

gegenhegemonialen Projekts eignet, kann nicht theoretisch beantwortet werden, sondern wird sich in den konkreten Auseinandersetzungen um die Bearbeitung der ökologischen Krise zeigen.

Auf einem anderen Blatt steht die Frage nach der Erwünschtheit einer solchen Entwicklung. Die Universalisierung von *Buen Vivir* zu einer überregionalen Kernforderung eines gegenhegemonialen Projekts würde unweigerlich mit internen Hegemonialisierungsprozessen einhergehen, in deren Folge bestimmte partikulare Forderungen an Bedeutung gewinnen und andere Forderungen wiederum an Bedeutung verlieren würden. Deshalb steht Philipp Altmann den Versuchen der Öffnung des Begriffs des *Buen Vivir* skeptisch gegenüber. Er befürchtet eine Schwächung der indigenen Bewegungen. Schließlich seien ursprünglich konkrete Forderungen der Indigenen mit dem *Buen Vivir* verknüpft gewesen, die in einer universalisierten Version des Begriffs verloren gehen würden (vgl. Altmann 2013: 108f).

5.2 EINFÜHRUNG IN CCS-TECHNOLOGIEN

Nachdem ich mit der Einführung in die internationale Klimapolitik (5.1) die Diskursarena meiner mikroanalytischen Untersuchung dargestellt habe, folgt nun mit der Einführung in die CCS-Technologien die Vorstellung des Konfliktgegenstands. Neben der Funktionsweise von CCS-Technologien gehe auf den Stand der Technik ein und gebe einen Überblick über die Aktivitäten der Akteur_innen, die maßgeblich an der Entwicklung von CCS-Technologien beteiligt sind (5.2.1). Anschließend stelle ich knapp die Positionen vor, die sich in den politischen Auseinandersetzungen um CCS-Technologien gegenüberstehen (5.2.2). Die Ausführungen in diesen beiden Abschnitten basieren auf empirischen Ergebnissen der CCS-Forschung (zum Stand der CCS-Forschung vgl. Kapitel 1.2). Bevor die genannten Aspekte behandelt werden können, ist eine kurze Begriffsklärung und die Nennung einiger Grundlagen unerlässlich. *Carbon Capture and Storage* (CCS) steht für

- 1) die Abscheidung von CO₂ bei fossilen Kraftwerken oder anderen Industriestandorten mit hohen CO₂-Emissionen,
- 2) den Transport des Kohlenstoffdioxids in Pipelines oder Schiffen zu geeigneten Speicherstätten,
- 3) in denen das CO₂ endgelagert werden soll und
- 4) dessen Verbleib in den Speicherstätten über eine sehr lange Zeitspanne mit Monitoring-Technologien überwacht werden muss.

Insofern handelt es sich bei CCS nicht um eine konkrete Technologie, sondern um eine Kombination verschiedener Technologien. CCS-Technologien werden wegen ihres erhofften Klimaschutz-Potenzials entwickelt und angewendet. Mit Hilfe von CCS sollen ca. 85-95 %¹⁵ des entstehenden Kohlenstoffdioxids einzelner Verbrennungsanlagen abgeschieden und anschließend in unterirdischen Speicherstätten oder in Tiefseegebieten eingelagert werden (für den gesamten Absatz vgl. Berger 2010: 146; IPCC 2005: 4, 27). Im Gegensatz zu anderen Klimaschutzstrategien wie erneuerbare Energien oder effizienzsteigernde Maßnahmen stellen sie weder zusätzliche Energie bereit noch sparen sie Energie ein. Im Gegenteil, die Anwendung von CCS-Technologien führt aufgrund des erhöhten Energiebedarfs von 10-40 % zu einem Wirkungsgradverlust, der wiederum die anfallenden Emissionen erhöht. Zieht man also die CCS-bedingten Emissionen (die bei der notwendigen zusätzlichen Förderung von Brennstoffen, bei der Abscheidung, beim Transport, bei der Verpressung usw. anfallen) mit ein, liegen die Reduktionen des in die Atmosphäre emittierten Kohlenstoffdioxids – eine sichere Speicherung vorausgesetzt – bei maximal 67-90 %. Der Ressourceneinsatz erhöht sich dabei um bis zu 40 % pro erzeugte Kilowattstunde und damit auch die sozialen und ökologischen Probleme, die bei der Gewinnung von Brennstoffen zusätzlich zu den Emissionen auftreten.

CCS-Technologien werden seit den 1970er Jahren erforscht, allerdings kam es erst in den 1990er Jahren, mit der zunehmenden politischen Bedeutung des Klimawandels, zu einem gesteigerten Interesse. Ab den 2000er Jahren wurde die Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien noch einmal intensiviert (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 19ff; Meadowcroft/Langhelle 2009b: 4ff). Dennoch befinden sich CCS-Technologien weiterhin in der Entwicklungsphase. Von den Akteur_innen, die an der Weiterentwicklung von CCS-Technologien arbeiten und/oder diese finanzieren, wird ein großflächiger Einsatz für den Zeitraum 2020 bis 2030 anvisiert (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 18). Inwieweit dies realistisch ist (für eine kritische Einschätzung vgl. Berger 2010: 147) und ob CCS-Technologien überhaupt im großen Stil eingesetzt werden, ist aus verschiedenen Gründen noch unklar. Die Reife der verschiedenen technologischen Komponenten spielt dabei eine Rolle neben anderen Aspekten wie der Frage der Kosten von CCS-Technologien, den zukünftigen ökonomischen Anreizen zur CO₂-Vermeidung, dem Preis fossiler Brennstoffe, dem weiteren Ausbau erneuerbarer Energien und der Akzeptanz von CCS an möglichen Einsatzorten. All diese Rahmenbedingungen liegen nicht objektiv vor, sondern werden von den Akteur_innen unterschiedlich eingeschätzt.

15 Bei Kohlekraftwerken werden die angestrebten Abscheidungsquoten bis jetzt allerdings nur unter atypischen Experiment-Bedingungen erreicht (vgl. Berger 2010: 146).

5.2.1 Die Entwicklung von CCS-Technologien

Die Entwicklung der technologischen Komponenten für die verschiedenen Teilschritte der Abscheidung, des Transports und der Speicherung ist unterschiedlich weit voran geschritten. In Bezug auf den Vorgang der Abscheidung des Kohlenstoffdioxids werden drei verschiedene Verfahren erprobt: vor, während oder nach der Verbrennung. Mit Hilfe der *Pre-Combustion-Methode* wird durch eine Kohlevergasung, unter hohem Druck und einer Erhitzung auf 650–2000° C, das CO₂ vorab aus der Kohle gelöst. Bei der *Oxyfuel-Methode* wird Kohle oder Gas nicht mit normaler Luft, sondern mit reinem Sauerstoff verbrannt. Im Idealfall bleibt nach der Verbrennung ein Gemisch aus CO₂ und Wasserdampf zurück. Mit der *Post-Combustion-Methode* wird CO₂ nachträglich aus dem Abgasstrom abgeschieden. Dazu muss das Kohlendioxid chemisch aus dem Rauchgas gewaschen werden. Alle drei Methoden sind sehr energieaufwändig und noch nicht ausgereift – vor allem in Bezug auf die Anwendung bei Kohlekraftwerken (vgl. Berger 2010: 146). Am weitesten entwickelt ist die *Post-Combustion-Methode*, die für die meisten der EU-finanzierten Demonstrationsanlagen vorgesehen ist. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass bestehende Kraftwerke relativ einfach mit der notwendigen Technik nachgerüstet werden können (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 22).

Was den Transport des CO₂-Gasstroms betrifft, kann auf bereits existierende Techniken (Pipelines oder Tankschiffe) zurückgegriffen werden. Bei diesem Teilabschnitt sind die Herausforderungen eines großtechnischen Einsatzes vergleichsweise gering. Allerdings ist der Transport mit hohen Kosten und hohem Ressourcenverbrauch verbunden (vgl. Umweltbundesamt 2009: 2).

Die Methoden zur dauerhaften leckagefreien geologischen Speicherung (d. h. ohne dass CO₂ entweicht) stellen dagegen weitestgehend neue Techniken dar. Hier sieht beispielsweise das *Umweltbundesamt* „die meisten Unsicherheiten und potenziellen Umweltwirkungen“ (Umweltbundesamt 2009: 2). Als mögliche CO₂-Lager gelten zum einen geologische Formationen wie (erschöpfte) Erdöl- und Erdgaslagerstätten, salzhaltige tiefe Aquifere¹⁶ oder Kohleflöze. Aber auch eine Lagerung in der Tiefsee wird untersucht. Generell wird die letzte Option von den meisten Forscher_innen jedoch sehr skeptisch bewertet, weil die Auswirkungen auf die Ökosysteme im Ozean besonders schwer zu prognostizieren seien (vgl. IPCC 2005: 8, 38). Kurzfristig scheinen, aufgrund der größten Erfahrungen in diesem Bereich, vor allem erschöpfte Erdöl- und Erdgaslagerstätten interessant zu sein. Als *Enhanced Oil Recovery* (EOR) bzw. *Enhanced Gas Recovery* (EGR) wird bereits

16 Saline Aquifere sind poröse Sandsteinformationen, die mit mineral- und salzhaltigem Wasser gefüllt sind.

seit den 1970er Jahren CO₂ in fast erschöpfte Erdöl- bzw. Erdgaslagerstätten injiziert (vgl. IPCC 2005: 31, 60). Durch dieses Verfahren erhöht sich der Druck in den Lagerstätten und die Fördermenge steigt. Diese Projekte zielten bislang allerdings allein auf die Erhöhung der Fördermengen und trafen deshalb keine Vorkehrungen für den Verbleib des Kohlenstoffdioxids in den Lagerstätten. An diesem Punkt besteht also noch Entwicklungsbedarf. Da die EOR- und EGR-Projekte kein Monitoring betreiben, lassen sich aus ihnen auch keine empirisch fundierten Prognosen bezüglich der Möglichkeit einer leakagefreien CO₂-Speicherung ableiten (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 21; Umweltbundesamt 2009: 2). Wenn CCS in der Größenordnung angestrebt wird, die für einen relevanten Klimaschutzeffekt nötig ist, wird man langfristig vor allem auf die Endlagerung in salinen Aquiferen setzen müssen. Von den verschiedenen Möglichkeiten der Endlagerung besitzt die Lagerung in tiefen Sedimentschichten – genauer: in deren mit Salzwasser gefüllten Poren – das größte Speicherpotenzial (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 23; Meadowcroft/Langhelle 2009b: 3). Bei dieser Speichertechnik ist entscheidend, dass ab ca. 800 m Tiefe der Druck so groß wird, dass das CO₂ im überkritischen Zustand bleibt und eine ähnlich große Dichte wie das Salzwasser hat, wodurch es dieses aus den Poren verdrängen kann. Damit ist aber gleichzeitig ein hohes Risiko verbunden, da nicht vorhergesehen werden kann, wo das verdrängte Salzwasser verbleibt und die Gefahr besteht, dass es ins Grundwasser gelangt. Damit ein erneutes Zutagetreten des Kohlenstoffdioxids vermieden werden kann, müssen die salinen Aquifere durch eine natürlich vorhandene undurchlässige Deckschicht (beispielsweise aus Ton oder Salzstein) abgedeckt sein (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 23). Neben Erdöl- und Erdgaslagerstätten sowie salinen Aquiferen kommen theoretisch noch andere Speicherorte in Betracht, wie zum Beispiel Kohleflöze – allerdings gelten diese als anfälliger für Leckagen (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 23).

Für die Überwachung und Kontrolle des gespeicherten Kohlenstoffdioxids gibt es noch keine einsatzfähige Technologie, da eine Beobachtung von der Erdoberfläche aus (beispielsweise mit seismischen Methoden) nicht ausreicht. Die Überwachung auf Leckagen und die Messung der CO₂-Austrittsmenge sollte direkt am Speicher ansetzen und auch die nähere Umgebung (Gesteinsschichten, Formationswasser) umfassen (vgl. Umweltbundesamt 2009: 3).

Die gesamte CCS-Kette wird im großindustriellen Maßstab bislang in vier Projekten erprobt. Bei dem weltweit ersten CCS-Projekt verpresst der norwegische Energiekonzern *Statoil* seit 1996 CO₂ offshore in einem salinen Aquifer in der norwegischen Nordsee. Bei diesem Projekt namens *Sleipner* entsteht das CO₂ bei der Aufbereitung von gefördertem Erdgas. Ein ähnliches Verfahren wendet *Statoil* seit 2008 auch beim *Snøhvit-Feld* in der Barentssee an. Im *In-Salah-Projekt* (Algerien)

wird ebenfalls bei gefördertem Erdgas, das für die Bedürfnisse des Marktes aufbereitet (purifiziert) werden muss, CO₂ abgeschieden. Seit 2004 wird dort das CO₂ onshore in salinen Aquiferen endgelagert. Im *Weyburn-Midale-Projekt* (Kanada) wird seit 2000 onshore CO₂, das in einer Kohlevergasungsanlage entsteht, in eine Erdöllagerstätte gepumpt (EOR). Es ist kein Zufall, dass drei der vier Projekte an Erdgasaufbereitungsanlagen angegliedert sind. Dort ist die Abscheidung des Kohlenstoffdioxids vergleichsweise günstig (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 21). Die Ausnahme bildet hier das *Weyburn-Midale-Projekt*, das allerdings durch die Anwendung als EOR mit den erhöhten Öl-Fördermengen eine zusätzliche Einnahmequelle besitzt.

Was die allgemeinen Kosten von CCS-Technologien betrifft, so variieren die Prognosen extrem. Generell sind solche Prognosen sehr unsicher, da zukünftige Entwicklungen (des Preises von Rohstoffen, der Weiterentwicklung von Technologien, der Energieinfrastruktur usw.) kaum einschätzbar sind (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 24f). In vielen Studien werden Diskontinuitäten ausgeklammert, um überhaupt Berechnungen anstellen zu können (vgl. Hansson/Bryngelsson 2009). Dies führte in der Vergangenheit dazu, dass die Prognosen bezüglich der Kosten von CCS-Technologien in verschiedenen Zukunftsszenarien zu optimistisch ausfielen und bereits nach kurzer Zeit nicht mehr mit den höher veranschlagten Kosten in neueren Studien vergleichbar waren (vgl. Hansson 2012; Hansson/Bryngelsson 2009; Shackley/Evar 2012: 159f). Insgesamt ist davon auszugehen, dass CCS-Technologien hohe Investitionssummen benötigen. In den meisten Fällen werden sie, neben der angestrebten Vermeidung von CO₂-Emissionen, keinen betriebswirtschaftlichen Nutzen haben. Im Gegenteil, CCS-Technologien senken die Effizienz durch den zusätzlich benötigten Energieaufwand. Auf EOR-, EGR- und ECBM-Projekte, die mit der zusätzlichen Förderung fossiler Brennstoffe zumindest einen Teil ihrer Kosten kompensieren, trifft dies in abgeschwächter Form zu. Bei sehr hohen Öl- oder Gas-Preisen können diese gegebenenfalls auch rentabel sein (vgl. IPCC 2005: 10f). Prinzipiell gilt aber, dass CCS-Technologien sich nur durch hohe finanzielle Anreize zur Vermeidung von Emissionen lohnen können.

Deshalb werden CCS-Projekte derzeit auch in der Regel zu einem großen Anteil mit staatlichen Geldern finanziert (vgl. Evar/Armeni/Scott 2012: 25; Stephens/Liu 2012: 139ff). Die Länder mit dem größten bisherigen finanziellen CCS-Engagement sind (in alphabetischer Reihenfolge): Australien, Frankreich, Großbritannien, Kanada, Japan, Norwegen, Niederlande, die USA und mit etwas Abstand folgen Deutschland sowie Spanien (für die Aussagen zu den öffentlichen Investitionen vgl. Stephens/Liu 2012: 140ff; Tjernshaugen 2008: 8). Weiterhin finanziert die EU viele Projekte. Norwegen ist – gemessen am Anteil der Fördergelder an ihrem Brutto-

sozialprodukt – das Land mit den höchsten Subventionen zur Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien. In absoluten Zahlen liegen die USA weit vorne. Im Folgenden gebe ich einen Überblick über das CCS-Engagement dieser Länder.

Australien

In der australischen Klimapolitik spielten CCS-Technologien schon zu einem relativ frühen Zeitpunkt eine wichtige Rolle, insbesondere im Hinblick auf den Erhalt der eigenen fossilen Energieinfrastruktur und der langfristigen Absicherung des Kohle- und Erdgasexports. In Australien ist der Einfluss von klimaskeptischen Argumenten der Industrie relativ hoch. Dies hat zur Folge, dass die australische Klimapolitik stark auf technologische Lösungen fokussiert, da andere Klimaschutzstrategien schwerer durchsetzbar wären. Bislang wurden weniger erneuerbare Energien, sondern primär CCS-Technologien favorisiert (vgl. Sinclair/Gunningham 2009: 54ff). Vor allem die australischen Regierungen (sowohl die der *Labor Party* als auch die der *Liberal Party*), verschiedene Bundesstaaten und die Industrie unterstützten die Entwicklung von CCS-Technologien (vgl. Sinclair/Gunningham 2009: 50). Die Grüne Partei (The Greens) und Australische Umwelt-NGOs positionieren sich dagegen tendenziell kritisch bis ambivalent. Allerdings unterstützen auch einige Umwelt-NGOs, wie beispielsweise *WWF Australia*, die Entwicklung und Anwendung von CCS-Technologien (vgl. Sinclair/Gunningham 2009: 67f). Die CCS-Forschung ist in Australien sehr elaboriert. Das wichtigste Forschungsinstitut ist das *Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technology* (CO2CRC), dessen Expert_innen auch für den IPCC, das *Carbon Sequestration Leadership Forum* (CSLF) und das *IEA Greenhouse Gas Research and Development Program* (IEA GHG) arbeiten. Das CO2CRC ist ein entscheidender Akteur bei der Entwicklung von CCS-Technologien und wird sowohl durch staatliche Mittel als auch durch Gelder von Rohstoffkonzernen finanziert (vgl. Sinclair/Gunningham 2009: 65f). In Australien gibt es diverse CCS-Demonstrationsprojekte, die in verschiedenen Implementierungsphasen stehen. Beim *Otway-Projekt* wird seit 2008 CO₂, das bei der Aufbereitung von gefördertem Erdgas entsteht, in eine Erdgaslagerstätte verpresst (vgl. Sinclair/Gunningham 2009: 69).

Deutschland

In Deutschland wird ein relativ großer Anteil des elektrischen Stroms in Kohlekraftwerken produziert. Mit dem beschlossenen Atomausstieg und dem Ziel der Verringerung der Importabhängigkeit erhielt die Verstromung der heimischen Kohle zusätzlich neuen Auftrieb, was zu hohen CO₂-Emissionen im Energiesektor führte (vgl. Praetorius/Stechow 2009: 125f). Da es gleichzeitig im Vergleich zu anderen Ländern relativ ehrgeizige Emissionsreduktionsziele gibt, werden CCS-Technologien von großen Teilen der Politik und der Industrie als wichtige Brückentechnologie erachtet (vgl. Praetorius/Stechow 2009). Deshalb gibt es verschiedene Forschungsprogramme, die mit staatlichen Geldern unterstützt werden.

Darüber hinaus ist seit 2008 die Pilotanlage *Schwarze Pumpe* in Betrieb, in der das *Oxyfuel-Verfahren* zur Abscheidung des Kohlenstoffdioxids eines Kohlekraftwerks getestet wird. Die vier großen Energiekonzerne (EnBW, E.ON, RWE und Vattenfall) investieren in CCS-Technologien. Allerdings gehört Deutschland keineswegs zu den CCS-Vorreiter-Staaten. Die Unterstützung von CCS-Technologien nahm erst ab Anfang/Mitte der 2000er Jahre zu (vgl. Praetorius/Stechow 2009: 125ff). Die Frage der Sicherheit der CO₂-Endlagerung wird in Deutschland kontrovers diskutiert (vgl. Praetorius/Stechow 2009: 126). Die Parteien *Die Linke* und *Bündnis 90/Die Grünen* sowie die Ökoforschungsinstitute und moderaten NGOs stehen den CCS-Technologien skeptisch bis ablehnend gegenüber. Etwas radikalere NGOs, lokale Bürgerinitiativen und Klimaaktivist_innen lehnen den Einsatz von CCS-Technologien prinzipiell ab. Neben den mit CCS verbundenen Risiken kritisieren sie die Verlängerung der Kohleverstromung in Grundlastkraftwerken, die im Widerspruch zu einer flexiblen Energieinfrastruktur stehe, in der die erneuerbaren Energien dominieren (vgl. Praetorius/Stechow 2009: 141ff). Der Protest von NGOs, Bürgerinitiativen und des *Lausitzer Klima- und Energiecamps 2011* trug dazu bei, dass die Pläne für ein CCS-Demonstrationsprojekt beim Neubau des Kohlekraftwerks *Jämschwalde* aufgegeben wurden. Darüber hinaus führte der Widerstand zur Änderung des CCS-Gesetzes. Bundesländern wurden Vetorechte gegen die Anwendung von CCS-Technologien eingeräumt (vgl. Shackley/Evar 2012: 161f).

EU

Die CCS-Aktivitäten der EU beschreibe ich ausführlich in Kapitel 5.4.3.3, weshalb ich hier nur kurz auf sie eingehe. Die EU treibt die Entwicklung und Anwendung von CCS-Technologien – insbesondere in der Anwendung bei Kohlekraftwerken – durch verschiedene Maßnahmen voran. Sie fördert Forschungsprogramme und hat eine Richtlinie zur Auswahl, zum Genehmigungsverfahren und zum Betrieb von CO₂-Speichern verabschiedet. Diese Richtlinie wurde allerdings noch nicht von allen Mitgliedsländern in die nationale Gesetzgebung überführt. Darüber hinaus strebt die EU die Finanzierung von zwölf Demonstrationsprojekten mit insgesamt zwölf Milliarden Euro an (vgl. Claes/Frisvold 2009: 211ff; de Coninck 2008: 929; Langhelle/Meadowcraft 2009: 244, 257).

Frankreich

Die französische Regierung betrachtet CCS als wichtige Klimaschutztechnologie und finanziert Forschungs- und Entwicklungsprogramme (vgl. Ha-Duong/Nadaï/Campos 2009: 633). Ihr CCS-Engagement bezieht sich in erster Linie auf die Anwendung von CCS-Technologien in der energieintensiven Industrie, beispielsweise in der Stahlproduktion. Dementsprechend ist auch ein CCS-Demonstrationsprojekt in der Stahlindustrie geplant (vgl. im Internet: www.globalccsinstitute.com/project/low-impact-steel-project-formerly-ulcos-blast-furnace, letzter Zugriff am 02.12.2014).

Großbritannien

Lange Zeit gehörte Großbritannien nicht zu den Ländern, welche die Entwicklung von CCS-Technologien vorantrieben. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Regierung lange zögerte, bis sie eine finanzielle Förderung bereitstellte, da sie zunächst nicht in den Wettbewerb privater Energieunternehmen eingreifen wollte. Jedoch setzte sich die Regierung Großbritanniens in juristischen Belangen und in Bezug auf die Integration in den EU-Emissionsrechtehandel für CCS-Technologien ein (vgl. Tjernshaugen 2008: 17f). Darüber hinaus beteiligte sie sich schließlich doch an der Finanzierung von mehreren Demonstrationsprojekten, die allerdings bislang noch nicht in Betrieb gegangen sind (vgl. Scrase/Watson 2009: 176f, 181). In Großbritannien setzt man, wie in Deutschland, in erster Linie auf den Einsatz von CCS-Technologien bei Kohlekraftwerken, da die eigenen Kohle-reserven zur Erhöhung der Energiesicherheit und zur Senkung der Importabhängigkeit gefördert werden sollen (vgl. Scrase/Watson 2009: 158ff). Die Umwelt-NGOs in Großbritannien vertreten unterschiedliche Positionen. Wirtschaftsnahen Organisationen wie der *WWF UK* unterstützen CCS als Brückentechnologie, andere wiederum, beispielsweise *Greenpeace UK*, kritisieren CCS-Technologien und fordern stattdessen mehr Investitionen in erneuerbare Energien. Daneben gibt es eine relativ starke Klimabewegung, die mit ihrem Widerstand – unter anderem im Rahmen des *Camps for Climate Action 2008* – gegen ein als ‚CCS-Ready‘ geplantes Kohlekraftwerk in Kingsnorth dazu beitrug, dass der Neubau vorerst gestoppt wurde (vgl. Scrase/Watson 2009: 174, 178).

Kanada

In Kanada standen CCS-Technologien schon relativ früh auf der politischen Agenda. Ein Grund ist die intensive Förderung fossiler Brennstoffe für den Eigenbedarf und den Export. In Kanada gibt es sowohl viel Kohlebergbau als auch Erdöl- und Erdgasförderung. Mit den Ölsanden gehört Kanada zu den Ländern mit den größten Ölvorkommen. Da Kanada gleichzeitig Emissionsreduktionsziele anstrebt – diese aber aufgrund der steigenden Förderung fossiler Brennstoffe bislang nicht einhält¹⁷ – werden CCS-Technologien von vielen politischen Akteur_innen und den Energiekonzernen als Klimaschutzstrategie favorisiert (vgl. Jaccard/Sharp 2009: 75ff). Deshalb werden viele öffentliche Mittel für die Entwicklung von CCS-Technologien bereitgestellt. Mit dem *Weyburn-Midale-Projekt* startete bereits im Jahr 2000 das erste kanadische Demonstrationsprojekt im großindustriellen Maßstab und weitere sollen folgen (vgl. Jaccard/Sharp 2009: 88ff). Umwelt-NGOs und Umwelt-Aktivist_innen kritisierten in Kanada zunächst einhellig CCS-Technologien als Verstärkung der fossilen Energieproduktion. Ab Mitte der 2000er Jahre schwenkten allerdings einige Akteur_innen aus diesem Bereich auf eine moderatere Position um und fordern nun die Einbettung von

17 Um Strafzahlungen zu vermeiden ist Kanada deshalb 2011, vor Ende des Ablaufs der ersten Verpflichtungsperiode, aus dem Kyoto-Protokoll ausgestiegen.

CCS-Technologien in eine umfassende Klimapolitik, in der Energieeffizienz und erneuerbare Energien die Eckpfeiler bilden. Eine Ausnahme bildet die große NGO *Greenpeace Canada*, die ihre prinzipielle Ablehnung von CCS-Technologien aufrecht erhält (vgl. Jaccard/Sharp 2009: 90f).

Japan

Japan gehört zu den wenigen Ländern, in denen bereits seit den späten 1980er Jahren an CCS-Technologien geforscht wird. Das japanische *Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie* setzt sich für die Entwicklung von CCS-Technologien ein. Zwei Aspekte machen die Anwendung von CCS-Technologien in Japan attraktiv: die große Zahl potenzieller Speicherstätten und die seit den 1990er Jahren zunehmende Kohleverstromung (vgl. Ishii/Langhelle 2011: 362). Neben der möglichen Anwendung im eigenen Land, werden CCS-Technologien in Japan aufgrund ihres Potenzials als zukünftige Exportschlager gefördert. Dabei zielt die Kommerzialisierung von CCS-Technologien in erster Linie auf die Generierung von Emissionsberechtigungen im Rahmen des CDM. Um bei den CCS-Technologien zu den führenden Nationen zu gehören, unterstützt die japanische Regierung die Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien durch private Unternehmen. Bereits seit 2000 gibt es ein Projekt zur Erforschung der Speicherpotenziale in salinen Aquiferen (Nagaoka). 2008 mündeten die verschiedenen japanischen CCS-Engagements in der Gründung von *Japan CCS (JCCS)*. Shareholder sind verschiedene Firmen, die bereits mit fossilen Brennstoffen ihr Geld verdienen oder zur energieintensiven Industrie gehören (z. B. Stahl, Chemie oder Zement). JCCS erprobt CCS-Technologien seit 2008 in zwei Demonstrationsprojekten. Beim Projekt NEDO wird das CO₂ eines Kohlekraftwerks in eine offshore Erdgaslagerstätte zum Zwecke des *Enhanced Gas Recovery (EGR)* gepumpt. Im Projekt METI wird nach Gebieten (saline Aquifere) gesucht, die sich als Speicherstätten eignen (vgl. im Internet: www.globalccsinstitute.com/insights/authors/kristinastefanova/2011/10/03/ccs-and-global-ccs-institute-japan-looking-forw, www.xdos.co.jp/CCSJp.pdf, www.japanccs.com, letzter Zugriff am 02.12.2014).

Norwegen

In Kapitel 5.4.3.1 gehe ich ausführlich auf die norwegischen CCS-Aktivitäten ein, deshalb erfolgt hier nur ein kurzer Überblick. Wie bereits erwähnt, befinden sich in Norwegen zwei der bislang vier weltweit operierenden CCS-Projekte im großindustriellen Maßstab: *Sleipner* und *Snøhvit*. Vor allem aufgrund der norwegischen CO₂-Steuer ist Norwegen bereits in den 1990er Jahren Vorreiter in der Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien gewesen (vgl. Langhelle/Meadowcroft 2009: 246). In Norwegen gibt es eine breite Zustimmung zu CCS-Technologien, die als Kompromissformel für das Dilemma der norwegischen Klimapolitik fungieren: dem Anspruch, den Klimaschutz voran zu treiben, ohne auf die Förderung und den Export fossiler Brennstoffe verzichten zu wollen (vgl.

Tjernshaugen/Langhelle 2009: 111). Deshalb wird in Norwegen sehr viel Geld in die Entwicklung von CCS-Technologien investiert. Gemessen am Anteil der Förderung am Brutto-sozialprodukt ist Norwegen das Land mit den höchsten CCS-Subventionen (vgl. Tjernshaugen 2008: 8; Tjernshaugen/Langhelle 2009: 113).

Niederlande

Die Niederlande gehörte zwar nicht zu den CCS-Vorreiterstaaten, allerdings stieg die Bedeutung der CCS-Technologien im letzten Jahrzehnt rasant an. Insbesondere für das Rotterdamer Hafengebiet gibt es ambitionierte CCS-Pläne (vgl. Vergragt 2009: 189ff). Zu dieser Entwicklung trugen die CCS-Forschungsprogramme bei, die Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre starteten. Ab Mitte der 2000er Jahre finanzierte die niederländische Regierung bereits kleinere CCS-Demonstrationsprojekte. Des Weiteren lief in den Niederlanden 2004 das Projekt K12B an, in dem offshore *Enhanced Gas Recovery* betrieben wird. Allerdings ist dies insofern kein klassisches CCS-Projekt, als dass der Hauptfokus auf der Erhöhung der Erdgasförderung und nicht auf der permanenten Speicherung des verpressten Kohlenstoffdioxids liegt (vgl. Vergragt 2009: 192). CCS-Technologien werden in den Niederlanden vor allem hinsichtlich der Anwendung bei Kohlekraftwerken diskutiert. Die CCS-Technologien spielen bei den Plänen der Energiekonzerne, neue Kohlekraftwerke zu bauen, eine wichtige Rolle (vgl. Vergragt 2009: 195ff). Allerdings gibt es auch öffentlichen Gegenwind gegen neue Kohlekraftwerke. In dem Zusammenhang positionieren sich *Greenpeace Netherlands* und andere niederländische Umweltgruppen gegen CCS-Technologien. Andere NGOs wiederum begrüßen CCS als Beitrag zum Klimaschutz (vgl. Vergragt 2009: 201ff). Aufgrund von Protesten wurde 2010 das CCS-Projekt *Barendrecht* aufgegeben und die niederländische Regierung entschied, dass CCS-Technologien von nun an nur noch offshore angewendet werden sollen (vgl. Shackley/Evar 2012: 162).

Spanien

Die spanische Regierung gründete 2006 CUIDEN, ein Institut zur Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien, das auch konkrete Demonstrationsprojekte durchführt. Das bislang größte Projekt *Compostilla* lief allerdings 2013 aus und wird nicht, wie ursprünglich geplant, weitergeführt. Stattdessen starteten kleinere Forschungsprojekte wie die Abscheidung und Speicherung von CO₂ in *Hontomín* (vgl. Global CCS Institute 2014: 151; im Internet: www.ciuden.es/index.php/en/tecnologias/proyectos, www.ciuden.es/index.php/en, letzter Zugriff am 02.12.2014).

USA

Die USA gehören zu den wenigen Ländern, in denen schon in den frühen 1990er Jahren die Erforschung von CCS-Technologien finanziert wurde. Insgesamt wurden in den USA bislang mehr Geld in CCS-Technologien investiert und mehr Demonstrationsprojekte gefördert

als in jedem anderen Land. Laut *Global CCS Institute* gibt es in den USA 19 CCS-Demonstrationsprojekte (vgl. im Internet: www.globalccsinstitute.com/projects/large-scale-ccs-projects, letzter Zugriff am 02.12.2014). Dies zeugt von der zentralen Rolle von CCS-Technologien im technologieorientierten Ansatz, den die US-Klimapolitik mit der australischen Klimapolitik gemein hat (vgl. Langhelle/Meadowcroft 2009: 237; Stephens 2009: 22). Die US-Regierung finanziert u. a. die CCS-Forschung des *National Energy Technology Laboratory* (NETL), das *Carbon Sequestration Regional Partnership Program* und verschiedene Demonstrationsprojekte (vgl. Stephens 2009: 31 ff). Neben den staatlichen Institutionen treiben vor allem Energiekonzerne – die Öl- und Gas-Unternehmen noch stärker als die Kohleindustrie – die Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien voran (vgl. Stephens 2009: 36 f). Was die Umwelt-NGOs betrifft, so haben viele keine eindeutige Position, manche sehen CCS kritisch, andere wiederum unterstützen die Entwicklung und Anwendung von CCS-Technologien. Insgesamt überwiegt dabei die Anerkennung von CCS als wichtige Klimaschutztechnologie (vgl. Stephens 2009: 37 f). Allerdings regt sich mittlerweile lokaler Widerstand gegen den Einsatz von CCS-Technologien (vgl. Shackley/Evar 2012: 162). Die wissenschaftliche Community in den USA steht den CCS-Technologien im Allgemeinen positiv gegenüber und arbeitet teilweise in Partnerschaft mit der Industrie (vgl. Stephens 2009: 38 f). Die USA war an der Gründung von zwei internationalen Initiativen zur Förderung von CCS-Technologien beteiligt: beim *Carbon Sequestration Leadership Forum* (CSLF) und bei der *Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate* (APP) (vgl. Stephens 2009: 42).

Der Überblick über das Engagement der Länder, die sich bislang am aktivsten in die Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien einbringen, zeigt, dass es durchaus unterschiedliche Ausgangsbedingungen und unterschiedliche Zielvorstellungen sind, die den CCS-Aktivitäten zugrunde liegen. Da CCS-Technologien sehr kapitalintensiv sind, beteiligen sich vor allem Industrieländer an ihrer Entwicklung. Es gibt auch Länder des globalen Südens, in denen CCS-Technologien erforscht werden (für das Beispiel Brasilien vgl. Kapitel 5.4.3.2), allerdings in geringerem Maße. Weiterhin ist offensichtlich, dass das Engagement der Länder für CCS-Technologien mit der Förderung fossiler Brennstoffe bzw. mit den Reserven fossiler Brennstoffe positiv korreliert (vgl. Tjernshaugen 2008: 17).

Analog dazu sind es auf Seiten der privaten Akteur_innen vor allem Energiekonzerne, die an der Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien arbeiten, um ihr Geschäftsmodell auf zukünftige Klimaschutzregularien und/oder einen steigenden Preis der Tonne CO₂-Äquivalente in Kohlenstoffmärkten vorzubereiten. Da die Vorläufer von CCS-Technologien im EGR und EOR liegen, sind die Unternehmen der Öl- und Gasindustrie stärker als die der Kohleindustrie in CCS-

Aktivitäten involviert (vgl. Stephens 2009: 36f; Vormedal 2008: 51f). An einem von der *International Petroleum Industry Energy Conservation Association* (IPIECA) organisierten runden Tisch zu CCS-Geschäftsmodellen nahmen beispielsweise folgende Unternehmen und Verbände teil: *Alstom, Anglo Coal, API, BP, Chevron, Concawe, ConocoPhillips, EURELECTRIC, ExxonMobil, Gassnova, General Electric, Hess, Hydro, IEA, Jupiter Oxygen, Marathon Oil, Nexen, OGP, Petrobrás, Petrotrin, Rio Tinto, RWE, Santos, Sask Power, Shell, Siemens, Statoil, Suncor, Total* und *Vattenfall* (vgl. Khesghi et al. 2009: 4486). Neben diesen Unternehmen und Verbänden der Energiebranche gibt es eine Reihe von Organisationen, die sich besonders stark für CCS-Technologien einsetzen und teilweise auch zweckgebunden zur Unterstützung von CCS-Technologien initiiert wurden. Von diesen stelle ich einige kurz vor:

Bellona Foundation

Die *Bellona Foundation* ist vermutlich die Umwelt-NGO, die sich am stärksten für CCS-Technologien einsetzt und zwar sowohl in ihrem Ursprungsland Norwegen als auch auf internationaler Ebene. Sie gehört zu den frühesten und stärksten Befürworter_innen von CCS aus dem zivilgesellschaftlichen Bereich (vgl. Meadowcroft/Langhelle 2009b: 13). Da *Bellona* CCS als besonders vielversprechende Klimaschutztechnologie begreift, betreibt sie auf verschiedenen Ebenen Lobbyarbeit. Im Rahmen der UN-Klimaverhandlungen organisierte sie beispielsweise diverse *side-events* zu den verschiedenen Aspekten der CCS-Technologien (vgl. Treber o. J.). Die *Bellona Foundation* verfolgt einen sehr technologieaffinen Ansatz. Durch ihre optimistische Hoffnung auf technologische Innovationen steht sie, anders als andere NGOs, in einem positiven Verhältnis zur Industrie. *Bellona* sucht den Dialog mit den Unternehmen und Wirtschaftsverbänden aus dem Bereich der Energiewirtschaft und den energieintensiven Industrien, von denen sie auch finanziell unterstützt wird (vgl. de Coninck 2008: 932; Tjernshaugen/Langhelle 2009: 107ff).

Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF)

2003 gründeten die USA mit dem CSLF eine zwischenstaatliche Organisation, um die Entwicklung von CCS-Technologien im globalen Maßstab voran zu treiben. Um technische, ökonomische und umweltbezogene Hürden zu überwinden, soll das CSLF die Kooperation zwischen Regierungen und der Industrie fördern. Es dient in erster Linie als Plattform für Wissenstransfer und propagiert die Förderung von CCS-Technologien durch staatliche Institutionen. Beim Auftakttreffen des CSLF waren etwa 500 Vertreter_innen aus den Bereichen Politik, Wirtschaft und Forschung anwesend. Neben der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und dem damit verbundenen Interesse an CCS-Technologien war die geopolitische Allianz mit den USA ein Kriterium, um eingeladen zu werden. Aktuelle Mitglieder sind

Australien, Brasilien, China, Deutschland, EU, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kanada, Mexiko, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Polen, Russland, Saudi-Arabien, Südafrika, Südkorea, die USA und die Vereinigten Arabischen Emirate (vgl. de Coninck/Bäckstrand 2011: 371f; Stephens/Hansson/Liu/de Coninck/Vajjhala 2011: 388; im Internet: www.cslforum.org, letzter Zugriff am 02.12.2014).

Global CCS Institute (GCCSI)

Das GCCSI wurde 2009 von der australischen Regierung gegründet, die auch die finanzielle Grundausrüstung des Instituts bereitstellt – bis 2013 mit 100 Millionen Australischen Dollar pro Jahr und seitdem in geringerem Maße. Zusätzlich zahlen die ca. 370 Mitglieder (Stand Oktober 2013) Mitgliedsbeiträge. Damit gehört das GCCSI zu den ressourcenstärksten internationalen Organisationen, die zu CCS-Technologien arbeiten. Zu den Mitgliedern aus über 40 Ländern zählen Regierungen, multinationale Konzerne, kleine Unternehmen, NGOs, Forschungsinstitute und Universitäten. Das Ziel des GCCSI ist die Förderung der weltweiten Entwicklung und Anwendung von CCS-Technologien. Um dieses Ziel zu erreichen, trägt das GCCSI zum Wissenstransfer bei, berät seine Mitglieder, betreibt Lobbyarbeit und versucht, die öffentliche Akzeptanz von CCS-Technologien zu erhöhen (vgl. de Coninck/Bäckstrand 2011: 372; im Internet: www.globalccsinstitute.com, letzter Zugriff am 02.12.2014).

International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme (IEA GHG)

Die *Internationale Energieagentur* (International Energy Agency, IEA) bietet eine Plattform für die Kooperation der OECD-Länder in Energiefragen. Dabei liegt ihr Schwerpunkt auf der Energieversorgung mit fossilen Brennstoffen (vgl. Brunnengraber et al. 2008: 104). Das *Greenhouse Gas R&D Programme* der IEA (IEA GHG) wurde 1991 gegründet und zielt auf die Entwicklung von Technologien zur Reduktion von Treibhausgasen, die bei der Nutzung fossiler Brennstoffe anfallen. Dabei hat sich CCS zunehmend zum Schwerpunkt des Programms entwickelt. Das IEA GHG gehört damit zu den wenigen internationalen Institutionen, die sich bereits zu einem so frühen Zeitpunkt mit CCS beschäftigten und hat sich zu einer der wichtigsten Informationsquellen in Bezug auf die ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen von CCS-Technologien entwickelt. Das IEA GHG gibt regelmäßig Studien heraus, organisiert jährlich eine *Summer School* und veranstaltet etwa halbjährlich gut besuchte CCS-Konferenzen. Auf diese Weise gab das IEA GHG viele Impulse für die CCS-Forschung. Das Forschungsprogramm wird von 19 Ländern, der EU-Kommission, der OPEC und 21 multinationalen Konzernen, darunter vor allem Energiekonzerne, gefördert und ist Mitglied im GCCSI (vgl. De Coninck/Bäckstrand 2011: 369, 371; de Coninck/Bakker 2005: 15; Meadowcroft/Langhelle 2009b: 5; im Internet: www.ieaghg.org, www.globalccsinstitute.com, letzter Zugriff am 02.12.2014).

International Emissions Trading Association (IETA)

Da ich in Kapitel 5.4.3.4 die CCS-Aktivitäten der *International Emissions Trading Association* (IETA) ausführlich beschreibe, gebe ich hier nur einen knappen Überblick. Die IETA ist ein Verband für Unternehmen, die am Kyoto-Kohlenstoffmarkt agieren (für den gesamten Absatz vgl. Vormedal 2008: 40ff). Darunter fallen beispielsweise Finanzmarktakteur_innen, die sich auf den Handel mit Emissionsberechtigungen spezialisiert haben, Agenturen, die für die Akkreditierung von Offset-Projekten zuständig sind oder Unternehmen, die viele Emissionen verursachen und deshalb auf die Zuteilung und/oder den Handel mit Emissionsberechtigungen angewiesen sind. Insofern spielt die IETA bei den UN-Klimaverhandlungen eine wichtige Rolle. Dort setzte sie sich aktiv für die Aufnahme von CCS-Technologien in den CDM ein. In ihrer Lobbyarbeit kann die IETA auf das spezifische Wissen ihrer Mitglieder zurückgreifen – in diesem Fall auf die Expertise der Unternehmen, die an der Entwicklung von CCS-Technologien beteiligt sind. Damit ist es der IETA möglich, sehr direkt und konkret die Positionen einzelner Regierungsdelegationen zu beeinflussen.

International Petroleum Industry Energy Conservation Association (IPIECA)

Die *International Petroleum Industry Energy Conservation Association* (IPIECA) ist ein Wirtschaftsverband, der die Interessen der Öl- und Gasindustrie in den UN-Gremien vertritt. Da die Vorläufer der CCS-Technologien aus dem Öl- und Gasbereich stammen, ist in der IPIECA viel technisches Wissen versammelt, das sie in Form von Lobbyarbeit und konkreten Lösungsvorschlägen in die *CCS-CDM-Kontroverse* tragen konnte (vgl. Vormedal 2008: 59; im Internet: www.ipieca.org/about-us, letzter Zugriff am 02.12.2014).

Auf diese CCS-Akteur_innen wird im Verlauf der Arbeit immer wieder verwiesen werden. Sie bilden den Kern einer *CCS-befürwortenden Koalition*, die sich für CCS-Technologien einsetzt. Neben dieser *CCS-befürwortenden Koalition* gibt es auch kritische Stimmen von lokalen Bürgerinitiativen, NGOs und Klimaaktivist_innen. Diese *CCS-kritische Koalition* ist im Vergleich zu den CCS-affinen Regierungen, Energiekonzernen und Wirtschaftsverbänden mit weitaus weniger Ressourcen und Macht ausgestattet. Ihre Bedenken und Argumente haben aber durchaus Einfluss auf die öffentliche Meinung und auf CCS-spezifische politische Entscheidungen (vgl. Shackley/Evar 2012: 160ff). Die Positionen dieser beiden Koalitionen werden im nächsten Kapitel (5.2.2) behandelt.

Den Begriff der *CCS-befürwortenden Koalition* verwende ich im Folgenden für die Bezeichnung der Akteur_innen, die sich für CCS-Technologien im Allgemeinen einsetzen. Auf der anderen Seite steht die *CCS-kritische Koalition*, die sich gegen den Einsatz von CCS-Technologien positioniert. Dabei muss differenziert werden, dass sich in dem hier untersuchten konkreten Fall der UN-Klimaverhandlungen bei-

spielsweise die brasilianische Regierung und der WWF skeptisch gegenüber einer Aufnahme von CCS-Technologien in den CDM aussprechen, obwohl sie im Allgemeinen für die Entwicklung und den Einsatz von CCS-Technologien plädieren und somit tendenziell zur *CCS-befürwortenden Koalition* gezählt werden müssen. Um diesen Unterschied, der nur wenige Akteur_innen betrifft, nicht zu unterschlagen, verwende ich die Bezeichnungen der *CCS-befürwortenden Koalition in den UN-Klimaverhandlungen* bzw. der *CCS-kritischen Koalition in den UN-Klimaverhandlungen* für die sich gegenüberstehenden Koalitionen in der *CCS-CDM-Kontroverse*.

5.2.2 Die Konflikte um CCS-Technologien

Die Bedeutung von CCS-Technologien ist keineswegs unumstritten. Vielmehr zeigen sozialwissenschaftliche Studien, dass die Entwicklung von CCS-Technologien von politischen Auseinandersetzungen begleitet wird, in denen sich prinzipiell eine *CCS-befürwortende Koalition* und eine *CCS-kritische Koalition* gegenüberstehen (vgl. Berger 2010: 147; Markusson/Shackley 2012: 36f; Markusson/Shackley/Evar 2012a: 5f; Meadowcroft/Langhelle 2009a: 267ff; Sachverständigenrat für Umweltfragen 2009: 14f, 18ff). Diese Interpretation ist eine Zuspitzung. Dennoch ermöglicht die knappe Darstellung der beiden Positionen, die ich in diesem Abschnitt vornehme, einen ersten Einblick in das kontroverse Politikfeld, innerhalb dessen um die Bedeutung von CCS-Technologien gerungen wird.

Die dominantere der beiden Positionen wird von einer breiten Koalition vertreten, die sich grundsätzlich für die Entwicklung von CCS-Technologien einsetzt (für den gesamten Absatz vgl. Markusson/Shackley 2012: 36; Markusson/Shackley/Evar 2012a: 5f; Meadowcroft/Langhelle 2009a: 267ff). Die *CCS-befürwortende Koalition* wird gebildet von Regierungen, internationalen Institutionen des Energie- und Klimabereichs, Energiekonzernen, technologieaffinen NGOs sowie an der Erforschung von CCS beteiligte Wissenschaftler_innen. Auch wenn die Akteur_innen die Reife, Relevanz und Risiken der CCS-Technologien teilweise etwas unterschiedlich einschätzen, hat sich dennoch ein geteiltes Set an Deutungen und Argumenten herausgebildet, mit dem die *CCS-befürwortende Koalition* staatliche Investitionen in die Erforschung und Entwicklung von CCS-Technologien fordert. Eine ihrer zentralen Annahmen lautet, dass grundsätzlich alle technologischen Klimaschutzoptionen vorangetrieben werden sollten, da die Herausforderungen des Klimawandels so groß sind, dass auf keine Klimaschutztechnologie verzichtet werden könne. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Mix an verschiedenen Optionen zur Kosteneffizienz beitrage und bislang nicht absehbar sei, welche Technologien sich letztlich durchsetzen werden. Als ein (Wettbewerbs-)Vorteil von CCS-

Technologien wird die Kompatibilität mit den gegenwärtigen gesellschaftlichen Strukturen im Allgemeinen und den Energieinfrastrukturen im Besonderen hervorgehoben. Die *CCS-befürwortende Koalition* geht davon aus, dass die mit CCS-Technologien verbundenen Kosten, die aktuell einer breiten Anwendung entgegen stehen, durch technologische Innovationen in der Demonstrationsphase noch drastisch gesenkt werden können. Eine weitere geteilte Überzeugung bildet die Annahme, dass auf globaler Ebene die Abhängigkeit der Wirtschaft von fossilen Brennstoffen kurz- bis mittelfristig bestehen bleibe und CCS somit als Brückentechnologie für den Klimaschutz unverzichtbar sei. In diesem Zusammenhang gelten oftmals die Erhaltung des materiellen Wohlstands in Industrieländern und/oder die Erhöhung der Lebensqualität in Ländern des globalen Südens als übergeordnete Ziele, denen die Klimaschutzstrategien angepasst werden müssten. Weiterhin wird auf die mächtige Position der fossilistischen Wirtschaft verwiesen, die sich vehement für ihr Geschäftsmodell und ihre Wettbewerbsfähigkeit einsetze. Daraus wird – teilweise aus analytischen und teilweise aus strategischen Gründen – gefolgert, dass erfolgreicher Klimaschutz nur mit CCS-Technologien erfolgreich sein könne. Andernfalls wäre der Widerstand der fossilistischen Wirtschaft und die damit verbundenen politischen Kosten zu hoch. Die ökologischen und gesundheitlichen Risiken der CCS-Technologien hält die *CCS-befürwortende Koalition* grundsätzlich für beherrschbar. Entscheidend sei ein Risikomanagement, das adäquate Sicherheitsstandards, rechtliche Rahmenbedingungen, eine sorgfältige Wahl der Speicherstandorte und genaues Monitoring umfasse. Als Beleg wird häufig eine relativ optimistische Prognose des IPCC zur Permanenz des verpressten Kohlenstoffdioxids angeführt (vgl. Kapitel 5.3.3 und 5.5.1).

In Bezug auf die Risiken der CO₂-Speicherung gibt es jedoch auch Studien, die mit sehr viel höheren Leckageraten rechnen.¹⁸ Insofern verwundert es nicht, dass die Diskussion der Risiken in vielen Auseinandersetzungen um CCS-Technologien eine große Rolle spielen. In der in Kapitel 5.4 analysierten *CCS-CDM-Kontroverse* in den UN-Klimaverhandlungen stellten die Risiken allerdings nicht den Schwerpunkt der Debatte dar, sondern bildete einen unter mehreren Aspekten, die alle ähnlich intensiv behandelt wurden. Gerade deshalb halte ich es für angebracht, an dieser Stelle auf diesbezüglich kritische Einschätzungen einzugehen. Denn erst das Wissen um die verschiedenen Diskursstränge ermöglicht einen Vergleich zwischen verschiedenen Politikarenen (zum Vergleich zwischen der *CCS-CDM-Kontroverse* und den CCS-Konflikten in anderen Arenen vgl. Kapitel 5.5.3).

18 So geht beispielsweise eine Studie der EU, die zu den aktivsten Unterstützer_innen der CCS-Technologien gehört, von 50 bis 500 Mal höheren Leckageraten als der IPCC aus (vgl. Meadowcroft/Langhelle 2009a: 283).

Zur Darstellung der pessimistischeren Einschätzung der Risiken greife ich auf Stellungnahmen des *Sachverständigenrates für Umweltfragen* und des *Umweltbundesamtes* sowie auf einen in der Zeitschrift *Leviathan* erschienen Artikel des Sozialwissenschaftlers Hartwig Berger zurück (für den gesamten Absatz vgl. Berger 2010; Sachverständigenrat für Umweltfragen 2009; Umweltbundesamt 2009). Ähnliche Argumente finden sich auch in Publikationen kritischer Umwelt-NGOs (vgl. beispielsweise Greenpeace 2008a). In den genannten Texten wird davon ausgegangen, dass diverse Ursachen ein abruptes oder schleichendes Entweichen des verpressten Kohlenstoffdioxids zur Folge haben können. Prinzipiell würden defekte Bohrlöcher oder Risse eine Gefahrenquelle darstellen. Dabei könne die Verpressung von CO₂ selber Brüche und Risse verursachen bzw. ausweiten – beispielsweise wenn es aufgrund der Verpressung zur Verschiebung von Bodenschichten und Grundwasserströmen komme und damit direkt oder über Kettenreaktionen Leckagen ausgelöst würden. Weiterhin könne sich das CO₂ mit dem salzhaltigen Wasser der Erdschichten zu aggressiver Kohlensäure verbinden, die anliegende Bodenschichten, aber auch mechanische Abdichtungen des Erdlagers, angreift und dadurch wiederum zu Leckagen führen würde. Darüber hinaus könne die Verpressung von CO₂ Erdbeben verursachen. Dies weise auf ein Grundproblem der Erforschung der CO₂-Speicherung hin: Es könne immer nur untersucht werden, wie stabil die Gesteinsschichten vor der Verpressung von CO₂ waren. Wie Gesteinsschichten auf die Verpressung von CO₂ in großtechnischem Maßstab reagieren, könne nicht vorhergesehen werden. Damit nehme man prinzipiell die Gefahr einer plötzlichen Entweichung von CO₂ in Kauf. Die darauf folgenden hohen CO₂-Konzentrationen im Umkreis der Austrittsstelle könnten für Menschen und Tiere erstickend wirken. Unabhängig des nicht quantifizierbaren Risikos des plötzlichen Zutagetretens sei ein schleichender Prozess des Entweichens von CO₂ mit Sicherheit anzunehmen. In Kombination mit der für die CCS-Technologien zusätzlich aufgewendeten Energie würde bereits bei einer Leckagerate von 0,01 % jährlich das austretende CO₂ den Klimanutzen von CCS zunichte machen (die Einsparungen werden durch die Erhöhung des CO₂-Ausstoßes, der mit dem Energieverbrauch der CCS-Technologien einhergeht, zunichte gemacht). Insgesamt betonen die genannten Studien, dass die Auswirkungen der Lagerung von CO₂ auf die direkte Speicherumgebung, beispielsweise das Grundwasser, nicht vorherzusehen seien.

Für alle vier im Betrieb befindlichen CCS-Projekte im großindustriellen Maßstab gibt es Studien und/oder Berichte, die diese skeptischen Einschätzungen bestätigen. Im Fall des ältesten CCS-Projekts *Sleipner* ist etwa ein Viertel des in den letzten zehn Jahren verpressten Kohlenstoffdioxids nicht mehr auffindbar. In 24 km Entfernung vom Ort der Injektion hat sich eine Fraktur von 3 km Länge, 10 m Brei-

te und bis zu 200 m Tiefe gebildet (vgl. im Internet: www.pnas.org/content/111/24/8747.full.pdf, letzter Zugriff am 02.12.2014). Bei dem zweiten norwegischen CCS-Projekt in *Snøhvit* musste die CO₂-Verpressung eingestellt werden, weil die Deckschicht aufgrund des zunehmenden Drucks zu bersten drohte (vgl. im Internet: www.nationalpark-wattenmeer.de/sh/service/newsletter/1830_september-2012, letzter Zugriff am 02.12.2014). Im algerischen *In-Salah-Projekt* gibt es ein ähnliches Problem. Eine Studie über das *In-Salah-Projekt* geht davon aus, dass der Überdruck, der durch das Einpumpen des Kohlenstoffdioxids entsteht, Risse im Gestein verursacht hat (vgl. im Internet: www.pnas.org/content/111/24/8747.full, letzter Zugriff am 02.12.2014). Die EOR-Praktiken des *Weyburn-Midale-Projekts* in Kanada sind laut einer wissenschaftlichen Untersuchung für die erhöhte CO₂-Konzentration in der Region verantwortlich (vgl. im Internet: www.ecojustice.ca/media-centre/media-release-files/petro-find-geochem-ltd.-report/at_download/file, letzter Zugriff am 02.12.2014). Diese Studie löste eine Kontroverse aus, in der über die Ursache der hohen CO₂-Konzentration gestritten wird (vgl. Scheer 2013: 151; im Internet: www.thetyee.ca/News/2011/01/19/CarbonStorage, letzter Zugriff am 02.12.2014).

Der Verweis auf unkalkulierbare Risiken der Endlagerung von CO₂ ist Teil einer kritischen Perspektive auf CCS-Technologien, die jenseits von Umweltforschungsinstituten vor allem von kleineren, radikaleren lokalen Gruppen und einzelnen Wissenschaftler_innen eingenommen wird (für den gesamten Absatz vgl. Berger 2010: 147; Markusson/Shackley 2012: 36f; Meadowcroft/Langhelle 2009a: 271; Sachverständigenrat für Umweltfragen 2009: 14f, 18ff). Da sie selbst unter Umwelt-NGOs tendenziell eine Minderheitenmeinung darstellt, kann man von einer marginalisierten Position sprechen (vgl. Meadowcroft/Langhelle 2009a: 272). Einer der Hauptkritikpunkte dieser *CCS-kritischen Koalition* ist der Wirkungsgradverlust durch CCS-Technologien, der den Verbrauch fossiler Brennstoffe erhöht und damit die ökologischen und gesundheitlichen Schäden verschärft, die mit der Förderung fossiler Brennstoffe einhergehen. Weiterhin befürchten die CCS-Kritiker_innen, dass die Ankündigung von CCS-Technologien als Legitimation für den Bau neuer fossiler Kraftwerke diene und damit den konsequenten Ausbau von erneuerbaren Energien verhindern könne. Da die CCS-Technologien aufgrund ihrer Kapitalintensität stark von der Subventionierung durch öffentliche Gelder abhängig seien, würden staatliche Fördergelder von den zu bevorzugenden Klimaschutzoptionen (Energieeffizienz und erneuerbare Energien) abgezogen. Darüber hinaus käme es zu einer Verstärkung der Pfadabhängigkeiten und somit zur Aufschiebung der von der *CCS-kritischen Koalition* als notwendig erachteten Transformation hin zu Gesellschaften mit weniger Ressourcenverbrauch und einer Ökonomie, die auf erneuerbaren Energien aufbaut. Diese Verzögerung sei auch aus ökonomischer Sicht zu kritisieren, da

zum Zeitpunkt des großflächigen Einsatzes der CCS-Technologien Strom aus erneuerbaren Energien günstiger sein werde als Strom aus CCS-Kraftwerken. Weiterhin wären die CCS-Technologien zu spät einsatzfähig, da die Weichen für die Bremsung der Klimaerwärmung in den nächsten zehn Jahren gestellt werden müssten (und die *CCS-kritische Koalition* nicht mit der Möglichkeit eines großflächigen Einsatzes von CCS-Technologien innerhalb dieses Zeitraums rechnet). Schlussendlich sprächen Nutzungskonkurrenzen gegen die Subventionierung von CCS-Technologien, da potenzielle Speicherstandorte für die Energiegewinnung durch Geothermie und der Speicherung von Druckluft¹⁹ in Frage kämen.

5.3 DIE POLITIKBERATUNG DES IPCC ZU CCS-TECHNOLOGIEN

In diesem Kapitel²⁰ werde ich mich mit der Rolle des IPCC in der *CCS-CDM-Kontroverse* auseinandersetzen. Zu Beginn dieser Kontroverse wurde der IPCC von der COP 7 um die Erstellung eines Berichts zu CCS-Technologien gebeten. Dieser 2005 erschienene Sonderbericht zu CCS (IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, IPCC SRCCS) stellt den zentralen Beitrag des IPCC in den Konflikten um CCS-Technologien dar.

Vom Auftrag bis zur Publikation – Die Genese des IPCC SRCCS

2001 wurde der IPCC von der COP 7 um die Erstellung eines Berichts zu CCS-Technologien gebeten. Daraufhin wurde in der 19. Plenumsitzung des IPCC im April 2002 zunächst beschlossen, einen *IPCC Workshop on Carbon Dioxide Capture and Storage* durchzuführen, der im November des selben Jahres in Kanada stattfand. Etwa 200 Expert_innen interessierten sich für den Workshop, aber nur 70 konnten eingeladen werden (vgl. IPCC 2002: 9). Von diesen 70 Teilnehmer_innen waren elf aus den USA, acht aus Japan, sieben

19 Mit der Speicherung von Druckluft soll das Problem der schwankenden Energieeinspeisung durch erneuerbare Energien angegangen werden. Als Beispiel für diesen Kritikpunkt führt der *Sachverständigenrat für Umweltfragen* an, dass erste Anträge von Unternehmen mit konkreten Plänen für Druckluftspeicher im Bereich Brunsbüttel an der Unterelbe vom Wirtschaftsministerium Schleswig-Holstein abgelehnt wurden. In der Begründung der Ablehnung wurde explizit argumentiert, dass in der Region neue Kohlekraftwerke geplant würden und es aus Sicht des Ministeriums einen Nutzungsvorrang für CCS geben müsse (vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen 2009: 14).

20 Einzelne Abschnitte dieses Kapitels wurden – in einer früheren Fassung – bereits veröffentlicht in Krüger 2011.