio. Euro gefördert. Technologien im Zusammenhang mit der CO₂-Speicherung wurden durch das BMBF im Rahmen seines GEOTECHNOLOGIEN-Programms in Höhe von 5,4 Mio. Euro im Jahr 2008 gefördert. Durch die Ausrichtung der Forschungsarbeiten auf die gesamte CCS-Technologielinie ist eine eindeutige Zuordnung der Mittel zu den in der Frage genannten Feldern nicht möglich.

26. Welche Forschungsanstrengungen in welcher Höhe sind entsprechenden auf europäischer Ebene zu verzeichnen?

Im 7. Forschungsrahmenprogramm der EU wurden für die Jahre 2007 und 2008 insgesamt 45 Mio. Euro für die Themen CO₂-Abtrennung und -Speicherung sowie „Clean-Coal-Technologien“ für Projektförderung zur Verfügung gestellt.

27. Liegen der Bundesregierung Untersuchungen vor, die die Wahrscheinlichkeit des Risikos eines Austritts von CO₂ aus CO₂-Endlagerstätten abschätzen können, und falls ja, welche Studien sind dies, und zu welchem Ergebnis kommen diese Studien?

Der Bundesregierung sind verschiedene Studien bekannt, deren Ergebnisse auf numerische Simulationen zurückgehen oder die mit analytischen oder semi-analytischen Methoden erzielt wurden:

- Eine Untersuchung von DOUGHTY (2007) kommt zu dem Ergebnis, dass selbst bei dem unmöglichen Fall, dass das Deckgestein oberhalb eines Speichers spontan verschwinden würde, kein Kohlendioxid aus 1000 m Tiefe innerhalb von 1000 Jahren die Erdoberfläche erreichen würde. Das Kohlen-

dioxid wäre hier zu 80 Prozent kapillar gebunden und 20 Prozent im Porenraum der Gesteine gelöst.

- LINDEBERG (1997) hat in einer Studie erarbeitet, dass aus einem geologisch ungünstigen Reservoir in über 3000 Jahren nur ein Drittel des eingespeicherten Kohlendioxids wieder austreten könnte.
- NORDBOTTEN et al. (2004) zeigen mit semianalytischen Lösungsansätzen, dass die Leckagerate mit jedem Aquifer oberhalb des Kohlendioxid-Speichers um eine Größenordnung sinkt. Dies bedeutet: Etwa 10 Prozent des eingespeicherten Kohlendioxids können oberhalb des Speichers erwartet werden. Davon werden wiederum im nächst höheren Aquifer auch wieder nur 10 Prozent erwartet, bzw. dann umgerechnet 1 Prozent der ursprünglich in den Kohlendioxid-speicher injizierten Kohlendioxidmenge. Mit jedem zusätzlichen Aquifer sinkt also die Menge des Kohlendioxids, welche die Erdoberfläche erreichen könnte, um eine Größenordnung ab.
- Die Studie des IEA Greenhouse Gas R&D Programme „Study of potential impacts of leaks from onshore CO₂ projects on terrestrial ecosystems“ (Technical Study, 3/2007) bezeichnet es als wahrscheinlich, dass Kohlendioxid-Austritte an der Oberfläche in geringen Raten über lange Zeiträume (hunderte bis tausende von Jahren) auftreten werden. Durch sorgsame Auswahl und sorgfältiges Management können diese Leckagen verringert oder verhindert werden, jedoch müssen nach Auffassung der Autoren die Umweltauswirkungen dieser zu erwartenden Leckagen verstanden und beurteilt werden. Deswegen seien auftretende Auswirkungen auf die Umwelt entlang der gesamten Nahrungsmittelkette und die Auswirkungen auf die Veränderung der Biodiversität zu untersuchen.
- MEYER, HOUDU, POUPARD und LE GOUEVEC (2008) haben in ihrer Studie „Quantitative risk evaluation related to long term CO₂ gas leakage along wells“ anhand der Modellierung von 243 denkbarer Leckageszenarien an Bohrungen festgestellt, dass Leckagen an Bohrungen über einen Zeitraum von wenigen Dekaden bis Jahrhunderten sehr wahrscheinlich sind.

28. In welchen Tiefen ist die CO₂-Ablagerung geplant?

Kann durch die Wahl tieferer geologischer Strukturen die Wahrscheinlichkeit eines möglichen CO₂-Austritts minimiert werden?

Die aktuellen Planungen der Demonstrationsanlagen beziehen sich auf dauerhafte Kohlendioxid-Speicher in einer Tiefe von 800 bis 4 000 Metern. Dies liegt an der vergleichsweise hohen Dichte, die Kohlendioxid in diesen Tiefen annimmt. Dadurch kann der Porenraum der Gesteinsschichten besonders effizient genutzt werden. Sollten aber flachere Speichermöglichkeiten erkundet werden, die herausragende Speichereigenschaften einschließlich der Langzeitsicherheit aufweisen, wäre grundsätzlich auch die Speicherung in weniger tief liegenden Gesteinsschichten möglich.

Allgemein gilt, dass mit der Tiefe die Wahrscheinlichkeit des Austritts von Kohlendioxid an der Erdoberfläche durch die wachsende Anzahl zusätzlicher Aquifere im Multibarrierensystem sinkt (vgl. Antwort zu Frage 27). Auch die mit der Tiefe zunehmende Anzahl von Deckschichten mit geringen Durchlässigkeitskoeffizienten erhöht tendenziell die Langfristigkeit und Sicherheit der Speicherung.

29. Liegen der Bundesregierung Studien vor, die langfristig mögliche Kosten der Endlagerung berechnen
- hinsichtlich möglicher Schäden, die beim Austritt von CO₂ entstehen sowie
 - hinsichtlich des ansetzbaren Negativen Werts des CO₂, für das im Emissionshandel aufgrund der Abscheidung und Endlagerung keine Zertifikate gekauft werden mussten, das aber dennoch an die Atmosphäre gelangt?
30. Falls ja, welche Studien sind dies, und zu welchem Ergebnis kommen diese Studien?

Zu der genannten Fragestellung liegen der Bundesregierung unter anderem folgende Studien vor:

- Internationale Energie Agentur (IEA): Energy Technology Perspectives 2008. Fossil fuel-fired power plants and CCS.
- Wuppertal-Institut: Geologische CO₂-Speicherung als Klimapolitische Handlungsoption.
- CO₂ capture and storage – a technological pathway for combating climate change. – Geoscience Issues.
- The future of coal – an interdisciplinary MIT study. Massachusetts 2007.
- Wuppertal-Institut, DLR, ZSW und PIK: Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS). Februar 2007.
- Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: CO₂-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken (November 2007).

Eine Darstellung der jeweiligen Ergebnisse der Studien ist der Bundesregierung im Rahmen der für die Beantwortung einer Kleinen Anfrage des Deutschen Bundestages zur Verfügung stehenden Frist nicht möglich.

Zur Teilfrage 29b ist darauf hinzuweisen, dass ab dem Jahr 2013 die gesamte CCS-Kette in den Emissionshandel aufgenommen sein wird.

31. Hat die Bundesregierung Sicherungsmaßnahmen erarbeitet für den Fall, dass CO₂ austritt, wie umfassende Messstationen, Evakuierungspläne etc.?
- Falls ja, in welchem Umfang beteiligen sich die einlagernden Unternehmen an diesen Kosten?

Nein

32. Beabsichtigt die Bundesregierung, dass dem eingelagerten CO₂ Duftstoffe beigefügt werden müssen, vergleichbar zum Erdgas, damit das CO₂ im Falle des Austretens gerochen werden kann?

Der von der Bundesregierung vorgelegte Entwurf eines Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes sieht ein umfangreiches Überwachungssystem für dauerhafte Kohlendioxid-Speicher vor. Für das Monitoring können Zusatzstoffe wie z. B. Duftstoffe beigefügt werden. Zusätzlich ist es möglich, durch die Messung der Isotopenzusammensetzung des aus dem Untergrund emittierten Kohlendioxids CO₂ aus Verbrennungsprozessen von CO₂ aus Prozessen des organischen Abbaus im Boden oder von anderen natürlichen Prozessen zu unterscheiden. Auch hierzu werden Forschungsarbeiten durchgeführt, die weitere Ergebnisse liefern werden.

33. Wer soll die Kosten für den Fall tragen, dass sich eine Endlagerstätte während des Einleitungsvorgangs bzw. nach abgeschlossener Endlagerung als nicht geeignet erscheint, und das CO₂ wieder aus dem ungeeigneten Endlager entfernt werden muss?

Die Bundesregierung ist der Auffassung, dass in einem solchen Fall nach dem Verursacherprinzip der Betreiber eines Kohlendioxid-Speichers die entsprechenden Kosten zu tragen hat.

34. Wie gedenkt die Bundesregierung den Zugang zu möglichen CCS-Lagerstätten zu gestalten?

Hätten auch europäische Nachbarn Zugriff darauf?

Im Entwurf eines Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes, der vom Bundeskabinett am 1. April 2009 beschlossen wurde, hat die Bundesregierung dem Gesetzgeber einen Vorschlag zur Umsetzung der entsprechenden EU-Richtlinie unterbreitet. Der Zugang zu möglichen Kohlendioxid-Speichern steht Unternehmen aus der Europäischen Union unter den im Gesetzentwurf genannten Voraussetzungen und im Rahmen des Gemeinschaftsrechtes offen.

35. Befürwortet die Bundesregierung eine solche Lösung?

Auf die Antwort zu Frage 34 wird verwiesen.

36. Kann die Bundesregierung den Begriff „erhebliche Leckagen“ von CO₂ aus CO₂-Endlagern quantifizieren, d. h. welche Mengen in welcher Zeit?

Bei einer Leckage handelt es sich um den Austritt von Kohlendioxid oder von anderen Bestandteilen des Kohlendioxid-Stroms aus dem Speicherkomplex. Eine quantitative Unterscheidung zwischen den Begriffen „Leckage“ und „erhebliche Leckage“ wird von der Bundesregierung nicht vorgenommen.

37. Welche wissenschaftliche Grundlage hat die Zeitraumbeschränkung von 20 Jahren in denen die einlagernden Unternehmen die Haftung tragen?

Keine. Der in der Vorbemerkung angesprochene, dem Deutschen Bundestag vorliegende Entwurf der Bundesregierung für ein Kohlendioxid-Speicherungsgesetz enthält einen Mindestzeitraum von 30 Jahren nach Stilllegung des Kohlendioxid-Speichers für die Übertragung der Verantwortung.

38. Aus welchen Gründen befristet die Bundesregierung die Haftung entsorgender Unternehmen für CO₂-Endlager auf 20 Jahre?

Auf die Antwort zu Frage 38 sowie auf die Begründung der Bundesregierung zum Entwurf eines Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes wird verwiesen.

39. Ergibt sich aus Sicht der Bundesregierung durch die staatliche Haftungsübernahme nach 20 Jahren für CO₂-Endlager ein Wettbewerbsnachteil für konkurrierende Unternehmen, die keine CCS-Kraftwerke betreiben?

Nein

40. Welche Studien liegen der Bundesregierung vor, die mögliche Risiken sowohl von der Wahrscheinlichkeit der Freisetzung von CO₂ als auch von den Kosten im Falle der Freisetzung von CO₂ evaluieren?

Der Bundesregierung liegen hierzu keine hinreichend belastbaren Studien vor.

41. Welche Einschätzung hat die Bundesregierung bezüglich der Wahrscheinlichkeit und der Kosten von CO₂-Freisetzung aus CO₂-Endlagern?

Der Bundesregierung liegen hierzu keine hinreichend belastbaren Studien vor. Sie schätzt allerdings die Wahrscheinlichkeit von Kohlendioxid-Freisetzungen aus dauerhaften Kohlendioxid-Speichern mit Blick auf die im Entwurf des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes vorgesehenen hohen Anforderungen in den Planfeststellungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von dauerhaften Kohlendioxid-Speichern als äußerst gering ein.

42. Wie ist die Haftung von Genehmigungsbehörden sowie sonstiger Institutionen geregelt, die ein Endlager als geeignet einstufen, das sich im Nachhinein als nicht geeignet heraus stellt, für den Fall, dass es zu gesundheitlichen Schäden kommt?

Die Haftung richtet sich nach den allgemeinen Grundsätzen des Staatshaftungsrechtes.

43. Wie will die Bundesregierung sicherstellen, dass Rückstellungen für CO₂-Lagerung nicht in der Zwischenzeit seitens der Unternehmen auf eine Art und Weise eingesetzt werden, die ihnen im Wettbewerb gegenüber anderen Unternehmen Vorteile bieten?

Nach Auffassung der Bundesregierung gehören betriebliche Rückstellungen nicht zu den im Rahmen der Deckungsvorsorge zu leistenden Sicherheiten.

44. Auf welche Studien gründen sich die Annahmen der Bundesregierung über Kostenreduktionspotenziale der CCS-Technologie, bzw. wann werden die Punkte erreicht?

Gibt es in diesen Studien Abschätzungen, ab wie vielen CCS-Kraftwerken die Technologie wettbewerbsfähig sein wird, und falls ja, welche Studien sind dies und ab wie vielen Kraftwerken?

Sinn und Zweck der geplanten Demonstrationsanlagen ist es, die kommerzielle Marktreife der CCS-Technologien zu erproben und die Umwelt- und Sicherheitsauswirkungen zu überprüfen. Kostenreduktionspotenziale dürften sich daher erst auf der Grundlage der entsprechenden Errichtungs- und Betriebserfahrungen der Demonstrationsprojekte konkretisieren.

Das Beratungsunternehmen McKinsey geht in seinem Bericht „Carbon Capture and Storage: Assessing the Economics“ davon aus, dass bis 2030 ca. 80 bis 120 Kraftwerke mit CCS-Technologien gebaut werden müssen, um danach den Zielkorridor von 30 bis 45 pro Tonne vermiedenen Kohlendioxids zu erreichen. Durch einen massiven globalen Ausbau von 500 bis 550 CCS-Projekten bis zum Jahr 2030 könnten nach dieser Studie die Vermeidungskosten um weitere 5 Euro pro Tonne Kohlendioxid gesenkt werden. Bezüglich der Erreichung der Wettbewerbsfähigkeit der CCS-Technologien wird auf die Antwort zu Frage 16 verwiesen.

45. Wie belastbar sind die Aussagen der der Bundesregierung vorliegenden Studien über gesicherte Speicherkapazitäten und damit die Annahme, dass CCS in der Bundesrepublik Deutschland auch nur theoretisch eine Rolle spielen kann?

Die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, dass nutzbare Kapazitäten in der Bundesrepublik Deutschland vorhanden sind. Im Übrigen wird auf die Antwort zu den Fragen 2 und 3 verwiesen.

46. Wie verhält sich die Kostenrelation von CCS im Vergleich zu Effizienzmaßnahmen im Stromsektor sowie erneuerbaren Energien im Stromsektor zum Zeitpunkt einer aus Sicht der Bundesregierung kommerziellen Nutzungszeitraums von CCS?

Die Bundesregierung führt selbst keine derartigen Vergleichsrechnungen durch. Die Kostenrelation hängt von den Annahmen über die zukünftig zu erwartenden CO₂-Vermeidungskosten der jeweiligen Technologie ab. Hinsichtlich der CO₂-Vermeidungskosten der CCS-Technologie wird auf die Antwort zu Frage 44 verwiesen.

47. Welche Erfahrungen gibt es zum einen in realisierten und zum anderen in geplanten norwegischen CCS-Projekten bezüglich der Kosten je abgeschiedener und endgelagerter Tonne CO₂?

Der Bundesregierung liegen hierzu keine belastbaren Informationen vor. In der für die Beantwortung von Kleinen Anfragen vorgesehenen Frist ist es auch nicht möglich, entsprechendes Datenmaterial von norwegischen Unternehmen oder Dienststellen zu beschaffen.

Im Übrigen wären Kostenangaben der norwegischen Projekte nicht mit Kosten der in der Bundesrepublik Deutschland geplanten CCS-Kraftwerksprojekte vergleichbar: Im norwegischen Sleipner-Projekt wird Kohlendioxid im Bereich der Erdgasförderanlagen abgetrennt, in der Bundesrepublik Deutschland soll hingegen Kohlendioxid aus Energieerzeugungsanlagen, insbesondere Kohlekraftwerken, abgeschieden werden.

48. Liegen der Bundesregierung Erkenntnisse über die CO₂-Einspeisung in das norwegische Sleipner-Gasfeld dahingehend vor, ob das eingespeiste CO₂ sich an den Stellen befindet, wo dies vor der Einspeisung angenommen wurde, und gibt es Untersuchungen, die Anlass zu der Vermutung geben, dass sich das CO₂ entgegen der Erwartungen nach oben bewegt?

Das im Sleipner-Gasfeld enthaltene Kohlendioxid wird bei der Aufbereitung des geförderten Erdgases abgeschieden und in einen salinaren Aquifer oberhalb der Gaslagerstätte reinjiziert. Bislang ist kein ungewöhnliches Verhalten des Kohlendioxids bekannt geworden. Durch seismische Beobachtungsverfahren ist erkennbar, dass das Kohlendioxid innerhalb des Aquifers nach oben gestiegen und sich nun unterhalb der Hauptbarriere aus Tonstein befindet. Die diesbezüglichen begleitenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

49. Wie will die Bundesregierung messen, ob sämtliches CO₂ in den Endlagerstätten verblieben ist?

Die Bundesregierung führt keine derartigen Messungen durch. Dies ist vielmehr Aufgabe der beteiligten Unternehmen oder gegebenenfalls von der zuständigen

Genehmigungsbehörde beauftragten Dritten. Die dabei anzuwendenden Messverfahren befinden sich teilweise noch in der Entwicklungsphase. Eine Kombination aus geophysikalischen und geochemischen Messmethoden wird notwendig sein, um den Verbleib des Kohlendioxids im dauerhaften Kohlendioxid-Speicher mit hinreichender Genauigkeit quantifizieren zu können. Zusätzlich wird der Verbleib des Kohlendioxids in den Gesteinsschichten des Kohlendioxid-Speichers kontrolliert

- durch Veränderungen des Drucks, der bei einer Leckage absinken würde,
- durch Sonden, welche die Kohlendioxid-Konzentration und die Temperatur im Kohlendioxids-Speicher und in den darüber liegenden Aquiferen messen, und
- mit Hilfe von übertägigen Messeinrichtungen, die Kohlendioxid an der Erdoberfläche über dem dauerhaften Kohlendioxid-Speicher unter Berücksichtigung der geologischen Randbedingungen erfassen und analysieren.

50. Mit welchen Maßnahmen lassen sich aus Sicht der Bundesregierung Leckagen sicher verschließen, und welche Maßnahmen sind für den Fall zu ergreifen, dass aus einem CO₂-Endlager CO₂ austritt?

Wer soll aus Sicht der Bundesregierung für die Abdichtmaßnahmen zuständig sein, und wer soll die Kosten tragen?

Im IPCC-Sonderbericht „Carbon Capture and Storage“ wird vorgeschlagen, bei nicht reparablen Leckagen eine Umspeicherung in andere Kohlendioxid-Speicher vorzusehen. Eine andere Möglichkeit ist das Verschließen von möglichen Leckagen im Bereich der Kohlendioxid-Infrastruktureinrichtungen durch so genannte Schleierinjektionen mit kohlendioxidresistenten Abdichtungsmitteln. Diese Technologie ist u. a. im Staudambau zur Abdichtung gegen das Eindringen von Wasser erfolgreich erprobt und angewendet worden. Auch die Instandsetzung von Bohrlochkompletierungen mit Hilfe von Injektionsmaßnahmen (dies sind erprobte Technologien aus der Erdgasspeicherung in geologischen Untergrundspeichern) oder der Verschluss von Bohrungen können als geeignete Maßnahmen in Betracht kommen.

Im unwahrscheinlichen Fall eines Kohlendioxid-Austritts aus einem Kohlendioxid-Speicher in die Atmosphäre müssen zunächst messtechnische Überwachungsmaßnahmen im betroffenen Gebiet vorgenommen und unverzüglich technische Maßnahmen zum Verschluss der Leckagen ergriffen werden.

Die Kosten für diese Maßnahmen muss nach Auffassung der Bundesregierung der jeweilige Betreiber tragen. Er hat hierfür nach dem von der Bundesregierung vorgelegten Entwurf eines Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes entsprechende finanzielle Vorsorge zu treffen.

51. Welcher der Begriffe „Speicherung“ oder „Endlagerung“ oder „Ablagerung“ trifft aus Sicht der Bundesregierung am Besten zu, wenn es darum geht, CO₂ zeitlich unbefristet in tiefe Bodenschichten einzubringen und dort zu belassen, und welche Schlussfolgerungen zieht die Bundesregierung aus der zutreffenden Bezeichnung des Vorgangs sowohl in rechtlicher Hinsicht als auch hinsichtlich der Gesetzesbezeichnung?

Aus Sicht der Bundesregierung trifft für den genannten Sachverhalt der Begriff der dauerhaften Speicherung am besten zu. Eine Legaldefinition enthält der Entwurf der Bundesregierung für ein Kohlendioxid-Speicherungsgesetz, der dem Deutschen Bundestag vorliegt. Bezüglich der Einzelheiten wird auf die Begründung zum Gesetzentwurf verwiesen.

52. Gibt es Lehren, die die Bundesregierung aus den Erfahrungen um die Atommüllendlager Asse und Morsleben für die Endlagerung von CO₂ ableitet?

Falls ja, worin bestehen diese Lehren bezüglich

- a) der Abschätzung der Langzeitsicherheit,
- b) der Sicherung der Langzeitsicherheit,
- c) der Beteiligung an den Erschließungskosten sowie
- d) an der Haftung und ggfs. Sanierungskosten,
- e) an den Langzeitkosten?

Nein. Die Bundesregierung verweist auf die Vorbemerkung.

53. In welchem Umfang lassen sich die Erkenntnisse, die in aktuellen Forschungsprojekten bei CO₂-Einlagerung gewonnen werden auf andere geologische Formationen an anderen Orten übertragen, und für welche geologischen Formationen in welchen Bundesländern geht die Bundesregierung davon aus, dass sich Untersuchungsergebnisse aus einem möglichen Einlagerungsfeld ohne umfassende Untersuchungen auf andere mögliche Einlagerungsfelder übertragen lassen?

Umfassende Untersuchungen der geologischen Randbedingungen sind für jeden einzelnen geplanten dauerhaften Kohlendioxid-Speicher erforderlich. Dabei gibt es Analogien und Vergleichsmaßstäbe insbesondere aus Ergebnissen der Erkundung von Erdgasspeichern. Aktuelle Ergebnisse der Grundlagenforschung können unter bestimmten Voraussetzungen Analogieschlüsse auf die im Kohlendioxid-Speicher stattfindenden Prozesse zulassen, wie z. B. die Wechselwirkung von Kohlendioxid mit den Gesteinen der umgebenden Speicherformationen und den Deckgesteinsschichten sowie mit den salinaren Formationswässern. Hierfür ist jedoch eine einzelfallbezogene, speicherspezifische Verifikation erforderlich.

Salinare Aquifere, die für die dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid geeignet sein können, befinden sich vor allem in Beckenstrukturen, wie z. B. im Norddeutschen Becken. Eine Übertragung von Untersuchungsergebnissen auf andere potenzielle Speicher in ähnlichen geologischer Positionen ist möglich.

54. Inwiefern hat sich die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) mit ihren Einschätzungen bei den bisherigen Atomendlagern hervor getan, um sich als zuständige Behörde für die Einschätzung von CO₂-Endlagern zu qualifizieren?

Die Bundesregierung hat keinerlei Zweifel an der hohen wissenschaftlichen Fachkompetenz der BGR.

