



**Wuppertal Institut**  
für Klima, Umwelt, Energie  
GmbH

Forschungszentrum Jülich  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



**BSR Sustainability GmbH**  
Büro für Sozialverträgliche Ressourcennutzung



**Fraunhofer** Institut  
System- und  
Innovationsforschung

Endbericht

# Sozioökonomische Begleitforschung zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Carbon Capture and Storage (CCS) auf nationaler und internationaler Ebene

**Gemeinschaftsprojekt des Wuppertal Instituts, des  
Forschungszentrum Jülich (STE), dem Fraunhofer Institut (ISI)  
und der BSR Sustainability GmbH**

Wuppertal,  
22. Februar 2008

Ansprechpartner:

Dr. Ing. Manfred Fishedick  
Leiter der Forschungsgruppe „Zukünftige Energie- und  
Mobilitätsstrukturen“  
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH  
im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen  
Döppersberg 19  
42103 Wuppertal  
Tel. 0202/2492-121  
Fax 0202/2492-198  
Email: [manfred.fishedick@wupperinst.org](mailto:manfred.fishedick@wupperinst.org)

Autoren:

Cremer, Clemens  
Esken, Andrea  
Fishedick, Manfred  
Gruber, Edelgard  
Idrissova, Farikha  
Kuckshinrichs, Wilhelm  
Linßen, Jochen  
Pietzner, Katja  
Radgen, Peter  
Roser, Annette  
Schnepf, Nathalie  
Schumann, Diana  
Supersberger, Nikolaus  
Zapp, Petra

Co-Autorin:  
Süßbauer, Elisabeth

Gefördert durch das  
Bundesministerium für  
Wirtschaft und  
Technologie

## Kontaktdaten

### **BSR Sustainability GmbH**

Dr. Annette Roser, Farikha Idrissova

Königsberger Straße 2H

76139 Karlsruhe

Tel. 0721/9152636-33

Fax 0721/9687261

### **Forschungszentrum Jülich GmbH**

Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE)

Dr. Wilhelm Kuckshinrichs, Dr. Petra Zapp,

Dr. Diana Schumann, Jochen Linßen

52425 Jülich

Tel. 02461/61-3590

Fax 02461/61-2540

### **Fraunhofer ISI**

Institut System- und Innovationsforschung

Dr. Clemens Cremer, Dr. Peter Radgen,

Edelgard Gruber, Nathalie Schnepf

Breslauerstr. 48

76139 Karlsruhe

Tel. 0721/6809-0

Fax 0721/6809-272

### **Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH**

Dr. Manfred Fishedick, Andrea Esken,

Dr. Nikolaus Supersberger, Katja Pietzner

Forschungsgruppe „Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen“

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

Tel. 0202/2492-121

Fax 0202/2492-198

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie,

Förderkennzeichen 0327741

# Inhaltsverzeichnis

<b>KERNTHESEN</b> .....	<b>8</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>14</b>
<b>1 EINFÜHRUNG, HINTERGRÜNDE UND METHODIK</b> .....	<b>25</b>
1.1 AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG DES FORSCHUNGSPROJEKTES.....	25
1.2 TERMINOLOGIE UND KURZE VORSTELLUNG DER WICHTIGSTEN CCS-VERFAHREN .....	29
<b>2 KURZ- BIS LANGFRISTIGE EINFLUSSFAKTOREN FÜR DEN EINSATZ VON CCS</b> .....	<b>35</b>
2.1 DIFFERENZIERUNG DER WAHRNEHMUNGSEBENEN VON CCS .....	36
2.2 SPEZIELLE FÖRDERFAKTOREN, HEMMNISSE UND KIPPMOMENTE .....	37
<b>3 STAND DER AKZEPTANZFORSCHUNG</b> .....	<b>42</b>
3.1 ÜBERSICHT DER METHODEN ZUR AKZEPTANZFORSCHUNG.....	42
3.2 CHANCEN UND GRENZEN DER AKZEPTANZFORSCHUNG.....	46
3.3 NOTWENDIGE BEGRIFFSABGRENZUNGEN ZUR AKZEPTABILITÄT UND ZUR SOZIALVERTRÄGLICHKEIT .....	47
3.4 AUSWERTUNG VORHANDENER CCS-AKZEPTANZSTUDIEN UND PRÜFUNG MÖGLICHER ABLEITUNGEN FÜR DAS PROJEKT .....	48
3.5 DARSTELLUNG UND AUSWERTUNG VORHANDENER ERFAHRUNGEN AUS INTERNATIONALEN INITIATIVEN.....	51
3.6 AUSWERTUNG UND ERFAHRUNGEN AUS AKZEPTANZANALYSEN ZU BESTIMMTEN ENERGIETECHNOLOGIEN (ERNEUERBARE ENERGIE-WINDENERGIE, KERNENERGIE, ERDGASSPEICHER) .....	55
3.6.1 <i>Kriterien der Akzeptanz bei Energie-Technologien</i> .....	55
3.6.2 <i>Gesellschaftliche Akzeptanz von Kernenergie</i> .....	57
3.6.3 <i>Akzeptanz von Windenergie</i> .....	65
3.6.4 <i>Akzeptanz von Erdgasspeichern</i> .....	72
<b>4 GEFAHRENPOENZIALE, RISIKOWAHRNEHMUNG UND RECHTLICHE EINORDNUNG...</b> <b>75</b>	
4.1 IDENTIFIKATION VON GEFAHRENPOENZIALEN UND MÖGLICHEN SCHADENSURSACHEN .....	75
4.2 KONKRETISIERUNG VON GEFAHRENPOENZIALEN DURCH CO <sub>2</sub> .....	76
4.2.1 <i>Auswahl von exemplarischen Prozessrouten</i> .....	77
4.2.2 <i>Mögliche Gefahrenpotenziale in ausgewählten Prozessrouten</i> .....	81
4.2.3 <i>Methodische Vorgehensweise von Sicherheitsanalysen</i> .....	81
4.3 SPEZIFIKATION DER RISIKEN VON CCS .....	85
4.3.1 <i>Analyse der Gefahrenpotenziale für die ausgewählten Prozessrouten</i> .....	85
4.3.2 <i>Risikomanagement</i> .....	92
4.4 RISIKOWAHRNEHMUNG UND AKZEPTANZBEURTEILUNG .....	92
4.4.1 <i>Intuitive Risikowahrnehmung von Abscheidung, Transport und Deponierung von CO<sub>2</sub></i> .....	96
4.4.2 <i>Schlussfolgerungen zur Bedeutung der Risikowahrnehmung und Akzeptanzbeurteilung für das         Akzeptanz-Projekt</i> .....	97
4.5 RECHTLICHE VERANKERUNG VON ABSCHIEDUNG UND SPEICHERUNG VON CO <sub>2</sub> IN DEUTSCHLAND .....	99
4.5.1 <i>Nationales Recht</i> .....	101
4.5.2 <i>Internationales Recht/Internationale Vereinbarungen</i> .....	105
4.5.3 <i>Relevanz für die öffentliche Akzeptanz</i> .....	108

<b>5</b>	<b>MEDIENANALYSE ZUM THEMA CCS</b> .....	<b>110</b>
5.1	ART UND WEISE DER BERICHTERSTATTUNG IN DEN MEDIEN UND IHR EINFLUSS AUF DIE AKZEPTANZ EINER ENERGIETECHNOLOGIE .....	110
5.2	DIE MEDIALE DARSTELLUNG VON CCS IN AUSGEWÄHLTEN MEDIEN.....	112
5.2.1	<i>Die Darstellung von CCS in deutschen Printmedien</i> .....	113
5.2.2	<i>Analyse von CCS-themenbezogenen Broschüren</i> .....	121
5.2.3	<i>Die internationale Berichterstattung zu CCS im Internet</i> .....	123
5.2.4	<i>Die Berichterstattung zu CCS in Fernsehen und Hörfunk</i> .....	135
5.3	MÖGLICHE ENTWICKLUNGEN DER AKZEPTANZ ZU CCS DURCH DIE MEDIALE DARSTELLUNG DES THEMAS.....	136
<b>6</b>	<b>EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR AKZEPTANZ VON CCS IN DEUTSCHLAND</b> .....	<b>138</b>
6.1	ÜBERSICHT ÜBER DAS UNTERSUCHUNGSKONZEPT.....	138
6.1.1	<i>Ermittlung des Forschungsstandes zur CCS</i> .....	138
6.1.2	<i>Untersuchung der Einstellungen und Einschätzungen von intermediären Gruppen und Multiplikatoren</i> .....	138
6.1.3	<i>Haltung von Wissenschaftlern zum Thema CCS</i> .....	139
6.1.4	<i>Untersuchung der Einstellung von Akteuren und der Bevölkerung im Umfeld von CCS-Forschungsvorhaben</i> .....	140
6.2	BEFRAGUNG VON FACHLEUTEN UND STUDIERENDEN ZUR EINSCHÄTZUNG VON CCS .....	140
6.2.1	<i>Methodisches Vorgehen und Merkmale der Befragten</i> .....	140
6.2.2	<i>Grundsätzliche Einstellungen zu CCS</i> .....	143
6.2.3	<i>Bedeutung gesellschaftlicher Herausforderungen und Rolle der CCS</i> .....	147
6.2.4	<i>Hemmnisse für CCS und Diskussion des Themas seitens der Akteure</i> .....	151
6.2.5	<i>Entscheidungsbefugnis und Kontrollinstanz</i> .....	153
6.2.6	<i>Technische Aspekte</i> .....	154
6.2.7	<i>Forschung und Entwicklung</i> .....	155
6.2.8	<i>Beurteilung von Vorteilen der CCS-Technologie</i> .....	157
6.2.9	<i>Risikowahrnehmung und -einschätzung von CCS</i> .....	158
6.2.10	<i>Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Befragungen</i> .....	161
6.3	AUSWERTUNG VON KONFERENZBEITRÄGEN ZUM THEMENFELD CCS.....	162
6.4	BEFRAGUNG VON JOURNALISTEN .....	168
6.5	BEFRAGUNG VON DEUTSCHEN NICHTREGIERUNGSORGANISATIONEN IM BEREICH UMWELT- UND KLIMASCHUTZ .....	169
6.6	DURCHFÜHRUNG VON TIEFENINTERVIEWS WEITERER RELEVANTER AKTEURE IN DEUTSCHLAND .....	172
<b>7</b>	<b>RELEVANTE FAKTOREN FÜR DIE GESELLSCHAFTLICHE AKZEPTANZ UND DEREN BEDEUTUNG</b> .....	<b>176</b>
7.1	INFORMATIONSTAND DER BEVÖLKERUNG.....	176
7.2	BEDEUTUNG DES WAHRGENOMMENEN NUTZENS FÜR DIE AKZEPTANZ.....	177
7.3	TECHNISCH BEDINGTE FAKTOREN ZUR BEEINTRÄCHTIGUNG DER AKZEPTANZ.....	178
7.4	GEFAHRENPOTENZIALE .....	179
7.5	RISIKOWAHRNEHMUNG.....	180
7.6	BEDEUTUNG DER POSITIONIERUNG WESENTLICHER MULTIPLIKATOREN FÜR DIE AKZEPTANZ	182
7.7	KOMMUNIKATION (ART UND WEISE) .....	183
7.8	BEDEUTUNG DES RECHTLICHEN RAHMENS.....	187
7.9	EINORDNUNG DER AKZEPTANZ VON CCS NACH WEITEREN KRITERIEN.....	187

<b>8</b>	<b>RESULTIERENDE HINWEISE FÜR DIE KONZEPTION EINER INFORMATIONSKAMPAGNE</b>	<b>190</b>
8.1	WANN SOLLTE ÜBER CCS INFORMIERT WERDEN?.....	190
8.2	WELCHE ZIELPERSONEN SOLLTEN ÜBER CCS INFORMIERT WERDEN? .....	190
8.3	WER SOLLTE ÜBER CCS INFORMIEREN? .....	193
8.4	WAS SOLLTE ÜBER CCS BERICHTET WERDEN? .....	194
8.5	WIE SOLLTE ÜBER CCS INFORMIERT WERDEN? .....	194
8.6	WELCHE KOMMUNIKATIONSWEGE SOLLTEN BENUTZT WERDEN?.....	195
8.7	WIE KÖNNTE DER KOMMUNIKATIONSMIX EINER INFORMATIONSKAMPAGNE ZU CCS AUSGESTALTET WERDEN?.....	195
<b>9</b>	<b>LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>201</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>210</b>

## Tabellen

Tab. 1-1	Deutschsprachige Begriffe zum Thema „CO <sub>2</sub> -Sequestrierung“ .....	29
Tab. 1-2	Englischsprachige Begriffe zum Thema „CO <sub>2</sub> -Sequestrierung“ .....	30
Tab. 1-3	Eignung der verschiedenen Verkehrsträger für den CO <sub>2</sub> -Transport und deren Charakteristika (BMU 2007) .....	33
Tab. 2-1	Bedeutungsinhalte der verwendeten Begriffe .....	36
Tab. 3-1	Indikatoren und untersuchungsleitende Fragen zur Messung der Akzeptanz einer Technik (CCS) .....	44
Tab. 3-2	Methoden zur Akzeptanzmessung .....	45
Tab. 3-3	Übersicht bisheriger Akzeptanzstudien .....	48
Tab. 3-4	Kriterien zur Akzeptanz von Energietechnologien angewandt auf die Kernenergie	62
Tab. 4-1	Schädigung für Mensch und Ökosystem in Abhängigkeit der CO <sub>2</sub> -Konzentration nach (Vendrig 2003) .....	76
Tab. 4-2	Ausschnitt von Gefahrenpotenzialen und Akzeptanzfaktoren am Beispiel einzelner Prozesse des Transports .....	86
Tab. 4-3	Qualitative Abschätzung von Freisetzungsmechanismen, ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und der potenziellen Menge abgeändert nach (IEA 2007) .....	90
Tab. 5-1	Auswertung analysierter Broschüren .....	122
Tab. 5-2	Liste der recherchierten Schlagwörter und Zeitungen in den ausgewählten Ländern	125
Tab. 5-3	Bewertung der Artikel nach Inhalt, (Mehrfachbewertung der Artikel) .....	127
Tab. 5-4	Bewertung nach Berichterstellerstil, (Pro Artikel nur eine Bewertung) .....	128

Tab. 6-1 Tiefeninterviews zur CCS-Akzeptanz _____	139
Tab. 6-2 Schriftliche Experteninterviews zur CCS-Akzeptanz _____	139
Tab. 6-3 Befragung von Fachleuten bei Konferenzen _____	141
Tab. 6-4 Beruflicher Hintergrund der Befragten bei den Konferenzen _____	141
Tab. 6-5 Nationalität der befragten Konferenzteilnehmer _____	142
Tab. 6-6 Befragung von Studierenden _____	143
Tab. 6-7 Wahrnehmung der Aktivitäten führender Länder im Bereich CCS _____	157
Tab. 6-8 Nationale und Internationale Tagungen mit Schwerpunkt CCS _____	164
Tab. 7-1 Wechselspiel zwischen Rolle des Akteurs und Relevanzfaktor für die Meinungsbildung der Öffentlichkeit _____	186

## Abbildungen

Abb. 1-1 Abfrage in der US-amerikanischen Bevölkerung zum Kenntnisstand verschiedener Technologien _____	26
Abb. 1-2 Übersicht Gasseparationsprozesse _____	31
Abb. 1-3 Verschiedene denkbare Optionen der CO <sub>2</sub> -Speicherung _____	34
Abb. 2-1 Klassifizierung nach harten und weichen Faktoren _____	35
Abb. 3-1 Übersicht zu CCS-Projekten (Forschung und Planung/Bau) _____	52
Abb. 3-2 Einstellungen zur Kernenergie I, nach Emnid-Institut; aus: Mackenthun-Vortrag 2003 _____	59
Abb. 3-3 Einstellungen zur Kernenergie II, Emnid-Institut; aus: Mackenthun-Vortrag 2003 ____	60
Abb. 3-4 Umfrage von Euro-Barometer, 2005 _____	61
Abb. 4-1 Ausgewählte Verfahrensrouten für Post-Combustion, Oxyfuel und Pre-Combustion	79
Abb. 4-2 Gegenüberstellung qualitativ- und quantitativ-orientierter Methoden _____	82
Abb. 4-3 Mögliche Leckagewege und Gegenmaßnahmen nach (IPCC 2005) _____	89
Abb. 5-1 Verteilung der Artikelerscheinung nach Land und Quartal (ab 01.01.2003) _____	126
Abb. 5-2 Artikelverteilung auf Länder insgesamt _____	128
Abb. 6-1 Eigene Meinung zu CCS und Wahrnehmung der Einschätzung in der Öffentlichkeit (Konferenzteilnehmer) _____	144
Abb. 6-2 Beruflicher Hintergrund und Einschätzung der CCS-Technologie _____	145

Abb. 6-3 Unterschiede in den Einschätzungen zwischen den Befragten der drei Veranstaltungen _____	145
Abb. 6-4 Nationalität und Einschätzung von CCS _____	146
Abb. 6-5 Persönliche Merkmale und Einschätzung von CCS _____	147
Abb. 6-6 Vergleich der Meinungen von Experten und Studierenden über CCS – Mittelwerte	147
Abb. 6-7 Einstufung der heute wichtigsten Problemfelder _____	148
Abb. 6-8 Einstufung der wichtigsten Problemfelder im Umweltbereich (Mehrfachantworten)_	149
Abb. 6-9 Einstufung der wichtigsten Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung (Mehrfachantworten) _____	149
Abb. 6-10 Eignung verschiedener Maßnahmen zur Bekämpfung der globalen Erwärmung _	150
Abb. 6-11 Grundsätzliche Einstellungen zu Umwelt, Wirtschaft und Technik _____	151
Abb. 6-12 Meinungen über die Hemmnisse für die Umsetzung von CCS (Konferenzteilnehmer) _____	151
Abb. 6-13 Diskussion des Themas CCS seitens verschiedener Akteure in der Wahrnehmung durch die Konferenzteilnehmer _____	152
Abb. 6-14 Wahrgenommene Tendenz der Diskussion des Themas CCS (Konferenzteilnehmer) _____	153
Abb. 6-15 Zuordnung von Entscheidungs- und Kontrollfunktionen _____	153
Abb. 6-16 Zeithorizont für verschiedene CO <sub>2</sub> -Abscheidungstechniken (Konferenzteilnehmer)	154
Abb. 6-17 Präferenzen im Hinblick auf CO <sub>2</sub> -Lagerstätten _____	155
Abb. 6-18 Wahrnehmung der gegenwärtigen FuE-Ausgaben und präferierte Verteilung____	156
Abb. 6-19 Wahrnehmung der Aktivitäten des eigenen Landes im Bereich CCS _____	157
Abb. 6-20 Wahrnehmung von Vorteilen und positiven Auswirkung durch CCS _____	158
Abb. 6-21 Wahrnehmung der öffentlichen Meinung über Risiken von CCS (Mehrfachantworten) _____	159
Abb. 6-22 Eigene Einschätzung von Risiken der CCS-Technologie (Mehrfachantworten)____	159
Abb. 6-23 Einschätzung von Problemen und Risiken der CCS (Konferenzteilnehmer und Studierende) _____	160
Abb. 6-24 Weitere problematische Gesichtspunkte der CCS _____	161
Abb. 6-25 Verteilung der ausgewerteten Tagungen nach Ländern _____	163
Abb. 6-26 Akteure nach Land und Tätigkeitsbereich _____	165
Abb. 6-27 Anteil einzelner Länder an den Tagungsbeiträgen _____	166

Abb. 6-28 Anzahl der Veröffentlichungen nach Themenfeld und Jahr _____	166
Abb. 6-29 Aufteilung der Publikationen nach Speicherart _____	167
Abb. 7-1 Aus dieser Untersuchung abgeleitete Einflussfaktoren auf die gesellschaftliche Akzeptanz gegenüber CCS _____	189
Abb. 8-1 Unterteilung der Öffentlichkeit in Gruppen _____	192

## **Abkürzungsverzeichnis**

Bundesbergbaugesetz (BBergG)
Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz (BBU)
Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)
Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND)
Holländisches R&D-Programm für CO <sub>2</sub> -Abscheidung, Transport und Speicherung (CATO)
Carbon Abatement Technologies (CATs)
Carbon Capture and Storage (CCS)
Clean Development Mechanism (CDM)
Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF)
Norwegisches Gaskraftwerks Programm (CLIMIT)
Conference/meeting of the parties of the Convention (COP/MOP)Co <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -Reduktionstechnologien (COORETEC)
Department for Trade and Industry (DTI)
Deutsche Umwelthilfe (DUH)
Enhanced Coal Bed Methane (ECBM)
Environmental Impact Assessment (EIA)
Enhanced Gas Recovery (EGR)
Enhanced Oil Recovery (EOR)
Europäischer Druckwasserreaktor (EPR)
European Climate Change Programme (ECCP)
European Research Area Network Fossil Energy Coalition (FENCO)
European Technology Platform Zero Emission Fossil Fuel Power Plants (ZEP TP)

Forschung und Entwicklung (F&E)  
Feature, Event, Processes (FEP)  
Gas- und Dampfprozess (GuD)  
Gas-To-Liquid (GTL)  
Grüne Alternative Liste (GAL)  
International Energy Agency (IEA)  
Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk (IZ Klima)  
Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP)  
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)  
Internationale Energieagentur (IEA)  
Kreislaufwirtschafts-Abfallgesetz (KrW-/AbfG)  
Landeswassergesetz (LWG)  
Monoethanolamine (MEA)  
Naturschutzbund (NABU)  
Nicht-Regierungsorganisationen (NGO)  
Not In My BackYard -Syndrom (NIMBY)  
Oslo+Paris Resolution zum Schutz der Meeresumwelt im Nordost-Atlantik (OSPAR)  
rationelle Energieanwendung (REN)  
Regenerative/erneuerbare Energien (REG)  
Strategic Research Agenda (SRA)  
Treibhausgasemissionshandelsgesetz (TEHG)  
Bundesumweltamt (UBA)  
UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)  
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)  
World Wildlife Fund (WWF)

## Kernthesen

### Stand der Akzeptanzforschung, Ergebnisse aus bereits bestehenden Studien zum Thema Akzeptanz und CCS

- Die Erforschung der Akzeptanz spielt eine relevante Rolle bei der Umsetzung einer neuen Technologie. Akzeptanz kann in hochtechnisierten Gesellschaften nicht mehr grundsätzlich als vorausgesetzt angenommen werden.
- Die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS wird von zahlreichen Faktoren bestimmt. Aus heutiger Perspektive können hierüber vor allem aufgrund des noch geringen Bekanntheitsgrades der Technologien nur bedingt Aussagen getroffen werden.
- Eine genaue Festlegung aller konstituierender Randbedingungen für die Erfassung der Akzeptanz von CCS ist aufgrund des noch jungen Entwicklungsstandes und der noch nicht geschlossenen technischen Forschungslücken zu technischen Fragen schwierig.
- Personen, die in der Nähe eines CO<sub>2</sub>-Speichers oder einer CO<sub>2</sub>-Pipeline leben, werden die CCS-Technologien kritischer beurteilen als Personen, die keine räumliche Nähe zur Technologie haben. Die Einschätzung des persönlich wahrgenommenen Risikos ist für Personen mit einer räumlichen Nähe zur Technologie größer. Dies ist nicht CCS-spezifisch, gilt aber für diese Technologie angesichts der ausgeprägten Infrastrukturanforderungen (neues Pipelinennetz) in besonderem Maße.
- Die Bevölkerung spricht nach vorliegenden Erfahrungen den Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) und zum Teil der Wissenschaft ein hohes Maß an Vertrauen zu. Informationen von Umwelt-NGOs zu Energietechnologien werden am ehesten für vertrauenswürdig und glaubhaft gehalten.
- Akzeptanz und Kommunikation von CCS sind auf der internationalen Forschungsagenda präsent. Dies zeigt die **Fossil Energy Coalition FENCO-ERA**, aber gerade auch das 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union. In einzelnen Ländern werden seit mehreren Jahren derartige Fragen bearbeitet und Stakeholder-Dialoge durchgeführt (z.B. im niederländischen CATO-Programm).
- Einzelne Umfrageergebnisse über die Einschätzung der CCS-Technologien liegen für Deutschland (z.B. Berlinpolis 2008) bereits vor, allerdings bleibt die Verwertbarkeit der einzelnen Ergebnisse angesichts der Komplexität des Themas CCS und der vergleichsweise einfachen Fragestellungen offen.

### Vergleich mit Erfahrungen anderer Energietechnologien (Kern- und Windenergie, Erdgasspeicherung)

- Die gesellschaftliche Akzeptanz der Kernenergie war aufgrund der Atombombenabwürfe im zweiten Weltkrieg von Anfang an negativ besetzt, so dass auch die zivile Nutzung der Kernspaltung als gefährlich angesehen wurde und wird. Begründet wird die vehemente Ablehnung dieser Technologie unter anderem mit dem möglichen enormen Schadensausmaß und der Notwendigkeit, die radioaktiven Abfallmaterialien über sehr lange Zeiträume sicher zu lagern.
- Die Anfänge der Proteste gegen Kernkraftwerke formierten sich auf lokaler Ebene gegen das Kraftwerk vor Ort und nicht primär aus der Ablehnung der Kerntechnologie selbst. Die persönliche Betroffenheit war dabei ein wesentlicher Motor der Ablehnung.

- Mehr Sicherheitsvorkehrungen bei der Kernenergienutzung führen nicht dazu, dass die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung abnimmt.
- Die gesellschaftliche Diskussion um die Windenergie gibt nur wenige Anhaltspunkte für eine Abschätzung der CCS-Technologien. Bei der Onshore-Windenergie überwiegen lokale Argumente (z.B. Landschaftsschutz), die gegen die Windenergie angeführt werden. Grundsätzlich wird diese Technologie jedoch nicht abgelehnt (klassischer NIMBY-Effekt). Bei der Offshore-Windenergie übernehmen Multiplikatoren (insbesondere NGOs) stellvertretend die Diskussion über das Für und Wider. Wie bei der Kernenergie ist die Diskussion über CCS zum Teil auch geprägt von der Frage der generellen Beherrschbarkeit derartiger Großtechnologien.
- Ähnlichkeiten der Diskussion über CCS mit der Diskussion über Kernenergie bzw. Offshore-Windenergie ergeben sich daraus, dass eine Abwägung getroffen werden muss zwischen direkter Beeinflussung bzw. Gefährdung der Umgebung und eher übergeordnetem Klimaschutz einerseits und dass andererseits potenzielle Betreiber der Anlagen im Wesentlichen oder sogar ausschließlich die großen Unternehmen der Energiewirtschaft sein werden.
- Aus der bisherigen öffentlichen Diskussion über Erdgasspeicher können keine Rückschlüsse auf die Akzeptanz von CO<sub>2</sub>-Speicher gezogen werden. Erdgasspeicher dienen eher als Kurzfristspeicher und nehmen zudem deutlich geringere Gasmengen auf.
- Die heftigen Widerstände gegen den Bau einer Kohlenmonoxid-Leitung sind möglicherweise eher als Vergleich in Betracht zu ziehen. Denn CO<sub>2</sub> ist in der öffentlichen Meinung trotz des erheblichen Unterschiedes in direkten Beeinflussung des Menschen ebenso negativ belegt wie Kohlenmonoxid – Kohlendioxid wird häufig als ein „Klimagift“ bezeichnet, welches Assoziationen zum Kohlenmonoxid (ein starkes Atemgift, das bei Menschen zum Tode führen kann) impliziert.

### **Gefahrenpotenziale, Risikowahrnehmung und rechtliche Einordnung**

- Die Konkretisierung der Gefahrenpotenziale und die Abschätzung der Risiken lassen den Schluss zu, dass es keine sicherheitstechnischen Aspekte gibt, die zum generellen Ausschluss der CO<sub>2</sub>-Abscheidung in Kraftwerken, des -Transportes und der geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherung führen.
- Analogieschlüsse aus anderen Industriezweigen zeigen, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit von Störfällen/Unfällen eher gering und das Schadensausmaß in der Regel klein ist. Es existieren grundsätzlich Überwachungssysteme und Notfallpläne, die auf die CCS-Technologien übertragen werden können.
- Die Neuartigkeit der CCS-Technologien kann jedoch deren rechtliche Zulassung erschweren und einen Einfluss auf die Akzeptanz haben.
- Die EU-Richtlinie zur geologischen Speicherung von CCS kann bei hinreichender Kenntnis in der Bevölkerung stabilisierend hinsichtlich der öffentlichen Wahrnehmung der Themen wirken. Für wesentliche Kritikpunkte aus dem Abfallrecht und dem Wasserrecht sind Lösungen vorgegeben.
- Hinsichtlich der Übernahme der langfristigen Verantwortung für die geologischen Speicher gibt es weiteren Regelungsbedarf, welcher als kritischer Punkt für die öffentliche Wahrnehmung der CCS-Technologien gesehen werden kann.

- Eine grundlegende Risikowahrnehmung von CCS hat sich in der Bevölkerung noch nicht herausgebildet. Ihre zukünftige Entwicklung sollte daher durch eine gezielte Risikokommunikation begleitet werden.

### **Medienanalyse zum Thema CCS**

- Eine sehr breite, in die notwendige Tiefe gehende Berichterstattung zu CCS fand in der Vergangenheit in Deutschland bisher nicht statt. Technische und rechtliche Fragestellungen aber auch die mit der Technik einhergehenden möglichen Konsequenzen auf gesellschaftlicher Ebene bleiben in den Medien weitestgehend unreflektiert. Auch die globale Rolle, die CCS zukünftig einnehmen könnte, wird zurzeit in den Medien noch nicht behandelt.
- In den letzten Jahren ist über CCS in den analysierten Medien allerdings mit steigender Tendenz berichtet worden. Die Bewertung der CCS-Technologien war dabei tendenziell eher positiv. Auch die analysierten internationalen Berichte waren im Allgemeinen eher positiv als negativ ausgerichtet.
- Die Risiko-Wahrnehmung von CCS dürfte durch die Berichterstattung in den deutschen Printmedien bisher noch nicht einseitig geprägt worden sein. Das Thema Risiko ist im Vergleich zu anderen Themen rund um die Technologie nicht überproportional häufiger und kritischer aufbereitet worden.
- In den Artikeln zu CCS wurden häufig Akteure aus Wirtschaft und Politik zitiert. Darüber hinaus nutzten Journalisten die Wissenschaft als wesentliche Quelle, sich Zugang zu dem Thema zu verschaffen. Die Haltung der NGOs wurde bisher verhältnismäßig selten in den Medien zitiert.

### **Empirische Umfragen und Akzeptanz gegenüber CCS in Deutschland**

- Multiplikatorbefragungen zeigen, dass die Meinungen über die Notwendigkeit und den Nutzen der CCS-Technologien je nach Gruppe weit auseinander gehen.
- Auch innerhalb einzelner gesellschaftlicher Gruppen ist das Meinungsbild nicht eindeutig. Dies gilt insbesondere für die NGOs, deren Bewertung von strikter Ablehnung bis zur Notwendigkeit der kritischen Prüfung und Begleitung reicht.
- Die ablehnende Haltung einzelner NGOs ist dabei zum Teil weniger auf die CCS-Technologien selber zurückzuführen, sondern hat ihren Ursprung in der häufig direkt gesehenen Verbindung zwischen CCS und der Kohlenutzung. Der vergleichsweise hohe Eigenbedarf bei der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Speicherung würde zu einer nochmaligen Verschärfung der mit dem Kohlebergbau verbundenen Probleme führen.
- Außerdem seien CCS-Technologien, wie Ergebnisse der vorliegenden Studie verdeutlichen, als nur großmaßstäblich umsetzbare Option nicht in der Lage, einen Beitrag zur dringend notwendigen Dezentralisierung der Energieversorgungsstrukturen zu leisten. Schließlich sei zu befürchten, dass die CCS-Technologien jetzt nur vorgeschoben würden, um eine Legitimation für den Neubau von Kohlekraftwerken zu erhalten, was angesichts eines offenen Ausgangs der Technologieentwicklung nicht akzeptabel sei.
- Die gesellschaftliche Akzeptanz könnte ein Kipppunkt für die CCS-Technologien darstellen, auch nach Einschätzung der befragten Multiplikatoren.

- Die Öffentlichkeit weiß noch recht wenig über die CCS-Technologien. Die Technologien sind (noch) nicht negativ besetzt (wie beispielsweise die Kernenergie). Multiplikatoren können daher für die gesellschaftliche Akzeptanz noch als Weichensteller fungieren.
- Fachleute unterstellen der Öffentlichkeit perspektivisch eine weitgehend negative Meinung zur CCS-Technologie, während sie selbst eine überwiegend positive bis neutrale Einstellung haben. Sie sehen die Akzeptanz in der Bevölkerung neben Wirtschaftlichkeit und Finanzierung als hauptsächliches Hemmnis für die Umsetzung und Implementierung von CCS an.
- Eine Diskussion in der Öffentlichkeit findet nach Meinung der Befragten bisher kaum statt, aber auch von anderen gesellschaftlichen Akteuren wird das Thema bisher noch vergleichsweise wenig behandelt.
- CCS wird von vielen Befragten in erster Linie als Zwischenlösung oder als Technologie mit Brückenfunktion betrachtet, die für die angestrebte Entwicklung alternativer Energiequellen und die für die Effizienzsteigerung Zeit „verschafft“. Mit dieser Einschränkung erscheint sie in den Augen vieler Befragter eher tragfähig. Zudem stellen die Technologien nach Meinung zahlreicher Befragter eher eine aus internationaler denn nationaler Sicht wichtige Option dar.
- Befragungen der Öffentlichkeit sind angesichts des noch geringen Kenntnisstandes über die Technologie noch nicht sinnvoll. Mit zunehmender Anzahl von Forschungs- und Demonstrationsanlagen könnte sich dies ändern.

#### **Relevante Faktoren für die gesellschaftliche Akzeptanz und deren Bedeutung**

- Die Massenmedien können als Mittel für die Meinungsbildung betrachtet werden. Sie stellen in der Regel die erste Informationsquelle der breiten Öffentlichkeit dar und prägen sehr stark das Einstiegsbild zu CCS.
- Je nach Argumentationsweise kann die CCS-Technologiekette als gesellschaftlicher Nutzen wahrgenommen werden oder nicht. Die Argumente und gesellschaftspolitischen Kontexte der jeweiligen Multiplikatorengruppen werden die Akzeptanz der CCS-Technologien in der Bevölkerung stark beeinflussen.
- Zu den positiven Faktoren für eine Steigerung der Akzeptanz der CCS-Technologien zählen je nach Akteurssicht die Möglichkeit, an den bestehenden zentralen Versorgungsstrukturen festhalten zu können, die Schaffung neuer Arbeitsplätze durch den Bau neuer CCS-Kraftwerke bzw. die Nachrüstung bestehender Anlagen sowie die Exportchancen von CCS-Technologien in andere Länder (z. B. China und Indien). Insbesondere auch die nationale Versorgungssicherheit, wenn trotz Klimaschutzanforderungen weiter am Einsatz des heimischen Energieträgers Kohle festgehalten werden kann.
- Der Nutzen der CCS-Technologie für den Klimaschutz wird von Multiplikatoren für die globale Ebene deutlich höher eingeschätzt als für Deutschland und Europa. Daraus lässt sich ableiten, dass CCS bei breiter internationaler Anwendung auch in der Bevölkerung auf ein höheres Akzeptanzniveau stoßen wird.
- Das Risiko, welches die breite Bevölkerung in Bezug zu den CCS-Technologien wahrnimmt, wird ein bedeutender Faktor für die Entwicklung der gesellschaftlichen Akzeptanz sein. Die Ängste, die durch CCS in der Bevölkerung entstehen können, müssen beachtet werden.

tet werden. Dabei werden Analogieschlüsse gezogen, auch wenn diese sachlich nicht geboten sind. Hier für Aufklärung u sorgen ist Aufgabe von Kommunikationsstrategien.

- Die CCS-Technologien könnten als Auslöser für steigende Energiepreise (bzw. Elektrizitätspreise) angesehen werden und damit die Akzeptanz negativ beeinträchtigen ohne das Ursache (notwendiger Beitrag für den Klimaschutz) und Wirkung in hinreichende Beziehung gesetzt werden.
- Die Tatsache, dass Kraftwerke mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung einen deutlich höheren Energieeigenbedarf aufweisen als Anlagen ohne CO<sub>2</sub>-Abscheidung könnte aufgrund der damit verbundenen Auswirkungen auf Landschaft und Umwelt zukünftig ebenfalls negativ beurteilt werden und die Akzeptanz beeinträchtigen.
- In der Bevölkerung wachsen die Widerstände gegen konventionelle Kohlekraftwerke, vor allem in Gebieten, in denen ein Neubau von Kohlekraftwerken geplant ist. Eine fehlende Akzeptanz gegenüber konventionellen Kohlekraftwerken wird sich auch auf die Akzeptanz von CCS-Technologien auswirken.

### **Resultierende Hinweise für die Konzeption einer Informationskampagne**

- Es ist wichtig, dem Thema Kommunikation zukünftig mehr Bedeutung beizumessen, damit der Informationsstand in der Bevölkerung auf ein Niveau angehoben wird, auf dem eine Meinungsbildung zu CCS stattfinden kann.
- CCS ist bisher nicht Gegenstand einer groß angelegten Informationskampagne für die Bevölkerung. Es liegen bis dato zwar zahlreiche Broschüren zum Thema von einzelnen Akteursgruppen vor und auch die Berichterstattung in den Medien nimmt zu, eine Akteursgruppen übergreifende Berichterstattung findet aber noch nicht statt.
- Die öffentliche Debatte über CCS hat punktuell bereits begonnen, allerdings werden einige Themen und Aspekte der CCS-Technologien noch gar nicht oder nur sehr unzulänglich behandelt. Damit die Debatte für die Öffentlichkeit nicht einseitig bleibt, sollte eine Informationsbasis geschaffen werden, die der gesamten Komplexität des Themas CCS gerecht wird.
- Von Energiewirtschaft und Anlagenbau wird mit dem Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk der Versuch gemacht, auf der Basis einer breiteren Plattform und unter Einbeziehung anderer Akteure (z.B. aus der Wissenschaft) über CCS umfassend und neutral zu informieren. Kritiker sehen diesen Anspruch insbesondere wegen der gewählten Struktur und Trägerschaft des Zentrums als nicht einlösbar an. Eine Beteiligung kritischer Gruppen (insbesondere NGOs) an dieser Art der Informationsvermittlung ist damit im Moment nicht gegeben. Denkbar erscheint, dass sich zumindest einzelne NGOs konstruktiv in Standortfindungsprozesse mit einbringen, wenn eine grundsätzliche politische Entscheidung pro CCS gefallen ist.
- Bei der Kommunikation der Chancen und Risiken von CCS kommt, nach Aussage der Multiplikatoren und vorliegenden Erfahrungen aus dem Ausland, der vermittelnden Rolle eines neutralen Schiedsrichters eine zentrale Bedeutung zu. Neben einzelnen Personen mit herausgehobenen gesellschaftlichem Renommee ist dafür grundsätzlich auch die Wissenschaft in Betracht zu ziehen. Attribute wie Kompetenz, sozialer Status, Vertrauenswürdigkeit sowie der berufliche Hintergrund des Kommunikators sind dabei ausschlaggebend für die Akzeptanz.

- Eine Informationskampagne zu CCS sollte transparent vermitteln, dass aufgrund der bestehenden Forschungslücken zum Thema CCS zurzeit noch nicht alle offenen Fragen beantwortet werden können.
- Vor allem Personen, die durch die räumliche Nähe ihrer Wohnstätten durch Bauvorhaben im Kontext der CCS-Technologiekette (Kraftwerke, Pipelines, Speicherreservoir) betroffen sein werden, sollten frühzeitig, d.h. möglichst bei der Planung und Verortung eines Modell- oder Pilotprojektes, informiert werden. Hier eignet sich vor allem eine persönliche Kommunikation mit den „Betroffenen vor Ort“ im Rahmen eines Dialogprozesses.
- Eine frühzeitige und gezielte Risikokommunikation bietet grundsätzlich die Möglichkeit, stark negativ besetzte Themen (CO<sub>2</sub>-Transport und -Speicherung), aber auch falsche Analogieschlüsse wieder auf eine eher sachliche Ebene zurückzuführen. Die Möglichkeiten der Risikokommunikation bieten sich vor allem für „Betroffene“ von CCS-Technologien vor Ort an.
- Um möglichst viele Gruppen der Bevölkerung (z.B. interessierte Laien, Betroffene) sowie der Multiplikatoren (Medien, Verbände, u.a.) ansprechen zu können, sollte eine Informationskampagne die Informationen zu CCS zielgruppenspezifisch aufbereiten bzw. gestalten.
- Eine entscheidende Aufgabe der Informationsvermittlung wird sein, einen Dialog zwischen allen relevanten Akteursgruppen offen und fair zu organisieren. Hierfür sind entsprechende Strukturen zu schaffen, deren Trägerschaft transparent ist und deren Unabhängigkeit klar dokumentiert ist.

## Zusammenfassung

### **Stand der Akzeptanzforschung, Vergleich mit Erfahrungen anderer Energietechnologien (Kern- und Windenergie, Erdgasspeicherung)**

Generell spielt die Erforschung der Akzeptanz eine relevante Rolle bei der Umsetzung einer neuen Technologie. Akzeptanz kann in hoch technisierten Gesellschaften nicht mehr grundsätzlich als vorausgesetzt angenommen werden. Bei dem Begriff Technikakzeptanz handelt es sich im Allgemeinen um eine positive Einstellung zu einer bestimmten Technologie.

Innerhalb der großindustriellen Technikanwendungen variiert die Akzeptanz mehr als in anderen Technikbereichen. Vor allem persönliche Risikoeinschätzungen spielen bei großtechnischen Anlagen eine bedeutende Rolle. Daher werden die CCS-Technologien die gesellschaftliche Akzeptanz besonders dort beeinflussen, wo es räumlich gesehen sowohl zu positiven (z.B. Imageaufwertung einer Region) als auch zu negativen Auswirkungen (z.B. durch Störfälle) kommen könnte. Demgegenüber stehen die möglichen ökologischen Effekte dieser Technik auf einer gesamtgesellschaftlichen Ebene.

Zur Messung der Technikakzeptanz gibt es kein einheitliches methodisches Konzept. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein Mix ausgewählter empirischer Methoden verwendet. Eine genaue Festlegung aller konstituierenden Randbedingungen für die Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz von CCS ist aufgrund des noch jungen Entwicklungsstadiums und der noch nicht geschlossenen Forschungslücken zu diesem Thema schwierig.

Die Akzeptanzforschung dient der Politik als Legitimitätskriterium für politische Entscheidungen, vorhandene Akzeptanz bietet politische aber auch soziale Stabilität. Sie ist gerade im Frühstadium wandelbar und beeinflussbar. Der Grad der vorhandenen Akzeptanz sensibilisiert und steuert zudem die Kommunikation und den Umgang mit dem Thema.

Das Wissen sowie die Einstellung zu den CCS-Technologien in Deutschland sind auf der Ebene der breiten Bevölkerung noch gering ausgeprägt. Es ist anzunehmen, dass eine generelle Meinungsbildung noch nicht stattgefunden hat. Zum jetzigen Zeitpunkt besteht deshalb noch die Möglichkeit durch Aufklärung über die Vor- und Nachteile dieser Technologie Einfluss auf die Meinungen und Haltungen zu CCS zu nehmen. Den Multiplikatorgruppen kommt dabei eine tragende Bedeutung als Wissensträger und Vermittler zu.

Die in diesem Bericht analysierten Akzeptanz-Studien zu CCS stammen aus dem internationalen Raum. Sie beschäftigen sich bis auf wenige Ausnahmen vorwiegend mit den geologischen Speicheroptionen von CCS. Die Studien haben verdeutlicht, dass das Thema CCS bei den Befragten noch weitgehend unbekannt ist. Diejenigen, die CCS bereits kannten, verstehen die Technologien zwar als Klimaschutzoptionen, in der Regel werden jedoch die Nutzung regenerativer Energietechnologien und die Energieeffizienzsteigerung bevorzugt. Ein weiteres Ergebnis der analysierten Studien verdeutlicht, dass der so genannte NIMBY-Effekt (**Not in my back yard**) eine große Rolle bei der Akzeptanz gegenüber CCS spielen wird. Personen, die in der Nähe eines Speicherortes leben, werden die Technologie kritischer beurteilen als Personen, die nicht in unmittelbarer Nähe zu dieser Technologie leben müssen. Generell sind die Haltungen zu CCS je nach Akteursgruppe und Betrachtungsebene (regional bis international) sehr unterschiedlich.

Die analysierten Studien zu CCS weisen, je nach Erkenntnisinteresse, sehr differente Forschungsansätze und Methoden auf. Bezogen auf eine mögliche Informations- und Aufklä-

rungsarbeit zu CCS deuten die Ergebnisse der analysierten Studien darauf hin, dass zum Erreichen der öffentlichen Akzeptanz von CCS in erster Linie neutrale und transparente Informationen und glaubwürdige Informationsvermittler notwendig sind. Die breite Bevölkerung spricht diesbezüglich gerade den NGOs aber zu Teilen auch der Wissenschaft einen hohen Grad an Vertrauen zu.

Auf internationaler Ebene gibt es eine Reihe von Initiativen und Projekten, die sich auf forschungspolitische und –koordinierende Aspekte konzentrieren. Dazu zählen vor allem CSLF (Carbon Sequestration Leadership Forum), ZEPTP (European Technology Platform Zero Emission Fossil Fuel Power Plants) und FENCO-ERA (Fossil Energy Coalition), die sich der Notwendigkeit und Dringlichkeit der Analyse öffentlicher Akzeptanz von CCS bewusst sind und die in unterschiedlicher Form und Intensität zu diesem Thema beitragen. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von (nationalen) Forschungsprogrammen, die den Hintergrund für FENCO-ERA bilden. Dazu zählen z.B. CATO (Niederlande), CLIMIT (Norwegen) und COORETEC ((Deutschland). Eine vergleichende Analyse dieser Programme in FENCO-ERA hat dazu beigetragen, Akzeptanz und Kommunikation von CCS als voraussichtliches Thema für eine erste FENCO-Ausschreibung zu benennen.

Bei der Auswertung der Erfahrungen mit anderen Energietechnologien wurden Analysen zur gesellschaftlichen Akzeptanz der Kernenergie, der Windenergie und der Erdgasspeicherung herangezogen.

Die Kernenergie wurde seit Beginn ihrer Nutzung in weiten Teilen der deutschen Bevölkerung kontrovers diskutiert. Da die Technologie aufgrund der Atombombenabwürfe im Zweiten Weltkrieg von vornherein negativ besetzt war, wurde auch die zivile Nutzung als gefährlich angesehen. Die Entwicklung des gesellschaftlichen Widerstands gegen die Kernenergie ist zum einen im Kontext der gesellschaftspolitischen Umbrüche der 1960er, 1970er und 1980er Jahre zu sehen; zum anderen war sie beeinflusst vom wahrgenommenen gesellschaftlichen Nutzen (z. B. Ölpreiskrise in den 1970er Jahren) sowie von schweren Unfällen wie in Harrisburg und in Tschernobyl. Letztendlich führte die gesellschaftliche Ablehnung der Technologie in Deutschland zum bis dato gültigen Ausstiegsbeschluss aus der Nutzung der Kernenergie.

Die ersten Anfänge des Widerstandes gegen die Atomkraftwerke formierten sich auf lokaler Ebene. Sie erwuchsen in erster Linie nicht aus der generellen Gegnerschaft gegen die Technologie der Kernenergie, sondern aus Gegnerschaft gegen das Kraftwerk und den Standort (Beispiel Wyhl = NIMBY-Effekt). Die größten Bedenken liegen heute noch in der nicht geklärten Endlagerung des Atommülls sowie in der Möglichkeit von Betriebsunfällen mit höchstem Schadenspotenzial. In der Zwischenzeit erreichte bessere Sicherheitsvorkehrungen führten bisher nicht dazu, dass die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung abnimmt. Wie bei der Kernenergie ist die Diskussion über CCS zum Teil auch geprägt von der Frage der generellen Beherrschbarkeit derartiger Großtechnologien.

Die Windenergienutzung findet im Unterschied zur Kernenergie grundsätzlich eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung. In vielen Studien wurde die positive Einstellung zu dieser erneuerbaren Energiequelle aufgezeigt. Allerdings sehen auch viele Menschen Windenergieanlagen als eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Die Windenergienutzung an Land wird kaum als risikobehaftet angesehen. Bei der Offshore-Windenergienutzung dagegen werden Risiken wahrgenommen, z.B. für die Schifffahrt. Hier übernehmen Multiplikato-

ren (insbesondere NGOs) stellvertretend die Diskussion über das Für und Wider. Mit der stärkeren Nutzung der Windenergie üben die Konkurrenz zu anderen wirtschaftlichen Aktivitäten wie Tourismus und die Konkurrenz zu anderen Gütern wie den Zielen des Naturschutzes einen stärkeren Einfluss auf die Akzeptanz der Windenergie aus.

Aus den Erfahrungen mit der öffentlichen Diskussion um die Nutzung der Windenergie lassen sich einige Hinweise für eine zukünftig intensivere Diskussion um die Nutzung von CCS-Technologien ableiten. Durch neue Technologien wirtschaftlich negativ Betroffene müssen möglichst früh in transparente Verhandlungsprozesse eingebunden werden und Kompromisslösungen für sie gesucht werden. Eine besondere Problematik stellt der Schutz immaterieller Güter wie des Naturschutzes dar, wo objektive Bewertungskriterien nicht vorliegen.

Die Ähnlichkeiten zwischen der Diskussion über CCS und der über Kernenergie bzw. Offshore-Windenergie ergeben sich daraus, dass eine Abwägung getroffen werden muss zwischen direkter Beeinflussung bzw. Gefährdung der Umgebung und eher übergeordnetem Klimaschutz einerseits und dass potenzielle Betreiber der Anlagen im Wesentlichen oder sogar ausschließlich die großen Unternehmen der Energiewirtschaft sein werden.

Aus der bisherigen öffentlichen Diskussion über Erdgasspeicher können keine Rückschlüsse auf die Akzeptanz von CO<sub>2</sub>-Speichern gezogen werden. Erdgasspeicher dienen eher als Kurzfristspeicher und nehmen zudem deutlich geringere Gasmengen auf.

Eher als Vergleich in Betracht zu ziehen sind möglicherweise die heftigen Widerstände gegen den Bau einer Kohlemonoxid-Leitung in NRW. Denn CO<sub>2</sub> ist in der öffentlichen Meinung trotz des erheblichen Unterschieds in der Wirkungstiefe und der direkten Beeinflussung des Menschen ebenso negativ belegt wie Kohlenmonoxid, Kohlendioxid wird häufig als ein „Klimagift“ bezeichnet, welches Assoziationen zum Kohlenmonoxid (ein starkes Atemgift, das bei Menschen zum Tode führen kann) impliziert.

### **Gefahrenpotenziale, Risikowahrnehmung und rechtliche Einordnung**

Zur Beschreibung von Gefahrenpotenzialen stehen naturwissenschaftliche Risikokonzepte im Vordergrund. Es wird dabei unterschieden zwischen dem ungestörten und einem gestörten Betrieb (z.B. Störfälle).

Aus der Vielzahl möglicher Prozessrouten für die Abscheidung und die Speicherung von CO<sub>2</sub> wurden im Rahmen der Untersuchung die aus heutiger Sicht relevantesten ausgewählt und deren Gefahrenpotenziale weitestgehend qualitativ aufgezeigt (vgl. Kap. 4.2.1). Für die Abscheidung zeigt die nachfolgende Abbildung die ausgewählten Verfahren.

Als Transportmittel wird von Pipelines ausgegangen, da dies nach derzeitiger Einschätzung für Deutschland die wahrscheinlichste Alternative ist. Der Transport umfasst die Konditionierung und Abführung des CO<sub>2</sub> nach der Abtrennung, die anschließende Kompression sowie den Transport zur Speicherstätte. Als Speicheroption werden Salzwasser führende Porengesteine (Saline Aquifere) als für Deutschland potentialstärkste Option betrachtet. Die Speicherung umfasst die Injektionsphase, die etwa 50 Jahre umfasst und die Langzeitspeicherung inklusive Überwachung über mehrere hundert Jahre.

Die Gefahrenpotenziale für die drei Bereiche können wie folgt zusammengefasst werden:

**Abscheidung:** Die Anwendung der Technologien der CO<sub>2</sub>-Abscheidung stellt keine grundsätzlich neue Herausforderung dar, da sie bereits durch übliche Gesundheits-, Sicherheits-

und Umweltkontrollen der Industrie abgedeckt werden. Gefahrenpotenziale im ungestörten wie im gestörten Betrieb sind vergleichbar mit denen anderer großtechnischer Anlagen.

**Transport:** Im ungestörten Betrieb treten keine Gefährdungspotenziale auf. Für den gestörten Betrieb zeigen erste Erfahrungen von Anlagen in kleinem Maßstab 0,00032 Störfälle pro km und Jahr ohne Verletzte oder Todesfälle. Für größere Maßstäbe können Analogieschlüsse aus dem Erdgastransport gezogen werden. Zwar ist das Explosionsrisiko beim CO<sub>2</sub>-Transport geringer als bei Erdgas, dafür ergibt sich durch die höhere Dichte von CO<sub>2</sub> (Ansammlung am Boden in Muldenlagen) und die Toxizität von H<sub>2</sub>S (als Begleitgas des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>) ein potenziell höheres Gefahrenpotenzial.

**Speicherung:** Die Abschätzung des Gefahrenpotenzials für die Speicherung ist am schwierigsten, da hier die wenigsten Informationen, insbesondere für die Langzeitstabilität vorliegen. Bei der Speicherung wird unterschieden zwischen der spontanen und der schleichenden Freisetzung. Die spontane Freisetzung von CO<sub>2</sub> erfolgt entweder durch Fehler bei der Einspeisung oder durch eine Leckage. Die dabei austretenden Mengen dürften im Vergleich zu den gespeicherten Mengen gering sein. Notfallpläne aus der Öl- und Gasförderung für Bohrlöcher-„blow-outs“ können auf solche Leckagen übertragen und Gasaustritte mittels existierender Technik gestoppt werden. Schleichende Leckagen erfolgen über Frakturen, Brüche oder Störungen in der Deckschicht bzw. an Bohrungen. Das austretende CO<sub>2</sub> könnte dann u.U. Trinkwasser kontaminieren oder das Ökosystem stören. Die Überwachung der Injektion und der Langzeitspeicherung dient zur Detektion möglicher Leckagen und zur Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Verluste. Neben der Überwachung müssen Notfallpläne beim Eintreten von Gefahrensituation entwickelt werden. Insgesamt besteht in diesem Kontext noch ein hoher Forschungsbedarf.

Die Gefahren und Risiken, die durch die Einführung von CCS in das bestehende Energieversorgungssystem entstehen, sind anders, aber nicht unbedingt höher einzuschätzen im Vergleich zu bereits etablierten großtechnischen Industrieanlagen. Der Umstand der Neuartigkeit kann jedoch die Zulassung und Einführung der CCS-Technik erschweren und deren Akzeptanz beeinflussen.

Die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung wird ein bedeutender Faktor für die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS sein. Da die Technologien aber noch weitgehend unbekannt sind, hat sich in der deutschen Bevölkerung bisher noch keine grundlegende Risikowahrnehmung herausgebildet. In welche Richtung sie sich zukünftig entwickeln wird, ist zurzeit aufgrund des frühen Entwicklungsstands von CCS noch offen.

Im weiteren Verlauf der Technologieentwicklung und -erprobung wird es daher darauf ankommen, die Herausbildung der Risikowahrnehmung durch eine gezielte Kommunikation der Risiken zu begleiten und die Meinungsbildung zu erleichtern. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass

- Verfahren des Dialogs entwickelt werden, in denen Experteneinschätzungen zu den „objektiven“ Gefahrenpotenzialen und Absichten der politischen Entscheidungsträger zur Umsetzung der Technologien mit den Vorstellungen und Belangen der Bürgerinnen und Bürger abgeglichen werden können,
- Ängste, die im Zusammenhang mit den thematisierten Gefahrenpotenzialen von CCS in der Bevölkerung entstehen können, ernst genommen und bei der Kommunikation der Risiken berücksichtigt werden,

- Risiken von CCS als bestehende Herausforderungen klar kommuniziert und Lösungsmöglichkeiten dargestellt werden,
- Faktoren und Prozesse (z.B. Vertrauen, Bewertung der Eigenschaften der Risikoquelle und der Risikosituation, kultureller Kontext), welche die intuitive Wahrnehmung der Risiken von CCS in der Bevölkerung prägen können, berücksichtigt werden,
- klar kommuniziert wird, von wem die Informationen über die CCS-Technologien und deren Gefahrenpotenziale stammen, damit es den Bürgerinnen und Bürgern möglich ist, eine Vorstellung von der Vertrauenswürdigkeit der Informanten zu bekommen,
- die Kommunikation von Risiken zielgruppenspezifisch erfolgt und
- eine möglichst dem komplexen Gegenstand der CCS-Technologien angemessene Berichterstattung in den Medien stattfindet, in der Risiken und Chancen gleichermaßen thematisiert werden.

Erste Strategien der Risikokommunikation sollten im Zusammenhang mit den CCS-Pilot- und Demonstrationsprojekten erprobt und darauf aufbauend für einen zukünftigen, breiten Einsatz von CCS weiter konkretisiert werden.

Neben technischen Aspekten, der Wahrnehmung von Risiken und der gezielten Risikokommunikation wirken auch rechtliche Aspekte (vor allem die Frage der Haftung) maßgeblich auf die Akzeptanz einer Technologie ein. Aufgrund der Neuartigkeit gilt dies insbesondere für die CCS-Technologien. Der EU-Direktive zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub>, welche Anfang 2008 im Entwurf veröffentlicht worden ist, kommt daher eine erhebliche Bedeutung zu. Sie gibt den regulatorischen Rahmen für nationale Regelungen vor. Für die Ausgestaltung in einem Artikel- oder einem CCS-Gesetz sind einige Regelungen von besonderer Bedeutung:

- Zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> zählt auch dessen Nutzung zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen (EGR, EOR, ECBM).
- Im Einklang mit der OSPAR Convention ist die Speicherung eines CO<sub>2</sub>-Stromes unterhalb des Meeresbodens, in Erdgasfeldern und in Salinen Aquiferen erlaubt, nicht aber in der Wassersäule des Meeres. Weiteren Regelungsbedarf aber gibt es in der Frage des Reinheitsgrades des CO<sub>2</sub>-Stromes.
- Die Exploration von potenziellen Speicherstätten ist erlaubnispflichtig.
- Der Zugang zur Exploration von Speicherstätten und zur Transportinfrastruktur soll diskriminierungsfrei sein.
- CCS wird beim Bau neuer Kraftwerke nicht obligatorisch vorgeschrieben, aber zur Gewährleistung der Nachrüstbarkeit müssen zukünftige Kraftwerke „capture-ready“ sein, d.h. es muss mindestens ausreichend Betriebsfläche für eine Nachrüstung mit Abscheide- und Verdichtungsanlagen vorhanden sein.
- Entsprechend werden eine Reihe von EU-Direktiven (Abfall-Richtlinien, Wasser-Rahmenrichtlinien) angepasst. CCS wurde ausdrücklich aus dem Geltungsbereich des Abfallrechts herausgenommen und auch für das Wasserrecht ist eine Ausnahmegvorschrift definiert.

- Langfristig soll der jeweilige Mitgliedsstaat die Verantwortung für die geologischen Speicher nach deren Schließung übernehmen. Zur Definition und Abgrenzung der Risiken gibt es weiteren Regelungsbedarf.

Gerade für die Übernahme der langfristigen Verantwortung für die geologischen Speicher besteht damit ein weiterer Regelungsbedarf, was weiterhin kritische Punkte für die öffentliche Wahrnehmung der CCS-Technologien implizieren wird.

### **Medienanalyse zum Thema CCS**

Das Thema CCS wird verstärkt seit dem Jahre 2003 in „Multiplikatorenkreisen“ als Klimaschutz-Option diskutiert. Seitdem befassen sich auch immer häufiger die Medien mit dem Thema CCS.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine breit angelegte Inhaltsanalyse von Artikeln aus deutschen Printmedien vorgenommen. Die Analyse der Darstellung des Themas in den nationalen Printmedien wurde ergänzt durch eine Auswertung verschriftlichter Beiträge aus bundesweiten Rundfunkanstalten. Eine Internet-Recherche zu englischsprachigen Artikeln über CCS aus ausgewählten Ländern veranschaulichte zudem die internationale Berichterstattung zu CCS.

Die Printmedienanalyse umfasst alle deutschsprachigen Artikel zu CCS-Themen im Zeitraum von März 2004 bis März 2007 aus ausgewählten Tageszeitungen, Wochenzeitungen, Magazinen, Fachzeitschriften sowie lokalen Zeitschriften. In die Analyse gelangten alle Artikel, welche die Schlagworte CCS, CO<sub>2</sub>-Speicherung, CO<sub>2</sub>-Einspeicherung, CO<sub>2</sub>-Sequestrierung sowie CO<sub>2</sub>-freie/-arme Kraftwerke enthielten.

Die bundesweite Berichterstattung über CCS hat kontinuierlich zugenommen. Das Thema CCS wird größtenteils in einem politisch-wirtschaftlichen Kontext genannt, häufig findet auch die Betrachtung in einem wissenschaftlich-technischen Kontext statt. Eine zukünftige Kommunikationsstrategie müsste dennoch die Bandbreite der Themen deutlich erweitern (rechtlicher sowie rein ökologischer Kontext), um thematisch der Komplexität des Themas gerecht zu werden und vollständig zu informieren. Die Möglichkeit in der Breite informiert zu werden ist für die eigene Meinungsbildung notwendig und damit auch für die Erzielung gesellschaftlicher Akzeptanz von Bedeutung.

Die möglichen Risiken, die im Rahmen von CCS auftreten können, werden bisher am häufigsten in Tageszeitungen beschrieben. Als Pro-Argument wurden in den Artikeln zu CCS am häufigsten die Energie-Versorgungssicherheit und als Contra-Argument Energie- und Kostenaufwendigkeit der CCS-Technologien genannt.

In lokalen Printmedien, in deren Verbreitungsgebiet ein CCS-Demonstrations- oder Forschungsprojekt durchgeführt oder geplant wird (z.B. Ketzin), erscheinen deutlich häufiger Artikel zu CCS als in vergleichbaren regionalen Tageszeitungen für andere Gebiete. Eine zukünftige Informationsstrategie muss demnach beachten, dass das Wissen bzw. die Meinungsbildung zu CCS in der Bevölkerung räumlich differenziert sein könnte. Es wird zukünftig zudem zu analysieren sein, ob und wo bestimmte Gruppen aufgrund ihrer räumlichen Nähe zu CCS-Projekten einen unterschiedlichen Bedarf an Informationen aufweisen. Gleichzeitig stellt die Entwicklung der gesellschaftlichen Wahrnehmung von CCS in den genannten Regionen einen wichtigen Erfahrungswert für eine breitere Einführung der Technologie dar.

Die Bewertung von CCS in den analysierten Artikeln ist eher neutral bis positiv, in der Tendenz aber relativ ausgeglichen. Es ist daher zu vermuten, dass der Einfluss auf die Akzeptanzbildung eher gering ist, da das Thema in den Artikeln nur wenig positioniert betrachtet wird. Auch auf der regionalen Ebene ist die Berichterstattung oft neutral. Es fällt auf, dass in allen Fachartikeln die CCS-Techniken eher positiv bewertet wurden. Ob diese positive Darstellung einen gleichfalls positiven Prozess der Meinungsbildung zur Folge hat, müsste eingehender geprüft werden.

Auch die Bewertung der CCS-Technologien in den Beiträgen aus den Rundfunkanstalten ist tendenziell positiv, denn mit CCS wird die Möglichkeit verbunden, große Mengen des klimaschädlichen Gases CO<sub>2</sub> einzusparen. Im Vergleich zu den Printmedien wird allerdings der Risikoaspekt in Fernsehen und Hörfunk deutlicher herausgestellt und diskutiert.

Die Analyse internationaler Artikel hat ergeben, dass die Berichterstattung, ähnlich wie in Deutschland, eher positiv ist. Die Vorteile, die sich aus der Nutzung von CCS für die Wirtschaft und das Klima ergeben, überwiegen in der Darstellung häufig die Nachteile der Technologien. Der Grundkonsens in den meisten Artikeln ist, dass CCS als eine Übergangslösung für die Bekämpfung des Klimawandels angesehen wird. Als „der Königsweg“ wird CCS selten angesehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in den letzten Jahren über CCS tendenziell in allen analysierten Medien eher positiv berichtet wurde. Jedoch ist anzunehmen, dass die Art und Weise der gesamten Berichterstattung noch nicht prägend für die Einstellung der Bevölkerung gegenüber CCS ist und zu einer Akzeptanz bezüglich CCS beigetragen hat. Es fehlt eine ganzheitliche Betrachtung des Themas CCS in den Medien, die für eine Akzeptanzbildung in der breiten Bevölkerung von Bedeutung ist.

### **Empirische Umfragen und Akzeptanz gegenüber CCS in Deutschland**

Da in Deutschland bisher noch keine breite Meinungsbildung über CCS stattgefunden hat, wurden Tiefeninterviews mit Experten und Vertretern intermediärer Gruppen durchgeführt (21 Befragte). Sie wirken als Multiplikatoren und können Meinungen und Einstellungen in der Gesellschaft in dieser frühen Phase der Entwicklung der CCS-Technologieketten nachhaltig beeinflussen. Hierzu zählen auch Journalisten; in dieser Gruppe wurde ergänzend eine kleine schriftliche Umfrage durchgeführt (15 Befragte). Eine schriftliche Befragung in größerem Umfang erfolgte bei den Teilnehmern von drei Konferenzen zum CCS-Thema (171 Befragte) sowie bei Studierenden technischer Fachrichtungen – als künftige Experten – im Rahmen von Vorlesungen an mehreren Hochschulen (61 Befragte).

Die Befragung der Konferenzteilnehmer wie auch der Studierenden ergab eine überwiegend positive bis neutrale persönliche Meinung über CCS. Dagegen wird die Einschätzung oder potenzielle Einschätzung durch die Öffentlichkeit von den Multiplikatoren als sehr negativ beurteilt. Die Studierenden sind dabei durchschnittlich etwas kritischer gegenüber CCS eingestellt. Als hauptsächliche Hemmnisse für die Umsetzung von CCS nannten die Konferenzteilnehmer Wirtschaftlichkeit und Finanzierung sowie Akzeptanz in der Bevölkerung. Die Studierenden sahen insbesondere die noch nicht ausgereifte Technik als Problem an.

Eine Diskussion in der Öffentlichkeit findet nach Meinung der Befragten kaum statt, aber auch von anderen Akteuren wird das Thema wenig behandelt. Knapp 40 % nehmen an, dass die Öffentlichkeit die Risiken von CO<sub>2</sub>-Speicherstätten mit denjenigen nuklearer Lagerstätten vergleicht.

Klimawandel, Energieversorgung und Umweltschutz gehören heute neben Armut für die Befragten zu den wichtigsten Problemfeldern. Bei der Lösung des Klimaproblems sehen die Fachleute CCS als dritt wichtigste Maßnahme des Klimaschutzes an, nach der Nutzung erneuerbarer Energien und energiesparendem Verhalten. Dabei wird CCS in erster Linie als Zwischenlösung oder Brückentechnologie betrachtet; die durch die Einführung von CCS ggf. gewonnene Zeit kann – so die Erwartung - für die Entwicklung alternativer Energiequellen und zur Effizienzsteigerung genutzt werden. Als positive Effekte der CCS-Technologien werden Vorteile für die heimische Wirtschaft, die Schaffung von Arbeitsplätzen, Chancen für den Technologie-Export, die Möglichkeit der weiteren Nutzung fossiler Energieträger für die Stromerzeugung und der Einsatz von CO<sub>2</sub> für die Ölförderung gesehen. Viele der befragten Konferenzteilnehmer halten die derzeitigen Forschungsausgaben für CCS für zu gering.

Als Nachteile und Probleme werden von den Experten häufig der zusätzliche Energieverbrauch durch CCS sowie eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers und mögliche Leckagen gesehen. Die meisten Befragten halten aber die aufgezeigten Probleme für lösbar oder zumindest beherrschbar.

Die CCS-Technologien verfügen heute noch nicht über die notwendige technische Reife für ihren großindustriellen Einsatz im kommerziellen Kraftwerksbetrieb. Große Forschungslücken werden insbesondere bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung gesehen. Auch die Wirtschaftlichkeit wird als noch nicht gegeben angesehen. Es ist davon auszugehen, dass CCS-Strom teurer wird. Die Notwendigkeit, CCS-Strom in den Energiemix mit aufzunehmen, um den Bedarf decken zu können, wird unterschiedlich beurteilt. Manche Interviewpartner verweisen auf Alternativen sowohl technischer als auch struktureller Art. Gesellschaftliche Akzeptanz von CCS, insbesondere im Hinblick auf die Speicherung, wird von den meisten Befragten als notwendig erachtet. Eine frühe, aktive und transparente Aufklärung der breiten Öffentlichkeit kann nach Meinung der Befragten dazu beitragen.

Auch innerhalb einzelner gesellschaftlicher Gruppen ist das Meinungsbild nicht eindeutig. Dies gilt insbesondere für die NGOs, deren Bewertung von strikter Ablehnung bis zur Notwendigkeit der kritischen Prüfung und Begleitung reicht. Denkbar ist, dass sich zumindest einzelne NGOs konstruktiv in Standortfindungsprozesse mit einbringen, wenn eine grundsätzliche Entscheidung pro CCS gefallen ist.

Die ablehnende Haltung einzelner NGOs ist zum Teil weniger auf die CCS-Technologien zurückzuführen, sondern hat ihren Ursprung in der häufig direkt gesehenen Verbindung zwischen CCS und der Kohlenutzung. Der vergleichsweise hohe Energieeigenbedarf bei der CO<sub>2</sub>-Abtrennung am Kraftwerk würde zu einer Verschärfung der mit dem Kohlebergbau verbundenen Probleme führen.

Außerdem seien CCS-Technologien, so argumentieren einzelne Vertreter der NGOs, als nur großindustriell umsetzbare Option nicht in der Lage, einen Beitrag zur dringend notwendigen Dezentralisierung der Energieversorgungsstrukturen zu leisten. Schließlich sei zu befürchten, dass die CCS-Technologien jetzt nur vorgeschoben würden, um eine Legitimation für den Neubau von Kohlekraftwerken zu erhalten, was angesichts eines offenen Ausgangs der Technologieentwicklung nicht akzeptabel sei.

## **Relevante Faktoren für die gesellschaftliche Akzeptanz und deren Bedeutung**

Es existiert eine Reihe von Faktoren, die den Einsatz von CCS fördern, hemmen oder verhindern können und die Akzeptanz in der Bevölkerung steigern bzw. reduzieren können. Ausgewählte akzeptanzfördernde Faktoren für CCS sind:

- Verschärfung von Klimawandeleffekten, die den verstärkten Einsatz von erneuerbaren Energien und von Energieeffizienz als nicht ausreichende Optionen erscheinen lassen.
- Schwindende Akzeptanz von erneuerbaren Energien (z.B. Windenergie – Veränderung des Landschaftsbildes).

Faktoren und Entwicklungen, welche die Akzeptanz von CCS reduzieren oder ganz verhindern können, sind vor allem:

- Unfälle im Zusammenhang mit CCS, die umso gravierender wahrgenommen würden, je mehr Todesopfer sie fordern würden
- hohe Leckageraten
- eine Verzögerung des Einsatzes von CCS aufgrund technologischer Probleme
- dauerhaft hohe Kosten von CCS-Technologielinien
- Begriffswahl im Bereich von CCS, die nicht der Realität entspricht (z. B. „CO<sub>2</sub>-frei“)
- geringe Glaubwürdigkeit der kommunizierenden Akteure.

Sowohl die in der Literaturrecherche erfassten Befragungsergebnisse als auch die Experten- und Multiplikatorenbefragungen weisen darauf hin, dass der Informationsstand über CCS in der Bevölkerung niedrig ist. Grundsätzlich gilt, je besser informiert ein Befragter ist, desto eher wird eine klar ausgeprägte (d.h. positive oder negative) statt einer neutralen Haltung eingenommen. Persönlich Betroffene, die mehr Nachteile als Vorteile wahrnehmen, sind kritischer eingestellt als andere. In der frühen Phase der CCS-Umsetzung spielen Experten eine große Rolle für die Meinungsbildung. Bei der Berichterstattung von Massenmedien über die CCS-Technologien besteht die Gefahr, dass eine spektakuläre Berichterstattung bei der geringen Vorinformation der Bevölkerung Ängste auslöst.

Für die Meinungsbildung über CCS in der Bevölkerung ist eine neutrale und transparente Information über die CCS-Technologien und ihre Bedeutung für die Lösung des Klimaproblems, aber auch über die damit gewonnenen Erfahrungen erforderlich. Das Augenmerk der Bevölkerung wird sich vor allem auf die Lagerstätten richten. Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung an sich dürfte wegen der Analogie zum klassischen Kraftwerksprozess und industrieller Großanlagen aus der chemischen Industrie weniger kritisch gesehen werden. Allerdings steht dem Bau CO<sub>2</sub>-armer Kraftwerke die zunehmend fehlende Akzeptanz für neue Kohlekraftwerke entgegen. Negative Assoziationen, etwa mit Atomlagerstätten, und wahrgenommene Konflikte mit der Weiterentwicklung erneuerbarer Energien bestimmen zudem derzeit das Meinungsbild. Mit Begleitforschung sowie umfangreicher und transparenter Öffentlichkeitsarbeit verbundene Demonstrationsanlagen sind von besonderer Bedeutung für die langfristige Akzeptanz der CCS-Technologien.

Die durchgeführten Tiefeninterviews ergaben, dass je nach Argumentationsweise die CCS-Technologien von der Bevölkerung als gesellschaftlicher Nutzen wahrgenommen werden oder nicht. Das gilt beispielsweise für die beiden Aussagen, ohne die Möglichkeit der klima-

schonenden Kohleverstromung durch CCS könne man den weltweiten Energiebedarf nicht decken und die CCS-Technologien stärkten die nationale Versorgungssicherheit. Die Auswirkungen auf die Akzeptanz der CCS-Technologien sind dabei von den Argumenten und gesellschaftspolitischen Kontexten der jeweiligen Multiplikatorengruppen abhängig.

Für die Akzeptanzbildung spielt aber auch das Vertrauen, das die Bevölkerung in die jeweilige Multiplikatorengruppe hat, eine wichtige Rolle. Nichtregierungsorganisationen, Kirchen und Verbraucherverbände, zum Teil auch Gewerkschaften, verfügen über hohes Vertrauen in der Bevölkerung. Die durchgeführten Befragungen und Workshops ergaben, dass es eher einen „starken Gegenwind“ gegen die CCS-Technologien von Seiten dieser Organisationen geben wird. Will man vermeiden, dass sich durch diesen „Gegenwind“ die Diskussion zu stark polarisiert, sollten gerade diese Akteursgruppen frühzeitig in den Diskussionsprozess konstruktiv eingebunden werden.

Insgesamt ist es wichtig, dem Thema Kommunikation mehr Bedeutung zu geben, damit der Informationsstand in der Bevölkerung auf ein Niveau angehoben wird, auf dem eine unabhängige Meinungsbildung stattfinden kann.

### **Resultierende Hinweise für die Konzeption einer Informationskampagne**

Da das Thema CCS sehr komplex ist und viele gesellschaftliche Gruppen auf unterschiedlichen Ebenen anspricht, wird es hilfreich sein, CCS unter Zuhilfenahme von wichtigen Erkenntnissen aus dem Bereich der Medienwirkungsforschung professionell anzugehen. Die vorliegende Studie ist in der Lage, eine solche professionelle Herangehensweise durch die Spezifika der CCS-Technologien zu flankieren. Generell wird es im Verlauf des Kommunikationsprozesses auch darauf ankommen, den Prozess offen und flexibel zu gestalten, das heißt, eine Informationskampagne sollte stetig auf die aktuellen Gegebenheiten, die einen Einfluss auf die Akzeptanz zu CCS nehmen können, reagieren können. Hier dürften vor allem übergeordnete Themen (z.B. der Nutzen im Vergleich zu anderen Technologien, Klimaschutz) und offene Forschungsfragen von besonderer Relevanz sein.

Dem Thema CCS und Kommunikation sollte zukünftig mehr Bedeutung beigemessen werden, um den Informationsstand in der Bevölkerung auf ein Niveau anzuheben, auf dem eine Meinungsbildung zu CCS auch stattfinden kann. Parallel zu einer aktorsgruppenübergreifenden ist auch eine zielgruppenspezifische Informationsvermittlung zu diesem Zweck sinnvoll. Einige Themen und Aspekte der CCS-Technologien werden zurzeit noch vernachlässigt. Eine Informationsbasis, die der gesamten Komplexität des Themas CCS gerecht wird, sollte Aufgabe einer CCS-Kampagne sein. Hierzu zählt auch die Information, dass es im Bereich der CCS-Forschung noch offene Fragen gibt.

Um über CCS umfassend und neutral informieren zu können, sollten nach Möglichkeit alle beteiligten Akteure aus dem Bereich der CCS-Technologien in den Kommunikationsprozess einbezogen werden, auch die Kritiker der Technologie. Sollte a priori ein gemeinsamer Dialog, der offen und fair ist, nicht gelingen, kann es sinnvoll sein, diese Bemühungen - alle in den Kommunikationsprozess einbinden zu wollen - auch für Außenstehende erkennbar zu machen. So können interessierte Personen in einem zweiten Schritt die Initiative selbst ergreifen und den Kontakt zu den nicht beteiligten Akteursgruppen herstellen. Der vermittelnden Rolle eines neutralen Schiedsrichters kommt eine zentrale Bedeutung zu. Neben einzelnen Personen mit herausgehobenem gesellschaftlichem Renommee ist dafür grundsätzlich auch die Wissenschaft in Betracht zu ziehen. Attribute wie Kompetenz, sozialer

Status, Vertrauenswürdigkeit sowie der berufliche Hintergrund des Kommunikators sind dabei ausschlaggebend für die Akzeptanz.

Vor allem Personen, die aufgrund der räumlichen Nähe ihrer Wohnstätten durch Bauvorhaben der CCS-Technologiekette (Kraftwerke, Pipelines, Speicherreservoir) betroffen sein werden, sollten frühzeitig, d.h. möglichst bei der Planung und Verortung eines Modell- oder Pilotprojektes, informiert werden. Hier eignet sich vor allem eine persönliche Kommunikation mit den „Betroffenen vor Ort“. Eine frühzeitige und gezielte Risikokommunikation bietet grundsätzlich die Möglichkeit, stark negativ besetzte Themen (CO<sub>2</sub>-Transport und -Speicherung) wieder auf eine sachliche Ebene zurückzuführen.

# 1 Einführung, Hintergründe und Methodik

## 1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung des Forschungsprojektes

Klimaschutz hat in der energiepolitischen Diskussion in Deutschland, aber mittlerweile auch europa- und weltweit einen besonderen Stellenwert. Zahlreiche technische und energiewirtschaftliche Maßnahmen zur Reduktion der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind auf den Weg gebracht bzw. angekündigt. Für die nationale Ebene gilt dies vor allem für das am 05. Dezember 2007 vom Bundeskabinett verabschiedete Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP). Wegweisend für die internationale Ebene sind die Beschlüsse der Klimakonferenz von Bali Ende des Jahres 2007 und hier insbesondere das Mandat, bis Ende 2009 ein Nachfolgeabkommen zum Kyoto-Protokoll zu erarbeiten und den Technologietransfer zwischen den Ländergruppen deutlich zu verbessern.

Da ca. 50 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industriestaaten durch Kraftwerke als Punktquellen emittiert werden und im Rahmen von Trendprojektionen wie z.B. dem World Energy Outlook 2006 der Internationalen Energieagentur (IEA) gerade dieser Bereich deutlich anwächst, sind Überlegungen zum industriellen Kohlenstoffmanagement (CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung, Carbon Capture and Storage CCS) aus heutiger Sicht sehr viel versprechend. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die sichere Langzeitspeicherung des CO<sub>2</sub>. Neben der Einbringung in Erdöl-/Erdgaslagerstätten werden für Deutschland vor allem Salzwasser führende Aquifere als potenzielle Speicher in Betracht gezogen. Überlegungen zu einer verstärkten wirtschaftlichen (industriellen) Nutzung von CO<sub>2</sub> stehen dagegen ebenso noch am Anfang der Diskussion wie auch die Nutzung von nicht abbaubaren Kohleflözen als Speicheroption. An zwei konkreten Standorten, dem Testspeicher Ketzin (Salinärer Aquifer) in Brandenburg und der Erdgaslagerstätte Altmark in Sachsen-Anhalt, soll ab dem Jahr 2008 die Speicherung von CO<sub>2</sub> in zunächst begrenzten Mengen erfolgen um wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse über die CO<sub>2</sub>-Speicherung zu gewinnen.

Eine Einführung von CCS würde über den Bereich des Klimaschutzes hinaus weit reichende Folgen für die heutigen Energiesysteme haben. Berührt werden nicht nur Fragen der technologischen und ökonomischen Machbarkeit, sondern vielmehr grundlegende Entscheidungen, ob die modernen (Energie verbrauchenden) Gesellschaften weiterhin die fossilen Energieträger als dominierenden Grundpfeiler ihrer Energieversorgung akzeptieren oder stattdessen vermehrt in die Richtung erneuerbarer Energienutzung und weitestgehender Ausschöpfung der Energieeffizienzpotenziale drängen, und wenn letzteres, ob dann den CCS-Technologien zumindest eine Brückenfunktion zugewiesen wird. Angesichts der gewaltigen Herausforderungen durch den Klimawandel stehen die Gesellschaften zahlreicher Länder heute vor ähnlichen grundlegenden Entscheidungen wie in der Mitte des 20. Jahrhunderts bei der Entscheidung für die Atomkraft.

Während die Analyse öffentlicher Einstellungen und Risikowahrnehmungen in der gesellschaftlichen Debatte von Technologien, gerade auch den Energietechnologien (z.B. Kernenergie, Windenergie) in den letzten Jahren insgesamt an Bedeutung gewonnen hat (Viklund 2004, Semademi 2004), steht man mit dieser Diskussion für CCS erst am Anfang. Bei der Betrachtung von CCS standen bisher weitgehend technische Fragen zur Abtrennung und Speicherung von CO<sub>2</sub> im Vordergrund. Entsprechend rar sind fundierte Analysen hinsichtlich der Einschätzung der Öffentlichkeit (z.B. Shakley 2004, Itaoka 2004, Reiner

der Einschätzung der Öffentlichkeit (z.B. Shakley 2004, Itaoka 2004, Reiner 2004) und der sich daraus ableitenden gesellschaftlichen Akzeptanz. Dies liegt u.a. an der Komplexität des Themenbereiches CCS, da CCS selber als Oberbegriff ein Bündel von neuen Technologien umfasst, die dem Laien im Vergleich zu anderen Energietechnologien teils wenig zugänglich bzw. bekannt sind. In einer Umfrage von (Reiner et al. 2004) gaben im Jahr 2004 beispielsweise lediglich 3,9 % der Befragten an, bisher überhaupt von dem Begriff „Carbon Capture and Storage“ gehört zu haben (s. Abb. 1-1). Auch wenn sich der Bekanntheitsgrad der Technologie bis heute erhöht haben dürfte, liegt doch noch keine grundsätzlich andere Ausgangssituation vor.

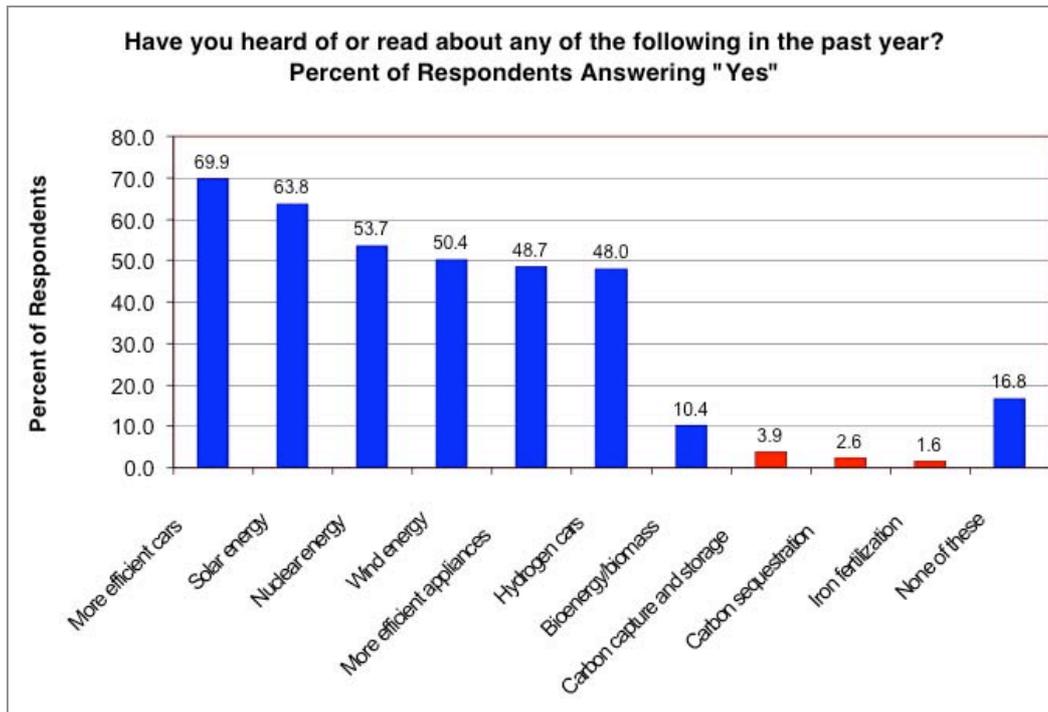


Abb. 1-1 Abfrage in der US-amerikanischen Bevölkerung zum Kenntnisstand verschiedener Technologien

Quelle: (Reiner et al. 2004)

Erste Ergebnisse aus internationalen Analysen zeigen, dass CCS von großen Teilen der Bevölkerung prinzipiell als akzeptable Option bewertet werden würde, welche eine Brückenfunktion bis zur Entwicklung anderer Optionen darstellt. Bedenken werden geäußert hinsichtlich der Sicherheit der Speicher und hinsichtlich des Vertrauens in die Fähigkeiten der beteiligten Institutionen, die Prozesse langfristig zu kontrollieren (Gough et al. 2002). Weitere Analysen greifen das Thema aus der Sicht einzelner Länder auf (z.B. de Coninck 2004) und zeigen für Großbritannien (Shackley 2004) und die USA (Palmgren et al. 2004) unterschiedliche Ergebnisse. Während in Großbritannien CCS als potenzielle und wichtige technische Option zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet wird, ist die öffentliche Bewertung in den USA mit mehr Bedenken verbunden. Für Deutschland liegen vergleichbare Untersuchungen bisher nicht vor. Mit dem hier vorliegenden Forschungsbericht soll daher eine erste Einschätzung zur Meinungsbildung über CCS in der Öffentlichkeit und die entscheidenden, die Meinung beeinflussenden Faktoren vorgelegt werden. Die Analyse stützt sich dabei überwiegend auf die Bewertung der Aussagen von Multiplikatoren und stellt keine direkten empirischen Erhebungen in der breiten Öffentlichkeit an. Aus heutiger Sicht wäre letzteres

ein sinnvoller nächster Schritt, da erste großtechnische Projekte in Deutschland bis 2014 realisiert werden sollen.

Bei der indirekten Erfassung der öffentlichen Einschätzung einer Technologie sind verschiedene **Akteursgruppen** als Multiplikatoren (und ggf. Meinungsmacher) zu betrachten, insbesondere dann, wenn eine Untersuchung des Akzeptanzverhaltens erfolgen soll:

- **Akteure in der Politik:** Sie sind relevant als konkrete Entscheidungsträger, da durch die Politik die entscheidende Rahmensetzung für oder gegen CCS erfolgt bzw. erfolgen kann und dargelegt werden muss, in welchem energie- und klimapolitischen Umfeld die Einbettung erfolgt.
- **Akteure in der Wirtschaft** (Anlagenbauer, -betreiber, Ressourcenlieferanten, Zulieferer): Sie verbinden mit CCS ein (mehr oder weniger großes) Geschäftsinteresse und gestalten entsprechend ihre Positionierung zum Thema. Schließlich sind sie es, welche die Anlagen bauen bzw. später betreiben werden und die damit für die Öffentlichkeit zentrale Akteure darstellen.
- **Akteure in der Zivilgesellschaft:** a) Nichtregierungsorganisationen (insbesondere Umweltverbände), Kirchen, Gewerkschaften, sonstige Verbände (z.B. Verbraucherverbände); b) Individuen, also die eigentlichen Träger der so genannten öffentlichen Meinung. Die in Gruppe a) gelisteten Akteure sind als Multiplikatoren zu betrachten, die mehr oder weniger stark auf die Bevölkerung Einfluss nehmen. Gleiches gilt sicher auch für die Akteure in der Wirtschaft, vor allem Interessengruppen, die an die Öffentlichkeit treten.
- **Akteure in der Forschung/Lehre:** Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Fortbildungsträger, Sachverständigenräte. Die Akteure dieser Gruppe beeinflussen maßgeblich nicht nur die Bevölkerung, sondern auch die Meinungsbildner (wie z.B. die Medienvertreter) und profitieren ggf. von verstärkten Aktivitäten im Themenfeld durch öffentliche und private Forschungsgelder.
- **Akteure aus dem Bereich Medien:** Die öffentliche Meinung wird zentral durch die Aufnahme (und deren Aufbereitung) von Informationen in den verschiedenen Medien bestimmt. Insofern gehören Journalisten zu wichtigen Akteuren.

In diesem komplexen Gemenge von Akteuren mit unterschiedlichen Interessen laufen komplexe Wirkungszusammenhänge ab und sind verschiedenste Einflussfaktoren relevant, die letztlich eine „öffentliche Meinung“ generieren.

## Zielsetzungen der Untersuchung

Das Forschungsvorhaben verfolgte vor dem eingangs skizzierten Hintergrund insgesamt folgende Ziele:

- 1) Im **Arbeitspaket A** (siehe Kapitel 3) wurden in einem ersten Schritt die generellen Methoden der Akzeptanzforschung aufgezeigt, ihre Chancen und Grenzen (z.B. hinsichtlich der Aussagefähigkeit) diskutiert und erste Erkenntnisse für eine spezifische Akzeptanzforschung im Bereich CCS abgeleitet. Darüber hinaus wurden die bereits vorhandenen Akzeptanzstudien zum Themenfeld CCS auf nationaler und internationaler Ebene gesammelt und analysiert.

- 2) Im **Arbeitspaket B** (siehe Kapitel 4 und 2) stand aufbauend auf der Betrachtung des generellen Gefahrenpotenzials und der möglichen Schadensursachen innerhalb der CCS-Prozesskette die Analyse der Risikowahrnehmung als wesentliche Grundlage für die Akzeptanzbeurteilung im Mittelpunkt. Diese wie auch weitere Analysen bauen auf der zunächst eher grundsätzlichen Frage auf, welche generellen Faktoren oder ganz bestimmte Ereignisse (im Sinne von Kippmomenten<sup>1</sup>) die Stimmung bzw. Haltung gg. CCS entscheidend beeinflussen können.
- 3) Es ist zu vermuten, dass bei einem noch so neuen Thema wie CCS die Art der Darstellung in der Presse auf die Meinungsbildung einen sehr weit reichenden Einfluss auf die Meinungsbildung hat. Daher wurde in **Arbeitspaket C** (siehe Kapitel 5) eine Auswertung unterschiedlicher Medien vorgenommen, um die Qualität und Quantität der Berichterstattung anhand bestimmter Kriterien bzw. Kategorien abzubilden. Dabei wurde insbesondere zwischen der regionalen Berichterstattung in schon durch CCS betroffenen Regionen (z.B. Ketzin) und der eher überregionalen Presse unterschieden.
- 4) Der Wissensstand und die Literaturlbasis wurden im **Arbeitspaket D** (siehe Kapitel 6) durch eigene empirische Umfragen bei ausgewählten Multiplikatoren erweitert. Dabei wurde auf Basis der zuvor gewonnenen Erkenntnisse zunächst ein Befragungskonzept erstellt, danach die zu befragenden Gruppen ausgewählt, die Befragungen durchgeführt und in Zusammenhang mit den in den Arbeitspaketen A bis C gewonnenen Erkenntnisse ausgewertet.
- 5) **Arbeitspaket E** (siehe Kapitel 7 und 8) schließt den Untersuchungsrahmen durch Hinweise auf Argumentationsansätze und Kommunikationskanäle für eine Informationskampagne ab, um das Thema CCS einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln und auf möglichst objektive Art den Informationsstand zu erweitern.
- 6) **Arbeitspaket F** ist projektbegleitend zu sehen und beinhaltet die Diskussion der Projektergebnisse und -ergebnisse mit zwei Begleitgruppen aus Industrie und Nichtregierungsorganisationen. Mit diesen Gruppen wurden besonders intensive Gespräche geführt und über den jeweiligen Zwischenstand informiert.

Das Forschungsvorhaben kann damit als vorbereitender Schritt für die Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit im Bereich CCS verstanden werden. Die Erarbeitung eines solchen Konzeptes ist eine der acht zentralen Handlungsempfehlungen der Road Map der Bundesregierung zur Entwicklung von CCS-Technologien in Deutschland, die im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms dargelegt ist.

---

<sup>1</sup> Als Kippmomente können einschneidende Ereignisse oder Veränderungen verstanden werden, die die Einstellung zu einer Technologie signifikant und plötzlich in die eine oder andere Richtung beeinflussen können (z.B. Unfälle).

## 1.2 Terminologie und kurze Vorstellung der wichtigsten CCS-Verfahren

Bevor auf die Inhalte des Forschungsprojektes eingegangen wird, ist es für das grundsätzliche Verständnis wichtig, sich mit der begrifflichen Definition von „CO<sub>2</sub>-Abtrennung und Speicherung“ auseinanderzusetzen.

Für die Abtrennung und Speicherung von CO<sub>2</sub> und insbesondere den Begriff Sequestration wird sowohl in der deutsch- als auch in der englischsprachigen Literatur eine z.T. uneinheitliche Terminologie verwendet<sup>2</sup>. Der Begriff der CCS-Technologien selbst wird häufig unter dem Begriff „emissionsarmer/-freier (Kohle-)Kraftwerke“ (engl.: „Clean Coal“<sup>3</sup>) subsumiert und dabei werden durchaus auch (bewusst oder unbewusst) falsche Assoziationen geweckt (z.B. CO<sub>2</sub>-Freiheit). In den nachfolgenden Tabellen ist eine Auswahl von den in der Literatur gebräuchlichen deutschen bzw. englischen Begriffen wiedergegeben. In der ersten Spalte ist jeweils der Oberbegriff für die gesamte Prozesskette von der CO<sub>2</sub>-Abspaltung über -Umwandlung und -Transport bis hin zur -Einspeicherung genannt. Die zweite und dritte Spalte führen die Begriffssynonyme für die Einzelprozesse der CO<sub>2</sub>-Abtrennung bzw. der CO<sub>2</sub>-Einspeicherung auf.

Tab. 1-1 Deutschsprachige Begriffe zum Thema „CO<sub>2</sub>-Sequestrierung“

CO <sub>2</sub> -Sequestrierung	CO <sub>2</sub> -(Ab-)Trennung	CO <sub>2</sub> -(Ein-)Speicherung	
CO <sub>2</sub> -Trennung und Speicherung	Abspaltung	(End-/Ein-)Lagerung	
	Abscheidung	Entsorgung	
	Einfangen	Deponierung	
	Rückhaltung	Ein-/Verbringung	
	Bindung		Einspeisung
			Einleitung
			Injektion
			Verpressung
			Versenkung (maritim)
			Verklappung (maritim)

<sup>2</sup> Unter „Sequestrierung“ (bzw. engl. „Sequestration“) wird z.B. i.d.R. der Gesamtprozess von der Abtrennung über den Transport bis zur Speicherung verstanden. Teilweise ist in der Literatur jedoch mit diesem Begriff nur die CO<sub>2</sub>-Abtrennung im Kraftwerk und an anderer Stelle wiederum ausschließlich die Einspeicherung z.B. in eine geologische Lagerstätte gemeint.

<sup>3</sup> Die Begriffe „emissionsfrei“, „CO<sub>2</sub>-frei“ bzw. „clean“ sind irreführend, da mit heutiger Technologie nur eine CO<sub>2</sub>-Minderung am Kraftwerk von ca. 80 % bis max. 95 % gegenüber konventionellen Kraftwerken möglich ist. Darüber hinaus werden je nach Technologie unvermindert weitere Schadstoffe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Stäube etc.) ausgestoßen, ggf. wegen des erhöhten Energiebedarfs sogar in größeren Mengen als im Referenzfall.

Tab. 1-2 Englischsprachige Begriffe zum Thema „CO<sub>2</sub>-Sequestrierung“

<b>CO<sub>2</sub>-Sequestration (Sequestrierung)</b>	<b>Capture (Einfangen)</b>	<b>Storage (Speicherung, Lagerung)</b>
CCS (Carbon Capture and Storage)	Separation (Trennung)	Disposal (Erledigung, Beseitigung, Entsorgung)
Carbon Management		Discharge (Einleitung, Entlassung, Entladung) Injection (Injektion, Einspritzung) Dumping (Ablassen, Wegkippen) Removal (Fortschaffen, Wegschaffen, Beseitigung) Storage (speichern) Sequestration (Bindung von CO <sub>2</sub> )

Es ist zu beachten, dass die Begriffe den jeweiligen Sachverhalt unterschiedlich „scharf,, treffen. „Speicherung“ bezeichnet beispielsweise die temporäre Aufbewahrung von einem Gut zum Zweck der späteren Wiederentnahme. Dies trifft im Falle der CCS-Technologien nur dann zu, wenn die „CO<sub>2</sub>-Einspeicherung“ bewusst als eine Zwischenlösung mit kontrollierter Wiederfreisetzung angesehen wird. Eine Wiederfreisetzung ist nach heutigem Diskussionsstand allerdings nicht zu erwarten. Zu unterscheiden ist davon die nicht gewollte schleichende Freisetzung von CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-Leckagerate).

Einige in der Spalte „CO<sub>2</sub>-Einspeicherung“ aufgeführte Begriffe beziehen sich nur auf bestimmte Lagerstätten, z.B. ist mit „Verklappung“ oder „Versenkung“ das Einbringen und Lagern von CO<sub>2</sub> im Meer gemeint.

Es ist des Weiteren zu beachten, dass mit einer unterschiedlichen Begriffswahl bereits eine Wertung einhergeht bzw. einhergehen kann, dieser Aspekt wird im späteren Verlauf der Analyse noch einmal aufgegriffen.

In dem vorliegenden Bericht wird die international übliche englische, abgekürzte Version „CCS“ (= Carbon Capture and Storage) benutzt.

### **Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung in der Übersicht**

Neben der einleitenden Darstellung wichtiger Begriffe, erscheint es sinnvoll zu Beginn noch einmal die verschiedenen CO<sub>2</sub>-Abscheidetechnologien darzustellen.

Im Bereich der Abscheidung aus Kraftwerksprozessen wird eine Vielzahl von möglichen Verfahren diskutiert (siehe Abb. 1-2).

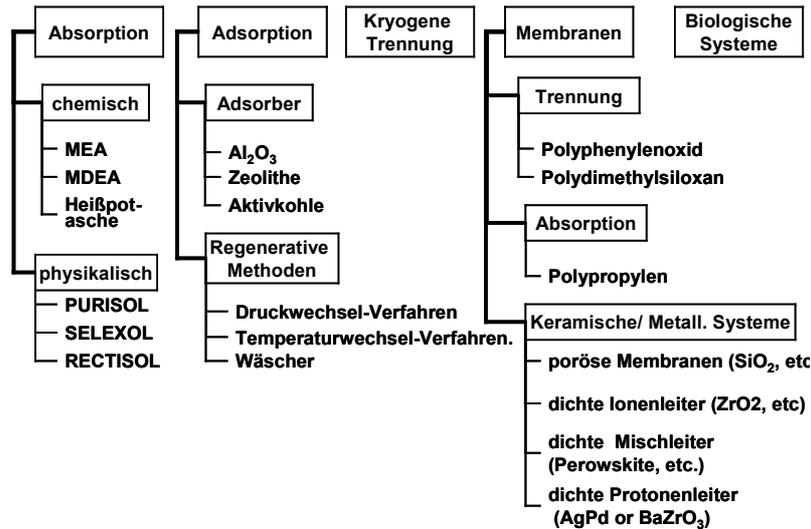


Abb. 1-2 Übersicht Gasseparationsprozesse

Quelle: (Koos 2005, Stöver 2005)

Für die Betrachtung der eigentlichen Gasseparation ist es danach sinnvoll, zunächst drei Prozessfamilien zu betrachten:

- Post-Combustion: CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus dem Rauchgas
- Oxyfuel: CO<sub>2</sub>-Aufkonzentration im Rauchgas durch eine sauerstoffgeblasene Verbrennung
- Pre-Combustion: CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus dem Synthesegas einer Vergasungsanlage vor der eigentlichen Verbrennung

Die drei Prozessfamilien verfolgen unterschiedliche Ansätze. Während bei der Post-Combustion der bisherige Kraftwerksprozess i.W. unverändert bleibt und damit die zusätzlichen Risiken des CCS sich nur auf die „angehängten“ Prozesse beschränken, muss bei den anderen beiden Optionen der angepasste Kraftwerksprozess selbst mit in die Analyse einbezogen werden. Zwar befinden sich alle drei Prozessfamilien noch in (unterschiedlich fortgeschrittenem) Entwicklungs- bzw. Demonstrationsstadium, dennoch können aus der chemischen Industrie Analogien gezogen werden, da dort die CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus Gasströmen eine gängige Technik ist (z.B. Düngemittelherstellung, Öl- und Gasverarbeitung, Lebensmittelindustrie).

### **Post-Combustion**

Bei der Prozessfamilie der Post-Combustion-Abscheidung erfolgt die CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus dem Rauchgas am kalten Ende des Kraftwerkes mittels einer Gasseparation, z.B. einer Gaswäsche nach dem Prinzip der chemischen Absorption. Das Kohlendioxid wird hierbei mit Hilfe eines geeigneten Lösungsmittels absorbiert und so aus dem Rauchgas abgetrennt. Durch einen Regenerationsprozess wird das CO<sub>2</sub> wieder aus dem Lösungsmittel entfernt. Die Regeneration des Lösungsmittels wird durch einen Temperatur- und/oder Druckwechsel angeregt. Das Lösungsmittel wird dem Kreislauf wieder zugeführt und das abgetrennte CO<sub>2</sub> für den Transport und die anschließende Speicherung konditioniert. Derzeit am weitesten fortgeschritten ist das aminbasierte Abscheidungsverfahren, das heute schon kommerziell eingesetzt wird. Post-Combustion Optionen wie die trockene Sorption oder der Membraneinsatz sind aufgrund des noch erheblichen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs

als CCS-Verfahren der zweiten Generation einzustufen und noch weit von einem kommerziellen Einsatz entfernt (Linßen 2007).

### ***Oxyfuel***

Die Oxyfuel-Verfahrensfamilie zeichnet sich durch die Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen mit reinem Sauerstoff aus. Das Rauchgas nach der Rauchgasreinigung und -wäsche besteht im Wesentlichen aus einem Kohlendioxid/Wasserdampf-Gemisch. Durch Auskondensation des Wasserdampfes erhält man ein CO<sub>2</sub>-reiches Rauchgas, welches nach weiterer Konditionierung einer Speicherstätte zugeführt werden kann. Die Verbrennung mit reinem Sauerstoff führt zu deutlich reduzierten Rauchgasmengen. Sauerstoff als Oxidationsmittel wird durch eine Luftzerlegung bereitgestellt. Mögliche weitere zukünftige Optionen der Sauerstoffbereitstellung wären der Einsatz von Membranen sowie die Nutzung von Metalloxiden als Sauerstoffträger (Chemical Looping).

### ***Pre-Combustion***

Beim Pre-Combustion-Verfahren werden alle kohlenstoffhaltigen Komponenten vor der Verbrennung aus dem Brenngas entfernt. Der Kraftwerksprozess wird prinzipiell über die Erzeugung eines wasserstoffreichen Brenngases in einen Vergasungsteil und in den eigentlichen Stromerzeugungsteil mittels eines Gas- und Dampfprozesses (GuD) aufgeteilt. Die CO<sub>2</sub>-Abtrennung findet nach der Brenngaserzeugung und der Konvertierung des Kohlenmonoxids zu CO<sub>2</sub> statt, so dass der nachfolgende wasserstoffbefeuerte GuD-Prozess weitgehend emissionsfrei betrieben werden kann.

Der erste Verfahrensschritt wandelt kohlenstoffhaltige Brennstoffe durch partielle Oxidation und/oder Dampf-Reformierung in ein Synthesegas (CO und H<sub>2</sub>) um. Die Nutzung von Kohle oder Öl bedingt weitere Stadien der Abgasreinigung, um Aschepartikel, Alkali- und Schwefelverbindungen sowie weitere Verunreinigungen aus dem Synthesegas zu entfernen. Durch eine nachgeschaltete katalytische Konvertierung wird das Kohlenmonoxid mit Wasserdampf als Oxidationsmittel zu Kohlendioxid und zusätzlichem Wasserstoff umgewandelt (CO-Shift-Reaktion). Die nachfolgende CO<sub>2</sub>-Abtrennung wird bei diesen Technologien dadurch erleichtert, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration im (konvertierten) Gas mit 30 – 40 Vol. % sehr hoch ist und das Gas in der Regel unter hohem Systemdruck steht.

### **Verfahren des CO<sub>2</sub>-Transports**

Für einen CO<sub>2</sub>-Transport im großen Maßstab kommen aus energetischer, ökonomischer und ökologischer Sicht nur Pipelines und große Schiffstanker in Betracht. Der Vorteil einer Pipeline ist, dass sie große Mengen kontinuierlich, relativ umweltfreundlich und kostengünstig transportieren kann. Der Aufbau einer CO<sub>2</sub>-Pipeline-Infrastruktur ist allerdings zeit- und kostenintensiv. Der Schiffstransport hat den Vorteil flexibel einsetzbar und schneller verfügbar zu sein, benötigt allerdings Zwischenspeicher sowie eine Be- und Entladestruktur. Binnenschiffe werden zudem bei Niedrigwasserständen zeitweise in ihrer Nutzbarkeit eingeschränkt. Sattelschlepper- und Eisenbahntransport von CO<sub>2</sub> kommen nur für kleine Mengen in Frage und wären aufgrund dessen ausschließlich in der Demonstrations- und Einstiegsphase relevant.

Tab. 1-3 Eignung der verschiedenen Verkehrsträger für den CO<sub>2</sub>-Transport und deren Charakteristika (BMU 2007)

Verkehrsträger	Kapazität	Zeitliche Verfügbarkeit	Kosten Euro/t (250 km)	Infrastruktur Quelle / Senke	Bemerkungen
<b>Seeschiff</b>	< 50 Mt/a	Ja	< 1	Fast nie gegeben	Erfordert meist multimodalen Transport
<b>Binnenschiff</b>	< 10 Mt/a	Saisonal beschränkt (Hoch- u. Niedrigwasser)	rd. 1	Teilweise gegeben	Binnenschiffe nicht seetüchtig, zeitliche Beschränkungen
<b>Pipeline</b>	< 100 Mt/a	Ja	rd. 1,5 fkt.(Durchm.)*	Fast immer Neubau (hohe Investitionen)	25 Jahre Nutzungsdauer, höhere Kosten in Ballungsräumen
<b>Eisenbahn</b>	< 1,2 Mt/a	Ja	rd. 5	Überwiegend gegeben	Lärm
<b>Lkw</b>	< 0,5 Mt/a	Winterlich beschränkt, Staus	rd. 25	Immer gegeben	Kosten, Lärm u. Emissionen, Akzeptanz, zeitliche Beschränkung

\* Funktion vom Durchmesser

## Verfahren der CO<sub>2</sub>-Speicherung

Grundsätzlich kann die Emission von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre durch unterschiedliche Maßnahmen verhindert werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der technischen bzw. chemischen Verwertung (z.B. Kohlensäureproduktion, Trockeneissherstellung, Rohstoff für Polymerchemie), der Speicherung in geologischen Formationen (z.B. Salinare Aquifere), der Bindung von CO<sub>2</sub> im marinen Umfeld in direkter (z.B. Einlagerung in der Tiefsee<sup>4</sup>) bzw. indirekter Form (z.B. Algenbildung) und dem Entzug von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch den gezielten Anbau von Biomasse (z.B. Waldaufforstung). Darüber hinausgehend werden (vor allem in den USA) Verfahren der Bindung von CO<sub>2</sub> an Silikaten diskutiert (Mineralisierung), die sich noch am Anfang der Entwicklung befinden und zudem mit einem sehr hohen Energieaufwand und sehr hohen zu deponierenden Stoffmengen verbunden sind.

Nachfolgende Abb. 1-3 gibt eine Übersicht über die derzeit diskutierten Speicheroptionen.

<sup>4</sup> Der Entwurf der EU Direktive zur CO<sub>2</sub>-Speicherung schließt diese Option explizit als unzulässig aus.

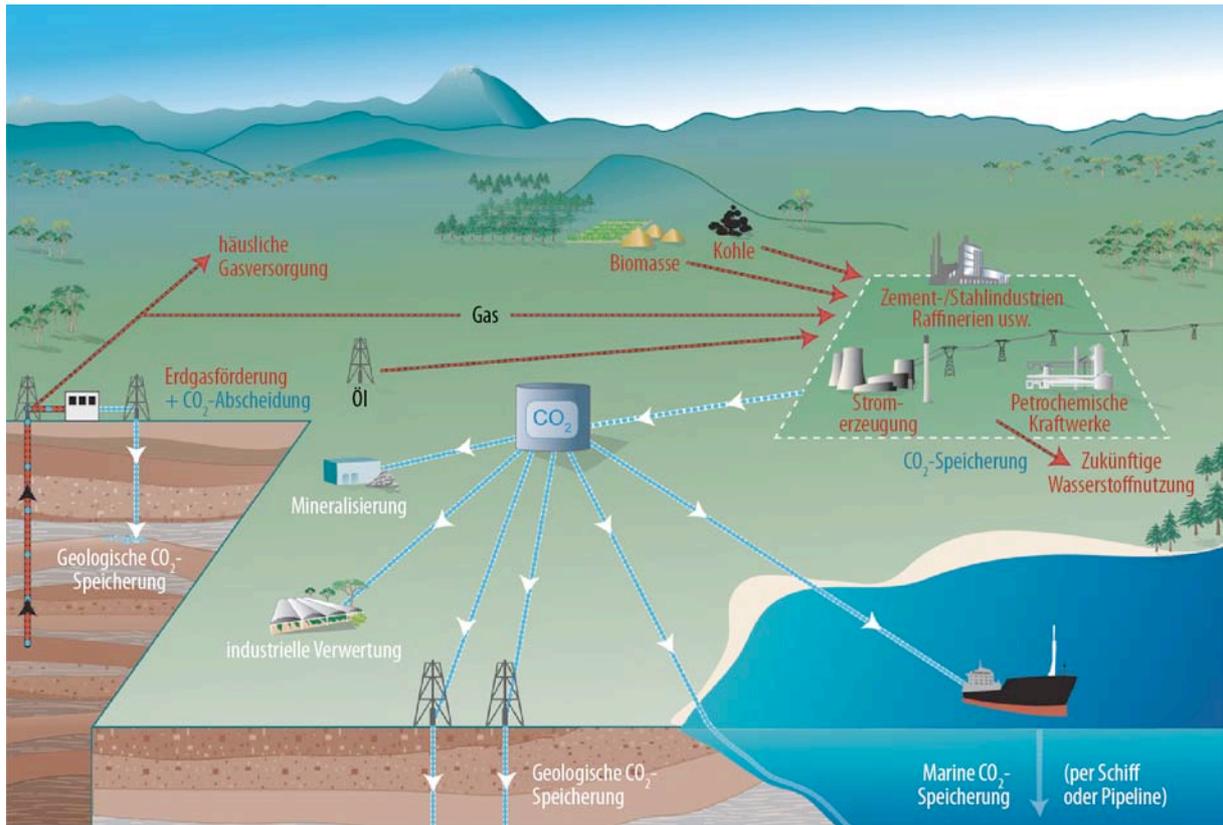


Abb. 1-3 Verschiedene denkbare Optionen der CO<sub>2</sub>-Speicherung

Quelle: IPCC 2005 / Courtesy CO<sub>2</sub>CRC

## 2 Kurz- bis langfristige Einflussfaktoren für den Einsatz von CCS

Die großen Forschungsanstrengungen bis zum Ende des Jahres 2007 und die damit verbundene Aufwendung von Finanzmitteln legen den Schluss nahe, dass in den kommenden zwei Jahrzehnten die Methoden von CCS-Technologiepfaden weiterentwickelt werden, um CO<sub>2</sub> abzutrennen, zu transportieren und einzuspeichern. Die technische Machbarkeit von CCS stellt noch zahlreiche Fragen, trotzdem ist die CCS-Technologie wohl weniger als primär hemmender Faktor zu werten.<sup>5</sup>

Das vorliegende Projekt widmet sich daher einer anderen Art von Faktoren, die neben der technischen Betrachtung eine Erfassung der gesamten Umsetzungsproblematik von neuen Technologielinien erlauben. Hinsichtlich der Qualität von Kriterien kann eine Kategorisierung vorgenommen werden: **Harte Faktoren/Kriterien** beziehen sich auf naturwissenschaftlich, technisch, strukturell und ökonomisch quantifizierbare Aspekte; **weiche Faktoren** beinhalten politische, institutionelle und soziale/gesellschaftliche Aspekte, die keiner konkreten Quantifizierbarkeit unterliegen.<sup>6</sup> Zusammengefasst sind unter diesem Begriff alle *nicht-technischen* und *nicht scharf quantifizierbaren Kriterien*. Die Übergänge von harten zu weichen Faktoren sind mitunter fließend, so z.B. bei den Haftungsfragen: sie hängen von den gesetzlichen Regelungen ab (ein weicher Faktor), betreffen jedoch ökonomische (also als hart definierte) Aspekte.

<b>Harter Faktor</b>	Wirtschaftlichkeit
Naturwissenschaftlich	techn. Umsetzbarkeit
Technisch	Integrationsfähigkeit
Strukturell	...
ökonomisch quantifizierbar	
Übergang zwischen harten und weichen Faktoren	
	Haftungsfragen
Politische	öffentliche Akzeptanz
Institutionelle	...
Soziale/gesellschaftliche Aspekte, nicht direkt quantifizierbar	
<b>Weicher Faktor</b>	

Abb. 2-1 Klassifizierung nach harten und weichen Faktoren

Die große Bedeutung weicher Faktoren liegt in der Entscheidungsunschärfe menschlichen Verhaltens und des Verhaltens gesellschaftlicher Systeme. Unschärf bedeutet, dass menschliche Entscheidungen nicht prioritär auf Basis konkreter logischer Denkmuster erfolgen und immer rational wiederholbar sind. Sie werden stattdessen oft auf Basis von Emotionen, Erfahrungen und unvollständigem Wissen und innerhalb eines nicht fest umgrenzten Entscheidungsraums getroffen. Im Projektzusammenhang ist daher gerade auf diese Fakto-

<sup>5</sup> Aufgrund der nicht vorhandenen wissenschaftlichen Datenbasis zu den Auswirkungen verschiedener Aspekte auf CCS, erfolgen in diesem Kapitel Aussagen auf der Basis von Plausibilitätsüberlegungen.

<sup>6</sup> Die Begriffe *hart* und *weich* stellen keine normative Wertung dar.

ren abzuheben, da sie zu einem sehr großen Teil über Akzeptanz oder Ablehnung von CCS entscheiden werden.

Eine Differenzierung dieser Kategorien ist sinnvoll, um strukturiert das gesamte Spektrum möglicher Einflussgrößen abzubilden. Sie sollen im weiteren Verlauf nach ihren möglichen *Auswirkungen* auf die Umsetzung von CCS diskutiert werden. Ein Faktor kann wirken als:

- a) Förderfaktor
- b) Hemmnis
- c) oder negatives Kippmoment

Durch diese Abstufung wird allerdings eine strukturelle Begriffsasymmetrie erzeugt: ein Hemmnis wird die Einführung von CCS verlangsamen oder verzögern (und möglicherweise die Kosten erhöhen), wogegen ein negatives Kippmoment zum Ausschluss von CCS als Klimaschutzoption führen wird. Ein *negatives Kippmoment* ist also gleichzusetzen mit *Ausschlusskriterium*. Der Begriff *negatives Kippmoment* steht ohne direkten Gegenpol des begrifflichen *positiven Kippmoments*, da CCS bereits gefördert wird – es können also keine Kippmomente (mehr) existieren, die CCS überhaupt initiieren. Ein Förderfaktor wird die Einführung von CCS lediglich beschleunigen. Es ist allerdings zu ergänzen, dass bei negativen Kippmomenten zwischen einem abrupten Kippen und einem eher schleichenden Ausschlussprozess unterschieden werden kann. Dies ist verbunden mit dem Auftreten von punktuellen Ereignissen (wie z.B. Unfällen) und Entwicklungen, die mehr oder weniger deutlich absehbar in eine Richtung verlaufen, deren Umfeld für CCS immer ungünstiger wird (z.B. steigende Kosten bis hin zur völligen Unwirtschaftlichkeit im Vergleich mit anderen Klimaschutzoptionen).

Tab. 2-1 Bedeutungsinhalte der verwendeten Begriffe

Förderfaktor	beschleunigt CCS-Einführung
Hemmnis	bremst CCS-Einführung
Negatives Kippmoment	bringt CCS-Einführung zum Erliegen

Im Projektzusammenhang erfolgt die Konzentration auf Kippmomente mit Relevanz für die öffentliche Wahrnehmung.

## 2.1 Differenzierung der Wahrnehmungsebenen von CCS

Der Ablehnung/Befürwortung von CCS im Ganzen steht die Ablehnung/Befürwortung nur bestimmter Technologiezweige und Speichertypen gegenüber. So ist es möglich, dass CCS in der öffentlichen Wahrnehmung und Diskussion durchaus differenziert betrachtet wird.

Das in der deutschen Öffentlichkeit gewachsene Umweltbewusstsein und das vorhandene oder nicht vorhandene Wissen um energiewirtschaftliche Zusammenhänge werden hierfür Eckpfeiler sein, an denen sich ein Pro oder Contra CCS ausrichten wird. Es ist zu unterscheiden zwischen 3 Ebenen für Akzeptanzfragen:

Ebene 1: Allgemeine Entscheidung Pro oder Contra CCS

Ebene 2: Befürwortung nur einiger Optionen innerhalb von CCS

Ebene 3: Weitere Differenzierung innerhalb grundlegender CCS-Optionen

Während des Projekts konnte keine Primärbefragung von Teilen einer breiteren Bevölkerung durchgeführt werden. Daher wurde auf Einschätzungen verschiedener Akteure, die sich bereits intensiv mit CCS auseinandergesetzt haben, zurückgegriffen. Aus zahlreichen Interviews z.B. mit Vertretern von Umwelt- und Klimaschutz-NGOs (Nicht-Regierungsorganisationen) und Industrieunternehmen geht hervor, dass diese den Kenntnisstand der breiten Bevölkerung als sehr niedrig einschätzen. Dieser Kenntnisstand entspricht auch dem der Öffentlichkeit in anderen Ländern - mit Ausnahme Japans. Dies ist damit zu erklären, dass das Thema CCS in Japan von den Entscheidungsträgern offensiv angegangen wird. Japan nimmt im Bereich der Ozeanspeicherung bzw. in der entsprechenden Forschung weltweit eine Führungsrolle ein. In anderen Ländern beginnt entsprechendes Wissen erst allmählich in eine breitere Öffentlichkeit zu dringen. Dies beruht darauf, dass CCS z.B. in Deutschland bei einigen Entscheidungsträgern – Ministerien, Bundesämtern etc. – erst seit wenigen Jahren thematisiert wird und unter diesen Akteuren die Meinungsbildung teilweise zwar abgeschlossen ist, bisher jedoch noch Unklarheit bezüglich der öffentlichen Kommunikation herrscht. Daher ist jenseits der Veröffentlichung von Forschungsergebnissen noch kein umfangreicher offensiver Schritt in die Öffentlichkeit erfolgt.

Von NGOs wurde das Thema CCS erst in den letzten vier bis fünf Jahren aufgenommen. Teils liegen ausführliche Positionspapiere vor, ein Pro und Contra wird innerhalb der NGO-Szene kontrovers diskutiert.

Da CCS als CO<sub>2</sub>-Vermeidungsoption im Wechselspiel mit anderen CO<sub>2</sub>-armen Technologien zu sehen ist, namentlich der Nutzung erneuerbarer Energien (REG), rationeller Energieanwendung (REN) und Kernenergie, stellt sich auf dieser allgemeinen Ebene die Frage der Präferenz: welche dieser Entwicklungslinien wird bevorzugt und warum wird er bevorzugt, und wenn mehrere parallel befürwortet werden, unter welchen Bedingungen? Die Entscheidungssituation „CCS oder kein Klimaschutz“ ist nicht existent. Vielmehr wird es von den meinungsbildenden Akteuren abhängen (NGOs, politische Akteure, Lobbygruppen der Industrie), wie CCS im Gesamtrahmen möglicher CO<sub>2</sub>-Vermeidungsstrategien Akzeptanz in einer breiteren Öffentlichkeit findet.

Bezüglich der verschiedenen Wahrnehmungsebenen ist anzumerken, dass diese eine allgemeine Kategorisierung darstellen, die zur Verdeutlichung der Grundmuster sinnvoll ist, die tatsächlichen Hemmnis- und Förderfaktoren und Kippmomente oft jedoch nicht strikt einer der Ebenen zuzuordnen sind.

## **2.2 Spezielle Förderfaktoren, Hemmnisse und Kippmomente**

### **Hohe Leckageraten als negatives Kippmoment**

Der Aspekt der Speicherdichtigkeit erlangt in der Diskussion immer größere Bedeutung. Daher ist dieser Bereich derzeit einer der am meisten beforschten. Es hat sich gezeigt, dass einige Speicheroptionen zu verwerfen sind, da eine „ausreichende“ Dichtigkeit nicht gewährleistet werden kann. Gleichwohl wurde bisher nicht im Konsens und rechtsverbindlich definiert, was unter „ausreichend dicht“ zu verstehen ist. Diskutiert wird eine Zeitspanne mehrerer tausend Jahre, was korrespondiert mit der Forderung nach entsprechend niedrigen Leckageraten. Langzeitexperimente können nicht durchgeführt werden, deshalb ist ein Prozess von Lernen-durch-Anwenden zu erwarten. Zusätzlich wird versucht, durch Computermodelle und -simulationen die großräumige Bewegung von CO<sub>2</sub> in entsprechenden Spei-

chern zu untersuchen. Sollten sich in Computermodellen als dicht eingestufte Speicher indes in der Praxis als undicht erweisen, könnte die Anwendung von CCS auch nach deren Einführung möglicherweise noch verworfen, zumindest jedoch eingeschränkt werden.

Das CCS-Projekt in der norwegischen Nordsee, in dem über Jahre mehrere Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> in die Utsira-Sandsteinformation eingespeichert werden, gilt als eines der fortgeschrittensten Projekte weltweit und wird oft als Anzeiger für die Machbarkeit geologischer CO<sub>2</sub>-Speicherung hervorgehoben. Neuere Forschungsergebnisse zeigen, dass sich das eingebrachte CO<sub>2</sub> deutlich stärker bewegt als in Computersimulationen errechnet. So wurden mehrere in der Utsira-Formation liegende Tonschichten vom Kohlendioxid durchdrungen, obwohl diese bisher als sehr stabiler Abschluss galten (Wallmann 2007). Aus der jetzigen Perspektive ist ungewiss, in welche Richtung weitere Forschungsergebnisse zeigen werden.

Hohe Leckageraten können somit ein negatives Kippmoment darstellen. Von Bedeutung ist dies vor allem dann, wenn die Zahl möglicher Speicheroptionen schon reduziert wurde und die verbleibenden Optionen unerwartet hohe Leckageraten (Permanentleckagen) oder eine hohe Anfälligkeit für punktuelle spontane Leckagen zeigen<sup>7</sup>. Würde bei dem Monitoring in einem zuvor als langzeitstabil eingestuften Speicher eine hohe Leckagerate festgestellt, könnte dies ein negatives Kippmoment für CCS werden, und zwar nicht nur für den betreffenden Speicher selbst. Vielmehr könnte dadurch auch die gesamte Machbarkeit der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Frage gestellt werden. Im Gegensatz dazu können nachgewiesene geringe Leckageraten die öffentliche Akzeptanz von CCS steigern.

### **Unfälle als negative Kippmomente**

Sollten bei der Nutzung von CCS Ereignisse eintreten, die zur Gefährdung menschlicher Sicherheit führen, könnte ein größerer Teil der Öffentlichkeit zu einer ablehnenden Haltung der CO<sub>2</sub>-Speicherung tendieren. Ein solches punktuell Ereignis wäre z.B. eine unkontrollierte Leckage mit Todesopfern. Vorstellbar sind Brüche oberirdischer Pipelines oder Leckagen in unsicheren Speichern. Inwieweit allerdings eine Pipeline-Leckage zu einem derartig hohen Ausstrom von CO<sub>2</sub> führen kann, dass Menschen dabei zu Schaden kommen, hängt letztlich von den getroffenen Sicherheitsvorkehrungen ab. Sämtliche Unfälle stellen potenzielle negative Kippmomente dar.

### **Ungeklärte bzw. unzureichende Haftung als negatives Kippmoment**

Die entlang der gesamten CCS-Kette zu berücksichtigenden Haftungsfragen können die öffentliche Akzeptanz beeinflussen. Am Beispiel der Leckage von Speicherorten wird dies deutlich: entstehen bei der Behebung von Leckagen Kosten, die auf die Öffentlichkeit abgewälzt werden, sinkt wahrscheinlich die Akzeptanz für CCS. Die eindeutige Regelung der Haftung ist daher nicht nur für Wirtschaftsakteure von großer Bedeutung, sondern auch für die Bildung der öffentlichen Meinung ein bestimmender Faktor und könnte sogar ein negatives Kippmoment werden.

---

<sup>7</sup> Der generelle Unterschied zwischen punktuellen und permanenten Leckagen ist zu erläutern: unter den hier angesprochenen permanenten Leckagen sind Permanentemissionen zu verstehen, die während des ungestörten Betriebs und in geringen (und nicht-toxischen) Konzentrationen auftreten und über deren Existenz idealerweise bereits im voraus Kenntnis herrscht. Abzugrenzen hiervon sind plötzliche und unvermutete Freisetzungen (größerer Mengen) von CO<sub>2</sub>, die als Unfälle zu bezeichnen sind.

### **Dauerhaft hohe Kosten als starkes Hemmnis und negatives Kippmoment**

Für CCS-Technologien werden unterschiedliche Lernkurven angenommen, die im Zeitverlauf eine Kostensenkung darstellen. Da es sich um neue Technologien handelt, werden dynamische Lernkurven mit entsprechend großen Kostensenkungen erwartet. Sollte sich jedoch andeuten, dass eine solche Kostenentwicklung in der Praxis nicht nachvollzogen werden kann, würde dies die Weiterentwicklung von CCS hemmen, zumindest aber die möglichen Beiträge von CCS zum Klimaschutz nach ökonomischen Gesichtspunkten reduzieren. Je höher sich die dauerhaften Kosten von CCS gestalten werden, desto stärker werden sie als Hemmnis in Erscheinung treten. Das Überschreiten einer bestimmten Kostengrenze könnte sogar ein negatives Kippmoment werden. Eine solche Grenze wäre möglicherweise die Kostengleichheit anderer Technologien. Es bleibt aber zu beachten, dass die anlegbaren Kosten in dem Maße steigen, wie die der Energiewirtschaft auferlegten Reduktionsverpflichtungen steigen.

### **Begriffswahl als mögliches negatives Kippmoment**

Bisher unbeantwortet (da auch nicht gestellt) ist die Frage, wie sich die Begriffswahl auf das öffentliche Akzeptanzverhalten auswirken kann. Die bisher vorrangig benutzten Termini *CO<sub>2</sub>-freies Kraftwerk* und *CO<sub>2</sub>-Speicherung* entsprechen nicht den tatsächlichen Sachverhalten und Intentionen, denn weder gibt es im Rahmen von CCS ein fossil befeuetes Kraftwerk ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen, noch wird CO<sub>2</sub> eingespeichert, denn der Begriff *Speicherung* i. e. S. bedeutet, dass zu einem späteren Zeitpunkt wieder entnommen wird. Dieser Ansatz – eine (kontrollierte) Entgasung eingespeicherten Kohlendioxids zur Stabilisierung einer gewählten CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre – wird in der allgemeinen Diskussion nur von äußerst wenigen Teilnehmern vertreten. Tatsächlich ist die *Speicherung* also eine Deponierung oder Isolierung von CO<sub>2</sub>. Ebenfalls muss in Betracht gezogen werden, dass die gesamte Technologiekette auch nach der Abtrennung im Kraftwerk energie- und leakagebedingt zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.

Für sämtliche Akteure, ob sie eine Haltung für oder gegen CCS vertreten, ist dies eine relevante Frage. Akteure Pro CCS sollten in ihren strategischen Überlegungen einplanen, ob die bisherige Begriffswahl unter dem Risiko des möglicherweise vorgebrachten Vorwurfs der verzerrten Darstellung langfristig zielführend ist. Für Akteure, die bisher eher gegen CCS eingestellt sind, stellt sich die Frage, ob die Weiternutzung der eingeführten Begriffe zielführend sein kann oder ob gerade die bewusste und offensiv argumentierte begriffliche Abgrenzung der Durchsetzung der eigenen Haltung förderlich ist. Für die Weiterverwendung der bisherigen Begriffe spricht, dass (auch auf internationaler Ebene) eine gewisse einheitliche Begriffsbasis erhalten bleibt.

Zwei Beispiele sollen die Problematik der Begriffsverwendung verdeutlichen: Das von mehreren großen Energie- und Technologieunternehmen neu gegründete *Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk*, abgekürzt mit *IZ Klima*, benutzt auf seiner Startseite im Internet dreimal den Begriff „CO<sub>2</sub>-frei“ (IZ Klima 2007).

Zur Erläuterung der Technologie führt das IZ Klima an: „Gelegentlich wird in diesem Zusammenhang auch von CO<sub>2</sub>-armen Kraftwerken gesprochen.“ (<http://www.iz-klima.de/klimafreundliches-kohlekraftwerk/technologie.html>). Unter der Rubrik „Fragen und Antworten“ findet sich die Aussage: „Eine 100-prozentige Abscheidung des entstehenden CO<sub>2</sub> ist derzeit noch nicht möglich. In Versuchsanlagen kann das CO<sub>2</sub> momentan – je nach

eingesetzter Technologie – bis zu 95 Prozent abgeschlossen werden.“ (<http://www.iz-klima.de/klimafreundliches-kohlekraftwerk/fragen-und-antworten.html#c30>). Damit wird der Eindruck erweckt, dass eine völlige Abscheidung irgendwann möglich wäre, ausgedrückt in der Formulierung „100-prozentige Abscheidung ... derzeit noch nicht möglich“. Die NGO Robin Wood hingegen hat den verfälschenden Sprachgebrauch in seiner Position gegen CCS thematisiert (Robin Wood 2006), vgl. hierzu die Darstellung der Haltung von Robin Wood in Kapitel 6.5.

### **Ozeanspeicherung als negatives Kippmoment**

Die von den internationalen und nationalen NGOs geäußerte vorsichtige Zustimmung zu CCS ist immer an Bedingungen geknüpft. Während die meisten NGOs CCS nur als Ergänzung zur Einführung von REG und REN betrachten, herrscht in der Ablehnung der Ozeaneinspeicherung Einigkeit. Aufgrund des bereits angesprochenen Umweltbewusstseins ist es kaum vorstellbar, dass CCS von einer breiten Öffentlichkeit befürwortet wird, wenn die Ozeane für die CO<sub>2</sub>-Speicherung genutzt werden. In Deutschland und Europa wird diese Speicheroption zwar nicht verfolgt, ob sich eine Nutzung des Ozeans in anderen Ländern (z.B. Japan) auf das Akzeptanzverhalten der deutschen Öffentlichkeit auswirken wird, ist jedoch nicht abschätzbar. Eine Nutzung der Ozeanoption wird allerdings weltweit die Ablehnung der NGOs hervorrufen.

### **Ablehnung grenzüberschreitenden CO<sub>2</sub>-Transports als negatives Kippmoment**

Ungewiss ist die öffentliche Akzeptanz bei grenzüberschreitendem CO<sub>2</sub>-Transport. Vorstellbar ist eine pauschale Ablehnung in bestimmten Ländern, da der Eindruck entstehen könnte, als Deponie für „Müll aus dem Ausland“ benutzt zu werden. Diese Frage ist jedoch für Deutschland aufgrund begrenzter Speicherkapazitäten wenig relevant, weswegen in Deutschland eher ein Export von CO<sub>2</sub> stattfinden wird als ein Import.

### **Wahrnehmung von CCS als Hemmnis der Nutzung erneuerbarer Energien (REG) und von Energieeffizienz (REN): starkes Hemmnis**

Die Befürwortung erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz ist in der deutschen Öffentlichkeit groß. Sollte CCS als Hemmnis des Ausbaus von Technologien zur Nutzung REG und REN wahrgenommen werden, kann dies zu einer negativen Haltung gegenüber CCS führen und damit ein starkes Hemmnis darstellen.

### **Direkte Wahrnehmung und ästhetische Probleme von CCS-Strukturen als Hemmnisse**

Fragen des Pipelinebaus stehen in direktem Zusammenhang mit der öffentlichen Akzeptanz von CCS. Das NIMBY-Syndrom (Not in my back yard) wird womöglich dem Pipelinebau durch dicht besiedelte Gebiete Grenzen setzen; die Formierung von Bürgerinitiativen gegen entsprechende Pipelines scheint entsprechend dem Motto möglich: „Das CO<sub>2</sub> muss irgendwo hin, aber nicht an meiner Haustür vorbei.“ Die Intensität, mit der solche Auseinandersetzungen zwischen Pipelinebetreibern und Interessenthältern wie z.B. Anwohnern dann geführt würden, könnte über eine generelle Akzeptanz von CCS entscheiden.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Widerstände sind immer dann zu erwarten, wenn bisher ungenutzte Räume (Flächen, aber auch Räume im abstrakt-immateriellen Sinn) einer Nutzung zugeführt werden sollen; Beispiel: Verlegung von Stromleitungen durch Wälder. Deutlich geringerer Widerstand ist zu erwarten, wenn bereits genutzte Räume einer intensiveren Nutzung unterzogen werden; Beispiel: Verlegung einer Gasleitung neben einer bereits existierenden.

Gesichtspunkte der Ästhetik könnten ebenfalls als Hemmnis für den Ausbau von CCS Bedeutung erlangen, allerdings ist dies möglicherweise weniger relevant. Eine vergleichende Betrachtung von Erdgaspipelines zeigt: Erdgaspipelines verlaufen teils gut sichtbar, sind in Deutschland in der Regel jedoch im Oberboden vergraben und werden – auch durch den Gewöhnungseffekt – weitgehend öffentlich akzeptiert. Bei CO<sub>2</sub>-Pipelines könnte sich eine solche Entwicklung ebenfalls ergeben.

### **Glaubwürdigkeit der kommunizierenden Akteure als Förderfaktor**

Dem Faktor, wer wann und wie in die Öffentlichkeit tritt, kann bei der Akzeptanzbildung große Bedeutung zukommen. So ist vorstellbar, dass sich *First-Mover-Vorteile* ergeben, dass also die Haltung, die als erste offensiv in der Öffentlichkeit vertreten wird, die öffentliche Meinung in ihrer grundlegenden Ausrichtung entscheidend beeinflusst. Allerdings hängt der Vorteil des First-Movers auch entscheidend von dessen Glaubwürdigkeit ab. Relevant ist in diesem Zusammenhang u.a. der Kontext, in den CCS eingebettet wird: Wird CCS eher als ökologisches Problem wahrgenommen, überwiegt die Glaubwürdigkeit der NGOs. Die Wahrnehmung von CCS als technische Herausforderung führt dazu, dass die Glaubwürdigkeit von Industriegruppen höher eingeschätzt wird.

### **Akzeptanzprobleme erneuerbarer Energien als Förderfaktor von CCS**

Erneuerbare Energien erfahren großen Rückhalt in der deutschen Bevölkerung, allerdings wächst inzwischen auch der Widerstand gegen bestimmte Nutzungsformen. Hierzu gehört z.B. der weitere Ausbau der Windkraftnutzung in der Nähe dicht besiedelter Gebiete. Ein weiteres Anwachsen dieser Widerstände unter gleichzeitiger Anerkennung der Dringlichkeit CO<sub>2</sub>-armer Energieerzeugung würde auf CCS als Förderfaktor wirken.

### **Drastische Verschärfung von Klimawandeleffekten als starker Förderfaktor**

Bei einer drastischen Verschärfung von auf den Klimawandel zurückzuführenden negativen Effekten (Häufung von Überflutungen, drastische Zunahme von Sturmereignissen u.a.) könnte der Druck (aus Politik, Öffentlichkeit und von anderen Betroffenen) hin zu einer sehr raschen Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zunehmen. Dies würde wahrscheinlich auch den Einsatz von CCS langfristig fördern bzw. dessen Entwicklungsdruck erhöhen (verstärkte Forschungsanstrengungen etc.). Die öffentliche Akzeptanz für CCS würde steigen.

### 3 Stand der Akzeptanzforschung

Die Akzeptanzforschung entstand in Deutschland Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre als Folge einer veränderten gesellschaftlichen Einstellung der Bevölkerung zur Technik und zu technischen Entwicklungen. Mögliche Risiken und negative Folgen, die von der Nutzung neuer Technologien ausgehen können, rückten immer stärker ins Bewusstsein der Bevölkerung. Das veränderte Bewusstsein entstand einerseits auf der individuellen Ebene durch eine Veränderung der Arbeitswelt – hoch technisierte Arbeitsabläufe ersetzten immer häufiger die menschliche Arbeitskraft – und andererseits auf einer gesellschaftlichen Ebene durch eine gestiegene Wahrnehmung des globalen Gefahrenpotenzials – durch grenzüberschreitende ökologische und militärische Gefahren.

Die Untersuchung der Technikakzeptanz spielt seitdem eine relevante Rolle bei der Umsetzung einer neuen Technologie, weil die Akzeptanz als solches eben nicht mehr im Bewusstsein der Bevölkerung als gegeben vorausgesetzt werden kann.

Wie groß der Einfluss der Akzeptanz oder im Umkehrschluss des Nicht-Vorhandenseins einer zustimmenden Haltung der Gesellschaft auf eine neue technologische Entwicklung sein kann, hat auch die Bewegung gegen die Atomenergie in den achtziger Jahren in Deutschland und vor allem der Protest gegen die Versenkung der Ölplattform Brant-Spar verdeutlicht.

Im nachfolgenden Abschnitt werden die generellen Methoden der Akzeptanzforschung aufgezeigt sowie ihre Chancen und Grenzen diskutiert und erste Erkenntnisse für eine spezifische Akzeptanzforschung im Bereich der CCS-Technologien abgeleitet.

#### 3.1 Übersicht der Methoden zur Akzeptanzforschung

Mit dem Begriff Akzeptanz wird eine zu einem bestimmten Zeitpunkt festzustellende und sich in bestimmten Meinungen und Verhaltensformen äußernde Einstellung bezeichnet. Nach Fauser soll unter Akzeptanz „(...) eine positiv gestimmte individuelle Einstellung verstanden werden, die sich in einem Verhalten ausdrückt, das mit gutheißen, gelten lassen, annehmen oder billigen umschrieben werden kann.“ (Kistler 1990, S. 167). Endruweit<sup>9</sup> (1986, S. 81ff.) erweitert den Begriff der Akzeptanzforschung um eine zeitliche Dimension. Die Akzeptanzforschung versucht zu ermitteln, wie groß die Wahrscheinlichkeit einer positiven Reaktion auf einen bestimmten Stimulus in der Zukunft ist. Es soll aufgrund gegenwärtiger Einstellungen auf zukünftiges Verhalten geschlossen werden. Die methodologischen Grundlagen der Akzeptanzforschung nach Endruweit sind wie folgt zu beschreiben:

- das *Forschungsziel* ist die Ermittlung der Wahrscheinlichkeit einer positiven Reaktion auf einen bestimmten Stimulus,
- der *Forschungsansatz* besteht in einem Schluss von gegenwärtiger Einstellung auf zukünftiges Verhalten,
- der *Forschungsgegenstand* ist die (subjektive) Einstellung von Menschen und evtl. Prognosevorhersagen von Verhalten,

---

<sup>9</sup> Endruweit: Sozialverträglichkeits- und Akzeptanzforschung als methodologisches Problem. In: Die Analyse der Sozialverträglichkeit für Technologiepolitik, S. 81ff, 1986

- die *Erhebungseinheit* ist das Individuum.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung steht die Akzeptanz der CCS-Techniken im Vordergrund. Der wissenschaftlichen Erfassung von Technikakzeptanz stehen (noch) keine allgemein gültigen Instrumente zur direkten Messung zur Verfügung, geeignete Indikatoren müssen eher auf indirektem Wege die Akzeptanz messbar und erfassbar machen (vgl. Renn 1997). Es kann von drei Technikbereichen ausgegangen werden, die mit unterschiedlichen Einstellungsmustern in der Bevölkerung besetzt sein können. Es ist zu unterscheiden zwischen der

- Produkt-, Alltags- und Freizeittechnik,
- Arbeitstechnik
- sowie externe (Groß-)Technik.

Innerhalb der großindustriellen Technikanwendungen, die im Rahmen dieser Studie im Fokus stehen, variiert die Akzeptanz mehr als in den anderen beiden Technikbereichen. Dies war ein zentrales Ergebnis der Studie von Burgemeister und Weber (1993) zur Akzeptanz von großtechnischen Ansiedlungen heraus. Die Befragten haben potenzielle technische Ansiedlungen generell positiv oder generell negativ bewertet, es wurden also kaum differenzierte Einschätzungen von Anlagen vorgenommen. Persönliche Risikoeinschätzungen spielen bei großtechnischen Anlagen eine größere Rolle als die angenommenen gesellschaftlichen Risiken sowie subjektive und gesellschaftliche Nutzenerwartungen. Diese Ergebnisse wurden im Arbeitspaket D bei der Konstruktion der Instrumente zur empirischen Erhebung der Akzeptanz von CCS berücksichtigt.

In der Nähe von CCS-Anlagen kann es theoretisch zu positiven (z.B. Imageaufwertung einer Region) als auch zu negativen Auswirkungen (z.B. Störfälle, Verringerung der Boden- oder Mietpreise) kommen. National wird die Akzeptanz eher beeinflusst durch die möglichen ökologischen Effekte dieser Technik (Verringerung der Emissionen versus Risikopotenzial).

Eine ausführliche Literaturrecherche von Akzeptanzstudien zu bestimmten Techniken und zu insgesamt zehn internationalen Veröffentlichungen zur Messung der Akzeptanz von CCS hat verdeutlicht, dass die gesellschaftliche Akzeptanz dieser Technik abhängig ist von bestimmten Indikatoren und Wirkungszusammenhängen, die einen unterschiedlichen Einfluss auf die Akzeptanz haben können. Aus der Recherche ergeben sich nachfolgend aufgeführte Indikatoren (siehe Tab. 3-1), die zur Messung der Akzeptanz auf gesellschaftlicher Ebene herangezogen werden können. Zur Veranschaulichung sind in der folgenden Tabelle eine Reihe von Indikatoren als Fragen formuliert.

Tab. 3-1 Indikatoren und untersuchungsleitende Fragen zur Messung der Akzeptanz einer Technik (CCS)<sup>10</sup>

<b>Indikatoren</b>	<b>Untersuchungsleitende Fragestellungen</b>
<b>Einstellung</b> zur Technik allgemein und zur CCS-Technik (falls vorhanden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Empfinden die Befragten den allgemeinen technischen Fortschritt als Fluch oder Segen?</li> <li>-Macht die Technik das Leben der Menschen immer einfacher oder immer schwieriger?</li> <li>-Wie ist die Einstellung zur Energietechnik und zur CCS-Technik im Speziellen?</li> </ul>
<b>Interesse</b> an der Technik im Allgemeinen und im Speziellen (CCS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Verfolgen die Befragten regelmäßig neue technologische Entwicklungen (Computer, Haushaltsgeräte, Autos etc.)?</li> <li>-Besteht bei den Befragten ein Informationsbedarf zu CCS-Technologien?)</li> </ul>
<b>Wissen</b> über die Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Über welches Wissen verfügen die Befragten zum Thema CCS?</li> <li>-Wie zugänglich und verständlich ist das abrufbare Wissen über CCS?</li> </ul>
<b>Risikoperzeption</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Welche Gefahren birgt die Technik und wie werden sie kommuniziert?</li> <li>-Welche gesundheitlichen Risiken bestehen für bestimmte Bevölkerungsgruppen?</li> <li>-Welche Umweltauswirkungen sowie sonstige Effekte kann die Technik zur Folge haben?</li> <li>-Welche Folgen bestehen für nachfolgende Generationen?</li> <li>-Wie sicher sind die Erkenntnisse über die Technologie?</li> <li>-Gibt es den so genannten NIMBY-Effekt im Zusammenhang mit der Technik?</li> </ul>
Wahrnehmung des individuellen und gesellschaftlichen <b>Nutzens und der Kosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Welchen Nutzen hat die Technik?</li> <li>-Welche energiepolitische und wirtschaftliche Notwendigkeit besteht in der Technik?</li> <li>-Welche Alternativen gibt es und wie sind deren Impacts?</li> </ul>
<b>Wortassoziationen</b> und <b>gedankliche Verknüpfungen</b> im Zusammenhang mit der Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Was assoziieren die Befragten mit dem Begriff CCS?</li> <li>-Verknüpfen die Befragten den Begriff CCS mit Klimaschutz?</li> </ul>
Einfluss der <b>Medien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aus welchen Informationsquellen sind den Befragten CCS-Technologien bekannt?</li> <li>-Welche Informationsquellen sind besonders sinnvoll, wenn Personen sich über CCS informieren wollen?</li> <li>-Besteht ein Zusammenhang zwischen der Informationsquelle und der Einstellung zu CCS?</li> </ul>
<b>Vertrauen</b> in die Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Wie hoch ist das Vertrauen der Befragten in die Informationsquellen/Medienberichterstatter zum Thema CCS (Kompetenzen, persönliche Interessen, Sensibilität, Glaubwürdigkeit, etc.)?</li> <li>-Wie groß ist der individuelle Bedarf nach Sicherheitsstandards für CCS-Kraftwerke von Anwohnern/beteiligten Akteuren/ Interessierten etc.?</li> <li>-Wie vertrauenswürdig sind die Energieversorger/Betreiber der CCS-Anlagen (Transparenz der Unternehmenspolitik, Umweltbewusstsein, Kontrollen, Öffentlichkeitsarbeit, Image, etc.) in der bisherigen Einschätzung?</li> </ul>

<sup>10</sup> Da im Rahmen der vorliegenden Studie nicht die breite Öffentlichkeit befragt wurde, sondern die Multiplikatoren der CCS-Technologien, dienten die in der Tabelle aufgeführten Indikatoren und Fragen als Orientierungshilfe für die Konzeption der Befragungen (siehe Kapitel 6.1).

Es ist anzunehmen, dass auch soziodemografische Merkmale von Personen, wie z.B. der Bildungsgrad, das Alter sowie das Geschlecht einen Einfluss auf die Akzeptanzbildung haben können. Nach Scheuch (1990<sup>11</sup>) ist die Einstellung zur Technik jedoch weniger geprägt von der Zugehörigkeit zu Gruppen mit bestimmten soziodemografischen Merkmalen, sondern zunehmend von bestimmten Wertorientierungen der Individuen. Eine für die Akzeptanzbildung im Bereich der CCS-Techniken relevante Wertorientierung könnte z.B. das Umweltbewusstsein der Befragten sein und darüber hinaus, ob dieses primär lokal oder global definiert wird. Die Frage ist, ob die Höhe des Umweltbewusstseins (damit einhergehend auch die Einstellung zum Klimaschutz) einen Einfluss auf die Akzeptanz der Technik nimmt, kann im Rahmen dieser Studie jedoch nicht beantwortet werden.

Renn schrieb 1997, dass es noch keine typischen, allgemeingültigen Instrumente zur empirisch-analytischen Erfassung der Technik-Akzeptanz gebe. Ein Blick auf die Bandbreite der verwendeten Messtechniken und Verfahren in den Studien, die hier im Rahmen des Projekts analysiert wurden, unterstützt diese Aussage auch zehn Jahre später noch. Es wird deutlich, dass zur Messung der Technik-Akzeptanz kein einheitliches Konzept vorliegt (zum Vergleich siehe Spalte „verwendete Methoden“ in der folgenden Tabelle). Die Wahl des Messinstrumentes ist abhängig vom Erkenntnisinteresse, das mit den jeweiligen Studien verbunden ist und dem kulturellen Kontext, in den die Studie eingebunden ist. Die nachfolgende Darstellung der Studien in der Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Methoden zur Messung von Akzeptanz.

Tab. 3-2 Methoden zur Akzeptanzmessung

<b>Autoren/ Erscheinungsjahr</b>	<b>Verwendete Methoden</b>	<b>Thema der Studie</b>
Jungermann (Hg.)/ Endruweit 1986	Meinungsforschung mittels Befragung sowie (eher seltener) Feldexperiment (Modellversuch)	Sozialverträglichkeits- und Akzeptanzforschung als methodologisches Problem
Renn 1997	Sekundäranalyse aus 300 Publikationen	Risiko- und Technikakzeptanz
Altmann/Gräsel 1998	Quantitative Befragungsmethode (geschlossene Fragen: Likert-Skala <sup>12</sup> mit Vorgabe von Statements)	Akzeptanz von Wasserstofftechnologien
Dinse 2000	Quantitative Befragungsmethoden (geschlossene Fragen: bipolar, Likert-Skala)	Akzeptanz von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen
Ecologic/Universität Marburg 2006	Qualitative Methode: Zukunftswerkstätten in unterschiedlichen Regionen	Akzeptanz erneuerbarer Energien auf kommunaler und regionaler Ebene

Quelle: eigene Darstellung

Angesichts der verfügbaren Methoden und Instrumente wurden im Projekt keine neuen Methoden entwickelt, sondern ein Mix ausgewählter Methoden und Instrumente verwendet (siehe Kapitel 5 und 6).

<sup>11</sup> zitiert in Dinse (2000), S. 40

<sup>12</sup>Likert-Skala: in der empirischen Soziologie gebräuchliches Skalierungsverfahren zur Messung von persönlichen Einstellungen

### 3.2 Chancen und Grenzen der Akzeptanzforschung

Empirische Untersuchungen zur Akzeptanz, vor allem Befragungen, erforschen zumeist die gegenwärtigen Einstellungen und Meinungen eines Individuums mit bestimmten raumzeitlich begrenzten Wertorientierungen, eingebunden in einen kulturellen, politischen, ökonomischen, rechtlichen und ökologischen Kontext. Um aus den gewonnenen Daten der Individuen auf ein zukünftiges Handeln der Menschen schließen zu können (vgl. Endruweit 1986), müssten alle konstituierenden Randbedingungen möglichst genau in die Prognose mit einbezogen werden. Diese konstituierenden Randbedingungen umfassen Einflüsse aus der Umwelt der Technik (zum Beispiel die Entwicklung anderer Technologien, mögliche Klimafolgen, etc.) aber auch die Technik selbst. Speziell im Bereich der CCS-Technologien sind die Randbedingungen, wie z.B. technische Entwicklung der Anlagen, Speicher- und Transportfragen, noch nicht festgelegt, zudem sind die zukünftigen konkreten Auswirkungen der Speicherung von CO<sub>2</sub> noch ungewiss. Eine genaue Festlegung aller konstituierenden Randbedingungen für die Akzeptanz von CCS wäre daher kaum möglich. Dies gilt gleichermaßen aber auch für den Entwicklungsstand einiger Alternativtechnologien (z.B. Offshore-Windenergie).

Zudem gibt es über die Zusammenhänge zwischen gegenwärtigen Einstellungen und späterem Verhalten bisher nur wenig gesichertes Wissen. Auch aus diesem Grund ist die Prognosekraft der Akzeptanzforschung begrenzt. Die Gültigkeit der Untersuchungsergebnisse ist letztlich dann bewiesen, wenn das prognostizierte Ergebnis tatsächlich eingetreten ist (vgl. Dinse 2000).

Zur Messung der Akzeptanz sind andere empirische Methoden als die Befragung geeigneter (vgl. Endruweit 1986), besonders das Feldexperiment, welches in der Praxis häufig als Modellversuch realisiert wird. Im Rahmen eines Modellversuchs wird in einem überschaubaren Wirklichkeitssegment geprüft, wie zum Beispiel eine technische Innovation akzeptiert wird. Geschieht der Versuch unter einer sehr genauen methodologischen Kontrolle aller wirksamen Faktoren, welche die Akzeptanz beeinflussen können, wächst die Wahrscheinlichkeit einer sicheren Prognose.

Ein weiteres generelles Problem der empirischen Sozialforschung, welches sich auch in der Akzeptanzforschung niederschlägt, besteht darin, dass Ergebnisse einer Studie, die in einer ausgewählten Region durchgeführt wurden, nicht zwingend verallgemeinerbar sind. So ist anzunehmen, dass beispielsweise die Bevölkerung Ketzins durch positive oder negative Berichterstattung seitens bestimmter Akteure oder Interessenverbände bereits einschlägig beeinflusst wurde. Das Meinungsbild oder die beobachteten Handlungen wären dann nicht uneingeschränkt übertragbar auf die gesamte öffentliche Meinung in der Bevölkerung.

Neben diesen methodischen Grenzen gibt es aber auch zahlreiche Gründe, für neue Technologien frühzeitig die Erforschung der Akzeptanz durchzuführen.

Die Akzeptanzforschung wird immer mehr zu einem wichtigen Instrument der Politikberatung, nicht zuletzt, weil die Vergangenheit gezeigt hat, dass auch die Meinung und Einstellung der Öffentlichkeit eine Auswirkung auf die Entwicklung einer Technologie haben kann. Politische Entscheidungen, welche die Einflussnahme der breiten Öffentlichkeit unterschätzen, können auf starke Ablehnung in der Bevölkerung stoßen, die letztlich eine Umsetzung der Entscheidung be- oder verhindern kann. Politische Akteure könnten zukünftig versuchen,

die Akzeptanz der Bevölkerung zu einer neuen Technologie so früh wie möglich abzuschätzen. Dieser Prozess bietet mehrere Handlungschancen:

- die vorhandene Akzeptanz dient der Politik als Legitimitätskriterium für politische Entscheidungen (vgl. Endruweit 1986),
- die vorhandene Akzeptanz bietet politische aber auch soziale Stabilität,
- die Akzeptanz als subjektive Einstellung ist gerade im Frühstadium wandelbar und beeinflussbar,
- der Grad der vorhandenen Akzeptanz sensibilisiert und steuert die Kommunikation und den Umgang mit dem Thema.

Die genannten Aspekte bieten nur dann Handlungschancen, wenn in der breiten Öffentlichkeit schon eine Meinungsbildung zu einer technologischen Erneuerung stattgefunden hat. Gerade bei neuen, hoch technisierten Entwicklungen ist es möglich, dass das Wissen sowie die Einstellung zu einer bestimmten Technologie in der Bevölkerung noch gering ausgeprägt sind bzw. dass eine Meinungsbildung noch nicht stattgefunden hat. Für die CCS-Technologien trifft dies in großem Maße zu, wie die Analyse der vorhandenen Akzeptanzstudien (vgl. hierzu Abschnitt 3.4) verdeutlicht.

Ein gewisses Maß an Unwissenheit in der Bevölkerung bietet jedoch die Chance, die Teilnehmer der Studie, über die reine Befragung hinaus, mit Hilfe bestimmter Methoden über den Stand der CCS-Techniken zu informieren (vgl. hierzu De Best-Waldhober et al. 2006). Welche Mechanismen darüber hinaus einer gezielten Informations- und Kommunikationsstrategie unterliegen und wie eine Vermittlung von Informationen gestaltet werden kann, ist Thema des Kapitels 7 und 8 der vorliegenden Studie.

### **3.3 Notwendige Begriffsabgrenzungen zur Akzeptabilität und zur Sozialverträglichkeit**

Im Folgenden wird der Begriff der Akzeptanz von den Begriffen der Akzeptabilität und der Sozialverträglichkeit abgegrenzt werden. Dies ist notwendig, um den Gegenstand dieser Studie festzulegen.

Die Sozialverträglichkeit von Energietechnologien umfasst nach der Auffassung des Deutschen Bundestags die Kompatibilität mit dem Rechtssystem, die Existenz von Freiräumen für persönliche Entscheidungen der Lebensführung, eine Offenhaltung von Gestaltungsspielräumen für künftige Generationen und die Möglichkeit eines breiten politischen Konsenses in der Energiepolitik. Das Ziel der Sozialverträglichkeitsforschung ist die Ermittlung, welche Innovation funktional optimal in eine Sozialstruktur eingeführt werden kann (vgl. Endruweit 1986). Der Forschungsansatz ist die Funktionsanalyse eines gegenwärtigen Systems und die Simulation des innovierten Systems. Die Erhebungseinheit ist in der Regel das System, welches meist mit Hilfe mehrerer Methoden interdisziplinär untersucht wird. Sozialverträglichkeitsforschung ist somit Struktur- und Funktionsanalyse und nicht reine Einstellungsmessung wie die Akzeptanzforschung, die jedoch als Teil der Sozialverträglichkeitsforschung gesehen werden muss.

Die Akzeptabilität einer Technik besagt, dass diese Technik für potenziell akzeptierbar gehalten wird, aber nicht, dass diese Technik von den Betroffenen akzeptiert wird (vgl. Fritzsche 1986).

Die Akzeptabilität beantwortet die Frage „ob und unter welchen Umständen die Anwendung einer Technologie akzeptabel ist“ (Dierkes, Thienen 1982). Zu ein und derselben Technik kann zum Beispiel Akzeptabilität vorliegen, obwohl keine Akzeptanz vorliegt und umgekehrt (vgl. Dinse 2000), zwischen beiden besteht kein stetiger und eindimensionaler Zusammenhang.

### 3.4 Auswertung vorhandener CCS-Akzeptanzstudien und Prüfung möglicher Ableitungen für das Projekt

Die analysierten Studien zur Akzeptanz von CCS stammen vorwiegend aus den Niederlanden und England, sowie aus Japan, Kanada und den USA. Sie beschäftigen sich, bis auf zwei Studien (Palmgren 2004 und Itaoko et al. 2004), ausschließlich mit geologischen Speicheroptionen. Bei den Erhebungen von Palmgren und Itaoka wurde auch die ozeanische Speicheroption dargestellt, welche negativ von den Befragten beurteilt bzw. abgelehnt wurde.

Tab. 3-3 Übersicht bisheriger Akzeptanzstudien

Autoren/ Erscheinungsjahr	Verwendete Methoden	Thema der Studie
Curry et al. 2004	Quantitative Befragungsmethode: Random Digit Dialing/ repräsentativ ausgewählte Internetnutzer, n=1205, USA	Erhebung des allg. Bekanntheitsgrades von Energieerzeugungstechnologien
Daamen et al. 2006	Quantitative Befragungsmethode: 2 Traditional Questionnaires, n=327/300, Niederlande	Abfrage von Grundlagenwissen + Meinungen zur globalen Erwärmung
De Best-Waldhober et al. 2006	Quantitative Befragungsmethode: Information-Choice Questionnaire, n=995, Niederlande	Durch gezielte Informationen unterstützte Meinungsbildung zu CCS-Technologien
De Coninck & Huijts 2004	Quantitative Befragungsmethode: Face-to-face Interviews, n=112, Niederlande	Befragung mit Vergabe eines kurzen Infoblattes zu CCS, Alkmaar (pot. Speicherort)
De Coninck et al 2006	Qualitative Befragungsmethode: Zusammenstellung offener Fragen	Stand der Dinge zu folgenden CCS-Themen: Rechtliche Einordnung, Energiepolitik, Kosten, Wirtschaftlichkeit, gesellsch. Akzeptanz sowie Pro/Contra von CCS
Gough et al. 2006b	Multi-Criteria Ansatz, n=12, England	Test+Weiterentwicklung der MCA im Themenbereich CCS
Huijts 2003	1. Explorative Auswahl der Teilnehmer, n=112 (Ort: Alkmaar) Infopapier wurde mit geschlossenem Fragebogen verteilt	Öffentl. Wahrnehmung + Einstellung von/zu CCS einschl. Informationssteigerung

<b>Autoren/ Erscheinungsjahr</b>	<b>Verwendete Methoden</b>	<b>Thema der Studie</b>
	2. Testen von Hypothesen	
Itaoka et al. 2004	Befragung mit Informationsausgabe vorab in 2 Varianten: high/low education level, n=1006, in 2 Städten Japans	Erfassung des Grades d. Informiertheit, Einstellungen + Akzeptanz zu CCS
Itaoka et al 2006	Path analysis der o.g. Studie	s.o.
Mander & Gough 2006	Screening und Analyse von Printmedien in UK, USA, Kanada, Neuseeland und Australien zu CCS über 212 Tage: 01.09.05-31.03.06	Untersuchung von Wortwahl, Risikobeschreibung, Quellen auf welche die Journalisten zurück greifen
Palmgren et al. 2004a+b	1. Face-to-face Interviews, n=18 2. Ergebnisse führten zur Erarbeitung eines Fragebogens, n=126, Canada	Erhebung der Einstellung zum Thema CCS
Reiner et al. 2006	Vergleich von 4 Befragungen zum Thema Energie und Umwelt incl. CCS, USA, UK, Schweden und Japan	In wie weit wird CCS wahrgenommen
Semademi et al. 2004	Fragebogen an 9 Studentengruppen, n=3-33	Einstellung zu zukünftigen Energieoptionen, Beurteilung von Umwelt- und sozialen Gefahren
Shackley et al. 2004 (incl. a+b)	5 Meetings über je 2 Std. 2er „Focus-Stadtgruppen“ (Manchester +York), n=8-9, über 5 Wochen mit Experten und Face-to-face Interview mit vorheriger Information, n=212, UK	Einstellung zu Offshore CCS+ Risiken, welche Informationen, Prozesse und Politik „macht“ CCS mehr oder weniger akzeptabel
Shackley & McLachlan 2006	Multi criteria assessment, Stakeholder Befragung zu 5 zukünft. Energieszenarien (-2050) incl. CCS, Nord-West England	Welche Rolle spielt CCS in der zukünftigen region. Energieversorgung, wie beurteilen dies die unterschiedl. Stakeholder
Sharp et al. 2006	Internetbasierte Befragung von n=1972 Kanadiern in Alberta und Saskatchewan (pot. Speicherorte)	Meinungsabfrage zu Vorteilen und Risiken von CCS (geolog.)
Tokushige et al. 2006	Semantic differential Methode 2 Befragungen japan. Studenten n=267/n=423	Öffentl. Wahrnehmung von geolog. CCS und der Einfluss von Informationen zu den Aspekten der Risikowahrnehmung, den Vorteilen von CCS, Wertschätzung d. Umwelt, Vertrauen
Uno et al. 2004	Befragung von Studenten, n= 60, Vorbereitung mit Zeitungsartikeln zu CCS, Focus group interviews Studenten und „Erwachsene“, n=5-7 mit Begleitinfo's	Untersuchung mittels qualitativer und quantitativer Befragungen, zeigen Mechanismen zur Gewinnung der öffentl.

Autoren/ Erscheinungsjahr	Verwendete Methoden	Thema der Studie
		Akzeptanz auf
Van Alphen et al. 2006	Interviews und Stakeholder Workshop in den Niederlanden	Welche Bedingungen sind erforderlich, um die soziale Akzeptanz von CCS zu erreichen
Van Alphen et al. 2007	Workshop mittels "Group decision support system" in den Niederlanden	Generelle Haltung ausgesuchter Stakeholder zu CCS, zu welchen Bedingungen könnte eine Implementierung von CCS in den NL stattfinden
Simon Shackley et al. 2007	Ergebnisse einer Stakeholderbefragung, n= 512	Befragung von „Energie-Stakeholdern“ aus Europa zur Rolle von CCS bei der möglichen zukünftigen Energieversorgung

Quelle: eigene Darstellung

Bei der Auswertung der in Tab. 3-3 gelisteten Studien kristallisierte sich heraus, dass das Thema CCS in der Bevölkerung weitgehend unbekannt ist (Curry et al. 2004, Daamen et al. 2006, Huijts 2003, Itaoka 2004, Reiner et al. 2006, Sharp et al. 2006, Tokushige et al. 2006, Uno et al. 2004). Auch der Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und seinen Ursachen ist unbekannt bis vage bekannt. Eine Steigerung des Informationsgrades über die CCS-Technologien und ihren Nutzen erhöht die Akzeptanz (Itaoka et al. 2004, Tokushige et al. 2006).

Wird CCS neben anderen Klimaschutzoptionen „zur Wahl gestellt“, werden in der Regel die Nutzung regenerativer Energietechnologien und die Energieeffizienzsteigerung bevorzugt (Curry et al. 2004, Shackley et al. 2004, Sharp et al. 2006, van Alphen et al. 2006) und CCS dabei eher als „Überbrückungs“-technologie gesehen.

Bei der Befragung von „Betroffenen“ an einem potenziellen Speicherort in den Niederlanden spielte der NIMBY-Effekt (**Not in my back yard**) eine große Rolle bei der Akzeptanz gegenüber CCS. Hier ergab sich auch, dass das Vertrauen der Bevölkerung in die NGOs bei der Beurteilung von Umweltrisiken größer ist als in die Politik oder Industrie (De Coninck & Huijts 2004, Curry et al. 2004, Gough et al. 2001, Shackley et al. 2004).

Die beiden jüngsten Befragungen von Stakeholdern (van Alphen et al. 2007, Shackley et al. 2007) kamen u.a. zu dem Ergebnis, dass es von Seiten der Stakeholder aus dem Energiebereich fast durchweg eine positive Einstellung zu den CCS-Technologien gibt und dass die meisten NGOs eine skeptische Haltung gegenüber der Rolle von CCS in einem nachhaltigen Energieversorgungssystem haben. Allerdings ändert sich diese Haltung je nach räumlichen Bezug: bei der Diskussion über die Einführung von CCS auf nationaler, internationaler und globaler Ebene werden unterschiedliche Haltungen eingenommen (siehe auch Kap. 6.4).

Die angewendeten empirischen Methoden zur Erfassung der Einstellung sowie der Akzeptanz zur CCS-Technologie reichen in ihrer Bandbreite von breit angelegten repräsentativen Bevölkerungsumfragen bis zu eher qualitativ angelegten Face-to-face Interviews. Weitere

empirische Methoden, wie zum Beispiel Beobachtungen oder Experimente, werden nur sehr selten als Instrumente für die Erhebung von Akzeptanz verwendet, obwohl das Modellexperiment - wie bereits erwähnt - eine durchaus vertretbare Methode ist, die jedoch häufig aus Zeit- und Kostengründen in der Praxis nicht genutzt wird. Die Inhaltsanalyse wird besonders bei der Untersuchung über die Darstellung des Themas CCS in den Medien genutzt.

In einem Großteil der Studien wurden mehrere Befragungsformen (z.B. ein Methodenmix aus qualitativ geführten Interviews und schriftlich standardisierten Meinungsumfragen) miteinander kombiniert. Dies hat den Vorteil, dass im Vorfeld der eigentlichen Befragungen der Öffentlichkeit Expertenmeinungen über das Thema CCS erfasst werden können, mit Hilfe derer politisch relevante Möglichkeiten und Szenarien für die CCS-Technologien entwickelt werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse können dann ausgewogene und balancierte Informationen formuliert werden, die den Befragten in einer verständlichen Art und Weise (Laiensprache) als Grundlage im Vorfeld der Befragung dienen. Dieses Verfahren ist methodisch aufwendig, weil es mehrstufig angelegt ist, hat aber den Vorteil, dass die Befragten sich ein gewisses Maß an Wissen und somit auch eine Meinung zum Thema CCS bilden können. Erst nach einer Meinungsbildung kann dann auch eine Akzeptanz oder ablehnende Haltung entwickelt werden, die dann in einem letzten Befragungsschritt erfasst werden kann. In der Praxis haben sich mehrstufig angelegte Studien zum Thema CCS gerade deshalb bewährt, weil das Thema mit all seinen Implikationen in der Bevölkerung häufig noch unbekannt ist.

Die Methodik betreffend kann schlussfolgernd gesagt werden, dass die bereits existierenden Akzeptanzstudien unterschiedliche Forschungsansätze haben und dass daher eine Kombination unterschiedlichster empirischer Methodiken auch für die vorliegende Studie als geeignet betrachtet wurde, um die Akzeptanz von CCS zu erfassen.

Inhaltlich deuten die Ergebnisse der Studien darauf hin, dass zum Erreichen der öffentlichen Akzeptanz von CCS neutrale und transparente Informations- und Aufklärungskampagnen notwendig sind. Hierbei sollte insbesondere auch eine bilaterale Kommunikation stattfinden. Die Themen der Kampagnen sollten/müssen die Ursachen des Klimawandels und alle anderen Optionen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen incl. der CCS-Technologie behandeln, um Neutralität und Unvoreingenommenheit zu vermitteln. Die Kampagnen sollten möglichst in Zusammenarbeit mit den NGOs entwickelt werden, da ihnen ein hoher Grad an Vertrauen zugesprochen wird. Insbesondere die aktuelleren Untersuchungen (van Alphen et al. 2007, IEA 2007) weisen darauf hin, dass CCS als Brückentechnologie (Einsatz während eines begrenzten Zeitraums bis zum Ausbau der Erneuerbaren Energien) eher akzeptiert wird.

### **3.5 Darstellung und Auswertung vorhandener Erfahrungen aus internationalen Initiativen**

Auf internationaler Ebene werden derzeit unter Beteiligung zahlreicher europäischer Einrichtungen eine Reihe von Forschungsprojekten zu CCS durchgeführt (s. Abb. 3-1). Im Mittelpunkt der Projekte steht F&E zu technischen Komponenten der verschiedenen Routen zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung, zu Kosten der Abscheidung und zu verschiedensten Aspekten der Lagerung von CO<sub>2</sub>. Eine Reihe von Unternehmen der Energiewirtschaft hat den Bau von Pilot- und Demonstrationsanlagen aufgenommen bzw. großtechnische Anlagen zur Energieerzeugung mit CO<sub>2</sub>-Abtrennung angekündigt (vgl. Abb. 3-1). Fragen zum Akzeptanzverhalten sind

hier nicht Gegenstand der Arbeiten, auch wenn in einzelnen Projekten auf die Rolle der Akzeptanz hingewiesen wird.

Zusätzlich werden in Projekten des 6. Rahmenprogramms der Europäischen Union Fragen zu den für Gesetzgebung und Regulierung wichtigen Aspekten wie z.B. Sicherheit der Einlagerung, langfristige Verantwortung für eingelagertes CO<sub>2</sub>, Risikoabschätzung usw. behandelt.

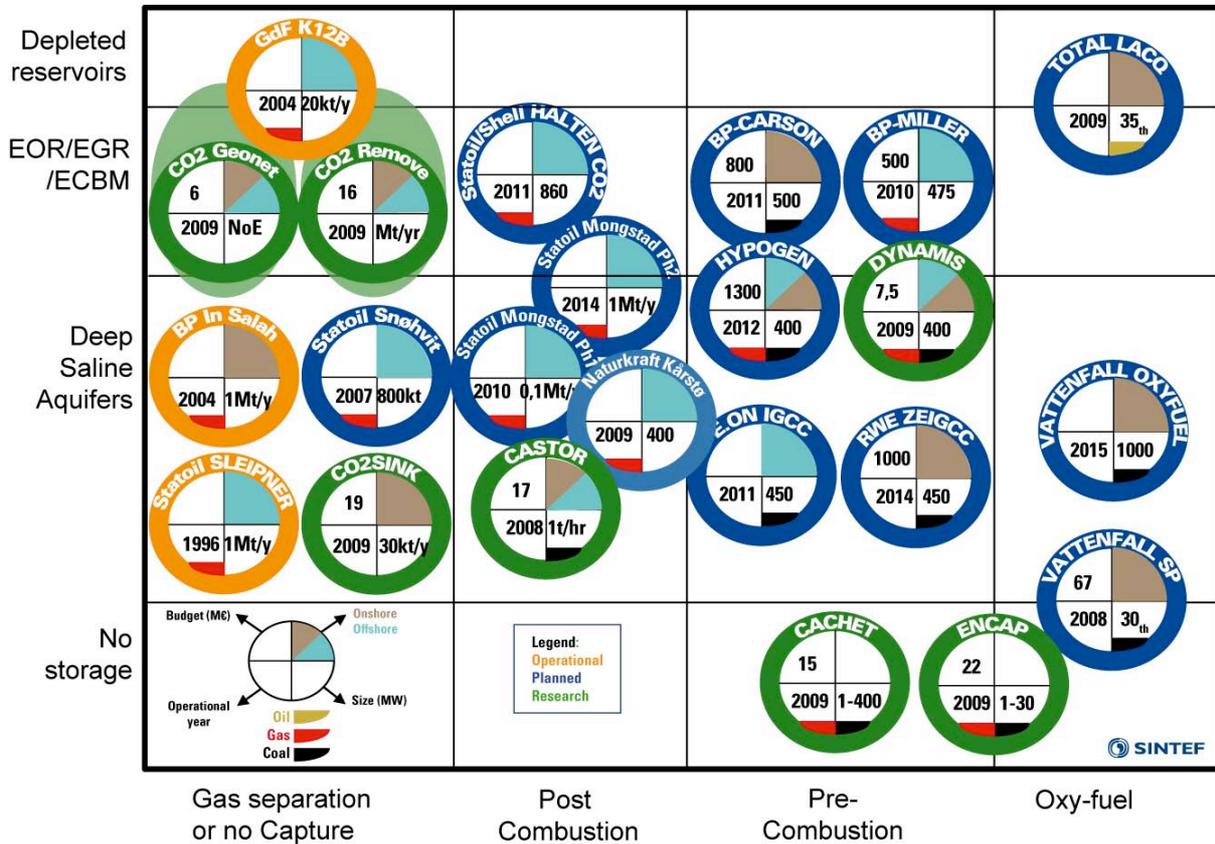


Abb. 3-1 Übersicht zu CCS-Projekten (Forschung und Planung/Bau)

Quelle: (DYNAMIS-Projekt 2006)

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Projekten bzw. Initiativen, die nicht direkt auf eigene Forschung zu CCS-Technologie und Lagerstätten ausgerichtet sind, sondern eher im forschungspolitischen Bereich anzusiedeln sind. Dazu zählen das *Carbon Sequestration Leadership Forum* (CSLF), das *European Climate Change Programme* (ECCP), die *European Technology Platform Zero Emission Fossil Fuel Power Plants* (ZEP TP) und das *European Research Area Network Fossil Energy Coalition* (FENCO). ZEP TP und FENCO stehen über eine *Governmental Group* in unmittelbarem Austausch.

Die hier genannten Initiativen sind sich der Notwendigkeit und Dringlichkeit der Analyse öffentlicher Akzeptanz bewusst und arbeiten zu diesem Thema in unterschiedlicher organisatorischer Form und Intensität.

- CSLF: Das *Carbon Sequestration Leadership Forum* ist eine internationale Initiative auf Regierungsebene zum Klimaschutz. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung fortschrittlicher kosteneffizienter Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur langfristig sicheren Lagerung von CO<sub>2</sub>. Die Initiative hat das Ziel, die Technologien international weit zu verbreiten und darüber hinausgehende weitere Aspekte von CO<sub>2</sub>-

Abscheidung und -Lagerung zu identifizieren und zu thematisieren. Dazu kann die Schaffung geeigneter technischer, politischer und regulatorischer Rahmenbedingungen für die Entwicklung dieser Technologien zählen. CSLF hat mit der EU und 21 Nationen derzeit 22 Mitglieder. Eine Mitgliedschaft ist für technische und politische Delegierte offen, die im Umfeld von Forschung und Entwicklung tätig sind und von nationalen Regierungen benannt werden (CSLF 2006).

Es ist u.a. Aufgabe der CSLF, Strategien zu entwickeln, die sich mit Fragen der öffentlichen Wahrnehmung beschäftigen. Gemeinsam mit der Internationalen Energieagentur (IEA) führte CSLF zwei Workshops zu rechtlichen Aspekten durch. Dazu wurde ein Diskussionspapier erarbeitet, welches sich in einem Kapitel auch mit Aspekten der Akzeptanz beschäftigt (IEA/CSLF 2006).

- ECCP: Mit dem European Climate Change Programme antwortete die Europäische Kommission im Juni 2000 auf die Klimaänderungen. Ziel des Programms ist es, alle notwendigen Elemente einer EU-Strategie zur Implementierung des Kyoto-Protokolls zu identifizieren und weiter zu entwickeln. Die Entwicklung des ersten ECCP-Programms führte zur Zusammenarbeit aller relevanten Interessengruppen, inklusive der Repräsentanten verschiedener Generaldirektionen der Kommission, der Mitgliedsstaaten, Industrie und Umweltorganisationen. Das zweite ECCP-Programm wurde im Oktober 2005 gestartet. Deren Arbeitsgruppe 4 widmet sich der Abscheidung und Lagerung von CO<sub>2</sub>. In diesem Zusammenhang findet die Frage der Akzeptanz keine besondere Beachtung (ECCP 2006).
- ZEP TP: Die europäische Kommission, Energiewirtschaft und Anlagenbauer sowie Forschungs- und Regierungsorganisationen haben gemeinsam die *European Technology Platform Zero Emission Fossil Fuel Power Plants* ins Leben gerufen, die alle Schlüsselakteure in diesem Feld zusammenbringt. Ziel der ZEP TP ist die Koordinierung und Formulierung einer strategischen Forschungsagenda (strategic research agenda (SRA)). Einhergehend mit der im 7. Rahmenprogramm genannten Priorität für "Near Zero Emission Power Generation" identifiziert und bewältigt die Technologie-Plattform Hindernisse für die Entstehung von hocheffizienten sog. Null-Emissions-Kraftwerken, welche die Umweltauswirkungen der Nutzung fossiler Ressourcen, insbesondere Kohle, erheblich reduzieren. Dazu zählt die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung, als auch Umwandlungstechniken mit substantiellen Verbesserungen des Anlagenwirkungsgrades, der Verfügbarkeit und der Kosten. Die Plattform ist offen und zugänglich für alle Interessengruppen (ZEP TP 2006).

Die ZEP TP-Arbeitsgruppe 5 *Communication & Public Acceptance* hat einen eigenen Beitrag zur Strategischen Forschungsagenda (SRA) formuliert und vier Bereiche für die Forschung definiert: (1) Gesellschaftliche Wahrnehmung von CCS, (2) Öffentliches Vertrauen, (3) Risikokommunikation und (4) Entwicklung von neuen Forschungswerkzeugen und -ansätzen, die sich öffentlicher Wahrnehmung und Einstellungen zu CCS widmen (ZEP TP WG5 Contribution to SRA 2006). In einer nach einer Umstrukturierung neu gebildeten Arbeitsgruppe konzentriert sich die Tätigkeit unter Federführung von Siemens auf Aspekte der Kommunikation.

- FENCO: Mit dem 6. Rahmenprogramm wurden ERA-NETs eingeführt als ein Instrument, das auf der Ebene europäischer Programme Kooperationen in Forschung und Entwicklung fördern soll. FENCO wurde ins Leben gerufen, um der Fragmentierung

der europäischen Forschung auf dem Gebiet fossil befeuerter Energietechnologien entgegenzuwirken und die Effektivität europäischer Programme und Ressourcen zu verbessern. Es zielt darauf ab, Kooperationen zu verbessern unter den Leitlinien einer koordinierten Forschungspolitik im Bereich fossil befeuerter Energietechniken. Die FENCO-Arbeitsgruppe 3 beobachtet europäische Aktivitäten zu Fragen der Akzeptanz. Darin ist CCS eingeschlossen (Höwener, H. et al. 2006). Für eine erste Runde von Ausschreibungen zu Forschungsthemen hat FENCO u.a. den Themenbereich „Akzeptanz und Kommunikation“ identifiziert. FENCO beabsichtigt, im ersten Quartal 2008 eine Ausschreibung zu starten.

Zu den (nationalen) Forschungsprogrammen hinsichtlich Energietechniken auf der Basis fossiler Energieträger, die neben anderen den Hintergrund für FENCO bilden, zählen CATs (A Strategy for Developing Carbon Abatement Technologies for Fossil Fuel Use - Carbon Abatement Technologies Programme, Großbritannien), COORETEC (Forschungs- und Entwicklungskonzept für emissionsfreie, fossil befeuerte Kraftwerke, Deutschland), CATO (CO<sub>2</sub> Capture, Transport and Storage, Niederlande) und CLIMIT (Programme for Natural Gas Power with Improved Environmental Performance, Norwegen).

- CATs: Das frühere Clean Coal Technology (CCT) Programme des DTI ist in das Cleaner Fossil Fuels Programme aufgegangen. Es unterstützte die Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung zu sauberen Kohletechnologien und förderte den Technologietransfer und -export. Eine Übersicht zu CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung forderte, das bestehende Programm anzupassen hinsichtlich der Entwicklung und des Einsatzes von Technologien zur Vermeidung von Kohlenstoffemissionen (CATs-Programm 2006).
- COORETEC: Das gegenwärtige COORETEC-Konzept betont die großen Potenziale von Kohle- und Gasbetriebenen Kraftwerken hinsichtlich Effizienz und Umweltschutz. Zur gleichen Zeit versetzt es Deutschland in die Lage, aufzuholen und sich an internationale Unternehmungen zur Vermeidung von Emissionen fossil befeuerter Kraftwerke einschließlich der sicheren Lagerung von CO<sub>2</sub> zu beteiligen (BMW 2006).
- CATO: Das Ziel von CATO ist die Bildung eines starken Kompetenz-Netzwerks im Bereich von CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Transport und -Lagerung. Damit wollen die Niederlande gut vorbereitet sein auf einen möglichen Übergang zu einer umfangreichen Nutzung von sauberen fossilen Brennstoffen in der niederländischen Energiewirtschaft (CATO-Programm 2006).
- CLIMIT: Die norwegischen Aktivitäten zu gasbetriebenen Kraftwerken und zu CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung sind im CLIMIT-Programm zusammengefasst. Gassnova und der norwegische Forschungsrat betreiben das Programm gemeinsam im Auftrag der norwegischen Regierung. Das Programm umfasst die Förderung aller Phasen von der Forschung über Entwicklung bis hin zur Demonstration von Technologien (CLIMIT-Programm 2006).

Die vier Forschungsprogramme sind über die jeweiligen nationalen Projektpartner in FENCO repräsentiert. Eine vergleichende Analyse der Forschungsprogramme hat dazu beigetragen, „Akzeptanz und Kommunikation“ als Topic für eine erste FENCO-Ausschreibung zu benennen. Damit wird die Bedeutung von Akzeptanz und Kommunikation für eine großtechnische Einführung von CCS-Technologien hervorgehoben.

In Deutschland wurde im Herbst 2007 von der Wirtschaft ein Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk (IZ Klima) gegründet, das sich ebenfalls mit Fragen der öffentlichen Akzeptanz beschäftigt. Ob das IZ Klima von der Öffentlichkeit einen Glaubwürdigkeitskredit erhält, muss sich noch erweisen. Erste Reaktionen von einigen deutschen NGOs weisen darauf hin, dass diese hinsichtlich IZ Klima eine Glaubwürdigkeitslücke identifizieren (Projektkommunikation mit NGOs siehe auch Kapitel 6.5).

### **3.6 Auswertung und Erfahrungen aus Akzeptanzanalysen zu bestimmten Energietechnologien (Erneuerbare Energie-Windenergie, Kernenergie, Erdgasspeicher)**

#### **3.6.1 Kriterien der Akzeptanz bei Energie-Technologien**

Häufig genutzte Methoden zur Akzeptanzmessung (siehe Kapitel 3.1 sowie 3.4) sind in erster Linie verschiedene Formen der Befragung. Daneben gibt es Experimente, Studien- und Medienanalysen sowie die Beobachtung und Darlegung verschiedener Akteure. Die Ablehnung einer Technik oder Technologie kommt außer in publizierten Ergebnissen von Befragungen und Umfragen in Protesten zum Ausdruck. Stellt man die Frage nach der Akzeptanz einer Technologie, die noch in der Erprobungsphase ist und daher von der Öffentlichkeit bisher nicht oder wenig wahrgenommen wird, so liegt es nahe, die Erfahrungen aus anderen Technologiebereichen heranzuziehen. Diese Möglichkeit wird im Rahmen der vorliegenden Studie für die Kernenergie, die Windenergie und die Erdgasspeicherung durchgeführt.

Folgende Kriterien, die einen Einfluss auf die Akzeptanz von Energietechnologien haben müssen betrachtet werden, um bereits gesammelte Erfahrungen aus anderen Technologiebereichen vergleichend heranziehen zu können. Im Einzelnen handelt es sich um

- Risikowahrnehmung: Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß,
- Regionalität,
- Zentralität – Dezentralität,
- Generationengerechtigkeit,
- Indirekte Technologiewirkungen und dual use (z.B. Proliferation),
- Konkurrierenden wirtschaftlichen Nutzen sowie
- Konkurrierende Güter.

#### **Risikowahrnehmung**

Die Akzeptanz von Technologien hängt sehr stark von der Risikowahrnehmung des Einzelnen ab. Die systematische Abfrage dieser Risikowahrnehmung wird in der Akzeptanzforschung nach definierten Kriterien, das sind qualitative Risikomerkmale, vorgenommen. Diese können beispielsweise sein (in den Klammern wird die Ausprägung des Kriteriums als Erhöhung bzw. Verringerung des wahrgenommenen Risikos aufgeführt) (Renn/Zwick, S. 92):

- Katastrophenpotential eines Schadensfalls (groß/gering),
- Bekanntheitsgrad (unbekannt/bekannt),

- Verständnis der Schadenswirkung (nicht verstanden/verstanden),
- Unsicherheit (Risiko ist wissenschaftlich unbekannt/bekannt),
- Beherrschbarkeit (nicht beherrschbar/beherrschbar),
- Freiwilligkeit der Risikoübernahme (unfreiwillig/freiwillig),
- Auswirkungen auf zukünftige Generationen (Risiko/kein Risiko für künftige Generationen),
- Bestimmbarkeit potenzieller Opfer (bestimmbar/nicht bestimmbar),
- Schrecklichkeit (groß/gering),
- Vertrauen in Institutionen (nicht vorhanden/vorhanden) usw.

Eine detaillierte Untersuchung des Kriterienbereichs Risikowahrnehmung findet sich in Kapitel 4.

### **Regionalität**

Die regionale Verteilung von Kosten und Nutzen kann für Energietechnologien von hoher Bedeutung sein. Hier kommt zum einen eine mögliche Konzentration von Anlagen und Technologien zum Tragen, die dazu führen kann, dass „Reizschwellen“ überschritten werden. Zum anderen können regionale Disparitäten auftreten, wenn der Nutzen von Technologien nicht zumindest zum Teil mit den von ihnen verursachten Kosten zusammen fällt. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn die Technologien Prozesse beinhalten, bei denen Reststoffe mit stark negativen Eigenschaften anfallen, die nicht in der Region entsorgt werden sollen, in welcher der Nutzen durch den Einsatz der Technologie geerntet wird.

### **Zentralität-Dezentralität**

Technologien mit einem stark zentralen Charakter können ein anderes Profil entwickeln als Technologien mit einem stark dezentralen Charakter. Während es bei zentralen Technologien – in der Regel Großtechnologien – für den Betreiber eher möglich ist, direkte Anrainer dafür zu entschädigen, die Existenz der Anlagen hinzunehmen, ist dies bei dezentralen Technologien weniger der Fall. Hier ist die Zahl der direkten Anrainer höher und die Wahrnehmbarkeit durch die Verbreitung in der Fläche größer. Allerdings kann sich eine Opposition, die aus der wahrgenommenen Gefährdung globaler Güter motiviert ist, bei zentralen Technologien leicht auf einzelne Projekte konzentrieren.

### **Generationengerechtigkeit**

Das Kriterium der Generationengerechtigkeit bzw. der Auswirkungen des Risikos auf zukünftige Generationen kommt auch in der Risikowahrnehmung vor. Es hat allerdings gerade in Bezug auf die CCS-Technologien relevanten Einfluss auf die Akzeptanz in der Öffentlichkeit, so dass es sinnvoll erscheint, das Kriterium explizit zu nennen. Der Begriff Generationengerechtigkeit ist in der Regel sehr weit gefasst. Generationengerechtigkeit ist erreicht, wenn die Chancen zukünftiger Generationen auf Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse mindestens so groß sind wie die der heutigen Generation, so die allgemeine Definition. Für den vorliegenden Fall der Technologieakzeptanz ergibt sich noch die Forderung, dass die nachfolgenden Generationen nicht durch das Wirken der jetzigen Generation Belastungen ausgesetzt sind, die sie in ihrer Entwicklung gefährdet.

### **Indirekte Technologiewirkungen**

Indirekte Technologiewirkungen können sich positiv oder negativ bemerkbar machen. Schafft beispielsweise eine Technologie neue Arbeitsplätze, so wird dadurch die Akzeptanz dieser Technologie erhöht. Vernichtet sie Arbeitsplätze, ist das Gegenteil der Fall. Auch die Möglichkeit auf Technologieführerschaft und damit die Exportchancen für ein Land wären eine indirekte Technologiewirkung. Der dual use, also die Nutzbarmachung einer Technologie in einem anderen Anwendungsbereich gehört ebenfalls in diese Kategorie. Dies kann auch den Missbrauch einer Technologie z.B. zur Herstellung von Waffen beinhalten.

### **Konkurrierender Wirtschaftlicher Nutzen**

Die Akzeptanz von Technologien an sich oder von einzelnen technischen Anlagen hängt auch stark von ihrem Einfluss auf bestehende oder mögliche zukünftige wirtschaftliche Aktivitäten ab. Wenn solche Aktivitäten gefährdet sind oder eine Gefährdung gesehen wird, kann es zu einer Opposition gegen die geplanten Projekte kommen. Grundsätzlich lassen sich mögliche wirtschaftliche Einbußen zwar monetär kompensieren, aber hierzu muss eine Übereinkunft gefunden werden, in wie weit tatsächlich Einflüsse vorliegen und wie diese zu bewerten sind. Noch schwieriger wird es, eine Kompensation auszuhandeln, wenn ein konkurrierender wirtschaftlicher Nutzen nur bei einer Betriebsstörung auftritt, weil in diesem Fall zusätzlich noch Eintrittswahrscheinlichkeiten bewertet werden müssen.

### **Konkurrierende Güter**

Bei konkurrierenden Gütern kann es sich z.B. um die Umwelt an sich, um die Natur im Sinne des Naturschutzes, um „Landschaft“ als eine ästhetische Einheit, um menschliche Gesundheit oder auch um Denkmäler handeln. Zum Teil sieht die Gesetzgebung Kompensationen vor, wenn offiziell schutzwürdige Güter beansprucht werden, wie z.B. Ausgleichsflächen für beeinträchtigte Naturschutzgebiete. Das Verhältnis von Technologien und konkret von Anlagen, die diese Technologien nutzen, zu solchen Gütern kann die Akzeptanz stark beeinflussen. Dabei wird der Schutz von solchen konkurrierenden Gütern oft auch – aber nicht ausschließlich – von Nichtregierungsorganisationen wie z.B. den Umweltverbänden getragen. Diese weisen inzwischen einen hohen Grad an Professionalität auf und sind fachlich kompetent. Im Gegensatz zur Aushandlung von Kompromissen bei wirtschaftlichen Fragestellungen sind diese Verbände nur beschränkt in der Lage ihre Positionen in Kompensationslösungen zu verändern, da sie dadurch von ihren Kernzielen abrücken würden.

Die gerade genannten Kriterien werden, soweit wie möglich, bei den folgenden vergleichenden Betrachtungen zur Akzeptanz von anderen Energietechnologien (Kern- und Windenergie, Erdgasspeicher) herangezogen.

### **3.6.2 Gesellschaftliche Akzeptanz von Kernenergie**

Die Kernenergie ist eine Technologie, die von Anfang an sehr kontrovers wahrgenommen wurde und massive Proteste in der breiten Bevölkerung hervorgerufen hat. Die Ablehnung dieser Technologie führte gar in einigen Fällen dazu, dass Kraftwerke nicht gebaut oder nicht in Betrieb genommen werden konnten (vgl. u. a. Renn, Wahrnehmung und Akzeptanz technischer Risiken; Müller 1991; Geschichte der Kernenergie, Band 1; EMNID-Institut Dezember 1955; Mackenthun 2003, Wahrnehmung von Risiken in der Öffentlichkeit am Beispiel der Kernenergie).

## **Protestbewegungen**

Mit der Errichtung und Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Kernkraftwerke Stade und Würgassen Anfang der 1970er Jahre kam es zu massiven Protesten aus der Bevölkerung. Die Anti-Atomkraft-Bewegung wuchs bis Mitte der 1980er Jahre zur stärksten Bürgerrechtsbewegung der Bundesrepublik an.

Die ersten Widerstände gegen geplante Kraftwerke waren dabei nicht in der Kernenergienutzung an sich zu sehen, sondern sie entstand meist auf lokaler Ebene. Bei dem geplanten Kernkraftwerk im badischen Wyhl befürchteten die Winzer beispielsweise eine Beschattung ihrer Weinberge aufgrund von Wolkenbildung. Hier griff das Kriterium der konkurrierenden wirtschaftlichen Güter. 1975 wurde in Wyhl die erste Platzbesetzung durchgeführt, eine breitere Öffentlichkeit wurde aufmerksam. Auch an anderen Orten entstanden Widerstände, die dann nicht mehr nur lokal motiviert waren.

Zwei gesellschaftliche Entwicklungen haben der Protestbewegung zugespielt. Zum einen die seit den 1970er Jahren feststellbare Erhöhung des Bildungsniveaus, zum anderen die rasante Verbreitung von Massenmedien, dem Fernseher in erster Linie. Das führte zu einer höheren politischen Kompetenz und zu einem höheren Informationsstand der Bevölkerung.

Die Bewegung gegen die Nutzung der Atomkraft ging einher mit den Protesten von Umwelt- und Naturschützern, Menschenrechtlern und der Friedensbewegung. 1972 wurde der Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz (BBU) gegründet, der in der „Hochzeit“ der Anti-Atomkraft-Bewegung etwa 150 Bürgerinitiativen mit insgesamt ca. 160.000 Mitgliedern vertrat. 1974 kam es als Folge der wachsenden Bedeutung von Umweltfragen in der Politik und im Verwaltungshandeln zur Gründung des Umweltbundesamtes (UBA); die Gründung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erfolgte jedoch erst 1986, unter anderem als Folge des Unfalls von Tschernobyl. 1975 wurde der Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND) gegründet, 1977 das Öko-Institut. Ab 1977 bildeten sich in verschiedenen Bundesländern „Grüne Listen“, die im Januar 1980 zur Gründung der Bundespartei „Die Grünen“ führten. Der Unfall von Harrisburg (USA) 1979 spaltete auch die großen Parteien hinsichtlich ihrer Energiepolitik, die SPD setzte sich ab dann für fossile Energieträger und Energiesparen ein.

Der Einzug der „Grünen“ in den Bundestag 1983 hat aufgezeigt, dass ein großes, von den etablierten Parteien vernachlässigtes Bedürfnis in der Bevölkerung nach Schutz des eigenen Lebensraumes vorhanden war. Diesen Lebensraum nahm ein beachtlicher Teil der Öffentlichkeit als bedroht wahr. Der Reaktorunfall von Tschernobyl schürte in der Bevölkerung die Angst vor Verstrahlung und Zerstörung. 1989 ging das bisher letzte Kernkraftwerk in Deutschland ans Netz. 2000 wurde der Atomausstieg zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgern vereinbart. Das Problem der Endlagerung des Atommülls ist dabei noch nicht gelöst.

Bis heute sind die Gegner der Kernenergie nicht einheitlich organisiert, sondern meist in einzelnen Gruppen vertreten. Aufgrund der vorherrschend linken Ausrichtung hat die Anti-Atomkraft-Bewegung, die ihre Anhänger ursprünglich aus allen politischen Lagern heraus rekrutiert hatte, viele von ihnen wieder verloren. Gleichwohl sind Befürworter auch zu Gegnern geworden, wie beispielsweise Klaus Traube, der für die Entwicklung des Schnellen Brütters mit verantwortlich war, oder Carl Friedrich von Weizsäcker. Solche Prominenz hatte Breitenwirkung.

## Die öffentliche Meinung zur Kernenergie

Das Emnid-Institut führt seit 1974 zu den Energieträgern kontinuierlich repräsentative Umfragen durch. Bei der Frage nach den Energieträgern, die besonders gefördert werden sollten, lag 1974 die Kernenergie wohl aufgrund der Ölkrise mit 44 Prozent an erster Stelle. Nach dem Unfall im amerikanischen Harrisburg 1979 sank dieser Anteil auf nur noch 16 Prozent. Seit dem hat die Kernenergie ihre Anhängerschaft nicht mehr nennenswert vergrößern können. Bis 1985 konnten 23 % als Befürworter der Kernenergie verzeichnet werden. Nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl 1988 sackte die Kernenergie auf zwischenzeitlich 9 % ab.

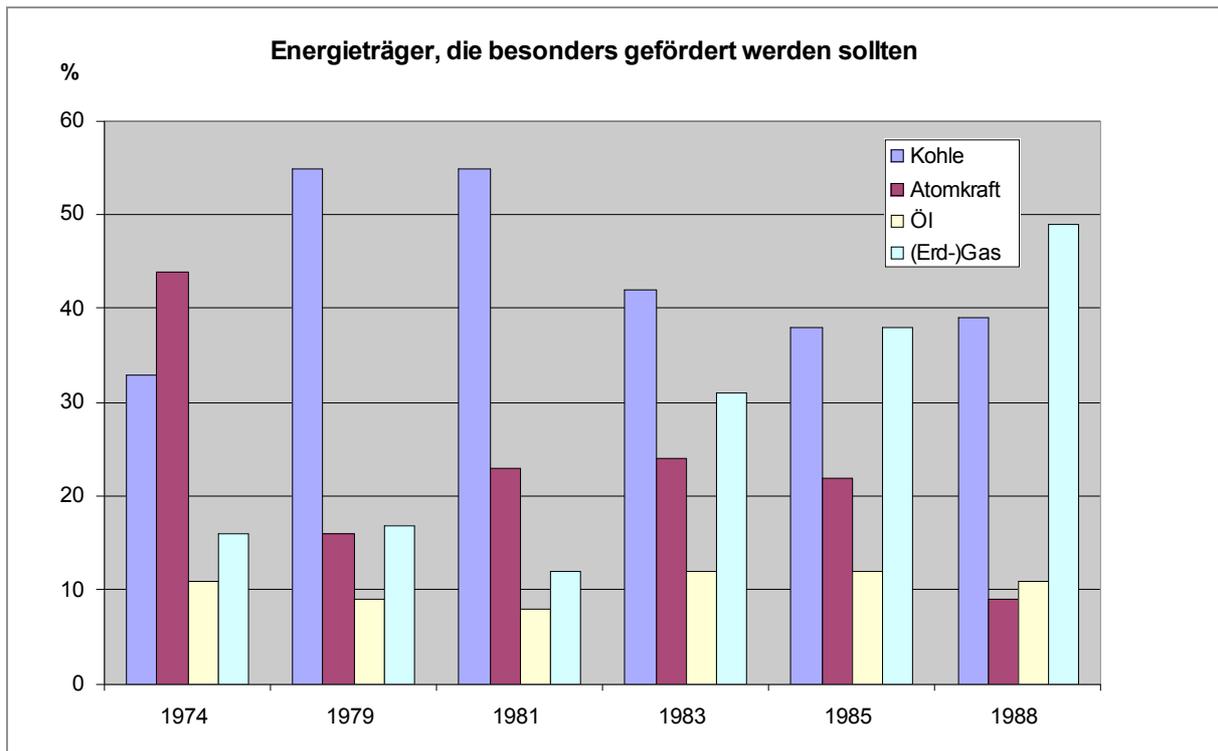


Abb. 3-2 Einstellungen zur Kernenergie I, nach Emnid-Institut; aus: Mackenthun-Vortrag 2003

Auch bei der Frage: „Auf welche Energieträger könnte man in der Bundesrepublik Ihrer Meinung nach am besten verzichten?“ haben die Unfälle von Harrisburg und Tschernobyl direkte Auswirkungen auf die Umfrageergebnisse.

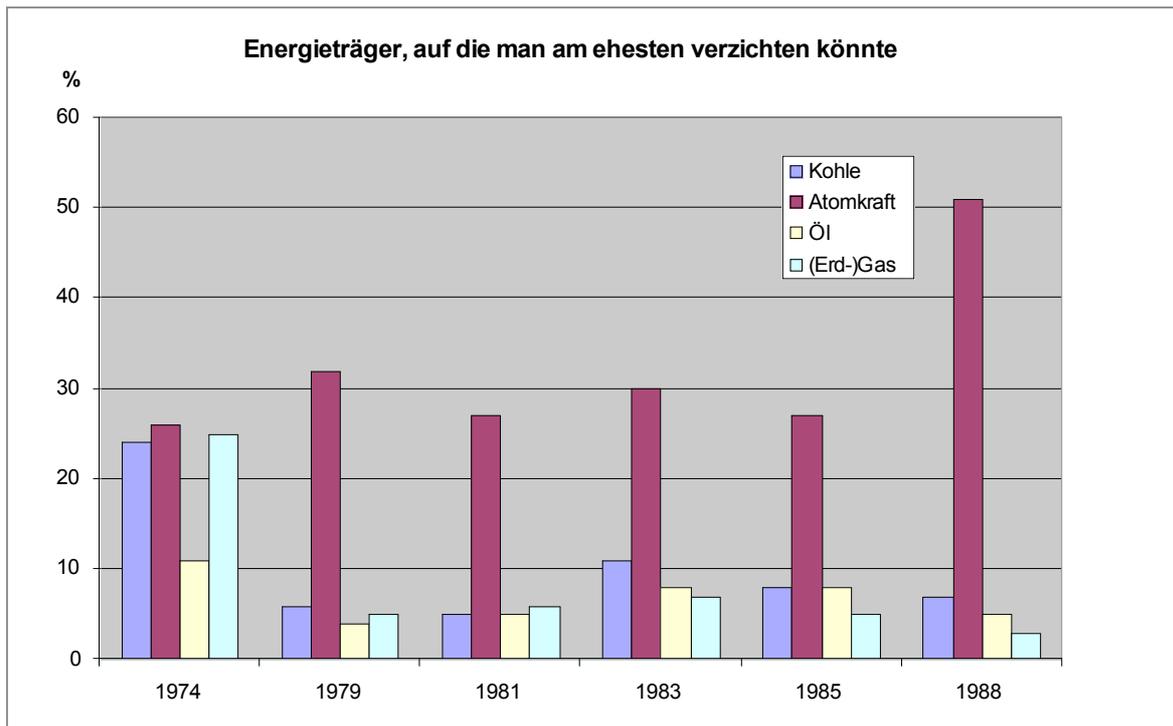


Abb. 3-3 Einstellungen zur Kernenergie II, Emnid-Institut; aus: Mackenthun-Vortrag 2003

Zwischen 1974 und 1985 pendelte die Meinung, dass man auf Kernenergie am ehesten verzichten könnte, zwischen 26 und 32 Prozent. Harrisburg machte sich insofern bemerkbar, als man den fossilen Energieträgern danach einen wesentlich höheren Stellenwert im Vergleich zur Kernenergie zumaß. Nach Tschernobyl waren dann 51 Prozent der Ansicht, auf Kernenergie könne man am ehesten verzichten.

Auch das Institut für Demoskopie in Allensbach führt seit 1966 Befragungen zur Technikakzeptanz durch und stellt fest, dass „die“ Deutschen durchweg technikbegeistert sind. Nur bei Großtechnologien wie beispielweise Kraftwerken, Autobahnen oder Eisenbahntrassen überwiegt die Ablehnung.

Bei einer Umfrage von Renn/Zwick 1995 zu Techniken, die besonders gefördert werden sollten, stand die Kernenergie auf Platz 23, sogar zwei Plätze hinter der Gentechnik und einen Platz vor der Waffentechnik. Als besonders förderungswürdig befanden die Befragten auf Platz 1 und 2 die Windenergietechnik und das Fahrrad.

Die Europäische Union führt seit 1982 Erhebungen zu Energiefragen, insbesondere zur Kernenergie durch (Eurobarometer, 1982, 1984, 1986, 1987, 1989, 1991, 1993, 2002, 2005). Danach stieg seit 1978 die Zustimmung zur Kernenergie in Deutschland auf ca. 46 Prozent an. Nach dem Unfall von Tschernobyl 1986 sank die Zustimmung auf nur noch 27 Prozent und stieg dann nur noch kurzfristig wieder leicht an (1989: 30 %; 1991: 23 %). Die Kernenergie als Lösung für das Energieproblem sahen 1982 noch 30 Prozent der Befragten in Deutschland. Bis 1986 ging dieser Prozentsatz auf 18 Prozent zurück. Entsprechend entwickelte sich auch die Zustimmung zur Anti-Atom-Kraft-Bewegung in der Bevölkerung. Die Anhänger der Kernenergie sind zumeist männlich, gut gebildet und dem konservativen politischen Lager zuzuordnen. Auch in den 1990er Jahren blieb die Zahl der Befürworter von Kernenergie in Deutschland unter 20 %. Die letzte Barometer-Umfrage fand im Oktober/November 2005 statt. Die Auswertung wurde im Januar 2006 veröffentlicht. Danach

sprachen sich in Deutschland 17 Prozent der Befragten für einen weiteren Ausbau der Kernenergie aus, EU-weit waren es nur 12 Prozent (siehe Abbildung 2-4).

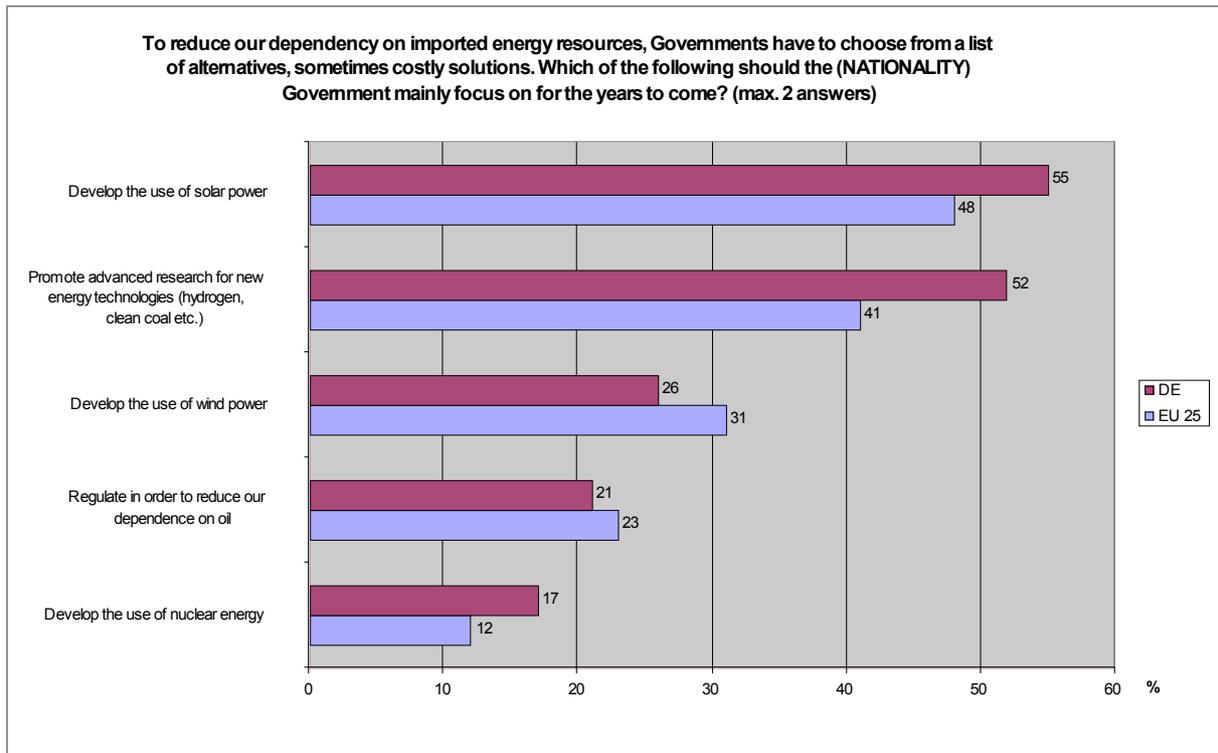


Abb. 3-4 Umfrage von Euro-Barometer, 2005

Neuere Umfragen attestieren der Kernenergie wieder Pluspunkte aufgrund der Tatsache, dass Kernkraftwerke kein CO<sub>2</sub> ausstoßen. Gemäß einer für das Magazin ZEITWissen vom Emnid-Institut durchgeführten Studie vom Frühjahr 2006 sprachen sich 47 Prozent der Bevölkerung dafür aus, dass „angesichts der Probleme mit fossilen Brennstoffen auch über eine Wiederbelebung der Kernenergie nachgedacht werden sollte“.

### Risikominimierung durch Sicherheit

Die Risikowahrnehmung von Kernenergie ist eng verknüpft mit der Sicherheit von Kernkraftwerken. Daher werden die an Kernkraftwerke gestellte Sicherheitsanforderungen immer höher.

Die erste Reaktorgeneration ist in den 1950er und 1960er Jahren in den so genannten Prototypreaktoren entwickelt worden. In den meisten frühen Kernkraftwerken kamen Siedewasserreaktoren (SWR) zum Einsatz, da diese einfacher zu konstruieren und zu regeln sind (z.B. Shippingport 1957, Dresden 1960, Fermi I 1963). Die zweite Generation von kommerziellen Leistungsreaktoren kam in den 70-er Jahren und befindet sich bis heute im Betrieb (Druckwasserreaktoren, Siedewasserreaktoren). Seit den 1990-er Jahren ist die dritte Reaktorgeneration entwickelt worden. Die Reaktoren dieser Generation verfügen über ein verbessertes Sicherheitskonzept (Mehrbarrierenkonzept) und Design, kombiniert mit einer besseren Wirtschaftlichkeit. Aufgrund des weltweit geplanten Ausbaus von Kraftwerken bis 2030 werden die Reaktoren der Generation III noch weiter entwickelt (so genannte Generation III+). Der zurzeit im Bau befindliche Europäische Druckwasser-Reaktor (European Pressurized Water Reactor - EPR) gehört zu dieser Kraftwerksgeneration (Advanced Nuclear Power, No.10, April 2004).

Auf internationaler Ebene hat sich ein Forum für die Entwicklung der innovativen Reaktortypen (Generation IV International Forum, GIF) unter Beteiligung von zehn Ländern gebildet. Das Ziel des GIFs ist die Entwicklung des zukünftigen Kernenergiesystems, das imstande sein soll, die modernen Anforderungen an Sicherheit, Endlagerung, Verbreitung und öffentlicher Wahrnehmung zu erfüllen und dabei Energie zu wettbewerbsfähigen Preisen zuverlässig zu erzeugen. Kernkraftwerke mit solchen Reaktoren sollen ab 2030 gebaut werden, d. h. zu einem Zeitpunkt, an dem die modernen Kraftwerke am Ende ihrer betrieblichen Lebensdauer ankommen (Generation IV Roadmap 2002).

Im Rahmen des Projekts Generation IV Technology Roadmap ([www.gen-4.org](http://www.gen-4.org)) sind die Ziele für die zukünftigen Kernenergiesysteme mit den Schwerpunkten auf Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit, Nichtverbreitung von Kernwaffen entwickelt worden (Generation IV Roadmap Report 2002).

Eine der Besonderheiten der Kernenergie ist die drastische Asymmetrie zwischen zwei Aspekten: technologische Entwicklung und die öffentliche Akzeptanz. Trotz Fortschritts der Funktionssicherheit der modernen Kernkraftwerke (WNA, Safety of Nuclear Power Reactors 2006) veränderte sich die öffentliche Meinung über die Kernenergie kaum. So wird beispielsweise erneut in den Medien über Schwierigkeiten und Verzögerungen bei dem modernen EPR Kernkraftwerksbau in Finnland, Olkiluoto berichtet (Die Zeit „Kernkraft ist kein Klimaschutz“ 2006). Solche Nachrichten sind negativ konnotiert, erhöhen die Risikowahrnehmung erneut und beeinflussen die Ablehnung der Kerntechnik in der Öffentlichkeit.

### Kriterien zur Akzeptanz der Kernenergie

Zusammenfassend werden die eingangs erwähnten, allgemeinen Kriterien zur Akzeptanz von Energietechnologien auf die Kernenergie angewandt.

Tab. 3-4 Kriterien zur Akzeptanz von Energietechnologien angewandt auf die Kernenergie

Kriterium	Kernenergie
Risikozuordnung: Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß	Gering/extrem hoch
Regionalität	Betrieb und Lagerung unterschiedlich
Zentralität-Dezentralität	Zentral
Generationengerechtigkeit	Gefährdet (Atommüll)
Indirekte Technologiewirkungen und dual use (z.B. Proliferation)	Gegeben
Konkurrierender wirtschaftlicher Nutzen	Nicht relevant
Konkurrierende Güter	Wasser (Betrieb); Boden (Lagerung)

### Risikowahrnehmung

Die Risikowahrnehmung ist eine der bedeutendsten Einflussgrößen für die Akzeptanz, die schon allein durch das Schadensausmaß gefährdet ist. Wie in den Zeitreihen dargestellt,

sank die Akzeptanz durch große Unfälle wie Harrisburg oder Tschernobyl deutlich. Häufigere, in ihrem Ausmaß weniger bedrohliche bzw. weniger in der Öffentlichkeit wahrgenommene Unfälle hatten keinen solchen Einfluss auf die Akzeptanz.

Die Risikowahrnehmung bezieht sich dabei sowohl auf den Betrieb von Kernkraftwerken als auch auf den Transport und die Lagerung von Atommüll. Die im vorigen Kapitel beschriebene Erhöhung der Betriebssicherheit von Kernkraftwerken führt allerdings aufgrund des angenommenen hohen Schadensausmaßes nicht zwangsläufig zu einer geringeren Risikowahrnehmung.

### **Regionalität**

Das Kriterium der Regionalität spielt im Falle der Kernenergie eine Rolle, da Stromerzeugung und Atommülllagerung regional getrennt erfolgen. Es liegt daher eine Disparität vor, die zu Ablehnung führen kann. Die Bevölkerung von Gorleben stellt sich die Frage, warum sie sich dem Risiko der Endlagerung von atomarem Material aussetzen soll, wo doch die gesamte Bevölkerung aus dem Atomstrom Nutzen zieht.

### **Zentralität – Dezentralität**

Kernkraftwerke sind eine Technologie, die durch Zentralität charakterisiert ist. Der Strom wird zentral erzeugt. Ähnlich sieht es mit der Lagerung des Atommülls aus. Da das Problem der Endlagerung noch nicht gelöst ist, steht die Beantwortung dieser Frage jedoch noch aus.

### **Generationengerechtigkeit**

Auch bei diesem Kriterium ist die Endlagerung der kritische Punkt. Zu unterscheiden sind schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle, die sich in ihrer Strahlungsdauer und -intensität unterscheiden. Insbesondere die Entsorgung der mittel- und hochradioaktiven Abfälle stellt aufgrund der Halbwertszeiten eine große Herausforderung dar. Die typische Strahlungsdauer, z.B. für Plutonium 239, liegt bei 241.000 Jahren. Informationen über die Lagerstätten müssen über Jahrtausende hinweg erhalten bleiben. Mit der Hinterlassung von dauerhaft hoch gefährlichem Material ist die Generationengerechtigkeit massiv betroffen.

### **Indirekte Technologie-Auswirkungen**

Die zivile Nutzung der Kernenergie folgte geschichtlich erst nach der militärischen Nutzung. Dieser Weg kann auch umgekehrt gegangen werden. Die zivile Nutzung kann die Möglichkeit eröffnen, waffenfähiges Plutonium herzustellen und damit Atomwaffen zu bauen. Die Gefahr der Proliferation ist daher ein akutes und auch aktuelles Problem der Kerntechnik. Auf der anderen Seite gibt es auch die medizinische Nutzung der Kerntechnik.

### **Konkurrierender wirtschaftlicher Nutzen**

Die ersten Proteste gegen das geplante Kernkraftwerk in Wyhl lagen im konkurrierenden wirtschaftlichen Nutzen begründet, und nicht in erster Linie in der Angst vor Strahlung. Die Winzer und Bauern befürchteten Einbußen bei ihren Erträgen (diese Befürchtungen haben sich aber nicht bestätigt bzw. sind heute nicht mehr relevant). Aus dieser Protestbewegung heraus entwickelte sich die größere, mehr auf Risikoaspekte der Technologie fokussierte Bewegung. Damit lagen zwei Dynamiken in dieser Entwicklung: zum einen die Bewegung vom lokalen Widerstand zum bundesweiten Widerstand. Die Vor-Ort-Bevölkerung konnte sich die zunehmende Unterstützung breiter Bevölkerungsteile sichern. Zum anderen die Veränderung der zu Grunde liegenden Motivation.

### **Konkurrierende Güter**

Problematisch können hier lange Trockenzeiten werden, wenn die Flüsse nicht genug Wasser führen, um das Kühlwasser aufzunehmen. Dann kann es zur Abschaltung des Kernkraftwerkes kommen. In diesem Fall hat aber das Wasser Vorrang vor dem Kraftwerk. In Bezug auf die Endlagerung sind die Güter Boden und Grundwasser potentiell betroffen.

### **Relevanz für CCS**

Die öffentliche Meinung zur Kernenergie war von Beginn an durch extreme Positionen gekennzeichnet. Aufgrund des Atombombenabwurfs auf Hiroshima und Nagasaki war Atomenergie zunächst einmal negativ besetzt. Die positiven Verheißungen ihrer friedlichen Nutzung konnten dieses Bild nicht entkräften. Die Technologie der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und – Lagerung hingegen wird in der breiten Bevölkerung bisher aufgrund fehlender historischer Erfahrungen nicht negativ gesehen.

CCS hat mit der Diskussion um die Kernenergie allerdings einige Diskussionskontexte gemeinsam.

1. Der sicherheitsrelevante Kontext (Kriterium der Risikowahrnehmung): In der Diskussion wird es weniger um die Betriebssicherheit von CCS-Anlagen gehen, als vielmehr um den Transport und die Lagerung. Wie sicher ist der Transport von CO<sub>2</sub> in Pipelines? Im Bereich der Kernenergie gab und gibt es vielfältige Proteste gerade während des Transportes. Bei CCS könnte sich daher ein weites Feld verschiedener Sicherheitskonzepte zur Minimierung von Unfällen und Leckageraten entwickeln.
2. Der Kontext der langfristigen stabilen und sicheren Lagerung (Kriterium der Generationengerechtigkeit): Da es sich auch bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung um sehr langfristige Zeithorizonte handelt, ist davon auszugehen, dass in der Öffentlichkeit die Endlagerung von CO<sub>2</sub> mit der von Atommüll assoziiert wird, auch wenn das Gefahrenpotenzial von Atommüll vergleichsweise höher einzuschätzen ist. Da die möglichen Auswirkungen von CO<sub>2</sub> in entsprechenden potenziellen Lagerstätten aber noch nicht hinreichend erforscht sind, kann ein Gefahrenpotenzial für die Bevölkerung im engeren Sinne noch nicht formuliert werden. Der theoretische gesellschaftliche Nutzwert von CCS steht damit einem (noch) nicht zu beschreibendem gesellschaftlichen und subjektiv empfundenen Risiko gegenüber.
3. Der lokale Kontext (Kriterium des konkurrierenden wirtschaftlichen Nutzens): Die CO<sub>2</sub>-Lagerung sollte unter Einbindung der gesamten lokalen Wirtschaftskette und der Bevölkerung geplant und durchgeführt werden, damit es nicht zu lokalen, sich ausbreitenden Protesten kommt.
4. Der energie- und klimapolitische Kontext: Hier besteht die Frage, ob Deutschland die CCS-Technologien als strategische Maßnahme zur Minderung des Treibhauseffekts nach 2020 ergreifen wird. Da CCS bis zum Jahr 2020 nicht im großtechnischen Maße zur Verfügung steht, wird die Technologie bis dahin keinen wesentlichen Beitrag zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beitragen. Wohl aber darüber hinaus. Auch die globale Dimension des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, der „Energiehunger“ der sich industrialisierenden Staaten sowie die sich daraus ergebenden Exportchancen für Deutschland spielen eine Rolle.

5. Der ökonomische Kontext: das Versprechen günstiger Strompreise (unter Klimaschutz Gesichtspunkten im Vergleich zu möglichen Alternativen).

### **3.6.3 Akzeptanz von Windenergie**

Mit der steigenden Nutzung der Windenergie in Deutschland kam es parallel zu einer öffentlichen Diskussion über die Vorteile und Nachteile der Windenergie. Diese Diskussion wurde und wird sowohl auf lokaler Ebene, auf Ebene der Bundesländer, auf nationaler Ebene und auch auf supranationaler Ebene geführt. Dabei wird verschiedenen Aspekten der Windenergienutzung wie die energiepolitische Bewertung, die Einflüsse auf den Naturschutz, auf das Landschaftsbild sowie auf den Tourismus, oder die Lärmimmissionen und der Schattenwurf eine unterschiedlich hohe Gewichtung zugemessen.

#### **Die gesamtgesellschaftliche öffentliche Meinung zur Windenergie**

Auf nationaler Ebene gibt es verschiedene Studien zur Akzeptanz der Windenergie, die sich auf unterschiedliche Erhebungen stützen. Unter diesen Studien kommt dabei der im Auftrage des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes durchgeführten Studie zum Umweltbewusstsein<sup>13</sup> wegen ihrer regelmäßigen Durchführung eine gesonderte Bedeutung bei der Bewertung der gesamtgesellschaftlichen öffentlichen Meinung zur Windenergie zu.

Die im Jahr 2004 veröffentlichte Studie verdeutlicht, dass der Ausbau der Windenergie eine weitgehende Zustimmung finde und dass sich mit zwei Dritteln der Befragten eine deutliche Mehrheit für den Bau weiterer Windkraftanlagen ausspricht (Kuckartz u. Rheingans-Heintze 2004, S. 11). Nur 30 % seien gegen den Bau weiterer Windkraftanlagen. Hinsichtlich der „negativen Seiten“ der Windkraft wird festgestellt, dass knapp die Hälfte (49 %) der Meinung sei, Windkraftanlagen beeinflussten das Landschaftsbild negativ, während 51 % diese Meinung nicht teilten.

Hinsichtlich des Einflusses des Bildungsniveaus stellen die Autoren fest, dass die Windkraft bei Befragten mit höheren Bildungsabschlüssen auf deutlich mehr Akzeptanz stoße als bei Befragten mit niedrigen Bildungsabschlüssen. Bei der bundesweiten Erhebung bestand dagegen kein Unterschied zwischen der Einschätzung durch die ländliche und durch die städtische Bevölkerung, obwohl in der Studie davon ausgegangen wurde, dass die Bevölkerung des ländlichen Raumes eher Windkraftanlagen ausgesetzt ist als es die städtische Bevölkerung ist und es aufgrund dessen eher zu einer ablehnenden Haltung der Landbevölkerung kommt.

Die im Jahr 2006 veröffentlichte Studie zum Umweltbewusstsein enthält auch einen direkten Vergleich verschiedener erneuerbarer Energiequellen. Während 87 % der Befragten allgemein einen Umstieg auf erneuerbare Energien befürworteten, stimmen im Vergleich dazu nur 62 % einem weiteren Ausbau der Windenergie zu. 73 % der Befragten befürworteten einen verstärkten Ausbau der Biomassennutzung und 88 % einen weiteren Ausbau der Solarenergie. In der Studie wird darauf hingewiesen, dass immer noch eine deutliche Mehrheit den weiteren Ausbau der Windenergie gut heiße und dies, obwohl eine Diskussion über die „Verspargelung“ der Landschaft stattgefunden habe. Mit dem Ausdruck „Verspargelung“

---

<sup>13</sup> Die letzten beiden Studien dieser Reihe: Kuckartz, U. u. A. Rheingans-Heintze (2004): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. und Kuckartz, U., Rädiker, S. u. A. Rheingans-Heintze (2006): Umweltbewusstsein in Deutschland 2006 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage.

gehen die Autoren vermutlich auch auf eine intensive Diskussion in der Publikumspresse ein, die insbesondere durch einen Titel-Artikel im Magazin „DER SPIEGEL“<sup>14</sup> stark angefacht wurde.

Das Institut für Demoskopie Allensbach<sup>15</sup> stellte fest, dass 88 % der Bürger der Ansicht sind, es würde mit der Förderung der erneuerbaren Energien wie Windkraft, Sonnenenergie und Wasserkraft viel oder zumindest etwas auf dem Weg zu einem besseren Umweltschutz erreicht, 49 % der Deutschen messen Deutschland eine Vorreiterrolle bei der Windenergie zu. In der Untersuchung durch Allensbach bekundeten 80 % der Befragten unter dem Stichwort Bürgerengagement, dass der Einzelne kaum etwas zur Förderung erneuerbarer Energien wie Wind etc. beitragen könne.

Die Autoren der Allensbach-Studie bemerken, dass die Erwartungen an die erneuerbaren Energien im Vergleich zu einer im Jahr 1991 erstellten Umfrage gestiegen sind. Dabei sei der deutlichste Anstieg für die Windkraft zu verzeichnen, der 1991 32 % der Befragten einen bedeutenden Beitrag zur Energieversorgung zuordneten, während ihr im Jahr 2004 49 % eine wichtige Rolle zusprachen. Interessanterweise wird in der Allensbach-Studie die sichtbare Präsenz einzelner Windkraftanlagen in einigen Regionen und der größeren Windparks in den Küstenregionen mit für die gestiegenen Erwartungen an erneuerbaren Energien verantwortlich gemacht. In der Studie wird auch der Unterschied zwischen der erwarteten Rolle und der als sinnvoll erachteten Rolle untersucht. Hierbei wird für die Windenergie festgestellt, dass über die 49 % der Befragten hinaus, die eine bedeutende Rolle der Windenergie erwarten, 58 % diesen bedeutenden Beitrag für sinnvoll erachteten.

Als Gründe für die positive Bewertung der Windenergie werden eine Reihe von Einschätzungen ausgemacht: die „Unerschöpflichkeit“, die Verringerung der Abhängigkeit von den wenig geschätzten Energieträgern Kohle und Kernkraft und die Einschätzung, dass sie kaum Gefahren für die Bevölkerung berge. Gegen die Windenergie spricht, dass „Windräder die Landschaft verschandeln (38 %) und dass sie eine Belästigung der Anwohner darstellen (40 %). Sowohl Windenergie- als auch Sonnenenergie werden in der Bevölkerung nicht als wichtige Branchen angesehen, was die Schaffung von Arbeitsplätzen angeht.

Bemerkenswert ist beim Vergleich von Windenergie und Solarenergie auch, dass 32 % der Befragten der Ansicht sind, dass Solarenergie einen großen Beitrag zur Energieversorgung leistet, während bei der Windenergie nur 30 % dieser Meinung sind. Gemessen an den realen Beiträgen insbesondere zur Stromversorgung, wo der Beitrag der Windenergie deutlich höher ist, erstaunt diese von den realen Gegebenheiten abweichende Wahrnehmung.

Kritik an der „Subventionierung“ der erneuerbaren Energien wird nur vergleichsweise selten geäußert. So monierten 23 %, dass Windenergie zu hohe Subventionen erhalte. Bei der Solarenergie sind hingegen nur 18 % dieser Ansicht. Dieses Ergebnis ist in so weit bemerkenswert, als dass die Fördersätze des Erneuerbare Energien Gesetzes für Strom aus Solarenergie deutlich höher sind als die Fördersätze für Windenergie. Der Anteil der Bevölkerung, der sich dezidiert gegen die Subventionierung der Windenergie ausspricht, liegt mit 18 % nicht wesentlich niedriger.

---

<sup>14</sup> „DER SPIEGEL“ 14/2004: Die große Luftnummer, S. 80-97

<sup>15</sup> Allensbach 2004

Während die Autoren der Studienreihe „Umweltbewusstsein in Deutschland“ neben einer deutlichen Mehrheit der Befürworter einer stärkeren Windkraftnutzung auch eine signifikante Gruppe in der Bevölkerung ausmachten, die dem weiteren Ausbau der Windkraft ablehnend gegenüber steht, kommen die Studien von Puhe (2003 und 2005) zu einem anderen Bild. Dies gilt insbesondere für die mögliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. In den Studien von Puhe wurde die Wirkung von Windkraftanlagen auf den Tourismus untersucht. Hierzu wurde in einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage erhoben, von welchen Elementen im Landschaftsbild sich die Befragten gestört fühlen könnten. Unter den vorgegebenen Antworten wurden Atom- oder Kohlekraftwerke (75,9 %), Fabrikschornsteine (64,5 %), Hochhäuser (58,3 %) oder Autobahnen (55,6 %) am häufigsten als störend bewertet. Windkraftanlagen wurden dagegen nur von 27 % der Befragten als störend an einem Urlaubsort eingeschätzt und wurden damit von einem kleineren Anteil als dem Anteil derer, die z.B. Hochspannungsmasten (41,0 %) als störend empfanden. Die von Puhe getroffene Feststellung, nur rund ein Viertel der Betroffenen fühlte sich im letzten Urlaub von Windkraftanlagen gestört, lässt sich jedoch aus dem gewählten Fragebogendesign nicht ableiten, da Antworten von sämtlichen Befragten einbezogen wurden, unabhängig davon, ob sie überhaupt Windkraftanlagen in ihrem Urlaubsgebiet wahrgenommen hatten oder nicht. Das gleiche gilt für die Bewertung der anderen möglichen Elemente im Landschaftsbild. Darüber hinaus waren die Befragungen in der Anlage ihrer Methodik nicht geeignet, um aufgetretene Störungen durch Windkraftanlagen zu erheben, sondern vielmehr zur vergleichenden Ermittlung wie stark solche Anlagen stören.<sup>16</sup>

### **Kriterien zur Akzeptanz der Windenergie**

Zur Einschätzung, in wie weit Erfahrungen aus der Akzeptanz von Windenergie für die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> übertragen werden können, wird die Nutzung der Windenergie anhand der oben diskutierten Kriterien charakterisiert.

### **Risikowahrnehmung**

Bei Windenergieanlagen handelt es sich um technische Anlagen, die grundsätzlich ein Betriebsrisiko aufweisen. Allerdings ist das zu erwartende Schadensausmaß sehr gering, das sich bei Unfällen mit Windenergieanlagen an Land ergibt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines großen Schadens (z.B. Umstürzen der Anlage) an einer einzelnen Windenergieanlage ist dagegen höher als bei Kernkraftwerken, da die Anzahl der Anlagen weitaus höher ist und wegen des geringen Schadensausmaßes die Präventionsmaßnahmen nicht so aufwendig sind.

Ungeachtet der Höhe der statistischen Eintrittswahrscheinlichkeit eines großen Schadens bei Windkraftanlagen, spielt das Thema Risiko bei der Windenergienutzung an Land keine Rolle. In keiner der Erhebungen wurde in diesem Zusammenhang der Begriff „Risiko“ oder „Gefahr“ thematisiert. In so weit dürfte der Vergleich mit der Windenergienutzung an Land keinen wesentlichen Erkenntnisgewinn zum Kriterium Risiko für CCS erbringen.

Die Situation stellt sich bei der Offshore-Windenergie anders dar: hier spielt das Thema Risiko für die Akzeptanz eine Rolle. Von Küstenanrainern wird die Gefahr gesehen, Offshore-Windparks könnten zu Hindernissen für Schiffe werden, die vom Kurs abgekommen sind und somit zu einem erhöhten Risiko von Schiffsunfällen führen (vgl. z.B. Byzio et al. 2005, S.

---

<sup>16</sup> vgl. hierzu Günther et al. (2000) S. 25, wo auf diesen Umstand explizit hingewiesen wird.

73 bis 78). Aus den Ergebnissen von Byzio et al. wird klar deutlich, dass nicht die Eintrittswahrscheinlichkeit, sondern vielmehr die Höhe des Schadensausmaßes gefürchtet wird, weil die Möglichkeit in Betracht gezogen wird, dass ein manövrierunfähiger Öltanker mit einem Windpark kollidieren könnte. Im Falle einer so ausgelösten Ölverschmutzung des Wattenmeers und der Küste sehen die Anrainergemeinden ihre gesamte wirtschaftliche Existenz zerstört. Byzio et al. (2005) weisen explizit auf die unterschiedliche naturwissenschaftlich-technische Rationalität einerseits und auf die soziale Rationalität andererseits hin. Aus ersterer heraus werden die Risiken z.B. durch die Planer und Gutachter bewertet, während die Anrainer die Risiken aus der sozialen Rationalität bewerten und zu einem völlig anderen Ergebnis kommen können.

Im Zusammenhang mit der Nutzung der Offshore-Windenergie mussten neuartige Risiken (Schiffsunfälle) bewertet werden. Eine solche Situation, dürfte wahrscheinlich auch bei CCS entstehen, weil auch hier neue Risiken bei der Speicherung bewertet werden müssen, sowohl hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit als auch hinsichtlich des Schadensausmaßes. Wie bei der Windenergie beobachtbar, werden auch bei CCS die Rationalitäten der Bewertung vermutlich unterschiedlich sein.

### **Regionalität**

Bei der Nutzung der Windenergie fallen die meisten wesentlichen Auswirkungen dieser Nutzung am Ort der Anlage an. Dies gilt häufig, aber nicht immer auch für die Wertschöpfung, wenn der Betreiber seinen Sitz am Ort der Anlage oder in dessen Nähe hat. Der Ort, an dem die Wertschöpfung stattfindet, ist in so weit bedeutsam, als dass dort auch die Gewerbesteuer anfällt. Wenn die Gewerbesteuer am Standort einer Windkraftanlage bzw. eines Windparks anfällt, kann dies die Akzeptanz von Anlagen deutlich positiv beeinflussen, da die am Ort betroffene Bevölkerung einen Nutzen für ihre Gemeinde erhält. Abgesehen von diesem Aspekt hat die Windenergie keine Auswirkungen, die in anderen Regionen als der des Standortes zum Tragen kommen<sup>17</sup>, wie z.B. Emission von Luftschadstoffen oder Produktion von Abfällen, die in anderen Regionen entsorgt werden müssen.

Insgesamt spielen regionale Disparitäten von Kosten und Nutzen bei der Windenergie keine große Rolle, so dass auch dieses Kriterium kaum übertragbare Erkenntnisse für CCS liefert.

### **Zentralität – Dezentralität**

Wie alle regenerativen Energiequellen – außer der Wasserkraft – weist die Windenergie eine geringe Energiedichte auf. Ihre Nutzbarmachung setzt damit eine große Zahl von Anlagen voraus, welche die Windenergie umwandeln und eine Konzentration ermöglichen. Aufgrund dieses ausgesprochen dezentralen Charakters der Windenergienutzung kommt es bei einer signifikanten Windenergienutzung zu einer starken Ausbreitung in die Fläche. Beim Flächenbedarf, der für Windparks oder einzelne Windkraftanlagen entsteht, ist jedoch anzumerken, dass die ursprüngliche Nutzung z.B. als landwirtschaftliche Fläche nicht wesentlich beeinträchtigt wird<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Streng genommen wären hier noch die regionalen Auswirkungen der Windkraftnutzung auf die Stromnetze und das Energiesystem zu nennen. Diese haben jedoch keinen Einfluss auf die Akzeptanz, auch wenn sie energie-technisch eine große Herausforderung darstellen.

<sup>18</sup> Hier besteht ein Unterschied zur Freilandnutzung der Photovoltaik, die eine landwirtschaftliche Nutzung auf den so genutzten Flächen nicht mehr erlaubt.

Mit ihrem dezentralen Charakter betrifft die Windenergie eine vergleichsweise große Bevölkerungszahl, auch wenn sie in Norddeutschland in Regionen stark genutzt wird, die weniger dicht besiedelt sind. Daraus ergibt sich ein erhöhtes Potenzial für geringe Akzeptanz, bzw. für Widerstand, dass sich aus der großen Zahl an Betroffenen speist. Ein weiterer möglicher Grund für geringe Akzeptanz könnte darin bestehen, dass in Regionen intensiver Windkraftnutzung diese als ubiquitär und damit überall belastend erlebt werden könnte.

CCS-Technologien sind auf der Seite der CO<sub>2</sub>-Abscheidung zunächst stark zentralisiert, da sie in Großkraftwerken zum Einsatz kommen sollen. Von daher könnte man annehmen, dass das Beispiel der Windenergie als dezentrale Technologie wenig Erkenntnisse liefert. Auf der Seite der Speicherung könnten CCS-Aktivitäten jedoch auch einen dezentralen Charakter annehmen. Dieser Fall träte ein, wenn es nicht gelänge, wenige große Speicher nutzbar zu machen, um dort langfristig das CO<sub>2</sub> zukünftiger fossil befeuerter Kraftwerke einzuspeichern, sondern, wenn auf eine große Anzahl kleinerer Speicher zurückgegriffen werden müsste. Unter solchen Bedingungen würde sich auch die CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Fläche ausdehnen, allerdings ohne eine so große direkte Sichtbarkeit zu entfalten, da auf Dauer keine aufragenden Konstruktionen hierfür notwendig sind. Der Kreis der direkt von Risiken betroffenen Personen würde bei einer dezentraleren Speicherstrategie größer werden und damit auch das Potenzial, mit Akzeptanzproblemen konfrontiert zu werden.

### **Generationengerechtigkeit**

Im Gegensatz zur Nutzung fossiler Energieträger und zur Nutzung der Kernenergie sind die generationenübergreifenden Auswirkungen der Windenergie sehr begrenzt. Sie beschränken sich im Wesentlichen auf den Ressourcenverbrauch für die Herstellung und Errichtung der Anlage. Der Betrieb der Windenergieanlage, der auf der Nutzung einer erneuerbaren Energiequelle beruht, bewirkt keinen signifikanten dauerhaften Ressourcenverbrauch. Nach dem Abbau und der Entsorgung von Windkraftanlagen – hierbei wird die Hauptkomponente Stahl in aller Regel recycelt werden – sind keine weiteren Auswirkungen zu erwarten, die die Generationengerechtigkeit beeinflussen würden. Mit diesen Eigenschaften kommt der Eigenschaft der Generationengerechtigkeit eine positive Bedeutung für die Akzeptanz der Windenergie zu. Dies ist genau konträr zu den Erwartungen über die Generationengerechtigkeit von CCS.

### **Indirekte Technologiewirkungen**

Indirekte Technologiewirkungen wie oben definiert sind bei der Windenergienutzung kaum vorhanden. Dies gilt insbesondere für negative Auswirkungen, wie sie bei einem Missbrauch von Nukleartechnologien entstehen können. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass in dem an dieser Stelle diskutierten Kontext der Vergleichstechnologien nur die indirekten Technologiewirkungen aus einem nicht bestimmungsgemäßen Umgang mit der Technologie verstanden werden. Andere mehr oder weniger direkte Auswirkungen z.B. auf andere wirtschaftliche Aktivitäten werden gesondert behandelt.

### **Konkurrierender wirtschaftlicher Nutzen**

Ein häufig direkt mit der Windenergie als konkurrierend angesehener Nutzen ist der Tourismus. Dies gilt, obwohl in der Literatur, die sich auf Befragungen und statistischen Untersuchungen stützt, bisher keine negativen Auswirkungen der Windkraft auf den Tourismus in den Küstengebieten festgestellt werden konnten. So wurde die Auswirkung der Windenergie auf den Tourismus in einer Studie des Instituts für Tourismus- und Bäderforschung in Nord-

europa aus dem Jahr 2000<sup>19</sup> durch Günther et al. (2000) erforscht. Ebenso wurde an der Hochschule Bremerhaven im Jahr 2005 eine Untersuchung der Akzeptanz von Windparks in touristischen Regionen durchgeführt<sup>20</sup>. Wichtige Ergebnisse sind dabei:

- Windkraftanlagen werden von Touristen bemerkt und bewusst wahrgenommen. Ein großer Teil der Befragten wollte darüber hinaus sogar Windkraftanlagen auf See wahrgenommen haben; dies obwohl vor der deutschen Küste noch keine Offshore Anlagen installiert sind.
- Spontan werden Windkraftanlagen nur von einem kleinen Anteil von Urlaubern (4%) als störendes Element im Landschaftsbild genannt. Die Bedeutung von Windkraftanlagen als spontan empfundene Störung im Urlaub ist damit gering einzuschätzen.
- Bei gestützten Befragungen wurde eine geringe bis mittlere Häufigkeit ermittelt, Windkraftanlagen als störend zu bezeichnen.
- Gittermasten werden wegen der empfundenen Ähnlichkeit zu Hochspannungsmasten als weniger schön („hässlich“) empfunden.

Insgesamt wurden in der Untersuchung von Günther et al. (2000) jedoch keine Hinweise darauf gefunden, dass der Tourismus aufgrund von Windkraftanlagen zurückgehen würde.

In einer Untersuchung von Vogel (2005) wurde ebenfalls der Einfluss der Windenergienutzung auf den Tourismus untersucht. Dabei wurden verschiedene Hypothesen mit Hilfe einer Befragung getestet und es konnte ebenfalls kein direkter negativer Einfluss der Windenergie auf die Bereitschaft von Touristen festgestellt werden, ihren Urlaub in der Region zu verbringen.

Diese wissenschaftlichen Befunde stehen nicht im Einklang mit dem zu beobachtenden starken Widerstand, den touristische Gemeinden an der Nord- und Ostseeküste gegen die Offshore-Windenergie leisten. Byzio et al (2005) beschreiben detailliert die Konflikte um die Nutzung der Offshore-Windenergie und beleuchten dabei auch die Handlungsstrategien der Akteure. Während viele Gemeinden zunächst eine Konfrontationshaltung gegenüber der Offshore-Windenergienutzung einnehmen, sei zu beobachten, dass teilweise auch zu so genannten „Bargaining-Strategien“ übergegangen werde. Das bedeutet, dass sie die völlig ablehnende Haltung aufgegeben haben und stattdessen versuchten in Verhandlungen für sie möglichst vorteilhafte Lösungen oder Kompensationsleistungen zu erlangen. Der Übergang zu Bargaining-Strategien geschieht, nach den Autoren insbesondere dann, wenn sich die Erkenntnis bzw. das Empfinden einstellt, Windparks nicht mehr grundsätzlich verhindern zu können. Die Erfahrung, dass Akteure im Zusammenhang mit der Nutzung der Windenergie von einer konfrontativen Strategie zu einer verhandlungsorientierten Strategie übergehen, wenn wirtschaftliche Aktivitäten betroffen sind, kann für die Entwicklung von CCS-Projekten von Bedeutung sein. Wenn Betroffene von CCS-Aktivitäten eine ablehnende Haltung aus der Befürchtung um wirtschaftliche Nachteile einnehmen, könnten sich Verhandlungsangebote als sinnvoll erweisen.

---

<sup>19</sup> Günther et al. (2000)

<sup>20</sup> Vogel, M. (2005): Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutenden Gemeinden der Nordseeküstenregion. Institut für Maritimen Tourismus, Hochschule Bremerhaven.

### **Konkurrierende Güter**

Die Natur wird im Zusammenhang mit der Windenergienutzung am ehesten als schutzwürdiges Gut interpretiert, das einer Gefährdung ausgesetzt sein könnte. Hierbei ist dann zwischen dem Schutz der Natur als „Naturschutz“ und dem Schutz als „Landschaftsschutz“ zu unterscheiden.

Der Naturschutz wird gegenüber der Windenergienutzung vor allem von Naturschutzverbänden vertreten. Dabei spielt bei der Windenergienutzung an Land der Vogelschutz eine wichtige Rolle, da Windkraftanlagen und Windparks die Vogelwelt störend beeinflussen können. Der Naturschutzbund Deutschland, der den Vogelschutz als eines seiner wichtigsten Anliegen vertritt, begibt sich bei seiner Positionierung gegenüber der Windenergie in eine Spagathaltung zwischen der Anerkennung der Notwendigkeit des Klimaschutzes, der über die Nutzung der Windenergie gefördert werden kann und der Vertretung seines Hauptanliegens<sup>21</sup>. Das aus solch einer Positionierung für die Naturschutzverbände, die gegen die Offshore-Windenergie opponieren, entstehende Dilemma wird auch von Byzio et al. (2005) beschrieben. Dabei wird auch erläutert, dass die Naturschutzverbände nur wenig oder gar keinen echten Verhandlungsspielraum haben, ohne ihr Kernanliegen aufzugeben und damit die für sie eminent wichtige Glaubwürdigkeit für ihre Unterstützer verlieren. Da Naturschutzverbände also für eine Bargaining-Strategie nur wenig Verhandlungsmasse haben, verlassen sie offensichtlich diese Strategie auch wieder zugunsten einer konfrontativen Strategie, selbst wenn sie in Verhandlungen eingetreten sind. Dieses von Byzio et al. (2005) beschriebene Muster könnte auch bei CCS-Aktivitäten auftreten.

Während es oft lange etablierte Verbände und Vereine sind, die sich für die Wahrung der Interessen des Naturschutzes gegenüber der Windenergie einsetzen, scheinen aus der Idee des Landschaftsschutzes motivierte Initiativen gegenüber der Windkraftnutzung eher aus spontan entstehenden Interessensgemeinschaften getragen. Die Interessensgemeinschaften können sowohl Privatpersonen als auch juristische Personen umfassen. Ein wichtiges Motiv dieser Interessensgemeinschaften ist es, eine als störend wahrgenommene Veränderung der Landschaft und auch direkte Beeinträchtigungen durch Lärm oder Licht- und Schattenreflexe zu verhindern. Teilweise kommt es sicherlich auch zu Überlagerungen von einem reinen Interesse des Landschaftsschutzes und von wirtschaftlichen Interessen. Dies könnte z.B. bei den Küstengemeinden an Nord- und Ostsee der Fall sein, wo die Bewohner negative wirtschaftliche Auswirkungen auf den Tourismus fürchten und auch persönlich aus ästhetischen Gründen eine ablehnende Haltung gegenüber Windenergie einnehmen könnten.

### **Relevanz für CCS**

Der in allgemeinen Umfragen am häufigsten geäußerte Kritikpunkt an der Windenergienutzung ist die Störung des Landschaftsbildes. Für CCS spielt die Störung des Landschaftsbildes jedoch keine größere Rolle als für konventionelle Kraftwerke, da zukünftige Kraftwerke mit CCS nicht grundsätzlich anders aussehen dürften als heute betriebene. Die weiteren technischen Elemente im Ablauf von CCS – der Transport und die Speicherung – haben im Betrieb keine bedeutenden Auswirkungen auf das Landschaftsbild, sofern Pipelines unter Flur verlegt werden. Die Anlagen zum Betrieb der Speicher dürften dagegen nicht aufwändiger sein als ein herkömmliches Wasserwerk.

---

<sup>21</sup> vgl. hierzu z.B. Musiol u. Thomson (2006)

Mit der oben durchgeführten Detailanalyse nach den hier angewandten Kriterien lässt sich jedoch zeigen, dass die im Zusammenhang mit der Nutzung der Windenergie gemachten Erfahrungen durchaus für die mögliche Entwicklung von CCS-Projekten relevant sein könnten. Das Thema Risiko, obwohl bei Windkraftanlagen an Land nicht von Bedeutung, erlangte mit den Offshore-Planungen eine für die Akzeptanz der nächsten Anrainer sehr hohe Bedeutung. Die von den Akteuren (Windparkplanern, Windparkbetreibern) gesammelten Erfahrungen könnten für Unternehmungen mit CCS wertvolle Hinweise liefern.

Konkurrierender wirtschaftlicher Nutzen wird auch bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung auftreten, wenn Speicherformationen genutzt werden sollen, die auch für Geothermie in Frage kämen. Darüber hinaus könnten Landwirte ihre Ackerflächen durch CO<sub>2</sub>-Leckagen bedroht sehen und aus dieser gefürchteten wirtschaftlichen Bedrohung gegen CO<sub>2</sub>-Speicherprojekte opponieren. Wirtschaftliche Auswirkungen können insbesondere auch durch die kalkulatorische Neubewertung von Immobilien und Grundstücken entstehen, die aufgrund von wahrgenommenen Belästigungen wie bei Windenergie (Diskoeffekt) oder aufgrund von möglichen Risiken vorgenommen werden<sup>22</sup>.

Der Widerstand, der sich bei der Nutzung der Windenergie aus der wahrgenommenen Beeinträchtigung des Gutes „Landschaftsbild“ entwickelte, dürfte sich bei CCS nicht einstellen. Dennoch könnte es möglich sein, dass Anrainer von CCS-Projekten für sie schutzwürdige Güter gefährdet sehen<sup>23</sup>. Dadurch könnte die Akzeptanz von konkreten CCS-Projekten gefährdet werden.

Eine konkrete Erfahrung lässt sich bereits aus den Forschungsarbeiten ableiten: In der Studie von Günther et al. (2000) wird berichtet, dass sich 35 % der befragten Urlauber für den Besuch eines Windkraft-Informationszentrums interessieren würden. Unter den Befragten, die Windkraftanlagen als störend oder sogar als einen Grund bezeichnet hatten, die Region nicht mehr als im Urlaub zu besuchen, waren immer noch 25 % an dem Besuch eines Informationszentrums interessiert. Daraus lässt sich ableiten, dass ein Informationszentrum auch bei CCS-Projekten ein geeignetes Mittel sein könnte, um zumindest mit einem Teil der solchen Projekten ablehnend gegenüber stehenden Menschen am Ort von zukünftigen Projekten in Kommunikation zu treten.

Insgesamt sind die Erfahrungen zur Akzeptanz der Windenergie mit Sicherheit nicht direkt und vollständig auf CCS-Projekte übertragbar. Dennoch können aus diesem Themenfeld einige wichtige Hinweise für zukünftige Informationsstrategien gewonnen werden. Dazu wäre es im konkreten Fall für die Akteure aus dem Bereich CCS sinnvoll mit den Akteuren der Windbranche in Kontakt zu treten, um direkt von den Erfahrungen lernen zu können.

### **3.6.4 Akzeptanz von Erdgasspeichern**

#### **Die gesamtgesellschaftliche öffentliche Meinung zu Erdgasspeichern**

Die Speicherung von Erdgas geschieht mit dem Ziel, es zur weiteren Nutzung wieder aus dem Speicher zu entnehmen. Die Akzeptanz von bestehenden Erdgasspeichern ist in

---

<sup>22</sup>Die befürchteten Wertverluste von Immobilien in Zürich waren z.B. ein wesentlicher Grund für die starke Ablehnung von Südanflügen über die Stadt Zürich in Richtung des Flughafens Zürich-Kloten.

<sup>23</sup>Bei Befragungen in Großbritannien wurde Unversehrtheit der Erde an sich („mother earth“) als gefährdet angesehen.

Deutschland hoch, gemessen an den Widerständen der Öffentlichkeit gegen die Einrichtung neuer Speicher. Nach Aussagen von Akteuren aus der Erdgaswirtschaft haben entsprechende Widerstände bisher nicht dazu geführt, dass geplante Speicher überhaupt nicht realisiert wurden. Vielmehr kam es zu Verzögerungen bei Bau und Inbetriebnahme (Tegethoff 2005). Allerdings scheint bei der Durchführung neuer Speicherprojekte inzwischen stets „ein gewisser Widerstand in der Bevölkerung auszumachen“ zu sein, wie Vertreter der Erdgaswirtschaft befinden (zitiert nach Vogel 2005).

Als Beispiele für Widerstände gegen die Einrichtung von Erdgasspeichern sind zu nennen:

- 1) Speicher unter dem Chiemsee
- 2) Breitbrunn-Eckstädt
- 3) Berlin

In der touristisch attraktiven Region Chiemsee betreibt E.ON Ruhrgas einen Erdgasspeicher, der während der Planungsphase von heftigen Protesten begleitet wurde (Tegethoff 2005). Trotzdem befindet sich die Anlage seit mehreren Jahren in Betrieb. In der Nähe von Breitbrunn-Eckstädt (Süddeutschland) wurde eine ehemalige Erdgaslagerstätte (Tiefe: 2000 Meter) in einen Speicher umgewandelt, was ebenfalls anfängliche Proteste auslöste (Sedlacek 2005).

#### **Exkurs: Widerstand gegen eine Kohlenmonoxid-Pipeline in Nordrhein-Westfalen**

Das Chemieunternehmen Bayer AG begann im Jahr 2007 mit dem Bau einer etwa 70 Kilometer langen Pipeline zur Leitung von Kohlenmonoxid (CO) von Dormagen nach Uerdingen (unterirdische Verlegung). CO ist ein geruchloses Gas, das bereits in geringen Luftkonzentrationen toxisch wirkt.

Aufgrund heftiger Proteste aus der Bevölkerung wurden während des Raumordnungsverfahrens von betroffenen Kommunen in den vergangenen Jahren bereits Änderungen im Streckenverlauf durchgesetzt. Die Diskussion um Weiterbau oder Rückbau der Pipeline wird zunehmend polarisiert geführt. Verschiedene Kommunen unterstützen Anwohner finanziell, die gegen den Bau klagen wollen. Auf kommunaler Ebene wird in den Parteifractionen gegen den Pipelinebau opponiert, so z.B. die CDU-Fraktion im Rat der Stadt Erkrath; der Stadtrat in Düsseldorf sprach sich im August 2007 einstimmig gegen den Bau der Pipeline aus (RP 2007a). Laut eines Firmensprechers erwäge Bayer jedoch „in letzter Konsequenz ... dass wir ein Enteignungsverfahren bei der Bezirksregierung beantragen werden“ (RP 2007b). Die Bedenken der Pipelinegegner – es wurden mehrere Bürgerinitiativen gegründet – resultieren in erster Linie aus der wahrgenommenen Gefährlichkeit eines möglichen Pipelinebruchs. Ein von Bayer vorgeschlagenes Sicherheitskonzept wurde von der Bezirksregierung zurückgewiesen (RP 2007c).

Während in den oben genannten Beispielen bisher ein störungsfreier Betrieb gewährleistet war, kam es in einem Erdgasspeicher in Berlin zur Explosion einer Bohrung, woraufhin ein Teil des bewohnten Gebiets der Umgebung abgesperrt werden musste (Sedlacek 2005). Dieser Unfall führte zu Protesten in der Bevölkerung und zu einem Antrag der Grünen Alternativen Liste in Spandau, den Speicher umgehend zu entleeren und stillzulegen (GAL 2004).

Generell führt die Nutzung von Erdgasspeichern, sofern Widerstände auftreten, nur lokal zu Akzeptanzproblemen. Diesen Akzeptanzproblemen wurde z.B. von E.ON durch offensive Informationskampagnen entgegengetreten (Tegethoff 2005).

## **Kriterien zur Akzeptanz von Erdgasspeichern**

### **Risikowahrnehmung**

Die Wahrnehmung von Erdgasspeichern als Risiko für Leben und Gesundheit von Menschen war unter anderen ein Grund für die Ablehnung von Erdgasspeichern in einigen wenigen Fällen (s.o.). Mitverantwortlich für die Entstehung eines Gefühls von Bedrohung kann die Farb- und Geruchlosigkeit<sup>24</sup> von Erdgas sein, das dazu führt, dass man im Falle einer Leckage gewissermaßen ohne Vorwarnung überrascht würde. Dieses Bedrohungsgefühl ist unabhängig von den tatsächlichen Risiken von Erdgasspeichern.

### **Gewöhnungseffekt und Vergessen**

Die lange Nutzungsdauer von Speichern führt zu drei Entwicklungen: Erstens werden Erdgasspeicher oft als wenig beunruhigende Infrastrukturelemente wahrgenommen, die gewissermaßen „schon immer“ da waren. Entsprechend hoch ist die Akzeptanz. Bei der Einrichtung neuer Speicher kann zweitens auf einen langen Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden, was zusammen mit nur sehr wenigen Unfällen den Gewöhnungs- und Akzeptanzeffekt unterstützt. Drittens führen lange Nutzungsdauern dazu, dass Speicher überhaupt nicht mehr wahrgenommen, also gewissermaßen vergessen werden.

### **Generationengerechtigkeit**

Das Kriterium Generationengerechtigkeit kann für Erdgasspeicher mehr oder minder relevant werden: zwar werden z.B. Salzstöcke ausgespült, um Erdgas speichern zu können, wodurch das Salz für spätere Generationen nicht mehr zur Verfügung steht. Sollte allerdings in späteren Zeiten eine alternative Nutzung eines Salzstocks gewünscht werden, ist es durchaus möglich, das gesamte Erdgas weitgehend rückstandsfrei zu entnehmen.

Die für die Bereiche Kernenergie und Windkraft dargestellten weiteren Kriterien (Zentralität – Dezentralität, indirekte Technologiewirkungen und konkurrierende Güter) sind für Erdgasspeicher nur wenig relevant.

### **Relevanz für CCS**

Die Ausgangssituation von Erdgasspeichern ist mit der Situation von CCS nicht vergleichbar. Während Erdgas nur zwischengespeichert und wieder entnommen wird, soll CO<sub>2</sub> möglichst lange im Untergrund verbleiben. Experten aus dem Gasbereich bewerten die Akzeptanz von CCS sehr unterschiedlich. So variieren die Einschätzungen von sehr geringem Widerstand gegenüber CCS bis hin zu ganz erheblichen Akzeptanzproblemen bei der Durchführung der Einspeicherung von CO<sub>2</sub> untertage (Sedlacek 2005, Vogel 2005).

Von ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften sind Erdgas (Methan CH<sub>4</sub>) und CO<sub>2</sub> ebenfalls nicht vergleichbar. Während Methan leichter als Luft ist und im Falle eines Unfalls nach oben entweicht, würde sich CO<sub>2</sub> im Bodenbereich sammeln. Die Argumentation einer Ungefährlichkeit von Erdgas kann damit nicht auf ausströmendes CO<sub>2</sub> übertragen und somit zerstreut werden: sind Erstickungsszenarien für Erdgas schlicht unrealistisch, gibt es im Fall von CO<sub>2</sub> bereits gerade diese Erfahrungen z.B. in Kamerun in der Gegend des Nyos-Sees, wo 1986 große Mengen CO<sub>2</sub> an die Oberfläche traten, durch deren Ausbreitung ca. 1700 Menschen starben (University of Texas 2005).

---

<sup>24</sup> Wobei dem Erdgas gerade für dessen Erkennung Geruchsstoffe beigemischt werden, um Leckagen in Leitungen frühzeitig wahrnehmen zu können.

## **4 Gefahrenpotenziale, Risikowahrnehmung und rechtliche Einordnung**

Risikowahrnehmung ist ein Faktor für Akzeptanz oder Ablehnung einer Technik. Die gesellschaftliche Debatte unterscheidet zwei Konzepte: naturwissenschaftliche und alltagspsychologische/qualitative Konzepte (Renn 1997). Während für die Beschreibung von Gefahrenpotenzialen die naturwissenschaftlichen Risikokonzepte im Vordergrund stehen, kommen bei der Einschätzung der Risikowahrnehmung die psychologischen/qualitativen Konzepte zum Einsatz.

In diesem Kapitel werden zuerst die naturwissenschaftlichen Risikokonzepte dargestellt. Es werden Risiken bzw. Gefahrenpotenziale analysiert, die durch die eingesetzten Techniken selbst auftreten können. Die Beschreibung von Einflussgrößen auf die Risikowahrnehmung und Bedeutung für CCS werden daran anschließend diskutiert.

### **4.1 Identifikation von Gefahrenpotenzialen und möglichen Schadensursachen**

Da es für die Begriffe Risiko/Gefahrenpotenzial eine Vielzahl von Definitionen gibt, werden zunächst die hier berücksichtigten Definitionen bestimmt. Nachfolgend wird das Gefahrenpotenzial von CO<sub>2</sub> selbst beschrieben, bevor die CCS-Techniken untersucht werden.

#### **Risiko**

Der Begriff Risiko wird in verschiedenen Disziplinen unterschiedlich definiert, um die jeweiligen Besonderheiten berücksichtigen zu können (für eine detailliertere Beschreibung siehe (Schütz 2004)). Aus der Vielzahl der Definitionen wird zunächst eine für die weiteren Betrachtungen ausgewählt.

Meist werden mit Risiken negative Erwartungen verbunden. Verallgemeinert bedeutet ein Risiko ein potenzielles Ereignis mit unerwünschten Wirkungen bzw. die Möglichkeit des Eintritts eines Schadensereignisses. Die 2002 eingesetzte Risikokommission des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beschreibt in ihrem Glossar Risiko als „Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer adversen Wirkung unter spezifizierten Umständen“ (WHO 2000). Diese Definition wird im Weiteren in diesem Bericht zugrunde gelegt.

#### **Gefahr – Gefährdungspotenzial**

Von dem Begriff Risiko ist der Begriff Gefahr abzugrenzen. In der soziologischen Risikoforschung steht Gefahr für etwas Bedrohliches, das sich etwa in Form einer Naturkatastrophe ereignet. Risiko dagegen wird überwiegend als mögliche zukünftige Folge der Wahl einer bestimmten Handlungsoption und daher grundsätzlich als beeinflussbar gesehen (Schütz 2004).

Es wird daher im Weiteren von „Gefahrenpotenzial“ oder auch synonym von „Gefährdungspotenzial“ gesprochen, um dieses Potenzial näher bestimmen und so zu einer Risikoeinschätzung kommen zu können. Somit unterscheidet sich der hier benutzte Gefahrenbegriff von dem im rechtlichen Bereich genutzten, bei dem Gefahr als quantitativ definierte Größe gilt (im Gegensatz zu Risiko als Schaden mit nicht ausreichend hoher Eintrittswahrscheinlichkeit).

## Risikoabschätzung

Unter Risikoabschätzung wird der „Prozess von der Identifizierung des Gefährdungspotenzials bis zur quantitativen Charakterisierung von Risiken“ verstanden (Risikokommission 2002). Je nach dem, ob es um die Abschätzung von Gesundheitsrisiken, Umweltrisiken oder von Risiken technischer Systeme geht, werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt.

Bei der Bestimmung von Risiken technischer Anlagen ist zwischen dem ungestörtem und dem gestörten Betrieb zu unterscheiden. Mögliche Verfahren zur Risikoabschätzung werden im Kapitel 4.3 näher beschrieben.

## Risikobewertung

Bei der Risikobewertung werden die in der Risikoabschätzung ermittelten Risiken in Bezug auf ihre Bedeutsamkeit, Schwere oder Ernsthaftigkeit bewertet. Die Größe bzw. Höhe eines Risikos sagt noch nichts über dessen „Schwere“ aus. Hier kommen Bewertungsfaktoren zum Einsatz. Eine Risikobewertung wird im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt.

## 4.2 Konkretisierung von Gefahrenpotenzialen durch CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> ist ein geruchloses, nichtbrennbares, nichttoxisches Gas. Seine Gefahrenpotenziale können grob in zwei Bereiche unterteilt werden:

- Globale Auswirkungen: Klimawandel
- Lokale Auswirkungen

Mit Blick auf den Klimawandel wirken großskalige Leckagen wie andere CO<sub>2</sub>-Emissionen. Vorteile durch die Abtrennung und Speicherung des Treibhausgases werden so teilweise wieder reduziert.

Lokale Auswirkungen berücksichtigen die Schädigung der Umwelt durch die Technologie der Abscheidung, des Transports und der Speicherung in direkter Umgebung der technischen Anlagen. Obwohl CO<sub>2</sub> nicht toxisch ist, kann es in höheren Konzentrationen zu Schädigung von Flora und Fauna bis hin zum Tod durch Ersticken führen. Tab. 4-1 zeigt mögliche Schädigungen für Mensch und Ökosystem in Abhängigkeit von der Konzentration.

Tab. 4-1 Schädigung für Mensch und Ökosystem in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Konzentration nach (Vendrig 2003)

	CO <sub>2</sub> -Konzentration (%)	Effekte
<b>Mensch</b>		
	2	Kopfschmerzen, erhöhte Atemgeschwindigkeit
	3-5	Kopfschmerzen, Schwindel, erhöhter Blutdruck, erhöhte Atemgeschwindigkeit
	6-10	Kopfschmerzen, erhöhte Herzfrequenz, Schwindel, Seh- und Hörprobleme, Kurzatmigkeit, Schwitzen, Bewusstlosigkeit
	11-15	Schwindel, Benommenheit, Muskelzucken, Bewusstlosigkeit

	16-30	Kontrollverlust, Bewusstlosigkeit, Krämpfe, Koma, Tod
<b>Flora</b>		
	1	bis zu 40 % erhöhte Produktivität, geringere Empfindlichkeit gegen über Trockenheit
	5	Vermindertes Wachstum
	20	Phytotoxisch
<b>Wasser</b>		
		Verringerung des Fischbestandes und aerober Organismen, Algenwuchs, Erhöhung der Metalllöslichkeit, Versauerung, Erhöhung der anaeroben Organismen führt zu steigendem Methanausstoß
<b>Grundwasser</b>		
		Reduzierung des pH-Wertes, Erhöhung des Salzgehaltes, Kavernenbildung
<b>Boden</b>		
		Erhöhung anaerober Organismen, erhöhter Methanausstoß

#### 4.2.1 Auswahl von exemplarischen Prozessrouten

Zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> werden derzeit eine Vielzahl von Prozessen diskutiert, entwickelt und erprobt. Aus der Palette möglicher Prozessrouten wird jeweils eine ausgewählt und deren Gefahrenpotenziale werden weitestgehend qualitativ aufgezeigt. Berücksichtigung finden hierbei Prozesse, deren Einsatz nach dem heutigen Stand der Technik in Deutschland möglich erscheint. Weitere Auswahlkriterien sind der Entwicklungsstand der Technik, Techniken aus bereits realisierten Demonstrationsanlagen bzw. angekündigten CCS-Projekten sowie die Verfügbarkeit von Informationen.

Abscheidung, Transport und Speicherung unterscheiden sich in ihren Gefahrenpotenzialen erheblich voneinander. Im Folgenden wird daher für jeden Teilschritt die Analyse gesondert vorgenommen.

#### **Abscheidung**

Die verschiedenen Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung wurden bereits in Kapitel 1 vorgestellt. Um die Vielzahl der möglichen Varianten für diese Untersuchung einzuschränken, wird hier pro Prozessfamilie jeweils eine Verfahrensrouten beispielhaft ausgewählt, die Grundlage für die nachfolgenden spezifischen Analysen (insbesondere die Identifikation von Risikoaspekten) darstellen sollen.

#### *Post-Combustion*

Chemische Absorption in flüssigen Lösungsmitteln ist eine industriell erprobte, weit verbreitete CO<sub>2</sub>-Abtrenntechnik, mit der hohe Reinheiten und Abtrenngrade erreicht werden. Für die groß-technische Anwendung in der Chemie haben sich Monoethanolamine (MEA) als Lösungsmittel bewährt. Es existieren zahlreiche Referenzkraftwerke, mit jedoch kleineren Anlagenkapazitäten (z.B. 1000 t CO<sub>2</sub>/Tag für Enhanced Oil Recovery (EOR) in Texas).

### *Oxyfuel*

Derzeitiger Stand der Technik ist die kryogene Luftzerlegung, bei der Sauerstoff durch Kondensation bei tiefen Temperaturen ( $< -182^{\circ}\text{C}$ ) abgeschieden wird. Dieses Verfahren wird großtechnisch in der chemischen Industrie und der Stahlindustrie und in neuerer Zeit in Gas-To-Liquid-Anlagen (Kraft-/ Brennstoffherstellung aus Erdgas) weltweit genutzt. Die Sauerstoffmengen liegen derzeit bei den größten geplanten Anlagen im Bereich von 800.000  $\text{Nm}^3/\text{h}$ . Ein Steinkohle-befuehrter Kraftwerksblock mit einer elektrischen Leistung von 500 MW und einem Nutzungsgrad von 43 % benötigt zum Vergleich bei der stöchiometrischer Verbrennung eine Sauerstoffmenge von ca. 270.000  $\text{Nm}^3/\text{h}$ . Eine Verbrennung mit Sauerstoffüberschuss erhöht die benötigte  $\text{O}_2$ -Menge entsprechend.

Die Verbrennung mit reinem Sauerstoff in Kraftwerken wurde bisher in einzelnen Versuchsanlagen verwirklicht. Vattenfall plant im Rahmen eines europäischen Projektes die Inbetriebnahme einer Pilotanlage mit 30 MW Feuerungsleistung für das Jahr 2008. Eine Demonstrationsanlage mit 300-600 MW soll bis zum Jahr 2015 in Betrieb gehen (Vattenfall 2006).

### *Pre-Combustion*

Für Pre-Combustion bieten sich Verfahren der physikalischen Absorption z.B. mit methanolbasierten Lösungsmitteln an.

Für Pre-Combustion bieten sich Verfahren der physikalischen Absorption z.B. mit methanolbasierten Lösungsmitteln an.

Dem Vergasungsprozess wird eine Luftzerlegungsanlage vorgeschaltet, um den Umsatz des Vergasungsschrittes zu erhöhen, den Stickstoff der Luft aus dem Synthesegasprozess fern zu halten und somit die Volumenströme klein zu halten. Das so erzeugte Brenngas nach der Konvertierung des CO besteht im Wesentlichen aus den Bestandteilen Kohlendioxid und Wasserstoff.

Synthesegasanlagen sind z.B. aus der chemischen Industrie bei der Ammoniakherstellung bekannt. Die dort eingesetzten Anlagen haben (mindestens) eine Kapazität, die bei einem Einsatz in der Kraftwerkstechnik benötigt würde. Bei der Stromerzeugung aus Wasserstoff befindet man sich im Bereich der Wasserstoffwirtschaft, für den es bereits eigenständige Risiko- und Akzeptanzuntersuchungen gibt.

Abschließend sind noch einmal die ausgewählten Prozessrouten zusammengefasst. Abb. 4-1 zeigt die exemplarischen Verfahrensschritte.

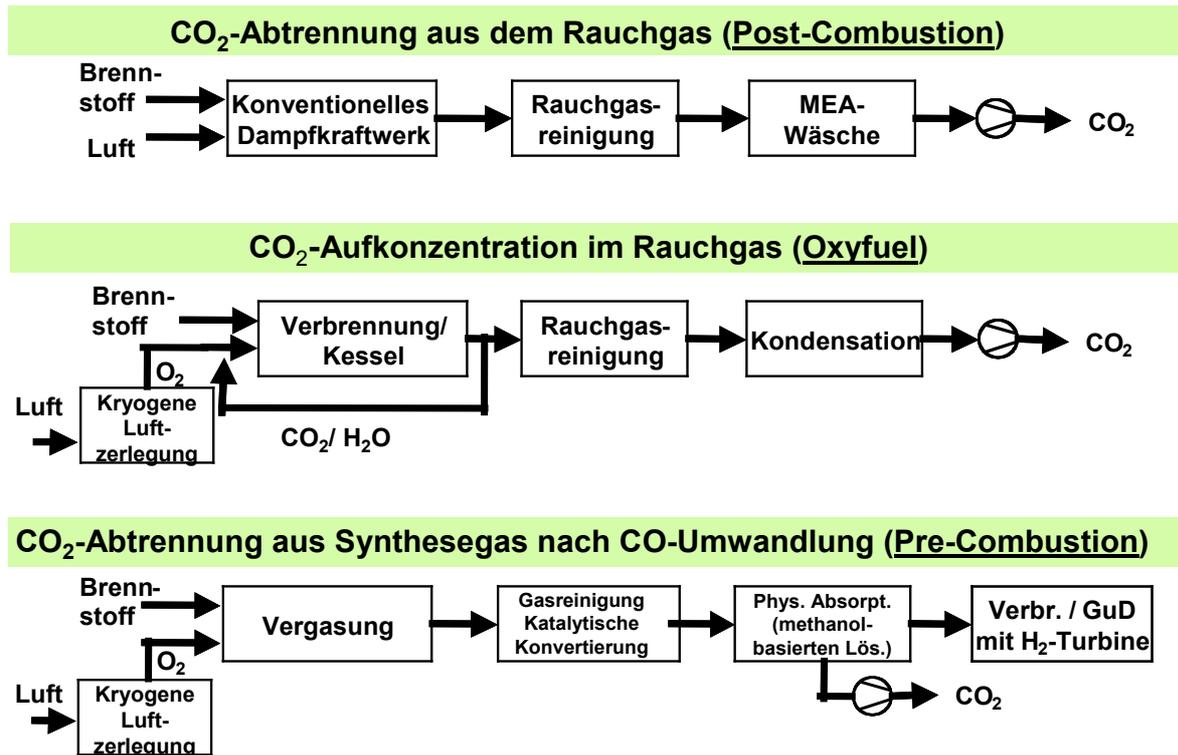


Abb. 4-1 Ausgewählte Verfahrensrouten für Post-Combustion, Oxyfuel und Pre-Combustion

## Transport

Der Transport von abgetrenntem Kohlendioxid basiert auf verschiedenen Techniken, die auch im großskaligen Bereich technisch realisiert sind. Kriterien für die Auswahl geeigneter Transporttechnik sind nicht nur Kosten und Kapazitäten sondern auch geographische Gegebenheiten, Fragen der Sicherheit und Art der Lagerung. Für dieses Projekt wird der Transport mit Pipelines ausgewählt, da er nach derzeitiger Einschätzung für Deutschland die wahrscheinlichste Alternative ist.

In Pipelines wird „trockenes“ CO<sub>2</sub> in fluider Phase in überkritischem Zustand transportiert. Um einen Phasenwechsel zu verhindern wird ein Pipelinenetz in der Regel mit einem Druck zwischen 74 und 210 bar betrieben. Im überkritischen Zustand weist CO<sub>2</sub> ein hohes Lösevermögen für viele wasserabweisende (hydrophobe) Stoffe auf und wird technisch als Lösungsmittel z.B. bereits in der Lebensmittelindustrie oder in der Petrochemie eingesetzt. Fremdgase im Kohlendioxid führen tendenziell zu einem Anstieg des energetischen Aufwands für Verdichtung und Verflüssigung. Weiterhin müssen Verunreinigungen im Kohlendioxid wie Wasserdampf oder Schwefelverbindungen vermieden werden, da sich sonst korrosive Bestandteile bilden können, die Transport-Behältnisse und -Rohre schädigen können. Bei Wasserdampfanteilen im Kohlendioxid können sich unter hohem Druck weiterhin unerwünschte Hydrate bilden, die mit ihren kristallinen Strukturen zu Verschlüssen in Pumpen oder Rohren führen können (Doctor 2000), (Gale 2004).

Der Bereich des Transports in Pipelines umfasst die Konditionierung und Abführung des CO<sub>2</sub> nach der Abtrennung sowie die angeschlossene Kompression und die Injektion des CO<sub>2</sub>. Einzelne Komponenten umfassen die Pipelines selbst sowie Ventilblöcke, Überdruckventile und Pumpen.

Es existieren bereits mehrere CO<sub>2</sub>-Pipelines in den USA und Kanada mit einer derzeitigen Gesamtlänge von ca. 3100 km und einer Transportkapazität von 44,7 Mt/a. Viele von Ihnen bestehen bereits seit den frühen 80er Jahren. Für die Untersuchung können Erfahrungen aus dem Betrieb dieser Pipelines übernommen werden, falls diese zugänglich sind. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Transportnetze meist durch abgeschiedene Regionen verlaufen. Daher muss geprüft werden, ob ein Verlauf in dicht besiedelten Regionen zusätzliche Gefahrenpotenziale birgt.

### **Speicherung**

Um langfristig das abgeschiedene Kohlendioxid aus Kraftwerken der Atmosphäre zu entziehen, müssen Speicheroptionen für diese Aufgabe identifiziert werden. Derzeit werden als Optionen die Speicherung im Ozean und die geologische Speicherung in Reservoirs diskutiert.

Für Deutschland wird im Wesentlichen die Nutzung ausgebeuteter Erdgasfelder sowie tiefer, ungenutzter wasserführender Schichten (Aquifere) sowohl an Land als auch unter dem Meeresgrund diskutiert.

Die Einlagerung von Gasen in ausgebeuteten Erdgasfeldern entspricht dem Stand der Technik z.B. bei der unterirdischen Erdgaszwischenlagerung. Die internationalen Speicherpotenziale werden hierbei als hoch angesehen, während für Deutschland die Potenziale eher als gering eingestuft werden (BGR 2004). Weiterhin tritt man mit der CO<sub>2</sub>-Speicherung in ausgebeuteten Lagerstätten in Nutzungskonkurrenz zur unterirdischen Erdgaszwischenlagerung, welche das wirtschaftlich erschließbare Potenzial für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung weiter vermindert.

National und international werden die größten geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherpotenziale im Bereich tief gelegener wasserführender Gesteinsschichten, so genannter Aquifere, gesehen. Diese für die Trinkwassergewinnung aufgrund hoher Mineralien- und Salzgehalte wirtschaftlich nicht nutzbaren Wasserschichten, die sich durch eine sehr geringe Austauschrate des Wassers mit anderen Schichten auszeichnen, werden hierbei als viel versprechende Speicheroption angesehen. Ein impermeables Deckgebirge (Abdichtgestein) muss als natürlicher Abschluss vorhanden sein. Die Einlagerung des Kohlendioxids erfolgt als Reinstoff, der in sog. Fallenstrukturen eingeschlossen wird oder als in Wasser gelöstes Kohlendioxid, welches über geologische Zeiträume in mineralische Karbonate umgewandelt wird. Auf Grund geologischer Druck- und Temperatur-Verhältnisse im mitteleuropäischen Bereich und der Kostenaufwendungen für die Erschließung der Lagerstätte ergibt sich eine nutzbare Speichertiefe im Bereich von ca. 800 – 1000 m Tiefe. Das derzeit größte zur CO<sub>2</sub>-Speicherung genutzte Aquifer befindet sich unterhalb der Nordsee (Utsira-Formation). Es wird im Rahmen des Sleipner-Projektes in Norwegen genutzt. Seit 1996 werden dort jährlich ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub> in die Struktur verpresst. Im Rahmen des CO<sub>2</sub>SINK-Projektes sollen in Ketzin 30.000 t CO<sub>2</sub> in einen Aquifer eingespeichert werden. Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung und Erprobung neuer Messverfahren zur Überwachung sowie eine umfassende Risikoabschätzung (CO<sub>2</sub>SINK 2007).

Insbesondere die (Langzeit-)Risiken bei der Speicherung sind Thema vieler Veröffentlichungen und Diskussionen. Aufgrund fehlender Langzeiterfahrung kann hier nicht auf Betriebserfahrungen verwiesen werden. Es müssen daher Schlussfolgerungen aus dem Wissen über natürliche geologische Speicher (wie z.B. Erdgas/Erdölfelder) gezogen werden.

Für die Untersuchung wird die Speicherung in Salinen Aquiferen als Beispiel ausgewählt. Sie umfasst die Injektionsphase, die etwa 50 Jahre umfasst (IEA 2007) und die Langzeitspeicherung inklusive Überwachung über mehrere hundert Jahre.

#### **4.2.2 Mögliche Gefahrenpotenziale in ausgewählten Prozessrouten**

Nach Auswahl der zu betrachtenden Prozessrouten werden in diesem Abschnitt mögliche Gefahrenpotenziale aufgezeigt. Dazu wird zunächst ein Überblick über gängige Methoden der Sicherheitsanalyse gegeben, bevor die Prozessrouten im Einzelnen betrachtet werden. Für Prozessschritte, zu denen es bereits im Betrieb befindliche Anlagen gibt, werden Erfahrungswerte übernommen. Dies können Anlagen im Bereich von CCS sein aber auch Anlagen, die in anderen Industriebereichen eingesetzt werden. Bei letzteren muss eine Übertragbarkeit geprüft werden. Angaben zu den Gefahrenpotenzialen werden aus Studien, Sicherheitsdatenblättern oder Unfallstatistiken ermittelt. Analogien zu anderen Techniken mit ähnlichen Verfahrenskonzepten können aus Normblättern und anderer Gesetzgebung gezogen werden.

#### **4.2.3 Methodische Vorgehensweise von Sicherheitsanalysen**

Eine Voraussetzung für die Erarbeitung von umfassenden und aussagekräftigen Ergebnissen bei einer Gefahrenanalyse ist ein hoher Kenntnisstand des zu untersuchenden Prozesses/Bauteils, seiner Betriebszustände/Funktionen und der relevanten Betriebsparameter. Dazu ist es sinnvoll, ein interdisziplinäres Team aus Experten, die in ihrem Bereich (Konstruktion, Fertigung, Entwicklung, Betrieb etc.) über Erfahrungen mit den verschiedenen Teilprozessen und den enthaltenen Baugruppen/Bauteilen verfügen, zusammen zu stellen. Dies bedeutet für die Bewertung der Gefahrenpotenziale von CCS, dass Kompetenzen aus den Bereichen Kraftwerkstechnik, CO<sub>2</sub>-Transport und Speicherung für eine umfassende Bewertung notwendig sind. Um die Komplexität der Analyse jedoch zu verringern, ist die Bildung von Subprozessen mit definierten Wechselwirkungen zwischen Umwelt und den benachbarten Systemen möglich.

Die Randbedingungen (d.h. auch die Umgebungsbedingungen) von Kraftwerken mit Abscheidung sind aufgrund des gleichen Einsatzgebietes mit denen der Kraftwerke ohne Abscheidung identisch. Das Gefahrenpotenzial wird jedoch durch den nachgelagerten CO<sub>2</sub>-Transport und die langfristig sicheren Ablagerung beeinflusst.

Bei der Erstellung von Gefahrenanalysen werden in der Praxis unterschiedliche Methoden angewendet. Wenn die zu betrachtenden Risiken mit Angaben der Wahrscheinlichkeiten ihres Eintretens unter definierten Randbedingungen bewertet werden, spricht man von quantitativen Methoden. Quantitativ orientierte Methoden unternehmen den Versuch, Sicherheitsrisiken und Gefahrenpotenziale quantitativ zu bewerten und somit eine direkte Vergleichbarkeit und Einstufung von Risiken zu ermöglichen. Geeignete Größen können zum Beispiel Auftrittswahrscheinlichkeiten von Fehlern sein. Hierzu ist jedoch eine sehr genaue Kenntnis des zu untersuchenden Systems zwingend notwendig. Die quantitativ-orientierten Methoden eignen sich daher nicht für die Bewertung von technisch nicht ausgeführten oder abstrakten Systemen.

Quantitative Berechnungen werden zum Beispiel bei der Erstellung von Schadensszenarien im Rahmen von Störfallanalysen chemischer Anlagen durchgeführt. Die folgende Abb. 4-2

zeigt eine mögliche Einordnung verschiedener Methoden zur Sicherheitsanalyse in qualitativ und quantitativ-orientierte Methoden.

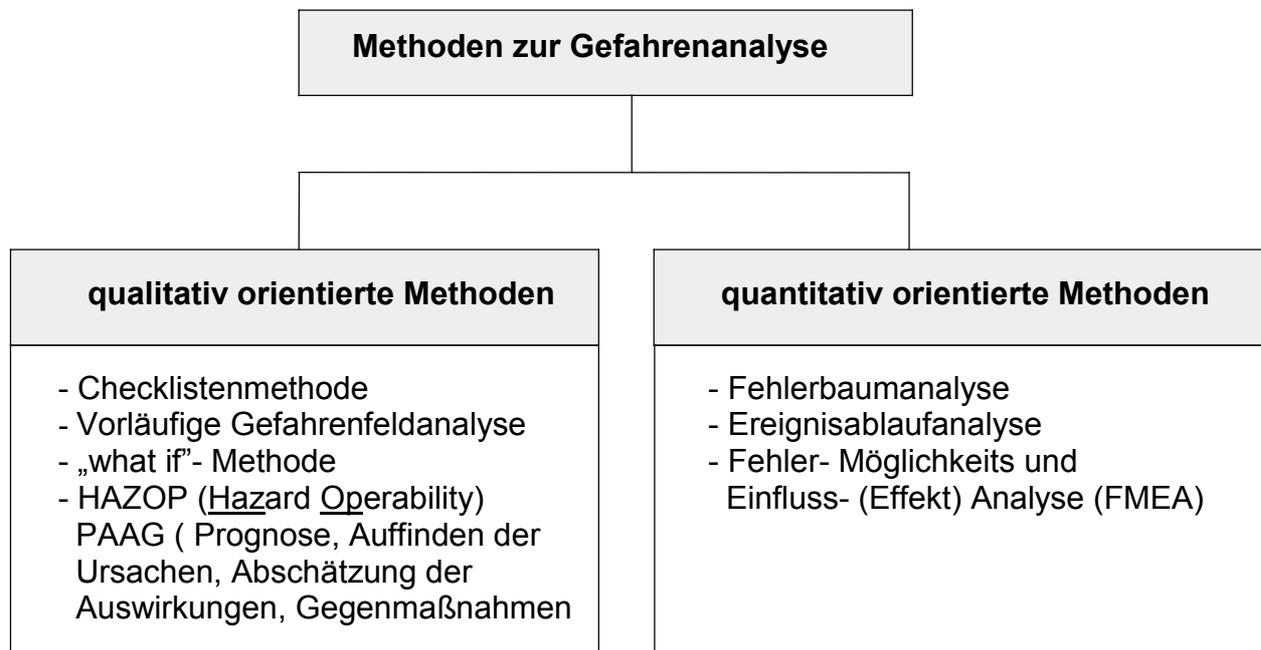


Abb. 4-2 Gegenüberstellung qualitativ- und quantitativ-orientierter Methoden

Im Folgenden werden einige Methoden ausführlicher vorgestellt.

### **Fehler-, Möglichkeits- und Einfluss- Analyse (FMEA)**

Die FMEA ist eine systematische, quantitativ orientierte Risikoanalysemethode, die sich auf mögliche Einzelfehler von Bauteilen, deren Ursache, Art und Auswirkung bezieht. Die Ursprünge der FMEA gehen zurück auf das amerikanische Militär. Darüber hinaus wurde die Methode auch in der Kerntechnik angewendet. Unter der Bezeichnung „Ausfalleffektanalyse“ wurde die FMEA 1980 in Deutschland mit der DIN 25448 genormt.

Vor dem Beginn der Gefahrenanalyse ist zu prüfen, für welche Systeme, Teile bzw. Prozesse eine FMEA erstellt werden soll. Eine FMEA wird prinzipiell im Team durchgeführt. Das Team ist mit Experten aus allen am Projekt beteiligten Fachgruppen zu besetzen (z.B. Konstruktion, Fertigungsplanung und Qualitätswesen aus den Bereichen Kraftwerkstechnik, CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Transport und -Ablagerung).

Die Systeme, Teile und Prozesse werden in einzelne Subsysteme, die zur Beschreibung der strukturellen Zusammenhänge im Gesamtsystem dienen, in hierarchische Ebenen untergliedert. Um eine eindeutig strukturierte Abbildung des Gesamtsystems sicher zu stellen, darf jedes Subsystem nur einmal abgebildet werden. Dabei werden die einzelnen Ebenen nach dem Top-Down Prinzip strukturiert. Diese Art der Analyse, wird als Strukturanalyse bezeichnet und stellt die graphische Dokumentation der Stückliste als Baum dar.

Den einzelnen Systemelementen werden die ihnen zugehörigen Funktionen zugeordnet, wodurch auch Fehlfunktionen aufgedeckt werden können. Durch die Strukturierung des Systems, Bauteils bzw. Prozesses kann für jedes Subsystem eine Fehleranalyse durchge-

führt werden. Zunächst werden anhand der Funktionsanalyse mögliche Abweichungen von den spezifischen Funktionen, z.B. Nichterfüllen der Funktion oder eingeschränkte Funktion, benannt.

Bei der Risikoanalyse werden die Bedeutung B, die Auftrittswahrscheinlichkeit A sowie die Entdeckungswahrscheinlichkeit E für jeden Fehler jeweils mit Bewertungszahlen von 10 bis 1 bewertet, wobei der Wert 10 eine große Gefahr und 1 eine unbedeutende Gefahr darstellt.

Die FMEA gehört zu den am häufigsten mit Erfolg angewendeten Methoden zur Sicherheits- und Gefahrenanalyse. Wie jede Methode hat aber auch die FMEA typische Schwächen. Menschliche Fehlbedienung kann von der FMEA meist nur dann aufgedeckt werden, wenn diese einen Bauteil-/Anlagenfehler verursacht. Sicherheitskritische Fehlfunktionen, die nicht zu einem Bauteil-/Anlagenfehler führen, werden oft von der FMEA übergangen.

Der Schwerpunkt liegt in der Untersuchung von Einzelfehlern. Bauteil-/Anlagenfehler werden generell einzeln analysiert, das bedeutet, dass Kombinationen von Bauteil-/ Anlagenfehlern übersehen werden können. Externe Einflüsse, wie z.B. Umweltbedingungen, werden meist nur dann aufgedeckt, wenn sie zu einem Bauteil-/Anlagenfehler führen. Eine FMEA untersucht generell nur die Einflüsse von Bauteil-/Anlagenfehlern in einem definierten Betriebszustand bzw. bei geringen Abweichungen von diesem. Bei Systemen mit mehreren typischen Betriebszuständen ist es erforderlich, mehrere FMEA's durchzuführen.

### **Fehlerbaumanalyse**

Die Fehlerbaumanalyse wurde in den sechziger Jahren für militärische Zwecke entwickelt. Diese Form eignet sich besonders zum strukturierten Auffinden und Darstellen von Ereigniskombinationen, die zum Fehlerereignis führen. Die Methode eignet sich zur Dokumentation und Analyse des Systems, jedoch streng genommen nicht zur Findung von Fehlern und resultierenden Gefahren. Das Auffinden gefährlicher Fehlerkombinationen bleibt dabei eine Frage der genauen Kenntnis der Vorgänge im System.

Das Erstellen von Fehlerbäumen erfordert deshalb ein hohes Maß an Fachwissen. Im Gegensatz dazu ist bei bereits vorhandenen Fehlerbäumen das Auffinden von Fehlern mit Grundkenntnissen des Systems möglich.

Die Vorgehensweise ist in der Norm DIN 25424 detailliert beschrieben. An der Spitze eines Fehlerbaumes steht immer ein Hauptereignis (Top-Event), hier beispielsweise ein sicherheitsrelevanter Zwischenfall. Es wird nun im Top-Down Verfahren nach Ursachen geforscht, die diesem Top Ereignis unmittelbar vorangegangen sind.

Auf diese Weise werden für jedes Ereignis die Ursachen ermittelt. Die unterste Ebene des Fehlerbaumes bilden die so genannten Basic-Events (BE). Ist ein Fehlerbaum erstellt, kann sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Bewertung der Fehlerkette vorgenommen werden. Für eine quantitative Bewertung werden dem Auftreten eines jeden Ereignisses Wahrscheinlichkeiten oder Häufigkeiten zugeordnet.

Die Fehlerbaumanalyse dient lediglich der Bestimmung der Ursachen eines gut definierten Ereignisses sowie der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit, mit der es zu unerwünschten Ereignissen bei Mehrfachfehlerkombinationen kommt. Die Methode ist nicht zur Bestimmung der allgemeinen Fehleranfälligkeit des Systems/Prozess geeignet. Von Nachteil ist die Tatsache, dass bei der Durchführung einer Fehlerbaumanalyse nur ein

einziges unerwünschtes Ereignis untersucht wird. Für weitere Ereignisse müssen weitere Fehlerbäume erstellt werden.

Bei einer quantitativen Auswertung von Fehlerbäumen ist die Beschaffung von Daten über Häufigkeit und/oder Wahrscheinlichkeit für das Auftreten bestimmter Ereignisse notwendig. In der Verfahrenstechnik sind diese Informationen in der Regel schwierig zu beschaffen. In Einzelfällen können Schätzwerte verwendet werden.

### **Ereignisablaufanalyse nach DIN 25419**

Während sich die Fehlerbaumanalyse mit der Verknüpfung von Ursachen beschäftigt, die zu einem unerwünschten Ereignis führen, behandelt die Ereignisablaufanalyse die Folgen und Auswirkungen solcher Ereignisse. Gemeinsam ist beiden Methoden die Baumstruktur. Die Verzweigungspunkte des Baums stellen Eingriffsmöglichkeiten dar, die den weiteren Verlauf der Störungen beeinflussen können.

Abhängig von den Maßnahmen ergibt sich am Ende der Ereigniskette das Ausmaß der Folgen. Den einzelnen Verläufen der Ereigniskette werden so genannte Störfallsequenznummern zugeordnet. Die Methodik eignet sich besonders für die Planung auswirkungsbegrenzender Maßnahmen. Wie bei der Fehlerbaumanalyse können auch den Verläufen der Ereignisablaufanalyse Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden, die eine quantitative Bewertung ermöglichen.

Der Arbeitsaufwand bei der Durchführung einer Ereignisablaufanalyse entspricht in etwa dem der Fehlerbaumanalyse. Auch die Vor- und Nachteile stimmen bei beiden Methoden weitgehend überein.

### **PAAG/HAZOP-Verfahren**

Das PAAG-Verfahren (Prognose, Auffinden der Ursachen, Abschätzen der Auswirkungen, Gegenmaßnahmen) oder englisch HAZOP (Hazard and Operability Studies) wurde in den siebziger Jahren entwickelt. Es handelt sich hierbei um eine systematische Methode, Gefahrenquellen eines Systems aufzudecken und angemessene sicherheitstechnische Maßnahmen vorzugeben, um Störfälle zu vermeiden oder zu beherrschen. Das HAZOP-Verfahren gilt als besonders gründlich, da durch seine Anwendung fast alle möglichen Gefahren innerhalb des Systems erkannt werden können. Es findet besonders häufig Anwendung in der chemischen und thermischen Verfahrenstechnik.

Das HAZOP-Verfahren basiert auf der Überlegung, dass allen Betriebsstörungen eines Systems in wenigstens einem Teilsystem (Anlagenteil, Bauteil) eine Abweichung vom Sollzustand vorausgeht. Dies kann beispielsweise ein Temperatur- oder Druckanstieg sein.

Die Gefahr (HAZARD) eines Zwischenfalls ist bei verfahrenstechnischen Anlagen durch die Handhabung gefährlicher Stoffe (toxisch, explosiv) unter extremen Bedingungen (hoher Druck, hohe Temperatur) gegeben. Durch Fehler in der Prozessführung oder Versagen von Bauteilen kann es zu Zwischenfällen kommen, deren Konsequenzen in einer Sicherheitsanalyse zu bewerten und deren Auswirkungen zu beherrschen sind. Derartigen Zwischenfällen geht meist eine Abweichung einer oder mehrerer der prozessbeschreibenden Größen voraus. An dieser Stelle setzt die HAZOP an. Mit Hilfe so genannter Leitworte, angewendet auf die Prozessparameter, werden mögliche Abweichungen vom Sollzustand definiert. Die Konsequenzen dieser Abweichung werden analysiert und bezüglich ihrer sicherheitstechnischen Relevanz bewertet. Weiterhin werden mögliche Ursachen im System gesucht.

Abschließend wird versucht, den Fortgang der Ereigniskette zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu unterbrechen. Dies geschieht am effektivsten durch Vermeidung der Gefahr selbst, was bei den meisten Prozessen jedoch nur selten möglich ist. Die Möglichkeit der Ursachenvermeidung kann beispielsweise durch die Verwendung Typ geprüfter Bauteile geschehen (z.B. Verhinderung von Bauteilversagen durch normgerechte Konstruktion). Kann die Ursache nicht mit Sicherheit vermieden werden, müssen Maßnahmen getroffen werden, eine eventuell auftretende Abweichung vom Sollzustand zu detektieren und entsprechend zu reagieren (Abfahren der Anlage). Sind dennoch ernsthafte Konsequenzen zu befürchten, so müssen diese beherrschbar sein, um die Folgen zu minimieren (z.B. Einsatz von Sprinkleranlagen bei Feuer).

Die genannten Punkte werden in der HAZOP systematisch für die gesamte Anlage sowie für einzelne Anlagenteile behandelt und dokumentiert. Es erfolgt somit eine umfassende sicherheitstechnische Analyse von der Ursachenbehandlung bis hin zur Beherrschung der Folgen und Auswirkungen.

Die Sicherheitsanalyse nach der HAZOP/ PAAG-Methode wird von einem interdisziplinären Team durchgeführt. Die HAZOP gehört zu den gründlichsten und umfassendsten Methoden der Sicherheitsanalyse. Dennoch ergeben sich auch hier durch die Anwendung Grenzen bezüglich der auffindbaren Risiken. Durch das Bestreben der Methodik, eine möglichst hohe Quote der Gefahrenpotenziale systematisch (und nicht zufällig) aufzudecken, bedingt die Durchführung der HAZOP einen hohen Arbeitsaufwand.

Eine vollständige Sicherheitsanalyse ist in Rahmen dieses Projektes nicht möglich, da dazu in jedem Fall ein Expertenteam benötigt wird. In Folgenden kann daher nur auf Literaturangaben und Einzelauskünfte zurückgegriffen werden.

### **4.3 Spezifikation der Risiken von CCS**

#### **4.3.1 Analyse der Gefahrenpotenziale für die ausgewählten Prozessrouten**

Gefahrenpotenziale werden zunächst systematisiert, bevor eine Analyse für die oben beschriebenen Prozessrouten erfolgt. Schwerpunkt der Auswertung ist die Erfassung von Gefahrenpotenzialen, also der naturwissenschaftlich/technisch bedingten Risiken. Darüber hinaus werden aber auch Informationen zur Beeinträchtigung der Akzeptanz (z.B. erhöhter Bauraumbedarf) gesondert aufgenommen. Bei der Bestimmung der Risiken wird zwischen dem ungestörten und einem gestörten Betrieb (z.B. Störfall) unterschieden.

Für jeden Prozess entlang der Prozessrouten werden die Gefahrenpotenziale sowie Faktoren, die ggf. die Akzeptanz beeinflussen, erfasst. Dazu werden Literatur und Einzelauskünfte ausgewertet. Stellvertretend für die gesamte Prozesskette sind in Tab. 4-2 beispielhaft Gefahrenpotenziale und Akzeptanzfaktoren für Prozesse des Transports zusammengestellt. Es gibt Risiken und Akzeptanzfragen, die das gesamte System „Pipeline-Transport“ betreffen und solche, die nur bei Einzel/Subprozessen (z.B. Ventilblöcke) auftreten.

Tab. 4-2 Ausschnitt von Gefahrenpotenzialen und Akzeptanzfaktoren am Beispiel einzelner Prozesse des Transports

Prozess	Risiken		Akzeptanzfragen	
	Ungestörter Betrieb	Gestörter Betrieb	Ungestörter Betrieb	Gestörter Betrieb
Transport				
Pipeline	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohes Lösungsvermögen für wasserabweisende Substanzen,</li> <li>- Korrosion durch Wasserdampf und Schwefelverbindungen,</li> <li>- Verschlüsse durch Hydratbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leckage, zerbersten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neue Netze müssen gebaut werden, Bauraumbedarf</li> </ul>	
Pipelinerohre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmeabgabe an umgebendes Erdreich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leckage,</li> <li>- Zerbersten</li> </ul>		
Ventilblöcke		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leckage,</li> <li>- Zerbersten</li> </ul>		

Diese Auswertung erfolgt entlang der gesamten Prozesskette. Es entsteht eine komplexe Matrix, die für jeden Prozess Risiken und Akzeptanzfragen im ungestörten oder gestörten Betrieb vorsieht. Für die Genehmigung einer CCS-Anlage müssten alle Felder der Matrix gefüllt werden. Im Rahmen dieses Projekts ist die vollständige Analyse nicht möglich, da entweder das Detailwissen der Experten nicht vorliegt bzw. das Ziehen von Analogieschlüssen zu anderen Techniken im Detail nicht immer möglich ist. Es lassen sich daher oft nur generelle Erfahrungen im Umgang mit ähnlicher Technologie aufzeigen.

Im Folgenden erfolgt die Gefahrenpotenzialanalyse für die drei Bereiche Abscheidung, Transport und Speicherung.

### Abscheidung

Die Einschätzung von Gefahrenpotenzialen, das Monitoring und die rechtliche Einordnung von CO<sub>2</sub>-Abscheidesystemen stellt keine neuen Herausforderungen dar, da sie bereits durch übliche Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltkontrollen der Industrie abgedeckt werden (IPCC 2005). Neben den Abscheideprozessen an sich müssen Verunreinigungen des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>-Stroms berücksichtigt werden, die zu einem späteren Zeitpunkt in der Prozesskette, beim Transport oder bei der Speicherung Probleme erzeugen können (siehe unten). Während bei der Post-Combustion meist hochreines CO<sub>2</sub> abgeschieden wird (90 %), bleiben bei der Pre-Combustion 1 – 2 % H<sub>2</sub>, CO- und H<sub>2</sub>S-Rückstände im Gasstrom. Rückstände von O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, S und NO<sub>x</sub> beim Oxyfuel-Verfahren erfordern eine zusätzliche Aufbereitung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>-Stromes.

Neben Gefahrenpotenzialen, die durch die eingesetzte Technik vorgegeben werden, gibt es technisch bedingt Aspekte, welche die Akzeptanz beeinflussen können. Darunter fallen der erhöhte Energie- bzw. Ressourcenbedarf, höhere Stromgestehungskosten sowie ein wesentlich höherer Flächenbedarf.

### **Transport**

Aus dem Transport von Erdgas in Pipelines können Analogieschlüsse für den Transport von CO<sub>2</sub> in größerem Maßstab gezogen werden. Die Rate für Störunfälle für europäische Gaspipelines lag im Jahr 2002 unter 0,0002 km<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, in den USA bei 0,00011 km<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> (Guijt 2004). Sicherheitsvorschriften beinhalten detaillierte Überwachungs- und Prüfpläne (interne und externe Korrosionsüberwachung, Leckagemeldesysteme) sowie einen Notfallschutzplan. Da die Konsequenzen eines CO<sub>2</sub>-Pipeline-Unfalls durch die höhere Dichte von CO<sub>2</sub> als Luft und die Toxizität von H<sub>2</sub>S potenziell höhere Gefährdungspotenziale aufzeigen als beim Transport von Erdgas, werden in den USA derzeit striktere Gesetze für den CO<sub>2</sub>-Transport erarbeitet (IPCC 2005).

Derzeit wird bereits CO<sub>2</sub>-Transport mittels Pipeline betrieben und es existieren erste Erfahrungswerte, wenn auch für Anlagen in kleinem Maßstab. Unfallstatistiken für das Jahr 2002 benennen 0,00032 Störfälle km<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> ohne Verletzte oder Todesfälle (Gale 2004). Ursachen sind Störungen bei den Entlüftungsventilen, Schweißdichtungs/Ventil-Fehler, Korrosion und Einwirken von äußeren Kräften. Die derzeitigen Pipelines laufen allesamt durch wenig besiedeltes Gebiet. Bei einem Einsatz in Deutschland würde der Verlauf von Pipelines durch dichter besiedelte Gegenden erfolgen. Dies würde wahrscheinlich zu einer Erhöhung der Schadenswerte führen, da bei einem Störfall potenziell mehr Menschen und Sachwerte betroffen wären. In einer Studie von (Vendrig 2003) wurde in einem Modell das Gefahrenpotenzial für ein generisches System Pipeline entwickelt, bei dem topografische und meteorologische Bedingungen, Bevölkerungsdichte und weitere lokale Begebenheiten berücksichtigt werden.

In Europa existiert derzeit keine Infrastruktur für den Transport von CO<sub>2</sub> in Pipelines. Der Neuaufbau eines Netzes könnte zu Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung führen. Es müsste daher geprüft werden, ob eine Nutzung von bereits existierenden Erdgaspipelines erfolgen könnte bzw. der Neubau entlang bestehender Trassen stattfinden könnte.

### **Speicherung**

Gefahrenpotenziale im Bereich der Speicherung sind immer wieder Inhalt von Studien und Anlass zur Diskussion. Hier liegen zum einen die wenigsten Erfahrungen aus laufenden Projekten vor, insbesondere wenn es um Langzeitaspekte geht, noch können Lagerstätten problemlos miteinander verglichen werden. Auf der anderen Seite existieren geologisch geformte Lagerstätten von CO<sub>2</sub>, Gas oder Öl zum Teil seit Millionen Jahren und im Bereich der Öl- und Gasförderung liegen viele Erfahrungen zur Einspeisung/Speicherung von Gasen (auch CO<sub>2</sub>) vor, die „Stand der Technik“ sind.

Bei der Speicherung differenziert man weniger zwischen gestörten und ungestörten Betrieb sondern unterscheidet im Wesentlichen zwei Formen der Freisetzung (IPCC 2005; UBA 2006):

- Spontane Freisetzung und
- Diffuse, „schleichende“ Freisetzung.

Die spontane Freisetzung von CO<sub>2</sub> erfolgt entweder durch Fehler bei der Einspeisung oder durch Leckage an alten, verschlossenen Injektions-, Erkundungs- oder Produktionsbohrungen. Das austretende CO<sub>2</sub> wird in erster Linie Personal bei der Injektion bzw. bei den Abdichtungsarbeiten gefährden. Freisetzungen können durch gängige Messtechnik schnell entdeckt werden. Notfallpläne aus der Öl- und Gasförderung für Bohrlöcher-„blow-outs“ können übertragen und mittels existierender Technik kann die Leckage gestoppt werden. Der Austritt sollte daher zwischen einigen Stunden bis hin zu Tagen entdeckt und behoben werden. Die dabei austretenden Mengen sind im Vergleich zu den gespeicherten Mengen gering, können jedoch für das Personal eine Gefährdung darstellen. Porenspeicher, wie Aquifere, erlauben kein schnelles Entleeren des Reservoirs, wie es bei Hohlraumspichern möglich wäre (ISI 2006). Eine weitere mögliche Ursache sind seismotektonische Aktivitäten, die aber nach (UBA 2006) durch den Verzicht der Speicherung in erdbebengefährdeten Gebieten weitestgehend vermieden werden können.

Diffuse „schleichende“ Leckagen erfolgen über Frakturen, Brüche oder Störungen in der Deckschicht bzw. an Bohrungen. Das austretende CO<sub>2</sub> könnte dann u.U. Trinkwasser kontaminieren oder das Ökosystem stören. Das Grundwasser könnte direkt oder indirekt durch Sole beeinflusst werden, was zu einer pH-Wert-Absenkung und letztlich zur Veränderung im Wasserchemismus führen würde. Je nach CO<sub>2</sub>-Menge und umgebender Gesteinsschicht könnten Metalle, Chloride oder Sulfate ausgewaschen werden (IPCC 2005).

Ein Aufsteigen von CO<sub>2</sub> durch die Gesteinsschicht kann zu einer Versauerung der Böden und der Verdrängung von Sauerstoff führen, was sich auf die Vegetation auswirkt. Letztlich könnte sich das CO<sub>2</sub> in Muldenlagen mit wenig Wind sammeln und dort Mensch und Tier gefährden. Es existieren zwar Techniken zum Ausbringen von CO<sub>2</sub> aus dem Boden oder Grundwasser, diese sind in der Regel jedoch mit hohen Kosten verbunden (IPCC 2005).

Leckagen aus dem Gestein können niemals gänzlich ausgeschlossen werden, daher sollten zur sicheren Speicherung nur solche Reservoirs ausgewählt werden, die in den darüberliegenden Stockwerken eine Abfolge mehrerer gering-permeabler Schichten und Aquiferformationen aufweisen. So würde eine höhere Sicherheit gegenüber CO<sub>2</sub>-Austritt gewährleistet, da CO<sub>2</sub> auf dem Weg nach oben auf neue Barrieren stoßen würde (May 2003).

In Abb. 4-3 sind verschiedene Leckagemöglichkeiten sowie Gegenmaßnahmen nach (IPCC 2005) ausgezeigt.

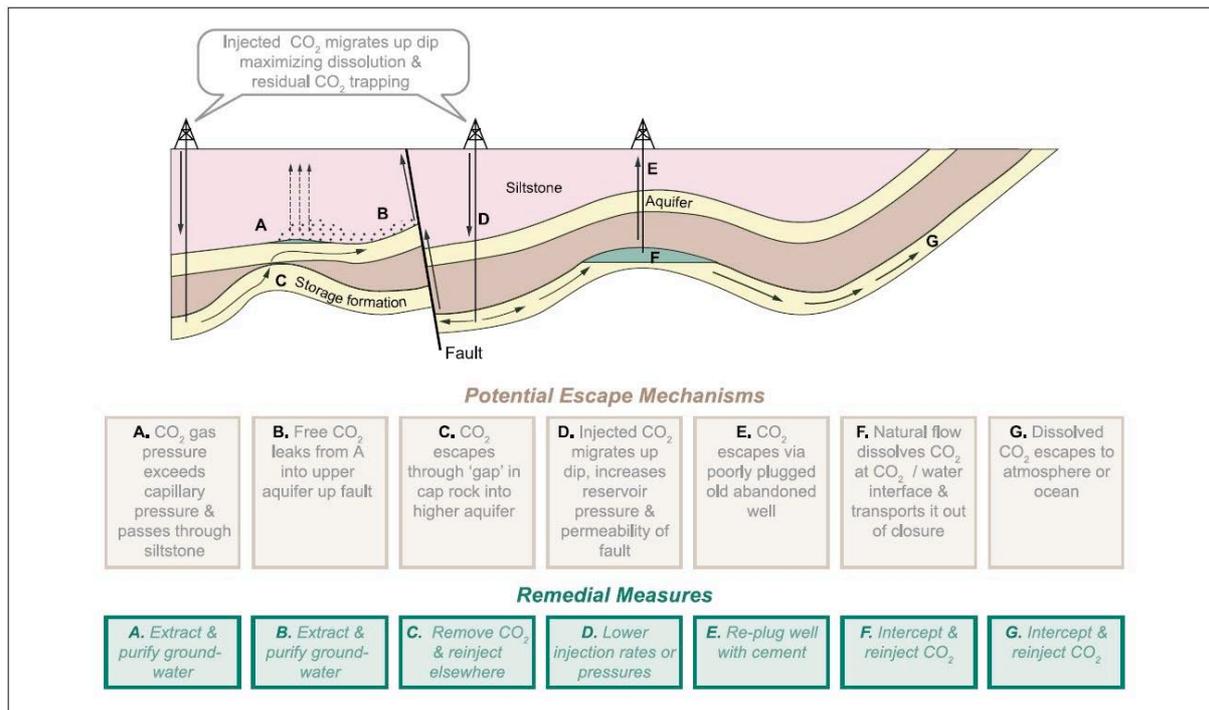


Abb. 4-3 Mögliche Leckagewege und Gegenmaßnahmen nach (IPCC 2005)

Im Wesentlichen lassen sich drei Leckagepfade definieren:

- Überschreiten des kapillaren Eindringdruckes der Poren
- Offene Stellen in Deckschicht, Brüche oder Verwerfungen
- Anthropomorphe Wege durch Altbohrungen

Saline Aquifere sind bisher meist kaum durch Erkundungsbohrungen gestört, daher existieren nicht so viele Altbohrungen wie z.B. bei Erdöl oder Gasfeldern. Das hat zum einen den Vorteil, dass weniger Undichtigkeiten an den Bohrungen auftreten können, zum anderen hat es aber auch den Nachteil, dass weniger Informationen zu den Gesteinsschichten, Deckgebirgen oder Verwerfungen vorliegen (May 2005). Der Aufwand zur Erkundung ist somit vergleichsweise höher als bei Erdgaslagerstätten, allerdings können Erkundungsbohrungen so platziert werden, dass sie später zu Injektionsbohrungen ausgebaut werden können.

Ein wichtiger Forschungsbereich ist die Entwicklung von Zement, der eine Säurebeständigkeit gegenüber Kohlensäure aufweist und Zementationsverfahren, die eine bessere Anbindung ans Gebirge und an die Verrohrung gewährleisten (Benson 2002).

Bei der Injektion von CO<sub>2</sub> besteht die Gefahr, durch zu hohen Einfülldruck Risse und Bewegungen an Versetzungen zu verursachen, die zum einen Wege zum Entweichen des CO<sub>2</sub> entstehen lassen und zum anderen kleine Erdbeben auszulösen können. Es existieren bereits Überwachungssysteme und Erfahrungen aus den Bereichen EOR, Erdgas, Geothermie oder Abwasser, da diese Gefahr unabhängig von der einzufüllenden Substanz ist. Zusätzlich entsteht bei der Injektion die Gefahr von spontanen Freisetzungen aufgrund von Korrosion des Injektionswerkzeuges. (Vendig 2003) schätzt die jährliche Freisetzungsrates während der Injektion auf 10<sup>-3</sup> pro Reservoir und Jahr. Schwer abzuschätzen sind zudem die Auswirkungen von menschlichen Fehlern beim Anlagenbetrieb.

Die Überwachung der Speicher dient zur Detektion möglicher Leckagen und zur Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Verluste. Es existieren eine ganze Reihe unterschiedlicher Methoden zur Überwachung: geophysikalische Methoden, geochemische Untersuchungen, Fernerkundungstechniken oder Ökosystemstudien. Da alle Techniken aus anderen Bereichen übernommen worden sind, besteht ein Forschungs- und Demonstrationsbedarf, der die Verlässlichkeit, Auflösung und Sensitivität der Methoden auf die CO<sub>2</sub>-Speicherung überprüft (Balthasar 2005). Für die Überwachung der Injektionsphase müssen die gängigen Techniken aus der Gas- und Ölförderung an die Gegebenheiten von CO<sub>2</sub> (z.B. Ansammlung in tiefen Mulden) angepasst werden. Die Langzeitüberwachung wird in zwei Schritte unterteilt. Zu Beginn wird ein so genanntes „baseline monitoring“ durchgeführt, bei dem die Informationen vor der Injektion gesammelt werden. Danach folgt die eigentliche Langzeitüberwachung mit einheitlichen, standardisierten Verfahren (Krooss 2005). Derzeit existieren aber keine Standards. Es ist nicht geregelt, wer, für wie lange, mit welchem Ziel die Überwachung übernimmt. Für die Auslegung von CO<sub>2</sub>-Speichern, aber auch für die Langzeitüberwachung müssen einheitliche Regelungen und Standards entwickelt werden (May 2005) (siehe auch Kapitel 4.5).

Neben dem CO<sub>2</sub> können andere Substanzen in den Speicher gelangen. Zum einen können diese die chemisch/physikalischen Eigenschaften des CO<sub>2</sub>-Stromes beeinflussen, zum anderen können sie ein eigenes Gefahrenpotenzial haben. Je nach Abgasstrom und Abscheidetechnik können die „Verunreinigungen“ des CO<sub>2</sub>-Gasstromes sogar eine erheblich höhere Gefährdungsrate aufweisen. H<sub>2</sub>S hat eine wesentlich höhere Toxizität als CO<sub>2</sub> und ein Austritt würde größere Schäden verursachen als reines CO<sub>2</sub>. SO<sub>2</sub> versauert das Grundwasser um ein Vielfaches, was zu einer schnelleren Lösung von Metallen aus dem Gestein führen würde. Leichtere Gase wie NO<sub>x</sub> und Argon können die Speicherkapazität für CO<sub>2</sub> verringern, indem sie Poren besetzen (IEA 2007). Es ist daher abzuwägen, ob ein Mehraufwand für eine zusätzliche Gasreinigung den höheren Aufwendungen für Handhabung und Überwachung vorzuziehen ist. Wenn der CO<sub>2</sub>-Gasstrom nicht ausreichend dehydriert worden ist, kann sich Säure bilden, welche die Geräte angreift.

Es existieren derzeit keine Studien zu Eintrittswahrscheinlichkeiten oder zum Ausmaß der Gefahrenpotenziale (IPCC 2005). In (IEA 2007) wurden die Eintrittswahrscheinlichkeit und die potenzielle Austrittsmenge qualitativ bewertet (siehe Tab. 4-3).

Tab. 4-3 Qualitative Abschätzung von Freisetzungsmechanismen, ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und der potenziellen Menge abgeändert nach (IEA 2007)

<b>Freisetzungsmechanismus</b>	<b>Eintrittswahrscheinlichkeit</b>	<b>Potenzielle Mengen</b>
Leckage durch aktive oder Altbohrungen	wahrscheinlichster Leckageweg	signifikant
Blow out	2*10 <sup>-5</sup> pro Bohrung und Jahr	signifikant
Fehlgeschlagene Injektion aufgrund von Bohrblockaden	gering	gering
Öffnung der Lagerstättenformation durch zukünftige Bohrungen	stark abhängig von Kontrollmechanismen	signifikant
Austritt von CO <sub>2</sub> beladenem Grundwasser	abhängig von Reservoir und Betriebsweise	gering
Bedienungs- oder Gerätefehler	Vielzahl von Möglichkeiten	gering bis hoch
Unbekannte Altbohrungen	Regionen abhängig	signifikant

Leckage durch existierende Verwerfungen	wahrscheinlich	signifikant
Leckage durch Verwerfungen aufgrund von Injektion ausgelöster Erdbeben	sehr gering aber Regionen abhängig	signifikant
Leckage durch Verwerfungen aufgrund natürlicher Erdbeben	signifikant in manchen Regionen	signifikant
Leckage durch Deckschicht	ggf. hoch	signifikant
Leckage durch Deckschicht aufgrund von Einfülldruck	standort- und betriebsbedingt	signifikant
Diffusion durch Deckschicht und andere Schichten	Standortabhängig	signifikant
Reaktion mit Deckschicht	standort- und betriebsbedingt	signifikant
Gelöstes CO <sub>2</sub> entweicht lateral	Standortabhängig, wahrscheinlich wichtigster Mechanismus bei Aquiferen	signifikant

Zur genaueren Abschätzung von Gefahrenpotenzialen können nur Analogieschlüsse aus anderen Bereichen gezogen werden. Natürliche CO<sub>2</sub>-Speichersysteme haben gezeigt, dass es abgeschlossene Systeme gibt, die CO<sub>2</sub> für Millionen Jahre einlagern. Die Leckagerate für Erdgasspeicher in den USA, die sich im Wesentlichen aus Havarien ergibt, beträgt  $<10^{-5}$  pro Jahr. Numerische Modelle zeigen, dass CO<sub>2</sub>-Freisetzungen durch Oberschichtendurchfluss in ungestörten Schichten (keine Bohrungen) für ausgewählte Lagerstätten nahe Null bzw. bei Modellen mit Wahrscheinlichkeitsrechnung  $<10^{-6} \text{ yr}^{-1}$  ist. Studien, die in der Modellierung eine Vielzahl von Altbohrungen (wie in Weyburn) berücksichtigen, ermitteln Wahrscheinlichkeiten von  $10^{-5}$  bis  $10^{-7} \text{ yr}^{-1}$ . In einer Studie, die offene Bohrungen modelliert, wurden Wahrscheinlichkeiten von für Leckagen von  $10^{-2} \text{ yr}^{-1}$  ermittelt (wobei die Bohrung wahrscheinlich sofort geschlossen würde, sobald die Leckage entdeckt wäre) (IPCC 2005). Derzeitige Speicherprojekte können nur zeigen, dass die Überwachungstechniken funktionieren, aber noch keine Aussage zu Langzeitsicherheit machen. Im IPCC Report wird gefolgert, dass sehr wahrscheinlich (= Wahrscheinlichkeit 90 – 99 %) 99 % des eingelagerten CO<sub>2</sub> in den ersten 100 Jahren in der Lagerstätte verbleibt und wahrscheinlich (= Wahrscheinlichkeit 66 – 90 %) 99 % für 1000 Jahre.

Die Höhe einer „akzeptablen“ Leckagerate wird unterschiedlich bewertet. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung (WBGU) plädiert für eine maximale Leckagerate von 0,01 % (WBGU 2006). Das Umweltbundesamt fordert aus Gründen der Vorsorge nur die niedrigsten der technisch-ökonomisch realisierbaren Leckageraten zu akzeptieren, die sich bei 0 % bis 0,01 % bewegen (UBA 2006).

Während für die Risikoanalyse des Injektionsprozesses Verfahren aus der Öl- und Erdgasförderung vorliegen, hat sich bisher für die Einschätzung der Langzeitriskiken keine eindeutige Methode herauskristallisiert. Viele Ansätze verfolgen das Prinzip des Merkmale-Ereignisse-Prozess (Feature Event Process; FEP)-Ansatzes. Auf Grundlage des aus der nuklearen Reststoffverwertung stammenden Ansatzes wurde eine generische Datenbank entwickelt (Quintessa 2004). Merkmale sind in diesem Sinne Oberflächencharakteristiken, Ereignisse können z.B. Erdbeben oder Blow-outs (also Kurzzeiteffekte) sein. Unter Prozessen werden chemische und physikalische Prozesse, wie z.B. Oberflächenerosion verstanden, die eher

Langzeiteffekte abbilden. Es werden derzeit 200 FEP's abgefragt, die in acht Kategorien eingeteilt sind. Diese Kategorien umfassen die Basis der Untersuchung, externe Faktoren (geologisch, Klima...), CO<sub>2</sub> Speicherung, CO<sub>2</sub> Eigenschaften, Geosphäre, Bohrungen, oberflächennahes Umfeld und Auswirkungen. Mithilfe der Datenbank kann eine standortspezifische Risikoanalyse vorgenommen werden.

#### 4.3.2 Risikomanagement

Da sich Gefährdungen nicht völlig ausschließen lassen, muss ein geeignetes Management entwickelt werden, um mit diesen Gefahren umgehen zu können. Risikomanagement beinhaltet neben der Gefahrenanalyse auch eine Strategie zur Gefahrenvermeidung bzw. -beherrschung sowie ausgearbeitete Notfallpläne bei Eintreten einer Gefahrensituation. Dieses Management kann standortabhängig je nach geologisch/technischen Rahmenbedingungen aber auch Interessen der Stakeholder sehr unterschiedlich ausfallen. Dennoch sollte eine standardisierte Vorgehensweise entwickelt werden, die zur Sicherheit von CCS beiträgt. Eine effektive Risikominimierung umfasst nach (IPCC 2005) vier Phasen:

1. sorgfältige Auswahl der Lagerstätte, inklusive Leistungsbewertung und Risikoanalyse, Untersuchungen sozioökonomischer Einflüsse und Umweltfaktoren,
2. Langzeitüberwachung zur Sicherstellung einer störungsfreien Speicherung bzw. rechtzeitigen Warnung bei Leckage,
3. effektive regulative Überwachung,
4. Einführung von Sanierungsmaßnahmen zur Vermeidung von Leckagen.

Welche Instrumente in den jeweiligen Phasen am besten eingesetzt werden können wird derzeit in vielen Vorhaben untersucht und diskutiert. Verschiedene Forschungsprojekte werden genutzt um ein standardisiertes Vorgehen zu entwickeln. Neben den technischen Rahmenbedingungen müssen aber vor allem die rechtlichen Zuständigkeiten definiert werden.

#### 4.4 Risikowahrnehmung und Akzeptanzbeurteilung

Ausgangspunkt der Beschäftigung mit der Risikowahrnehmung war und ist die Beobachtung, dass die subjektiven Risikobeurteilungen der „laienhaften“ Bürger mit den Risikoabschätzungen der Wissenschaft nur wenig übereinstimmen.<sup>25</sup> Ein Grund dafür scheinen Wissensdefizite zu sein, die, wie Untersuchungen belegen, recht häufig vorhanden sind. Jedoch wird die Bedeutung des Wissens oft überschätzt: Es gibt bei Laien keinen bedeutsamen Zusammenhang zwischen dem Wissen über ein Risiko und der Beurteilung des Risikos. Mehr Information führt also per se nicht dazu, dass ein Risiko nun als geringer eingeschätzt wird. Bei dem Versuch die „laienhafte Risikowahrnehmung“, die heute oft als „intuitive Risikowahrnehmung“ bezeichnet wird, zu verstehen ist der wissenschaftlich-technische Risikobegriff nur von begrenztem Nutzen, da er „nur“ zweidimensional (Schadensausmaß, Eintrittswahrscheinlich-

---

<sup>25</sup>Die Abgrenzung von Laien und Experten ist ein eigenes, schwieriges Feld. Zudem beeinflussen Widersprüche und Konflikte zwischen „Experten“ wesentlich die Risikobewertung der „Laien“.

keit) ist, während das „laienhafte“ Verständnis breiter, aber auch unstrukturierter ist. Seit Mitte der 70er Jahre bemühen sich Psychologie und Sozialwissenschaften, diese intuitive Risikowahrnehmung zu verstehen. Sie ist einerseits relativ einfach aufgebaut, da sie sich nicht auf ein methodisch ausgefeiltes, systematisches Verfahren stützt. Andererseits ist sie recht umfassend, denn sie geht über den technischen Risikobegriff hinaus und bezieht qualitative und affektive Aspekte ein, die im Wissenschaftskonzept keine Berücksichtigung finden (dürfen) (Schütz, Peters 2002).

Um diese intuitiven Risikowahrnehmungen zu verstehen, verwendet die Forschung

- psychometrische Erklärungsansätze (griechisch „Seelenvermessung“), die bislang das Forschungsfeld dominieren und
- sie analysiert die wichtigen affektiven Prozesse.
- Eine begrenzte Rolle spielt auch die Untersuchung mentaler Modelle.
- Ferner gibt es kulturtheoretische Ansätze, die sich bislang jedoch nicht bewährt haben.
- Neuerdings und noch methodisch im Aufbau wird die Bedeutung von Persönlichkeitseigenschaften untersucht.

Keine Einhelligkeit besteht in der Forschung darüber, welche genaue Gewichtung diese Elemente, die für sich unterschiedliche Grade an wissenschaftlich-methodischer und empirisch-analytischer Reife aufweisen, für die Erklärung der intuitiven Risikowahrnehmung haben. Eine recht große Erklärungskraft wird den Ergebnissen der Psychometrie und den Resultaten der Analyse affektiver Prozesse zugesprochen (Schütz, Wiedemann, 2003), (Zwick 2002).

### **Psychometrische Untersuchungen**

*Psychometrische Untersuchungen* (Slovic, 1987) fassen Risiko als mehrdimensionales Konstrukt auf. Dabei beurteilen Personen zahlreiche Risikoquellen, d.h. Situationen (z.B. Wohnen neben Chemieanlagen), Aktivitäten (z.B. Radfahren) oder Techniken (z.B. Kernkraft, CCS), in Bezug auf die von ihnen ausgehende Gefahr (Schütz, Wiedemann, 2003). Ein Risiko wird von Laien nicht nur aufgrund des möglichen Schadens beurteilt, sondern auch durch Hinzuziehung weiterer „qualitativer“ Dimensionen, von denen angenommen wird, dass sie für die Beurteilung von Risiken von Bedeutung sind. Psychometrische Untersuchungen zeigen, dass folgende Faktoren die Varianz der Risikodimensionen (von hoch bis gering) beeinflussen:

- die Schrecklichkeit des Risikos („dread risk“); dabei enthält Schrecklichkeit die Dimensionen „Unkontrollierbarkeit“, „Schwere“ und „Katastrophenpotenzial“;
- die Bekanntheit des Risikos („unknown risk“) mit den Dimensionen „Unbekannt für die Betroffenen“, „wissenschaftlich ungeklärt“, „neuartiges Risiko“, das zudem „nicht wahrnehmbar“ ist;
- die Zahl der Betroffenen („exposed“).

Psychometrischen Prädikatoren gelten als recht aussagekräftig. Vor allem ausschlaggebend für die Erklärung der Risikoperzeption scheint der erste, der auf das Bedrohungspotenzial (Schadens- und Katastrophenpotenzial) bezogene Faktor zu sein. Das gilt zumindest, soweit es um Risiken geht, die bekannt sind und wo es Schadensfälle schon gab (etwa Kernkraft).

Bei solchen „dread risks“ besteht die Möglichkeit, dass eine intuitive Risikowahrnehmung die Frage der Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintritt, ausgeblendet. Allein die (theoretische) Möglichkeit dafür reicht aus, um das Risiko als untragbar anzusehen.

Es gibt auch Einwände gegen die psychometrischen Untersuchungen. Sie verweisen beispielsweise darauf, dass nur sehr begrenzte Rückschlüsse auf die individuelle Risikobeurteilung möglich sind, da in der Regel aggregierte Datensätze verwendet werden.

### **Affektive Prozesse**

*Affektive*, emotionale *Prozesse*, welche die subjektiv wahrgenommene Gefühlslage beeinflussen, wurden von Beginn an in der Forschung über Risikowahrnehmungen betrachtet und sind in die Psychometrie eingeflossen (s. „Schrecklichkeit“). Die Forschung betont nahezu einhellig die große Bedeutung, die affektive Prozesse für die Risikowahrnehmung haben (Loewenstein, 2001), ohne dass ihre Mechanismen und Wirkungen in den Einzelheiten verstanden werden.

Ein häufig zitiertes Beispiel für affektive Prozesse ist der inverse Zusammenhang von Urteilen über Risiko und Nutzen. Während in der Realität meist hohes Risiko mit hohem Nutzen positiv korreliert sind, zeigt sich bei der intuitiven Risikobewertung ein negativer Zusammenhang – eine hohe Risikoeinschätzung ist meist verbunden mit der Erwartung, dass der Nutzen gering ist (und umgekehrt). Dieser inverse Zusammenhang scheint von dem Grad an negativen (positiven) Gefühlen geprägt, die mit einer Technologie, einem Verhalten verbunden wird. Wird eine Risikoquelle mit positiven Gefühlen verbunden, ist das „gefühlte“ Risiko geringer, wird sie mit negativen in Verbindung gebracht, steigt das Risikogefühl stark an.

Auch zeigt die Forschung, dass der emotionale Kontext, in dem eine Information über ein Risiko präsentiert wird, die Risikobeurteilung stark beeinflusst: Je nachdem, ob der Kontext, in dem die Information präsentiert wird, eher Empörung hervorruft oder eher auf Nachsichtigkeit setzt, ist die Risikoeinschätzung höher oder niedriger. Damit spielt also die „Story“, in der das Risiko erzählt wird, eine große Rolle - und damit auch die Medien. So kann es zu einem Prozess der „sozialen Risikoverstärkung“ kommen, indem Massenmedien Risiken skandalisieren und emotionalisieren. Eine solche Darstellungsweise führt zu einer höheren Risikoeinschätzung.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass „affektive Prozesse eine wesentliche und bislang erst ansatzweise verstandene Rolle bei der Risikowahrnehmung spielen.“ (Schütz, Wiedemann, 2005, S. 244).

### **Mentale Modelle**

Menschen entwickeln *mentale Modelle* darüber, wie Risiken zustande kommen und welche Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung bestehen. Laien greifen (durchaus aus ihrer Sicht sinnvoll) auf Heuristiken, vereinfachende mentale Strategien, zurück, um Wahrscheinlichkeiten leicht und rasch abzuschätzen. Dass eine solche Abschätzung nur qualitativ sein und zu falschen Wahrscheinlichkeitsabschätzungen führen kann, ist offensichtlich. Zudem sind sie der Ansicht, dass sie selbst (besser als andere) in der Lage sind, Risiken zu vermeiden oder zu kontrollieren. Folglich gehen sie private Risiken ein, die sie systematisch unter-

schätzen. Laien unterscheiden im Gegensatz zu Experten meist auch nicht zwischen dem Ausmaß eines Risikos, etwa dem Grad der Toxizität und sie beachten auch kaum die Dosis-Wirkungs-Beziehungen. Mit mentalen Modellen sind keine Aussagen über die Dimension des Risikos möglich, also darüber, wie „schlimm“ es ist. Damit sind mentale Modelle weniger für die Wahrnehmung des Risikos, sondern eher für Strategien zur Kommunikation über Risiken interessant, die deutlich machen können, „wie schlimm sie wirklich sind“. An dieser Stelle kommt der wissenschaftlichen Abschätzung der „tatsächlichen“ Risiken eine wichtige Rolle zu, deren Einsichten im Rahmen eines Gesamtkonzeptes der Risikokommunikation durchaus die Risikowahrnehmung beeinflussen können.

*Kognitive Faktoren* können eine Bedeutung haben bei der intuitive Einschätzung von Risiken. So haben Menschen beispielsweise fehlerhafte Vorstellungen von dem, was einen Zufall ausmacht, während die wissenschaftliche Ermittlung von Risiken gerade das leisten und die zufälligen von tatsächlichen Ursache-Wirkungszusammenhängen unterscheiden muss. Da das Laien meist nicht tun, führt das beispielsweise dazu, dass sie sich nicht vorstellen können, dass „Cluster“ von Ereignissen, etwa das gehäufte Auftreten von Krankheiten an einem Ort oder mehrere Unfälle an einem Ort, auch zufällig entstehen können. Zudem schätzen sie die Häufigkeit von Ereignissen umso höher ein, je leichter sie sich an solche oder ähnliche erinnern. Damit beeinflusst auch die mediale Präsenz solcher Ereignisse die Risikowahrnehmung.

### **Kulturtheoretische Ansätze**

*Kulturtheoretische Ansätze* gehen davon aus, dass wesentliche Determinanten der intuitiven Risikowertung im soziokulturellen Kontext zu verorten sind, der z.B. durch Prototypen von Wertorientierungen (fatalistisch, individualistisch, hierarchisch, egalitär) geformt wird. Sie haben bislang jedoch nur sehr geringe Erklärungskraft für die Risikowahrnehmung entfaltet. Da es aber, wie die empirische Forschung zeigt, „national“ unterschiedlichen Umgang mit Risiken gibt, könnten vergleichende Länderstudien Einsichten bringen darüber, warum das so ist und welche Bedeutung kulturelle Einflüsse haben (vgl. Schütz, Wiedemann, 2005).

Aus der Literatur kristallisieren sich einige Faktoren heraus, die von Bedeutung sein können für die intuitive Risikowahrnehmung auch bei CCS:

- die *Kontrollierbarkeit* des Risikos, wobei Risiken, die als (individuell) kontrollierbar angesehen werden, weniger riskant beurteilt werden im Vergleich zu nicht selbst beeinflussbaren Risiken;
- die *Freiwilligkeit* der Übernahmen eines Risikos; freiwillig eingegangene Risiken werden in der Regel geringer eingeschätzt und eher akzeptiert als auferlegte, unfreiwillige Risiken;
- das *Potenzial für Katastrophen*; hier spielt die Erwartung eine Rolle, wie viele Menschen bei einem einzigen Ereignis zu Schaden kommen können; Risiken werden dann als höher wahrgenommen, wenn die Schadensfälle schlagartig, katastrophal auftreten; verteilt sich die gleiche Zahl von Schadensfällen über die Zeit, wird das Risiko als geringer eingestuft;

- die Einschätzung des Standes der *wissenschaftlichen Erkenntnis* zu einem Risiko; Unsicherheiten in wissenschaftlichen Risikoabschätzungen führen nicht so sehr zu einer skeptischeren Risikobeurteilung als vielmehr zu einer Sensibilisierung dafür, dass hier ein potenziell kritisches Risiko vorliegt, dem Aufmerksamkeit geschenkt wird;
- die „*Natürlichkeit*“ des Risikos; natürliche Risiken werden als geringer gesehen als künstliche, und Menschen neigen dazu, von technischen Artefakten mehr Sicherheit zu fordern, als sie das bei einem vergleichbaren natürlichen Risiko fordern würden.
- Auch scheint institutionelles *Vertrauen*, also Vertrauen in die Fähigkeit von (staatlichen, privaten) Institutionen, mit einem Risiko sachgerecht und gerecht umzugehen, eine Rolle zu spielen. Hier kommen politisch-soziologische Aspekte in den Blick. Neben der Risikowahrnehmung ist es erforderlich auch die Wahrnehmung des Risikomanagements zu berücksichtigen.

Entscheidend ist für die Risikobewertung und für die Akzeptanz der wahrgenommene Nutzen für die Beurteilenden, der nicht nur individuell-egoistisch, sondern auch altruistisch sein kann (*Nutzenwahrnehmung*). Risiken werden dann - nicht überraschend - meist akzeptiert, wenn Menschen erwarten, dass sie einen größeren Nutzen haben, wenn sie schon ein Risiko eingehen. Die Frage nach der Risikoakzeptanz ist damit auch die Frage nach der Bilanz von Nutzen- und Schadensaspekten. Dies widerspricht der These einer pauschalen Risikoaversion der Menschen.

#### **4.4.1 Intuitive Risikowahrnehmung von Abscheidung, Transport und Deponierung von CO<sub>2</sub>**

Hier sind bestenfalls vorläufige, vage Hinweise möglich, belastbare wissenschaftliche Aussagen lassen sich noch nicht formulieren. Nur tentativ soll die Vermutung geäußert werden, dass die Abscheidung im Kraftwerk selbst auch langfristig das geringste Potenzial hat, zu einem Thema der Akzeptanz zu werden. Das ist schon weniger sicher für den Transport des Kohlenstoffes, vor allem per Pipeline. Ob aus dem Konflikt um die CO-Leitung Dormagen - Krefeld-Uerdingen<sup>26</sup> etwas zu lernen wäre, könnte eine gesonderte Untersuchung erkunden. Recht unsicher ist die Perspektive für die Regionen, die auf einem CO<sub>2</sub>-Speicher liegen. Möglicherweise werden die Risikowahrnehmungen virulenter, je dichter Menschen an den Stellen liegen, an denen CO<sub>2</sub> eingepresst wird oder die in Senken liegen, in der sich CO<sub>2</sub> sammeln könnte.

Mit Blick auf die affektiven Prozesse könnte es sich als problematisch für die Speicherung erweisen, dass aus rein politischen Gründen das CO<sub>2</sub> als „Klimagift“ oder „Klimakiller“ bezeichnet wird. Damit besteht die Gefahr, dass die unterirdische Speicherung als Giftlager stigmatisiert, in eine negative Konnotation gebracht und so affektive Prozesse ausgelöst werden. Sie könnten zu einer überhöhten Einschätzung des Risikos führen, auf einem solchen Speicher zu leben. Auch wäre etwa der Hinweis, man habe ja früher auf einem Gasfeld

---

<sup>26</sup>Vgl. dazu die Seite der zuständigen Bezirksregierung:

[http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/BezRegDdorf/hierarchie/aufgaben/Abteilung\\_5/Dezernat\\_54\\_1/Planfeststellungsverfahren/CO-Pipeline.php](http://www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/BezRegDdorf/hierarchie/aufgaben/Abteilung_5/Dezernat_54_1/Planfeststellungsverfahren/CO-Pipeline.php).

gelebt und das (objektiv vermutlich minimale) Risiko eines Ausbruchs von Methan, etwa bei einem Erdbeben, nicht beachtet, nicht unbedingt überzeugend. Denn natürliche und künstliche Risiken werden unterschiedlich wahrgenommen. Jedoch gibt es keine Anhaltspunkte dafür, dass deponiertes CO<sub>2</sub> in der Wahrnehmung ein „dread risk“-Potenzial haben wird. Das dürfte die intuitive Risikowahrnehmung deutlich entlasten.

Schließlich würde der Nutzen von Deponierung wahrgenommen werden. Mit Blick auf CCS könnte das bedeuten, dass Menschen eine Abwägung machen zwischen den Risiken der CO<sub>2</sub>-Deponierung und dem Gewinn, der sich ausdrückt in einer sichereren Energieversorgung und einer Begrenzung des anthropogenen Treibhauseffekts. Hier können auch altruistische Aspekte zur Geltung kommen, also die Bereitschaft, in „sozialer Verantwortung“ zur Lösung eines globalen Problems beizutragen. Dieser Aspekt sollte im Rahmen von Strategien der Risikokommunikation, die Staat und Betreiber künftig entwickeln und umsetzen sollten, explizit betont werden (Wiedemann, 2005). Eine positive Bilanz führt jedoch nicht notwendigerweise zu einer Akzeptanz vor Ort: Zwar haben auch dort die Bürger den Bonus der Energie- und Klimasicherheit, aber sie hätten ihn auch, wenn der Kohlenstoff an anderer Stelle deponiert würde bzw. „Alternativen“ zu CCS (Erneuerbare, weniger wohl Kernkraft) die Energie bereitstellen würde. Dieses Argument der „Alternativen“ könnte auch dann vorgebracht werden, wenn überzeugend dargelegt würde, dass es keine oder nicht genug andere Deponien gäbe. Insofern werden NIMBY-Argumente auch bei CCS nicht zu vermeiden sein, was auch erste Untersuchungen der Akzeptanz vermuten lassen (etwa Coninck, Huijts 2003).

#### **4.4.2 Schlussfolgerungen zur Bedeutung der Risikowahrnehmung und Akzeptanzbeurteilung für das Akzeptanz-Projekt**

Von einer intuitiven Risikowahrnehmung der Bevölkerung in Bezug auf CCS kann zurzeit noch nicht gesprochen werden, da das Thema noch weitgehend unbekannt ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich mit der fortschreitenden Weiterentwicklung der Technologien auch die Aufmerksamkeit für ihre Gefahrenpotenziale erhöhen und sich damit auch eine intuitive Risikowahrnehmung herausbilden wird. Ihre Ausgestaltung kann durch eine Risikokommunikation beeinflusst werden, deren konzeptionelle Ausgestaltung und Praxis im Verlauf der Planung und Umsetzung von CCS-Projekten herauszubilden ist.

In welche Richtung sich die intuitive Risikowahrnehmung entwickeln wird, ist zurzeit noch offen. Selbst die grundlegende Frage, ob CCS überhaupt als „Risikotechnologie“ beurteilt werden wird, ist derzeit noch nicht entschieden. So werden großtechnische Projekte vor allem dann als „Risikotechnologie“ bewertet, wenn ihnen „ein hohes Katastrophenpotenzial („dread risk“) zugeschrieben wird, dessen Risiken als aufgezwungen, ungleich verteilt und nur unzureichend kontrollierbar angesehen werden“ (Renn 1997). Umfragen zur gesellschaftlichen Akzeptanz von CCS deuten gegenwärtig nicht darauf hin, dass die Abscheidung, der Transport und die Deponierung von CO<sub>2</sub> in der Wahrnehmung der Bevölkerung ein „dread risk“-Potenzial haben werden.

Die gesellschaftliche Akzeptanz der Technologien in der Zukunft ist damit aber noch nicht positiv entschieden. Zum einen können Umfragen zur gesellschaftlichen Akzeptanz von CCS, solange sich die Technologien noch in der Entwicklungsphase befinden, lediglich die „hypothetische Risikowahrnehmung“ in der Bevölkerung erheben bzw. Teil der Forschungen über Risikowahrnehmung und Akzeptanz sein. Daraus Schlussfolgerungen hinsichtlich der „realen Risikowahrnehmung“ bei der zukünftigen Umsetzung der CCS-Technologien zu ziehen, ist nur eingeschränkt möglich.

Zum anderen wird die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS nicht nur durch die intuitive Risikowahrnehmung in der Bevölkerung bestimmt werden. Von großer Bedeutung wird auch sein, auf welche Weise sich die Einführung der Technologien vollziehen wird. So zeigen bisherige Erfahrungen, dass Strategien, bei denen neue Technologien ohne Beteiligung der Betroffenen eingeführt und durch Öffentlichkeitsarbeit nachträglich gerechtfertigt werden, bestenfalls zu kurzfristigen Erfolgen führen (Renn 1997). Mittel- und langfristig haben sie Glaubwürdigkeits-, Vertrauens- und Legitimitätskrisen von Politik, Industrie und Bürokratie zur Folge, die zur Polarisierung von Standpunkten, zur Herausbildung von Verweigerungshaltungen und damit letztlich zu Akzeptanzkrisen führen können.

Demnach könnte CCS, wenn die Speicherung des CO<sub>2</sub> als „aufgezwungen und ungleich verteilt“ empfunden wird, in der Bevölkerung auch dann als „Risikotechnologie“ beurteilt werden, wenn ihr kein „dread risk“-Potenzial zugeschrieben wird. Damit ist die Frage nach der gesellschaftlichen Akzeptanz von CCS auch die Frage danach, ob und auf welche Weise Legitimitätskrisen und daraus folgende Akzeptanzkrisen bei der Einführung der Technik vermieden werden können. Aus wissenschaftlicher Perspektive ist diese Frage bisher noch nicht grundlegend beantwortet.

Weitere Forschungen zur Risikowahrnehmung und Akzeptanzbeurteilung von CCS sollten daher in zwei Richtungen vorangetrieben werden:

1. Untersuchung der lokalen Reaktionen auf die ersten CCS-Projekte zur Exploration der Risikowahrnehmung der Betroffenen im Sinne einer „Grundlagenforschung“ (u. U. international vergleichende Forschung). Darauf aufbauend kann eine Risikokommunikation entwickelt und mit Blick auf den breiten Einsatz von CCS erprobt werden.
2. Untersuchung der Voraussetzungen und Bedingungen, die dazu führen können, dass die Entscheidungen über die Einführung und Umsetzung der CCS-Technologien von den gesellschaftlichen Akteuren als legitim beurteilt werden. Eine zentrale Grundlage hierfür wäre, dass die gesellschaftlichen Akteure zu der Einsicht gelangen, dass es aus energie- und klimaschutzpolitischer Sicht „gute und einsichtige Gründe“ für die Notwendigkeit des Einsatzes der CCS-Technologien gibt (z.B. Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger, Energieversorgungssicherheit). Dies setzt jedoch die Entwicklung und die Umsetzung von Prozeduren und Verfahren voraus, in denen Expertenabschätzungen zu den „objektiven“ Gefahrenpotenzialen von CCS sowie die Absichten der politischen Entscheidungsträger zur Umsetzung der Technologien mit den Vorstellungen und Belangen gesellschaftlicher Akteure so weit wie möglich abgeglichen werden (vgl. Wiedemann, Mertens 2005). Zielsetzung

solcher Verfahren wäre die Akzeptabilität von CCS, d. h. die Einigung über und die Schaffung von gesellschaftsweit verbindlichen Regelungen der Zumutungen und Zumutbarkeiten, die mit der Umsetzung der Technologien einhergehen werden.

Die Frage, ob und auf welche Weise gesellschaftliche Akzeptabilität von CCS hergestellt werden kann, bedarf demnach weiterer Forschungsarbeiten. Aufgabe weiterer Forschungsvorhaben zur gesellschaftlichen Akzeptanz von CCS sollte es daher sein, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragestellung zu leisten. Der Blickwinkel wissenschaftlicher Studien zur gesellschaftlichen Akzeptanz von CCS sollte daher über die Erhebung „hypothetischer Risikowahrnehmung“ und mutmaßlicher Technikakzeptanz hinaus auf die Untersuchung der Akzeptabilität der Technologien ausgeweitet werden.

#### **4.5 Rechtliche Verankerung von Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> in Deutschland**

Die Abscheidung und Speicherung bzw. Ablagerung von CO<sub>2</sub> (CCS) wird zunehmend als (zukünftige) Option für den Klimaschutz betrachtet. Im Hinblick auf die rechtlichen Rahmenbedingungen stehen in der gegenwärtigen Diskussion genehmigungs- und haftungsrechtliche Fragen im Umgang mit Umwelt- und Sicherheitsrisiken im Vordergrund. Weniger beachtet werden derzeit Fragen zur wirtschaftlichen Nutzung, insbesondere Nutzungskonflikte um den Zugang zu CO<sub>2</sub>-Transport- und Ablagerungsmöglichkeiten sowie mit anderen Nutzungen des geologischen Untergrunds.

Für CCS steht derzeit auf nationaler Ebene kein spezifisches Regelwerk zur Verfügung, das alle Aspekte und Betriebsphasen regelt (BMW i et al. 2007). Mögliche Anknüpfungspunkte im deutschen Recht im Umgang mit Umwelt- und Sicherheitsrisiken bieten ordnungsrechtliche Grundlagen des Bergrechts, des Abfallrechts, des Wasserrechts, des Immissionsschutzrechts, des Umweltverträglichkeitsprüfungsrechts, des Bodenschutzrechts, des Baurechts, des Umwelthaftungsrechts bzw. des Allg. Gefahrenabwehrrechts. Derzeit besteht lediglich Klarheit darüber, dass nur Teile der CCS-Prozesskette von schon bestehenden Vorschriften erfasst werden. Dies gilt insbesondere für die immissionsschutzrechtliche (BImSchG) Behandlung von Anlagen zur Abscheidung von CO<sub>2</sub>. Für den Transport von CO<sub>2</sub> sind Analogieschlüsse nach den Vorschriften für den Pipeline-Transport möglich. Für die Speicherung von CO<sub>2</sub> konzentriert sich die Diskussion auf die Auslegung nach bergrechtlichen (BBergG) und wasserrechtlichen Vorschriften (WHG).

Hinsichtlich des Zugangs zu Pipeline-Transportkapazitäten und zu Lagerstätten sowie hinsichtlich Nutzungskonflikten bei geologischen Formationen ergeben sich weitere Anknüpfungspunkte durch das Energiewirtschaftsgesetz. Da es sich hier bei CO<sub>2</sub> wie bei Erdgas um ein Gas handelt, das gespeichert werden soll, bieten sich es sich an, vorhandene Regelungen für die Speicherung von Erdgas in Speicheranlagen mit Blick auf die Anwendbarkeit für CO<sub>2</sub>-Speicherung zu analysieren.

Andere Rechtsvorschriften, die im Rahmen des Klimaschutzes oder der ökonomischen Steuerung durch umweltökonomische oder ordnungsrechtliche Instrumente von besonderer Bedeutung sind, beziehen sich auf Fragen der wirtschaftlichen Behandlung von CO<sub>2</sub> und der Ausgestaltung von CO<sub>2</sub>-Märkten, wie z.B. das Treibhausgasemissionshandelsgesetz (TEHG), welches die Integration von CCS in den Handel mit CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten

regelt, oder von Vorschriften, die den Zugang zu Transport- und Speicherkapazitäten vor dem Hintergrund natürlicher Monopole regeln.

Nur wenige internationale oder EU-rechtliche Regelwerke zu Umweltaspekten sprechen CCS direkt an. Potentiell relevante Regelwerke sind die London Convention, das London Protocol, die OSPAR Convention, die EU Waste Directive, die EU Landfill Directive, die EU Water Framework Directive und die EU Liability Directive. Die neu hinzugekommene EU Directive on the Geological Storage of Carbon Dioxide bietet aber jetzt einen Rechtsrahmen, der sich ausschließlich auf CCS konzentriert und Barrieren insbesondere im EU-Abfallrecht und im EU-Wasserrecht überwindet (EU 2007).

Die folgenden Abschnitte fassen den Stand der Diskussion zu rechtlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich des Umgangs mit Umwelt- und Sicherheitsrisiken zusammen und differenzieren nach unterschiedlichen Vorschlägen zur rechtlichen Verankerung von CCS. Hinsichtlich öffentlicher Akzeptanz und Kommunikationsstrategien sind Fragen zu Gefährdungs- und Haftungsrecht für die Öffentlichkeit von hoher Bedeutung.

Für die Erörterung rechtlicher Aspekte sind zwei Fragestellungen von besonderer Bedeutung:

- Wie sind Abscheidung, Umwandlung, Transport und geologische Ablagerung von CO<sub>2</sub> im deutschen Recht verankert und welcher Anpassungsbedarf ist notwendig?
- Welche Entwicklungen im internationalen Recht sind sichtbar und welche Entwicklungen ergeben sich aus EU-Vorschriften?

Die Anwendbarkeit der einzelnen Vorschriften richtet sich nach folgenden Kriterien (BMWi et al. 2007):

- Zielrichtung der Verbringung (Forschung, EGR/EOR, Speicherung für spätere Verwendung, Beseitigung);
- Technologische Ausgestaltung und dadurch bedingte Einwirkung auf Umweltmedien (feste oder flüssige Stoffe, geologische Struktur der Speicherformation, Wechselwirkung des CO<sub>2</sub> mit Wasser/Gestein).

Bei Zugrundelegung dieser Kriterien ergeben sich vier verschiedene Fälle, für die rechtliche Regelungen zu CCS ausgestaltet sein müssen (BMWi et al. 2007):

- Forschungsprojekte und Eignungsuntersuchungen an konkreten Standorten;
- EOR/EGR;
- Verpressung mit dem Ziel einer späteren Verwendung (Speicherung im eigentlichen Sinn);
- Beseitigung (Ablagerung von CO<sub>2</sub>).

Die Fälle 1 und 3 werden maßgeblich durch das Bergrecht abgedeckt, wobei Belange des Wasserrechts, des Immissionsschutzrechts usw. einzuhalten sind. Zu EOR/EGR gibt es derzeit in Deutschland keine Erfahrungen. Fall 3 einer temporären Speicherung wie z.B. bei Erdgas wird nach Berggesetz behandelt. Der Fall vier stellt hinsichtlich der Verpressung von CO<sub>2</sub> aus Klimaschutzgründen den wichtigsten Fall dar und ist nach bisherigem europäischem Recht dem Abfallrecht zuzuordnen. Mit der neuen EU-Direktive zur geologischen

Speicherung ist CCS ausdrücklich aus dem Geltungsbereich des Abfallrechts herausgenommen und auch für das Wasserrecht ist eine Ausnahmevorschrift definiert (EU 2007).

#### 4.5.1 Nationales Recht

##### Umgang mit Umwelt- und Sicherheitsrisiken

Durch das Recht müssen *Gefahrenabwehr* und *Gefahrenvorsorge* gewährleistet, *Nutzungskonflikte* gelöst und *Haftungsfragen* beantwortet werden (Dietrich 2005, 2007). Diese allgemeine Formulierung gilt auch hinsichtlich des Baus und Betriebs von Anlagen zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> und über das Betriebsende der Anlagen hinaus. Für die Behandlung von Speichern erlangt hier die notwendigerweise lange Speicherdauer (bis zu mehreren Tausend Jahren) besondere Bedeutung. Der Speichervorgang mit anschließendem Monitoring geht dabei zeitlich weit über die Betriebsdauer der Einspeisung aus einer CO<sub>2</sub>-Abscheideanlage hinaus.

Zentrale Fragen beziehen sich auf die Genehmigung von Anlagen und auf die Haftung. Die ordnungsrechtlichen Grundlagen sind in den einschlägigen Gesetzen des Abfall-, Berg-, Wasser- und Immissionsschutzrechts festgelegt. Zusätzlich kommen für die rechtliche Behandlung das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, das Bundesbodenschutzgesetz, das Baurecht, das allg. Gefahrenabwehrrecht und das Umwelthaftungsrecht in Frage.

##### CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Umwandlung und -Transport

Die Abscheidung, Umwandlung/Verflüssigung und der Transport von CO<sub>2</sub> könnten ohne besondere Probleme nach dem geltenden Recht behandelt werden (Dietrich & Bode 2005). Weit reichenden oder grundlegenden Gesetzgebungsbedarf gäbe es nicht, auch wenn einzelne technisch/administrativ gebotene oder empfehlenswerte Gesetzesanpassungen nicht ausgeschlossen werden (Brandis 2006). Voraussetzung dafür wäre allerdings, dass CO<sub>2</sub> nicht als Abfall betrachtet wird, das Abfallgesetz mithin keine Beachtung findet. Hierzu gibt es derzeit Klärungsbedarf.

Das BImSchG regelt die Genehmigungspflicht bei Errichtung und erstmaliger Inbetriebnahme einer Anlage. Nach dem Anhang zur 4. BImSchV ist eine CO<sub>2</sub>-Abscheideanlage eine Nebeneinrichtung eines Kraftwerks. Bei integrierter Errichtung von Kraftwerk und Abscheideanlage gelten die Regelungen des BImSchG. Bei einer Nachrüstung mit einer Abscheideanlage ist eine Änderungsgenehmigung nach BImSchG einzuholen. Die Genehmigungsbehörde prüft die Anlage präventiv und kann Gefahren- und Vorsorgeanforderungen an den Betreiber stellen.

Nach Dietrich (2007) setzt aber die immissionsschutzrechtliche Zulässigkeit voraus, dass den Abfallpflichten nach BImSchG entsprochen wird. Das ist nach geltendem Recht nicht der Fall, da eine Ablagerung und Verpressung von verflüssigtem CO<sub>2</sub> eine nach europäischem und nationalem Recht unzulässige Form der Abfallbeseitigung ist. Die immissionsschutzrechtliche Zulässigkeit von Abscheidung und Verdichtung steht und fällt damit mit dem abfallrechtlichen Beseitigungsverbot.

Der Transport via Pipeline ist bereits von Gesetzen und Verordnungen erfasst, für die der Bund zuständig ist. Es bleibt zu prüfen, ob die technischen Anforderungen, die z.B. an Erdgas-Pipelines gestellt werden, für den Transport von CO<sub>2</sub> genügen. Auch wenn hier noch Untersuchungen notwendig sind, gehen Experten vorläufig davon aus, dass die bestehenden

rechtlichen Regelungen für Pipeline-Transport greifen. Auch wenn CO<sub>2</sub> andere stoffliche Qualitäten hat und andere Herausforderungen hinsichtlich des Pipeline-Transports stellt, bieten die Erfahrungen mit der Genehmigung der CO<sub>2</sub>-Pipeline in NRW (s. Kapitel 3.6.4) Anhaltspunkte für die Bedeutung hinsichtlich öffentlicher Akzeptanz. Beim Transport kleinerer Mengen mittels Schiff oder LKW sind keine Besonderheiten zu erwarten (Brandis 2006).

### **CO<sub>2</sub>-Speicherung**

Für die Ablagerung von CO<sub>2</sub> ist die Einordnung in geltendes deutsches Recht problematisch. Es ist derzeit umstritten, ob und wenn ja, nach welchem Verfahren eine Genehmigungspflicht besteht, und ob eine Genehmigung erteilt werden kann. Auch haftungsrechtliche Fragen sind nicht hinreichend geklärt.

Nach Expertensicht können folgende Umweltmedien, Rechtsgüter und -gebiete potenziell betroffen sein:

- Boden (Abfallrecht, BBergG, BBodSchG): Abgeschiedenes und zur Einlagerung bestimmtes CO<sub>2</sub> ist kein Abfall i.S. des KrW/AbfG. Es ist zwar eine bewegliche Sache, aber das Abfallrecht gilt nicht für die behälterlose Ablagerung gasförmiger Stoffe (vgl. §2 Abs. 2 Ziff. 5 KrW-/AbfG).

Die Begriffe Speicherung und Ablagerung sind rechtlich nicht gleichbedeutend. Eine Speicherung stellt eine vorübergehende Einlagerung mit dem Zweck der Wiederverwendung dar, während Ablagerung eine dauerhafte Einlagerung ohne Absicht der Wiederverwendung bedeutet. Im Bergrecht sind Regelungen für die Speicherung von Rohstoffen (Erdöl/Erdgas) vorhanden (§ 126 Abs. 1 und 2 BBergG). Diese sollen aber wieder entnommen werden, was prinzipiell für eingelagertes CO<sub>2</sub> nicht gilt. Die Regelungen für eine Speicherung sind somit nicht anwendbar für die CO<sub>2</sub>-Ablagerung. Eine Ausweitung des Anwendungsbereichs des BBergG wäre aber denkbar, um die Regelungen für eine CO<sub>2</sub>-Ablagerung zu nutzen. Das BBergG sieht hierfür schon ein Beispiel vor: die Regelungen für die Ablagerung von radioaktiven Stoffen sind bereits Bestandteil des BBergG (§ 126 Abs. 3 BBergG).

- Luft/Klima (BImSchG): Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz und der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung ist eine Anlage zur Ablagerung von CO<sub>2</sub> keine genehmigungspflichtige Anlage. Daraus wird geschlossen, dass eine CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlage nicht im Anhang der 4. BImSchV enthalten ist. Andererseits vertreten Experten die Ansicht, dass eine solche Anlage sehr wohl den Kriterien genehmigungsbedürftiger Anlagen nach § 4 BImSchG unterliegt. Nur im Falle konkreter Gefahren ist ein repressives Einschreiten der Behörden möglich. Mit dem Wortlaut des BImSchG hat aber bereits eine „erhebliche Belästigung“ die Genehmigungspflicht zur Folge. Ob im Falle von CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlagen eine erhebliche Belästigung vorliegen kann, bleibt bislang juristisch ungeklärt.
- Wasser (WHG, LWG): Die Verpressung von CO<sub>2</sub> ist eine erlaubnispflichtige Benutzung des Grundwassers (§ 34 Abs. 1, § 2 und § 3 WHG). Es besteht die Gefahr des Aufstiegs des Gases in höhere Grundwasserschichten. Da Grundwasser ein besonders schützenswertes Gut ist, löst die bloße Möglichkeit der Verunreinigung schon eine Erlaubnispflicht aus. Je nach Einzelfall ist aber eine Anlage erlaubnisfähig.

- Energie (EnWG): Das Energiewirtschaftsgesetz betrifft die Versorgung mit und die Erzeugung von Energie, nicht aber die Entsorgung des CO<sub>2</sub>. Es ist daher nicht anwendbar. Die Regelungen über den Zugang zu Energiespeichern und Leitungen bieten aber Anhaltspunkte für Regelungen bei der Ablagerung von CO<sub>2</sub>, da auch dafür Zugangsfragen zu klären sind.

Weiterhin sind nach dem Baurecht oberirdische bauliche Anlagen baugenehmigungspflichtig. Über das Baugenehmigungsverfahren gibt es keine konkreten Vorsorgeanforderungen für Ablagerungsanlagen, und es fordert keine hinreichende Öffentlichkeitsbeteiligung. Das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz ist zudem nach Ansicht von Experten nicht anwendbar für Ablagerungsanlagen. Hier bleibt Skepsis angebracht, ob das so juristisch unwidersprochen bleibt.

Für das Ordnungsrecht lässt sich folgendes Ergebnis für die Ablagerung von CO<sub>2</sub> zusammenfassen: Die Analyse bestehender Regelungen führt zum einen aufgrund unterschiedlicher Verfahrenstechniken, zum anderen aufgrund der unterschiedlichen geologischen Formationen und Medien, in die CO<sub>2</sub> eingelagert werden soll, zu differenzierten Ergebnissen.

Für den Grundwasserschutz sind die bestehenden rechtlichen Regelungen ausreichend für die Erfassung der mit der Verpressung von CO<sub>2</sub> einhergehenden Gefahren. Es bedarf unter Berücksichtigung derzeitiger Regelungen einer Erlaubnis nach dem Wasserrecht sowie einer Genehmigung nach dem Baurecht für oberirdische Anlagen. Der Schluss basiert insbesondere auch auf dem gegenwärtigen Stand der BImSch-Verordnung. Ob aber eine erlaubnisfähige Benutzung von Grundwasserleitern vorliegt, ist jeweils im Einzelfall zu ermitteln, da aufgrund unterschiedlicher geologischer Formationen und Medien unterschiedliche Reaktionen des CO<sub>2</sub> mit dem Umgebungsgestein sowie den Wässern möglich sind. Nur beim Umweltmedium Wasser ist eine präventive Gefahrenabwehr bei Leckagen und Wiederaustritten möglich, ansonsten nur repressiv. Ökologische Langzeitschäden sind ohne Vorsorgeanforderungen nicht handhabbar, also ordnungsrechtlich bisher nicht erfasst. Eine hinreichende Öffentlichkeitsbeteiligung ist bisher nicht vorgesehen.

Hinsichtlich möglicher Leckagen und bei Wiederaustritten ist das Haftungsrecht von besonderem Interesse. Problematisch sind hier allein schon die Bezifferung des Schadens und der Kausalitätsnachweis bei langsamen und dauerhaften Leckagen. Die verschuldensunabhängige Gefährdungshaftung nach Umwelthaftungsgesetz ist nicht anwendbar, da die Anlagen nicht Bestandteil des Anhangs zum Gesetz sind. Das Haftpflichtgesetz bietet eine mögliche Grundlage über die Wirkungs- und Zustandshaftung für Inhaber von Rohrleitungsanlagen für Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten oder für die Abgabe dieser Stoffe. Das BGB bietet ebenfalls eine Möglichkeit über die Haftung nach dem verschuldensunabhängigen Tatbestand, nach dem eine kausale, rechtswidrige und schuldhaft Verletzung eines Rechtsguts vorliegen muss. Diese ist im Einzelfall i.d.R. nicht nachweisbar.

Die Zulässigkeit der Ablagerung von CO<sub>2</sub> als flüssiges oder überkritisches Fluid in Salinaren Aquiferen, in tief liegenden Kohleflözen sowie in ausgeförderten Erdgaslagerstätten ohne Nutzung des ECBM- bzw. EGR-Verfahrens richtet sich allein nach den abfallrechtlichen Vorschriften im Rahmen der Deponierichtlinie, der nationalen Deponieverordnung und des Bergrechts. Danach kann derzeit eine Zulassung nach deutschem Recht nicht erteilt werden (Dietrich 2007). Davon kann nur eine Ausnahme für die Verpressung im Rahmen des EGR-Verfahrens erteilt werden. Bei diesem Verfahren ist die Verpressung von CO<sub>2</sub> nach Bergrecht als eine ordnungsgemäße Verwendung eines bergbaulichen Abfalls zu beurteilen. Der

Betrieb einer solchen Anlage und die Verpressung von CO<sub>2</sub> für diesen Zweck wären daher zulassungsfähig, sofern die weiteren Anforderungen erfüllt werden.

### **Umgang mit wirtschaftlichen Aspekten des Zugangs zu Transport- und Speicherkapazitäten und mit Nutzungskonflikten bei geologischen Formationen**

Angesichts drohender Nutzungskonflikte bezüglich des geologischen Untergrunds (Geothermie, Erdgasspeicherung, Druckluft-(Energie)Speicher) gilt es, frühzeitig Nutzungsprioritäten festzulegen. Ein nahe liegendes Instrument könnte die Schaffung einer Untertageraumordnung analog zur bestehenden übermäßigen Raumordnung sein, damit Vorranggebiete ausgewiesen werden können (Dietrich 2007).

Weiteren wirtschaftlichen Gesichtspunkten muss insofern Rechnung getragen werden, als mögliche Analogien zum Netzzugang beim Strom- und Erdgastransport zu verzeichnen sind (Dietrich 2007). Vor dem Hintergrund natürlicher Monopole sind hierfür durch das Energiewirtschaftsgesetz und weiteren Rechtsvorschriften Instrumente geschaffen worden, die einen diskriminierungsfreien Zugang für alle Marktakteure schaffen unabhängig von einer Eigentümerstruktur der Netze. Übertragen auf CCS sind hier Regelungen zu schaffen, die entsprechend einen diskriminierungsfreien Zugang zu Transportkapazitäten und Speicherkapazitäten ermöglichen.

### **Vorschläge zur nationalen Umsetzung**

Derzeit stehen hinsichtlich der notwendigen Anpassung des deutschen Rechts und zur Schaffung eines angemessenen Rechtsrahmens zwei Vorschläge zur Diskussion: ein *CCS-Bundesgesetz* und ein *Artikelgesetz*.

Die Vorteile des CCS-Bundesgesetzes werden darin gesehen, dass eine integrierte Betrachtungsweise erleichtert wird, dass gegenseitige Abhängigkeiten von Abscheidung, Transport und Speicherung in Zulassungsverfahren eingebunden sind, dass die Standortsuche gesteuert wird und dass einheitliche Schutzstandards sichergestellt sind. Das Öko-Institut plädiert hier für einen bundesweiten CCS-Plan mit Zuständigkeit des Bundes und unter Federführung des BMU und ein integriertes Trägerverfahren, das über Abscheidung, Transport und Ablagerung in einem Verfahren entscheidet (Matthes et al. 2006).

Die Diskussion der zwei Vorschläge hat hier noch keine einheitliche Sicht herausgearbeitet (Kleßmann 2007). Ein CCS-Gesetz wird von einer Reihe von Experten als zu aufwendig betrachtet und daher ein Artikelgesetz favorisiert, auch wenn dafür eine Vielzahl einzelner Gesetze abgestimmt geändert werden müssten. Es wird in Frage gestellt, ob der Bund für alle zu regelnden Bereiche Gesetzgebungskompetenz hätte und ob ein integriertes Trägerverfahren der komplexen Sachlage gerecht werden kann, wenn Quellen und Senken in unterschiedlichen Bundesländern lägen, es zudem verschiedene Antragsteller für die Abscheidungsanlage und den Betrieb des Speichers gäbe oder mehrere Abscheidungsanlagenbetreiber einen gemeinsamen Speicher nutzen wollten.

Dietrich (2007) setzt sich ausführlich mit der Abscheidung und Ablagerung von CO<sub>2</sub> im deutschen und europäischen Energieumweltrecht auseinander. Er schlägt für die CO<sub>2</sub>-Ablagerung vor, die bestehenden Vorschriften des Berg- und des Abfallrechts miteinander zu verknüpfen. Als Beispiel gilt hier die Endlagerung radioaktiver Abfälle durch eine Kombination atom- und bergrechtlicher Regelungen. Für die CO<sub>2</sub>-Verpressung könnte das BBergG ergänzt werden, um die unterirdische Ablagerung in Untertagedeponien zu erfassen. Neben dem abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von

Abfallbeseitigungsanlagen sollte dann ein bergrechtliches Betriebsplanverfahren durchzuführen sein so dass das KrW-/AbfG ergänzt würde um eine Vorschrift, dass die abfallrechtliche Planfeststellung sich nicht auf die Zulässigkeit des Vorhabens nach dem Berg- und Tiefspeicherrecht erstreckt.

Eine Intensivierung der Diskussion und abschließende Regelungen sind erst zu erwarten, nachdem die vorgesehene EU-Rechtsvorschrift zu CCS vorliegt. Diese ist für Ende Januar 2008 angekündigt.

Aus der nationalen Sicht gibt es zusätzlichen Änderungsbedarf bei einigen EU-Vorschriften, wenn CO<sub>2</sub>-Verpressung und -lagerung im großtechnischen Maßstab angestrebt wird. Das in der Deponie-Richtlinie festgeschriebene Verbot unterirdischer Ablagerung von flüssigen Abfällen müsste weiter eingeschränkt werden (Dietrich 2007). Die bisherige Einschränkung des Verbots bezieht sich nur auf mineralische Abfälle nach der Bergbau-Richtlinie. Da nach nationalem Recht die Verpressung von CO<sub>2</sub> im Rahmen von EGR- und ECBM-Verfahren zulässig ist, müsste europarechtlich auch die Ablagerung von bergfremden CO<sub>2</sub> unter die Ausnahmeregelung fallen. Dazu müsste der Abfall als mineralischer Abfall eingestuft oder gleichgestellt werden. Nach der bisher geltenden Deponieverordnung, die ja die Deponie-Richtlinie umsetzt, ist die ablagernde Beseitigung von CO<sub>2</sub> noch grundsätzlich verboten.

Hinsichtlich der Wasserrahmen-Richtlinie müsste die Verpressung von CO<sub>2</sub> als eine zusätzliche Ausnahme vom Verbot einer direkten Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser ausgenommen werden. Dazu könnten konkrete Anforderungen an das CO<sub>2</sub>, z.B. der Reinheitsgrad, definiert werden (Dietrich 2007).

Auch hinsichtlich der Langzeitsicherheit bzw. der Langzeitverantwortlichkeit der Anlagenbetreiber erscheint das geltende Recht überarbeitungsbedürftig (Dietrich 2007). Die bisher für die Erbringung der Sicherheitsleistung in Rechnung gestellten Zeiträume sind mit 30 Jahren viel zu kurz angesichts der Notwendigkeit der unterirdischen Langfristlagerung von CO<sub>2</sub>.

#### **4.5.2 Internationales Recht/Internationale Vereinbarungen**

Nur einige rechtliche Regelwerke sprechen CCS direkt an, z.B. die UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) oder das Kyoto-Protokoll. Die Liste der potentiell relevanten Regelwerke ist größer. Dazu zählen die London Convention, das London Protocol, die OSPAR Convention, die EU Waste Directive, die EU Landfill Directive, die EU Water Framework Directive und die EU Liability Directive (Zakkour et al. 2007, Mace et al. 2007). Insbesondere arbeitet die Europäische Kommission derzeit an Dokumenten, die den Rechtsrahmen für CCS festlegen sollen (Directive, Regulation and Communication). Diese sind für den 23. Jan. 2008 angekündigt. Derzeit wird unter der Federführung der IEA und des CSLF ein Beitrag zur Abstimmung, Anpassung und Veränderung von internationalen und regionalen Übereinkommen erarbeitet (Constable et al. 2006).

##### **London Convention/London Protocol**

Die *London Convention* von 1972 ist eine internationale Vereinbarung zwischen Staaten zur Verhinderung der Verschmutzung der Meere durch Einbringen von Abfall oder anderem Material, das schädlich ist für die menschliche Gesundheit, für lebende Ressourcen and maritimes Leben, oder das im Konflikt zu anderen erlaubten Nutzungen der Meere steht. Die

Einbringung in das Meer war aber erlaubt, sofern das Material nicht auf der Ausschlussliste aufgeführt war. Die Vereinbarung verbietet die Speicherung von CO<sub>2</sub> direkt in das Meereswasser, sie adressiert aber nicht den Meeresboden und die Speicherung unterhalb des Meeresbodens.

Das *London Protocol* zur *London Convention* trat 1996 in Kraft. Diese Vereinbarung geht über die *London Convention* hinaus, indem es ausdrücklich das Einbringen von Abfall in das Meer verbietet, wenn ein Material nicht auf einer abgestimmten Liste geführt wird. CO<sub>2</sub> gehört nicht ausdrücklich zu einer Liste von Abfällen oder Materialien, die in das Meer eingebracht werden dürfen. Der Begriff des Meeres findet hier eine weitergehende Interpretation, da der Meeresboden und darunterliegende Schichten erfasst sind.

Im Jahr 2006 wurde das Protokoll aber angepasst. Die Speicherung von CO<sub>2</sub> aus CCS ist seither erlaubt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind: (1) Speicherung in einer geologischen Formation unterhalb des Meeresbodens, (2) das Gas besteht annähernd vollständig aus CO<sub>2</sub> (abgesehen von Verunreinigungen), (3) kein anderer Abfall oder anderes Material wird zur Speicherung zugefügt. Diese Regelung trat 2007 in Kraft.

### **OSPAR Convention**

Die *OSPAR Convention* ist eine regionale Vereinbarung zur Regulierung der Einbringung von Schadstoffen in den Nordost-Atlantik. Darin eingeschlossen ist der Meeresboden und darunter liegende Schichten. OSPAR verwendet verschiedene Ansätze für verschiedene Quellen von Schadstoffen. Im Ergebnis kann derselbe Schadstoff oder dasselbe Material unterschiedlich reguliert werden in Abhängigkeit davon, wie das Material in die maritime Umgebung gelangt (Verschmutzung durch landbasierte Quellen, Verschmutzung durch Verklappung, Verschmutzung durch Offshore-Quellen wie Öl- und Gasförderung). Annex I gibt einen Erlaubnisrahmen für das Einbringen unterhalb des Meeresbodens von landbasierten Quellen, aber nicht für Offshore-Aktivitäten. Annex II dagegen verbietet das Einbringen von CO<sub>2</sub> in den Meeresboden und darunter liegenden Schichten von Schiffen und Plattformen (mit Ausnahmen) aus. Annex III verbietet das Verklappen von Abfall und anderem Material von Offshore-Installationen, erlaubt aber das Einbringen für zu entsorgende Emissionen von diesen Installationen. OSPAR bietet somit das Potenzial für eine unterschiedliche Behandlung von CO<sub>2</sub>-Injektionen in geologische Formation unterhalb des Meeresbodens: (1) per Pipeline vom Land, (2) per Pipeline von Schiffen, (3) per Pipeline von Offshore-Installationen (ausser Öl und Gas), (4) per Pipeline von Offshore-Aktivitäten zur Öl- und Gasförderung. Es bietet ebenso ein Potenzial zur unterschiedlichen Behandlung von CO<sub>2</sub>, das von Offshore-Aktivitäten stammt oder das nicht von Offshore-Aktivitäten stammt.

Die Anrainerstaaten des Nordostatlantiks haben sich jüngst auf ein Regelwerk zur Speicherung von CO<sub>2</sub>-Strömen aus industriellen Prozessen im Meeresgrund geeinigt (OSPAR Commission 2007, [www.bmu.de](http://www.bmu.de), [www.ospar.org](http://www.ospar.org)). Der im Juni 2007 gefasste Beschluss sieht vor, dass ein verbindliches Zulassungssystem mit strengen Umweltschutzanforderungen für die Einführung von CCS-Technologie geschaffen wird, um so gleichermaßen den Schutz der Meeresumwelt und der menschlichen Umwelt, aber auch Nutzungen des Meeres sicherzustellen. Das Einbringen von CO<sub>2</sub>-Strömen in die Wassersäule und auf den Meeres-

boden wird grundsätzlich untersagt. Lediglich die Ablagerung in geologischen Formationen soll möglich sein.

### **UN Framework Convention on Climate Change**

Vor kurzem hat das IPCC die Überarbeitung der „Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ abgeschlossen. Darin ist ein Kapitel zur Berichterstattung zu CCS enthalten, das eine Anleitung enthält, zur Bilanzierung von zusätzlichen fossilen Brennstoffen für CCS und daraus entstehenden Emissionen. Auch mit den neuen Regelungen bleiben Bilanzierungen problematisch, wenn z.B. die Leckage-Rate unbekannt ist, wenn geologische Formationen CO<sub>2</sub> aus unterschiedlichen Quellen und zu unterschiedlichen Zwecken (Entsorgung, Lagerung, EOR) aufnimmt, oder wenn Speicherformationen grenzübergreifend sind.

### **Kyoto Protocol**

Das *Kyoto Protocol* zur UNFCCC erlaubt Annex- B-Parteien Emissionshandel in Verbindung mit Artikel 3. Die Parteien können Emissionshandel treiben in Zusammenhang mit Joint Implementation-Projekten unter Artikel 6, Clean Development Mechanismen unter Artikel 12, oder mit festgesetzten Emissionszertifikaten resultierend aus den Reduktionsverpflichtungen der Annex-B-Parteien. Eine Reihe von Fragen in Zusammenhang mit CCS konnte bisher nicht zufriedenstellend gelöst werden und wird daher Gegenstand der Beratungen von COP/MOP 3 in 2007 und COP/MOP 4 in 2008 sein. Dazu zählen z.B. Leckageraten, Projektbegrenzungen bei grenzübergreifenden Partnern, langfristige Haftung, etc.

### **EU-Vorgaben**

Für die EU existierte bis Ende 2007 kein klarer Rechtsrahmen hinsichtlich CCS, der den Einsatz dieser Technologie widerspruchsfrei zu anderen Regelwerken erlaubte. Es existiert aber eine Reihe von Richtlinien, deren Regelungen für CCS problematisch sind. Zu diesen Richtlinien zählen die *Abfall-Rahmenrichtlinie*, die *Deponie-Richtlinie*, die *Wasser-Rahmenrichtlinie*, die *Monitoring and Reporting Guidelines* und die *Umwelthaftungs-Richtlinie*. Der aus nationaler Sicht notwendige Änderungsbedarf wurde bereits im vorherigen Kapitel erläutert.

Für Anfang 2008 wurde hierzu eine Richtlinie angekündigt, die sich im Wesentlichen auf die Regulierung der geologischen Speicherung konzentriert, aber auch andere Bereiche, wie z.B. Anreizsysteme, anspricht. Der Vorschlag stellt sicher, dass die CO<sub>2</sub>-Abscheidung nach der Richtlinie 96/61/EC (Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)) reguliert und Abscheidung und Transport nach der Richtlinie 85/337/EEC (Assessment of Environmental impacts (EIA)) behandelt werden. Im Folgenden werden ausgewählte Punkte erläutert, die aus der Diskussion der nationalen Gesetzgebung von besonderer Bedeutung sind:

- Zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> zählt auch dessen Nutzung zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen (EGR, ECBM).
- In Einklang mit der OSPAR Convention untersagt die Richtlinie die Speicherung eines CO<sub>2</sub>-Stroms in der Wassersäule. Erlaubt ist die Speicherung unterhalb des Meeresbodens, in Erdgasfeldern und in Salinen Aquiferen. Reines CO<sub>2</sub> ist nicht erforderlich,

wenn auch das Gas zu überwältigenden Anteilen aus CO<sub>2</sub> bestehen muss. Hierzu gibt es noch weitergehenden Regelungsbedarf zur erforderlichen Reinheit des Gases.

- Der Zugang zur Exploration von potenziellen Speicherstätten ist erlaubnispflichtig und soll diskriminierungsfrei sein.
- Ebenso soll der Zugang zur Transportinfrastruktur (Pipeline) diskriminierungsfrei sein.
- CCS wird beim Bau neuer Kraftwerke nicht obligatorisch vorgeschrieben, aber zukünftige Kraftwerke müssen „capture-ready“ sein, so dass eine Nachrüstbarkeit gewährleistet ist. Als Minimalanforderung muss daher ausreichend Platz für eine Nachrüstung mit Abscheide- und Verdichtungseinrichtungen vorhanden sein.

Entsprechend werden eine Reihe von EU-Direktiven (Abfall-Richtlinie, Wasser-Rahmenrichtlinie) um einzelne Passagen ergänzt, um den schon vorher aufgezeigten regulatorischen Anpassungsbedarf zu gewährleisten.

Hinsichtlich der langfristigen Verantwortung für Ablagerung von CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen unterscheidet die EU-Direktive zwischen dem Betreiber einer Anlage und dem Mitgliedsstaat. Der Betreiber der Anlage soll solange verantwortlich verbleiben, wie von der Anlage ein Risiko ausgeht. Der Mitgliedsstaat soll nach Schließen der Anlage die langfristige Verantwortung übernehmen, wenn alle verfügbaren Informationen eine langfristig sichere Ablagerung erwarten lassen. Zur Definition und Abgrenzung von Risiken sowie der langfristig sicheren Ablagerung sind noch umfangreiche Diskussionen zu erwarten.

#### **4.5.3 Relevanz für die öffentliche Akzeptanz**

Hinsichtlich der öffentlichen Akzeptanz sind juristische Fragen zu Sicherheit und Schutz vor Unfällen und Gefahren, Haftung, Zulassungsverfahren und Öffentlichkeitsbeteiligung von besonderer Bedeutung. Bei der Haftung geht es um Sicherheit und Schutz der Bevölkerung und wer dafür die Verantwortung trägt. Die Verfahrensausgestaltung bezieht sich auf die Gründlichkeit, die Rechtssicherheit und die Zügigkeit von Entscheidungen. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung und die Vertrauensbildung sind umso notwendiger, je länger eine Technik genutzt werden muss und je größer das Risiko- und Gefahrenpotenzial empfunden wird. Gerade zu diesen Punkten sind aber für die Einlagerung von CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen nationale Regelungen bisher weder in ihrer konkreten Ausgestaltung noch in ihrer institutionellen Einbindung in ein Artikelgesetz oder ein CCS-Gesetz vorhanden. Hierzu wird von ministerialer Seite auf die EU-Direktive zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> verwiesen, die den regulatorischen Rahmen für nationale Regelungen vorgibt. Für die Errichtung von Demonstrationsanlagen und für die dazu notwendigen Genehmigungsverfahren sollte aber ein nationaler Rechtsrahmen bis spätestens 2008/2009 vorliegen. Die Öffentlichkeit reagiert vermutlich sehr sensibel, wenn der Rechtsrahmen im Zusammenhang mit Umwelt- und Gesundheitsrisiken sowie Haftung sehr kontrovers diskutiert wird und es Vermutungen gibt, dass hier von den entsprechenden Akteuren insbesondere langfristige Verantwortungen sozialisiert werden sollen. Andererseits wirkt die EU-Direktive stabilisierend. Insbesondere für den Reinheitsgrad des zu verpressenden Kohlendioxids und für die Fragen langfristiger

Haftung hat die EU-Direktive einen Rahmen vorgegeben, der noch weiterer Konkretisierung bedarf. In dieser Konkretisierung liegt noch ein Potenzial für eine mögliche unzureichende Akzeptanz in der Bevölkerung, wenn der Eindruck entsteht, dass technische Vorgaben für einen Reinheitsgrad zu niedrig angesetzt werden, bzw. dass der wirtschaftliche Ertrag von Anlagenbetreibern und umwelt- und gefahrenbedingte Risikokosten nicht in Einklang stehen.

Dagegen steht die Einordnung von CCS z.B. in das Treibhausgasemissionshandelsgesetz oder in mögliche andere Steuerungsansätze (CO<sub>2</sub>-Steuer) nach Ansicht der Verfasser nicht im Vordergrund der öffentlichen Akzeptanz, da es hier im Kern um eine Diskussion umweltökonomischer Instrumente und wirtschaftlicher Risiken geht. Es ist aber nicht auszuschließen, dass eine durch Öffentlichkeit empfundene Begünstigung von CCS Einfluss auf die Akzeptanz hat. Eine solche empfundene Begünstigung kann an mehreren Aspekten konkreter Regelungen ansetzen: CCS-spezifische Regelungen wie z.B. Benchmarking im Rahmen des Zertifikatehandels oder allgemeine Regelungen wie z.B. dem „grandfathering“<sup>27</sup> von Zertifikaten beim Emissionshandel. Zu beachten bleibt dabei aber, dass im Fall umweltökonomischer Steuerung der Bau und Betrieb eines Kraftwerks mit oder ohne CCS zunächst dem ökonomischen Kalkül der Energiewirtschaft obliegt. Als besonders neuralgischer Punkt einer öffentlichen Diskussion könnte sich die Entscheidung herausstellen, für Kohlekraftwerke CCS nicht ordnungsrechtlich vorzuschreiben. Die von Teilen der Kommission in Brüssel favorisierte ordnungsrechtliche Maßnahme einer Vorschrift zur Nutzung von CCS wird von einem Teil deutscher Interessenvertreter abgelehnt. Aus Sicht der Öffentlichkeit könnte eine klare verpflichtende Vorgabe der EU zur Nutzung von CCS im Falle des Baus neuer Kohlekraftwerke der Technologie zum Durchbruch verhelfen.

Als letzter Punkt bleibt die Gestaltung des Zugangs zur Transport- und Speicherinfrastruktur. Die aus der Diskussion der Regulierung natürlicher Monopole bekannten Aspekte des diskriminierungsfreien Zugangs zu Energietransportnetzen können hier sinngemäß übertragen werden auf den diskriminierungsfreien Zugang zu CO<sub>2</sub>-Transport- und Speicherkapazitäten zur Verhinderung monopolistischer Strukturen. Diskriminierungsfreier Zugang für eine größere Zahl von Marktakteuren kann Akzeptanz fördernd sein.

---

<sup>27</sup>grandfathering: im Rahmen des europäischen Emissionshandelsrechts vorgenommene Zuteilung von Emissionszertifikaten auf Basis historischer Emissionen in der Basisperiode.

## 5 Medienanalyse zum Thema CCS

Medien spielen bei der Entstehung von Einstellungen in der breiten Bevölkerung eine wichtige Rolle. Auch die Bildung des Umweltbewusstseins und vor allem die Wahrnehmung von Umweltthemen erfolgen eher über die Medien als aus unmittelbaren eigenen Beobachtungen der Umwelt oder Naturerfahrungen der Menschen selbst. Zu den wohl wichtigsten Umweltthemen in den Medien gehören seit Anfang des 21. Jahrhunderts der Klimaschutz und die Frage der Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Industrieländern. Das Thema CCS wird verstärkt seit dem Jahre 2003 in den „Multiplikatorenkreisen“ als Klimaschutz-Option diskutiert, seit dem befassen sich auch immer häufiger die Medien mit dem Thema CCS. Dies erlaubt die Annahme, dass zukünftig auch eine steigende Wahrnehmung des Themas in der breiten Bevölkerung zu beobachten sein wird und dass sich polarisierende Meinungen (entweder Akzeptanz oder eine eher ablehnende Haltung) zum Thema CCS bilden werden.

Gegenstand des Kapitels sind

- die Beschreibung des theoretisch möglichen Einflusses der Medien auf die Meinungs- und Akzeptanzbildung in der breiten Bevölkerung (vgl. Abschnitt 5.1).
- die Darstellung des Themas CCS in ausgewählten Medien (Printmedien, Internet sowie Fernseh und Hörfunk), die mittels einer Inhaltsanalyse empirisch erfasst und ausgewertet wurden (vgl. Kapitel 5.2).
- Darauf aufbauend werden aus den Ergebnissen der Inhaltsanalyse, reflektiert an den theoretischen Erkenntnissen, erste Annahmen über die Meinungsbildung und Akzeptanz zu CCS mittels der Medienberichterstattung abgeleitet werden (vgl. Kapitel 5.3).

### 5.1 Art und Weise der Berichterstattung in den Medien und ihr Einfluss auf die Akzeptanz einer Energietechnologie

Der Einfluss der Medien auf die Wahrnehmung sowie auf die Akzeptanz einer Technologie kann sowohl positiv als auch negativ sein, eher seltener sind keine messbaren Wirkungen durch die Berichterstattungen in den Medien. Auch im Bereich von umweltpolitischen Entscheidungen dienen Medien als Legitimitäts- und Mehrheitsbeschaffer und transportieren ökologisch bedeutsame Informationen auch in Entscheidungszentren. Anhand von Erkenntnissen aus dem Bereich der Medienwirkungsforschung (sowie Risikokommunikation) sollen in diesem Abschnitt mögliche Effekte der Medien auf die „breite Masse der Bevölkerung“ beschrieben werden.

Die Art und Weise der Berichterstattung in den Medien kann theoretisch sehr unterschiedlich sein und unterliegt bestimmten Zielen. So kann z.B. ein dramatisierender Berichterstattungsstil, der die Mediennutzer in der Regel weniger informiert oder aufklärt, zu einem negativen Einfluss in der Meinungsbildung und somit auch in der Akzeptanzbildung führen. Auch der journalistische Populismus, als eigener Medienstil, kann ungünstige Meinungsbildungen forcieren.

Generell ist die Wirkung der Medien abhängig von folgenden Eigenschaften:

1. Inhalt (Gegenstand, Art der Argumente, Stil),
2. Kommunikator (Rolle, Zugehörigkeit, Ziele),
3. Medium (direkte versus indirekte Kommunikation, Art der Bedeutungsvermittlung: optisch/akustisch) und
4. situative Bedingungen (soziales Feld, Sanktionen).

Welche Medieneigenschaften einen Einfluss speziell auf die Akzeptanz der CCS-Technologie nehmen können, kann mit Hilfe der Ergebnisse der vorliegenden Studie nicht analysiert werden. Die folgenden Thesen resultieren aus logischen Ableitungen von Ergebnissen aus der Medienwirkungs- sowie der Akzeptanzforschung:

**(1) Thesen zum Inhalt:**

- Eine ausgewogene Berichterstattung, d.h. die Darstellung möglichst vieler CCS-relevanter Themen und Argumente, hat einen höheren Einfluss auf die Meinungsbildung als Berichte mit nur wenigen Argumenten (Drinkmann u. Groeben 1989, S. 92).
- Emotionale Argumente, insbesondere fear-arousing appeals (angstauslösende Argumente) bzw. threat-appeals (Gefahrendarstellungen) wirken sich stärker negativ aus als andere Argumente. Werden also in Berichten über CCS angstauslösende Argumente aufgeführt, ist davon auszugehen, dass die Technologie beim Rezipienten eher negativ besetzt wird (Hovland, Janis, Kelley, 1953, S. 77-79).
- Eine informativ angelegte Kommunikation zu CCS hat eine höhere Glaubwürdigkeit als Inhalte, die eher manipulativ (normativ) wirken.

**(2) Thesen zum Kommunikator**

- Die soziale Macht des Kommunikators (z.B. legitime Macht, vor allem die charismatische Macht (Drinkmann & Groeben, 1989, S. 74), Macht aufgrund von Wissensvorsprung, Belohnungs- und Bestrafungsmacht) wirkt im allgemeinen begünstigend auf die Wirkung der Botschaft, dies ist unabhängig davon, ob der Kommunikator das Thema CCS eher positiv oder eher negativ besetzt.
- Die Kompetenz ("Expertness") des Kommunikators kann einen positiven Einfluss auf die Meinungsbildung zu CCS nehmen: Merkmalsausprägungen wie das Alter (Lebenserfahrung, Erfahrung auf entsprechendem Gebiet), der soziale Status (Innehaben einer Führungsposition, hoher Einfluss auf entsprechendem Gebiet), der soziale Hintergrund (Menschen ähnlicher Herkunft haben mit hoher Wahrscheinlichkeit ähnliche Ansichten) vermitteln die Kompetenz des Kommunikators gegenüber dem Adressaten (Hovland & Weiss, 1951, S. 29).
- Glaubwürdige Kommunikatoren rufen seltener Gegenargumente bzw. defensiver Reaktionen hervor.
- Die Vertrauenswürdigkeit des Kommunikators in Bezug zu CCS ist höher, je unparteiischer die Botschaft scheint (vgl. Hovland, Lumsdaine, Sheffield, 1949, S. 100-103). Das heißt, die offensichtliche Absicht, Personen von einer CCS-Botschaft zu überzeugen, wirkt sich negativ auf die Vertrauenswürdigkeit auf.

### (3) Thesen zum Medium

- Das Medium wirkt sich auf die Aufnahme der Botschaft auf, je einfacher die CCS-Technologie beschrieben wird bzw. der Inhalt der Botschaft aufbereitet ist, desto wirkungsvoller ist die Botschaft.
- Persönliche Gespräche über die CCS-Technologie können überzeugendere Wirkungen hervorrufen als z.B. die Nutzung anderer Medienarten, wie z.B. Radiosendungen oder Printmedien (vgl. Schenk, S. 109).
- Die Erinnerungen an Emotionen, ausgelöst durch die Berichterstattung im Fernsehen, bleiben über die Zeit eher im Gedächtnis der Adressaten, als im Vergleich zu vom Hörfunk vermittelten Emotionen, die vergleichsweise schneller verblassen (Sturm, von Haebler, Helmreich - 1972).

### (4) Thesen zu situativen Bedingungen

- Je nach Mediennutzer (z.B. Aufmerksamkeits-, Verständnispotenzial) können unterschiedliche Wirkungen beobachtet werden. Dies reicht von einer einfachen Meinungsbildung oder -änderung, die einen Einfluss auf die Akzeptanz zu CCS nehmen kann, hin bis zu Verhaltensänderungen<sup>28</sup> (vgl. Schenk 2002). Höhere intellektuelle Fähigkeiten erleichtern das Verstehen von komplexen Botschaften und das Entlarven einer irrationalen oder propagandistischen Botschaft (nicht belegte Verallgemeinerungen, irrationale Argumente usw. finden keine Wirkung) (Hovland, Janis, Kelley, 1953, S.182-183).
- Die Wirkung der CCS-Botschaft kann durch eine soziale/moralische Bindung an eine Gruppe (Akteursgruppe, Partei) gehemmt werden, wenn die Intention sich von der Meinung der Gruppe unterscheidet - "counternorm communications" (Hovland, Janis und Kelley S. 134-136). Dabei ist die Bereitschaft für eine Meinungsänderung größer, je geringer sich der Rezipient an die Gruppe gebunden fühlt.

Die hier genannten Thesen werden im Kapitel 4.3 mit den Ergebnissen der vorgenommenen Analysen verglichen, um erste Annahmen über den theoretisch möglichen Einfluss der analysierten Medien auf die Akzeptanz treffen zu können.

Die Analyse der Medien wird im folgenden Abschnitt verdeutlichen, wie die Berichterstattung über das Thema CCS in den Medien in den letzten Jahren war, wie sie sich zeitlich entwickelt hat (quantitativ) und welche Haltung gegenüber CCS eingenommen wird (inhaltlich).

## 5.2 Die mediale Darstellung von CCS in ausgewählten Medien

Es gibt unterschiedliche Arten von Medien, die zur Kommunikation genutzt werden können. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine breit angelegte Inhaltsanalyse von deutschen Printmedien vorgenommen (vgl. Kapitel 5.2.1). Vergleichend wurden in diesem Rahmen englischsprachige Artikel über die CCS-Technologie aus ausgewählten Ländern heran-

---

<sup>28</sup>Verhaltensänderungen der Rezipienten äußern sich im Rahmen der CCS-Technologie vermutlich größtenteils in veränderten verbalen Aussagen sowie Einstellungen zum Thema, da die CCS-Technologie keine Alltags- oder Produktionstechnologie ist, deren Nutzung konkrete Handlungen der Akteure voraussetzen. Konkrete ablehnende Verhaltensänderungen der Akteure sind vorstellbar z.B. im Bereich „Wechsel des Stromanbieters“ oder „Demonstrationen gegen Kraftwerke“.

gezogen, die per Internet-Recherche erfasst wurden (vgl. 5.2.2). Ein Blick auf verschriftlichte Beiträge aus bundesweiten Rundfunkanstalten (Fernseh/ Hörfunk) ergänzt die Darstellung des Themas in den Printmedien (vgl. 5.2.3). In den folgenden Abschnitten werden die empirische Vorgehensweisen zur Auswahl und Auswertung der Medien dargestellt sowie die Ergebnisse der Analysen.

### 5.2.1 Die Darstellung von CCS in deutschen Printmedien

Da die CCS-Technologien in Deutschland, außer zu Forschungszwecken<sup>29</sup>, noch nicht genutzt wird, steht die Meinungsbildung gegenüber CCS in der öffentlichen Diskussion noch am Anfang und wird bisher im Wesentlichen auf der Ebene der Multiplikatoren (Experten, Journalisten, NGO-Mitarbeiter, etc.) geprägt. Auf dieser Ebene wird der Einsatz von CCS kontrovers diskutiert. Für einige Akteure (z.B. für Unternehmen aus der Energie- und Kohlewirtschaft und Politiker) ist CCS eine bedeutende Klimaschutzoption, für andere hingegen (z.B. für bestimmte Umweltverbände) ist sie als eine Großtechnologie mit Risiken verbunden (v.a. aufgrund der ungeklärten Langzeitspeicherung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>) und wird als Hemmnis für erneuerbare Energien betrachtet.

In diesem Abschnitt wird die Darstellung von CCS in den deutschen Printmedien analysiert werden. Da CCS eine mögliche Klimaschutzoption darstellt, ist das Thema in den Klimawandel-Diskurs eingebettet. Forschungsleitend für diese Analyse sind die Fragen, welche Rolle CCS in der Klimawandel-Debatte einnimmt und inwiefern CCS als Klimaschutzoption beschrieben wird:

- Wird CCS hauptsächlich als Risiko (v.a. aufgrund der Lagerung) oder als Chance (Betonung des Nutzens von CCS) für den Klimaschutz begriffen?
- Gibt es eine wissenschaftlich-technische Kontroverse zu dem Thema? Wenn ja, welche Akteure stehen sich in der Kontroverse gegenüber?
- Entlang welcher Argumentationen verläuft die Kontroverse?

Im Rahmen der Printmedienanalyse soll des Weiteren herausgefunden werden, ob sich unterschiedliche Meinungen von unterschiedlichen Akteuren differenzieren lassen. Wie werden diese Positionen begründet? Was sind zentrale Interpretationsangebote für Probleme, Verursachungsmechanismen und Lösungen, die in der öffentlichen Diskussion über CCS und den Klimawandel jeweils angeboten werden? Welche Vorstellungen und Definitionen von „Technik“ (und „Natur“) werden vorgenommen?

Als methodisches Instrument zur Erfassung der Texte dient die Inhaltsanalyse. Aus der Grundgesamtheit, die alle deutschsprachigen Artikel zu CCS-Themen im Zeitraum von März 2004 bis März 2007 umfasst, wurde für die Stichprobe eine möglichst große Bandbreite an Printmedien hinsichtlich Form (Tageszeitungen, Wochenzeitungen, Magazine, Fachzeit-

---

<sup>29</sup>Die zwei bekanntesten Modellprojekte sind das europäische Gemeinschaftsprojekt „CO<sub>2</sub>Sink“ in Ketzin (Lausitz/Brandenburg) und das Projekt „Clean Coal“ von Vattenfall in Spremberg (Brandenburg).

schriften und lokale Zeitschriften) und Zielgruppe (politisches Milieu) in die Analyse einbezogen.

Es liegen Artikel aus den folgenden Printmedien vor:

- Nachrichtenagenturen: „Deutsche Presseagentur“ (dpa) und „Reuters“,
- überregionale Tageszeitungen: „Süddeutsche Zeitung“ (sz), „Frankfurter Allgemeine Zeitung“ (FAZ), „Die Tageszeitung“ (taz), „Frankfurter Rundschau“ (FR), „Die Welt“<sup>30</sup> und „Bild“,
- Wochen-Magazine: „Focus“, „Spiegel“ und „Stern“,
- überregionale Wochenzeitung: „Die Zeit“.

Da davon auszugehen ist, dass die Berichterstattung in spezifischen Wissenschaftszeitschriften, von der Berichterstattung in den Medien für die allgemeine Bevölkerung abweichen wird, werden diese ebenfalls analysiert. Dies ist auch vor dem Hintergrund, dass Experten und Wissenschaftler als Multiplikatoren gelten, von Bedeutung. Hierfür relevante Fachzeitschriften sind:

- „Energiewirtschaftliche Tagesfragen“ (ET), „BWK“<sup>31</sup> und „VDI-Nachrichten“<sup>32</sup>.

Darüber hinaus werden lokale Printmedien hinsichtlich ihrer Berichterstattung aus den Gebieten analysiert, in denen das Thema CCS aufgrund bestimmter Projekte (z.B. in Ketzin sowie Schweinrich/Spremberg<sup>33</sup>) schon in der Bevölkerung bekannt ist und eine Meinungsbildung voraussichtlich bereits stattgefunden hat. Die analysierten Artikel aus den lokalen Zeitschriften der Region Lausitz/Brandenburg stammen aus:

- der „Märkischen Allgemeinen Zeitung“<sup>34</sup> (MAZ), der „Lausitzer Rundschau“<sup>35</sup> und aus dem „Märkischen Boten“<sup>36</sup>.

In die Auswertung sind insgesamt 296 zu untersuchende Artikel eingeflossen. Die einzelnen Artikel wurden wie folgt in den Printmedien veröffentlicht:

- Nachrichtenagenturen: 21 (7%),

---

<sup>30</sup> Die Angaben der Welt beziehen sich auf die Ausgaben von Montag bis Freitag, inklusive „WELT kompakt“. Bei den anderen überregionalen Tageszeitungen werden die Ausgaben von Montag bis Samstag einbezogen.

<sup>31</sup> BWK (**B**rennstoff **W**ärme **K**raft) das Energie-Fachmagazin.

<sup>32</sup> VDI-Nachrichten (**V**erein **D**eutscher **I**ngenieure)

<sup>33</sup> Pilotkraftwerk „Schwarze Pumpe“ von Vattenfall.

<sup>34</sup> Die „Märkische Allgemeine Zeitung“ (MAZ) ist eine in Brandenburg (ohne Lausitz), u.a. in Ketzin und Schweinrich, verbreitete Tageszeitung und hat eine Auflage von ca. 175.000 Exemplaren (siehe: [www.maerkischeallgemeine.de](http://www.maerkischeallgemeine.de)).

<sup>35</sup> Die „Lausitzer Rundschau“ (LR) wird im südlichen Brandenburg, u.a. in Spremberg, gelesen und hat eine Auflage von ca. 100.000 Exemplaren pro Tag (siehe: [www.lr-online.de](http://www.lr-online.de)).

<sup>36</sup> Der „Märkische Bote“ (MB) ist eine kostenlose Wochenzeitung, deren Artikel im Internet verfügbar sind. Andere solcher Zeitungen im Untersuchungsgebiet ohne Online-Archiv blieben unberücksichtigt. Verbreitungsgebiet: Cottbus und Niederlausitz. Politische Ausrichtung: grün (siehe: [www.cga-verlag.de](http://www.cga-verlag.de)).

- überregionale Tageszeitungen: 115 (39%),
- Wochen-Magazine: 8 (3%),
- überregionale Wochenzeitung: 8 (3%),
- Fachzeitschriften 81 (27%),
- lokale Zeitschriften 63 (21%).

Mit dieser Auswahl an Printmedien wird eine möglichst große Bandbreite von Lesern erfasst. Wie viele Artikel im Untersuchungszeitraum tatsächlich zum Thema CCS veröffentlicht wurden (Größe der Grundgesamtheit), kann an dieser Stelle nicht im Detail gesagt werden (z.B. aufgrund fehlender Zugänge zu den Archiven der Zeitungen). Es ist jedoch anzunehmen, dass wesentliche Merkmale der Grundgesamtheit mit der Bandbreite der analysierten Medien abgedeckt werden konnten.

In die Analyse gelangten alle Artikel, welche die Schlagworte CCS, CO<sub>2</sub>-Speicherung, CO<sub>2</sub>-Einspeicherung, CO<sub>2</sub>-Sequestrierung sowie CO<sub>2</sub>-freie/-arme Kraftwerke enthalten (eine Übersicht über weitere Suchkriterien/ Schlagworte befindet sich im Anhang).

Es werden formale und inhaltliche Variablen erhoben.

- Die formalen Variablen (Zeitung, Zeitungstyp, Datum, Art des Artikels, Quelle des Artikels und Einteilung in Haupt- oder Nebenbericht) dienen der Bestandsaufnahme des Themas CCS in den deutschen Printmedien. Dadurch können Aussagen über die Präsenz des Themas in den Printmedien und über die zeitliche Entwicklung der Medienberichterstattung gemacht werden. Die Häufigkeiten der einzelnen Zeitungen und Zeitungstypen können miteinander verglichen werden. Auch sind Aussagen über die Qualität der Medienberichterstattung möglich (Art des Artikels, Haupt- oder Nebenbericht). Die Variable „Quelle des Artikels“ dient der Unterscheidung der Artikel nach Akteuren aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen: Medien, Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Wissenschaft.
- Mittels der inhaltlichen Variablen (Themen und Themenkontext, genannte Akteure in den Artikeln) können Aussagen zur Diskursstruktur der Medienberichterstattung gemacht werden. Die Themenkontexte der einzelnen Artikel, in denen das Thema CCS auftaucht, geben Auskunft darüber, in welchem Diskursfeld CCS diskutiert wird: im ökologischen, wissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen oder lebensweltlichen Diskursfeld. Die Diskursfelder zusammen ergeben den „öffentlichen Diskurs“ um CCS. Es ist davon auszugehen, dass der diskursive Rahmen der CCS-Berichterstattung (z.B. eher ökologischer oder ökonomischer Kontext) einen Einfluss auf die Akzeptanz ausüben wird.

Die Eingabe der Daten sowie die Auswertung erfolgt mit Hilfe eines edv-basierten Statistikprogramms<sup>37</sup>. Die Ergebnisse der Printmedienanalyse werden im Folgenden dargestellt.

---

<sup>37</sup> SPSS-Programm (Statistical Product and Service Solutions)

Die Berichterstattung über CCS hat im Zeitraum von Anfang 2004 bis einschließlich April 2007 **kontinuierlich zugenommen** (Anzahl der jährlich erschienenen Artikel in dt. Printmedien: 2004: 11 %, 2005: 20 %, 2006: 44 %, Januar bis einschl. April 2007: 25 %). Demnach ist davon auszugehen, dass der Informationsgrad in der Bevölkerung zum Thema CCS aufgrund der wachsenden Möglichkeiten, Informationen über die CCS-Technologien abrufen zu können, steigen wird. Für eine Kommunikationsstrategie wäre zu klären, ob es noch einen Bedarf an grundsätzlichen Informationen zu CCS in der breiten Bevölkerung gibt oder ob man schon ausdifferenzierte Themen zu CCS (z.B. in bestimmten Regionen, für bestimmte Gruppen) kommunizieren sollte.

Die **überregionalen Printmedien** (Artikel von Nachrichtenagenturen, Tageszeitungen und Magazinen) machen in der Summe über die Hälfte (52 % = 152 Artikel) der Berichterstattung zu CCS aus. Hier ist anzunehmen, dass die Summe der Zeitungen, verglichen mit den Fachzeitschriften und den lokalen Tageszeitungen, maßgeblich für die Höhe der Berichterstattung sorgt. Die „Frankfurter Rundschau“ ist die Tageszeitung, die am häufigsten über CCS berichtet hat (29 Artikel). Generell ist die Berichterstattung der überregionalen Tageszeitungen relativ ausgeglichen: FR, FAZ, taz und „Die Welt“ berichten jeweils mit 23 bis 29 Artikeln, was 8 bis 10 % der gesamten Berichterstattung ausmacht. Eine Ausnahme bilden die Abonnementzeitungen sz und „Die Zeit“, die mit lediglich jeweils 7 bis 8 Artikeln vertreten sind. Auch die Boulevardzeitung „BILD“ trägt lediglich mit 2 Artikeln zur Meinungsbildung bei.

Die **Fachzeitschriften**<sup>38</sup> berichten in der Masse weniger als die überregionalen Tageszeitungen, aber dennoch etwas häufiger als die lokalen Printmedien (28% Fachzeitschriften, 21% lokale Printmedien). Bei einer Betrachtung der einzelnen Medien ergibt sich ein etwas anderes Bild, die höchste Anzahl der Artikel (48), die über die CCS-Technologien berichten, verzeichnet die „Märkische Allgemeine Zeitung“, gefolgt von den „Energiewirtschaftlichen Tagesfragen“.

Hauptsächlich besteht die Berichterstattung aus Artikeln, die eine halbe bis ganze Seite lang sind. Umfassende Berichte (länger als eine Seite) finden sich am ehesten in den Wochenmagazinen und den Fachzeitschriften, kurze Notizen in den Regionalzeitungen. Insgesamt erscheinen in 82 Artikeln (28 %) Interviews mit Experten aus der Wirtschaft (43), der Wissenschaft (24) und der Politik (14). Interviews mit Personen bestimmter NGOs hingegen sind nur noch sehr selten (1).

Die **Themen**, über die in den CCS-Artikeln berichtet werden, umfassen folgende Aspekte:

- Umsetzung der Technologien/ Implementation/ Modellprojekte
- Technische Machbarkeit/ Forschungsstand
- Wirtschaftliche Machbarkeit
- Ökologische Aspekte/ Klimaschutz
- Politische Aspekte

---

<sup>38</sup> Fachzeitschriften erscheinen überregional und gehören daher grundsätzlich zu dieser Mediengruppe. Es erscheint aber aufgrund der speziellen Leserschaft (Multiplikatoren/ Experten), die sie bedienen, sinnvoll, sie im Rahmen der Auswertung differenziert zu betrachten.

- Auswirkungen für den Menschen/ Risiken
- Normative Aspekte (Darstellung von Verhaltensregelungen: z.B. „Wir müssen...“)
- Gesellschaftliche Aspekte
- Historische Entwicklung/ andere Anwendungsfelder

Die Ergebnisse der Inhaltsanalyse verdeutlichen, dass bisher bei der Themenwahl nicht die gesamte Bandbreite aller **CCS-Themen** behandelt wurde. Das Thema CCS wird größtenteils in einem politisch-wirtschaftlichen Kontext genannt (Thema „wirtschaftliche Machbarkeit“ und „Politische Aspekte“), häufig findet auch die Betrachtung in einem wissenschaftlich-technischen Kontext statt, nur 4 % der Berichte haben einen (sozial-)ökologischen Bezug. Im Speziellen sind die Themen der Berichterstattung die Entwicklungen in der Energieindustrie (44 %), die Energiepolitik (16 %) und die damit anvisierten Klimaschutzstrategien (20 %). Eine zukünftige Kommunikationsstrategie könnte die Bandbreite der Themen erweitern (rechtlicher sowie rein ökologischer Kontext), um thematisch ausgewogen und vollständig zu informieren. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Akzeptanzbildung von Bedeutung.

Die möglichen **Risiken**, die im Rahmen von CCS auftreten können, werden im Vergleich zu den anderen untersuchten Medien noch am häufigsten in den (überregionalen und regionalen) Tageszeitungen beschrieben (weniger in Wochenmagazinen oder z.B. in Fachzeitschriften). CCS wird weder ausschließlich als Risiko (v.a. aufgrund der Lagerung) in den Printmedien beschrieben, noch erklären die Befürworter der Technologie bzw. die positiv ausgerichteten Artikel CCS vorwiegend als Chance für den Klimaschutz. Die analysierten Artikel weisen generell nicht darauf hin, dass die Medien das Thema CCS zu stark in eine thematische Richtung positionieren. Es ist demnach davon auszugehen, dass die Berichterstattung der Medien weder eine stark negative noch eine stark positive Positionierung des CCS-Themas in der breiten Öffentlichkeit hervorrufen.

Als **Pro-Argument** wurden in den Artikeln zu CCS am häufigsten die Energie-Versorgungssicherheit und als **Contra-Argument** Energie- und Kostenaufwendigkeit der CCS-Technologien genannt.

In **lokalen Printmedien**, in deren Verbreitungsgebiet ein CCS-Projekt durchgeführt oder geplant wird (z.B. Ketzin), erscheinen häufiger Artikel zu CCS als in vergleichbaren regionalen Tageszeitungen für andere Gebiete oder überregionalen Tageszeitungen. Eine zukünftige Informationsstrategie muss demnach beachten, dass das Wissen bzw. die Meinungsbildung zu CCS in der Bevölkerung räumlich differenziert sein könnte. Es wird zukünftig zu analysieren sein, ob und wo bestimmte Gruppen aufgrund ihrer räumlichen Nähe zu CCS-Projekten einen unterschiedlichen Bedarf an Informationen aufweisen. besonders

Der **Anteil** der untersuchten Typen von (Print)**medien** (Tageszeitungen, Wochenmagazine, etc.), die über CCS berichten, ist unterschiedlich groß. Die untersuchten Artikel erschienen größtenteils in (regionalen und überregionalen) Tageszeitungen (60 %), dies ist auch dadurch zu erklären, dass Tageszeitungen die größte Erscheinungsfrequenz haben. Im Vergleich dazu nehmen die Wochenmagazine im Rahmen der Berichterstattung nur einen Anteil von 5 % ein. Die Wochenmagazine sind die Medien, die am neutralsten berichten (67 % der Artikel wurden als neutral eingestuft). Um eine vergleichsweise neutrale Berichterstattung

zukünftig zu forcieren, wird es aber wahrscheinlich nicht ausreichen, eine höhere Berichterstattung in Wochenmagazinen zu initiieren. Wochenmagazine generell bieten die Möglichkeit, dass die Artikel breiter (nicht nur bezüglich der Länge der Artikel sondern auch im Bezug zum Themenspektrum) angelegt sind sowie eine weite Bandbreite an Leser aufweisen.

Die **Bewertung** von CCS in den Artikeln ist eher positiv bis neutral, in der Tendenz aber relativ **ausgeglichen** (positiv=37 %, neutral=32 %, negativ=30 %) <sup>39</sup>. Es liegt zurzeit also keine stark einseitig bewertende Berichterstattung bezüglich der CCS-Themen vor, bei der davon ausgegangen werden kann, dass sie die Meinungsbildung in der breiten Bevölkerung nur in eine Richtung prägt. Es ist daher zu vermuten, dass der Einfluss auf die Akzeptanzbildung eher gering ist, da das Thema in den Artikeln nur wenig positioniert betrachtet wird. Auch auf der regionalen Ebene ist die Berichterstattung in 45 % aller analysierten Artikel neutral eingestuft worden. Auffällig ist, dass in allen Fachartikeln die CCS-Technik eher positiv bewertet wurde. Ob diese positive Darstellung einen gleichfalls positiven Prozess der Meinungsbildung zur Folge hat, müsste eingehender geprüft werden. Dies wäre gerade vor dem Hintergrund interessant, dass Fachinteressierte durchaus zur Gruppe der Multiplikatoren gehören können, die ihrerseits auch einen Einfluss auf die breite Bevölkerung ausüben können.

### **Exkurs: Reaktion auf Presseerklärung des IZ-Klima**

Am 3. August 2007 wurde in Berlin im Rahmen einer Pressekonferenz die Gründung des Informationszentrums klimafreundliches Kohlekraftwerk (IZ Klima) e.V. bekannt gegeben. Der Verein IZ Klima mit Sitz in Berlin ist eine Initiative der Unternehmen Alstom Power, EnBW, E.ON, Hitachi Power Europe, RWE Power, Siemens Power Generation und Vattenfall Europe. Erklärtes Ziel der gemeinsamen Kommunikationsplattform ist es, über die Technologie mit der eine klimafreundliche Kohleverstromung erreicht werden könnte, über den Fortschritt von Pilotprojekten sowie über die Technik der/des CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Transports und -Speicherung zu informieren. Weitere Themen sind die Effizienz dieser Kohlekraftwerke sowie die Kosten der CO<sub>2</sub>-Vermeidung, die mit dieser Technologie verbunden sind. Hintergrund ist der Ausbau der deutschen Vorreiterrolle im Rahmen des Klimaschutzes und die Sicherheit der heimischen Energieversorgung. Zudem sieht das IZ Klima die Chance, dass Deutschland sich mit der Erforschung dieser Technologie eine weltweit führende Rolle bei der Entwicklung und dem Export von Klimaschutztechnologien sichern kann. Die Potenziale und die Chancen von CCS sollen mit Hilfe des Vereins auf breiter öffentlicher Ebene bekannter gemacht werden. Begleitet wird das IZ Klima von einem Beirat aus Vertretern der Bun-

<sup>39</sup>Die Bewertung der Artikel wurde anhand eines fünfstufigen Schemas vorgenommen: negativ, eher negativ, neutral, eher positiv, positiv, das heißt die Bewertung von CCS innerhalb eines Artikels wurde global, sehr allgemein kodiert. Im Rahmen der Auswertung wurden die Variablen negativ und eher negativ sowie eher positiv und positiv zusammengefasst. Globalbewertungen verlangen vom Kodierer ein „summarisches Urteil“ (Rössler 2005: 147), d.h. dass der Kodierer selbst unterschiedliche Aspekte und Sachverhalte gewichtet, sie zueinander in Beziehung setzt und anschließend eine abgewogene Bewertung abgibt. Die Evaluation der Globalbewertung des Artikels erfolgt allerdings auf Basis der im Beitrag manifest enthaltenen Bewertungen. Es geht also um die Art und Weise, wie die Journalisten die enthaltenen Sachverhalte beschreiben und bewerten, nicht um die Valenz des Geschehens selbst.

Um die Erhebung möglichst intersubjektiv nachvollziehbar zu gestalten, wurden für die Zuordnung der einzelnen Kodiereinheiten zusätzliche wertende Variablen erstellt. So bewertet eine weitere Variable den sprachlichen Stil im Titel sowie den im Text. Eine letzte Variable evaluiert die Gewichtung der Argumente im Artikel. Diesen drei „Hilfsvariablen“ liegt ein dreistufiges Schema zugrunde (eher negativ, neutral, eher positiv). Die Globalbewertung orientiert sich dann an diesen Variablen.

desministerien für Bildung und Forschung, Wirtschaft und Umwelt sowie von weiteren Partnern aus dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und dem Institut für Energietechnik der TU Hamburg-Harburg.

Die Analyse der Reaktionen auf die Presseerklärung wurde vorgenommen, um aufzuzeigen, wie das IZ Klima und seine Position zu CCS von den Medien bzw. von anderen interessierten Personen aufgenommen wird und wie die Intentionen und Inhalte des IZ Klimas an andere interessierte Personen(-gruppen) weitergegeben werden (Nachrichtendiffusion).

Insgesamt konnten zehn Artikel recherchiert werden, in denen eine Stellungnahme zu der Pressekonferenz erfolgt ist, neun der Artikel befassten sich darin ausschließlich mit dem IZ Klima, in einem Artikel wurde das Thema als Ergänzung zum Hauptthema: „Klimastreit in den USA“ aufgeführt. Die Tageszeitschrift TAZ hat als einziges Printmedium im Anschluss an die Presseerklärung über das IZ Klima berichtet, alle anderen Artikel wurden über das Internet ausfindig gemacht. Neben einigen Online-Nachrichtendiensten erschienen Artikel online in einem Fachmagazin, in einem Newsletter eines Vereins und bei Greenpeace (siehe Anhang). Vier der Quellen bedienen eine Leserschaft, die generell an klima- bzw. umweltpolitischen Themen interessiert ist, die anderen Quellen können weitgehend als neutral angesehen werden bzw. sind an eine große Bandbreite in der Bevölkerung adressiert. Neben der groben Einteilung der Artikel nach Haupt- und Nebenthema wurden die inhaltlichen Themen erfasst und kategorisiert. Die Kategorien entsprechen denen der ausführlichen Printmedienanalyse<sup>40</sup> sowie der Bewertung der internationalen Berichterstattung. Zusätzlich wurde die Kategorie „Ziel des IZ Klima: neutrale Informationsvermittlung“ aufgeführt, um zu untersuchen, ob das erklärte Ziel im Rahmen der Presseerklärung, nämlich eine neutrale Informationsvermittlung zum Thema CCS, in den Artikeln weiter gegeben wird, oder ob die Informationsvermittlung positiv (im Sinne von Aufklärung öffentlicher Anliegen) oder negativ (im Sinne von intendierter und instrumenteller Kommunikation zur Schaffung von Legitimation und zur Aufbesserung des Images der beteiligten Unternehmen) bewertet wird. Wörter, Redewendungen und Textpassagen, die durch ein stark positives oder negatives Wording auffielen (z.B. Mogelpackung, Lobby-Club, Technologieführerschaft) flossen zusätzlich mit in die Bewertung ein. Die Bewertung der Artikel insgesamt richtete sich nach der Anzahl der Nennungen in den einzelnen Kategorien, d.h. ist der überwiegende Teil der Bewertung eines Artikels positiv oder neutral, wurde der Artikel insgesamt auch so bewertet.

Die Ergebnisse der Analyse verdeutlichen folgende Aspekte:

- Wird die Anzahl der verfassten Artikel zur Pressekonferenz des IZ Klima (ein Artikel in einer bundesweiten Tageszeitung und neun Online-Artikel) betrachtet ist festzuhalten, dass eine **Reaktion** der Medien auf die Pressekonferenz grundsätzlich **gegeben** ist.
- Die Artikel wurden **größtenteils online** veröffentlicht, nur eine bundesweite Tageszeitung hat eine Stellungnahme in Form einer Printversion zum IZ Klima veröffentlicht.
- Die Medien, die Stellung bezogen haben, richten sich tendenziell eher an eine allgemeine Zielgruppe, d.h. an einen **breiten Teil der Bevölkerung**.

---

<sup>40</sup>a) Umsetzung/ Implementation/ Modellprojekte b) technische Machbarkeit/ Forschungsstand c) wirtschaftliche Machbarkeit d) ökologische Aspekte/ Klimaschutz e) politische Aspekte f) Asuwirkungen f. d. Menschen/ Risiken g) normative Aspekte h) gesellschaftl. Aspekte i) historische Entwicklung/ andere Anwendungsfelder

- Die inhaltliche **Berichterstattung** ist insgesamt **ausgeglichen**, die Anzahl der neutralen und negativen Artikel ist nur geringfügig höher als die der positiven.
- CCS-Themen wie ökologische Aspekte und **Klimaschutzoptionen** sowie Auswirkungen für den Menschen und mögliche **Risiken** sind **eher negativ** beschrieben worden. Wenn das Wording innerhalb der Artikel nicht neutral war, dann wurden sehr häufig negativ besetzte Wörter genutzt, positiv besetzte Wörter sind nur sehr selten vorgekommen.
- Zumeist **positiv** vermittelt wurde die Intention des IZ Klima, die in einer breiten **Informationsvermittlung** besteht.
- Eher **neutral** wurden Themen wie **Umsetzung** und Implementation der CCS-Technik, ihre **technische und wirtschaftliche Machbarkeit** beschrieben.
- Politische und gesellschaftliche Aspekte wurden häufig nicht erwähnt.

Auffällig bei der Analyse der Artikel war, dass viele Textpassagen der einzelnen Artikel den gleichen Wortlaut hatten, es kann also angenommen werden, dass sie einem Quelltext entsprungen sind (Pressemitteilung zur Pressekonferenz). Kritisch verfasste Artikel haben die Inhalte des Quelltextes eher zitiert, sie dann aber sehr häufig durch stark negativ besetzte Wörter kritisiert und dementiert. Weniger oft wurden fachlich fundierte Aussagen angeführt, die einen öffentlichen Diskurs gefördert hätten, indem sie die Informationen des IZ Klimas widerlegt oder befürwortet hätten. Darüber hinaus hätten fachlich fundierte Aussagen einen zusätzlichen Informationsgewinn für den Leser bedeutet sowie letztlich für einen gestiegenen Kenntnisstand zum Thema CCS gesorgt.

Ob das IZ Klima und die darauf folgenden Reaktionen eine Auswirkung auf die Akzeptanz der breiten Bevölkerung nehmen wird, kann mit Hilfe dieser Analyse nicht geklärt werden. Positiv für die Akzeptanz des IZ Klimas

- ist die Möglichkeit, dass interessierte Personen sich genauer informieren können,
- ist die Zusicherung der Sicherheit im Rahmen der Energieversorgung,
- sind die Versprechen bezüglich der Führung und des Ausbaus technologischer Klimaschutzoptionen,
- ist die Verwendung der Begriffe CO<sub>2</sub>-frei<sup>41</sup>, CO<sub>2</sub>-arm und klimafreundlich.

Eine ablehnende Haltung zum IZ Klima kann hervorgerufen werden, durch

- die Zusammensetzung der Mitglieder des IZ Klima, die als homogene Gruppe von Groß-Unternehmen mit dem Ziel der Legitimation wirtschaftlicher Interessen identifiziert werden könnte,
- die Nutzung der Begrifflichkeiten, welche die CCS Technologie derzeit beschreiben, die aber nicht einer sachgerechten Benennung der Technologie entsprechen (Blick auf die gesamte Prozesskette fehlt),
- die Vermeidung relevanter Themen, wie zum Beispiel dem Sicherheitsaspekt oder alternative Klimaschutzoptionen

---

<sup>41</sup> Die Bezeichnung CO<sub>2</sub>-frei ist irreführend, da Kraftwerke mit CCS CO<sub>2</sub>-Restemissionen verursachen.

- das offensichtliche Fehlen eines neutralen Schiedsrichters, obwohl deutlich wird, dass unabhängige Akteure beteiligt (Beirat).

### 5.2.2 Analyse von CCS-themenbezogenen Broschüren

Zur Ableitung von Hinweisen zur Konzeption einer öffentlichen Informationskampagne wurden von der Industrie veröffentlichte Broschüren mit einem Themenbezug zu CCS analysiert.

Folgendes zur Definition und Abgrenzung des Begriffs „öffentliche Informationskampagne“: er umfasst die Konzeption, Durchführung und Kontrolle von systematischen und zielgerichteten Kommunikationsaktivitäten zur Beeinflussung von Problembewusstsein, Einstellungen und Verhaltensweisen gewisser Zielgruppen in Bezug auf soziale Ideen, Aufgaben oder Praktiken und zwar im positiven, d.h. gesellschaftlich erwünschtem Sinn (Bonfadelli 2004).

Nach dieser Definition unterscheidet sich die öffentliche Informationskampagne von der Konsumwerbung, der Image-PR, der Issue-Werbung als auch der Massenkommunikation.

Mit Hinweis auf die dargelegte Definition des Begriffs „öffentliche Informationskampagne“ und die Abgrenzung von anderen Kommunikationstrategien sind die hier zur Bewertung vorliegenden Broschüren aus dem Bereich der Image-PR und der Issue-Werbung<sup>42</sup> mit den Themen Klimaschutz und Kraftwerkstechnik vor allem auf Deutungsmuster<sup>43</sup> hin analysiert worden. Weitere Kriterien für eine vergleichende Bewertung sind nachfolgend aufgeführt:

- Was ist das Hauptthema der Broschüre?
- Von wem stammt die Broschüre (Akteurskreis)?
- Mit welcher Intention wurde diese Broschüre erstellt/Wer ist die Zielgruppe?
- Welches Deutungsmuster wurde für CCS verwendet? (Definition siehe Fußnote vorherige Seite.)

Nachfolgend finden sich die auf o. g. Kriterien hin analysierten Broschüren in tabellarischer Form.

---

<sup>42</sup>Image-PR (Schaffung von Vertrauen zu einer Organisation), Issue-Werbung (Beeinflussung gesellschaftlich kontroverser Positionen und Themen).

<sup>43</sup>Es gibt 12 sinnvolle Deutungsmuster: CCS als Übergangslösung („Brücke“), CCS als technische Innovation/Fortschritt („Innovation“), CCS als Risiko, CCS als Ablenkungsstrategie („Bremse“), CCS als Legitimation für Unternehmen („Legitimation“), CCS als Profilierung für Deutschland/Brandenburg („Profilierung“), CCS als Stifter von nationaler/regionaler Identität („Identität“), CCS als wissenschaftliches Desiderat („Vision“), CCS als Ideologie („Utopie“), CCS als PR („Image“), CCS als Versorgungssicherheit, CCS als gesellschaftliches Akzeptanzproblem („Akzeptanz“)

Tab. 5-1 Auswertung analysierter Broschüren

<b>Auftraggeber</b>	<b>Titel</b>	<b>Themenschwerpunkt</b>	<b>Anteil CCS am Gesamtumfang der Broschüre</b>	<b>Zielgruppe</b>	<b>Deutungsmuster</b>
IGM	Branchenreport: Energietechnik und Kraftwerksbau	Überblick zu Entwicklungen im Energieanlagen- + Kraftwerksbau, zukünftige Herausforderungen	Abscheidetechnologien werden im Rahmen v. neuen Technologielinien im Kraftwerksbau erwähnt	Handlungshilfe für betriebl. + gewerkschaftl. Interessensvertretungen	CCS als Innovation
BMWi	Dokumentation: COORETEC Leuchtturm – Der Weg zum zukunftsfähigen fossil befeuerten Kraftwerk	Forschungs- + Entwicklungskonzept für emissionsarme fossile Kraftwerke; Status quo und Ausblick auf zukünftige Entwicklungen	Eigenes Kapitel	Industrie, Politik, Wissenschaft	CCS als Legitimation zur Weiternutzung von Kohle
Siemens	PGlive Mitarbeitermagazin April/Mai 2007 Energie für Generationen	Kraftwerkstechnik	Kurzer Absatz	Beschäftigte bei Siemens	CCS zur Profilierung/ als Innovation
Eon	Innovation	Aktivitätsfelder Eons	Eig. Kapitel	„Fachpublikum“, Kunden	CCS als Innovation
Vattenfall	Klimaschutz durch Innovation Das CO <sub>2</sub> -freie Kraftwerk von Vattenfall	Klimaschutz durch innovative Kraftwerkstechnologie	CCS im Zusammenhang mit der Vorstellung des Oxyfuel-Prozesses	„Fachpublikum“, Kunden	CCS als Innovation + als Legitimation zur Weiternutzung von Kohle
RWE Power	Programm Klimaschutz	Impulse Investitionen Innovationen	CCS im Zusammenhang mit der „Clean-Coal-Technologie“ + Broschüre zum IGCC-KW incl. CO <sub>2</sub> -Speicherung	„Fachpublikum“, Kunden	CCS als Innovation/ zur Profilierung
<b>Auftraggeber</b>	<b>Titel</b>	<b>Themenschwerpunkt</b>	<b>Anteil CCS am Gesamtumfang der Broschüre</b>	<b>Zielgruppe</b>	<b>Deutungsmuster</b>
BP	Nachhaltigkeitsbericht 2006	Klimawandel Optionen zum Klimaschutz	Kurzer Abschnitt	„Fachpublikum“, Kunden	CCS als Innovation
Shell	Geologische CO <sub>2</sub> -Speicherung als klimapolitische Handlungsoption	Technologien, Konzepte, Perspektiven	CCS spezifisch	Entscheidungsträger (Politik) + Multiplikatoren	CCS als Klimaschutzoption

Die Broschüren stammen vor allem von Unternehmen, welche im Bereich der Energieversorgung oder im Kraftwerks-Anlagenbau angesiedelt sind. Themenschwerpunkte bei den untersuchten Broschüren sind die heutigen und zukünftigen Entwicklungen im Bereich der Kraftwerkstechnik zur Stromgewinnung sowie dem Klimawandel/ bzw. -schutz. Als Zielgruppe sollen Interessierte angesprochen werden, welche über ein bestimmtes Basiswissen (Beschäftigte, Kunden, Fachpublikum) verfügen. In allen Broschüren wird ein Bezug zum Klimawandel/-schutz hergestellt. Eine kritische Auseinandersetzung mit den Risiken oder das Aufzeigen offener Fragen rund um das Thema CCS findet nur in der vom BMWi herausgegebenen Broschüre statt. Die Deutungsmuster der analysierten Broschüren sind durchweg positiv belegt. Der Großteil der Broschüren fokussiert dabei auf die Abscheidung des CO<sub>2</sub>. Die Frage der Speicherung wird in fast allen Broschüren nur am Rande thematisiert. Neben den Broschüren verfügen diese Unternehmen zudem über umfangreiche Informationen die über die Internetseiten der Unternehmen bereitgestellt werden.

**Fazit:**

Als Hinweis für eine öffentliche Informationskampagne kann man aus dieser Untersuchung ableiten, dass mögliche Risiken und noch offene Fragen bisher nicht oder in zu geringem Umfang angesprochen werden. Die ist aber für eine neutrale, sachliche und offene Kommunikationsstrategie unabdingbar, um Glaubwürdigkeit und Unabhängigkeit zu vermitteln. Der Bezug zum Klimawandel/-schutz ist sehr wichtig und sollte stärker herausgestellt werden, um die Technologieoption CCS besser beurteilen/einordnen zu können.

### **5.2.3 Die internationale Berichterstattung zu CCS im Internet**

Die Analyse der internationalen Berichterstattung im Internet verdeutlicht, inwiefern das Thema CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung in anderen ausgewählten Ländern Beachtung findet, wie die Technologie in der öffentlichen Diskussion dargestellt wird und unter welchen Hauptaspekten zu CCS in den internationalen Medien Stellung bezogen wird. Eine Auswahl der Länder erfolgte nach bestimmten Regionen, in denen bereits Projekte zu CCS durchgeführt werden. Mit Blick auf die potentiellen Speicheroptionen in Deutschland wurden in erster Linie Standorte ausgewählt, die ein Vorhaben an Land umsetzen. Aus den USA liegt zudem eine Studie<sup>44</sup> vor, die den Einfluss der Medienberichterstattung auf die Akzeptanz von CCS untersucht hat. Die Ergebnisse dieser Studie sowie die der internationalen Recherche dienen als Vergleich zu den Ergebnissen, die auf nationaler Ebene durchgeführt wurden.

Im Folgenden wird zunächst das **methodische Vorgehen** im Rahmen der internationalen Medienanalyse erläutert. Die Recherche erfolgte ausschließlich über das Internet. Es wurden nur englischsprachige Zeitungen recherchiert, deren Redaktionen über eine Homepage verfügen, auf der die Artikel zum Thema CCS frei zugänglich waren. Dabei dienten die Berichterstattungen folgender Länder als Auswahlgrundlage: Australien, Japan, Kanada, Norwegen, USA und England. Da nur englischsprachige Artikel in die Auswahl kamen, liegen Artikel aus vorwiegend englischsprachigen Ländern wie Australien, Kanada, den USA sowie England dementsprechend häufiger vor als Artikel aus Norwegen und Japan. Für die Länder Norwegen und Japan kann davon ausgegangen werden, dass die Anzahl der Artikel, die im Rahmen dieser Studie bewertet wurden, nicht der tatsächlichen Anzahl der erschienenen

---

<sup>44</sup> Vgl. Mander; Gough: Media framing of new technology: the case of carbon capture and storage, University of Manchester, 2006

Artikel in diesen Ländern entspricht. Es wurden solche Artikel analysiert und bewertet, die vom Januar 2003 bis zum Mai 2007 erschienen sind.

Definition der Stichprobe:

Alle frei zugänglichen englischsprachigen Artikel, die auf den Homepages ausgewählter Zeitungsredaktionen in den jeweiligen Ländern zum Thema CCS abrufbar waren. Relevant waren alle Artikel, die im Zeitraum von Januar 2003 bis Mai 2007 erschienen sind.

Die Vorgehensweise für die einzelnen Länder erfolgte immer nach demselben Muster. Zuerst wurde eine Liste möglichst aller nationalen Tageszeitungen erstellt. Nur dort, wo geographisch eine Nähe zu einem geplanten oder bereits laufenden CCS Projekt bestand, erfolgte auch eine Listenerstellung von regionalen Tageszeitungen. Ansonsten wurde fast ausschließlich in großen, nationalen Tageszeitungen nach Artikeln recherchiert, da davon ausgegangen wurde, dass die Recherche nach Artikeln über CCS in regionalen Tageszeitungen ohne konkretes Projektvorhaben kaum Erfolg verspricht. Nach Vorlage der Listen wurde auf den jeweiligen Internetseiten der nationalen Tageszeitungen nach Artikeln zum Thema CCS recherchiert.

Darüber hinaus erfolgte die Recherche auch in wöchentlich erscheinenden Nachrichtenjournalen und Magazinen. Die nähere Vorgehensweise wird im Einzelnen und für jedes Land nachfolgend ausführlicher erläutert, in der nachfolgenden Tabelle werden die Schlagwörter der Recherche sowie die Namen der jeweiligen Zeitungen genauer dargestellt.

Tab. 5-2 Liste der recherchierten Schlagwörter und Zeitungen in den ausgewählten Ländern

Land	Schlagwörter	Wochenzeitung	Tageszeitung
<b>Australien</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	The Bulletin	- The Daily Telegraph - The Australien - The West Australien - Herald Sun - The Canberra Times
<b>Japan</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	<i>Keine englischsprachige Wochenzeitung</i>	- The Japan Times - Daily Yomiuri - Kyodo News
<b>Kanada</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	Macleans	- The Globa and Mail - Regina Leader Post
<b>Norwegen</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	<i>Keine englischsprachige Wochenzeitung</i>	- Aftenposten - The Norway Post
<b>USA</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	Time Magazine	- USA Today - Washington Post - Seattle Times - Chicago Tribune - Casper Star Tribune
<b>England</b>	Carbon Capture and Storage, Carbon Capture, Carbon Storage, Carbon Sequestration, CO <sub>2</sub> Storage, Sequestration, CO <sub>2</sub> Injection, CO <sub>2</sub> , Weyburn, Sleipner	The Economist	- Daily & Sunday Telegraph - The Times/Sunday Times - The Guardian - The Observer - The Independent - Yorkshire Post - Birmingham Post

Die Bewertung der Artikel erfolgte durch eine qualitative Zuordnung des Inhaltes der Artikel zu einzelnen Diskursen (ökologisch, wissenschaftlich-technisch, wirtschaftlich oder lebensweltlich). Behandelte ein Text zum Beispiel zu zwei Drittel das Thema CCS im Kontext

wirtschaftlicher Aspekte, so wurde er auch diesem Kontext zugeordnet. Eine Auswertung nach einem bestimmten Codierungsplan (rein quantitative Auswertung) wäre an dieser Stelle nicht gerechtfertigt, da schon die Auswahl der Artikel keine methodisch zuverlässigen Schlüsse erlauben. Dennoch kann mit einer eher qualitativ angelegten Auswertung durchaus bestimmt werden, welche Hauptinhalte der Artikel behandelt und wie die Art und Weise der Berichterstattung war.

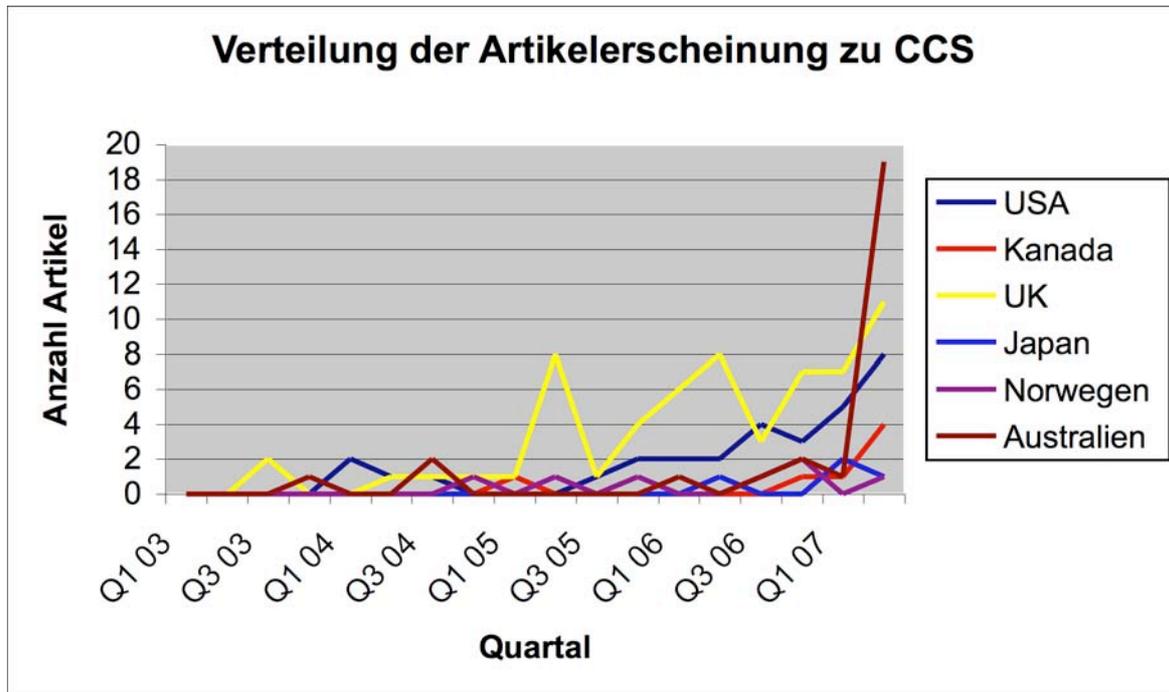


Abb. 5-1 Verteilung der Artikelerscheinung nach Land und Quartal (ab 01.01.2003)

Abb. 5-1 beschreibt die Anzahl der Artikel, die in den jeweiligen Quartalen erschienen sind. Auf den ersten Blick wird offensichtlich, dass der Trend nach oben geht, d.h. die Anzahl der veröffentlichten Artikel hat im Laufe des letzten Jahres stark zugenommen. Dies entspricht auch dem Ergebnis der zuvor genannten Studie aus den USA zu diesem Thema (Mander and Gough 2006). Bei der Grafik ist generell die zuvor angesprochene Problematik zu beachten, dass für einige Länder (Norwegen und Japan) nur eine geringe Anzahl an englischsprachigen Artikeln gefunden wurde. Zudem fehlen die nicht frei verfügbaren Artikel. Trotzdem, der Trend ist eindeutig und unterstützt die eingangs getroffene Annahme, dass das Thema Carbon Capture and Storage zunehmend auch auf internationaler Ebene in den Medien auftaucht und in der öffentlichen Diskussion an Aktualität zunimmt.

An dieser Stelle werden noch einmal die größten **methodischen Einschränkungen** im Überblick erläutert: Die Beschränkung auf frei zugängliche Artikel hat zum Beispiel in Australien und Kanada dazu geführt, dass die größten Tageszeitungen von vornherein ausgeschlossen wurden. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass durch die Fokussierung auf englischsprachige Artikel, die Anzahl von Artikeln für Japan und Norwegen zu gering im Vergleich zur tatsächlich angenommen Berichterstattung ausgefallen ist. Inhaltlich haben einige Artikel das Thema CCS nur im Zusammenhang eines anderen Kontextes aufgeführt. Artikel, in denen CCS nur als Nebenthema genannt wurde, wurden entsprechend gekennzeichnet bzw. nicht in die weitere Analyse mit einbezogen.

Nach Analyse und Betrachtung der Artikel aus den sechs verschiedenen Ländern lassen sich klare Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede feststellen. Im Folgenden sollen einige vorläufige **Ergebnisse** der Inhaltsanalyse anhand von Tabellen dargestellt werden. Es wurden nicht explizit die Rubrik sowie die Verfasser der Artikel analysiert, da die Hauptaufgabe der Recherche in der Bewertung der Artikel zur Grundaussage lag. Dennoch ist aufgefallen, dass die Artikel fast ausschließlich in den Rubriken Wirtschaft und Wissenschaft erschienen sind und auch dementsprechend in der Regel von Wirtschafts- und Wissenschaftsjournalisten verfasst wurden, eher selten von Professoren oder Wissenschaftlern. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Tendenz des Berichterstattungsstils davon abhängt, in welcher Rubrik veröffentlicht wurde. Artikel aus Wirtschaftsrubriken neigten zum Beispiel eher dazu, eine positivere Bewertung vorzunehmen als wissenschaftliche Beiträge zu diesem Thema.

Wird die Berichterstattung von Tageszeitungen und Wochenmagazinen verglichen, kann festgestellt werden, dass in Wochenmagazinen ausführlicher über das Thema CCS berichtet wird und das Potenzial an Informationen, im Vergleich zu Tageszeitungen, dementsprechend größer ist.

In Tab. 5-3 wird dargestellt, welchen Inhalt die Artikel der einzelnen Länder zum Schwerpunkt haben. Der allgemeine Trend ist die technische Machbarkeit/aktueller Forschungsstand (USA, Kanada, Japan) als auch die wirtschaftliche Machbarkeit (Kanada, Norwegen) und politische Aspekte (Japan, Australien) der CSS-Technologien. Klimaschutzaspekte standen außer in Japan weniger im Vordergrund der Berichterstattung.

Tab. 5-3 Bewertung der Artikel nach Inhalt, (Mehrfachbewertung der Artikel)

	<u>USA</u>	<u>Kanada</u>	<u>UK</u>	<u>Japan</u>	<u>Norwegen</u>	<u>Australien</u>
<b>Gesamtanzahl bewerteter Artikel</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>27</b>
<i>Umsetzung/Implementation</i>	21 (68 %)	2 (29 %)	41 (67 %)	2 (50 %)	5 (63 %)	12 (44 %)
<i>Technische Machbarkeit/Forschungsstand</i>	26 (84 %)	6 (86 %)	44 (72 %)	4 (100 %)	5 (63 %)	17 (63 %)
<i>Wirtschaftliche Machbarkeit</i>	14 (45 %)	6 (86 %)	36 (59 %)	2 (50 %)	6 (75 %)	12 (44 %)
<i>Ökologische Aspekte/Klimaschutzoption</i>	13 (42 %)	4 (57 %)	34 (56 %)	4 (100 %)	4 (50 %)	13 (48 %)
<i>Politische Aspekte</i>	11 (35 %)	4 (57 %)	47 (77 %)	3 (75 %)	4 (50 %)	19 (70 %)
<i>Auswirkungen für den Menschen/Risiken</i>	12 (39 %)	-	11 (18 %)	2 (50 %)	-	7 (26 %)
<i>Normative Aspekte</i>	1 (3 %)	-	2 (3 %)	-	-	1 (4 %)
<i>Gesellschaftliche Aspekte/Akzeptanz/Wahrnehmung</i>	2 (6 %)	1 (14 %)	4 (7 %)	-	2 (25 %)	1 (4 %)
<i>Historische Entwicklung /andere Anwendungsfelder</i>	5 (16%)	-	4 (7%)	2 (50%)	3 (38%)	1 (4%)

Der Berichterstattungsstil ist mehrheitlich positiv bis neutral. In Tab. 5-4 wird die Anzahl der Artikel pro Berichterstattungsstil dargestellt. Es wird deutlich, dass negative Artikel in den Zeitungen nur in sehr geringem Umfang in den USA, in den UK und in Australien erschienen sind. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass trotz vieler ungeklärter Fragen zum Forschungsfeld CCS in den meisten Ländern eher eine einseitig positive Mediendarstellung erfolgt. Das Ergebnis weist in seiner groben Tendenz in die gleiche Richtung wie die Studie aus den USA, welche zu dem Schluss kam, dass eine positive bis neutrale Berichterstattung in Australien, UK, USA und Kanada stark überwiegt (Mander und Gough, 2006).

Tab. 5-4 Bewertung nach Berichterstatterstil, (Pro Artikel nur eine Bewertung)

<b>Berichterstattung/ Län- der</b>	<b>USA</b>	<b>Kanada</b>	<b>UK</b>	<b>Japan</b>	<b>Norwegen</b>	<b>Australien</b>
<b>Anzahl Artikel insgesamt</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>27</b>
<b>sehr negativ</b>	-	-	-	-	-	-
<b>eher negativ</b>	1 (3%)	-	2 (3%)	-	-	6 (22%)
<b>eher negativ bis neutral</b>	1 (3%)	-	4 (7%)	-	-	3 (11%)
<b>neutral</b>	14 (45%)	4 (57%)	18 (30%)	-	3 (38%)	7 (26%)
<b>eher positiv</b>	15 (48%)	3 (43%)	37 (61%)	4 (100%)	5 (63%)	11 (41%)

Die folgende Abb. 5-2 stellt dar, wie die 137 analysierten Artikel auf die sechs Länder verteilt sind. Mit 61 Artikeln ist England bei der Berichterstattung über CCS weit vor den USA (31 Artikel) und Australien (27 Artikel). Nichts desto trotz ist dies nicht aussagekräftig, da die Verteilung auch auf die im methodischen Teil genannten Probleme zurückzuführen ist.

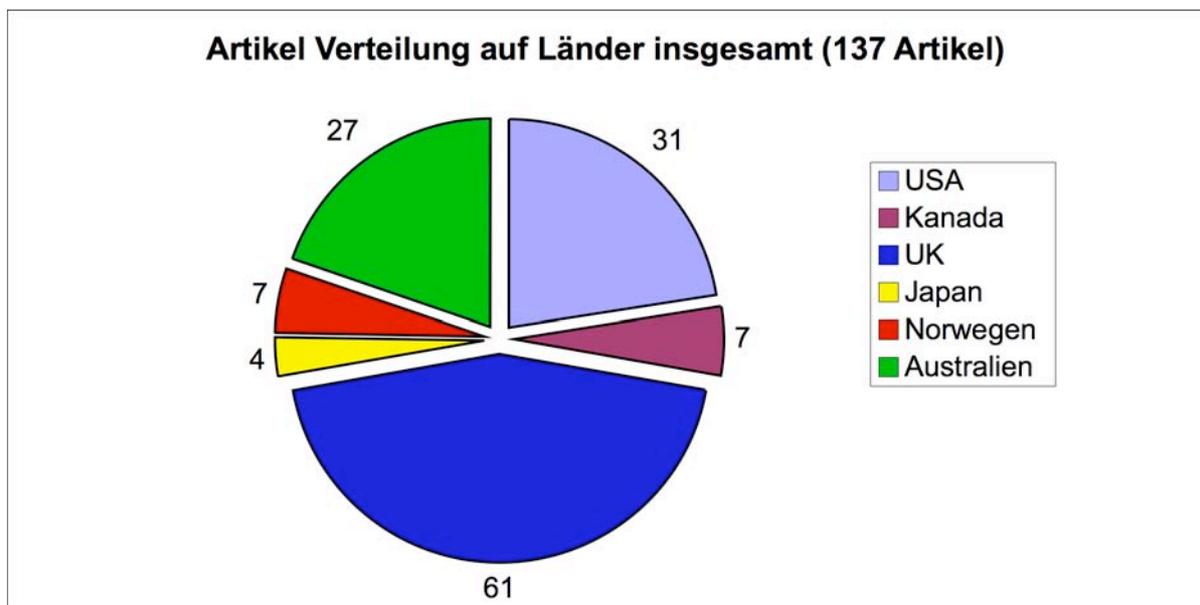


Abb. 5-2 Artikelverteilung auf Länder insgesamt

Generell wird in den Artikeln derzeit noch wenig über die Akzeptanz von Carbon Capture and Storage in der Bevölkerung geschrieben. Entscheidende Faktoren sind hauptsächlich technisch, politisch sowie wirtschaftlich determiniert. Die Unterschiede in der Berichterstattung könnten durchaus unterschiedliche Einstellungen zu CCS in der Bevölkerung generieren: so ist davon auszugehen, dass die Japaner die CCS-Technologie unter anderen Aspekten betrachten als die US-Amerikaner es aufgrund der Berichterstattung wahrscheinlich tun, denn die Japaner haben vergleichsweise häufiger ökologische Aspekte in ihren Artikeln angesprochen als die US-Amerikaner.

Allgemein hat die Kommunikation der Aspekte „Risiko“ sowie „eventuelle negative Auswirkungen durch CCS auf den Menschen“ einen wesentlichen Einfluss auf die Akzeptanz in der breiten Bevölkerung (je nach Berichterstattungsstil und Bewertung des Risikofaktors einen positiven oder negativen Einfluss). Der Diskurs dieser Themen wurde in den untersuchten Artikeln eher seltener angesprochen. Welche Determinanten für die ausgewählten Themen in den Artikeln zuständig bzw. ausschlaggebend waren, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Auch nicht, ob sich hinter der Wahl der Themen eine gezielte Kommunikations-Strategie verbirgt. Lediglich die Aussage, dass das Thema Risiko nicht in allen CCS-Artikeln behandelt wird, ist hier zulässig.

Auffällig innerhalb der Berichterstattung war die häufige Verwendung des Begriffes „Saubere Kohle“ im Zusammenhang mit CCS. Da der Begriff „Saubere Kohle“ positiv besetzt ist, ist in diesem Zusammenhang davon auszugehen, dass der Leser CCS mit einer sauberen Technologie verbinden wird, was letztlich zu einer positiven Akzeptanz führen könnte.

Nachfolgend sind die Vorgehensweise sowie Besonderheiten der Recherche für die einzelnen Länder aufgeführt. Bei Relevanz wird auch auf einzelne Artikel Bezug genommen. Eine entsprechende Codierungsliste ist im Abschnitt 9 Anhang zu finden.

### **Australien**

Die Archivsuche der großen nationalen Tageszeitungen *The Daily Telegraph*, *The Australian* und *Herold Sun* gestaltete sich schwierig, da diese Zeitungen in demselben Netzwerk "*News.com.au*" zusammengeschlossen sind und alle Artikel die älter als ein paar Tage sind im Archiv erscheinen und dort kostenpflichtig sind. Aus diesem Grund ist die Anzahl an Artikeln aus diesen Zeitungen gering. Dennoch ergab die Recherche der Abstrakte in den kostenpflichtigen Archiven, dass prinzipiell mehr Artikel zum Thema CCS erschienen sind als zum Beispiel in den USA und über das Thema in den Medien auch regelmäßig und oft berichtet wird. Des Weiteren wurden in den anderen zwei nationalen Tageszeitungen *The West Australian* und *Canberra Times* eine Reihe von relevanten Artikeln gefunden, welche frei zugänglich waren.

Als wöchentlich erscheinendes nationales Nachrichtenmagazin in Australien wurden *News Weekly* und *The Bulletin* nach relevanten Artikeln untersucht. In *The Bulletin* fanden sich vier und im *News Weekly* keine Artikel zum Thema CCS. Die Mehrzahl der Artikel erschien im Jahr 2007 und nur in der *Canberra Times* und *The Bulletin* waren ältere Artikel zu finden (AUS, CT, 4/5/6; AUS, TB, 1/4).

Zurzeit gibt es in Australien noch keine bestehenden Projekte für CCS, es sind jedoch einige Vorschläge für geplante "CO<sub>2</sub>-freie" Kohlekraftwerke im Gespräch, welche an verschiedenen Standorten entlang der Ostküste gebaut werden sollen. Hinzu kommen Pläne ein Netz von

Pipelines aufzubauen, durch welches das CO<sub>2</sub> der Kraftwerke zentral in Anlagen in Queensland und New South Wales geologisch im Gestein gespeichert werden soll (AUS, WA, 2/3/6).

Das Thema CCS spielt eine relativ große Rolle in australischen Medien und es wird darüber häufig berichtet. Leider sind die Archive der meisten großen Tageszeitungen nur gegen Bezahlung zugänglich, jedoch zeigte die Recherche der Zusammenfassungen und Überschriften mit den wichtigsten Schlagwörtern, dass die Anzahl an Berichterstattungen über CCS in Australien relativ groß ist.

Bei der Analyse der gefundenen vollständigen Artikel sind vor allem politische Aspekte von großer Bedeutung und CCS wird oft im Zusammenhang mit politischen- sowie wirtschaftlichen Aspekten genannt.

Die Berichterstattung ist sowohl positiv als auch negativ und das Thema wird dementsprechend kritisch betrachtet, wobei nicht nur Risiken angesprochen werden, sondern auch generelle Fragen und Probleme des Klimaschutzes und gesellschaftliche sowie energiepolitische Ursachen und Fragen (AUS, DT, 1; AUS, CT, 4). Dadurch ist im Vergleich zur Berichterstattung in anderen ausgewählten Staaten, zum Beispiel den USA und Kanada, die Diskussion in Australien viel weiter vorangeschritten.

Politische Aspekte stehen meist im Vordergrund der Artikel, zum einen da Australien ein großer Kohleproduzent ist und zum anderen da die Regierung aktiv an der Förderung von CCS Projekten beteiligt ist und dementsprechende Maßnahmen zur weiteren Subvention debattiert werden.

Anhand der Analyse und der Art der Berichterstattung in Australien ist anzunehmen, dass der Einfluss auf die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS eher gering einzuschätzen ist. CCS wird von vielen Autoren zum Teil kritisch betrachtet (AUS, TB, 1/2/4; AUS, CT, 4/5). In den Medien wird die Zusage der Regierung, mit massiven Subventionen CCS Projekte der Energieversorger zu unterstützen, kritisch gesehen. Erneuerbare Energien, welche in Australien durchaus Potenzial hätten, werden nach Meinung der Autoren durch eine Unterstützung der CCS-Technologie vernachlässigt.

## **Japan**

Die Anzahl englischsprachiger japanischer Tageszeitungen, die unbegrenzt im Internet zugänglich sind, ist sehr gering. Daher war die Auswahl von Artikeln über CCS in Japan sehr klein. Insgesamt wurden über das Thema vier Artikel aus drei verschiedenen Zeitungen, der *Japan Times*, dem *Daily Yomiuri* und der *Kyodo News* gefunden. Da in Japan bisher noch kein industrielles CCS Projekt läuft, konnte auch keine regionale Zeitung durchsucht werden, was ohnehin aufgrund der Sprachbarriere schwierig geworden wäre. Als Anmerkung muss jedoch betont werden, dass aufgrund der begrenzten Auswahl an Artikeln keine fundierte Meinung wiedergegeben werden kann, offen bleibt, ob die Artikel in der Landessprache kritischer und weniger positiv sein können.

Generell lässt sich sagen, dass über CCS in Japan fast ausschließlich im Zusammenhang mit geplanten Projekten zur Speicherung in Schichten unter dem Meeresboden vor der Japanischen Küste berichtet wird (JPN, KN, 1/2). Ein solches Versuchsprojekt wird derzeit zu Forschungszwecken in Nagaoka (West-Japan) betrieben. Wirtschaftliche und politische Interessen sowie der Ausbau der Voreiterrolle für japanische Firmen in dieser neuen Technologie stehen hierbei im Vordergrund.

Prinzipiell ist die Einstellung zu CCS eher positiv zu bewerten. Mit der Technologie wird die Chance verbunden, die Richtlinien des Kyoto Protokolls zu erfüllen und sich zukünftig eine stabile Position am Weltmarkt zu erarbeiten. Herauszustellen ist, dass erneuerbare Energien so gut wie keine Erwähnung in den Artikeln finden und dass die öffentliche Diskussion keine Kritik zu CCS umfasst. Des Weiteren wird auch nicht über die gegenwärtige Energieproduktion in diesem Zusammenhang gesprochen. Die japanische Regierung tritt in den Artikeln als Gesetzgeber und Kontrollorgan für eine zukünftige privatwirtschaftliche CCS Industrie auf, d.h. sie wird hauptsächlich mit den juristischen Aspekten in Verbindung gebracht (JPN, KN, 1/2; JPN, JT, 1).

### **Kanada**

Die Archivsuche der großen nationalen Tageszeitungen *The Globe and Mail* und *The National Post* erschwerte sich durch die Kostenpflichtigkeit der Artikel und insbesondere bei der *National Post* durch die zeitliche Begrenzung auf den Zugriff der Artikel (nur für die vergangenen 30 Tage möglich). Dadurch konnte nur eine geringe Zahl von Artikeln aus den beiden oben genannten Tageszeitungen erfasst werden. Die Suche wurde zusätzlich auf kleinere Zeitungen wie den *Toronto Star* erweitert, in diesen Zeitungen konnten aber keine Artikel zu CCS ausfindig gemacht werden.

Aufgrund des bereits laufenden Projekts von CO<sub>2</sub> Einspeicherung in Weyburn, Saskatchewan, wurden die in der Region erscheinenden Tageszeitungen *Weyburn Review* und *Regina-Leader Post* ebenfalls untersucht. Auch hier ergab die Suche nur zwei Treffer bei der *Regina -Leader Post*.

Als einziges wöchentlich erscheinendes nationales Nachrichtenmagazin in Kanada wurde *Macleans* nach relevanten Artikeln untersucht. Hier fand sich auch die größte Trefferquote zu Artikeln zum Thema CCS (KAN, ML, 1/2/4).

Die Berichterstattung über CCS in Kanada ist relativ gering und es wurden nur sehr wenige (7) Artikel zu dem Thema gefunden. Trotz der geringen Berichterstattung kann durch die Inhalte der Artikel davon ausgegangen werden, dass CCS in Wirtschaft und Politik aktuell ist. Als eines von weltweit wenigen, bereits laufenden Projekten der CO<sub>2</sub> Speicherung ist das Weyburn Ölfeld in Saskatchewan zu nennen. Dort wird seit mehreren Jahren CO<sub>2</sub> aus einem amerikanischen Kohlekraftwerk durch Pipelines in erschöpfte Erdöllagerstätten gepumpt. Daher wäre auch zu erwarten, dass die Berichterstattung zum Thema CCS relativ groß ist. Dies ist aber zumindest nicht bei den nicht-kostenpflichtigen Artikeln nicht der Fall. Insgesamt wurden sehr wenige Artikel zu und über CCS gefunden und diese waren auch mehrheitlich an politischen bzw. wirtschaftlichen Gesichtspunkten orientiert. Die Einstellung gegenüber der neuen Technik ist zumindest auf politischer und wirtschaftlicher Ebene überwiegend positiv. Vorrangig werden damit verbundene wirtschaftliche Wachstumspotenziale unter gleichzeitigen Klimaschutzaspekten erwähnt und in den Artikeln dementsprechend ausgeführt. In den Artikeln wurde auch deutlich, dass auf politischer Seite der Wille diese neue Technik auch angemessen zu fördern und zu subventionieren in letzter Zeit stark gestiegen ist (KAN, GM, 1; KAN, ML, 1).

Wie gewichtig der Einfluss der wenigen Artikel auf die gesellschaftliche Akzeptanz ist, lässt sich kaum erschließen. Es könnte jedoch vermutet werden, dass das Thema in der breiten Bevölkerung unzureichend für eine Meinungsbildung platziert wird und dementsprechend die öffentliche Diskussion relativ gering ist. Durch die zunehmende Erschließung und Entwick-

lung der Kanadischen Ölsande in Alberta wurde eine politische Diskussion über die Klimavereinbarungen und Klimaziele des Landes in Gang gesetzt, in welcher CCS als Möglichkeit gilt, wirtschaftliche Ziele und Klimaschutz zu verbinden. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich Zustimmung für die CCS Technologie und deren Verwendung herrscht. In den Artikeln werden wenig bis gar keine negativen Aspekte von CCS genannt und die Risiken bleiben weitestgehend unerwähnt. Es ist zudem aufgefallen, dass anhand der Ausrichtung der Artikel, die Diskussion mehrheitlich in die wirtschaftliche und politische Richtung gelenkt wird (KAN, GM, 1; KAN, ML, 1/2). Eigentliche Ursachen des Klimawandels werden so gut wie nicht betrachtet. Des Weiteren findet nur selten an Auseinandersetzung mit anderen Technologien sowie erneuerbaren Energien statt.

### **Norwegen**

Für Norwegen wurden zwei englischsprachige nationale Tageszeitungen, *Aftenposten* und *The Norway Post*, die im Internet einsehbar sind, nach CCS relevanten Artikeln durchsucht. Es gibt in Norwegen bereits ein laufendes CCS Projekt. Auf der Ölbohrinsel Sleipner, wo Offshore CO<sub>2</sub> aus der Erdölförderung wieder in die Lagerstätten zurück gepumpt wird. Auf dem Festland sind zwar demnächst Kraftwerke mit CO<sub>2</sub> Abscheidung geplant, da aber die regionalen Tageszeitungen ausschließlich in der Landessprache publizieren, konnte für die relevanten Regionen keine Analyse vorgenommen werden.

Durch die Sprachbarriere ließen sich für Norwegen nur wenige englischsprachige Artikel über CCS finden. Da das Land relativ klein ist und somit auch die Auswahl der Zeitungen in englischer Ausgabe beschränkt ist, ergab die Suche nur wenige Treffer.

In den Artikeln wurde über das Thema CCS oft im Zusammenhang mit dem geplanten Bau von zwei neuen, Gas betriebenen Kraftwerken in Mittelnorwegen (Mongstad und Grenland) berichtet, welche mit der CCS Technologie ausgestattet werden sollten (NOR, AP, 1/3/4). Diese Pläne wurden jedoch aus wirtschaftlichen Gründen verworfen, da die Technologie gegenwärtig zu teuer sei und vorläufig nicht tragfähig für die Unternehmen. Eine wichtige Rolle spielte dabei auch die Politik, welche keine ausreichenden Subventionen zur Verfügung stellt. Die Verwerfung der Pläne zur CO<sub>2</sub> Abscheidung bei den geplanten Gaskraftwerken führte zu heftigen Diskussionen in der Bevölkerung, da sich Norwegen als Vorreiter für erneuerbare und saubere Energie versteht. Da der Bau der Kraftwerke ohne CCS von der Öffentlichkeit negativ aufgenommen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund des bereits längeren Einsatzes der Technologie, des damit einhergehenden Wissens darüber, sowie das Streben nach hohen Umweltstandards im Land, die öffentliche Meinung sowie die Akzeptanz über CCS eher positiv zu bewerten ist (NOR, AP, 2).

Auffallend war, dass das Thema in den untersuchten Artikeln vor allem unter wirtschaftlichen Aspekten beschrieben wird und über die Risiken sowie die Bedeutung von CCS als Technologie für den Klimaschutz kaum berichtet wird (NOR, AP, 2/4/5/6).

Im Vergleich zu den USA und dem Vereinigten Königreich wurde CCS nicht in Zusammenhang mit Kohlekraftwerken gebracht, was daran liegt, dass Norwegen eine andere Energiepolitik betreibt und Kohle, im Vergleich zu Ländern wie den USA oder auch Deutschland, für das Land weniger Bedeutung hat.

Die bisherigen Aktivitäten von Norwegen (seit Mitte der 90iger Jahre CO<sub>2</sub>-Abscheide-Verfahren, Sleipner Ölplattform (EOR)) lassen die Annahme zu, dass die Diskussion im Land strategisch weiter vorangetrieben werden soll, um weitere große Projekte zu forcieren.

## USA

Für die Vereinigten Staaten wurden insgesamt 12 Artikel aus den nationalen Tageszeitungen, *Washington Post*, *Chicago Tribune* und *USA Today* ausgewertet. Aus den anderen großen und bekannten Zeitungen wie der *New York Times* und der *Los Angeles Times* konnten keine Artikel in die Analyse einbezogen werden, da diese kostenpflichtig waren, dennoch ergab die Recherche der Zusammenfassungen viele Treffer. Beim *Boston Globe*, dem *Wall Street Journal* und der *New York Daily News*, waren keine relevanten Artikel zum Thema CCS zu finden.

Für die Recherche der regionalen Tageszeitung wurden die *Casper Star Tribune* und die *Seattle Times* gewählt, da zurzeit ein CCS Projekt in Midwest (Wyoming) entstehen soll und die Stadt Casper in unmittelbarer Nähe liegt. Die *Seattle Times* wurde als „Referenz“- Zeitung gewählt, da sie eine der größeren regionalen Tageszeitungen des Nordwestens ist und dort keine Projekte bekannt bzw. geplant sind. Als Vergleich wurden ebenfalls mehrere kleinere Zeitungen aus verschiedenen Landesteilen betrachtet, der *Midwest Wire* aus Wyoming, der *Tallahassee Democrat* aus Florida, die *San Diego News* sowie die *San Francisco News* aus Kalifornien. In diesen Zeitungen wurden jedoch keine Artikel zu CCS gefunden.

Untersuchte wöchentlich erscheinende Journale waren das Time Magazin mit einer großen Anzahl von Artikeln sowie Businessweek und Newsweek, bei welchen jedoch keine Berichterstattung zum Thema CCS gefunden wurde.

Das Thema CCS findet, bezogen auf die untersuchten Medien, in den USA nur eine mittelmäßige Beachtung, vor allem wenn die Medienrepräsentanz in anderen Staaten (UK & Australien) verglichen wird. Zu diesem Ergebnis kommt auch die Studie der Universität von Manchester (Mander and Gough, 2006). Dennoch wird das Thema häufiger in den Medien aufgegriffen als zum Beispiel in Kanada, wo bereits ein CCS Projekt (Weyburn) besteht. Die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS wurde in keinem Artikel eindeutig beschrieben. Ebenso waren Klimaaspekte in Verbindung mit CCS seltener der Hauptinhalt der Artikel, das gleiche gilt für die Risiken der Technologie sowie die Auswirkungen auf den Menschen bzw. die Umwelt. In den meisten Artikeln wird CCS im Zusammenhang mit dem neuem Aufschwung der Kohleenergie und dem Bau neuer Kohlekraftwerke erwähnt, bzw. als Möglichkeit zur Umrüstung bereits bestehender Kohlekraftwerke unter Klimaschutzaspekten genannt (USA, CS, 2/3/4/5/7; USA, UT, 2/4). Vor allem wirtschaftliche und technische Aspekte schlagen sich in einem Großteil der Artikel nieder und werden daraufhin tiefgreifender beschrieben. Die Politik in den Vereinigten Staaten betrachtet CCS, ebenso wie auch andere Länder, als zukunftsfähige Technologie, für die das Land eine Vorreiterrolle übernehmen sollte um Arbeitsplätze zu sichern und neu zu schaffen. Da die Vereinigten Staaten einen großen Anteil ihrer Stromversorgung durch Kohle abdecken, ergibt sich zudem der Eindruck, dass die Kohleindustrie in der Zukunft aus energie- und sicherheitspolitischen Gründen eine wichtige Rolle spielen soll und der Sektor wachsen wird.

Daher wird CCS in den USA offenbar als gute Möglichkeit gesehen, das Thema 'saubere Kohle' mit dem Klimaschutz zu verbinden und das negative, schmutzige Image der Kohle zu ändern. Dies schlägt sich auch in vielen Artikeln nieder in denen über das Thema meist positiv geschrieben wird. Nichtsdestotrotz finden sich in einigen Artikel auch kritische Aspekte von CCS (USA, WP, 2; USA, UT, 1/3).

Es ist außerdem davon auszugehen, dass in den Vereinigten Staaten eine öffentliche Diskussion zu dem Thema stattfindet, welche jedoch nicht so groß ist wie zum Beispiel in Australien oder dem Vereinigtem Königreich. Durch die mehr oder weniger einseitige neutrale bis positive Darstellung des Themas in den Medien und zusammen mit der bisherigen Klimapolitik des Landes, dürfte die Akzeptanz in der Bevölkerung jedoch eher positiv sein. Das allgemeine Bewusstsein zum Klimawandel ist in den letzten Jahren in den USA gestiegen, abhängig von der Medienpräsenz des Themas, daher kann davon ausgegangen werden, dass die Bevölkerung die Technologie annehmen wird (Leiserowitz, 2005).

### **Vereinigtes Königreich**

Für das Vereinigte Königreich wurde in acht überregionalen Tageszeitungen nach relevanten Artikeln recherchiert. In fünf nationalen Tageszeitungen, *Daily Telegraph*, *Times*, *Guardian*, *Observer* und *Independent* wurden Artikel zum Thema CCS gefunden, wobei Artikel aus der *Financial Times* kostenpflichtig sind und daher nicht in Betracht gezogen wurden. Keine Artikel wurden in *The Mirror* und *The Sun* gefunden.

Die Yorkshire Post wurde als regionale Zeitung gewählt, da in dieser Gegend mehrere mögliche CCS Kraftwerke und Projekte diskutiert werden (UK, TT, 7/13). Zum Vergleich wurde die Birmingham Post herangezogen, da aus der Region bisher keine Projekte vorliegen.

Als einziges wöchentlich erscheinendes Nachrichtenmagazin wurden im *The Economist* mehrere relevante Artikel über zum Thema CO<sub>2</sub> Abscheidung und Speicherung gefunden.

Im Vereinigten Königreich findet eine Berichterstattung zu CCS im Vergleich zu den anderen untersuchten Ländern relativ häufig statt. Über das Thema wird jedoch auch hier fast nur im Zusammenhang mit Kohle und dem Bau neuer Kohlekraftwerke berichtet. Kohleenergie als Auswechslösung für Atomenergie ist oft Thema der Artikel und hierbei spielt CCS eine große Rolle um den britischen Energiemix mit sauberer Kohle umweltfreundlicher zu gestalten (UK, DT, 3/4/10/11; UK, TT, 1/2/6/8/9/10/12). Allgemein ist die Einstellung zu CCS auf politischer Ebene in England eher positiv. Die CCS-Technologie bietet Energieversorgungssicherheit und die Möglichkeit, das Image der Kohleindustrie sowie die Klimaschutzziele in Einklang zu bringen und zu verbessern. Politische Themen umfassen so einen Großteil der Artikel, vor allem im Bereich der Finanzierung von ersten Modellprojekten, einer verbesserten Emissionspolitik einhergehend mit einer Preiserhöhung für Emissionszertifikate, welche die Investition in die CCS-Technologie stärken soll.

Ein weiterer Aspekt, der oft in den Artikeln erwähnt wird, ist die Wirtschaftlichkeit der neuen Kraftwerke bzw. deren Finanzierung für Bau oder Umrüstung. In vielen Artikeln wird der Vergleich zu den Kosten für den Ausbau erneuerbarer Energien angesprochen.

Generell sind die analysierten Artikel vielfältiger und ausführlicher als in den USA und die Medienrepräsentation um einiges höher. Über die gesellschaftliche Akzeptanz ist kaum etwas in den Artikeln zu finden, es wird lediglich berichtet, dass dieses Thema in der breiten Bevölkerung noch kaum angekommen ist und diese zu wenig darüber weiß (UK, TT, 10). Trotzdem wird das Thema in den Medien durchaus kritisch betrachtet, vor allem in Vergleich zu anderen Ländern (USA, Kanada).

Man kann jedoch anhand der Berichterstattung und der großen Anzahl von positiven Artikeln davon ausgehen, dass ein eher positives Bild zu CCS in der Bevölkerung entstehen wird, da die Vorteile für Wirtschaft und Klima den Nachteilen in den Artikeln überlegen wirken. Der

Grundkonsens in den meisten Artikeln ist, dass die CCS-Akzeptanz insoweit als positiv zu bewerten ist, als dass sie als eine Übergangslösung für die Bekämpfung des Klimawandels angesehen wird. Als der Königsweg wird CCS jedoch fast nie angesehen.

Die sich daraus ergebenden möglichen Annahmen (Unterschiede zwischen der Berichterstattung in Deutschland und den anderen Ländern) werden in den letzten Schritt der Medienanalyse am Ende des Kapitels (vgl. 5.3.) einfließen.

#### **5.2.4 Die Berichterstattung zu CCS in Fernsehen und Hörfunk**

Die Analyse der Berichterstattung in Rundfunk und Fernsehen erfolgt im Rahmen des Projektes unter den gegebenen Möglichkeiten. Die Möglichkeiten verschriftlichte Dokumentationen zu den Berichterstattungen von Fernsehen und Rundfunk zum Zweck einer Inhaltsanalyse zu erhalten, sind generell begrenzt. Der Zweck der Dokumentation liegt für die Sender vor allem darin, alte Beiträge wieder aufzufinden und verwerten zu können. Im Rahmen dieses Verfahrens werden jedoch nicht alle Beiträge erfasst bzw. die Qualität der Dokumentation (Ausführlichkeit) ist sehr unterschiedlich. Es gibt demnach kein einheitliches Verfahren, auf das im Rahmen einer Auswahl von Beiträgen zurückgegriffen werden kann.

Radiosender zum Beispiel dokumentieren nicht alle Wortbeiträge. Insbesondere Nachrichten werden nicht dokumentiert. Auch Telefoninterviews werden normalerweise (wegen der schlechten Tonqualität) eher nicht dokumentiert. Bei manchen Sendern treffen die Redaktionen eine Vorauswahl darüber, was dokumentiert werden soll, das Archiv prüft dann noch einmal auf „Dokumentationswürdigkeit“. Andere Sender dokumentieren das Programm oder ausgewählte Sendungen sehr gut.

Die analysierten Beiträge in Form von Interviews, Berichten und Magazinen konzentrieren sich in der Regel auf konkrete Ereignisse rund um das Thema CCS, so wie bspw. „Spatenstich Schwarze Pumpe“ oder „Pilotanlage Jänschwalde“. Hintergrund der Berichterstattung ist in den meisten Fällen der Klimaschutz bzw. -wandel und die Reduzierung von CO<sub>2</sub>. Erst nachrangig werden Themen wie Energieversorgungssicherheit, technologische Entwicklungen sowie Risikofaktoren erörtert.

Im Rahmen der Interviews werden Akteure vor allem aus der Wissenschaft und der Politik befragt. Wirtschaftliche Akteure aber auch Akteure bestimmter NGOs (Greenpeace) kommen vergleichsweise seltener vor.

Die Bewertung der CCS-Technologie ist eher positiv, denn mit CCS wird die Möglichkeit verbunden, große Mengen des klimaschädlichen Gases CO<sub>2</sub> einzusparen. Im Vergleich zu den Printmedien wird allerdings der Risikoaspekt in Fernsehen und Hörfunk sehr viel deutlicher herausgestellt und diskutiert.

Im nächsten Abschnitt werden nun, aufbauend auf den Ergebnissen der Inhaltsanalysen sowie reflektiert an den theoretischen Erkenntnissen (vgl. Abschnitt 5.2.1) Annahmen über die Meinungsbildung und Akzeptanz zu CCS mittels der Medienberichterstattung getroffen werden.

### 5.3 Mögliche Entwicklungen der Akzeptanz zu CCS durch die mediale Darstellung des Themas

Folgende Thesen können anhand der Ergebnisse aufgestellt werden.

#### (1) Thesen zum Inhalt:

- Eine ausgewogene Berichterstattung, d.h. die Darstellung möglichst vieler CCS-relevanter Themen und Argumente, hat einen höheren Einfluss auf die Meinungsbildung als Berichte mit nur wenigen Argumenten (Drinkmann u. Groeben 1989, S. 92).



Die Themen der Berichterstattung zu CCS sind innerhalb der einzelnen Medien nicht ausgewogen. Die Printmedien behandeln CCS eher vor dem Hintergrund politisch-wirtschaftlicher Aspekte, wohingegen der Hörfunk und das Fernsehen eher die umweltrelevanten Themen von CCS beleuchtet. Technische und rechtliche Fragestellungen aber auch die mit der Technik einhergehenden möglichen Konsequenzen auf gesellschaftlicher Ebene (z.B. NIMBY-Effekt) bleiben weitestgehend unreflektiert. Auch die globale Rolle, die CCS zukünftig einnehmen könnte, wird zurzeit in den Medien noch nicht behandelt. Der Einfluss der Berichterstattung ist demnach eher gering einzuschätzen, weil der Rezipient Informationen angeboten bekommt, die einseitig bzw. aus dem thematischen Gesamtzusammenhang gerissen sind.

- Emotionale Argumente, insbesondere fear-arousing appeals (angstauslösende Argumente) bzw. threat-appeals (Gefahrendarstellungen) wirken sich stärker negativ aus als andere Argumente. Werden also in Berichten über CCS angstauslösende Argumente aufgeführt, ist davon auszugehen, dass die Technologie beim Rezipienten eher negativ besetzt wird (Hovland, Janis, Kelley, 1953, S. 77-79).



Da die Berichterstattung über CCS im Hörfunk und Fernsehen eher Risikoaspekte behandelt als in den Printmedien, ist davon auszugehen, dass diese Form der Kommunikation weniger zur Akzeptanz der Technologie beiträgt.

#### (2) Thesen zum Kommunikator

- Die Kompetenz ("Expertness") des Kommunikators kann einen positiven Einfluss auf die Meinungsbildung zu CCS nehmen: Zur Kompetenz gehört das Alter (Lebenserfahrung, Erfahrung auf entsprechendem Gebiet), der soziale Status (Innehaben einer Führungsposition, hoher Einfluss auf entsprechendem Gebiet), der soziale Hintergrund (Menschen ähnlicher Herkunft haben mit hoher Wahrscheinlichkeit ähnliche Ansichten) (Hovland & Weiss, 1951, S. 29).



In den Printmedien werden am häufigsten wirtschaftliche und politische Akteure zitiert (ausgenommen die Fachzeitschriften). Inwiefern diesen Kommunikatoren Kompetenz und Vertrauenswürdigkeit zugesprochen wird, kann an dieser Stelle nicht erörtert werden. Es ist aber davon auszugehen, dass Rezipienten der Gruppe Experten eher Wissenschaftler und Vertreter von NGOs zuordnen. Da Wissenschaftler häufiger in den Medien Hörfunk und Fernsehen über CCS informieren, kann angenommen werden, dass diese Form der Berichterstattung eher einen Einfluss auf die Meinungsbildung hervorrufen kann.

### (3) Thesen zum Medium

- Das Wissen übermittelt von Hörfunk und Fernsehen wird ungefähr im gleichen Maße vergessen. Die Erinnerung an Emotionen, ausgelöst durch die Berichterstattung im Fernsehen, bleiben über die Zeit eher im Gedächtnis als im Vergleich zu vom Hörfunk vermittelten Emotionen, die stetig ausdünnen (Sturm, von Haebler, Helmreich - 1972).



Da über den Fernseher scheinbar häufiger über Risiken informiert wird, die eine emotionale Komponente des Rezipienten ansprechen, ist davon auszugehen, dass gerade diese Informationen über CCS länger vom Rezipienten gespeichert werden als andere Informationen. Fernsehberichte über Risiken würden sich demnach deutlich länger negativ auf die Akzeptanz der CCS-Technologie auswirken.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in den letzten Jahren über CCS tendenziell in allen Medien eher positiv berichtet wurde. Auch die international analysierten Berichte waren im Allgemeinen eher positiv als negativ ausgerichtet. Jedoch ist anzunehmen, dass die Art und Weise der gesamten Berichterstattung (vor allem keine ganzheitliche Betrachtung des Themas, Auftreten eher unglaubwürdiger Kommunikatoren) nicht zwingend zu einer Einstellungsänderung bzw. zu einer Akzeptanz bezüglich CCS beigetragen hat.

## **6 Empirische Untersuchungen zur Akzeptanz von CCS in Deutschland**

### **6.1 Übersicht über das Untersuchungskonzept**

#### **6.1.1 Ermittlung des Forschungsstandes zur CCS**

Eine wesentliche Grundlage der empirischen Erhebungen war die Untersuchung des Forschungsstandes im Bereich CCS mit Fokussierung auf die Akzeptanzforschung (siehe Kapitel 3). Insbesondere wurden empirisch durchgeführte Arbeiten ausgewertet und verfügbare Fragebögen und Gesprächsleitfäden herangezogen. Die Literaturrecherche wurde durch Telefoninterviews mit Fachleuten im nationalen und internationalen Raum ergänzt. Die Interviews hatten ein inhaltliches und ein methodisches Ziel: zum einen die Erkundung des Forschungsstandes, zum anderen eine Reflexion der Anwendbarkeit verschiedener Methoden der Akzeptanzforschung im Bereich CCS.

Auf der Basis dieser Vorarbeiten wurden Gesprächsleitfäden und Fragebögen für die empirischen Erhebungen innerhalb des Projekts erstellt (siehe Anhang).

#### **6.1.2 Untersuchung der Einstellungen und Einschätzungen von intermediären Gruppen und Multiplikatoren**

Meinungsbildung erfolgt nicht nur durch Medien und persönliche Kommunikation, sondern auch durch intermediäre Gruppen und so genannte Meinungsbildner. Dazu gehören Wissenschaftler, Politiker, Wirtschaftsvertreter, Repräsentanten von Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) sowie beispielsweise Vertreter der Kirchen und der Gewerkschaften. Solange in der breiten Bevölkerung der Wissensstand über eine Technologie noch gering ist – wie im Fall von CCS – und noch kaum eine breite Meinungsbildung stattgefunden hat, übernehmen diese Gruppen und Personen eine wesentliche Rolle in der Vermittlung von Argumenten und Bewertungen. Sie wirken als Multiplikatoren und können damit Meinungen und Einstellungen in der Gesellschaft nachhaltig beeinflussen. Daher wurden Tiefeninterviews mit Vertretern dieser Gruppen durchgeführt.

Im Rahmen der Tiefeninterviews wurden NGOs mit umweltpolitischer Ausrichtung befragt. Bei den Kirchen wurde je ein Interview mit einem Vertreter der beiden großen Konfessionen in Deutschland durchgeführt. Von Gewerkschaften wurden zwei Vertreter befragt, und zwar insbesondere von solchen Gewerkschaften, die von CCS-Aktivitäten betroffen wären. Sowohl allgemeine Verbraucherorganisationen, die zu energierelevanten Themen Stellung nehmen, als auch spezialisierte Organisationen wurden in den Befragungen erfasst. Bei den Industrieorganisationen wurden Vertreter von Wirtschaftsverbänden interviewt. Von den großen Parteien wurden jeweils die energiepolitischen Sprecher oder deren Vertreter befragt. Unter den Experten befanden sich Professoren von Forschungs- und universitären Einrichtungen (siehe Tab. 6-1).

Tab. 6-1 Tiefeninterviews zur CCS-Akzeptanz

Fragestellung	Zielgruppe der Befragung	Methode	Fallzahl
Einstellung und Einschätzung von Multiplikatoren	NGO	Telefoninterviews	4
	Kirchen	Telefoninterviews	2
	Gewerkschaften	Telefoninterviews	2
	Verbrauchergruppen	Telefoninterviews	2
	Industrieorganisationen	Telefoninterviews	4
	Politische Parteien	Telefoninterviews	4
	Experten	Persönliches Interview/Telefoninterviews	3
	Journalisten	Schriftliche Interviews	15
Insgesamt			36

### 6.1.3 Haltung von Wissenschaftlern zum Thema CCS

Die Haltung von Vertretern der Wissenschaft wurde in zweifacher Hinsicht untersucht (siehe Tab. 6-2). Zum einen wurden Wissenschaftler, die im Themenfeld CCS arbeiten, zu ihren Einschätzungen der Technologie und zu ihrer Haltung gegenüber CCS befragt, zum anderen Studierende technischer Fachrichtungen, die den wissenschaftlichen Nachwuchs darstellen. Mit diesem doppelten Ansatz sollte auch eine möglicherweise nach Generationen unterschiedliche Wahrnehmung der CCS-Technologie erfasst werden, da diese erst in mittlerer Zukunft zum Einsatz kommen dürfte und daher vor allem auch Wissenschaftler der kommenden Generation mit ihr befasst sein werden.

Die Befragungen in diesen beiden Untersuchungsgruppen wurden bereits in einer frühen Phase des Projekts begonnen, um zeitlich günstige Gelegenheiten nutzen zu können (Konferenzen zum Thema CCS und Vorlesungen von Projektmitarbeitern; Details siehe Kapitel 6.2).

Tab. 6-2 Schriftliche Experteninterviews zur CCS-Akzeptanz

Fragestellung	Zielgruppe der Befragung	Methode	Fallzahl
Einstellung und Einschätzung von Wissenschaftlern	Konferenzteilnehmer	schriftlicher Fragebogen	171
	Fachstudierende	schriftlicher Fragebogen	61

Diese Untersuchungen wurden durch eine Analyse von Konferenzbeiträgen zum Themenfeld CCS ergänzt. Da neueste Erkenntnisse üblicherweise am ehesten auf nationalen und internationalen Konferenzen vorgestellt werden, gibt diese Analyse einen sehr guten Einblick in die Entwicklung des Themenfeldes. Die einzelnen Artikel wurden thematisch und inhaltlich eingeordnet. Dabei konnte auf ein für das Umweltbundesamt durchgeführtes Forschungsvorhaben aufgebaut werden, in dem frühere Konferenzen ausgewertet worden waren, so dass nunmehr ein Überblick über Konferenzen aus dem Zeitraum 1992 bis 2007 vorliegt.

### **6.1.4 Untersuchung der Einstellung von Akteuren und der Bevölkerung im Umfeld von CCS-Forschungsvorhaben**

Da eine Bevölkerungsbefragung zur Akzeptanz von CCS im Projekt nicht vorgesehen war, mussten indirekte Hinweise und Schlussfolgerungen genügen. Eine Untersuchung im Umfeld von CCS-Forschungsvorhaben war ursprünglich am Standort des CO<sub>2</sub>-Sink-Projekts in Ketzin bei Potsdam geplant, da dies das einzige Speichervorhaben in Deutschland ist, das derzeit zur Realisierung kommt. Aber auch hier zeigte sich, dass die Bevölkerung nicht genügend informiert ist, so dass eine Befragung nicht sinnvoll gewesen wäre. Daher wurden auch hier die Einschätzungen von Akteuren und Multiplikatoren erfasst.

## **6.2 Befragung von Fachleuten und Studierenden zur Einschätzung von CCS**

Solange das Thema CCS noch nicht in der breiten Bevölkerung verankert ist, spielen vor allem Fachleute als intermediäre Akteure eine wichtige Rolle. Die Zielsetzung der Befragung von Fachleuten war daher, deren Meinungen zu Voraussetzungen und Hemmnissen für die Akzeptanz zu identifizieren und ihre Einschätzung der Rolle des Themas in der Öffentlichkeit zu erfassen.

Repräsentative Erhebungen bei Fachleuten waren im Projekt nicht vorgesehen. Es sollten gegebene Gelegenheiten genutzt werden, wie z.B. Konferenzen. Im Zuge von Vorlesungen an drei Universitäten, die von am Projekt beteiligten Forschern regelmäßig abgehalten wurden, bot sich außerdem die Möglichkeit, Studenten von Fachrichtungen, die für das Thema CCS relevant sind, als „zukünftige Experten“ zu befragen. Rückschlüsse von den befragten Konferenzteilnehmern oder Studierenden auf die Gesamtheit der heutigen oder zukünftigen Fachleute sind nicht möglich.

Um Verzerrungen durch Übersetzung zu vermeiden, wurden die für die Konferenz notwendigerweise in englischer Sprache verfassten Fragen auch für die Studierenden verwendet. Aus diesem Grund werden diese Formulierungen auch in der folgenden Ergebnisdarstellung verwendet.

### **6.2.1 Methodisches Vorgehen und Merkmale der Befragten**

Auf der Basis bisheriger Erkenntnisse aus der Literaturrecherche wurde ein Variablenset für die Befragungen der Zielgruppe „Fachleute“ erstellt. Für die Operationalisierung und Formulierung konkreter Fragen konnten auch Fragebögen aus vorhandenen Studien in anderen Ländern genutzt werden. Die Methode der schriftlichen Befragung wurde einerseits aus Kostengründen – angesichts der Erreichung möglichst großer Fallzahlen – gewählt, andererseits konnte davon ausgegangen werden, dass sich die Befragten bereits eine Meinung zum Thema gebildet haben. So wurden Fragen mit Antwortvorgaben formuliert, auf die die Befragten in der Regel ohne einen größeren zeitlichen Aufwand reagieren konnten.

Der Fragebogen (siehe Anhang) deckt folgende Aspekte ab:

- Einstellungen zu CCS und einzelnen damit verbundenen Gesichtspunkten
- Risiko-Aspekte
- positive und negative Auswirkungen
- organisatorische Fragen im Zusammenhang mit der Einführung von CCS

- Wahrnehmung und Akzeptanz in der Öffentlichkeit
- technische, ökonomische und forschungsbezogene Aspekte
- Rolle der CCS-Technologie
- allgemeine umweltrelevante Einstellungen.

Im Projektzeitraum fanden drei Konferenzen statt, bei denen eine Befragung der Teilnehmer durchgeführt werden konnte (Tab. 6-3):

Tab. 6-3 Befragung von Fachleuten bei Konferenzen

Konferenz	Zeit	Befragte
„Greenhouse Gas Control Technologies“ (GHGT-8) in Trondheim (alle zwei Jahre stattfindend)	Juni 2006	103
„G8 Clean Coal Conference“ in Leipzig	Juni 2007	26
„First French-German Symposium on Geological Storage of CO <sub>2</sub> “ in Potsdam	Juni 2007	42
Gesamt		171

Von der Ausbildung her sind fast alle befragten Konferenzteilnehmer Ingenieure. Nach ihrer Zugehörigkeit zu Berufsgruppen teilen sie sich wie folgt auf, wobei drei Personen hier keine Angaben machten (Tab. 6-4):

Tab. 6-4 Beruflicher Hintergrund der Befragten bei den Konferenzen

Berufliche Tätigkeit	Anzahl	Anteil
University	41	24 %
Research Institute	39	23 %
National governmental institution	22	13 %
Oil or gas company	21	12 %
Utility	14	8 %
Planning, engineering	9	5 %
Equipment manufacturer	7	4 %
Geo-technologies	3	2 %
Service provider	3	2 %
Regional or local government	2	1 %
NGO	2	1 %
Others	5	3 %
Gesamt	168	

Zwischen den Konferenzen gab es einige Unterschiede. Industrievertreter – einschließlich Energieversorger – waren in Leipzig die größte Gruppe (64 %), während in Potsdam Wissenschaftler am häufigsten vertreten waren (60 %). Bei der GHGT8 waren etwa 50 % Wissenschaftler und 35 % Industrievertreter. Für die folgenden Auswertungen werden die Gruppen wie folgt zusammengefasst: „Government“ (24 Befragte), „Research“ (79 Befragte) und „Industry“ (55 Befragte). Die übrigen zehn Befragten verteilten sich auf zahlreiche sonstige Kategorien, die hier nicht eingeordnet werden konnten.

Die Konferenzteilnehmer kamen aus unterschiedlichen Nationen. Erwartungsgemäß war das Spektrum in Trondheim am größten, während bei dem Symposium die Deutschen (38 %) und Franzosen (45 %) am häufigsten vertreten waren. In Leipzig bildeten die Deutschen die größte Gruppe (46 %). Insgesamt zeigt sich folgende Struktur der 171 Befragten, wobei von fünf Personen die Angabe fehlte (Tab. 6-5):

Tab. 6-5 Nationalität der befragten Konferenzteilnehmer

Nationale Zugehörigkeit	Anzahl	Anteil
Deutschland	37	22 %
Frankreich	28	17 %
Norwegen	14	8 %
Niederlande	9	5 %
Großbritannien	9	5 %
Andere europäische Länder	27	16 %
USA	19	11 %
Kanada	7	4 %
Australien	6	4 %
Japan	5	3 %
Sonstige Länder	5	3 %

Diejenigen Konferenzteilnehmer, die ihr Alter angegeben haben (162 = 95 %), können in drei Altersgruppen eingeteilt werden: unter 35 Jahre (21 %), zwischen 35 und 50 Jahre (42 %) und über 50 Jahre (32 %). 19 % der Befragten sind weiblich.

An die Studierenden wurde ein etwas verkürzter Fragebogen verteilt. Verzichtet wurde auf einige technische Detailfragen sowie Fragen zu Forschung und Entwicklung. Aufgrund der Konstellation konnten Vergleichsgruppen gebildet werden: Studierende in Deutschland und in der Schweiz sowie Besucher von Vorlesungen über CCS, anderer technische Themen, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Gleichartige Gruppen werden daher in der Auswertung zusammengefasst. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Gruppen (Tab. 6-6):

Tab. 6-6 Befragung von Studierenden

<b>Vorlesung</b>	<b>Zeit</b>	<b>Antworten</b>
Vorlesung über CCS an der ETH Zürich	Sommersemester 2006	7
Vorlesung über CCS an der ETH Zürich	Sommersemester 2007	5
Vorlesung über anderes technisches Thema an der ETH Zürich	Sommersemester 2006	13
Vorlesung an der ETH Zürich über Rationelle Energienutzung in Querschnittstechnologien	Wintersemester 2006/06	9
Vorlesung für Wirtschaftsingenieure der Universität Karlsruhe	Sommersemester 2006	8
Vorlesung für Wirtschaftsingenieure der Universität Karlsruhe	Sommersemester 2007	5
Vorlesung „Erneuerbare Energien und Energieeffizienz“ an der Universität Wuppertal	Februar 2007	14
Summe der Antworten		61

Fast alle befragten Studierenden sind angehende Ingenieure, die meisten kommen aus der Fachrichtung Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Energietechnik. Sie sind in der Regel schon in höheren Semestern (Master-Studiengang), 20 % sind PhD-Studenten. Ein Drittel der Befragten ist weiblich.

### 6.2.2 Grundsätzliche Einstellungen zu CCS

Ein herausragendes Ergebnis war in allen Befragten-Gruppen, dass der überwiegend positiven bis neutralen persönlichen Meinung über CCS eine sehr negative Wahrnehmung der Einschätzung der Öffentlichkeit gegenübersteht. 42 % der befragten Konferenzteilnehmer haben persönlich eine positive, 45 % eine neutrale und nur 13 % eine negative Einstellung zu CCS, während nur 5 % annehmen, dass die öffentliche Meinung positiv ist und fast drei Viertel sie als negativ gegenüber CCS einschätzen (Abb. 6-1).

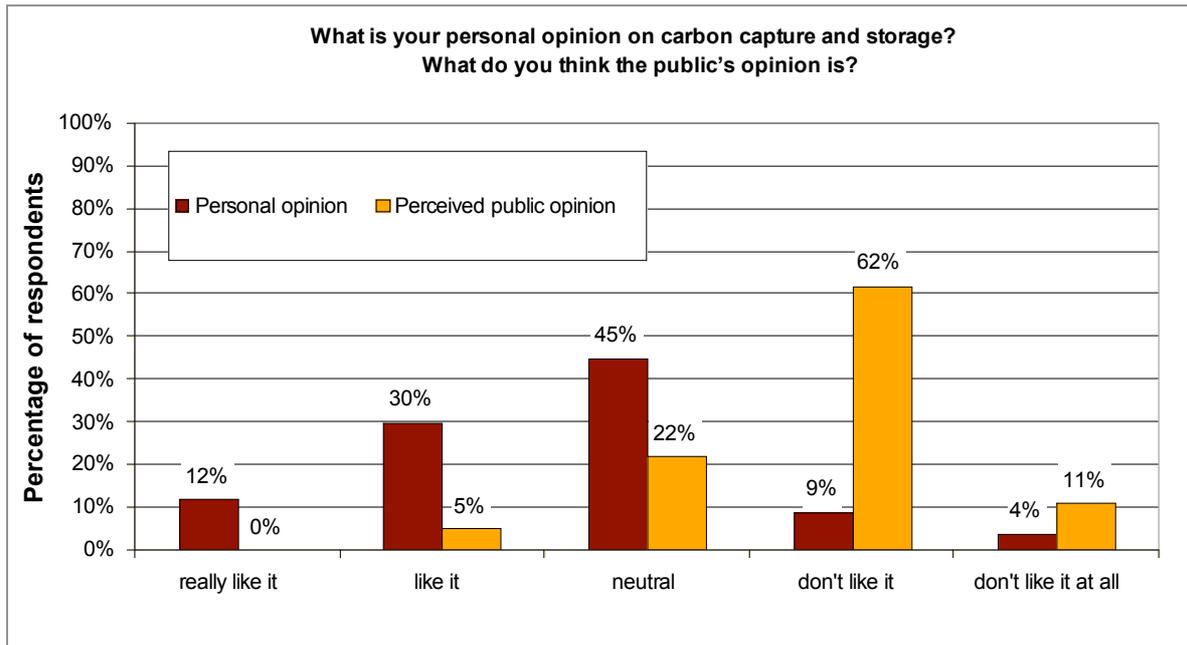


Abb. 6-1 Eigene Meinung zu CCS und Wahrnehmung der Einschätzung in der Öffentlichkeit (Konferenzteilnehmer)

Die Tendenz der persönlichen Meinung hängt mit der Wahrnehmung der öffentlichen Meinung eng zusammen. Je positiver die Befragten eingestellt sind, desto positiver schätzen sie auch die öffentliche Meinung ein. Dies gilt für alle Gruppen. 98 % der Befragten stufen die öffentliche Meinung negativer ein als ihre eigene Meinung.

Unterschiedliche berufliche Orientierung der Befragten geht teilweise mit unterschiedlichen Einschätzungen einher (Abb. 6-2). Regierungs- und Wirtschaftsvertreter haben eine positive eigene Einstellung, nehmen aber die öffentliche Meinung kritischer wahr als der Durchschnitt der Befragten. Auch zwischen den drei Veranstaltungen gab es Unterschiede bei diesen beiden Fragen. Die Teilnehmer an der Tagung in Leipzig stehen CCS deutlich kritischer gegenüber als diejenigen der beiden anderen Konferenzen (Abb. 6-3). Dies gilt in etwas geringerem Ausmaß auch für die Einschätzung der öffentlichen Meinung.

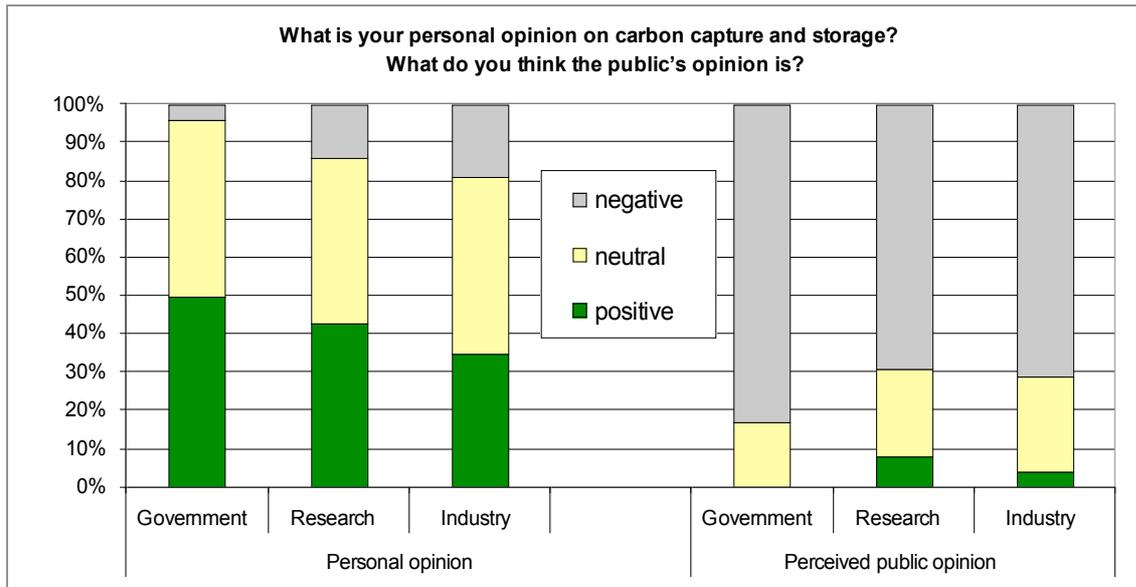


Abb. 6-2 Beruflicher Hintergrund und Einschätzung der CCS-Technologie

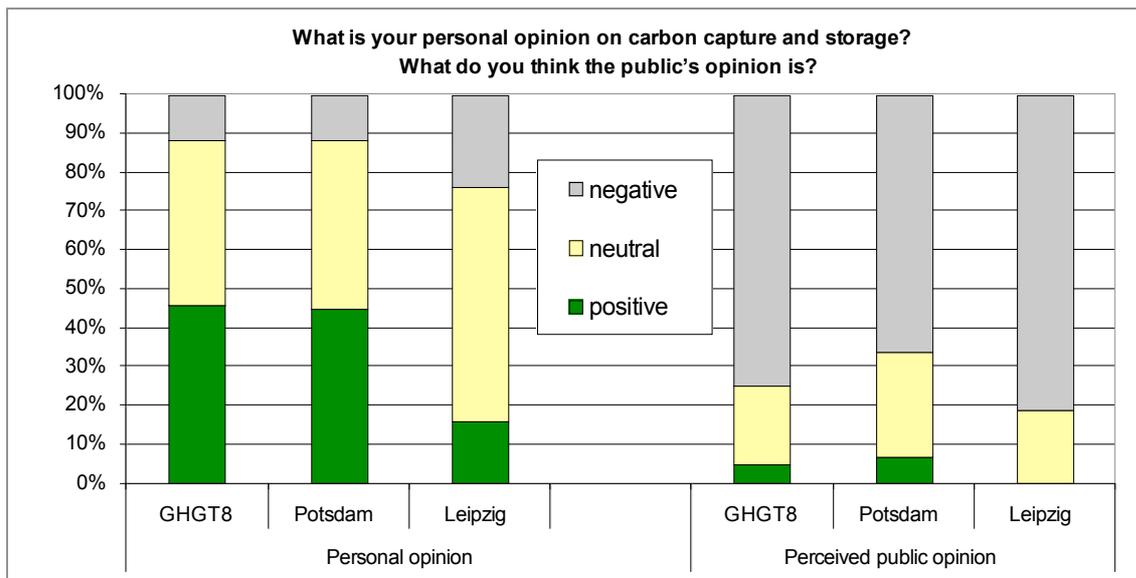


Abb. 6-3 Unterschiede in den Einschätzungen zwischen den Befragten der drei Veranstaltungen

Die persönliche Meinung zu CCS weist deutliche Unterschiede je nach Nationalität auf, wie Abb. 6-4 zeigt. Am positivsten ist demnach die Haltung der Teilnehmer aus Großbritannien, Frankreich, Norwegen und USA, am negativsten diejenige der deutschen und niederländischen Teilnehmer. Die öffentliche Meinung wird hingegen durchweg von Teilnehmern aus allen Ländern als kritisch gegenüber CCS eingeschätzt.

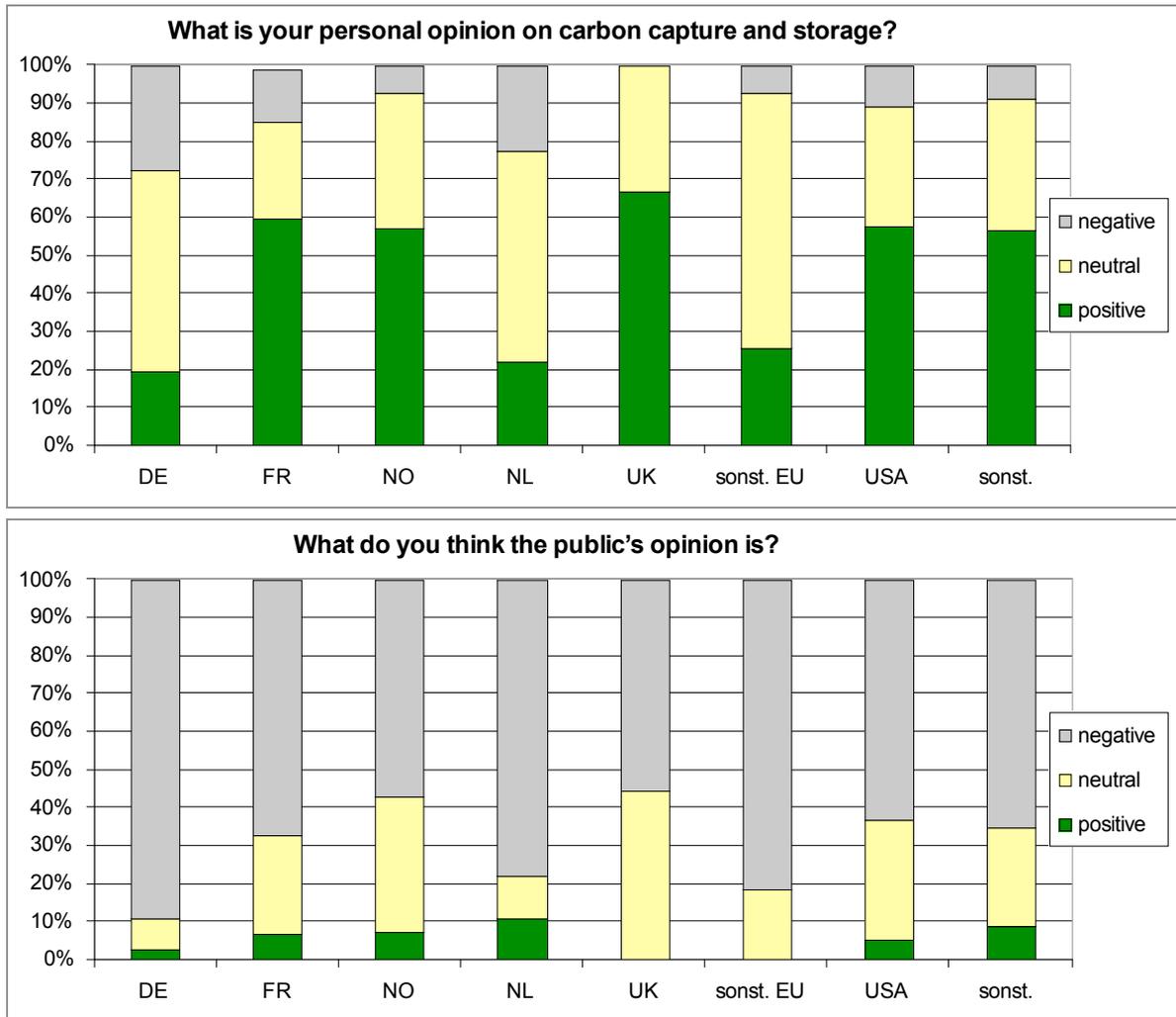


Abb. 6-4 Nationalität und Einschätzung von CCS

Auch andere persönliche Merkmale der Teilnehmer zeigen einen deutlichen Zusammenhang mit ihrer Meinung zu CCS (Abb. 6-5):

- Mit zunehmendem Alter sind die Experten weniger positiv zu CCS eingestellt.
- Weibliche Personen hatten eine positivere Sicht als männliche.
- Je höher die Experten ihren Informationsstand einschätzen, desto weniger nehmen sie eine „neutrale“ Position ein; sie haben häufiger eine positive Einstellung, aber auch etwas überdurchschnittlich negative Haltungen.

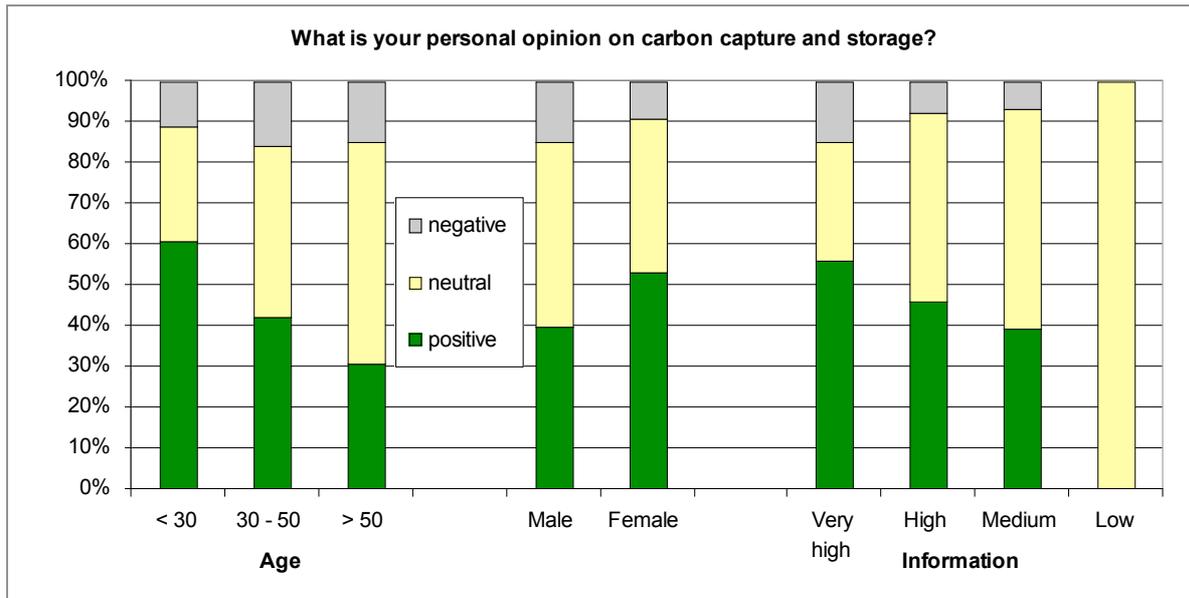


Abb. 6-5 Persönliche Merkmale und Einschätzung von CCS

Die Studierenden sind durchschnittlich kritischer gegenüber CCS eingestellt, mit Ausnahme der Teilnehmer an der CCS-Vorlesung der ETH Zürich, denen ein besonderes Interesse am Thema unterstellt werden kann (Abb. 6-6). Am wenigsten befürworten Studierende, die sich den Bereich der erneuerbaren Energien spezialisiert haben, die CCS-Technologie.

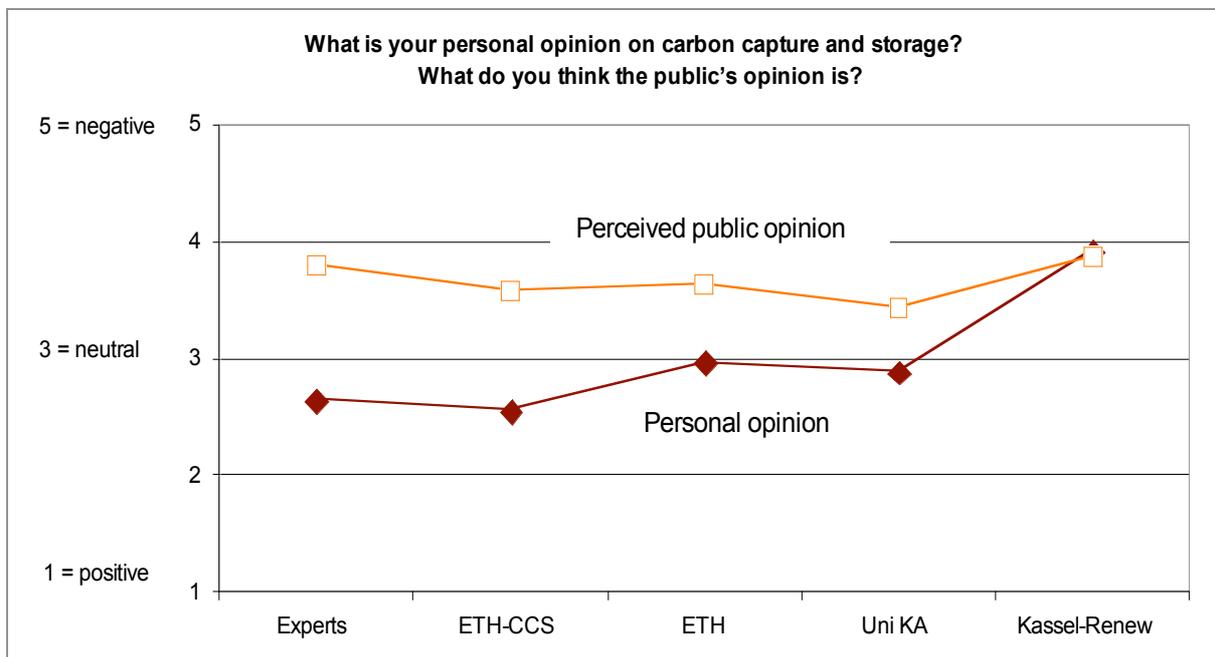


Abb. 6-6 Vergleich der Meinungen von Experten und Studierenden über CCS – Mittelwerte

### 6.2.3 Bedeutung gesellschaftlicher Herausforderungen und Rolle der CCS

Um zu erfassen, welche Bedeutung die Experten Themen wie Klimawandel, Energieeinsparung etc. und der Rolle von CCS zumessen, wurden mehrere Fragen gestellt. In den Antwort-

ten zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Experten und Studierenden; daher werden hier die Ergebnisse aller Befragten zusammengefasst (Abb. 6-7). Als wichtigste gegenwärtig aktuelle Themen – aus 14 Themen waren die drei Wichtigsten auszuwählen – wurden mit Abstand Klimawandel und Armut genannt, gefolgt von Energieversorgung und Umwelt. Am Ende der Skala rangieren Drogen, Kriminalität, alternde Bevölkerung und AIDS. Relativ wenige Nennungen fielen auf Wirtschaft, Globalisierung, Gesundheitsversorgung und Terrorismus.

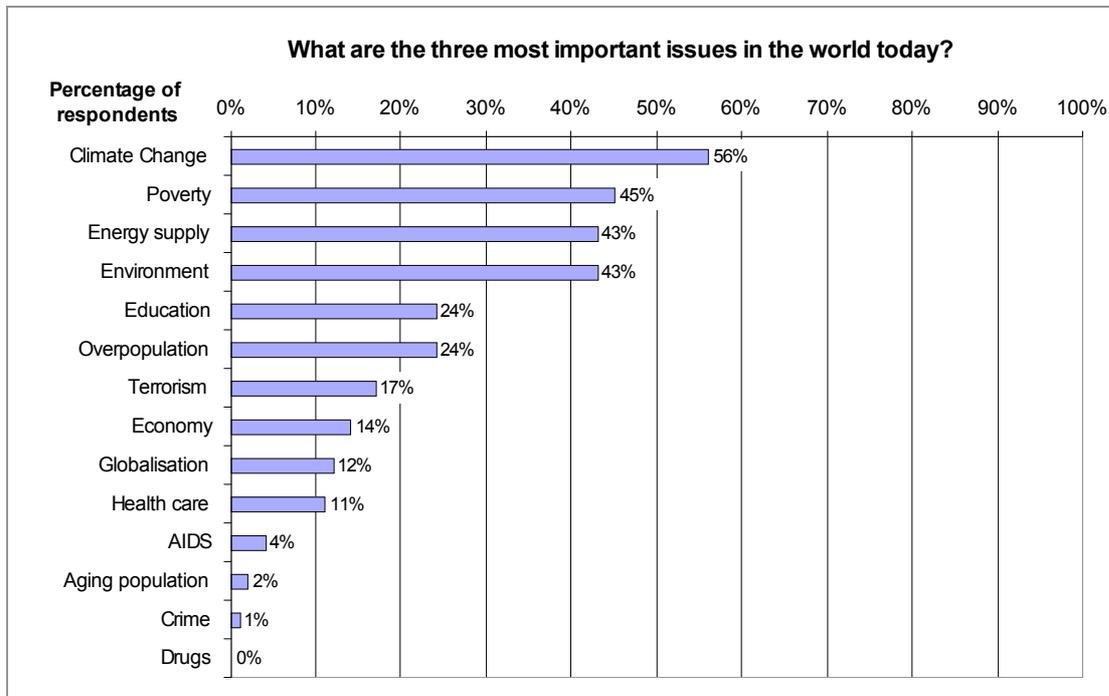


Abb. 6-7 Einstufung der heute wichtigsten Problemfelder

Eine spezielle Frage zur Einstufung der wichtigsten drei von sieben aufgeführten Umweltproblemen ergab, dass der globalen Erwärmung eindeutig die höchste Wichtigkeit zugeordnet wird. An zweiter Stelle lag die Zerstörung von Ökosystemen, gefolgt von Wasserverschmutzung. Als weniger wichtig wurden Luftverschmutzung, toxische Abfälle, Ozonloch und Lärm beurteilt (Abb. 6-8).

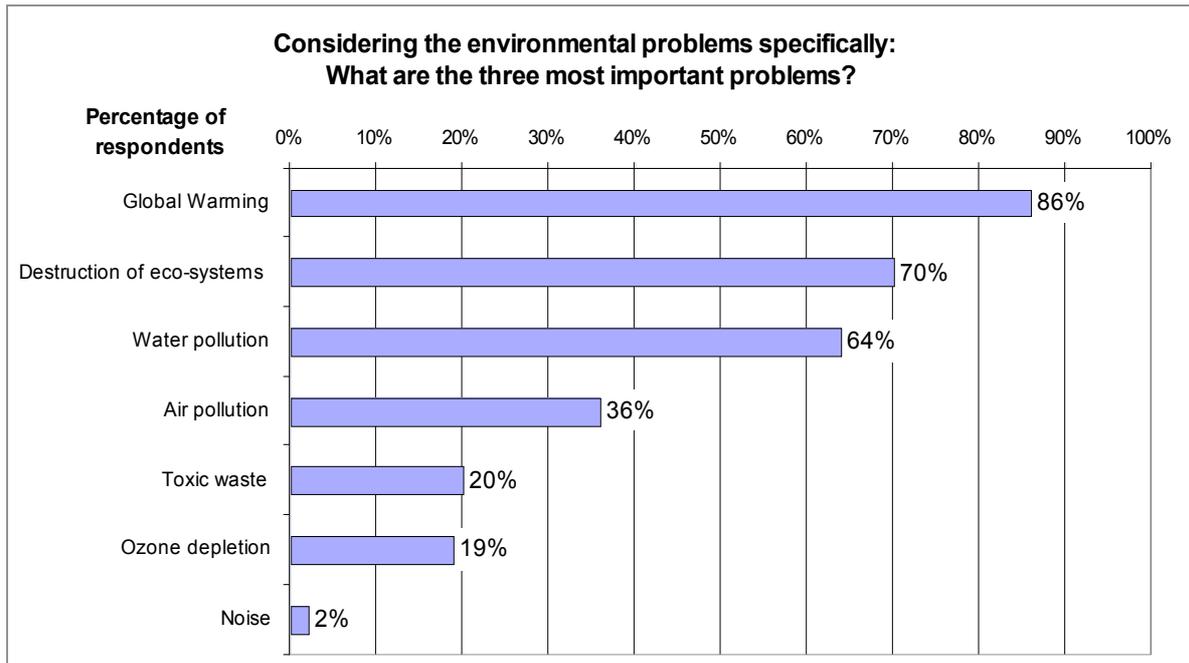


Abb. 6-8 Einstufung der wichtigsten Problemfelder im Umweltbereich (Mehrfachantworten)

Als wichtigste Maßnahmen, um langfristig eine sichere und nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten, nannten die Konferenzteilnehmer – wiederum bei einer Auswahl der drei wichtigsten aus insgesamt zehn Maßnahmen – in erster Linie die Nutzung dezentraler erneuerbarer Energien, gefolgt von CCS und Energiesparverhalten (Abb. 6-9). Bei dieser Frage zeigten sich einige Unterschiede zu den Studierenden, die energiesparendes Verhalten, die Nutzung erneuerbarer Energien und die Entwicklung neuer Energietechnologien deutlich häufiger, dagegen wesentlich seltener die Kernenergie und noch weniger CCS als wichtige Maßnahme bezeichneten.

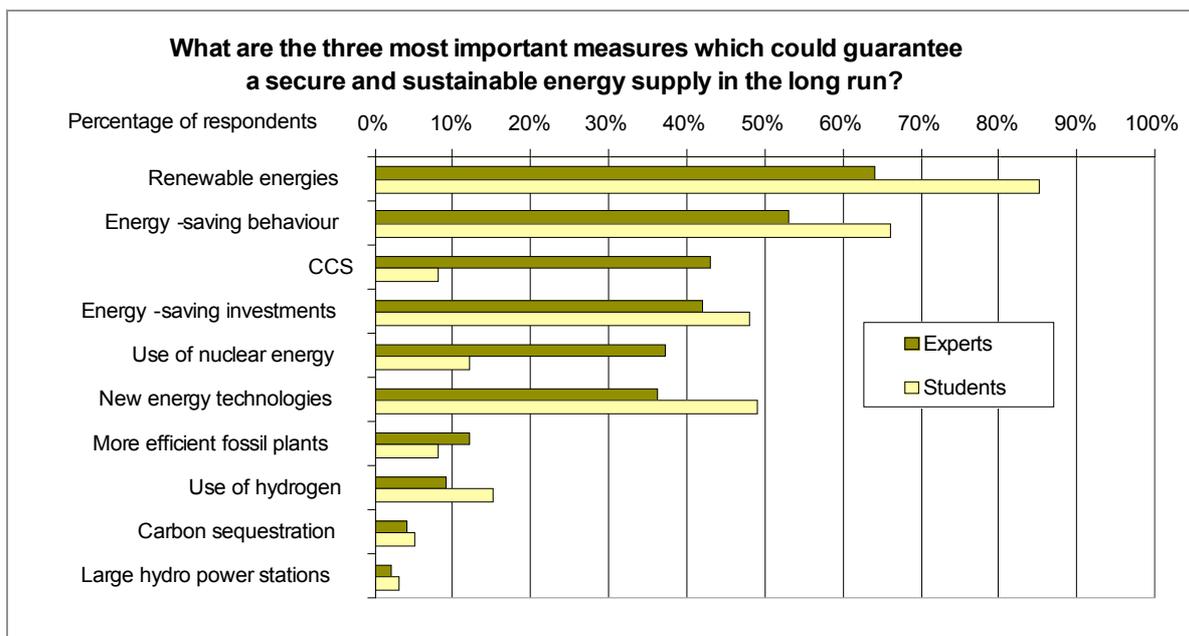


Abb. 6-9 Einstufung der wichtigsten Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung (Mehrfachantworten)

Eine weitere Frage in diesem Zusammenhang war diejenige nach Maßnahmen zur Bekämpfung der globalen Erwärmung. Dabei wurde gefragt, ob sich die jeweilige Maßnahme eignet oder nicht. Ergänzend wurden zwei Statements hinzugefügt: „Es gibt kein Problem, weil man mit der globalen Erwärmung leben kann.“ und „Es besteht keine Gefahr globaler Erwärmung.“ Diese Aussagen fanden nur bei einigen wenigen Personen Zustimmung. Dagegen stimmten fast alle Experten der Förderung der Energieeinsparung und dem Ausbau erneuerbarer Energien sowie „verstärkter Forschung und Entwicklung angepasster Technologien für die Problemlösung“ zu. Bei anderen Maßnahmen gingen die Meinungen von Konferenzteilnehmern und Studierenden ganz erheblich auseinander, wie (Abb. 6-10) zeigt. Insbesondere CCS und die damit verbundene weitere Nutzung fossiler Energiequellen und den Ausbau der Kernenergie sehen die Studierenden nicht als Lösung an. Auch F&E über globale Erwärmung erscheint nicht als geeigneter Weg.

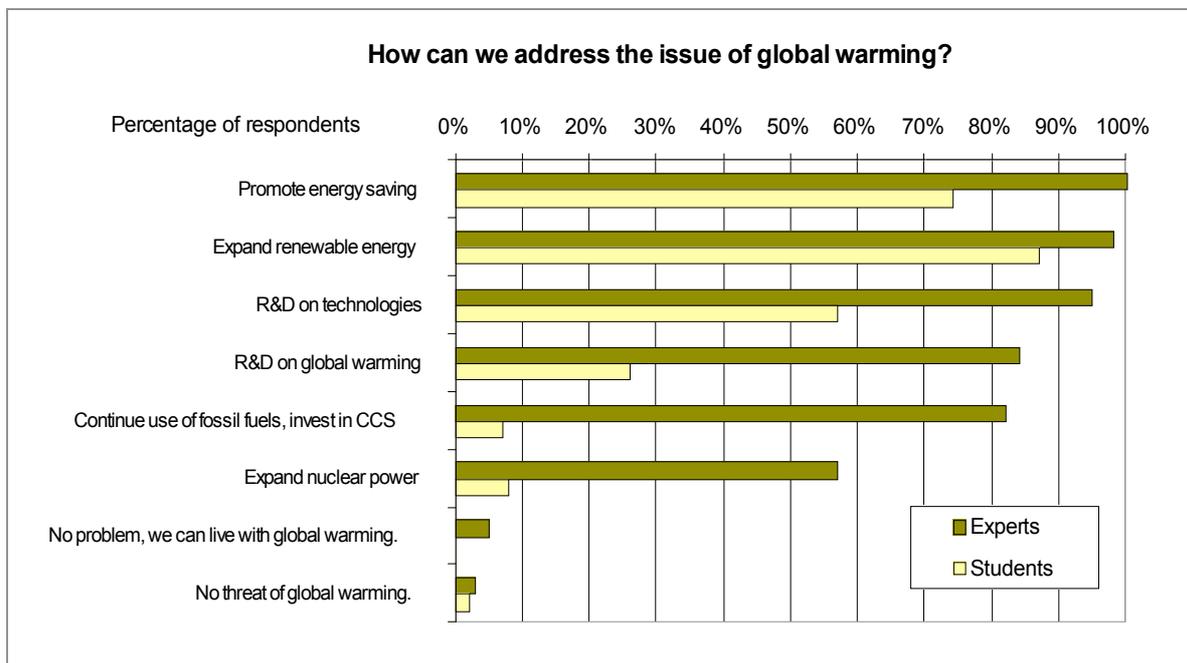


Abb. 6-10 Eignung verschiedener Maßnahmen zur Bekämpfung der globalen Erwärmung

In diesem Themenkomplex wurden an anderer Stelle des Fragebogens noch Meinungen zu einzelnen Statements eingeholt. Der Aussage, dass CCS die einzige Lösung ist, um den Klimawandel zu bekämpfen, konnten nur wenige Befragte zustimmen (7 % der Experten, 2 % der Studierenden). Noch weniger Experten waren der Meinung, dass sich CCS-Aktivitäten nicht lohnen, weil die fossilen Brennstoff-Ressourcen ohnehin bald erschöpft sind (5 %, Studierende 18 %). 26 % der Experten und 49 % der Studierenden glauben allerdings, dass der Beitrag der CCS-Technologie zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen überschätzt wird, wobei viele der Studierenden diese Frage nicht beantworten konnten („weiß nicht“: 29 %).

Unabhängig von CCS wurden einige Grundeinstellungen erfasst, Abb. 6-11 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse aller Befragten. Das Statement, dass Wirtschaft und Arbeitsplätze Priorität vor dem Umweltschutz haben sollten, fand kaum Zustimmung. Eine große Mehrheit der Befragten stimmte der Aussage zu, dass Umweltschutz und Wirtschaftswachstum vereinbar sind. Dass Umweltprobleme längerfristig durch neue Technologien gelöst

werden können, meinten die Konferenzteilnehmer weitaus häufiger als die Studierenden (91 % Zustimmung gegenüber 66 %).

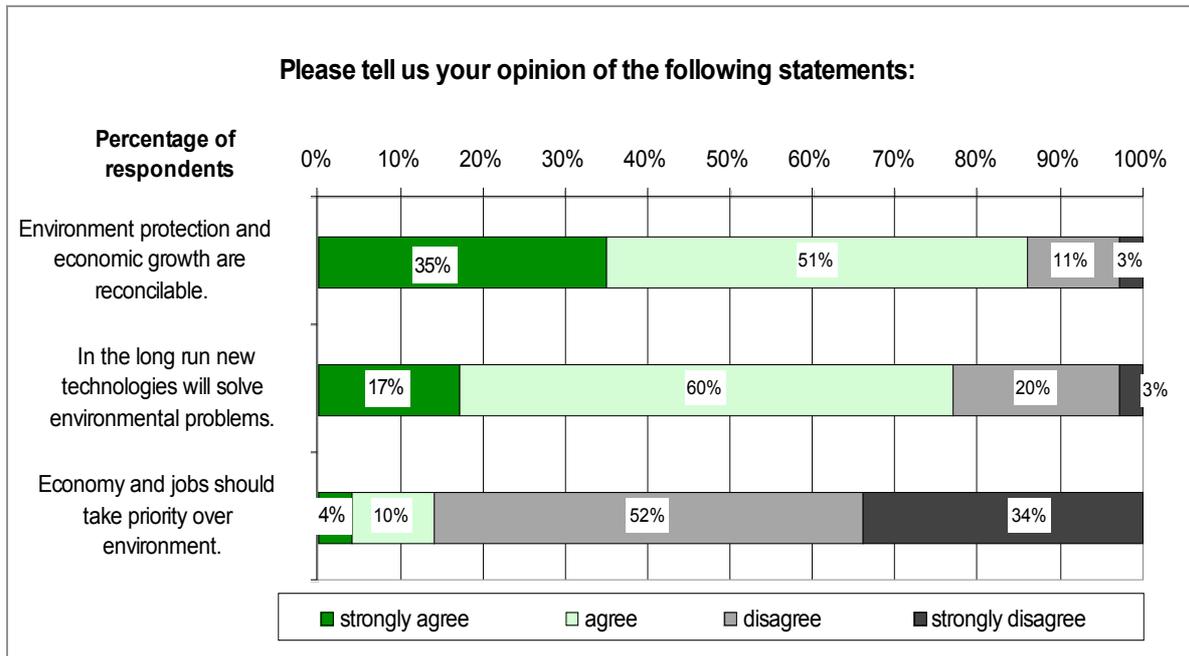


Abb. 6-11 Grundsätzliche Einstellungen zu Umwelt, Wirtschaft und Technik

### 6.2.4 Hemmnisse für CCS und Diskussion des Themas seitens der Akteure

Als hauptsächliche Hemmnisse für die Umsetzung von CCS nannten die Konferenzteilnehmer Wirtschaftlichkeit und Finanzierung sowie Akzeptanz in der Bevölkerung (Abb. 6-12).

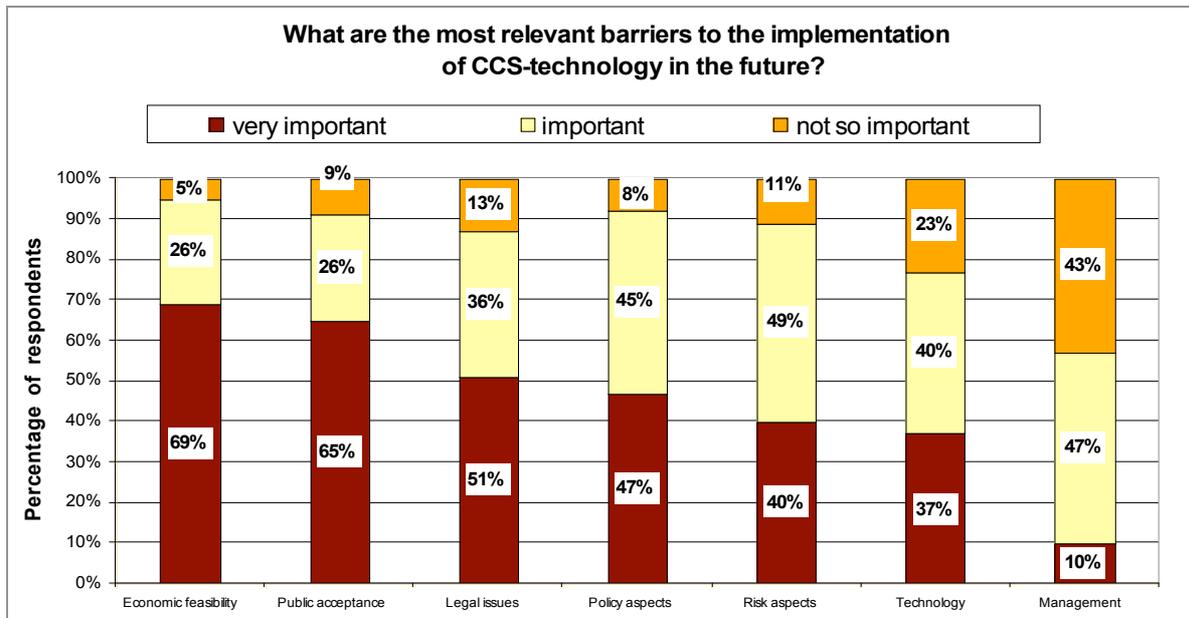


Abb. 6-12 Meinungen über die Hemmnisse für die Umsetzung von CCS (Konferenzteilnehmer)

Die Einschätzung der Studierenden weicht teilweise erheblich ab. Sie sehen insbesondere die noch nicht ausgereifte Technik als Problem an (70 % „sehr wichtiges“, 29 % „wichtiges“ Hemmnis). Rechtliche und politische Hemmnisse sind für die Studierenden hingegen etwas weniger wichtig als für die Konferenzteilnehmer.

Die kritische Sicht auf die Akzeptanz in der Öffentlichkeit könnte auch daran liegen, dass die Diskussion über CCS noch wenig verbreitet ist. Konferenzteilnehmer und Studierende beurteilen die Diskussion seitens verschiedener Akteure ähnlich. In Abb. 6-13 sind die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt.

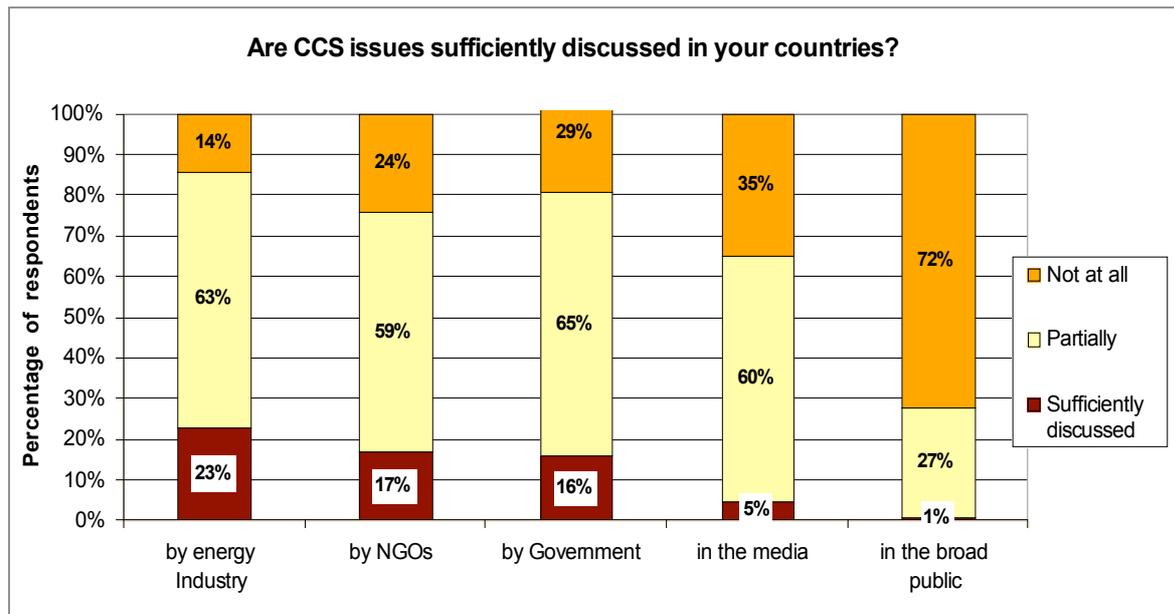


Abb. 6-13 Diskussion des Themas CCS seitens verschiedener Akteure in der Wahrnehmung durch die Konferenzteilnehmer

Insgesamt zeigt sich bei den Studierenden ein ähnliches Bild, wobei diese – außer im Hinblick auf die NGOs – häufiger der Meinung waren, dass das Thema überhaupt nicht diskutiert wird. Die Tendenz der Diskussion wird bei Regierung und Industrie als eher positiv für CCS, in der Presse, bei NGOs und in der breiten Bevölkerung als eher neutral bezeichnet (siehe Abb. 6-14 für die Konferenzteilnehmer), wobei dieses Ergebnis bezüglich der Bevölkerung im Widerspruch zur eingangs genannten Einschätzung der öffentlichen Meinung steht. Bei den Studierenden fällt dieser Widerspruch nicht so deutlich aus wie bei den Konferenzteilnehmern, die die Tendenz der öffentlichen Diskussion zu 60 % als neutral und jeweils zu 28 % als negativ bezeichnen.

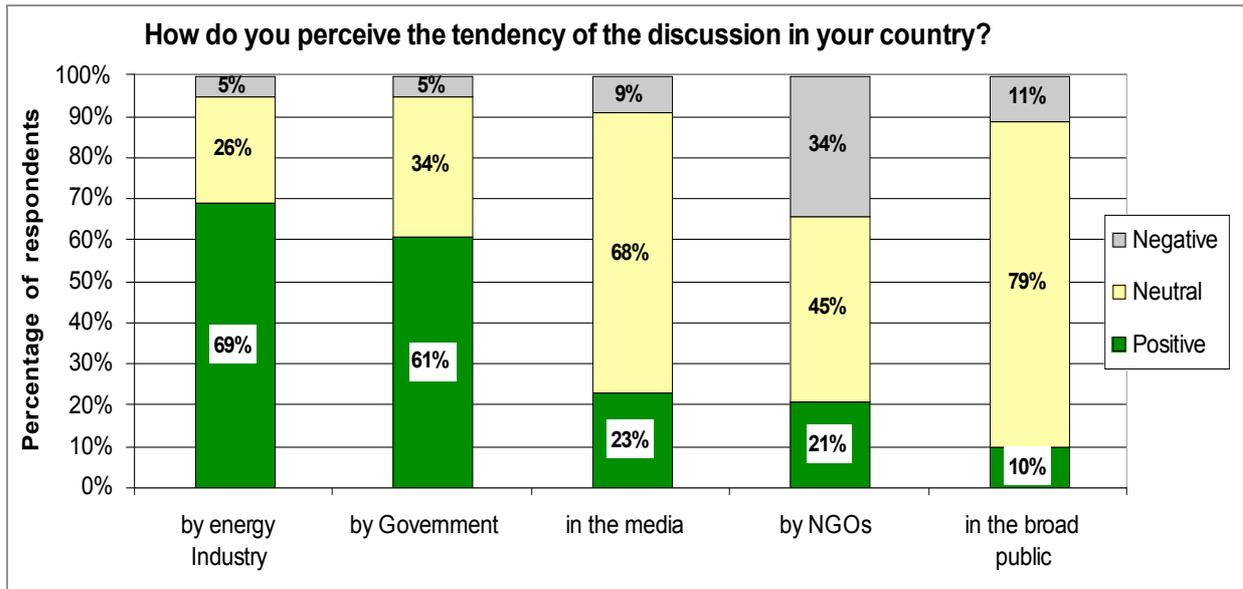


Abb. 6-14 Wahrgenommene Tendenz der Diskussion des Themas CCS (Konferenzteilnehmer)

### 6.2.5 Entscheidungsbefugnis und Kontrollinstanz

Im Hinblick auf eine zukünftige Umsetzung der CCS-Technologie wurde gefragt, wer über den Standort von CO<sub>2</sub>-Speichern entscheidet und wer ihren Betrieb kontrollieren soll. An erster Stelle werden jeweils die nationale Regierung und Experten genannt (Abb. 6-15). Unterschiede zwischen Konferenzteilnehmern und Studierenden zeigen sich bei der Rolle der NGOs und der Öffentlichkeit: Die Studierenden wünschten sich wesentlich häufiger als die Konferenzteilnehmer, dass NGOs als Entscheidungsträger auftreten und als Kontrollinstanz fungieren. Auch ein öffentliches Referendum zur Entscheidung über Standorte nannten sie überdurchschnittlich häufig.

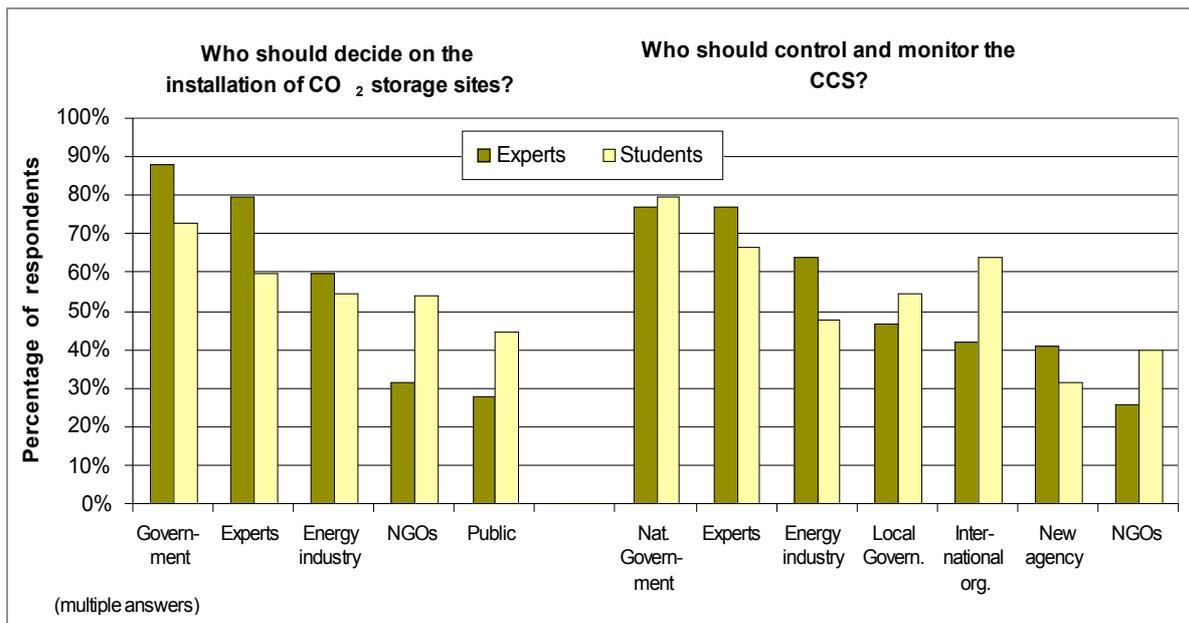


Abb. 6-15 Zuordnung von Entscheidungs- und Kontrollfunktionen

Bei der Frage, wer CCS betreiben und kontrollieren soll, wurde zwischen nationaler und „lokaler Regierung“ unterschieden, wobei die lokale Ebene als Kontrollinstanz bei allen Gruppen vergleichsweise geringe Zustimmung fand. Als zusätzliche Entscheidungsträger waren außerdem internationale Organisationen und eine neu einzurichtende nationale Agentur vorgegeben. Internationale Organisationen fanden bei den Studierenden mehr Anklang als bei den Konferenzteilnehmern, eine neue Agentur hält rund ein Drittel der Befragten für geeignet.

### 6.2.6 Technische Aspekte

CCS wird nicht nur als Übergangslösung angesehen. 36 % der Konferenzteilnehmer glauben, dass der CCS-Technologie länger als 80 Jahre eine Rolle für die Emissionsminderung zukommt, 47 % gaben einen Zeitraum zwischen 30 und 80 Jahren an, 13 % sahen einen Zeithorizont von höchstens 30 Jahren und 4 % konnten hier keine Antwort geben. Die Studierenden gaben einen etwas kürzeren Zeithorizont an.

Die Konferenzteilnehmer wurden darüber hinaus gebeten, für verschiedene Abscheidetechniken anzugeben, ab wann diese eine Rolle spielen werden. Danach wird die Post-combustion für etwa die Hälfte der Befragten ab 2010 relevant, die Pre-combustion und die Oxygen-combustion für jeweils etwa die Hälfte erst ab 2020 (Abb. 6-16). Sie wurden außerdem gefragt, zu welchen Kosten CCS als wirtschaftlich betrachtet werden kann. 46 % nannten hier 20 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>, 31 % nannten 40 und mehr Euro, und nach Meinung von 6 % kann überhaupt keine Wirtschaftlichkeit erreicht werden. 17 % konnten auf diese Frage keine Antwort geben.

Knapp die Hälfte der befragten Konferenzteilnehmer (45 %) stimmte der Aussage zu, dass die Wasserstoffwirtschaft ein Treiber für CCS ist.

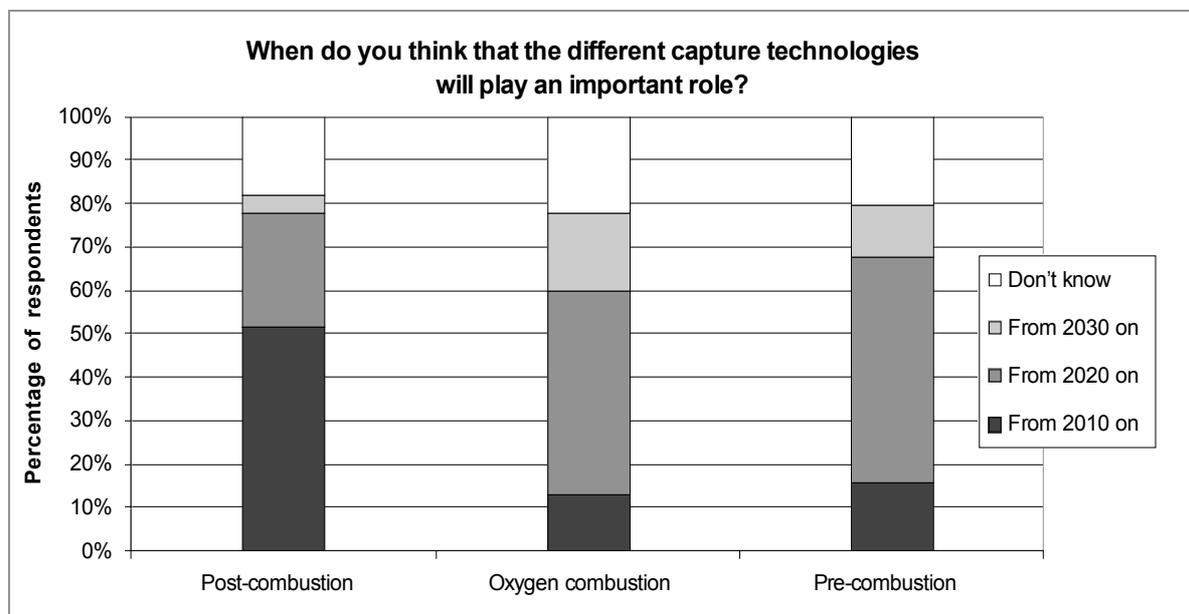


Abb. 6-16 Zeithorizont für verschiedene CO<sub>2</sub>-Abscheidungstechniken (Konferenzteilnehmer)

Eine präferierte Speicheroption ist für die Konferenzteilnehmer die Nutzung ehemaliger Öl- und Gasfelder (Abb. 6-17). Die allermeisten halten jedoch alle drei abgefragten Optionen für

gut oder zumindest realisierbar. Die Studierenden beurteilten alle Optionen weit skeptischer als die Konferenzteilnehmer. Sie sollten auch noch die – von Fachleuten nicht mehr ernsthaft diskutierte - Ozeanspeicherung einstufen; sie wurde von der Mehrheit als „schlecht“ oder „nicht akzeptabel“ bezeichnet.

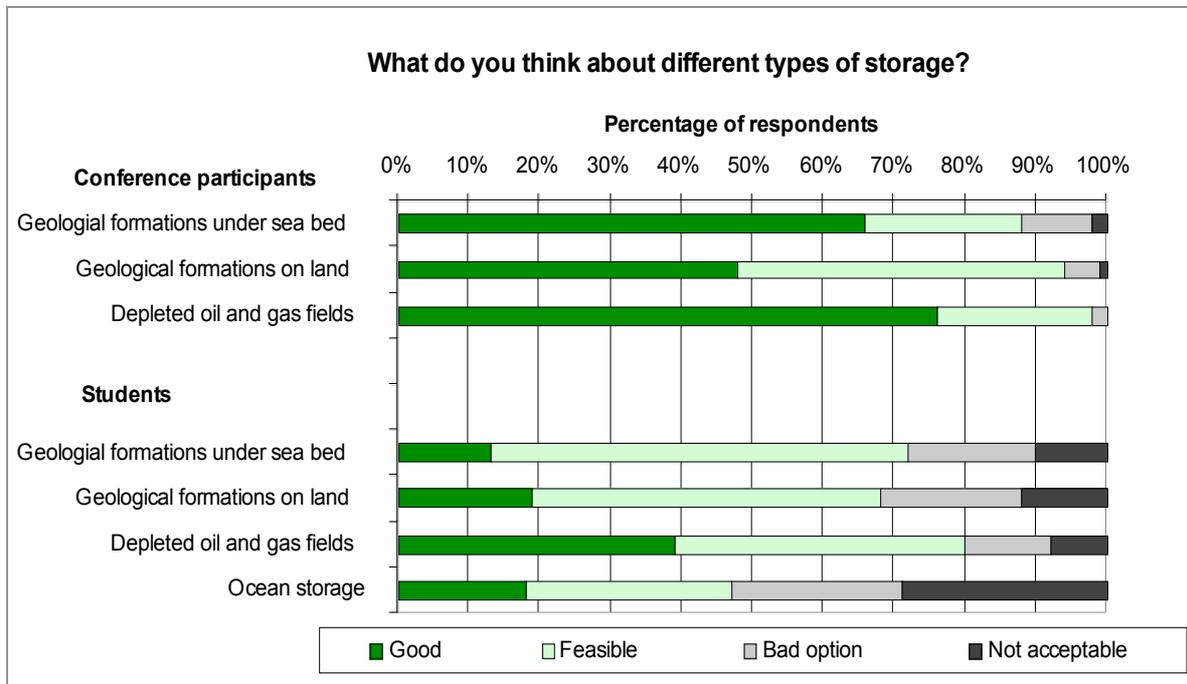


Abb. 6-17 Präferenzen im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Lagerstätten

### 6.2.7 Forschung und Entwicklung

Fragen zu Forschung und Entwicklung wurden nur an die Konferenzteilnehmer gestellt. Die weltweiten Forschungsausgaben für CCS halten 44 % der Befragten für adäquat, 52 % halten sie für zu gering und 3 % halten sie für zu hoch. Außerdem sollte die nach Meinung der Befragten derzeit bestehende und die gewünschte Verteilung der F&E-Ressourcen für CCS im Vergleich zu fossilen Brennstoffen, Kernenergie und erneuerbaren Energien angegeben werden. Es zeigt sich ein sehr breites Spektrum von Einschätzungen, was allerdings auch darauf zurückzuführen ist, dass manche Befragte hier die F&E in ihrem eigenen Land einschätzten und nicht die weltweiten Ausgaben für die F&E. Im Durchschnitt ergab sich, dass mehr Mittel für die CCS-Forschung und erneuerbare Energien ausgegeben werden sollten, zu Lasten fossiler Energieträger und der Kernenergie (Abb. 6-18).

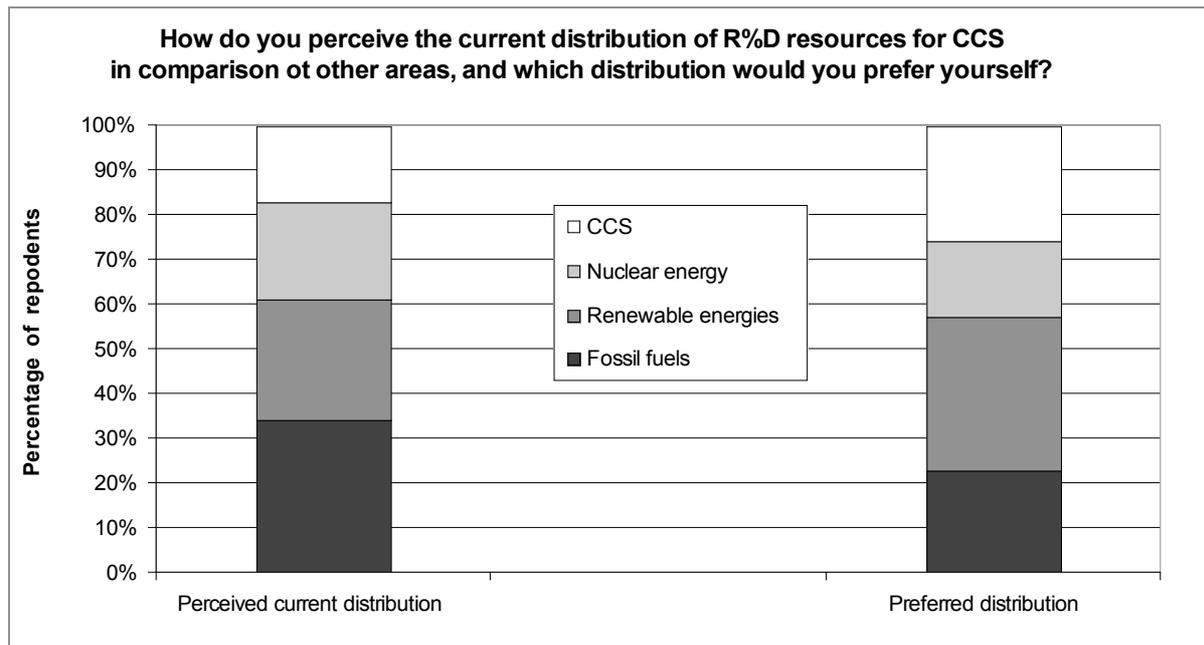


Abb. 6-18 Wahrnehmung der gegenwärtigen FuE-Ausgaben und präferierte Verteilung

Die Konferenzteilnehmer sollten ferner angeben, welche Länder sie als besonders aktiv auf dem Gebiet der F&E von CCS-Technologien einschätzen, und zwar getrennt nach Abscheidung, Transport und Speicherung. Es konnte jeweils eine erste, zweite und dritte Position angegeben werden. Alle drei Angaben werden im Folgenden addiert. Bei der CO<sub>2</sub>-Abscheidung wurden am häufigsten Norwegen und die USA (jeweils 36 %) sowie Deutschland (23 %) genannt, gefolgt von Großbritannien (15 %), Japan (13 %) und mit jeweils 8 % Australien, Kanada und Frankreich. Beim CO<sub>2</sub>-Transport werden vor allem die USA (44 %), Norwegen (29 %), Kanada (15 %), Großbritannien (10 %) und Deutschland (8 %) als führend angesehen. Norwegen wurde am häufigsten bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung genannt (56 %); mit Abstand folgten USA (37 %), Kanada (20 %), Deutschland (17 %), Australien (15 %) und Großbritannien (14 %). Weitere Länder wurden nur von einzelnen Befragten genannt. Die Antworten waren je nach Nationalität der Befragten sehr unterschiedlich, wie Tab. 6-7 an einigen Beispielen zeigt. Das eigene Land wird überdurchschnittlich häufig als führend eingestuft.

Tab. 6-7 Wahrnehmung der Aktivitäten führender Länder im Bereich CCS

		Respondents' nationality			
		DE	FR	NO	US
n =		37	28	14	19
Als führend eingestuft:		%			
CO <sub>2</sub> -Abscheidung:	DE	30	21	0	0
	FR	3	0	7	0
	NO	19	11	43	26
	US	16	14	29	32
CO <sub>2</sub> -Speicherung:	DE	8	0	0	0
	FR	3	7	0	0
	NO	43	39	79	63
	US	16	4	7	26

Die Einschätzung der Rolle des eigenen Landes (Abb. 6-19) wurde nur für Länder ausgewertet, aus denen mindestens sechs Personen den Fragebogen ausgefüllt haben. So gaben etwa 80 % der Norweger ihr Land als führend an, während die US-Amerikaner nur zu 28 % ihr Land als führend bezeichneten. Bei dieser Frage wurde nicht zwischen Abscheidung, Transport und Speicherung unterschieden.

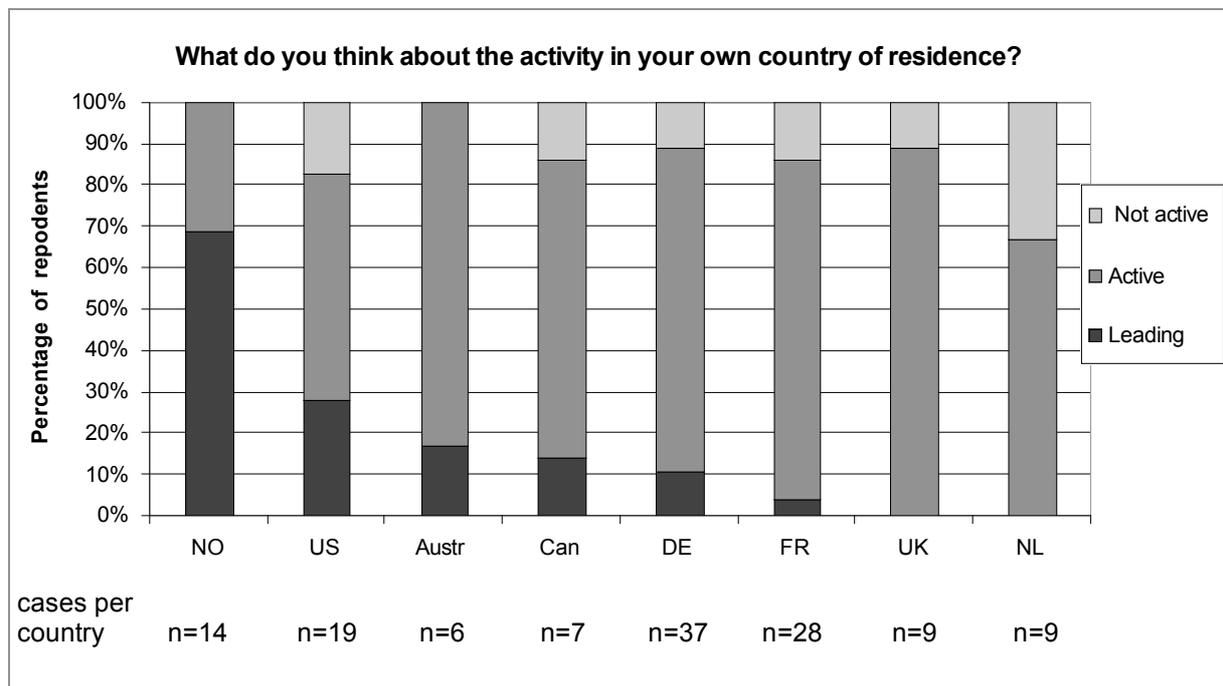


Abb. 6-19 Wahrnehmung der Aktivitäten des eigenen Landes im Bereich CCS

### 6.2.8 Beurteilung von Vorteilen der CCS-Technologie

Bei der Beurteilung der Rolle der CCS-Technologie im eigenen Land gaben die befragten Konferenzteilnehmer mit großer Mehrheit an, dass CCS eine Chance für den Technologie-Export mit sich bringe (31 % „sehr wichtig“, 45 % „wichtig“). 55 % halten dies für sehr wichtig

und weitere 26 % für wichtig, da CCS die weitere Nutzung fossiler Energieträger für die Stromerzeugung ermöglicht.

Weitere Vorteile und mögliche positive Effekte wurden in Form von Statements abgefragt. Abb. 6-20 zeigt den Anteil der zustimmenden Antworten. Dabei ergaben sich erhebliche Unterschiede zwischen den Konferenzteilnehmern und den Studierenden, die solche Vorteile in geringerem Ausmaß sehen. Die höchste Zustimmung der Experten erhält die Aussage, dass CO<sub>2</sub> für die Ölförderung genutzt werden kann. Auch der Zeitgewinn für die Weiterentwicklung anderer Energiequellen, die Vorteile für die heimische Wirtschaft und die Schaffung von Arbeitsplätzen durch CCS findet weitgehend Zustimmung. Die Meinung, dass CCS kostengünstiger sei als andere Optionen, wird mehrheitlich nicht geteilt.

Je positiver die Befragten CCS beurteilen, je höher sie ihren eigenen Informationsstand einschätzen und je länger sie sich schon mit CCS beschäftigen, desto eher stimmen sie den Aussagen über Vorteile zu.

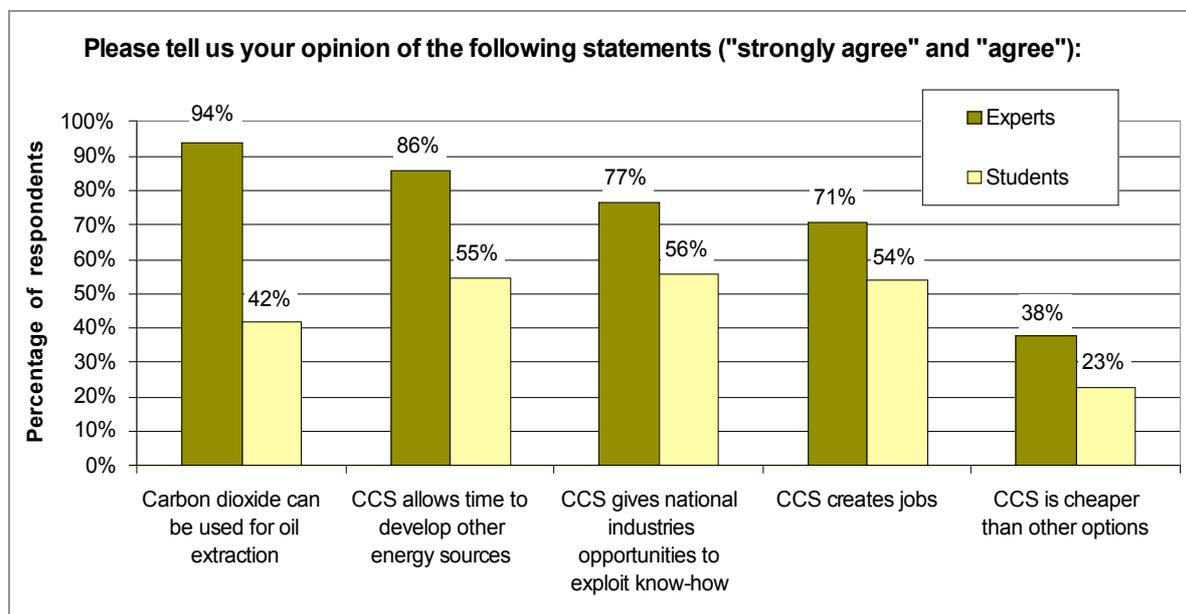


Abb. 6-20 Wahrnehmung von Vorteilen und positiven Auswirkung durch CCS

### 6.2.9 Risikowahrnehmung und -einschätzung von CCS

Die Akzeptanz von CCS in der breiten Bevölkerung dürfte wesentlich von der Risikowahrnehmung abhängen. Zur Erhebung der Risikowahrnehmung wurde zum einen die persönliche Meinung der Fachleute und Studierenden erhoben, zum anderen wurde gefragt, wie sie die öffentliche Meinung einschätzen.

Zur Einschätzung der öffentlichen Meinung sollten die Risiken, die mit CCS verbunden sind, im Vergleich zu anderen Risiken im Zusammenhang mit der Energieversorgung verglichen werden (Abb. 6-21). Nach Ansicht der Konferenzteilnehmer hält die Bevölkerung demnach die Risiken von CCS am ehesten mit denjenigen unterirdischer Erdgasspeicher und Erdgas-Pipelines für vergleichbar. Immerhin 39 % der Befragten glauben, dass die Öffentlichkeit sie mit den Risiken nuklearer Lagerstätten gleichsetzt. 50 % benannten Öl- oder Gastanks, 18 % große Wasserkraftwerke und 16 % Windanlagen. Die Antworten der Studierenden waren durchweg ähnlich.

Die Befragten sollten außerdem einschätzen, inwieweit die Wahrscheinlichkeit, mit der bei Nutzung der CCS-Technologie ein ernsthafter Unfall auftreten kann, mit andern Unfallwahrscheinlichkeiten verglichen werden kann (Abb. 6-22). Auch hier wurden am häufigsten Erdgasspeicher genannt, das heißt, es wird angenommen, ein Unfall im Zusammenhang mit CCS kann etwa so häufig auftreten wie ein Unfall bei einem natürlichen Erdgasspeicher. Die Antworten auf diese Frage waren bei den Studierenden sehr ähnlich, mit Ausnahme des Vergleichs zu Öl- und Gastanks, den die Studierenden häufiger nannten als die Konferenzteilnehmer. Ein Viertel der Konferenzteilnehmer und 9 % der Studierenden hielten es nicht für möglich, überhaupt einen Vergleich zu ziehen.

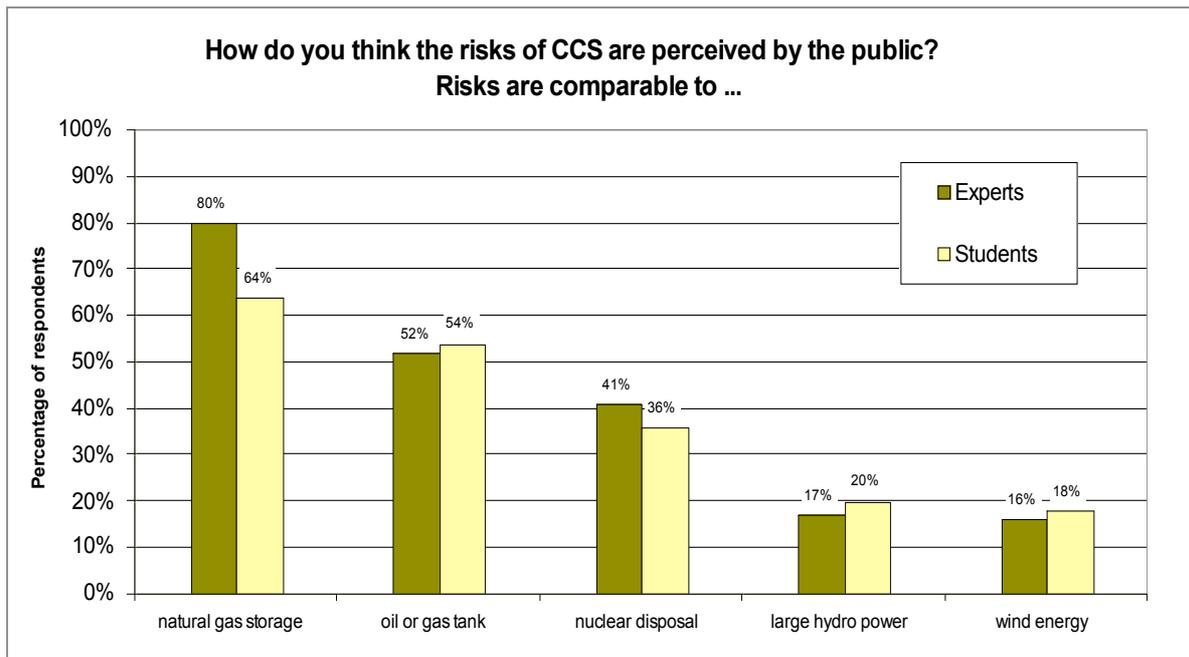


Abb. 6-21 Wahrnehmung der öffentlichen Meinung über Risiken von CCS (Mehrfachantworten)

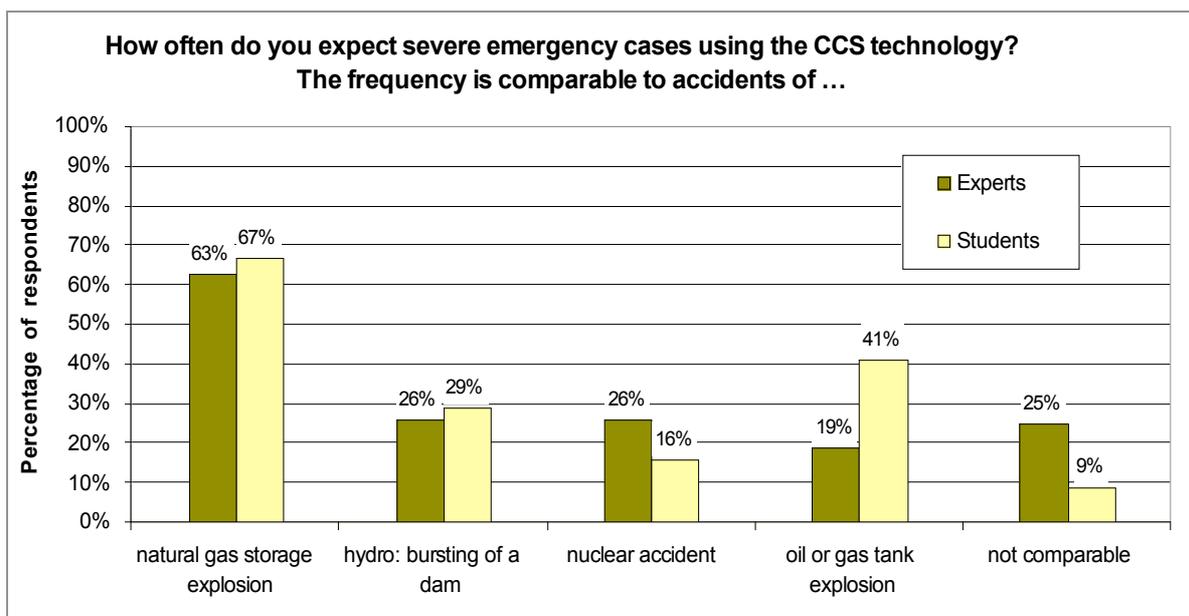


Abb. 6-22 Eigene Einschätzung von Risiken der CCS-Technologie (Mehrfachantworten)

Zur Erfassung persönlicher Einstellungen zum Risiko von CCS wurden außerdem einige Aussagen vorgegeben (Abb. 6-23). Am gravierendsten erscheint das Problem, dass CCS einen zusätzlichen Energieverbrauch verursacht. Schwierig, aber lösbar erscheint, dass Leckagen das Grundwasser beeinträchtigen und den Speichereffekt aufheben könnten. Dies gilt auch für die Fehleranfälligkeit der infolge von CCS komplexer werdenden Anlagen und die Notwendigkeit, zusätzliche Chemikalien einzusetzen, sowie die Abhängigkeit von Gebieten mit Speicherkapazität und die Notwendigkeit, Pipelines durch bewohntes Gebiet zu legen. Eine Belastung für künftige Generationen sehen 18 % als ernsthaftes Problem, 29 % als schwierig, aber lösbar und immerhin 41 % als ein unwichtiges Problem. Am wenigsten fürchten die Befragten das Risiko einer Bedrohung durch Terroristen. Auch dass die Speicherkapazität nicht ausreichen könnte, wird offenbar kaum als größeres Problem gesehen.

Die Meinungen der Studierenden zu diesen Fragen sind recht ähnlich, mit Ausnahme von drei Bereichen, wo sie erheblich mehr Probleme sehen als die Konferenzteilnehmer: die Belastung für künftige Generationen (ernsthaftes Problem: 50 %), die Aufhebung des Speichereffekts durch Leckagen (48 %) und den zusätzlichen Energiebedarf für CCS (42 %).

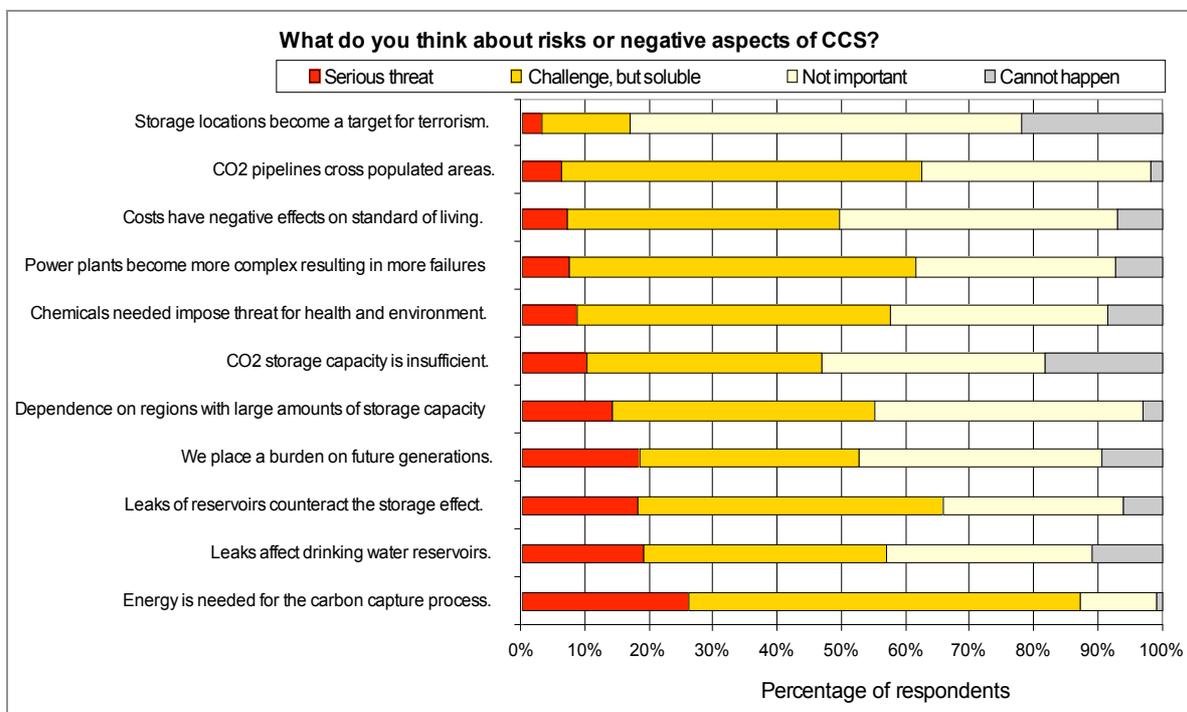


Abb. 6-23 Einschätzung von Problemen und Risiken der CCS (Konferenzteilnehmer und Studierende)

Nicht unbedingt Risiken, aber doch mögliche Probleme in Verbindung mit der CCS-Technologie werden wahrgenommen, wie Abb. 6-24 zeigt. Über verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit bestehen ebenfalls unterschiedliche Meinungen. Sehr viele Konferenzteilnehmer und auch die Studierenden sind mehrheitlich der Meinung, dass CCS die Entwicklung dezentraler Energietechnologien bremst. Alle anderen in diesem Zusammenhang abgefragten möglichen Probleme werden von den Studierenden deutlich stärker gesehen als von den Konferenzteilnehmern: dass andere Umweltprobleme des Energieverbrauchs trotz CCS ungelöst bleiben und ärmeren Ländern der Zugang zu dieser kostspieligen Technologie fehlt – Aussagen, denen aber auch die Mehrheit der Konferenzteilnehmer zustimmt. Das Problem, dass CCS die Aufmerksamkeit vom Energiesparen ablenkt, wurde von den Studie-

renden doppelt so häufig benannt wie von den Konferenzteilnehmern. Weniger Zustimmung fand in beiden Gruppen die Aussage, dass CCS die Abhängigkeit Europas von fossilen Brennstoffen vergrößert. Je positiver die Befragten zur CCS-Technologie eingestellt sind, desto weniger häufig stimmten sie den Problem-Aussagen zu.

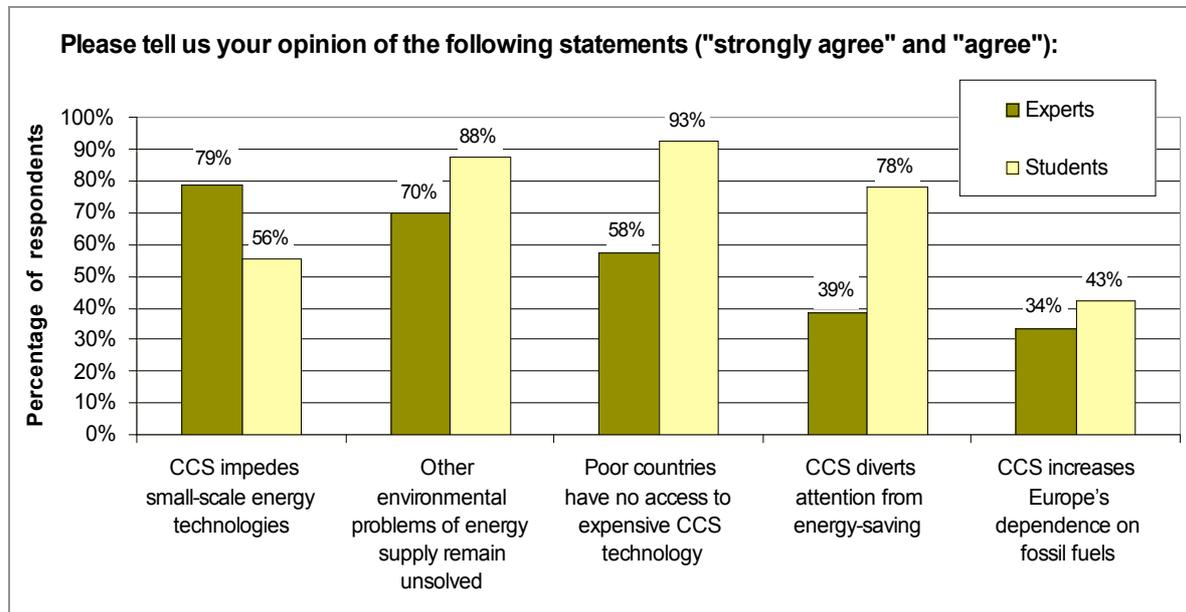


Abb. 6-24 Weitere problematische Gesichtspunkte der CCS

Zwei Aussagen an anderer Stelle des Fragebogens tangieren ebenfalls Aspekte des Risikos. „Natürliche CO<sub>2</sub>-Speicher beweisen, dass die Speicherung ohne Gefahren möglich ist“: Dieser Aussage stimmten 74 % der Konferenzteilnehmer und 71 % der Studierenden zu. Um Risiken zu vermeiden, schlagen 36 % der Konferenzteilnehmer und 48 % der Studierenden vor, CO<sub>2</sub>-Speicher weltweit in unbewohnten Gebieten einzurichten. Auch bei diesen beiden Fragen zeigt sich ein Zusammenhang mit der Haltung zur CCS: Positiv Eingestellte stimmen dem Argument der Vergleichbarkeit (=Ungefährlichkeit) mit natürlichen CO<sub>2</sub>-Reservoirs eher zu und halten es wegen des fehlenden Gefahrenpotenzials weniger häufig für notwendig, CO<sub>2</sub>-Speicher in unbewohnten Gebieten anzulegen.

### 6.2.10 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Befragungen

Die Befragungen zeigen, dass Experten im Hinblick auf die breite Akzeptanz der CCS-Technologie in der Öffentlichkeit skeptisch sind, während sie selbst eher positive Einstellungen aufweisen. Die von drei Vierteln der Befragten wahrgenommene ablehnende Haltung der Öffentlichkeit wird unter anderem damit zusammenhängen, dass der Informationsstand unzureichend ist, weil sich das Thema bisher zu wenig in der Diskussion befindet – in der Öffentlichkeit und in den Medien fast gar nicht, aber auch bei den beteiligten Akteuren nicht ausreichend. Die Tendenz der Diskussion wird bei den NGOs am stärksten ablehnend wahrgenommen, während die Diskussion bei Regierung und Energiewirtschaft überwiegend als befürwortend wahrgenommen wird. Für die Diskussion in der Bevölkerung geben knapp 60 % eine neutrale Haltung an – ein Widerspruch zu den eingangs erwähnten Antworten zur Einstellung der Öffentlichkeit. Neben fehlender Wirtschaftlichkeit sehen die Experten den Mangel an Akzeptanz in der Bevölkerung als wichtigstes Hemmnis für die Einführung der

CCS-Technologie an. Knapp 40 % der Befragten nehmen an, dass die Öffentlichkeit die Risiken von Speicherstätten mit denjenigen nuklearer Lagerstätten vergleicht.

Klimawandel, Energieversorgung und Umweltschutz gehören heute neben Armut für die Befragten zu den wichtigsten Problemfeldern. Von den umweltbezogenen Herausforderungen wird der globalen Erwärmung die höchste Bedeutung beigemessen. Bei der Lösung des Problems sehen die Fachleute CCS als dritt wichtigste Maßnahme nach der Nutzung erneuerbarer Energien und energiesparendem Verhalten an. Gleichzeitig zeigt sich generell ein hohes Vertrauen in die technologische Entwicklung: Gut 90 % der befragten Experten glauben, dass langfristig alle Umweltprobleme technisch lösbar sind.

Die Entscheidungsfindung über CCS und die Kontrolle des Betriebes sollte nach Meinung der Experten weitgehend beim Staat liegen. Rechtliche Aspekte werden auch als wichtiges Hemmnis für die Umsetzung von CCS gesehen.

Einige Ergebnisse deuten darauf hin, dass CCS als Zwischenlösung betrachtet wird, und zwar für einen Zeitraum zwischen 30 und 80 Jahren. Diese Zeit kann genutzt werden für die Entwicklung alternativer Energiequellen. Eine präferierte Speicheroption ist die Nutzung ehemaliger Öl- und Gasfelder.

Gut die Hälfte der Befragten hält die derzeitigen Forschungsausgaben für CCS und fossile Energieträger für zu gering. Mehr Mittel sollen zukünftig auch für erneuerbare Energien ausgegeben werden, stattdessen weniger für fossile Energieträger (ohne CCS) und Kernenergie.

Auf der Positivseite der CCS-Technologie werden Vorteile für die heimische Wirtschaft, die Schaffung von Arbeitsplätzen, Chancen für den Technologie-Export, die Möglichkeit der weiteren Nutzung fossiler Energieträger für die Stromerzeugung und der Einsatz von CO<sub>2</sub> für die Ölförderung gesehen. Je positiver die Befragten die CCS-Technologie beurteilen und für je besser informiert sie sich halten, desto häufiger stimmen sie den Aussagen über Vorteile zu.

Allerdings werden auch Nachteile und Probleme von den Experten gesehen, etwa der zusätzliche Energieverbrauch durch CCS oder eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers und des Speichereffekts durch Leckagen, aber die meisten halten solche Probleme für lösbar. Viele sehen auch den Nachteil, dass CCS die Entwicklung dezentraler Energietechnologien bremsen könnte.

Ein wichtiger Hinweis zur Gewinnung von Akzeptanz kann das Argument sein, dass auch natürliche CO<sub>2</sub>-Speicher existieren, was die große Mehrheit der Befragten für einen Beleg für die Ungefährlichkeit der CO<sub>2</sub>-Speicherung hält.

Die Studierenden haben generell eine kritischere Haltung zu CCS als die Konferenzteilnehmer, mit Ausnahme derjenigen, die spezielle Vorlesungen zur CCS besuchten. Die Übrigen lehnten CCS häufiger ab, sahen weniger Vorteile, dagegen mehr Nachteile, Risiken und mögliche Probleme als die Konferenzteilnehmer.

### **6.3 Auswertung von Konferenzbeiträgen zum Themenfeld CCS**

Im Rahmen des Projektes wurde eine Analyse internationaler und nationaler Tagungen durchgeführt. Dazu wurden die einzelnen Beiträge der Konferenzen erfasst und thematisch

zugeordnet. Gerade zu Beginn der Beschäftigung mit dem Themenfeld CCS wurden entsprechende Arbeiten meist nicht in den üblichen Journalen publiziert sondern auf Tagungen vorgestellt. Entsprechend kann man die Entwicklung des Themenfeldes am besten über die Untersuchung der Tagungsbeiträge durchführen.

Die hier dargestellten Arbeiten setzen auf den im Rahmen eines Forschungsvorhabens für das UBA (Radgen, 2006) erarbeiteten Grundlagen auf. Dazu wurden die Daten vervollständigt und aktualisiert und neu ausgewertet. Insgesamt stützt sich die Auswertung auf 40 unterschiedliche Veranstaltungen (siehe Tab. 6-8). Ausgewertet wurden insgesamt 3052 Veröffentlichungen, wobei trotz der großen Zahl nicht der Anspruch auf eine vollständige Erfassung aller Tagungen im Zeitraum von 1992 bis 2007 erhoben werden kann. Dies gilt insbesondere für die stark national ausgerichteten Veranstaltungen die nicht Englisch, Deutsch oder Französisch als Konferenzsprache hatten. Deutlich zu erkennen ist dabei die Dominanz der USA, die im November 2008 auch die nächste Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT) Konferenz ausrichten werden (siehe Abb. 6-25).

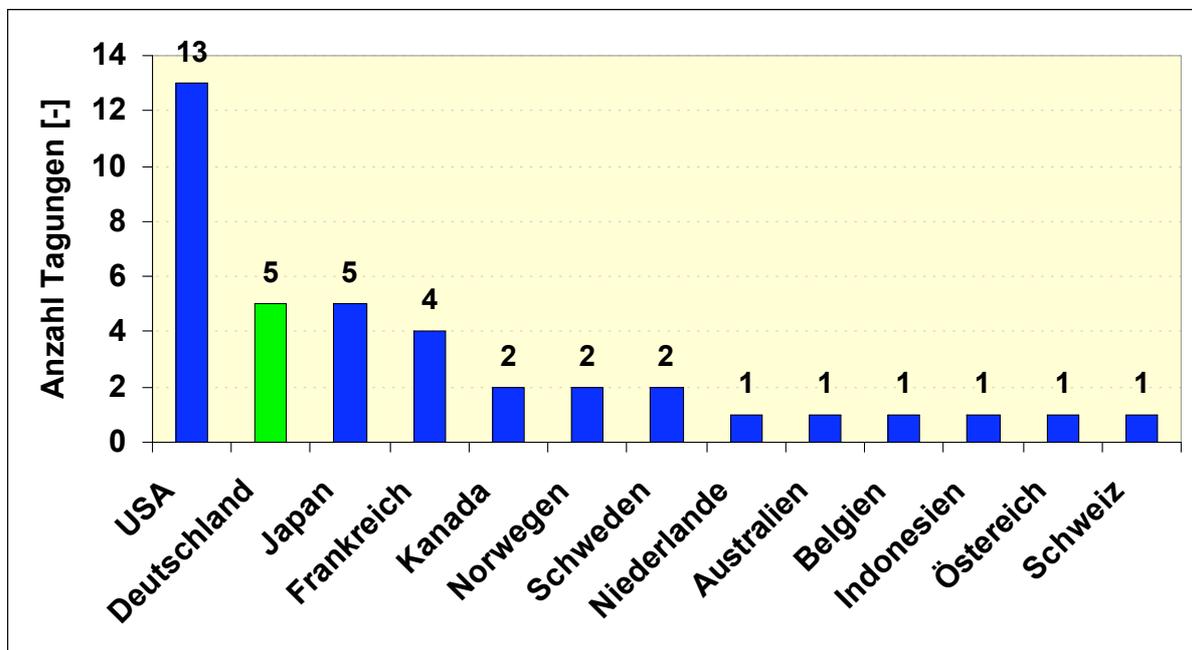


Abb. 6-25 Verteilung der ausgewerteten Tagungen nach Ländern

Tab. 6-8 Nationale und Internationale Tagungen mit Schwerpunkt CCS

Kurzbezeichnung	Name	Land	Jahr
ICCDR-1	First International Conference On Carbon Dioxide Removal	Niederlande	1992
IEA-CDD	Carbon Dioxide Disposal Symposium	USA	1993
ICCDR-2	Second International Conference on Carbon Dioxide Removal	Japan	1994
ICCDU-3	Third International Conference on Carbon Dioxide Utilization	USA	1995
GCCW-1	Global Carbon Cycle Workshop	Japan	1995
ICCDR-3	Third International Conference on Carbon Dioxide Removal	USA	1996
ICCDU-4	Fourth International Conference on Carbon Dioxide Utilization (ICCDU-IV)	Japan	1997
GHGT-4	Fourth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies.	Schweiz	1998
ICCDU-5	Fifth International Conference on Carbon Dioxide Utilization (ICCDU-V)	Deutschland	1999
	Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage	Schweden	1999
GHGT-5	Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies.	Australien	2000
AAPG	International Conference and Exhibition; American Association of Petroleum Geologists	Indonesien	2000
ICCDU-6	Sixth International Conference on Carbon Dioxide Utilization (ICCDU-VI)	USA	2001
NCCS-1	First National Conference on Carbon Sequestration	USA	2001
	Second Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage	Schweden	2001
GHGT-6	Sixth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies	Japan	2002
NCCS-2	Second National Conference on Carbon Sequestration	USA	2003
	Les Recontres Scientifiques de l'IFP - International Conference	Frankreich	2003
	22nd World Gas Conference	Japan	2003
UIST	Second International Symposium: Underground Injection Science and Technology	USA	2003
TOUGH	TOUGH Symposium 2003	USA	2003
	Third Nordic Minisymposium on Carbon Dioxide Capture and Storage	Norwegen	2003
AAPG	American Association of Petroleum Geologist (APAG) Annual Meeting	USA	2004
NCCS-3	Third National Conference on Carbon Sequestration	USA	2004
GHGT-7	Seventh International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies	Kanada	2004
	CO <sub>2</sub> Capture and Sequestration in Future International R & D Programmes	Österreich	2004
	Reduction of emissions and geological storage of CO <sub>2</sub>	Frankreich	2005
	2005 European CCS Conference	Belgien	2005
	Coorettec-Workshop	Deutschland	2005
GHGT-8	8. International Conference on Green House Gas Control Technologies	Norwegen	2006
	Fifth Annual Conference On Carbon Capture & Sequestration	USA	2006
	IEA-CSLF Workshop on Near Term Opportunities for Carbon Capture and Storage	USA	2006
	Kongress und Podiumsdiskussion 'Neue Wege in der Kraftwerkstechnik'	Deutschland	2006
	Fachkonferenz Kraftwerkstechnik - Stromversorgung in Europa	Deutschland	2007
	Capture and Geological storage of CO <sub>2</sub>	Frankreich	2007
	Sixth Annual Conference on Carbon Capture & Sequestration	USA	2007
	CO <sub>2</sub> Capture and Storage Conference	Kanada	2007
	How to tame King Coal? CO <sub>2</sub> Capture and Storage, the cornerstone of the energy climate challenge	Frankreich	2007
	First French-German Symposium on Geological Storage of CO <sub>2</sub>	Deutschland	2007

Die Autoren der Konferenzpapiere lassen sich anhand der Teilnehmerlisten oder den Angaben auf der Veröffentlichung den einzelnen Ländern zuordnen. Dabei wird eine Veröffentlichung ggf. bei mehreren Ländern gewertet. Erwartungsgemäß dominieren bei dieser Art der Auswertung die USA und Japan mit jeweils mehr als 500 identifizierbaren Akteuren. Dies ist zum einen auf den frühen Beginn der Forschungsarbeiten in diesen beiden Ländern zurückzuführen und zum anderen auch auf die Tatsache, dass in diesen beiden Ländern die meisten Veranstaltungen stattgefunden haben.

Da auf den Konferenzen nationale Teilnehmer stets stärker vertreten sind (durch niedrigere Kosten oder ggf. das Fehlen von Sprachbarrieren), führt dies zu einer gewissen Verzerrung, wobei andererseits internationale Konferenzen auch in den Ländern stattfinden, in denen großes Interesse am Konferenzthema besteht. In Abb. 6-26 erkennt man zudem deutlich, dass der größte Teil der Akteure aus allen Ländern dem Bereich der Universitäten und Forschungseinrichtungen zuzuordnen ist. Gegenüber einer früheren Analyse zeigt sich insbesondere die Zunahme von Akteuren aus dem Bereich der staatlichen Organisationen und ein signifikanter Anteil von Akteuren aus der Wirtschaft. Dies verdeutlicht die hohe Bedeutung die der CCS-Technologie sowohl von Unternehmens- als auch von staatlicher Seite beigemessen wird.

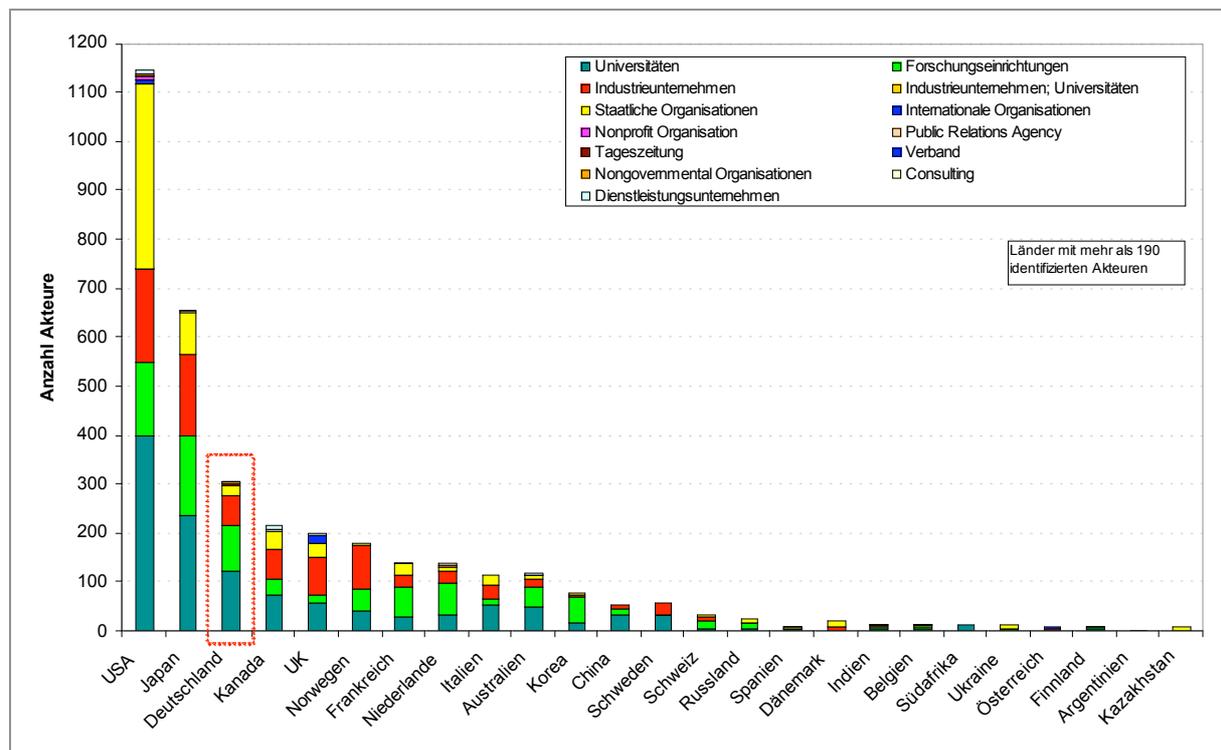


Abb. 6-26 Akteure nach Land und Tätigkeitsbereich

Bei der Auswertung der Tagungsbeiträge entfällt der Großteil der Beiträge auf wenige Länder. Auch hier zeigt sich wieder die große Dominanz der Amerikaner und der Japaner, vgl. Abb. 6-27. Innerhalb Europas liegen Deutschland, England und Norwegen auf den vorderen Plätzen, wobei die Pionierleistungen in Norwegen (Sleipner) langsam verblässen und von den „Anstrengungen“ in England und Deutschland übertroffen werden.

Wird die Entwicklung der Veröffentlichungen seit dem Beginn der 90er Jahre betrachtet, als das Thema erstmalig in Veröffentlichungen aufgegriffen wurde, so hat sich die Anzahl von

weniger als 20 Publikationen bis auf einen Wert von mehr als 500 Publikationen pro Jahr erhöht (siehe Abb. 6-28).

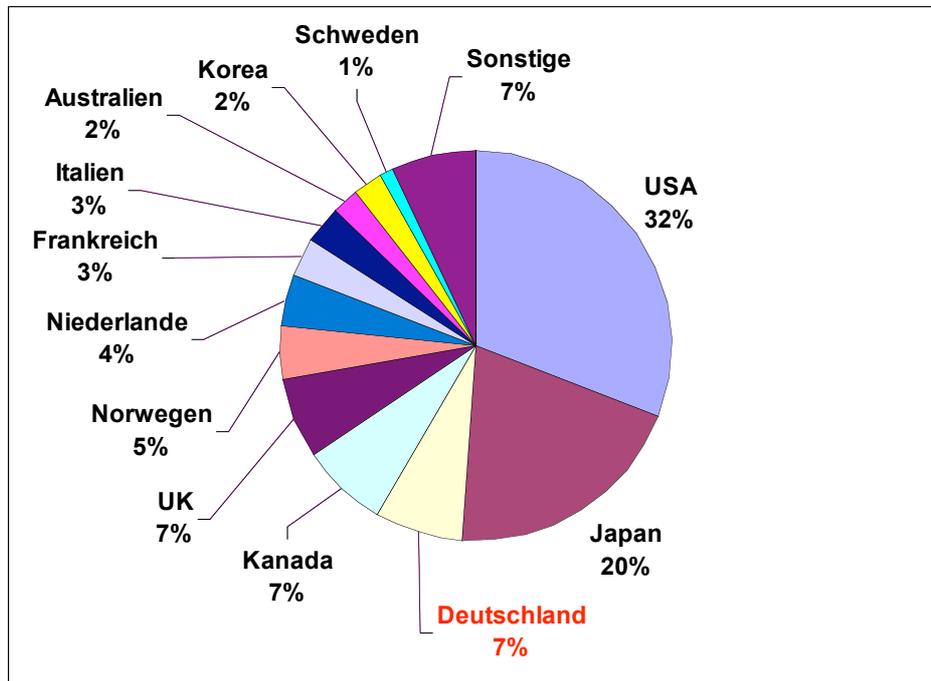


Abb. 6-27 Anteil einzelner Länder an den Tagungsbeiträgen

Während am Anfang die Frage der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Vordergrund stand, ist in den letzten Jahren der Anteil der Publikationen zum Themenfeld CO<sub>2</sub>-Abscheidung deutlich angestiegen. Dabei stehen neben der technischen Machbarkeit insbesondere Fragen des Energie-mehrverbrauchs im Fokus. Relativ wenig Beachtung findet der CO<sub>2</sub>-Transport, vermutlich da der Transport von Gasen per Pipeline weitgehend als Stand der Technik angesehen wird.

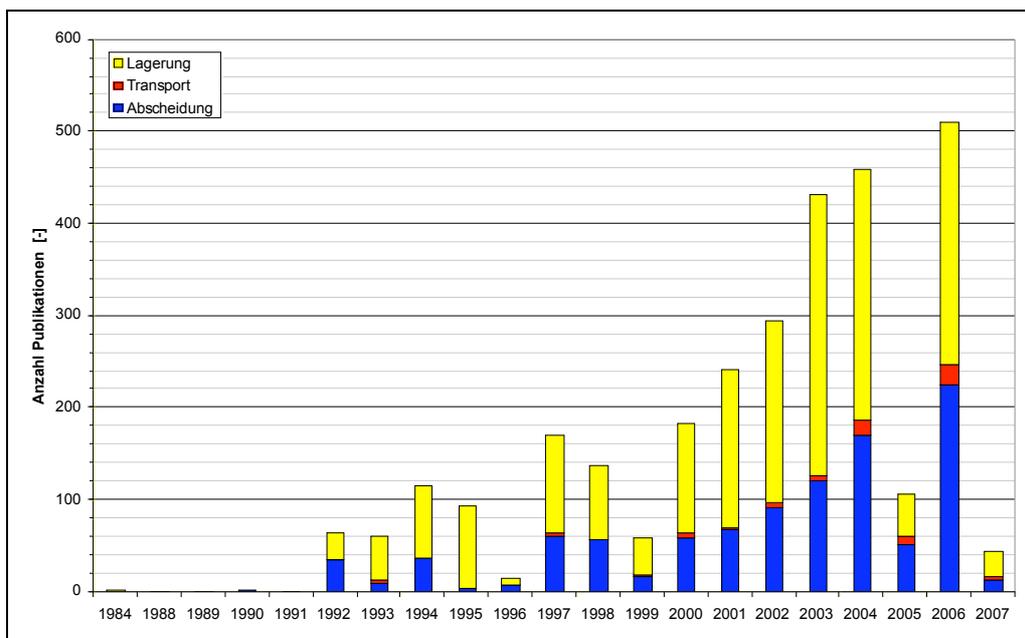


Abb. 6-28 Anzahl der Veröffentlichungen nach Themenfeld und Jahr

Da der Speicherung im Hinblick auf die öffentliche Akzeptanz eine besondere Bedeutung zukommt, wurde bei den Publikationen mit Themenfokus Speicherung eine detailliertere Auswertung nach Speichertypen durchgeführt. Unterschieden wurde dabei zwischen der geologischen Speicherung, der Lagerung in Aquiferen (Offshore) oder in der Wassersäule des Ozeans, der Speicherung in ausgeförderten Kohlenwasserstofflagerstätten oder zur tertiären Förderung von Kohlenwasserstoffen. Wie in Abb. 6-29 deutlich zu erkennen, beschäftigten sich die Publikationen zu Beginn stark mit der Ozeanspeicherung, die aber aufgrund der negativen ökologischen Auswirkungen in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung verloren hat. Wichtigste Speicheroption in den Publikationen ist inzwischen die geologische Speicherung und die Verknüpfung der Speicherung mit der tertiären Kohlenwasserstoffförderung, was auf die nur in diesen Fällen erzielbaren Erlöse für das CO<sub>2</sub> zurückzuführen ist.

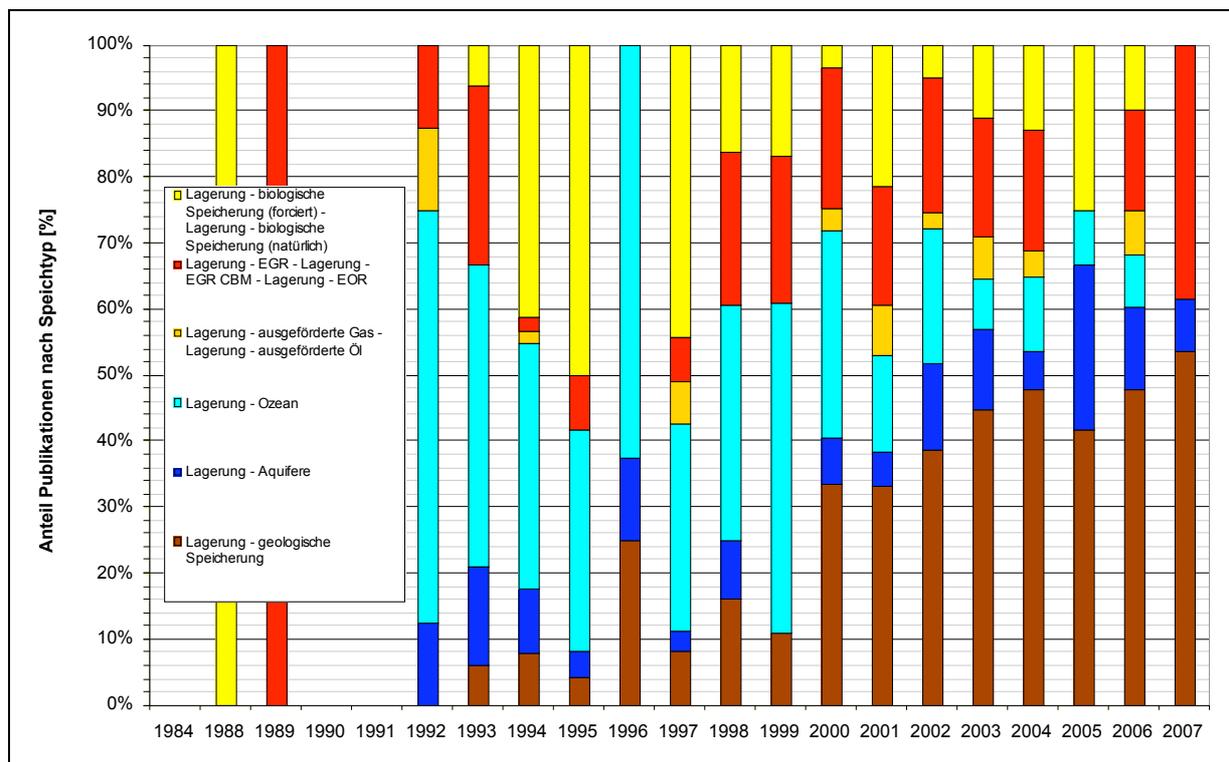


Abb. 6-29 Aufteilung der Publikationen nach Speicherart

Zusammenfassend ergibt sich aus der Analyse der Tagungsbeiträge das folgende Bild.

- ◆ Neben den großen internationalen Konferenzen werden in den Ländern mit einem hohen Aktivitätsniveau verstärkt nationale Konferenzen durchgeführt.
- ◆ Neben den Öl- und Gasunternehmen sind im verstärkten Maße die Energieversorgungsunternehmen im Themenfeld engagiert.
- ◆ In Europa sind England, Deutschland, Norwegen und Frankreich Treiber der Aktivitäten.
- ◆ Industrieunternehmen und staatliche Stellen sind im zunehmenden Maße an Veröffentlichungen beteiligt, was auf eine bevorstehende Umsetzung in der Praxis hindeutet.

- ◆ Die CO<sub>2</sub>-Speicherung wurde zu Beginn der Arbeiten als wesentlicher Forschungsschwerpunkt bearbeitet, inzwischen verteilen sich die Aktivitäten zu nahezu gleichen Anteilen auf die Abscheidung und Speicherung.
- ◆ Hinsichtlich des diskutierten Speichertyps fokussieren sich die Arbeiten zunehmend auf die geologische Speicherung und die tertiäre Förderung von Kohlenwasserstoffen.

## 6.4 Befragung von Journalisten

Im Rahmen der Durchführung der Tiefeninterviews wurden auch Journalisten befragt bzw. wurde ihnen ein Fragebogen zugesandt, welcher einen verkürzten und speziell auf diese Gruppe zugeschnittenen Fragenkatalog beinhaltet. Für folgende Zeitschriften waren die befragten Journalisten zum Zeitpunkt der Befragung tätig: Die Zeit, Die Welt, taz, Spiegel, Focus, FAZ, E&M, Märkische Allgemeine Zeitung. Ferner arbeitete ein Journalist für den WDR und ein weiterer für die Kampagnen-Homepage des BMU „Klima sucht Schutz“.

### Methodik

Im Juli 2007 wurden 41 Journalisten per Email um die Beantwortung eines Fragebogens gebeten, 10 von Ihnen wurden beantwortet und ausgewertet. Weitere 5 Journalisten beantworteten während eines Presseevents des WI zum aktuellen IPCC-Bericht im Mai 2007 den Fragebogen.

Die Journalisten wurden ausgewählt, da sie bereits Artikel bzw. Fernsehbeiträge zum Thema CCS verfasst hatten.

Insgesamt standen **15** Fragebögen für die Auswertung zur Verfügung, bei einigen Fragen waren mehrere Antworten möglich, der Fragebogen sowie die Auswertung desselben finden sich im Anhang.

### Zusammenfassung:

Die meisten Journalisten haben erst in den letzten Jahren bzw. im Jahr 2006 von CCS gehört, mit Ausnahme des Journalisten vom WDR, der bereits 1995 erstmals mit CCS „zu tun hatte“. Zum ersten Mal wurde das Thema CCS von den befragten Journalisten während Expertengesprächen und/oder Veranstaltungen wahrgenommen, auch Fachzeitschriften wurden hier häufiger genannt. Als relevante Informationsquellen wurden an erster Stelle wissenschaftliche Institutionen genannt, darauf folgten NGOs und teilweise die Ministerien.

Als Informationsquelle/-medium für die breite Bevölkerung halten die Befragten Fachzeitschriften, Magazine, das Fernsehen und das Radio für am nützlichsten, teilweise aber auch die Veröffentlichungen aus der Energieindustrie.

Als Zielgruppe für die eigene Berichterstattung wurde keine Präferenz deutlich, da sie an die breite Öffentlichkeit adressiert ist. Der eigene Einfluss auf die Meinungsbildung der Öffentlichkeit wurde als eher gering bis mittel eingestuft. Der eigene Wissensstand wird als mittelmäßig bis hoch eingeschätzt.

Die größten Hindernisse bei der Einführung von CCS liegen nach Meinung der Journalisten im Bereich der Umweltrisiken, der Wirtschaftlichkeit, der technologischen Machbarkeit und der öffentlichen Akzeptanz (vgl. auch 6.2.4).

Der bisherigen Informationspolitik der Ministerien wird von den Journalisten ein eindeutiges Defizit bescheinigt, die NGOs sind hier ihrer Ansicht nach sehr viel aktiver. Die Journalisten bewerten die Haltung der Akteure von Seiten der Energieindustrie und der Ministerien als positiv gegenüber CCS. Die Haltung der Medien wird als neutral bewertet, die der NGOs als negativ.

Die Journalisten würden eher nicht in der Nähe eines CO<sub>2</sub>-Speichers leben wollen und nehmen diese Präferenz auch für die breite Öffentlichkeit an.

## **6.5 Befragung von deutschen Nichtregierungsorganisationen im Bereich Umwelt- und Klimaschutz**

Alle bundesweit aktiven Klima- und Umweltschutz-NGOs wurden im Projektzusammenhang anhand eines Leitfadens interviewt. Folgende NGOs wurden interviewt: Greenpeace, World Wide Fund for Nature (WWF), Germanwatch, Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND), Deutsche Umwelthilfe (DUH), Naturschutzbund (NABU). Mit Robin Wood konnte kein Interview durchgeführt werden. Alle haben sich bereits durch öffentlich zugängliche Papiere zu CCS positioniert. Von den Projektbeteiligten wurden diese Positionen bereits in früheren Jahren aufgenommen und ausgewertet. Durch die Auswertung der im Jahr 2007 durchgeführten Interviews sollte unter anderem die Frage beantwortet werden, ob sich die aktuelle Haltung der NGOs im Vergleich zur schriftlich festgehaltenen Position (die teilweise mehrere Jahre zurückliegt) verändert hat. Weitere Erkenntnisse sollten generiert werden in den Bereichen:

- Einschätzung der NGOs zum Informationsstand in der Bevölkerung,
- Einschätzung möglicher Einflussfaktoren auf die Ablehnung oder Befürwortung von CCS in der Bevölkerung,
- Bereitschaft der NGOs, bei einer eventuellen Informationskampagne des Bundeswirtschaftsministeriums eine tragende Rolle zu übernehmen.

Übereinstimmung zwischen den NGOs (beinhaltet auch NGOs außerhalb Europas) gibt es nur in drei Punkten:

- die Speicherung von CO<sub>2</sub> in Ozeanen wird abgelehnt,
- zum Befragungszeitpunkt (Stand: August 2007) waren keine ausgesprochenen „Anti-CO<sub>2</sub>-Entsorgungs“-Kampagnen geplant,
- Regenerative Energien und die rationellere Energienutzung sind der CO<sub>2</sub>-Speicherung vorzuziehen und deren Umsetzung zu forcieren.

Im Folgenden werden die Positionen der deutschen NGOs im Klima- und Umweltschutzbereich kurz dargestellt und anschließend deren Weiterentwicklung bis zum Jahr 2007 diskutiert.

Der *Naturschutzbund* (NABU) äußert sich mit Zurückhaltung, da es sich bei CCS um einen klassischen „End-of-Pipe“-Ansatz handele. Probleme in der Vorkette (Brennstoffbereitstellung) würden nicht gelöst, sondern eher noch verstärkt. Hierzu zählt der NABU neben anderen die Umweltschäden beim Braunkohletagebau (NABU 2005).

Der *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland* (BUND) hält CCS für „kein(en) Lösungsweg für eine nachhaltige Energieversorgung in Deutschland“ (BUND 2006). Als Gründe werden der hohe zusätzliche Energieaufwand, die Unterschätzung der Gefahren der „CO<sub>2</sub>-Endlagerung“ und hohe Kosten genannt. Der Einsatz von CCS verhindere eine Energiewende hin zur Energieeffizienz und zu erneuerbaren Energien in Deutschland (BUND 2005, 2006).

*Robin Wood* lehnt CCS ab. Gründe hierfür sind steigende Stromkosten, der hohe Primärenergieeinsatz und die möglichen Gefahren der CO<sub>2</sub>-Speicherung. Robin Wood wendet sich außerdem gegen den Begriff „CO<sub>2</sub>-frei“ als irreführend, da auch bei CCS immer noch Emissionen freigesetzt werden (Robin Wood 2006).

*WWF Deutschland* folgt der Position von *WWF International* und befürwortet die CO<sub>2</sub>-Speicherung unter bestimmten Bedingungen (WWF 2005, 2004):

- keine Speicherung in Ozeanen, offenen Aquiferen und Seen,
- eine internationale Kontrolle über die Speicherung muss eingeführt werden,
- öffentliche Forschungsgelder für CO<sub>2</sub>-Speicherung sollten keinen Einfluss auf die Höhe der Forschungsgelder für regenerative Energien haben,
- Emissionshandel: nur entwickelte Länder mit „CO<sub>2</sub>-Deckeln“ sollten „Carbon and Storage“ anrechnen dürfen,
- CCS dürfte nur in Ergänzung zum Ausbau regenerativer Energien eingesetzt werden, nicht zur Ersetzung derselben.

Positiv sieht WWF die Rolle der CO<sub>2</sub>-Speicherung auch deswegen, weil sie ihrer Meinung nach als Brückentechnologie dienen kann, bis andere Technologien so weit entwickelt sind, dass sie entscheidende CO<sub>2</sub>-Minderungsbeiträge leisten können.

*Greenpeace Deutschland* und *Greenpeace International* vertreten ebenfalls eine identische Position: CCS wird im Allgemeinen abgelehnt. Sollte allerdings der Einstieg in die CO<sub>2</sub>-Abtrennung und –Speicherung erfolgen, dürfe dies nur als zusätzliche Option, nicht als Ersatz für die verstärkte Nutzung von regenerativen Energien und Energieeinsparung genutzt werden. Des Weiteren müssten mehrere „essentielle Bedingungen“ erfüllt werden (Greenpeace 2004, 2007):

- Lagerung in CO<sub>2</sub>-Deponien muss über mehrere Jahrtausende leakagefrei möglich sein,
- Speicherung nur in leeren Öl- und Gaslagerstätten, keine Speicherung in Ozeanen, Kohleflözen, Salzstöcken; Speicherung in Salinen Aquiferen nur nach eingehender Prüfung auf Sicherheit, Nutzungskonflikte und Umweltverträglichkeit,
- keine Nutzung von CO<sub>2</sub> für EOR und EGR,
- Erstellung nationaler/europäischer/internationaler Richtlinien zum Umgang mit der CO<sub>2</sub>-Speicherung,
- keine Anrechenbarkeit von CCS im Rahmen von CDM-Maßnahmen,
- Emissionshandel: bei der Einbindung von CO<sub>2</sub>-Speicherung herrscht noch Diskussionsbedarf,

- Forschung & Entwicklung: öffentliche Forschungsgelder sollten ausschließlich für die Erforschung der Speicher eingesetzt werden (da ihre Sicherheit von öffentlichem Interesse ist),
- Export der Technologie erst nach Prüfung/Nachweis der sicheren Anwendung in Industrieländern.

Überdies sieht Greenpeace für CCS in Industrieländern keinen Bedarf (Greenpeace 2005).

*Germanwatch* lehnt die CO<sub>2</sub>-Speicherung als alleiniges Instrument zur Emissionsminderung ab. Gründe hierfür sind die noch offenen Fragen hinsichtlich der Qualität und Quantität der Lagerstätten, die langen Zeiträume, die bis zur Etablierung einer Speicherung in großem Maßstab zu überbrücken sind und die damit fraglichen Beiträge zur tatsächlichen Emissionsminderung. Außerdem stellt *Germanwatch* die Befürchtung zur Diskussion, dass der großskalige Einsatz der CO<sub>2</sub>-Speicherung den Übergang in ein solares Zeitalter prinzipiell eher verhindern als beschleunigen würde. Aufgrund der erhöhten Stoffflüsse wird CCS aus ökologischen Gründen als problematisch angesehen (*Germanwatch* 2004). Trotzdem hält *Germanwatch* es für notwendig die Option CCS als Klimaschutzinstrument eingehend zu prüfen und steht CCS inzwischen eher optimistisch gegenüber.

Alle Organisationen vertraten auch im Jahr 2007 in groben Zügen noch die Haltungen, die in ihren Positionspapieren (teilweise aus dem Jahr 2004) festgehalten wurden. Unter den NGOs gehören *Germanwatch* und WWF zu den vorsichtigen Befürwortern von CCS. In den Gesprächen war jedoch festzustellen, dass beide NGOs inzwischen noch stärker in die Richtung *pro* CCS argumentieren, vor allem im Hinblick auf CCS als internationale Klimaschutzoption. Dem gegenüber lehnen BUND und NABU den Einsatz von CCS-Technologien ab mit Verweis darauf, dass damit ein nicht-nachhaltiges Energiesystem (basierend auf der Nutzung fossiler Energieträger) mit CCS zementiert würde. Die DUH nimmt keine direkte Haltung gegenüber CCS ein. Vielmehr strebt sie an, durch ihre Meinungsbildungsarbeit den Bau neuer Kohlekraftwerke generell zu verhindern, ob mit oder ohne CCS. Greenpeace Deutschland verfolgte auch 2007 noch die Haltung, die in den Jahren 2004 und 2005 von Greenpeace International erarbeitet und veröffentlicht wurde: gegen CCS. Eine übereinstimmende Position der NGOs ist, dass erneuerbare Energien und Energieeffizienz als Klimaschutzoptionen gegenüber CCS priorisiert werden sollten.

Die NGOs schätzen ihre Bedeutung für die öffentliche Meinungsbildung als teilweise hoch ein. Dies sei jedoch stark davon abhängig, ob ein Thema von der Öffentlichkeit als eher technische oder ökologische Herausforderung wahrgenommen würde. Bisher sind keine ausgesprochenen Anti-CCS-Kampagnen geplant. Lokale Aktionen wurden vom BUND durchgeführt, der dies vom tagesaktuellen Geschehen abhängig macht.

Die Bereitschaft der NGOs, an einer gemeinsamen Informationskampagne mit Ministerien und Industrie teilzunehmen, ist gering: während *Germanwatch* und WWF unter noch festzulegenden Bedingungen durchaus zur Kooperation bereit wären, schließen BUND, NABU, DUH und Greenpeace ein solche Zusammenarbeit aus. Keine der NGO wäre bereit, in einem Netzwerk wie dem Informationszentrum Klima (IZK) (siehe Kapitel 6.5) mitzuwirken, da das IZK als unkritisch gegenüber CCS und als interessengeleitet wahrgenommen wird.

## Fazit

Die deutschen NGO haben keine gemeinsame Position zu CCS. Eine gemeinsame Beteiligung an einer Informationskampagne ist daher auszuschließen. Jedoch wären Germanwatch und WWF unter bestimmten Bedingungen bereit, eine Kooperation mit Ministerien und der deutschen Energieindustrie einzugehen. Wie sich die anderen NGOs in diesem Fall verhalten würden (z.B. in Form von Anti-CCS-Kampagnen o. ä.), kann derzeit nicht beantwortet werden.

## 6.6 Durchführung von Tiefeninterviews weiterer relevanter Akteure in Deutschland

Da das Thema CCS bislang in der allgemeinen Bevölkerung noch nicht verankert ist und daher bei einem großen Teil der Bevölkerung noch keine grundlegende Meinungsbildung stattgefunden hat, wurde im Projekt keine breite Bevölkerungsbefragung durchgeführt. Stattdessen wurden 21 Tiefeninterviews mit Vertretern aus den Bereichen Wissenschaft, Politik, Wirtschaftsverbände, Kirche, REG-Verbände, Verbraucherorganisationen, Gewerkschaft und Industrie durchgeführt (vgl. Kapitel 6.1).

Bis auf ein Interview, das persönlich stattfand, erfolgten alle Interviews telefonisch. Der dazu entwickelte Gesprächsleitfaden befindet sich im Anhang. Er gliedert sich in drei Bereiche: Meinungs- und Sachfragen im Zusammenhang mit CCS, prinzipielle Haltung der entsprechenden Organisation und Diskussion des Themas in der Öffentlichkeit. Berücksichtigt wurde bei der Erstellung des Gesprächsleitfadens der noch frühe Entwicklungsstand von CCS, so dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen theoretischer Betrachtung und empirischer Analyse zustande kam.

### Ergebnisse zu den Meinungs- und Sachfragen im Zusammenhang mit CCS

Die Frage nach der **technischen Ausgereiftheit** von CCS verneinten alle Gesprächspartner in Bezug auf die Speichertechnologie. Die Abscheidung halten einige für bereits machbar. Die meisten allerdings gaben auch da noch Probleme und Entwicklungsbedarf an, vor allem beim Wirkungsgradverlust des Kraftwerks durch die CO<sub>2</sub>-Abscheidung, bei der technischen Optimierung sowie der Reduzierung der Kosten.

Auch die **Wirtschaftlichkeit** stellten viele Gesprächspartner in Frage, einige negierten sie komplett. Einig waren sich alle darüber, dass CCS-Strom teuer sein wird. So hänge die Wirtschaftlichkeit von vielen Faktoren ab. In erster Linie wurden der CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis genannt, dann die Preise für Strom aus alternativen Technologien, der Wirkungsgradverlust sowie allgemein die Entwicklung der Rohstoffpreise. Ein Interviewpartner wies auf die möglicherweise hohen Transportkosten hin sowie auf die Möglichkeit, dass eine mangelnde Akzeptanz die Errichtung von CCS-Kraftwerken massiv verteuern könne.

Einige Interviewpartner waren der Ansicht, dass CCS ab 2020 **kommerziell zur Verfügung** stehen wird, einige gehen davon aus, dass dies erst in 20 bis 30 Jahren der Fall sein wird.

Die Meinungen über die **Notwendigkeit** der CCS-Technologie ging erwartungsgemäß weit auseinander. Zwei Gesprächspartner bezeichneten CCS als „unverzichtbar“ bzw. „unabdingbar“, drei Gesprächspartner nutzten die Begriffe „global sinnvoll“ und „global notwendig“, jeweils mit dem Hinweis auf die Klimaschutzproblematik. Die Vorteile werden in erster Linie in der Erreichung der Klimaschutzziele gesehen, aber auch in der Möglichkeit der

Weiterverwendung von Kohle als Brennstoff („CO<sub>2</sub>-arme Kohleverstromung“). Für Deutschland kann weiterhin Braunkohle als heimischer Energieversorgungsträger genutzt werden, was die Versorgungssicherheit erhöhen würde. Danach kommt die Gruppe, die Skepsis und Vorbehalte gegenüber CCS einräumt, da das Problem der Lagerung und der Akzeptanz geklärt werden müsse. Ein „weiterer Knackpunkt“ sei der Zeitpunkt der kommerziellen Verfügbarkeit. Selbst wenn dies 2020 der Fall wäre, käme CCS als Klimaschutzmaßnahme für die Erreichung der CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele bis 2020 zu spät. Als Alternativen, die bereits jetzt schon genutzt werden können, wurden Energieeinsparmaßnahmen, Energieeffizienz einschließlich der Förderung von KWK-Anlagen und der massive Ausbau der erneuerbaren Energien genannt. Viele Gesprächspartner waren der Ansicht, dass in Deutschland CCS aus diesem Grund gar nicht unbedingt notwendig sei. Einige räumten die Notwendigkeit nur aufgrund der weltweiten Zusammenhänge ein, einige waren der Überzeugung, dass CCS auch weltweit keine Notwendigkeit darstelle und der Energiebedarf komplett durch die genannten Alternativen abgedeckt werden könne.

Von mehreren Gesprächspartnern kam der Vorbehalt der Verlagerung der CO<sub>2</sub>-Problematik auf zukünftige Generationen. Zum Teil wurde ausdrücklich gesagt, die CO<sub>2</sub>-Speicherung könne nicht mit der Problematik des Atommülls verglichen werden, zum Teil wurde dennoch darauf hingewiesen. Dieser generationenübergreifende Aspekt kam von mehreren Seiten.

Auch das Problem der Zentralität wurde angesprochen. Mit der CCS-Technologie würde die jetzige zentrale Struktur der Stromversorgung weiter zementiert. Das sei keine gute Entwicklung. Es solle eher der Weg der Dezentralität verfolgt und auf dezentrale Technologien gesetzt werden. Das gäbe den Menschen individuell auch mehr Verantwortung und Einflussnahme.

Ein Aspekt wurde speziell für Deutschland benannt: Aufgrund der anstehenden Erneuerung des Kraftwerksparks müssen in den nächsten Jahren Entscheidungen über eine Technologie gefällt werden, über die nach Meinung der befragten Personen bis dahin noch keine ausreichenden und keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen werden. Insbesondere über die langfristige Sicherheit von CO<sub>2</sub>-Speichern werden selbst bis 2020 keine fundierten Aussagen getroffen werden können. Das wird als Problem und massiven Vorbehalt gegen CCS gesehen. Man könne nicht heute die Weichen für eine Kraftwerksstruktur, die mittelfristig nur mit CCS Sinn macht, stellen, ohne zu wissen, ob diese Technologie überhaupt funktioniert. Außerdem gäbe es alternative Technologien, die risikoärmer seien und jetzt schon zur Verfügung stünden. Das müsse politisch flankiert werden.

Die Mehrheit der Befragten wies bei der Frage nach der **Sicherheit der Speicher** auf den Forschungsbedarf hin bzw. verwies darauf, dass sie das nicht beurteilen könnten. Nur einer war der Ansicht, die Speicherung sei sicher, falls alles vorschriftsmäßig gemacht würde. Den **Transport** sahen die meisten als nicht so problematisch an, was die Sicherheit betrifft, jedoch wurde mehrfach erwähnt, dass die Infrastruktur für Pipelines sehr teuer werden wird.

Auch die Genehmigung zur **Nutzung von Lagerstätten** wird noch als zu klärende Aufgabe gesehen. Bei der Frage nach der **Haftung** sagten einige der Befragten, das sollten die Kraftwerksbetreiber übernehmen, und zwar ohne Haftungsbeschränkung, einige wollten das „den Staat klären lassen“.

### **Ergebnisse zur prinzipiellen Haltung der jeweiligen Organisation**

Ein Drittel der befragten Organisationen bekannte sich zu CCS als sinnvoller Option der Stromerzeugung, zum Teil mit dem Hinweis auf den Brückenfunktionscharakter. Für andere hat CCS derzeit keine Priorität, weshalb es auch keine offizielle Position zu dieser Technologie gibt, einige haben fundamentale Kritik und Vorbehalte gegen CCS bis hin zu einer dezidierten Ablehnung.

### **Ergebnisse zur Diskussion des Themas in der Öffentlichkeit**

Den **Informationsstand** in der Bevölkerung beurteilten alle Gesprächspartner als gering. Die Mehrheit der Befragten schätzt die Meinung der Bevölkerung zu CCS als ambivalent, geteilt oder noch nicht vorhanden ein. Sie gingen aber davon aus, dass es bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung Kritik und Akzeptanzprobleme geben wird. An der Berichterstattung in den Medien gab es kaum Kritik.

Die meisten Befragten waren der Ansicht, dass **mehr über CCS berichtet** werden sollte. Einige wiesen darauf hin, dass es noch nicht mehr zu berichten gäbe und einige, dass der Prozess von allein in Gänge komme, sobald das Thema dringlicher werde.

Auf die Frage, **was die öffentliche Meinung am meisten beeinflusst**, wurde mehrheitlich der Klimawandel genannt, danach Referenz- und Demoprojekte, aber es wurden auch Ängste bzw. Sicherheit genannt sowie Kosten.

Die Frage nach der **Vertrauenswürdigkeit** in der Öffentlichkeit wurde sehr unterschiedlich beantwortet. Es gab eine leichte Tendenz zu NGOs und Verbraucherverbänden sowie den Kirchen. Es wurde aber mehrfach darauf hingewiesen, dass es auf die Themenstellung ankäme.

Zur **Kommunikation der Risiken** von CCS, wurde eine transparente, ehrliche, sachliche und offene Kommunikation gefordert. Es dürfe nichts verschwiegen, nichts heruntergeredet werden, keine falschen Hoffnungen dürften geweckt werden. Aufklärung und genaue Berichterstattung über technische Fortschritte seien erforderlich. Es müsse bei der Berichterstattung über Demoprojekte auch darauf hingewiesen werden, dass selbst bei der erfolgreichen Einspeisung von CO<sub>2</sub> noch keine Aussagen über die langfristige Sicherheit des Speichers getroffen werden können. Verschwiegene Risiken würden mehr Schaden anrichten.

Auf die Frage, welche Maßnahmen man ergreifen könne, um eine sachliche Diskussion zu führen und eine **Polarisierung zu vermeiden**, wurde appelliert, CCS nicht mit Kernenergie zu vergleichen, eher mit Erdgas, aber auch nicht den erneuerbaren Energien gegenüberzustellen. Es gab aber auch Meinungen, Polarisierung ließe sich nicht vermeiden. Das könne im Diskussionsprozess auch förderlich sein. In diesem Zusammenhang sei auch eine frühzeitige Risikokommunikation wichtig.

Die überwiegende Mehrheit sprach sich für eine **frühzeitige Informationsstrategie** aus. Der Prozess müsse jetzt angestoßen werden. Eine Breitenbefragung zum jetzigen Zeitpunkt hingegen hielten die Gesprächspartner für verfrüht. Die Bevölkerung müsse erst umfassend informiert werden.

## **Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse**

Von der Tendenz her können zusammenfassend folgende Aussagen getroffen werden: Es gibt insbesondere bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung große Forschungslücken. Auch bei der Abscheidung muss es noch technische Verbesserungen geben, vor allem beim Wirkungsgradverlust und den Kosten. Der Strom aus CCS-Kraftwerken wird sich verteuern im Vergleich zu heute. Die Wirtschaftlichkeit ist nicht gegeben, sondern ist von vielen Faktoren abhängig. Die Technologie wird erst spät, wenn nicht sogar zu spät kommen. Für Deutschland ist sie nicht unbedingt notwendig; es gibt Alternativen. Einige Befragte sind der Meinung, diese Alternativen könnten auch den weltweiten Energiebedarf ohne CCS decken. Die meisten jedoch gehen von einer globalen Notwendigkeit von CCS aus. Aufgrund der weltweit begrenzten Speicher wird der CCS-Technologie jedoch nur eine Brückenfunktion zugebilligt, bis der Ausbau der erneuerbaren Energien den Energiebedarf decken kann.

Bis auf wenige Ausnahmen wurde der gesellschaftlichen Akzeptanz ein hoher Stellenwert eingeräumt. „CCS wird keine technische, sondern eine gesellschaftliche Debatte sein, weil es mit Risiken behaftet ist“, so die Aussage eines Gesprächspartners. Die gesellschaftliche Akzeptanz kann somit zu einem Kipppunkt für die CCS-Technologie werden. Alle Interviewpartner plädierten für eine frühzeitige und umfassende Berichterstattung, für eine transparente Risikokommunikation sowie für einen offenen Dialogprozess.

## **Analyse der Einschätzung von durch CCS-Forschungs- und Demonstrationsvorhaben Betroffenen**

Um die potenzielle Gruppe der Personen, die durch CCS heute schon „betroffen“ sind, mit in die Analyse einbeziehen zu können, wurde im Rahmen dieses Arbeitspaketes mit dem Geoforschungszentrum Potsdam (Professor Borm) kooperiert. Die bisher gewonnenen Erfahrungen bei der Umsetzung des von der EU-geförderten CO<sub>2</sub>-Speicherprojekts „CO<sub>2</sub>-Sink“ können daher im Projekt verwendet werden. Es stellte sich heraus, dass die Bevölkerung von Ketzin wenig Interesse an dem Projekt zeigte. Es gab regelmäßige Anhörungen im Rathaus über das Projekt, zu denen der Bürgermeister einlud mit wenig Resonanz. Die Fragen, die die „Betroffenen“ immer wieder stellten, waren: „Wozu brauchen wir das? Was habe ich davon? Ist das gefährlich?“ Es wird davon ausgegangen, dass die Haltung der Bevölkerung von Ketzin zu dem CO<sub>2</sub>-Speicher-Projekt nicht repräsentativ ist. Mit einer kommerziell ausgerichteten CO<sub>2</sub>-Speicherung kann man das CO<sub>2</sub>-Sink-Projekt nicht vergleichen. Auf eine ursprünglich angedachte Breitenbefragung unter der Bevölkerung von Ketzin (ca. 6.500 Einwohner) wurde daher verzichtet. Stattdessen wurden die Protokolle der Stadtverordnetenversammlungen und der Hauptausschusssitzungen analysiert. Die Protokolle geben jedoch nur Auskunft darüber, dass über das CO<sub>2</sub>-Sink-Projekt berichtet wurde und nicht über die Inhalte der Sitzungen bzw. wie die Resonanz unter den Stadtverordneten war. Insofern kann hier nur auf die Analyse der lokalen Presse verwiesen werden.

## **7 Relevante Faktoren für die gesellschaftliche Akzeptanz und deren Bedeutung**

### **7.1 Informationsstand der Bevölkerung**

Aus der Literaturrecherche ergab sich, dass der Informationsstand über CCS in der breiten Bevölkerung sehr niedrig ist. Länder, in denen Bürgerbefragungen durchgeführt wurden waren im Wesentlichen die USA, Niederlande, Japan, Großbritannien, Schweden und Kanada. In der Regel war es notwendig, die Befragten zunächst zu informieren, bevor Einstellungen zu CCS im Detail erhoben werden konnten. Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz nach der Informationsvermittlung größer war als vorher, naturgemäß hängen aber die Meinungen stark vom Tenor der gegebenen Information ab. Die Ergebnisse aus den empirischen Befragungen von Fachleuten zeigten, dass diese den Informationsstand in der Bevölkerung als sehr niedrig einschätzen.

Der Kontext der Information spielt ebenfalls eine Rolle. So dürften die CCS-Technologien beispielsweise eher akzeptiert werden, wenn sie als Alternative zur Kernenergienutzung dargestellt werden, als im Kontext erneuerbarer Energien, wo sie grundsätzlich ungünstig abschneiden und noch am ehesten als Brückentechnologie akzeptiert werden, wenn es darum geht, Zeit für die Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien zu gewinnen. Des Weiteren hat die persönliche Betroffenheit einen starken Einfluss; der üblicherweise höhere Informationsstand Betroffener wirkt sich zuungunsten der Technologie aus, wenn mehr Nachteile als Vorteile für die Betroffenen wahrgenommen werden. Dies ist sogar im Fall der von großen Bevölkerungsteilen akzeptierten Windenergie festzustellen.

Nach Meinung der befragten Experten und Multiplikatoren ist CCS kaum in der öffentlichen Diskussion präsent, wird aber auch von anderen Akteuren nicht ausreichend diskutiert. Das Thema wird noch am ehesten von der Energiewirtschaft und den NGOs angesprochen. Es gab aber auch Befragte, die meinten, dass eine Diskussion in der Öffentlichkeit noch nicht relevant sei, da das Thema noch nicht dringlich ist.

Ohne diese Informationen wird es laut Experten zunächst an konkreten Anlagenstandorten ablehnende Haltungen zu CCS geben, insbesondere bei der Planung neuer Kohlekraftwerke. In erster Linie wird es dabei nicht um die Ablehnung der CCS-Technologien, sondern um das Fehlen der Akzeptanz für neue Kohlekraftwerke gehen (vgl. auch Kapitel 3.6.1, Parallele zum historischen Widerstand gegen Atomkraftwerke). Die Widerstände gegen konventionelle Kohlekraftwerke zeigen derzeit bereits eine enorme Breitenwirkung. Beispiele sind der Verzicht von RWE auf ein neues Kohlekraftwerk im Saarland aufgrund von Protesten in der Bevölkerung und die derzeit laufende Diskussion um einen zusätzlichen Kohlekraftwerksblock der EnBW in Karlsruhe.

Informations- und Aufklärungskampagnen sind gerade bei der Planung der ersten Demonstrationsanlagen und Speichervorhaben von besonderer Bedeutung für die langfristige Akzeptanz der CCS-Technologie.

Aus keiner der Untersuchungen kristallisierten sich Hinweise heraus, ob bestimmte gesellschaftliche Gruppen – charakterisiert durch bestimmte sozialstrukturelle Merkmale – die CCS-Technologien mehr oder weniger akzeptieren könnten. Erfahrungsgemäß sind höher gebildete und einkommensstärkere Gruppen besser informiert als andere, da aber unklar ist,

in welche Richtung sich ein höherer Informationsstand über CCS auswirken wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt keine Abschätzung hinsichtlich der CCS-Akzeptanz möglich. Momentan dürfte das Thema CCS in der breiten Bevölkerung Deutschlands – wenn überhaupt – „neutral“ wahrgenommen werden.

## 7.2 Bedeutung des wahrgenommenen Nutzens für die Akzeptanz

Einer der entscheidenden Faktoren für die Akzeptanz einer Technologie in der Bevölkerung ist der wahrgenommene Nutzen sowohl auf der individuellen als auch auf der gesellschaftlichen Ebene. Im Rahmen dieser Studie wurde aufgezeigt, welchen Nutzen die Bevölkerung in Bezug auf die CCS-Technologien wahrnehmen könnte und welche Auswirkungen damit für die Akzeptanz verbunden sein können.

An erster Stelle wird der wahrgenommene Nutzen der CCS-Technologien für den Klimaschutz betrachtet. Klimaschutz und Maßnahmen zur Zielerreichung werden als notwendig angesehen, was aus den durchgeführten Befragungen der Multiplikatoren-Gruppen abgeleitet werden kann. Die Einschätzung, ob die CCS-Technologien ein geeignetes Instrument für den Klimaschutz darstellen, ist jedoch aktorsgruppenabhängig. Obwohl einige Multiplikatoren die Meinung vertreten, dass insbesondere Deutschland und die Europäische Union auf CCS als Maßnahme zur CO<sub>2</sub>-Reduktion nicht unbedingt angewiesen sind, sehen sie auf globaler Ebene CCS dennoch als notwendig an. Die Beurteilung der Technologie in der Bevölkerung kann vor diesem Hintergrund entsprechend variieren. Auf der individuellen Ebene wird die CCS-Technologie möglicherweise als global notwendig anerkannt, für den Einsatz in Deutschland könnte sie dagegen abgelehnt werden.

Ein weiterer wahrgenommener Nutzen stellt die Ressourcendiversität und damit die Versorgungssicherheit dar. Durch Einsatz der CCS-Technologien könnte Kohle klimaschonender verstromt werden, wodurch ihr Beitrag zur nationalen Energieversorgung selbst unter hohen Klimaschutzanforderungen mittelfristig stabilisiert oder sogar gesteigert werden könnte. Für Deutschland würde das die weitere Nutzung heimischer Braunkohle sicherstellen, welche die Energieversorgungssicherheit erhöht und gleichzeitig Arbeitsplätze in Deutschland erhält oder sogar schafft. Dies könnte von der Bevölkerung als gesellschaftlicher Nutzen wahrgenommen werden und somit zu einer Erhöhung der Akzeptanz beitragen.

Neben dem möglichen absoluten Nutzen der CCS-Technologien kommt bei der Bewertung auch dem relativen Nutzen bzw. dem relativen Vorteil der CCS-Technologien gegenüber oder im Verbund mit anderen Klimaschutzoptionen eine wichtige Bedeutung zu. So steigt der wahrgenommene Nutzen von CCS, wenn die CCS-Technologien als eine „sinnvolle Brückenoption“ bzw. „Übergangslösung“ angesehen werden, um Zeit für die weitere Entwicklung der erneuerbaren Energien zu gewinnen. Dieses Argument wird von verschiedenen Multiplikatoren-Gruppen unterschiedlich bewertet. Beispielsweise befürchten die NGOs und andere Umweltgruppen, dass eine derartige den CCS-Technologien zugeschriebene Eigenschaft als ein „Freibrief“ genutzt wird, z.B. von den Kraftwerksbetreibern, der diesen erlaubt, dauerhaft Kohle zur Stromerzeugung zu nutzen. Einen weiteren, die Akzeptanz beeinflussenden Aspekt stellt die Gegenüberstellung von CCS-Technologien zu anderen Klimaschutzoptionen dar. So erwarten einige Akteursgruppen, dass insbesondere globale Klimaschutzbeiträge über die CCS-Technologien deutlich kostengünstiger erschlossen werden können als über den Ausbau erneuerbarer Energien.

Zu den positiven Faktoren für eine Steigerung der Akzeptanz der CCS-Technologien zählen je nach Akteurssicht die Möglichkeit, weitgehend an den bestehenden zentralen Versorgungsstrukturen festhalten zu können, die Schaffung neuer Arbeitsplätze durch den Bau neuer CCS-Kraftwerke bzw. die Nachrüstung bestehender Anlagen sowie die Exportchancen von CCS-Technologien in andere Länder (z. B. China und Indien). Die genannten Aspekte wirken sich positiv auf die Wahrnehmung der einzelnen Akteursgruppen aus und können auch zu einem individuellen, die Akzeptanz beeinflussenden Nutzen führen.

### 7.3 Technisch bedingte Faktoren zur Beeinträchtigung der Akzeptanz

Mit der Entwicklung von CCS-Technologien reagiert die Energiewirtschaft auf die Anforderungen des Klimaschutzes, die Emissionen von Treibhausgasen zu vermindern. Der Einsatz von CCS-Technologien würde es allerdings mit sich bringen, dass der Aufwand und damit die Kosten bei der Stromerzeugung gegenüber Vergleichsanlagen ohne CCS steigen würden. Als Folge könnten CCS-Technologien als Auslöser für **steigende Energiepreise** (bzw. Elektrizitätspreise) angesehen werden. Dies könnte wiederum die Akzeptanz negativ beeinflussen, da die Sensibilität der Bevölkerung gegenüber steigenden Energiepreisen steigt.

Aus einer Betrachtung des Gesamtsystems heraus greift eine Argumentationskette natürlich zu kurz, welche die Technologien zur Minderung von Treibhausgasen als Ursache für Kosten- und Preissteigerungen ausmacht. Letztlich verursachend wirken die neuen Anforderungen des Klimaschutzes, die an die Stromerzeugung gestellt werden und die mittelfristig nur mit aufwändigeren Technologien wie CCS erfüllt werden können. Eine gesamtwirtschaftlich effiziente Abwägung wird daher zu einem Technologiemix führen, bei dem die kostengünstigsten und gleichzeitig klimaverträglichsten Technologien zum Einsatz kommen. Aus heutiger Sicht werden aber alle Lösungen, also auch erneuerbare Energien oder CCS-Technologien zu höheren Kosten führen als das derzeitige System, das allerdings nicht im Einklang mit dem Klimaschutz steht. Zu beachten ist ferner, dass den höheren Aufwendungen für den Klimaschutz die Vermeidung von Klimafolgekosten gegenüber steht. Unabhängig von dieser Betrachtung des Gesamtsystems und der Kosten von Konkurrenztechnologien könnten CCS-Technologien jedoch durch eine verkürzte Argumentation für höhere Strompreise verantwortlich gemacht werden, ohne dass die Relation zu konkurrierenden Technologien für Klimaschutz beachtet wird.

Kraftwerke, die mit Anlagen zur Abscheidung von CO<sub>2</sub>, dessen Komprimierung und Transport ausgerüstet sind, weisen zwangsläufig einen höheren Eigenbedarf an Energie auf als vergleichbare Anlagen ohne CO<sub>2</sub>-Abscheidung. Die Nutzung von CCS führt also dazu, dass die Stromerzeugung mit einem **höheren Ressourcenverbrauch** verbunden ist. Die Gewinnung von Energieressourcen ist jedoch wiederum auch mit negativen Auswirkungen auf die Natur, die Umwelt und auf Menschen verknüpft, so dass der gegenüber heute steigende Ressourcenbedarf die Akzeptanz negativ beeinflussen könnte. Konkret könnte die noch stärkere Ausbeutung von Energieressourcen auf Kosten des Wohlergehens zukünftiger Generationen kritisiert werden oder aber die noch stärkere Landschaftsinanspruchnahme durch den Tagebau.

Mit der Nutzung von CCS werden im Rahmen der Genehmigungsaufgaben **Umwelteffekte** verbunden sein, wie das auch bei anderen Technologien zur Stromerzeugung der Fall ist. Diese zum Teil im Zusammenhang mit Kraftwerken neuartigen Umwelteffekte wie z.B. Emis-

sionen von Aminen aus einer Rauchgaswäsche können ebenfalls die Akzeptanz der Technologie beeinflussen. Dies könnte auch der Fall sein, selbst wenn andere, bei konventionellen Kraftwerken auftretenden Umwelteffekte wie z.B. herkömmliche Luftschadstoffemissionen mit der Einführung von CCS deutlich gemindert werden.

Die Errichtung und der Betrieb von Kraftwerken mit CCS sowie der Transportinfrastruktur und die Speicherinfrastruktur für CCS können **negative wirtschaftliche Auswirkungen** für Dritte bewirken. Im Einzugsbereich von Speichern und der Transportinfrastruktur können aufgrund der Risikowahrnehmung die Immobilien- und Grundstückspreise negativ beeinflusst werden. Das gleiche könnte grundsätzlich auch für die Umgebung von Standorten von CCS-Kraftwerken gelten, wenn diese an neuen, bisher nicht für Kraftwerke genutzten Flächen errichtet würden, was jedoch eher unwahrscheinlich ist. Auslöser für eine Neubewertung von Immobilien aufgrund der Existenz von CO<sub>2</sub>-Infrastrukturen könnte die Befürchtung von Unfällen mit Gefahren für die menschliche Gesundheit sein. Dies beträfe vor allem Wohnimmobilien. Ebenfalls denkbar wäre eine veränderte Bewertung landwirtschaftlicher Flächen aufgrund der Gefahr von diffusen CO<sub>2</sub>-Leckagen, die die Zusammensetzung der Bodenluft negativ beeinflussen und damit wiederum die Erträge mindern würden.

#### 7.4 Gefahrenpotenziale

Die Konkretisierung der Gefahrenpotenziale und die Abschätzung der Risiken lassen den Schluss zu, dass es weder im ungestörten noch im gestörten Betrieb sicherheitstechnische Aspekte gibt, die zum generellen Ausschluss der Abscheidung in Kraftwerken, des Transportes und der geologischen Speicherung von Kohlendioxid führen.

Auch während des ungestörten Betriebes existieren Gefahrenpotenziale bei der Abscheidung und Speicherung. Die Gefahren und die Risiken bei der Abscheidung sind anders, aber nicht unbedingt höher einzuschätzen als im Vergleich zu bereits etablierten großtechnischen Industrieanlagen und werden durch existierende Genehmigungsverfahren abgedeckt. Der Umstand der Neuartigkeit kann jedoch die Zulassung und Einführung der CCS Technik erschweren und deren Akzeptanz beeinflussen. Einen größeren Einfluss auf die Akzeptanz würde hingegen eine schleichende Freisetzung von CO<sub>2</sub> aus den Speichern haben. Derzeit sind weder die genauen Vorgänge bzw. das Langzeitverhalten bei der Speicherung bekannt, noch besteht Einigkeit über „akzeptable Leckageraten“. Dauerhafte Leckagen könnten aber über existierende Überwachungsmethoden erfasst und damit transparent gemacht werden, was sich akzeptanzsteigernd auswirken könnte – ebenso wie die Durchführung von Risikoanalysen im Vorfeld der Erschließung.

Größere Auswirkungen auf die Akzeptanz hätte der gestörte Betrieb (Störfälle/Unfälle). Er kann bei allen drei Prozessstufen Abscheidung, Transport und Speicherung auftreten. Für alle Prozessstufen können Analogieschlüsse aus anderen Industriezweigen, z.B. der Erdgas- / Erdölindustrie oder der chemischen Industrie, gezogen werden. Dabei zeigt sich, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit gering und das Schadensausmaß in der Regel klein ist. Es existieren Überwachungssysteme und Notfallpläne, die auf die CCS Techniken übertragen werden können. Dennoch können diese Gefahrenpotenziale eine große Auswirkung auf die Akzeptanz haben, wie erste Beispiele bereits zeigen (Altmark in Sachsen-Anhalt).

## 7.5 Risikowahrnehmung

Die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung wird ein bedeutender Faktor für die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS sein. Das verdeutlichen die Auswertungen bisheriger Studien zur Risikowahrnehmung und zur Akzeptanz ausgewählter Energietechnologien (Kernenergie, Windenergie, Erdgasspeicher), die im Rahmen dieses Projekts vorgenommen wurden. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass „Risikotechnologien“ denen ein hohes Katastrophenpotenzial („dread risk“) zugeschrieben wird, besonders mit Akzeptanzproblemen behaftet sind. Wie das Beispiel der Kernenergie zeigt, ist die gesellschaftliche Akzeptanz einer Energietechnologie auch durch die Entwicklung und die Kommunikation von Maßnahmen zur Erhöhung der technischen Sicherheit kaum noch positiv beeinflussbar, wenn sich ihre Wahrnehmung in der Bevölkerung als Risikotechnologie mit „dread-risk“-Potenzial erst einmal verfestigt hat. Insofern kommt schon der „Erstansprache“ der Bevölkerung eine hohe Bedeutung zu.

In Bezug auf CCS hat sich in der deutschen Bevölkerung bisher noch keine grundlegende Risikowahrnehmung herausgebildet, da das Thema noch weitgehend unbekannt ist. Es ist aber davon auszugehen, dass sich mit der fortschreitenden Weiterentwicklung der Technologien auch die Aufmerksamkeit für ihre Gefahrenpotenziale erhöhen und damit auch eine Risikowahrnehmung in der Öffentlichkeit entstehen wird. In welche Richtung sie sich entwickeln wird, ist zurzeit aufgrund des frühen Entwicklungsstands von CCS noch offen. Selbst die Frage, ob CCS überhaupt als „Risikotechnologie“ beurteilt werden wird, ist derzeit noch nicht abzusehen. Im weiteren Verlauf der Technologieentwicklung und -erprobung wird es daher darauf ankommen, die Herausbildung der Risikowahrnehmung durch eine gezielte Kommunikation der Risiken zu begleiten. Für die Ausgestaltung einer solchen Risikokommunikation lassen sich aus den vorliegenden Projektergebnissen folgende Hinweise ableiten:

1. Die Analyse der Gefahrenpotenziale von CCS hat verdeutlicht, dass die Abscheidung, der Transport und die Speicherung von CO<sub>2</sub> unterschiedliche Gefahrenpotenziale aufweisen. Es ist daher anzunehmen, dass auch die Risikowahrnehmung von CCS im Hinblick auf diese drei Schritte unterschiedlich sein wird. So ist zu vermuten, dass die Abscheidung von CO<sub>2</sub> im Kraftwerk kaum als Risiko wahrgenommen werden wird. Hingegen zeigen die Ergebnisse der Befragungen von Fachleuten, Studierenden, Journalisten und NGOs, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurden, dass dem Transport und vor allem der Speicherung Risiken für die Umwelt und für künftige Generationen zugeschrieben werden, die auch Eingang in die Risikowahrnehmung der Bevölkerung finden werden. Im Hinblick auf die Kommunikation der Risiken wird es daher vor allem darauf ankommen, Verfahren des Dialogs zu entwickeln, in denen Experteneinschätzungen zu den „objektiven“ Gefahrenpotenzialen des Transports und der Speicherung mit der Wahrnehmung ihrer Risiken durch die Bevölkerung abgeglichen werden können. Dabei ist davon auszugehen, dass Unfälle, die im Zusammenhang mit CO<sub>2</sub> bereits aufgetreten sind, in diesem Zusammenhang thematisiert werden. Die Ängste, die dadurch in der Bevölkerung entstehen können, müssen ernst genommen und bei der Kommunikation der Risiken berücksichtigt werden.

2. Auf der Grundlage der Auswertung bisheriger Studien zur Risikowahrnehmung und zur Technikakzeptanz lässt sich vermuten, dass sich die Wahrnehmung der Risiken nicht nur im Hinblick auf die unterschiedlichen Schritte von CCS, sondern auch in einzelnen Bevölkerungsgruppen unterscheiden wird. Dabei ist anzunehmen, dass sich (mindestens) drei Gruppen herausbilden werden: die Indifferenten (die sog. „schweigende Mehrheit“), die Betroffenheitsaktivisten und entschiedene Gegner. Die „schweigende Mehrheit“ ist in der Regel nur wenig interessiert bzw. informiert und weist keinen festgelegten Standpunkt auf. Sie ist damit, zumindest zu Beginn eines gesellschaftlichen Kommunikationsprozesses, offen für Informations- und Meinungsbildungsstrategien. Betroffenheitsaktivisten engagieren sich dann, wenn in ihrem Umfeld Projekte geplant werden, mit denen sie spezifische Nachteile verbinden. Sie entwickeln entsprechende Abwehrstrategien vor Ort (z. B. Beschwerden, Klagen, Öffentlichkeitskampagnen), die sich auch negativ auf die intuitive Risikowahrnehmung der Öffentlichkeit auswirken können. Entschiedene Gegner weisen weltanschauliche oder wertrationale Einstellungen auf, die dazu führen können, dass die CCS-Technologien generell abgelehnt werden. Im Hinblick auf diese Gruppe sind Kommunikationsstrategien von Seiten der CCS-Befürworter generell wenig erfolgversprechend. Die Kommunikation von Risiken der CCS-Technologien wird daher nur dann erfolgversprechend sein, wenn sie auf die jeweilige Zielgruppe ausgerichtet ist, mit der eine Verständigung stattfinden soll.
3. Die Ergebnisse der Befragungen des Projekts deuten darauf hin, dass die Abscheidung, der Transport und die Speicherung von CO<sub>2</sub> in der Wahrnehmung der Bevölkerung kein „dread-risk“-Potenzial haben werden. Risiken für die Umwelt und künftige Generationen wurden von den befragten Fachleuten und Studierenden überwiegend als schwierige, aber lösbare Herausforderungen bewertet. Strategien der Risikokommunikation sollten darauf ausgerichtet sein, diese Einschätzung von Risiken seitens der Experten auch in der Bevölkerung erfolgreich zu „spiegeln“.
4. Sollte die Bewertung des Katastrophenpotenzials von CCS in der Bevölkerung gering ausfallen, ist die gesellschaftliche Akzeptanz der Technologien damit aber noch lange nicht positiv entschieden. Die Auswertung bisheriger Studien zur Risikowahrnehmung und Technikakzeptanz hat veranschaulicht, dass es sich bei der Risikoeinschätzung von Laien um eine intuitive Wahrnehmung von Risiken handelt, die nicht nur von der Einschätzung des Katastrophenpotenzials, sondern von einer Vielzahl weiterer Faktoren und Prozesse beeinflusst wird. Dazu gehören neben der intuitiven Bewertung der Eigenschaften der Risikoquelle und der Risikosituation vor allem auch affektive Prozesse, mentale Modelle, kognitive Faktoren und der kulturelle Kontext. In der Risikokommunikation sollten solche Prozesse und Faktoren berücksichtigt werden. So könnten Kommunikationsstrategien, die es den Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, eine Vorstellung von der Vertrauenswürdigkeit der Informanten zu bekommen, dazu beitragen, dass die Risiken von CCS als kontrollierbar eingeschätzt werden. Diese Einschätzung würde sich positiv auf die gesellschaftliche Akzeptanz auswirken.
5. Die intuitive Wahrnehmung von Risiken der CCS-Technologien in der Bevölkerung wird auch durch die Berichterstattung in den Medien beeinflusst werden. Die Ergebnisse der Medienanalysen im Rahmen des Projekts haben gezeigt, dass die Bewer-

tung von CCS in den deutschen Printmedien bislang relativ ausgeglichen ist. Durch die Darstellung von CCS in den Medien wird die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung somit bisher nicht einseitig geprägt. Auch zukünftig sollte auf eine ausgewogene Berichterstattung geachtet werden, in der nicht nur Risiken, sondern auch Vorteile von CCS thematisiert werden.

Diese Hinweise für die Ausgestaltung von Strategien der Risikokommunikation, die sich im Hinblick auf CCS aus den Projektergebnissen ableiten lassen, könnten im Zusammenhang mit den CCS-Pilot- und Demonstrationsprojekten (u. U. international vergleichend) erprobt und darauf aufbauend für einen zukünftigen, breiten Einsatz von CCS weiter konkretisiert werden.

## 7.6 Bedeutung der Positionierung wesentlicher Multiplikatoren für die Akzeptanz

Die Einstellung der Multiplikatorengruppen zu CCS hat einen entscheidenden Einfluss auf die Informationsvermittlung und die Akzeptanzbildung. Die Auswertung der im Rahmen des Projektes durchgeführten Befragung von Multiplikatoren ergab, dass in der Bevölkerung Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs) das größte Vertrauen genießen. An zweiter Stelle folgen die Kirchen und Verbraucherorganisationen. In einigen Bevölkerungsgruppen wird auch den Gewerkschaften hohes Vertrauen entgegen gebracht. Es handelt sich dabei um diejenigen Organisationen, die der CCS-Technologie derzeit eher kritisch, wenn nicht gar ablehnend gegenüberstehen. Erstellt man ein Ranking der Vertrauenswürdigkeit, so finden sich die Wissenschaftler und Experten im oberen Mittelfeld, die politischen Parteien im mittleren Bereich. Der Industrie wird demgegenüber kein oder wenig Vertrauen entgegen gebracht. Auch Einzelpersonen mit hohem Bekanntheitsgrad können mit ihren Äußerungen maßgeblich die gesellschaftliche Wahrnehmung von CCS beeinflussen.

Die politischen **Parteien** beeinflussen die Meinungsbildung insbesondere durch die Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens für CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Transport und -Speicherung und die Einordnung der Technologielinie im Rahmen der übergeordneten Energie- und Klimapolitik. Derzeit wird CCS in diesem Zusammenhang von den Parteien sehr unterschiedlich bewertet.

Die **Verbraucherverbände, Gewerkschaften** und **Kirchen** wissen um das Vertrauen, das sie in der Bevölkerung besitzen. Sie werden diesen Vertrauensvorschub nutzen, um nicht nur ihre Position zu CCS darzulegen, sondern das Für und Wider in Bezug auf die CCS-Technologien in die gesellschaftliche Debatte einzubringen und einen Dialogprozess zu starten. Ähnlich wie bei den NGOs mit Fokus auf Klima- und Umweltschutz spielt bei diesen Multiplikatorengruppen auch aufgrund der nur geringen Anzahl von Akteuren, die sich in den jeweiligen Institutionen mit dem Thema auseinandersetzen, die persönliche Überzeugung des Sprechers eine wesentliche Rolle in der Meinungsfindung für oder gegen CCS. Dem Dialogprozess, der sich erst dank der unterschiedlichen Einstellungen entwickeln kann, kommt auch vor diesem Hintergrund eine hohe Bedeutung zu. Er wird von einigen Multiplikatoren als konstruktiv und positiv angesehen.

Wissenschaftler und andere **Experten** sind sich ihres Einflusses auf die Öffentlichkeit durchaus bewusst. Sie haben die Möglichkeit, die Debatte um CCS auf eine sachliche Ebene zu führen. Aufgrund der zeitlichen Beanspruchung und Schwerpunktsetzung der Experten bleibt

für Stellungnahmen in der Öffentlichkeit, z. B. auf öffentlichen Foren oder in Fernseh- und Rundfunk-Interviews, jedoch kaum Zeit. Im Hinblick auf die Akzeptanz von CCS in der Öffentlichkeit gibt es in dieser Gruppe ein breites Spektrum an Meinungen. Die Bandbreite reicht dabei von Aussagen, dass es keine Akzeptanzprobleme geben wird, bis zur Erwartung von sehr emotionalen Argumentationen gegen CCS. Einige Experten gehen dagegen davon aus, dass es erst einmal keine Vorbehalte gegen die Technologie geben wird, sich aber der Widerstand in dem Moment formieren wird, in dem erste kommerziell betriebene CO<sub>2</sub>-Speicherstätten bekannt gegeben werden oder wenn erste Unfälle auftreten. Das Kriterium der direkten Betroffenheit wird aus Sicht der Experten hier eine wichtige Rolle spielen.

NGOs haben keine einheitliche Position in Bezug auf CCS. Allein die klare Ablehnung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Meerwassersäule (die übrigens auch von den übrigen Gruppen abgelehnt wird) und die Bevorzugung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz als Klimaschutzoptionen gegenüber CCS wird von allen NGOs geteilt. Während Germanwatch und WWF der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Speicherung positiv gegenüberstehen, wird sie von Greenpeace, BUND, NABU, DUH und Robin Wood abgelehnt. Als Argument, das für die Nutzung von CCS spricht, wird insbesondere angeführt, dass die Nutzung sämtlicher Optionen für den Klimaschutz notwendig ist, insbesondere wenn der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien stockt und nicht so hohe Effizienzsteigerungen erzielt werden können wie erforderlich. Zudem wird erwartet, dass große Industrie- und Schwellenländer (USA, China, Indien) kaum von der Nutzung der heimischen Kohlevorkommen abgehalten werden können. Wesentliche Argumente gegen CCS sind insbesondere die unterstellte Blockadefunktion von CCS beim Wechsel zu einer nachhaltigen speziell auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung sowie die möglichen Risiken der Speicherung in Bezug auf die langen erforderlichen Zeithorizonte.

Die Bedeutung der jeweiligen Multiplikatorengruppen für die Meinungsbildung ist individuell unterschiedlich, so dass kommunikative Maßnahmen nach Möglichkeit alle Gruppen einbeziehen sollten. Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, dass für die Außendarstellung von CCS, aber auch für die Analyse der Chancen und Grenzen neuer Technologien insgesamt ein neutraler, von Partialinteressen unabhängiger Schiedsrichter, der sich zwangsweise aus der Gruppe der Multiplikatoren rekrutieren müsste. Aus derzeitiger Sicht kommen dafür nur Experten aus der Wissenschaft oder aber exponierte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens mit hohem Anerkennungsgrad über weite gesellschaftliche Gruppen in Frage. Von den meisten Multiplikatoren wird selber die Notwendigkeit einer frühzeitigen, sachlichen und transparenten Information der Bevölkerung für notwendig gehalten. Kritiker und Befürworter der CCS-Technologien sollten gleichermaßen in einen Dialog eingebunden werden. Insgesamt sollte dem Thema Kommunikation mehr Bedeutung zukommen, damit der Informationsstand in der Bevölkerung auf ein Niveau angehoben wird, auf dem eine Akzeptanzbildung stattfinden kann.

## **7.7 Kommunikation (Art und Weise)**

Akteursgruppen, die über CCS berichten, können unterschiedliche Medien nutzen (Massenmedien, persönliche Kommunikation). Die Medienwahl ist ein wichtiger Faktor für die Entwicklung von gesellschaftlicher Akzeptanz. Vor allem die Aufmerksamkeit, das Interesse der

Öffentlichkeit an CCS und die Vermittlung von Wissen können in einem ersten Schritt am besten mit Hilfe der Massenmedien<sup>45</sup> (TV, Zeitung, Internet, etc.) geweckt und forciert werden. Der vorliegende Bericht hat verdeutlicht (vgl. auch Kapitel 3.4), dass das Thema CCS in der breiten Öffentlichkeit noch weitestgehend unbekannt ist, besonders vor diesem Hintergrund spielen die Medien eine zentrale Rolle. Ein wesentlicher Einfluss auf die Entwicklung von Akzeptanz ist erst in einem zweiten Schritt zu erwarten, nach der eigentlichen Aneignung von Wissen über CCS.

Über die Massenmedien hinaus kann durch z.B. persönliche Gespräche und Informationsveranstaltungen vor Ort (sog. interpersonale Kommunikationskanäle) über das Thema informiert und bestimmte Überzeugungen sowie auch Verhaltensweisen in der Praxis beeinflusst werden. Auf dieser zweiten Ebene wird im Dialog Akzeptanz für CCS geschaffen. Der persönlichen Kommunikation (vgl. Kapitel 5.1) kommt demnach im Rahmen der Schaffung von Akzeptanz gerade bei „Betroffenen vor Ort“ eine bedeutendere Rolle zu als den Massenmedien, diese müssen jedoch als Voraussetzung für die Bildung von Akzeptanz betrachtet werden. Sie stellen die erste Informationsquelle der breiten Öffentlichkeit dar und prägen sehr stark das Einstiegsbild zu CCS (bis hin zu Vorurteilen in die eine oder andere Richtung).

Vergleicht man die Massenmedien untereinander bezüglich ihrer Bedeutung für die Akzeptanz, bleibt festzuhalten, dass Massenmedien, die verstärkt optische Reize transportieren (TV, Internet), für die Beeinflussung der Akzeptanz von größerer Bedeutung sind als zum Beispiel Printmedien. Vor allem das Fernsehen hat die Funktion, dass stark emotional aufbereitete Informationen (z.B. mit Hilfe angstausslösender Bilder) länger im Gedächtnis der Rezipienten gespeichert bleiben als z.B. Informationen, die durch das Medium Zeitung aufgenommen werden. Eine Auswirkung auf die Akzeptanz ist dann gegeben, wenn die positiv oder negativ besetzten Bilder zu CCS den Rezipienten überzeugen und seine Einstellung dauerhaft beeinflussen (dies ist dann der Fall, wenn z.B. angstausslösende Bilder nicht durch neutralisierende Informationen abgeschwächt werden können).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie haben verdeutlicht, dass über die Medien selten die gesamte Bandbreite des Themas transportiert wird (werden kann) (vgl. Kapitel 5.3). Das heißt, es werden nur wenige der insgesamt möglichen CCS-Themen zur Zeit in den Medien für die Öffentlichkeit aufgearbeitet (der Fokus liegt auf der wirtschaftlichen und politischen Ausrichtung des Themas). Dies kann eine negative Auswirkung auf die Akzeptanz haben, da davon auszugehen ist, dass der Rezipient die CCS-Technologien durch eine solch einseitige Betrachtungsweise nicht verstehen lernt, d.h. sie nicht auf einer rein kognitiven Ebene erfassen kann. Wird eine Technologie grundsätzlich verstanden, kann das erlernte Wissen besser gespeichert und in einem weiteren Schritt bewertet werden. Eine Aufbereitung aller Inhalte zu CCS-Technologien (Transparenz) ist demnach ein wichtiger Faktor für die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS und eine vordringliche Aufgabe für eine Kommunikationsstrategie.

Der Stil der Berichterstattung<sup>46</sup> bezüglich CCS ist in den Tages- und Wochenzeitungen relativ neutral. In den Fachzeitschriften über Energie ist die Berichterstattung hingegen weniger neutral, in ihnen wird CCS generell eher positiv bewertet. Eine positive sowie neutrale Berichterstattung kann durchaus als wichtiger Faktor für die Einflussnahme auf die

---

<sup>45</sup> vgl. Bonfadelli 2000, S. 107

<sup>46</sup> Eine Aussage über den Stil der Erstattung kann im Rahmen der vorliegenden Analyse lediglich für die Printmedien getroffen werden.

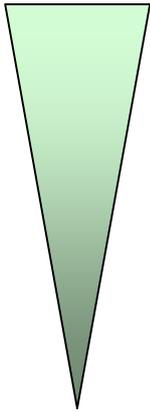
Akzeptanz der Rezipienten gesehen werden. Fachzeitschriften gehören in der Regel nicht zur Lektüre der breiten Öffentlichkeit, solche Zeitschriften werden von Experten und Personen, die ein Interesse am Thema haben, gelesen. Die Gruppe der Experten kann jedoch auch als Meinungsführer- bzw. Multiplikatorgruppe gesehen werden (z.B. auch der Journalisten), d.h. sie kann, wenn sie sich mit dem Thema in der breiten Öffentlichkeit positioniert, diese durchaus beeinflussen. Es bleibt an dieser Stelle offen, ob die positive Berichterstattung der Fachzeitschriften auch zu einer positiven Berichterstattung seitens der Experten in der breiten Öffentlichkeit führen wird. Die Ergebnisse der Printmedienanalyse konnten verdeutlichen, dass die Wissenschaftler weder stark positiv noch negativ über CCS berichten.

Die „Eigenschaften“ der Personen, die vorwiegend über CCS berichten, haben einen Einfluss auf die Akzeptanz von CCS (vgl. Kapitel 5.3). Hier sind zugeschriebene Attribute wie Kompetenz, sozialer Status sowie beruflicher Hintergrund und Vertrauenswürdigkeit des Kommunikators förderlich für die Akzeptanz<sup>47</sup>. Ergebnisse der Medienanalyse deuten darauf hin, dass neben den Journalisten am häufigsten wirtschaftliche und politische Akteure Äußerungen zu CCS machen. Die Bewertung dieser Personengruppen und ihr Einfluss auf die Akzeptanz ist auch stark abhängig von den Werten und Einstellungen der Rezipienten selbst. Daher kann an dieser Stelle keine Aussage darüber getroffen werden, ob diese Multiplikatoren die Akzeptanz eher positiv beeinflussen oder ob sie eine ablehnende Haltung generieren. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass anderen Personengruppen, z.B. Gruppen mit übergeordneten gesellschaftlichen oder ökologischen Interessen, mehr Vertrauen entgegen gebracht wird, als solchen Personen, die in erster Linie ein konkretes politisches oder wirtschaftliches Ziel verfolgen.

Abschließend können folgende relevante Faktoren aus dem Bereich der Medienanalyse, die einen Einfluss auf die Meinungsbildung sowie die Akzeptanz der breiten Öffentlichkeit zu CCS ausüben können, zusammengefasst werden (die Reihenfolge der genannten Faktoren entspricht einer groben Gewichtung von hoch bis niedrig):

---

<sup>47</sup> Fehlen diese positiv besetzten Attribute, wird die Berichterstattung eher eine ablehnende Haltung zu CCS hervorrufen.



- Vertrauen gegenüber dem Kommunikator (Glaubwürdigkeit);
- sozialer Status und Hintergrund des Kommunikators;
- wahrgenommene Kompetenz des Kommunikators;
- Transparenz in der Kommunikation;
- Nutzung der persönlichen Kommunikation;
- die positive oder negative Bewertung der Technologie;
- Nutzung visueller Kommunikation,
- Nutzung der Massenmedien

Die bestimmenden Faktoren beziehen sich dabei sowohl auf die Frage, was transportiert wird, aber auch sehr stark auf die Frage, wer die relevanten Informationen transportiert.

Tab. 7-1 Wechselspiel zwischen Rolle des Akteurs und Relevanzfaktor für die Meinungsbildung der Öffentlichkeit

Faktoren	Vertrauen	Sozialer Status des Kommunikators	Hintergrund des Kommunikators	Kompetenz	Transparenz	Persönliche Kommunikation	Bewertung der Technologie	Visuelle Kommunikation (v.a. TV, Internet)	Massenmedien
Akteure									
Wirtschaft	-	0	0	+	0	+	-	0	0
Politik	-	0	0	0	0	0	0	+	+
Journalisten	0	0	0	0	+	0	+	+	+
NGOs	+	0	0	0	+	0	+	0	+
Wissenschaft	+	+	+	+	0	0	+	0	0

Legende:

- Akteursgruppe kann Relevanzfaktor für die Meinungsbildung von CCS weniger intensiv nutzen
- 0 Akteursgruppe kann Relevanzfaktor für die Meinungsbildung von CCS generell nutzbar machen
- + Akteursgruppe kann Relevanzfaktor für die Meinungsbildung von CCS intensiv nutzen

(Lesehilfe: Zelle Wirtschaft/ Vertrauen: Akteure aus der Wirtschaft können den Faktor Vertrauen weniger intensiv als andere Gruppen zur Meinungsbildung für die CCS Technologien nutzen)

Die aus der Tabelle hervorgehenden Bewertungen sind relative Bewertungen, das heißt, im Vergleich zu den NGOs sind Akteure aus der Politik und der Wirtschaft weniger vertrauenswürdig. Dies schließt nicht aus, dass die Politik und die Wirtschaft Einfluss nehmen können - aber eben nur dann, wenn kein Akteur kommuniziert, der mehr Vertrauen gegenüber Akteuren aus der Wirtschaft und der Politik genießt. Um die Annahmen an dieser Stelle empirisch belegen zu können, müssten gezielte Analysen zur Medienwirkung der einzelnen Akteure vorgenommen werden.

## 7.8 Bedeutung des rechtlichen Rahmens

Juristische Fragen zu Haftung, Zulassungsverfahren und Öffentlichkeitsbeteiligung im Hinblick auf CCS werden für die gesellschaftliche Akzeptanz von besonderer Bedeutung sein. Bisher existieren jedoch weder Regelungen zur konkreten Ausgestaltung der Haftungsfragen, der Zulassungsverfahren oder der Öffentlichkeitsbeteiligung noch liegen Regelungen zu ihrer institutionellen Einbindung in ein Artikel- oder ein CCS-Gesetz vor.

Die Entwicklung eines Rechtsrahmens für die Errichtung von Demonstrationsverfahren und für die dazu notwendigen Genehmigungsverfahren, der bis spätestens 2008/2009 vorliegen sollte, dürfte sich positiv auf die gesellschaftliche Akzeptanz auswirken, da die Öffentlichkeit vermutlich sehr sensibel reagieren wird, wenn der Rechtsrahmen im Zusammenhang mit Umwelt- und Gesundheitsrisiken oder Haftung „zerredet“ wird, d.h. wenn es im Gesetzgebungsverfahren nur mühsam zu einer Einigung kommt mit Kompromissen auf dem kleinsten Nenner. Hierzu bedarf es einer rechtlichen Einordnung von CCS in ein Artikel- oder ein eigenes CCS-Gesetz, das auf der Basis der EU-Richtlinie zur Schaffung eines europarechtlichen Rahmens für die CCS-Speicherung aufbauen muss. In diesem Zusammenhang kann es sich als neuralgischer Punkt in der öffentlichen Diskussion von CCS darstellen, dass die Forderung, CCS ab dem Jahr 2020 per Ordnungsrecht verbindlich für neue Kohlekraftwerke vorzuschreiben von der Europäischen Kommission nicht unterstützt wurde.

Dagegen ist zu vermuten, dass eine Einordnung von CCS, z.B. in das Treibhausgasemissionshandelsgesetz oder in mögliche andere Steuerungsansätze (CO<sub>2</sub>-Steuer), nicht im Vordergrund der öffentlichen Akzeptanz stehen wird, da es hier im Kern um eine Diskussion umweltökonomischer Instrumente und wirtschaftlicher Risiken geht. Dennoch ist es nicht auszuschließen, dass eine durch die Öffentlichkeit empfundene Begünstigung von CCS Einfluss auf die Akzeptanz haben könnte. Eine solche empfundene Begünstigung könnte durch zwei Aspekte hervorgerufen werden: entweder durch CCS-spezifische Regelungen (z.B. Benchmarking) oder durch allgemeine Regelungen (z.B. „grandfathering“ von Zertifikaten). Kommunikationsstrategien im Hinblick auf CCS sollten daher verdeutlichen, dass Unternehmen im Fall umweltökonomischer Steuerung die Entscheidung über den Bau und Betrieb eines Kraftwerks mit oder ohne CCS nicht aufgrund vermeintlicher „staatlicher Begünstigung“, sondern auf der Grundlage ihres ökonomischen Kalküls treffen.

## 7.9 Einordnung der Akzeptanz von CCS nach weiteren Kriterien

Die Einschätzung der Akzeptanz von CCS-Technologien aufgrund von **Zentralität und Dezentralität** ergibt ein ambivalentes Bild. Auf der Seite der CO<sub>2</sub>-Abscheidung sind CCS-Technologien zunächst stark zentralisiert, da sie in Großkraftwerken zum Einsatz kommen sollen. Auf der Seite der Speicherung könnten CCS-Aktivitäten jedoch auch einen dezentralen Charakter annehmen. Dieser Fall träte ein, wenn es nicht gelänge, sehr große Speicher nutzbar zu machen und dann mit wenigen Strukturen auszukommen, sondern auf eine große Anzahl kleiner Speicher zurück gegriffen werden muss, um dort langfristig das CO<sub>2</sub> zukünftiger fossil befeuerter Kraftwerke einzuspeichern. Unter solchen Bedingungen würde sich auch die CO<sub>2</sub>-Speicherung „in die Fläche ausdehnen“. Der Kreis der direkt von CCS-Aktivitäten betroffenen Personen („**eigene Betroffenheit**“) würde bei einer dezentraleren

Speicherstrategie größer werden und damit auch das Potenzial, mit Akzeptanzproblemen konfrontiert zu werden.

Die Ablagerung von CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen ruft ebenso wie der Ressourcenverbrauch die Frage nach der Nachhaltigkeit und der **Generationengerechtigkeit** der Lösungen hervor. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise ist die heutige Generation aufgefordert die Umwelt nicht so zu verändern, dass die Entfaltungsmöglichkeiten zukünftiger Generationen eingeschränkt werden könnten. Mit der Hinterlassung von großen Mengen an CO<sub>2</sub> als eine Art Abfall<sup>48</sup> im Untergrund könnten zukünftige Generationen möglicherweise eingeschränkt werden, z.B. was eine Nutzung der Geothermie angeht. Darüber hinaus könnte es sein, dass CO<sub>2</sub>-Speicher dauerhaft überwacht werden müssen und damit würden durch sie „Ewigkeitskosten“ hervorgerufen werden. Letztlich spielt es für die Akzeptanz auch eine Rolle, inwieweit von CO<sub>2</sub>-Speichern Risiken für zukünftige Generationen ausgehen. Bei den hierzu diskutierten Fragen bestehen Parallelen zu der Debatte um die Generationengerechtigkeit der Nutzung der Kernenergie mit den dabei anfallenden radioaktiven Abfällen. Dies ist der Fall, obwohl es sich bei der Lagerung von CO<sub>2</sub> und von radioaktiven Abfällen um grundverschiedene Probleme handelt sowohl was die technischen Anforderungen angeht als auch die implizierten Risiken.

Neben möglichen Auswirkungen auf die wirtschaftliche Aktivität Dritter haben technische Anlagen häufig auch Auswirkungen auf andere Güter wie die Umwelt und die Natur. Im Rahmen der Genehmigungsverfahren werden diese Auswirkungen bewertet und wenn sie einen rechtlich festgesetzten Rahmen überschreiten, können beispielsweise Ausgleichsmaßnahmen vorgeschrieben werden. Solchen **konkurrierenden Gütern** ist zu eigen, dass ihre Beeinträchtigung nicht direkt mit Geld kompensiert werden kann. Natur- und Umweltschutzverbände haben sich den Schutz von solchen Gütern zur Aufgabe gemacht. Für diese ist der Schutz dieser Güter das Haupt- und Kernanliegen, für das sie von ihren Unterstützern gefördert werden. Aus diesem Grund können diese Organisationen kaum Kompromisse zum Schutz dieser Güter eingehen, da sie damit ihr Hauptanliegen aufgeben würden. Bei CCS-Aktivitäten ist zu erwarten, dass insbesondere die Speicherung von CO<sub>2</sub> als eine Tätigkeit wahrgenommen werden wird, welche die Beschaffenheit des geologischen Untergrundes beeinträchtigt. Darüber hinaus dürften Beeinträchtigungen der Landschaft durch den Braunkohleabbau im Zusammenhang mit dem erhöhten Brennstoffverbrauch in CCS-Kraftwerken ebenfalls einer verstärkten Kritik ausgesetzt sein. Bei der Kommunikation über die CCS-Technologiekette sollte daher veranschaulicht werden, dass keine Energiedienstleistung völlig ohne negative Wechselwirkungen bereit gestellt werden kann und letztlich gesellschaftliche Abwägungen getroffen werden müssen.

Von Vertretern der Umweltschutzorganisationen wird in der Debatte um die CCS-Technologien das Argument vorgebracht, diese dürften nicht zu einer **Benachteiligung alternativer Lösungen** wie insbesondere der erneuerbaren Energien führen. Das bedeutet, dass die Akzeptanz von CCS-Technologien schon allein dadurch beeinflusst wird, dass sie nicht Teil der Vorstellungen einzelner gesellschaftlicher Gruppen hinsichtlich des zukünftigen Energiesystems sind.

Nachfolgend wird ein graphisch dargestellter Überblick der Einflussfaktoren gegeben:

---

<sup>48</sup> In wie weit der Begriff „Abfall“ im rechtlichen Sinne tatsächlich anzuwenden ist, ist eine juristische Frage, die an dieser Stelle nicht weiter geklärt werden soll.

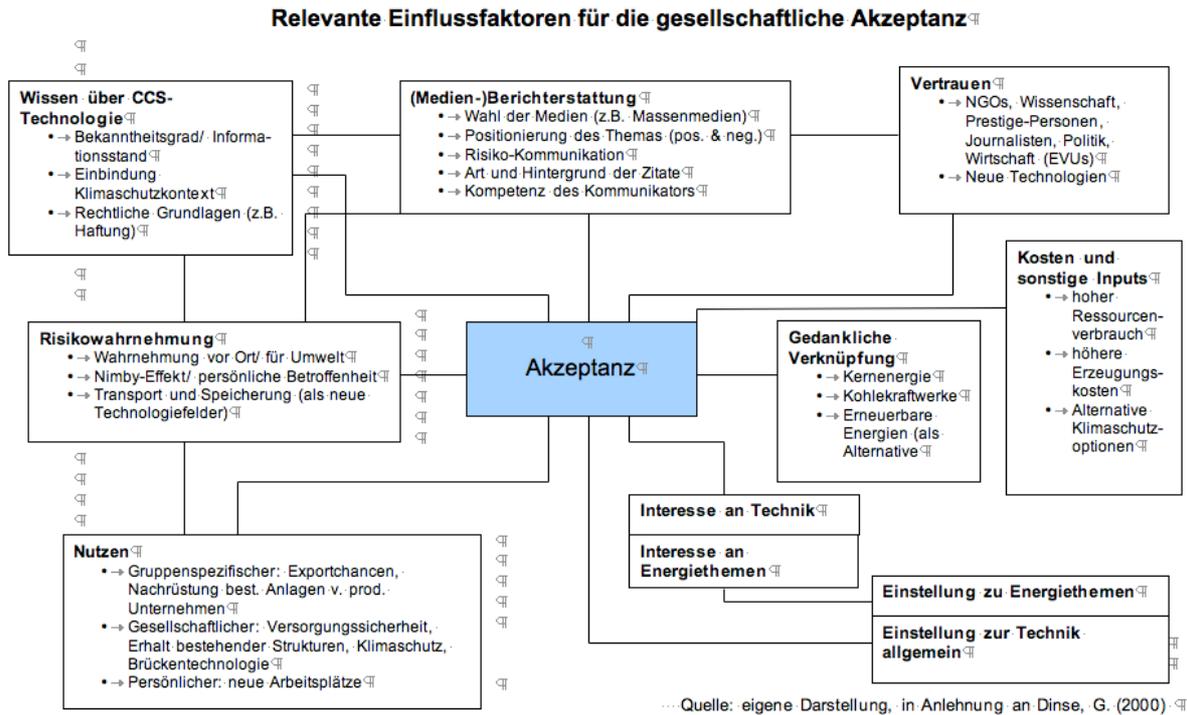


Abb. 7-1 Aus dieser Untersuchung abgeleitete Einflussfaktoren auf die gesellschaftliche Akzeptanz gegenüber CCS

## **8 Resultierende Hinweise für die Konzeption einer Informationskampagne**

Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus den bereits dokumentierten Arbeitspaketen werden in diesem Kapitel Hinweise für eine Informationskampagne gegeben, die geeignet erscheinen, eine breite Öffentlichkeit möglichst objektiv über die Möglichkeiten und Chancen – aber auch über die Risiken und Grenzen - von CCS aufzuklären.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Medienwirkungsforschung eine große Bandbreite an Konzepten und Theorien umfasst, die für die Konzeption und erfolgreiche Durchführung einer Informationskampagne, unabhängig vom Thema, von Bedeutung sein können. Diese allgemeinen fachlichen Grundlagen sollten auch für die Entwicklung einer Kampagne zu CCS in der Praxis herangezogen werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollen vielmehr diese eher allgemeingültigen Erkenntnisse aus der Medienwirkungsforschung mit den spezifischen Gegebenheiten und Besonderheiten der CCS-Technologien flankieren. Dabei stellen sich sieben maßgebliche Fragen:

### **8.1 Wann sollte über CCS informiert werden?**

Da laut Aussagen der Multiplikatoren der Kenntnisstand zu CCS-Technologien auf breiter Bevölkerungsebene noch sehr gering ist, bieten gerade jetzt initiierte Kampagnen die Möglichkeit, eine Meinungsbildung in der Bevölkerung anzustoßen.

Generell ist zu beachten, dass aufgrund der noch nicht geschlossenen Forschungslücken (z.B. Ausbreitungsverhalten des CO<sub>2</sub> im Untergrund) sowie der noch offenen rechtlichen Fragen zum Thema CCS eine lückenlose Information zu allen relevanten Aspekten zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich ist. Auf diese Lücken hinzuweisen ist eine zentrale Aufgabe und Voraussetzung für eine hinreichende Glaubwürdigkeit des Kommunikators.

Da nicht davon auszugehen ist, dass alle Forschungslücken zu CCS in absehbarer Zeit geschlossen werden können, die öffentliche Debatte über CCS aber schon begonnen hat und sich spätestens nach Bekanntgabe erster Speicherstandorte noch forcieren wird, erscheint es trotzdem nicht dienlich, Informationskampagnen erst zu einem sehr viel späteren Zeitpunkt zu beginnen. Der Prozess der Meinungsbildung hat durch die zunehmende Berichterstattung in den Medien zudem bereits begonnen. Er basiert bisher allerdings nur, wie in den vorangehenden Kapiteln dargestellt, auf einer der Komplexität des Themas nicht adäquaten Informationsbasis.

### **8.2 Welche Zielpersonen sollten über CCS informiert werden?**

Vor allem Personen, die aufgrund der räumlichen Nähe ihrer Wohnstätten durch Bauvorhaben der CCS-Technologiekette (Kraftwerke, Pipelines, Speicherreservoirs) betroffen sein werden, sollten frühzeitig, d.h. möglichst bei der konkreten Planung und Verortung eines Modell- oder Pilotprojektes, informiert werden. Hier eignet sich vor allem eine direkte Kommunikation mit den „Betroffenen vor Ort“. Dies bietet den Betroffenen die Möglichkeit, sich eine Meinung zur Technologie und zu den möglichen Risiken zu bilden, die grundlegend für die Schaffung von Akzeptanz ist. Interessierte Personen, die sich aus bestimmten Gründen

über CCS informieren wollen, sollten die Möglichkeit nutzen können, sich umfassende und neutrale Informationen zum Thema zu beschaffen.

Dies gilt auch für die Multiplikatoren aller Akteursgruppen – sie sollten nach Möglichkeit sehr ausführlich über CCS informiert werden, da sie als wesentliche „Player“ für die Meinungsbildung fungieren und letztendlich die Akzeptanz beeinflussen.

Die Festlegung und die Definition der Zielpersonen ist für den Erfolg einer Kommunikationsstrategie von großer Bedeutung, denn die Merkmale der Zielpersonen bestimmen u.a. die Ansprachetechnik (Kernbotschaft, Inhalte und Gestaltung) und die Wahl der Kommunikationsinstrumente. Deshalb sollte stets vorab geprüft werden, ob man bei der Informationsverbreitung die Gesamtheit der Bevölkerung adressiert oder diese in Zielgruppen segmentiert. Die Befragung von mehreren Stakeholdergruppen ergab, dass bei der Akzeptanz gegenüber CCS der NIMBY-Effekt (Not in my back yard) eine große Rolle spielen dürfte. Da die persönliche Betroffenheit durch geplante Vorhaben zur Einführung von CCS einen starken Einfluss auf die Akzeptanz hat, ist es sinnvoll im Fall von CCS diese Gruppe besonders anzusprechen.

Der Grad der Ich-Betroffenheit stellt eine geeignete Variable für die Analyse der Art und Intensität der Informationsvermittlung dar. Diese Betroffenheit hängt jedoch nicht nur von der örtlich bedingten Betroffenheit durch geplante Anlagen oder Speicherstätten ab, sondern auch von dem Engagement mit dem sich eine Person einer Sache zuwendet. Einflussfaktoren wie z.B. Interesse am Klimaschutz, gesellschaftliches Engagement oder Umweltbewusstsein bestimmen im Fall CCS zudem die Stärke der Eingebundenheit. Haben die Personen beispielsweise ein großes Interesse am Klima- und Umweltschutz, setzen sie sich aktiv mit den Kommunikationsbotschaften auseinander und suchen intensiv nach Informationen. Die Informationssuche ist dabei meist um so intensiver, desto geringer der Informationsstand der Personen ist. Der sinnvolle Einsatz der Kommunikationsinstrumente hängt demnach von dem unterschiedlich hohen Wissen der Gruppen ab. Somit stellt der Informationsstand zu CCS eine weitere Zielvariable dar, um die Bevölkerung hinsichtlich der Kommunikation von CCS in Gruppen zu unterteilen. Eine erste wichtige Unterteilung der Gesamtbevölkerung nach Gruppen kann demnach mit Hilfe der Zielvariablen Eingebundenheit und Informationsstand -wie in der Abbildung- dargestellt erfolgen.

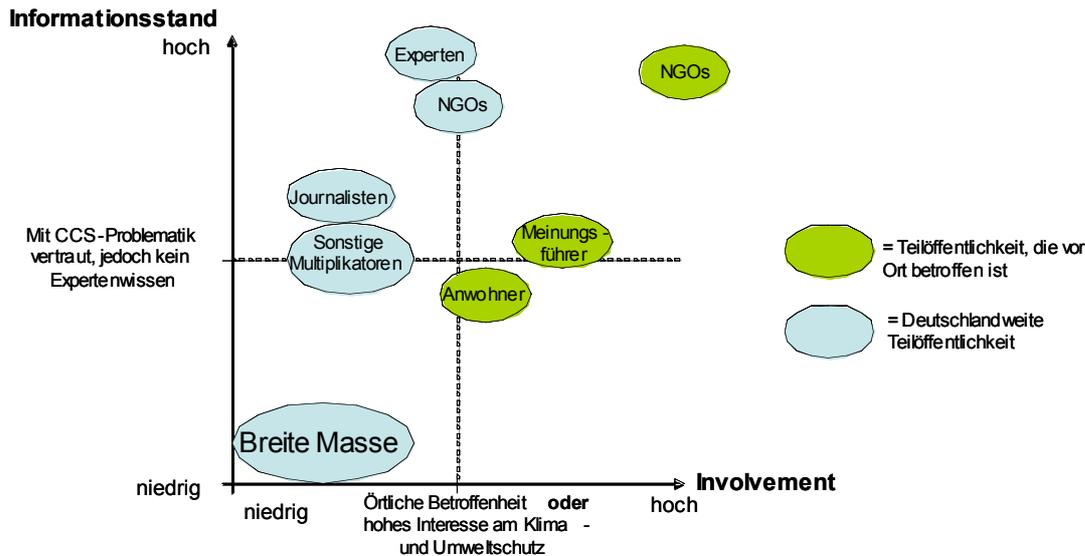


Abb. 8-1 Unterteilung der Öffentlichkeit in Gruppen

Quelle: eigene Darstellung

Die Zielvariablen wurden dabei nicht quantitativ gemessen, sondern auf der Basis der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Analysen qualitativ bewertet. Auf Grund des noch zu geringen Kenntnisstandes der breiten Bevölkerung und der hohen Komplexität der Technologien sind gerade für diese Gruppe derzeit noch keine quantitativen Messungen möglich bzw. sinnvoll. Die qualitative Einschätzung beruht dabei auf durchgeführten Umfragen mit Experten, NGOs und Journalisten innerhalb des Forschungsprojekts, die ihrerseits als Multiplikatoren wichtige Adressaten für eine Informationsvermittlung sind.

NGOs und sonstige Multiplikatoren sind dementsprechend Bezieher aber auch zentrale Verbreiter von Informationen. Sie wirken bewusst oder unbewusst auf Einstellungen, Meinungen und Verhalten der Bevölkerung ein. Multiplikatoren sind meist im Rahmen einer kommunikativen Funktion (z.B. Journalisten und Lehrer), einer gesellschaftlichen Funktion (z.B. Politiker) oder im Rahmen einer sozialen Institution (z.B. gemeinnützige Stiftung) aktiv. Multiplikatoren gelten, ähnlich wie Meinungsführer, als glaubwürdiger, da sie oft als unabhängig empfunden werden. Sie informieren sich im Rahmen ihrer Funktion aktiv und wollen gleichermaßen frühzeitig informiert werden. Ihr Wissen ist meist produkt- und themenübergreifend und sie sind meist weniger an fachlicher Tiefe interessiert.

Nach dem momentanen Entwicklungsstand von CCS steht daneben die Gruppe der noch nicht betroffenen und wenig informierten ‚Breiten Masse‘. Nach Einschätzung der befragten Multiplikatoren ist der Informationsstand der ‚breiten Masse‘ sehr gering. Auch hat auf Grund der noch seltenen Bereitstellung von Informationen in den Medien in dieser Gruppe noch keine Meinungsbildung stattgefunden. Hinsichtlich der gewählten Zielvariablen Informationsstand und Eingebundenheit kann diese Gruppe momentan noch nicht weiter differenziert werden. Bei Fortschreiten der Information wird es zukünftig eine weitere Differenzierung erfordern, um diese Gruppe stärker zu segmentieren.

Persönlich Betroffene können als weitere spezifische Gruppe betrachtet werden, für die wie bereits erwähnt der NIMBY-Effekt von besonderer Bedeutung ist.

### 8.3 Wer sollte über CCS informieren?

Die breite Bevölkerung spricht mit Blick auf Energie- und Klimathemen Nicht-Regierungsorganisationen und der Wissenschaft ein hohes Maß an Vertrauen zu. Umwelt-NGOs übermitteln aus der Sicht vieler am ehesten vertrauenswürdig und glaubhaft Informationen zu Energietechnologien. Für zahlreiche NGOs stellen aber gerade die CCS-Technologien einen Spagat dar zwischen einem gewünschten Klimaschutzbeitrag einerseits und lokalen Zusatzbelastungen (z.B. im Stein- und Braunkohlebergbau) andererseits. Das strukturelle Problem der NGOs liegt daher in der Notwendigkeit zwischen globaler und lokaler Ebene gewichten zu müssen. Ein Akzeptieren oder gar das Mitwirken an Lösungen, die nach der Einschätzung vieler NGOs aufgrund ihrer Vor-Ort Wirkung im Prinzip nicht nachhaltig und damit nicht wünschenswert sind, ist daher speziell für diese Akteursgruppe nicht unproblematisch.

Die breite Öffentlichkeit wünscht sich eine ausgewogene Informationsbereitstellung, möglichst moderiert durch einen neutralen Schiedsrichter als Informationsvermittler. Die Aufnahme einer Informations- und Meinungsbreite aus „unterschiedlichen Lagern“ – wie sie in vielen Themenfeldern heute verbreitet ist – stellt für viele allein keine hinreichende Grundlage für die eigene Meinungsbildung dar. Wer eine derartige Schiedsrichterfunktion wahrnehmen kann, ist keine triviale Frage. Denkbar sind sowohl Einzelpersönlichkeiten mit hohem gesellschaftlichen Renommee oder auch zumindest prinzipiell hoch anerkannte wissenschaftliche Institutionen, die es schaffen, einen Dialog mit allen Akteursgruppen zu initiieren. Attribute wie Kompetenz, sozialer Status, Vertrauenswürdigkeit sowie der berufliche Hintergrund des Kommunikators sind dabei ausschlaggebend für die Akzeptanz.

Von Unternehmen der Energiewirtschaft und des Anlagenbaus ist mit dem Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk der Versuch unternommen worden, auf der Basis einer breiteren Plattform und unter Einbeziehung anderer Akteure (z.B. aus der Wissenschaft) über CCS umfassend und neutral zu informieren. Kritiker sehen diesen Anspruch insbesondere wegen der gewählten Struktur und Trägerschaft des Zentrums als nicht einlösbar an. Insbesondere fehlt hier eine Beteiligung kritischer Gruppen (vor allem NGOs). Aus Sicht der Befürworter von CCS ist es durchaus erwünscht, NGOs in die Diskussion einzubinden und sie vor allem – unterstellt man eine grundsätzliche Entscheidung für den Einstieg in die CCS-Technologie - dann konstruktiv an Standortfindungsprozessen zu beteiligen. Wie dies abgesehen von Einzelbeispielen in der Breite gelingen soll, ist derzeit offen.

Forschungsinstituten, Wissenschaftlern und Experten wird gleichfalls ein hohes Vertrauen entgegen gebracht, da sie übergeordneten gesellschaftlichen oder ökologischen Interessen nachgehen. Staatliche Institutionen sollten daher versuchen neben NGOs auch diese Experten in die Kommunikation zu integrieren. Gerade renommierte Wissenschaftler oder auch wissenschaftliche Institutionen könnten zumindest grundsätzlich die Rolle eines neutralen Schiedsrichters als Informationsvermittler einnehmen.

Generell ist zu betonen, dass ungeachtet der angedeuteten Probleme die Notwendigkeit besteht, einen Dialog mit allen Akteursgruppen zu initiieren. Nur so kann die Grundlage für eine ausgewogene Informationsbereitstellung geschaffen werden.

## **8.4 Was sollte über CCS berichtet werden?**

Bisher verläuft die Berichterstattung in den Massenmedien über CCS noch weitgehend oberflächlich. Mit Blick auf die Öffentlichkeit ist die schwierige Aufgabe zu lösen, einerseits breit und umfassend über das Thema zu informieren, andererseits die Komplexität auf ein für die Kommunikation handhabbares Maß zu begrenzen. Technische und rechtliche Fragestellungen, aber auch die mit der Technik einhergehenden möglichen Konsequenzen auf gesellschaftlicher Ebene sind Themen, die in der jetzigen Medienberichterstattung weitgehend fehlen. Auch die Rolle, die CCS für den Klimaschutz zukünftig einnehmen könnte, wird in den Medien bisher noch nicht sehr differenziert behandelt. Dies gilt insbesondere für eine regionale Differenzierung der Aspekte Neubau und Nachrüstung von CCS. Diese Themen stellen Lücken in der jetzigen Berichterstattung zu CCS dar und sollten zukünftig in Informationskampagnen stärker aufgenommen werden, um die Berichterstattung über CCS zu vervollständigen.

Von besonderer Bedeutung ist gerade für die breite Öffentlichkeit eine frühzeitige Kommunikation über den Rechtsrahmen. Die Gewissheit, dass rechtliche Regelungen bestehen, schafft in den Augen vieler zusätzliches Vertrauen in die Technik. Informationen z.B. über den Inhalt der als Vorschlag der Kommission vorliegenden EU-Richtlinie (EU, 2008) zur geologischen Speicherung von CCS als Orientierungsrahmen für ein zukünftiges Rechtssystem sind daher für die öffentlichen Wahrnehmung der Themen ebenso wichtig wie Hinweise auf noch zu klärende Fragen (z.B. Haftungsfragen).

Eine entscheidende Aufgabe der Informationsvermittlung wird neben der Abdeckung der gesamten Themenpalette sein, einen Dialog zwischen allen relevanten Akteursgruppen offen und fair zu organisieren. Hierfür sind entsprechende Strukturen zu schaffen, deren Träger-schaft transparent und deren Unabhängigkeit klar dokumentiert ist. Aufgrund der Komplexität des Themas bleibt neben der Information der breiten Öffentlichkeit die Durchführung von zielgruppenspezifischen Informationskampagnen eine wichtige Aufgabe.

## **8.5 Wie sollte über CCS informiert werden?**

Eine frühzeitige und gezielte Risikokommunikation bietet grundsätzlich die Möglichkeit, stark negativ besetzte Themen wieder auf eine eher sachliche Ebene zu führen. Die Möglichkeiten der Risikokommunikation bieten sich vor allem für Betroffene von CCS-Technologien vor Ort an (lokale Ebene).

Es ist generell wichtig, dem Thema Kommunikation zukünftig mehr Bedeutung beizumessen, damit der Informationsstand in der Bevölkerung auf ein Niveau angehoben wird, auf dem eine Meinungsbildung stattfinden kann, die als Voraussetzung für die Schaffung von Akzeptanz betrachtet werden kann ist. Es ist anzunehmen, dass im Fall CCS die Meinungsbildung in der Bevölkerung stark differenziert stattfinden wird. Hierfür kann die schon stattgefundenene Meinungsbildung innerhalb der NGOs als Vergleich herangezogen werden. Daher ist von Anfang an Wert darauf zu legen, dass das gesamte Meinungsspektrum in Bezug auf CCS transparent kommuniziert wird.

Um möglichst viele Gruppen der breiten Bevölkerung (z.B. interessierte Laien, Betroffene) sowie auf Ebene der Multiplikatoren (Medien, Verbände, u.a.) ansprechen zu können, sollte

eine Informationskampagne die Informationen zu CCS zielgruppenspezifisch aufbereiten bzw. gestalten.

## **8.6 Welche Kommunikationswege sollten benutzt werden?**

Bei der Wahl der Kommunikationswege bestehen im Wesentlichen die Möglichkeiten der persönlichen Kommunikation oder der Massenkommunikation. Eine Informationskampagne zu CCS sollte die Auswahl der Kommunikationswege an zuvor definierte Gruppen sowie an die angestrebten Kommunikationsziele anpassen.

Für die Wahl der Kommunikationswege lässt sich feststellen, dass die Massenkommunikation vor allem in den ersten Phasen der Kommunikation von CCS, in denen mit Blick auf die breite Öffentlichkeit die Bekanntheit gesteigert, Aufmerksamkeit geweckt, Informationen verbreitet und Wissen vermittelt werden soll, einen hohen Stellenwert einnimmt. Dagegen ist die persönliche, diskursive Kommunikation von großer Bedeutung, um Einstellungen zu hinterfragen und dauerhaft zu festigen. Die Einbeziehung von Meinungsführern ist während der kompletten Kommunikationsdauer notwendig, da sie in allen Phasen der Kommunikation eine relevante Position einnehmen. Da sich die unterschiedlichen Gruppen jedoch auf einem unterschiedlichen Informationsniveau befinden, sind die Kommunikationsinstrumente gruppenspezifisch zu wählen.

## **8.7 Wie könnte der Kommunikationsmix einer Informationskampagne zu CCS ausgestaltet werden?**

Die für die Kommunikation von CCS zur Verfügung stehenden Kommunikationsinstrumente unterscheiden sich deutlich in ihren Vorteilen und Schwächen. Eine Kommunikationsstrategie muss den funktionalen und zeitlichen Einsatz der Kommunikationsinstrumente bestmöglich abstimmen, um so durch eine ‚Integrierte Kommunikation‘ Synergieeffekte erzielen zu können. Wichtig ist dabei insbesondere, dass konsistente Informationen zum Thema kommuniziert werden. Die Bestimmung des Kommunikationsmixes orientiert sich entlang definierter Kommunikationsstufen und Kommunikationsziele. Für die Gesamtheit der Bevölkerung sollte als Kommunikationsziel generell eine hinreichende Information als Basis für einen Meinungsbildungsprozess angestrebt werden, für einzelne Gruppen, die als Multiplikatoren dienen, sind auch die Kommunikationsziele "Entscheidung" und "Handlung" relevant.

Wie der Situationsanalyse zu entnehmen ist, kommt der Interaktion zwischen Kommunikator und Gruppen eine große Bedeutung zu. Im Gegensatz zur Werbung befinden sich bei der Öffentlichkeitsarbeit die kommunizierenden Organisationen im Dialog mit den entsprechenden Gruppen. Durch eine objektive Berichterstattung und durch Einbindung unabhängiger Dritter (z.B. Journalisten) wird zudem die Glaubwürdigkeit und das Vertrauen der Informationsbereitstellung erhöht. Auch die hohe strategische und langfristige Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen einer Informationskampagne zu CCS führt dazu, dass die Öffentlichkeitsarbeit eine Führungs- und Leitfunktion der Kommunikation von CCS einnehmen kann. Öffentlichkeitsarbeit sollte somit das zentrale Kommunikationsinstrument entlang aller zuvor definierten Kommunikationsstufen und Kommunikationsziele sein. Um eine Polarisierung in den Medien dabei zu vermeiden, sollte eine ausgewogene und neutrale Berichterstattung, die zuerst auf die Kernbotschaften fokussiert ist, angestrebt werden.

Eine Informationsbereitstellung im redaktionellen Teil von Printmedien ist ab der ersten Kommunikationsstufe von großer Bedeutung. Auf Grund der Aktualität, der Schnelligkeit der Verbreitung von Informationen und der Glaubwürdigkeit spielt vor allem das Medium Zeitung eine besondere Rolle. Da die Nutzung der Printmedien zu einem höheren Wissenserwerb führt, sind sie besonders für den Erwerb des Verständnisses über eine Technologie relevant. Neben dem Weg über die Printmedien steht der Öffentlichkeitsarbeit eine Reihe von schriftlichen und audiovisuellen Kommunikationsmitteln zur Verfügung, wie beispielsweise Geschäftsberichte, Imagebroschüren oder Kundenzeitschriften. Dadurch können die Informationen ungefiltert an die Zielgruppen weitergegeben werden. Auch die Produktion von Rundfunk- und TV-Beiträgen (Imagefilme oder Videoclips) als eine Form der redaktionellen Ansprache ist vor allem in den ersten beiden Kommunikationsstufen wichtig, um so die Aufmerksamkeit der Zielpersonen zu erlangen. Wenn die Zielpersonen Interesse an der Problematik zeigen und ein gewisses Informationsbedürfnis entwickelt haben, können sie mit zusätzlichen Informationen versorgt werden. Auf Grund individueller Informationsmöglichkeiten, ständiger Aktualisierungsmöglichkeiten und der Interaktivität eignen sich primär Online-Medien, wie beispielsweise eine entsprechend gestaltete Homepage oder eine Internetplattform zum Thema CCS. Ein weiteres wichtiges Aktionsfeld der Öffentlichkeitsarbeit ist die Aktions- und Veranstaltungskommunikation (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 239). Durch eine unmittelbare Ansprache der Gruppen wie beispielsweise durch Podiumsdiskussionen kann die direkte Kommunikation erhöht werden, da sich die Kommunikationspartner im Diskurs austauschen und Diskrepanzen eventuell abbauen können.

Die Kommunikationswirkungen können durch komplementäre Beziehungen zwischen den Kommunikationsinstrumenten verstärkt werden. Eine Darstellung und kurze Einschätzung der unterschiedlichen Kommunikationswege soll daher diesen Abschnitt abschließen.

Die Massenkommunikation ist an die Massenmedien gebunden, da sie diese Medien zur technischen Verbreitung der Kommunikationsbotschaften nutzt. Massenmedien erfüllen etliche Funktionen, wobei im Rahmen der Kommunikation von CCS die Informationsfunktion und die Herstellung von Öffentlichkeit die wichtigsten darstellen. Zu den weiteren Aufgaben zählen die Mitwirkung an der Meinungsbildung, Kritik und Kontrolle, Selektion und Thematisierung bestimmter Sachverhalte, Bildung und Unterhaltung (vgl. Piwinger 2007, S. 104). Inwieweit welche Massenmedien zur Verbreitung von Kommunikationsbotschaften genutzt werden, richtet sich einerseits nach den Mediennutzungsgewohnheiten der zuvor festgelegten Zielgruppen und andererseits nach den definierten Kommunikationszielen und den eingesetzten Kommunikationsinstrumenten.

Eine große Gruppe der Massenmedien stellen zunächst die *Printmedien* dar, die sich nochmals in die Werbeträgeregattungen Zeitungen, Fachzeitschriften und Publikumszeitschriften unterteilen lassen. Obwohl die Bedeutung einer dialog- und erlebnisorientierten Kommunikation an Bedeutung gewinnt, hat die Presse- und Medienarbeit dennoch einen hohen Stellenwert. Die in Printmedien verbreiteten Informationen haben eine relativ hohe Akzeptanz bei den Mediennutzern. Die Printmedien werden von der Öffentlichkeit im Wesentlichen als neutrale und objektive Instanz gesehen und genießen im Vergleich zur Werbung eine wesentlich höhere Glaubwürdigkeit (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 238). Während sich die Rezipienten dem Fernsehen vor allem aus einem Unterhaltungsbedürfnis zuwenden, liegt der Zuwendung zu den Pressemedien meist ein Informationsbedürfnis zugrunde. Auch führt die Nutzung der Printmedien offenbar zu einem weit höheren Wissenserwerb als die Nutzung der elektronischen Medien (vgl. Bonfadelli 2001a, S. 235).

Die zentralen Merkmale der **Zeitung** sind Publizität (allgemeine Zugänglichkeit), Aktualität, Themenvielfalt, regelmäßiges Erscheinen, Schnelligkeit, Information und Glaubwürdigkeit. Nach Schenk konnte die Hypothese, dass Befragte, die aktiv Nachrichten suchen, die Zeitung für glaubwürdiger halten als passive Nutzer, bestätigt werden (vgl. Schenk 2002, S. 114). Tages- oder Wochenzeitungen gewährleisten eine vor allem rationale Übermittlung von Sachverhalten und Argumentationen. Tageszeitungen bieten gute regionale Differenzierungsmöglichkeiten, da je nach Zielgruppen sowohl in regionalen als auch überregionalen Zeitungen Artikel geschaltet werden können. Als reichweitenstarkes Informationsmedium behaupten sie sich auf den lokalen Märkten, wie im bundesweiten Medienmarkt. 80% aller Deutschen über 14 Jahre lesen täglich eine Tageszeitung und die Nutzungsintensität ist in den letzten Jahren, trotz des zunehmenden Medienangebots weitgehend unverändert geblieben (vgl. Unger u.a. 1999, S. 189f.). Auch werbliche Anzeigen in Zeitungen spielen eine wichtige Rolle, da sich die Glaubwürdigkeit der redaktionellen Teile auf die Glaubwürdigkeit der werblichen Inhalte auswirkt. Tageszeitungen eignen sich daher besonders, Informationen über erklärungsbedürftige Produkte zu kommunizieren. Der Lernerfolg in Zeitungen ist jedoch nur kurzfristig, auch wenn Informationen stimulierend aufgenommen werden. Kommunikationsbotschaften in Zeitungen werden von Lesern auf Grund einer starken Bindung an das Medium als besonders informativ empfunden und verfügen über eine entsprechend hohe Anzeigenakzeptanz (vgl. Unger u.a. 1999, S. 190). Ob die Leser tatsächlich die Anzeigen beachten, ist von der Gestaltung, Größe und Farbigkeit abhängig.

Die Merkmale der **Zeitschriften** sind ähnlich wie bei Zeitungen der Gegenwartsbezug, eine regelmäßige Erscheinungsweise, der Zugang für die Öffentlichkeit und die Verbreitung vielfältiger Wissensgebiete. Da Zeitschriften sehr vielfältig sind, sind die Merkmale unterschiedlich stark ausgeprägt. Publikumszeitschriften sind an ein sehr breites Publikum gerichtet, das unabhängig von Beruf, sozialer Stellung, politischer und religiöser Bindung durch ihr gemeinsames Interesse an dem dargebotenen Inhalt an die Publikationen gebunden ist. Die Inhalte sind an überwiegend aktuellen Themen orientiert, schließen aber auch allgemeinverständliche Informationen und Unterhaltung ein. Es findet somit eine rationale und/oder emotionale Übermittlung von Sachverhalten und Argumentationen statt (vgl. Kotler/Bliemel 2006, S. 953). Durch Zeitschriften kann der Bekanntheitsgrad gefestigt und die Meinungsbildung in globalen Themenbereichen gefördert werden. Auch können durch Detailinformationen gezielt die Leser als Meinungsführer innerhalb einer kommunikativ wichtigen Gruppe angesprochen werden (vgl. Pepels 2005, S. 221).

Die **Publikumszeitschriften** können entweder Anzeigen oder informierende Artikel über das Kommunikationsobjekt beinhalten. Anzeigen können umfangreichere Botschaften, etwa argumentative verbale Aussagen, vermitteln, wobei allerdings zu beachten ist, dass man bei Anzeigen von einer relativ kurzen Betrachtungszeit ausgehen muss (im Durchschnitt zwischen 2 und 5 Sekunden). Deshalb sollten Anzeigen im Wesentlichen so gestaltet sein, dass sie eine einfache und auf den ersten Blick schnell zu verarbeitende Botschaft enthalten. Zusätzliche Informationen können in einem späteren Kontakt oder durch weitere Medien wie z.B. das Internet bereitgestellt werden. Bei Artikeln kommt der Überschrift (Headline) eine zentrale Rolle zu, denn sie sollte bei den Zielpersonen ein Informationsbedürfnis wecken, damit auch längere Texte gelesen werden (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 381).

**Fachzeitschriften** wenden sich an bestimmte Berufsgruppen oder anderweitig fachlich beschreibbare Zielgruppen. Die Nutzung ist mit der von Publikumszeitschriften durchaus vergleichbar, wobei insgesamt von einem höheren Interesse bzw. Eingebundenheit bei den

Lesern auszugehen ist. Allerdings sollte eine zu starke Informationsüberlastung von Anzeigen und Artikeln auch in Fachzeitschriften vermieden werden um vielmehr die Leser zu einer weiteren Informationsbeschaffung zu motivieren (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 382).

Eine kleinere Gruppe der Massenmedien stellen die Außenwerbemedien in Form von **Plakaten, Werbeflächen, Schilder**, und öffentliche wie private Verkehrsmittel dar. Dieses Medium wird ausschließlich vom Kommunikationsinstrument Mediawerbung verwendet und bezieht sich auf kurzfristige, aktualisierende und unterstützende Werbemöglichkeiten außerhalb geschlossener Räume. Plakatwerbung eignet sich besonders für einfache und klare Botschaften, die meist in Bildinformationen vermittelt werden. Die Aufnahme der Botschaft erfolgt kurzfristig und ohne direkte Hinwendung, wobei der Kontakt mit dem Medium für Personen praktisch unvermeidbar ist. Plakate eignen sich in besonderem Maße für jüngere Zielgruppen. Auch Personen in Städten über 500.000 Einwohnern werden durch Plakate überdurchschnittlich gut erreicht (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 388).

Die Gruppe der elektronischen Medien konzentriert sich im Rahmen dieser Arbeit auf die Werbeträgergattungen Fernsehen, Hörfunk und Internet. Vor allem Fernsehen und Hörfunk vermitteln emotionale Eindrücke und wecken durch audiovisuelle Darstellung die Aufmerksamkeit der Zielpersonen. Nach Schenk bleiben emotionale Eindrücke, die von Radio und Fernsehen verursacht werden, länger behalten als das Wissen, das durch diese Medien vermittelt wird. Die Wahrnehmung ist beim Fernsehen am größten, da Leser und Seher stärker an das Medium gebunden sind als Hörer. Das Fernsehen soll die Aufmerksamkeit auf bestimmte Ereignisse und Themen lenken, die dann noch einer weiteren Vertiefung beispielsweise durch die Printmedien oder der persönlichen Kommunikation bedürfen (vgl. Schenk 2002, S. 109f.). Die Wirkungskomponenten des **Fernsehens** weisen sich vor allem durch Aktualität, Realitätsnähe, Unterhaltung, Glaubwürdigkeit und Information aus. So können im Fernsehen rationale und emotionale Handlungsabläufe, Demonstrationen und Argumentationen dargestellt werden. Fernsehen wird oft zum Aufbau des Images verwendet, jedoch handelt es sich um ein Medium mit eher passiver Informationsaufnahme, das zu einer relativ oberflächlichen Beeinflussung führt. Zudem unterliegt das Fernsehen auch bei intensiver Nutzung der Gefahr des kurzfristigen Umschaltens (Zapping), so dass dem Wiederholen der Botschaften eine große Bedeutung beigemessen wird (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 391). Durch eine programmgerechte Auswahl von Sendezeiten können bestimmte Zielgruppen angesprochen werden und die Fernsehwerbung im Tagesablauf zeitlich gesteuert werden, wobei dennoch hohe Streuverluste der Nutzung vorliegen.

Im Vergleich zu den Printmedien aber auch zum Fernsehen ist **Hörfunk** ein Medium, das verstärkt nebenbei genutzt wird. Somit ist die Ablenkung durch Nebenbeschäftigung während des Hörens relativ groß. Die Beeinflussung durch den Funk hat daher nur einen kurzfristigen Effekt und die Botschaften werden besonders schnell vergessen. Jedoch führt Funk zu schneller Reaktivierung von bereits durch andere Medien gelernter Botschaften. Somit ist eine relativ schnelle Durchdringung der Zielgruppe möglich, die zu recht schneller Bekanntmachung führen kann und vor allem für Kommunikationsbotschaften mit hohem Aktualitätswert geeignet ist (vgl. Unger/Fuchs 2005, S. 394).

Als relativ neues Medium ist das **Internet** zu nennen, wobei es sich um eine Gattung aus dem Multimediabereich handelt. Die Online-Medien setzen sich aus einer Kombination von Text-, Bild- und Toninhalten auf digitaler Basis zusammen. Generell sind somit sämtliche Inhalte möglich, die zuvor in traditionellen Print- und TV-Bereichen getrennt angeboten

wurden. Neben der multimedialen Präsentation bieten Online-Medien eine individuelle Informationsmöglichkeit, eine ständige Aktualisierungsmöglichkeit und die Interaktivität als neue Kommunikationsmöglichkeit mit dem Nutzer (vgl. Meyn 2004, S. 18). Während die Interaktivität des Fernsehens und Rundfunks noch relativ schwach ausgeprägt ist, bietet das Internet eine Vielzahl an Beteiligungsmöglichkeiten in Form von Diskussionsforen, Weblogs oder Newsgroups. Diese stellen vor allem Chancen der Versammlungsöffentlichkeit dar, um Erfahrungen auszutauschen und sich an der Meinungsbildung zu beteiligen. Die schnelle Ausbreitung der Online-Medien hat allerdings nicht zu einer Verdrängung der klassischen Mediennutzung geführt, sondern zu einem Anwachsen der Mediennutzungszeit insgesamt (vgl. Meyn 2004, S. 19). Jedoch stellen Falschinformationen im Internet eine Gefahr dar, welche sich in einem leicht schwächeren und inkonsistenteren Image des Internets im Vergleich zu herkömmlichen Medien bemerkbar macht.

Die **Mediawerbung** könnte bei der Kommunikation von CCS – richtig eingesetzt - eine unterstützende Funktion einnehmen. Die Integration und Koordination mit den anderen Instrumenten muss dabei vor allem im thematischen Bereich und in zeitlicher Hinsicht erfolgen. Mithilfe der Mediawerbung können neben rein sachlichen Informationen über das Kommunikationsobjekt insbesondere emotionale Botschaften vermittelt werden, die bei den Zielpersonen Interesse und Aufmerksamkeit wecken und ein prägnantes Image aufbauen. So kommen die Zielpersonen vermehrt in Kontakt mit den Kommunikationsbotschaften, so dass sich ein Informationsbedürfnis bei den Zielpersonen aufbaut und sie auf weitere Kommunikationsmaßnahmen reagieren. Da Werbung meist unmittelbar als zielgerichtetes Instrument der Kommunikation einer Organisation ersichtlich ist, wird die Glaubwürdigkeit aber eingeschränkt, da die Werbebotschaften als Mittel zur Durchsetzung der höchst eigennützigsten Ziele der werbetreibenden Organisation empfunden werden. Dieser Effekt wird zudem durch die Einwegkommunikation der Massenmedien verstärkt, da die Empfänger den unpersonlichen Kommunikatoren der Massenmedien weniger vertrauen.

Des Weiteren kämpft die Mediawerbung mit dem Problem einer zunehmenden Informationsüberlastung der Empfänger. Die Vereinfachung und Symbolisierung von Botschaften in der Werbung stellt daher eine große Herausforderung für die Gestaltung der Werbeinhalte zu CCS dar. Vor allem die Gestaltung von Anzeigen sollte sich auf die Kernargumente der Technologie konzentrieren. Zur Verstärkung der PR-Maßnahmen eignet sich eine Schaltung von Anzeigen besonders in Tageszeitungen, da sich die Glaubwürdigkeit der redaktionellen Teile auf die Glaubwürdigkeit der werblichen Inhalte auswirkt. Auch Anzeigen in Zeitschriften sind zur Steigerung des Bekanntheitsgrads geeignet, da je nach Fachzeitschrift eine Leserschaft mit einem höheren Interesse durch argumentative Botschaftsgestaltung angesprochen werden kann. Da Meinungsführer meist interessierte Leser von Publikums- oder Fachzeitschriften sind, besteht zudem die Chance, auch sie durch Anzeigen gezielter zu erreichen. Die Anzeigen in Printmedien sind besonders auf der dritten Kommunikationsstufe wichtig, um die Zielpersonen zur intensiveren Beschäftigung mit der Thematik CCS zu motivieren (z.B. Lesen von redaktionellen Berichten zu CCS). Zudem sollte im Internet verstärkt informierende Werbung angeboten werden, damit die Zielpersonen ihrem Informationsbedürfnis nachgehen können. Dagegen ist Plakatwerbung weniger gut geeignet für eine Kommunikationsstrategie zu CCS, da einerseits die Technologie nur schwer symbolisierbar ist und andererseits die Kommunikationswirkung nur von sehr kurzfristiger Dauer ist.

Die **persönliche Kommunikation** stellt im Rahmen einer Informationskampagne zu CCS ein weiteres wichtiges Kommunikationsinstrument dar. Allerdings greift die persönliche

Kommunikation erst, nachdem die Gesellschaft über einen gewissen Informationsstand verfügt. Zwischen dem Kommunikationsinstrument persönliche Kommunikation und den anderen Kommunikationsinstrumenten bestehen somit konditionale Bedingungen.

## 9 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Allensbach (Institut für Demoskopie Allensbach) (2004): Umwelt 2004 - Repräsentative Bevölkerungsumfragen zur Umweltsituation heute sowie zu ausgewählten Fragen der Umwelt- und Energiepolitik, Allensbach. Heruntergeladen von [http://www.ifd-allensbach.de/pdf/akt\\_0405a.zip](http://www.ifd-allensbach.de/pdf/akt_0405a.zip).
- Allensbach-Studie zu Energieversorgung und Energiepolitik (Zusammenfassung des BPA) (2003): Das Bundespresseamt hat eine Befragung zur Energieversorgung beim Institut für Demoskopie Allensbach in Auftrag gegeben. U.a. auch zum Ausstieg aus der Atomenergie. November 2003. Zusammenfassung unter: [http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen\\_A-Z/Akzeptanz/Allensbach\\_energiepolitik.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen_A-Z/Akzeptanz/Allensbach_energiepolitik.pdf).
- Altmann, M. und Gräsel, C. (1998): Die Akzeptanz von Wasserstofftechnologien. Zusammenfassung, [www.HyWeb.de/akzept2](http://www.HyWeb.de/akzept2).
- atw (2003): – Internationale Zeitschrift für Kernenergie, Jahrestagung Kerntechnik Juli 2003: Akzeptanz – Schlüssel zum Erfolg.  
<http://www.kernenergie.net/atw/de/themen/2003/07/02.php?navid=5&navtext>.
- Balthasar, K.; et.al. (2005): CO<sub>2</sub>-Storage, Monitoring and Safety Technology (COSMOS). In: GEOTECHNOLOGIEN Science Report No.6: Investigation, Utilization and Protection of the Underground. Koordinierungsbüro GEOTECHNOLOGIEN, Potsdam, 2005, pp. 60-71.
- Benson, S.M.; Hepple, R.; Apps, J.; Fu Tsang, C.; Lippmann, M. (2002): Lessons learned from natural and industrial analogues for storage of carbon dioxide in deep geological formations. Earth Sciences Division, E.O. Lawrence Berkley National Laboratory, Berkley, CA94720, USA 2002.
- Berlinpolis (2008): CO<sub>2</sub>-arme Kohlekraftwerke: Antwort auf den Klimawandel - Mehrheit der Bürger sieht in klimafreundlichen Kohlekraftwerken die Zukunft der Versorgungssicherheit, Umfrage des forsa Meinungsforschungsinstituts, Berlin, <http://www.energiemix-zukunft.de/energiemix/presse/index.html>.
- Blohm, M.; et.al. (2006): Technische Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> – nur eine Übergangslösung. Positionspapier des Umweltbundesamtes zu möglichen Auswirkungen, Potenzialen und Anforderungen, Climate Change 04/06, Dessau.
- BMWA (2005): COORETEC. BMWA-Bericht Nr. 527.
- BMWi Bundeswirtschaftsministerium (2007): Dokumentation Leuchtturm COORETEC, Das zukunftsfähige, fossil befeuerte Kraftwerk.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006): Umweltbewusstsein in Deutschland 2006, Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, Berlin 2006, (im Internet unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3113.pdf>).
- BMU Bundesumweltministerium (2007): Klimaagenda 2020: Der Umbau der Industriegesellschaft, Berlin, April 2007.
- BMU Bundesumweltministerium (2007): RECCS – Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS), Berlin Dezember 2007.
- Bonfadelli, H. (2001): Medienwirkungsforschung I: Grundlagen und theoretische Perspektiven (2. Auflage), Konstanz: UVK Medien (UVK Verlagsgesellschaft mbH) 2001.
- Bonfadelli, H. (2004): Medienwirkungsforschung II. Konstanz: UVK Medien (UVK Verlagsgesellschaft mbH) 2004, S. 302f.
- BP (2007): Nachhaltigkeitsbericht 2006.
- Brandis, R. (2006): Gibt es zufrieden stellende rechtliche Rahmenbedingungen für die CO<sub>2</sub>-Sequestration in Deutschland?

- BUND (2005): Präsentation von Thorben Becker, BUND: BMU-Fachgespräch „Vergleichende Analyse von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei modernen Kraftwerkstechnologien und der Nutzung regenerativer Energien im Kontext einer klimaverträglichen Energieversorgung“. 31.03.2005, Berlin.
- BUND (2006): Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland: BUND Position. CO<sub>2</sub>-Abscheidung in fossilen Kraftwerken. Berlin.
- Byzio, A., Mautz, R. u. W. Rosenbaum (2005): *Energiewende in schwerer See? Konflikte um die Offshore-Windkraftnutzung*. Oekom-Verlag München.
- CATO-Programm (2006): <http://www.CO2-cato.nl/>.
- CATs-Programm (2006): DTI/PUB URN 05/844.
- CLIMIT-Programm (2006): <http://www.climit.no/sw678.asp>.
- CO<sub>2</sub>SINK (2007): [www.CO2sink.org](http://www.CO2sink.org).
- Constable, T. et al. (2006): Discussion Paper for 2<sup>nd</sup> IEA/CSLF Workshop on Legal Aspects of Carbon Capture and Storage
- CSLF (2006): <http://www.cslforum.org/>
- Curry, T. et al. (2004): How aware is the public of carbon capture and storage? *GHGT 7*. Vancouver.
- Daamen, D. et al. (2006): Pseudo-opinions on CCS technologies. *GHGT 8*. Trondheim.
- De Best-Waldhober, M., et al. (2006): Informed public opinions on CO<sub>2</sub> capture and storage technologies. *GHGT 8*. Trondheim.
- DEBRIV (2007): Ein Informationsservice des Bundesverbandes Braunkohle: Informationen und Meinungen. Februar 2007.
- De Coninck, H., Huijts, N. (2004): Carbon Dioxide Capture and Storage: Public perception, Policy and regulatory issues in the netherlands, ECN Paper, Amsterdam.
- De Coninck, H., et al. (2006): Acceptability of CO<sub>2</sub> capture and storage - A review of legal, regulatory, economic and social aspects of CO<sub>2</sub> capture and storage. ECN Paper, 06-026.
- Department of Energy (DoE), USA (2004): Carbon Sequestration Program Environmental Impact Statement, Public Scoping Report, DOE/EIS-0366.
- „DER SPIEGEL“ 14/2004: Die große Luftnummer, S. 80-97.
- Deutscher Bundestag (1983): Bericht der Enquete-Kommission „Zukünftige Kernenergiepolitik“, Drucksache 4/ 4341, Bonn, 1983, S. 31f.
- Deutscher Bundestag, 16. Wahlperiode (2007): Antrag der Abgeordneten Michael Kauch (...), Dr. Guido Westerwelle und der Fraktion der FDP: Potenziale der Abtrennung und Ablagerung von CO<sub>2</sub> für den Klimaschutz nutzen. Berlin, 24. April 2007.
- Deutscher Bundestag, 16. Wahlperiode (2007): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Reinhard Loske, Hans-Josef Fell, Sylvia Kotting-Uhl, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksach 16/4968 – CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Lagerung. 20.04.2007.
- Die Klima-Allianz (2007): Klimaschutz jetzt! Ein Appell der Klima-Allianz. April 2007.
- Dierkes, M.; Thienen, V. von (1982): Akzeptanz und Akzeptabilität der Informationstechnologien, Berlin, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, S. 1.
- Dietrich, L. (2005): *Rechtliche Aspekte einer CCS-Strategie*. Konferenz: CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie?, Juelich, Germany, STE-Arbeitsberichte, 4/2005.

- Dietrich, L. & Bode, S. (2005): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Ablagerung (CAA): Ordnungsrechtliche Aspekte und ökonomische Implikationen im Rahmen des EU-Emissionshandels. *HWWA Discussion Paper*, 2005: 327.
- Dietrich, L. (2006): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Ablagerung: ein auch energierechtliches Problem? *Energiwirtschaftliche Tagesfragen*, 56 Jg., Heft 4, S. 92-93.
- Dietrich, L. (2007): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Ablagerung (CAA) im deutschen und europäischen Energieumweltrecht. Nomos-Verlag.
- Dinse, G. (2000): Akzeptanz von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen. Eine Studie über die Verwendung eines neuen und ungewohnten Kraftstoffs, Inst. Für Mobilitätsforschung (ifmo-studien), 2000, S. 24.
- Doctor, R.D. et al. (2000): Transporting Carbon Dioxide Recovered from Fossil-Energy Cycles. Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Cairns, August 13-16, 2000, 567-571. ISBN 0-643-06672-1.
- DYNAMIS-Projekt (2006): <http://www.dynamis-hypogen.com/index.asp>.
- ECCP (2006): <http://ec.europa.eu/environment/climat/eccp.htm>.
- Enderlin Cavigelli, R. (1996): Risiko und Konflikt. Fallanalyse in der Kernenergiekontroverse und theoretische Reflexionen, Bern.
- Endruweit, G. (1986): Sozialverträglichkeits- und Akzeptanzforschung als methodologisches Problem. In: Die Analyse der Sozialverträglichkeit für Technologiepolitik, Perspektiven und Interpretationen. Jungermann, Pfaffenberger, Schäfer, Wild (Hrsg.), München: High-Tech-Verlag, 1986, S. 81ff.
- E.on Energie AG: E.on Energie Innovation.
- Eurobarometer 17 (1982); 22 (1984); 26 (1986); 28 (1987); 33 (1990); 35 (1991); 39.1 (1993); (2002); (2005).
- Eurobarometer Spezial 227/ Wave 63.2 – TNS Opinion & Social (2005): Radioaktive Abfälle. Zusammenfassung. Ausgabe: Februar – März 2004; Umfragen: Juni 2005.
- EU (2007): Proposal for a Directive on the Geological Storage of Carbon Dioxide.
- EU (2008): COM(2008) 18 final. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directives 85/337/EEC, 96/61/EC, Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC and Regulation (EC) No 1013/2006.
- Flagstad, O. A., et al. (2006): ACCSEPT: Acceptance of CO<sub>2</sub> capture, storage economics policy and technology. *GHGT 8*. Trondheim.
- Fritzsche, A.F. (1986): Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung u. –bewältigung in unserer Gesellschaft. Köln: Verlag TÜV Rheinland, S. 60.
- GAL (2004): Antrag der Gruppe GAL, Grüne Alternative Liste, während der Bezirksverordnetenversammlung am 30.4.2006.
- Gale, J.; Davison, J. (2004): Transmission of CO<sub>2</sub> – safety and economic considerations. *Energy* 29 (2004) pp. 1319-1328(Guijt 2004) Guijt, W.: Analyses of incident data show US, European pipelines becoming safer. *OIL and Gas Journal*, January 26 2004, S. 68 - 73
- Generation IV Roadmap Report (2002): R&D Scope Report for Nonclassical Nuclear Systems, Nuclear Energy Research Advisory Committee, GIF, December 2002.
- Generation IV Technology Roadmap (2002): Issued by US DOE and GIF, December 2002, available at [www.gen-4.org](http://www.gen-4.org).

- Germanwatch (Hrsg.) (2004): In: Duckat, R.; Treber, M.; Bals, C.; Kier, G.: CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung als Beitrag zum Klimaschutz, Ergebnisse des „IPCC Workshop on Carbon Dioxide Capture and Storage“ vom November 2002 und Bewertung durch Germanwatch, Bonn, <http://www.germanwatch.org/rio/ccs04.htm>
- Gloede, Fritz (ITAS) und Hennen, Leonhard (TAB Berlin) (2005): Technikakzeptanz als Gegenstand wissenschaftlicher und politischer Diskussion. Eine Einführung in den Schwerpunkt, in: TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG Theorie und Praxis Nr. 3, 14. Jahrgang - Dezember 2005, S. 4-12. <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/glhe05a.htm>.
- Gough, C., et al. (2001): Burying carbon under the sea: An initial exploration of public opinions. Working Paper 10, Tyndall Centre, Manchester.
- Gough, C., et al. (2006a) An integrated assessment of carbon dioxide capture and storage in the UK. GHGT 8. Trondheim.
- Gough, C. & Shackley, S. (2006b): Towards a multi-criteria methodology for assessment of geological carbon storage options. Climatic Change, 74, S. 141-174.
- Greenpeace (2004): Kohlendioxid in den Untergrund? Hokus Pokus CO<sub>2</sub>-Verpressung, Stellungnahme.
- Greenpeace (2005): Präsentation von Gabriela von Goerne: BMU-Fachgespräch „Vergleichende Analyse von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei modernen Kraftwerkstechnologien und der Nutzung regenerativer Energien im Kontext einer klimaverträglichen Energieversorgung“. 31.03.2005, Berlin.
- Greenpeace (2007): Persönliche Kommunikation am 15.2.2007 mit Gabriela von Goerne, Greenpeace, Hamburg.
- Günther, W., Lohmann W. und I. Meinken (2000): Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig Holstein. Institut für Tourismus-und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH, in Kooperation mit der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Guijt, W. (2004): Analyses of incident data show US, European pipelines becoming safer. OIL and Gas Journal, January 26 (2004), S. 68 - 73.
- Hacke, C. (2006): Deutschland braucht nicht nur eine Energiedebatte, sondern eine Kernenergiedebatte, in: Politische Studien 409, 57. Jahrgang, September/Okttober 2006, S. 107 – 112.
- Harms, R. (2006): Kernkraft ist kein Klimaschutz. Die Zeit 2006 <http://www.zeit.de/2006/43/Replik-Kernenergie?page=all>.
- Hassa, R. (Vattenfall) (2006): Oxyfuel Kraftwerksprozess mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung für emissionsfreie Braunkohleverstromung; Beitrag zur Fachkonferenz Kraftwerkstechnik NRW im Rahmen der E-World 2006; Essen, 2006.
- Haug, P. (2002): Public Acceptance: A Wake-up Call from the People of Europe, World Nuclear Association Annual Symposium, 4 – 6 September 2002, London.
- Höcker, Karl H. (1984): Energie im Spannungsfeld zwischen Notwendigkeit und Akzeptanz : zur Integration d. Kernenergie ; Vorträge d. IKE-Kolloquiums im Winter 1982/1983 / K. H. Höcker (Hrsg.) Institut für Kernenergetik und Energiesysteme <Stuttgart> Köln : Verlag TÜV Rheinland 1984.
- Höwener, H. et al. (2006): FENCO-ERA: An Initiative of Twelve Member States Supported by the European Commission to Coordinate Their National Programmes. Proceedings Greenhouse Gas Technology 8, Trondheim, Juni 2006.
- Huijts, N. (2003): Puplic Perception of Carbon Dioxide Storage, The role of trust and affect in attitude formation, Master Thesis, Eindhoven University of Technology.
- IEA (2005): Legal Aspects of Storing CO<sub>2</sub>. Paris, OECD/IEA.

- IEA/CSLF (2006): Discussion Paper for 2<sup>nd</sup> IEA/CSLF Workshop on Legal Aspects of Carbon Capture and Storage.
- IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEA GHG)(2007): Environmental Assessment for CO<sub>2</sub> Capture and Storage. 2007/1 Cheltenham Glos., UK.
- IEA (2007): Legal aspects of storing CO<sub>2</sub>, Update and recommendations, OECD/IEA.
- IG BCE, ver.di, EnBW AG, E.ON AG, RWE AG, Vattenfall Europe AG: Mehr Realismus in der Energie- Und Umweltpolitik erforderlich.
- IG BCE (2007): Braunkohleverstromung bedroht. Pressemitteilung vom 20. Februar 2007.
- IG Metall Vorstand Wirtschaft-Technologie-Umwelt (2007): IG Metall Branchenreport – Energietechnik und Kraftwerksbau. Kernaussagen und Handlungsanforderungen. April 2007.
- Informationskampagne für Erneuerbare Energie (Hrsg.) (2006): Klimaschutzziel 2012 allein mit Erneuerbaren Energie zu erreichen. Hintergrundinformation 18.12.2006.
- IPCC (2005): Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- Itaoka, K. et al. (2004): Public acceptance of CO<sub>2</sub> capture and storage technology: A survey of public opinion to explore influential factors. GHGT 7. Vancouver.
- Itaoka, K. et al. (2006): A path analysis for public survey data on social acceptance of CO<sub>2</sub> capture and storage technology. GHGT 8. Trondheim.
- IZ Klima (2007): Homepage des Informationszentrums klimafreundliches Kohlekraftwerk. Ansicht am 16.11.2007, <http://www.iz-klima.de>.
- Jamard, M. et al. (2004): Finland chooses EPR. Advanced Nuclear Power. AREVA Customer Magazine, No.10, April 2004 <http://www.ol3.framatome-anp.com/download/download.htm>.
- Jung, M. (1994): Öffentlichkeit und Sprachwandel. zur Geschichte des Diskurses über die Atomenergie, Opladen.
- Kistler, E.; Jaufmann, D. (Hrsg.) (1990): Mensch – Gesellschaft – Technik. Orientierungspunkte in der Technikakzeptanzdebatte. Opladen: Leske u. Budrich, 1990, S. 167.
- Kleißmann, C. (2007): Protokoll zum Expertenworkshop "CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Ablagerung" (CCS). Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages (TAB), Ecofys Germany GmbH und Öko-Institut.
- Koornneef, J., et al. (2006): Environmental Impact Assessment of Carbon Capture & Storage in the Netherlands, *GHGT 8*. Trondheim.
- Koss, U. (2005): Kraftwerklinien und Abscheideoptionen. Eine Diskussion der grundlegenden Strategien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung in CCS-Kraftwerken. In: Kuckshinrichs, W.; Markewitz, P.; Hake, J.-Fr. (Hrsg.): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie? Dokumentation CCS-Tagung. 10./11. November 2005. Jülich, 2005, S. 27-36
- Kotler, P., Friedhelm, B. (2006): Marketing-Management – Analyse, Planung und Verwirklichung (10. Auflage), Pearson Studium, München 2006.
- Krooss, B.M., May, F. (2005): Speicherung von CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen: Potenziale und Herausforderungen. In: Kuckshinrichs, W.; Markewitz, P.; Hake, J.-Fr. (Hrsg.): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie? Dokumentation CCS-Tagung. 10./11. November 2005. Jülich, 2005, S. 81-102.
- Kukartz U. u. A. Rheingans-Heintze (2004): Umweltpolitik – Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin. Heruntergeladen von <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2792.pdf>.

- Kuckartz, U., Rädiker, S. u. A. Rheingans-Heintze (2006): Umweltbewusstsein in Deutschland 2006 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin. Heruntergeladen von <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3113.pdf>.
- Leiserowitz, A. (2005): American Risk Perception: Is Climate Change Dangerous? Risk Analysis, Vol. 25, No. 6. 2005.
- Linßen, J., Markewitz, P. (2007): Kurzanalyse ausgewählter Studien zu CO<sub>2</sub>- Abscheidung, -Transport und -Speicherung, Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) STE Research Report 3/2007.
- Loewenstein, G. F. et al. (2001): Risk as feelings. Psychological Bulletin, 127, 267-286; [http://www.poldracklab.org/teaching/neuroeconomics/Loewenstein\\_et\\_al\(2001\).pdf](http://www.poldracklab.org/teaching/neuroeconomics/Loewenstein_et_al(2001).pdf).
- Loske, R. (2007): Saubere Kohle? In: Profil: Grün, S. 8f., 2007.
- Mace, M.J.; Hendricks, C.; Coenraads, R. (2007): Regulatory challenges to the implementation of carbon capture and geological storage within the European Union under EU and international law. International Journal Of Greenhouse Gas Control I, S. 253-260.
- Mackenthun, Gerald (2003): Wahrnehmung von Risiken in der Öffentlichkeit am Beispiel der Kernenergie. Referat auf der Jahrestagung Kerntechnik 2003 / Annual Meeting Nuclear Technology, 20. - 22. Mai 2003, Berlin.
- Mander S., Gough C. (2006): Media framing of new technology: the case of carbon capture and storage. The Tyndall Centre, University of Manchester.
- Matthes, F. C. et al. (2006): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken. Modul 3: Regulierungsfragen. Öko-Institut.
- Maul, P.; Savage, D. (2004): A Generic FEP data base for the Assessment of Long-term Performance and Safety of the Geological Storage of CO<sub>2</sub>. QRS-1060A-1 version 1.0, Henley-on-Thames, UK.
- May, F.; Brune, S.; Gerling, P.; Krull, P. (2003): Möglichkeiten zur CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland – eine Bestandsaufnahme im Jahre 2003. geotechnik 26 (2003), VGE, Essen, S. 162 – 172.
- May, F. et al. (2004): Assessing European Potenzial for geological storage of CO<sub>2</sub> – the GESTCO Project; Proceedings of the GHGT 7, Vancouver.
- May, F. (2005): Überwachung und Sicherheit von CO<sub>2</sub>-Speichern. In: Kuckshinrichs, W.; Markewitz, P.; Hake, J.-Fr. (Hrsg.): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie? Dokumentation CCS-Tagung. 10./11. November 2005. Jülich, 2005, S. 103-116.
- Meyn, H. (2004): Massenmedien in Deutschland (Neuaufgabe), UVK Verlagsgesellschaft mbH, Konstanz 2004.
- Müller, Wolfgang D. (1990): Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Band 1, Stuttgart.
- Musiol, F. u. K.-M. Thomson (2006): Was Sie schon immer über Windenergie und Vogelschutz wissen wollten. Hrsg. Naturschutzbund Deutschland e.V. Bonn/Berlin.
- NABU (2005): Präsentation von R. Musiol, NABU: BMU-Fachgespräch „Vergleichende Analyse von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei modernen Kraftwerkstechnologien und der Nutzung regenerativer Energien im Kontext einer klimaverträglichen Energieversorgung“. 31.03.2005, Berlin.
- Ortenburger, J.; TÜV Süd Automotive GmbH (2006): H<sub>2</sub>-Fahrzeuge – Gefahr oder Segen? Vortrag auf der f-cell 25./26.10.2006.
- OSPAR Commission (2007): Placement of CO<sub>2</sub> in Subsea Geological Structures. [www.ospar.org](http://www.ospar.org).

- Palmgren, C. R., et al. (2004a): Public perceptance of oceanic and geological disposal. GHGT 7. Vancouver.
- Palmgren, C. R., et al. (2004b): Initial public perception of deep geological and oceanic disposal of carbon dioxide. *Environmental Science & Technology*, 38:24, S. 6441-6450.
- Pepels, W. (2005): Marketing-Kommunikation, Werbung – Marken – Medien, Merkur Verlag Rinteln, Rinteln 2005.
- Piwinger, M. (2007): Handbuch Unternehmenskommunikation, Hrsg. A. Zerfaß, Gabler Verlag, Wiesbaden 2007.
- Radgen, P.; Cremer, C.; May, F. et al. (2006): Verfahren zur CO<sub>2</sub> Abscheidung und –speicherung. Abschlußbericht. Umweltforschungsplan des BMU, Forschungsbericht 203 41 110, Reihe Climate Change, Nr. 07/2006.
- Reiner, D., et al. (2006): An intertemporal comparison of public attitudes towards carbon capture and storage technologies. *GHGT 8*. Trondheim.
- Renn, Ortwin (1981): Wahrnehmung und Akzeptanz technischer Risiken Teil: 3: Das Symbol Kernenergie, Einstellung und Determinanten. Jülich : Zentralbibliothek d. Kernforschungsanlage.
- Renn, Ortwin (1986): Akzeptanzforschung: Technik in der gesellschaftlichen Auseinandersetzung, April 1986. Artikel veröffentlicht online in: Wiley Interscience, 2004 <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/109718724/ABSTRACT>.
- Renn, O.; Zwick, M.M. (1997): Risiko- und Technikakzeptanz. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages, Bonn.
- Risikokommission (2002): Abschlußbericht der Risikokommission. Salzgitter, Juni 2003.
- Robin Wood (2006): Saubere Kohle wird es nicht geben! Positionspapier, Bremen.
- RWE Power: Programm Klimaschutz Impulse Investitionen Innovationen.
- Schenk, M. (2002): Werbewirkungsforschung (2. Auflage), Mohr Siebeck Verlag, Tübingen 2002.
- Scheuch, E. K. (1990): Bestimmungsgründe für Technik-Akzeptanz. In: Kistler, Ernst; Jaufmann, Dieter (Hrsg.): Mensch – Gesellschaft – Technik. Orientierungspunkte in der Technikakzeptanzdebatte. Opladen: Leske u. Budrich, 1990, S. 101-141.
- Schütz, H.; Wiedemann, P. (2005): Risikowahrnehmung: Forschungsansätze und -ergebnisse, In: Abschätzung, Bewertung und Management von Risiken. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 56. Bonn 2005, S. 227-254.
- Schütz, H.; Wiedemann, P.; Hennings, W.; Mertens, J.; Clauberg, M (2004):. Vergleichende Risikobewertung – Konzepte, Probleme und Anwendungsmöglichkeiten. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Erde und Umwelt, Jülich.
- Schütz, H.; Wiedemann, P. (2003): Risikowahrnehmung in der Gesellschaft. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 7-2003, S. 549-554.
- Schütz, H.; Peters, H.-P. (2002): Risiken aus der Perspektive von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit. Aus Politik und Zeitgeschichte (B 10-11/2002), 40-45; <http://www.bpb.de/files/ZKNB5C.pdf>.
- Sedlacek (2005): Telefoninterview von Daniel Vallentin mit Robert Sedlacek, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Abteilung Kohlewasserstoffe, 5.12.2005.
- Semademi, M., et al. (2004): Public attitudes in reltaion to risk and novelty of future energy options. *Energy & Environment*, 15:5, S. 755-777.

- Shackley, S. et al. (2004a): The public perception of carbon dioxide capture and storage in the UK. GHGT 7. Vancouver.
- Shackley, S. et al. (2004b): The public perception of carbon capture and storage. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper, S. 44.
- Shackley, S., McLachlan, C. (2006): Trade-offs in assessing different energy futures: a regional multi-criteria assessment of the role of carbon dioxide capture and storage, *Environmental Science & Technology*, No 9/06, 376-391.
- Shackley, S. et al. (2007): Stakeholder perception of CO<sub>2</sub> capture and storage in Europe: Results from a survey, *Energy Policy* 35/2007 5091-5108.
- Sharp, J., et al. (2006): Public attitudes toward geological disposal of carbon dioxide in Canada. GHGT 8. Trondheim.
- Siemens Power Generation (2007): *PGlive Energie für Generationen* Heft April/Mai 2007, Mitarbeitermagazin von Siemens Power Generation.
- Sinus (2008): Sinus Milieus in Deutschland 2007. Sinus Sociovision GmbH, <http://www.sinus-sociovision.de/2/2-3-1-1.htm>.
- Slovic, P. (1987): Perception of risk. *Science*, 236, 280-285; <http://communityrisks.cornell.edu/BackgroundMaterials/Slovic-Science1987.pdf>.
- SPD (2007): Beschluss des SPD-Parteivorstandes: Klimaschutz und nachhaltige Energiepolitik – Für ein nationales Aktionsprogramm. 23.04.2007.
- Stöver D., Meulenber, W. A. (2005): CO<sub>2</sub>-Minderung – Technik und Membranen. In: *ef.Ruhr – Innovation durch Energieforschung*, Symposium 15. Dezember 2005, Wissenschaftspark Gelsenkirchen.
- Tegethoff (2005): Telefoninterview von Daniel Vallentin mit Norbert Tegethoff, E.ON Ruhrgas, 12.12.2005.
- Tokushige, K., et al. (2006): Public perception on the acceptance of CO<sub>2</sub> geological storage and the valuable information for the acceptance. GHGT 8. Trondheim.
- UBA Umweltbundesamt: Blohm, M.; et.al. (2006): Technische Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> – nur eine Übergangslösung. Positionspapier des Umweltbundesamtes zu möglichen Auswirkungen, Potenzialen und Anforderungen, *Climate Change* 04/06, Dessau.
- Unger, F., Durante, N. V., Gabrys, E., Koch, R., Weilersbacher, R. (1999): *Mediaplanung – Methodische Grundlagen und praktische Anwendungen* (2. Auflage), Physica Verlag, Heidelberg 1999.
- Unger, F., Wolfgang F. (2005): *Management der Marketing-Kommunikation* (3.Auflage), Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2005.
- University of Texas (2005): Lake Nyos. University of Texas, Arlington. Download unter [www.uta.edu](http://www.uta.edu), 4.12.2007.
- Uno, M., et al. (2004): Exploration of public acceptance regarding CO<sub>2</sub> underground sequestration technologies. GHGT 7. Vancouver.
- Van Alphen, K., et al. (2006): Social acceptance of carbon dioxide sequestration in The Netherlands. GHGT 8. Trondheim.
- Van Alphen, K. et al. (2007): Social acceptance of carbon capture and storage technologies, *Energy Policy* 35/2007 4368-4380.
- Vattenfall / Hassa, R. (2006): Oxyfuel Kraftwerksprozess mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung für emissionsfreie Braunkohleverstromung; Beitrag zur Fachkonferenz Kraftwerkstechnik NRW im Rahmen der E-World 2006; Essen.

- Vattenfall (2006): Klimaschutz durch Innovation, Das CO<sub>2</sub>-freie Kraftwerk von Vattenfall.
- VDEW (2006): Fakten. Informationen für Journalisten. 3. Ausgabe, 09/2006.
- Vendrig, M.; Spouge, J.; Bird, A.; Daycock, J.; Johnsen, O. (2003): Risk analysis of the geological sequestration of carbon dioxide. Report no R246, Department of Trade and Industry, London UK.
- VGB Kraftwerkstechnik (2006): Clean Coal Power – Die Antwort der Kraftwerkstechnik auf die Herausforderungen der Klimavorsorge. Ausgabe 5/2006.
- VGB Powertech (2007): CO<sub>2</sub> Capture and Storage. Report on the State of the Art. August, 2004. VKU: Stellungnahme des VKU zum Integrierten Energie- und Klimapakete der Europäischen Kommission vom 10.01.2007. Köln, 6. Februar 2007.
- Viklund, M. (2004): Energy policy options - from the perspective of public attitudes and risk perceptions. *Energy Policy*, 32, 1159-1171.
- Vogel (2005): Telefoninterview von Daniel Vallentin mit Bernd Vogel, Wingas, 7.12.2005.
- Vogel, M. (2005): Akzeptanz von Windparks in touristisch bedeutenden Gemeinden der Nordseeküstenregion. Institut für Maritimen Tourismus, Hochschule Bremerhaven.
- Wallmann, K. (2007): Präsentation während einer Sitzung des Forschungsbeirats des Projekts "CO<sub>2</sub>-Abscheidung im Meeresuntergrund - Meeresökologische und geologische Anforderungen für deren langfristige Sicherheit sowie Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens", Berlin, 23.10.2007.
- (WBGU) Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin.
- Wiedemann, P. (2005): Gesellschaftliche Aspekte einer CCS-Strategie: Akzeptanz, Risikowahrnehmung und -bereitschaft. In: Kuckshinrichs, W.; Markewitz, P.; Hake, J.-Fr. (Hrsg.): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie? Dokumentation CCS-Tagung. 10./11. November 2005, Jülich.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)(2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin 2006.
- World Health Organisation WHO (2000): Guidelines for air quality, Geneva. zugänglich über <http://www.who.int/peh/air/Airqualitygd.htm>.
- WRI (2007): International Association for Public Participation zitiert in: "Building Public Acceptability for Carbon Capture and Sequestration". WRI Issue Brief No.2, 2007.
- Wuppertal Institut et al. (2007): RECCS – Strukturell-ökonomischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS), im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU), Berlin, 2007, [www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/) downloads/38826.
- WWF (2004): World Wide Fund Position Paper: Carbon Capture and Storage from Fossil Fuels. [www.wwf.de](http://www.wwf.de).
- WWF (2005): Präsentation von R. Günther, WWF: BMU-Fachgespräch „Vergleichende Analyse von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei modernen Kraftwerkstechnologien und der Nutzung regenerativer Energien im Kontext einer klimaverträglichen Energieversorgung“. 31.03.2005, Berlin.
- [www.CO2sink.org](http://www.CO2sink.org)
- Zakkour, P.; Haines, M. (2007): Permitting issues for CO<sub>2</sub> capture, transport and geological storage: A review of Europe, USA, Canada and Australia. *International Journal Of Greenhouse Gas Control* 1, 94-100.
- ZEP TP (2006): <http://www.zero-emissionplatform.eu/website>.

## 10 Anhang

## Befragung von CCS-Multiplikatoren

<b>Gesprächspartner:</b>	<b>Institution:</b>
<b>Ort:</b>	<b>Interviewer:</b>
<b>Telefon:</b>	<b>Datum:</b>

Der Interviewpartner kommt aus dem Bereich:

<input type="checkbox"/> Wissenschaft	<input type="checkbox"/> Politik	<input type="checkbox"/> Wirtschaftsverbände	<input type="checkbox"/> Kirche
<input type="checkbox"/> REG-Verbände	<input type="checkbox"/> Verbraucherorganisation	<input type="checkbox"/> Gewerkschaft	<input type="checkbox"/> Umweltgruppen
<input type="checkbox"/> Ketzin und NRW	<input type="checkbox"/> Sachverständigenngremium	<input type="checkbox"/> Unternehmen	

**Einleitung:** Wir führen in einem Projekt, das durch das BMWi gefördert wird, eine Befragung von Fachleuten und von Personen relevanter Gruppen über die Akzeptanz von CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung durch. Der Fragebogen teilt sich in drei Blöcke auf: Sachfragen, Haltung Ihrer Organisation zu CCS und Ihre Einschätzung der öffentlichen Meinung.

<b>Sachfragen im Zusammenhang mit CCS</b>
---

**1. Seit wann beschäftigen Sie sich mit der CCS-Technologie?**

**2. Halten Sie die Technologie für technisch ausgereift?**

*Wenn nein, wo liegen die Probleme? Wie können diese behoben werden? Wann wird die Technologie ausgereift/kommerziell verfügbar sein?*

**3. Ist die Technologie wirtschaftlich?**

*Frage der Konkurrenzfähigkeit, der höheren Stromkosten.*

*Wenn nein, wo liegen die Probleme? Wie können diese behoben werden?*

**4. Wie schätzen Sie die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung bei den umweltfreundlichen Energietechnologien ein?**

**5. Halten Sie den Einsatz der CCS-Technologie für sinnvoll/notwendig (national, europaweit und global)? Warum?**

*Wenn sehr sinnvoll: Welche Vorteile/Chancen sind mit der CCS-Technologie verbunden? (Energieversorgungssicherheit? Arbeitsplätze? Wirtschaftlichkeit? Klima?). Da einige Länder sich sehr stark machen für diese Technologie, wie sollte man sich verhalten?*

*Wenn wenig sinnvoll/nicht notwendig: Welche Alternativen kommen in Frage?*

**6. Welche Rolle könnte CCS im Energiemix spielen?**

*Aufteilung zwischen den Energietechnologien nach ihrer Rolle im Energiemix.*

*Wenn geringer Rolle: Alternativen zu CCS-Technologie.*

**7. Wie beurteilen Sie die CO<sub>2</sub>-Speicherung? Ist die Speicherung auch langfristig sicher? Könnten Spätfolgen auftreten?**

*Stand der Technik, Verfügbarkeit, Risiken (Leckage, Explosionsgefahr, Erdbeben, Beeinträchtigung der Bevölkerung)*

**8. Wo könnte man in Deutschland CO<sub>2</sub> speichern? Sollte direkt beim Kraftwerk gespeichert werden, in Saline Aquifere, in alte Gasspeicher oder unter dem Meer? In Deutschland oder außerhalb Deutschlands?**

*Lagerstätten, Aufnahmekapazität*

**9. Halten Sie den CO<sub>2</sub>-Transport für sicher?**

*Stand der Technik (Pipeline), Risiken (Leckage, Explosionsgefahr, Beeinträchtigung der Bevölkerung)*

**10. Wer sollte die Nutzung der Lagerstätten genehmigen? Nutzung unter dem Meer?**

*Welche rechtlichen Fragen sind noch zu klären?*

**11. Wer sollte dauerhaft gegenüber potenziellen Leckagen haften (private Betreiber, wenn ja für wie lange nach der Einspeicherung, Staat?)**

**Prinzipielle Haltung**

**12. Welche offizielle Haltung nimmt Ihre Organisation zur CCS-Technologie ein? .Bei „ja, aber“: mit welchen Einschränkungen, unter welchen Voraussetzungen?**

**13. Gibt es unterschiedliche Meinungen innerhalb Ihrer Organisation? Wie gehen Sie damit um?**

*Findet beispielsweise eine interne Diskussion zum Thema statt?*

**14. Aus welchen Quellen schöpfen Sie bzw. Ihre Organisation Ihre Informationen?**

*Welche Informationsquellen sind vertrauenswürdig?*

**15. Welche Kommunikationswege nutzen Sie?**

*Pressemitteilungen, Broschüren, Berichte, Flyer, Veranstaltungen, Internet, ... ? Wie oft? Welche Inhalte werden hauptsächlich transportiert? Eher die Risiken, eher der Kontext des Klimawandels, ... Wird eher an Fachleute kommuniziert oder an die Öffentlichkeit?*

**16. Wie schätzen Sie den eigenen Einfluss auf die Meinungsbildung zu CCS ein?**

*Einfluss hoch/niedrig, weil ...*

**Erfolge/Misserfolge durch ... Diskussion des Themas in der Öffentlichkeit**

**17. Wie hoch ist Ihrer Meinung nach der Informationsstand/Bekanntheitsgrad des Themas CCS in der Öffentlichkeit?**

- 18. Wie schätzen Sie die Meinung der Öffentlichkeit zum Thema CCS ein?**  
*Eher dafür oder dagegen, unter Vorbehalt, unter welchen Vorbehalten? Wo gibt es Akzeptanzprobleme?*
- 19. Wie schätzen Sie die Berichterstattung zum Thema CCS in den Medien ein?**  
*Sachlich? Korrekt? Ausreichend? Neutral?*
- 20. Sollte mehr über CCS berichtet werden?**  
*Wenn ja, in welcher Form? Broschüren, Medien, Veranstaltungen, Internet etc.*
- 21. Was beeinflusst die öffentliche Meinung?**  
*Z.B., Standorte, Demoprojekte, Medien, Meinungsführer, Dringlichkeit aufgrund Klimawandel, Vergleiche mit anderen Großtechnologien, ...*
- 22. Wer hat vor allem Einfluss auf die öffentliche Meinung zu CCS? Wen sieht die Öffentlichkeit als vertrauenswürdig an?**  
*Politik, Wirtschaft, Industrie, NGOs, Verbraucherverbände, Kirchen, Gewerkschaften, Bürgerinitiativen etc.*
- 23. Wie sollte der Öffentlichkeit vermittelt werden, dass und welche Risiken es bei CCS gibt?**  
*Kommunikation von Risiken: Wie kann man mit Forschungsbedarf umgehen, ohne Ängste zu wecken? Vergleichstechnologien heranziehen, welche?*
- 24. Zu welchem Zeitpunkt sollte man informieren?**  
*So früh wie möglich*  
*Erst wenn Demonstrationsprojekte laufen usw.*
- 25. Welche Maßnahmen kann man ergreifen, um eine sachliche Diskussion zu führen und eine Polarisierung zu vermeiden?**  
*Was macht man, wenn die Diskussion zu sehr in die Kernenergie-debatte geht? Wie kann man gegensteuern?*
- 26. Sollten Ihrer Meinung nach breitere Untersuchungen zur Akzeptanz gemacht werden?**  
*z.B. Bevölkerungsbefragungen?*

## Einstellungen und Meinungen zur Ein- speicherung von CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage CCS)



### Fragebogen für Journalisten

Bitte Rücksendung bis zum 09.Juli 2007 an:

- Print Version Fax +49 0202 / 2492–198 oder per Post: Doeppersberg 19, D-42103 Wuppertal, Deutschland
- Elektronische Version via e-mail: [andrea.esken@wupperinst.org](mailto:andrea.esken@wupperinst.org) oder [katja.pietzner@wupperinst.org](mailto:katja.pietzner@wupperinst.org)

1.	Wann hörten Sie zum ersten Mal von CCS? Jahr .....			
2.	Wo/Wie "hörten" Sie zum ersten mal von CCS? Quellen: .....			
3.	Welche Informationsquellen nutzen Sie bzw. sind relevant bei Ihrer Berichterstattung über CCS?	Immer	Teilweise	gar nicht
	Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fachzeitschriften, Magazine, TV, Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Wissenschaftliche Institutionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere Quellen (bitte nennen):.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Welche Quellen halten Sie für relevant/nützlich für die breite Bevölkerung, um sich über CCS zu informieren?	Immer	Teilweise	gar nicht
	Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fachzeitschriften, Magazine, TV, Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Wissenschaftliche Institutionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere Quellen (bitte nennen):.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Auf welche Zielgruppe ist Ihre Berichterstattung ausgerichtet?	Immer	Teilweise	gar nicht
	Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fachzeitschriften, Magazine, TV, Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Wissenschaftliche Institutionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andere Zielgruppen (bitte nennen):... ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

6.	Wie schätzen Sie Ihren eigenen Einfluss auf die öffentliche Meinungsbildung zu CCS ein? <input type="checkbox"/> sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> sehr gering																																
7.	Wie hoch ist Ihrer Meinung nach Ihr eigener Wissensstand zum Thema CCS? <input type="checkbox"/> sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> sehr gering																																
8.	In welchen Bereichen finden sich die stärksten Hindernisse bei einer künftigen Einführung von CCS? <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sehr wichtig</th> <th>wichtig</th> <th>Nicht so wichtig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Technologie/Machbarkeit</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Wirtschaftlichkeit</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Rechtlicher Rahmen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Umweltrisiken</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Politische Aspekte/institutioneller Rahmen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Überwachung von Speichern</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Öffentliche Akzeptanz</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Sehr wichtig	wichtig	Nicht so wichtig	Technologie/Machbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wirtschaftlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rechtlicher Rahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Umweltrisiken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Politische Aspekte/institutioneller Rahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Überwachung von Speichern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Öffentliche Akzeptanz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sehr wichtig	wichtig	Nicht so wichtig																														
Technologie/Machbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Wirtschaftlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Rechtlicher Rahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Umweltrisiken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Politische Aspekte/institutioneller Rahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Überwachung von Speichern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Öffentliche Akzeptanz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
9.	Sind Sie der Meinung, dass in Deutschland über das Thema CCS ausführlich genug informiert wird? <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Absolut</th> <th>Teilweise</th> <th>gar nicht</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>von den Ministerien</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>von der Energieindustrie</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>in Fachzeitschriften, Magazinen, TV, Radio</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>von NGOs, z. B. Umweltorganisationen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>in der breiten Öffentlichkeit</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Absolut	Teilweise	gar nicht	von den Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	von der Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	in Fachzeitschriften, Magazinen, TV, Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	von NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	in der breiten Öffentlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
	Absolut	Teilweise	gar nicht																														
von den Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
von der Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
in Fachzeitschriften, Magazinen, TV, Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
von NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
in der breiten Öffentlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
10.	Welche Haltung nehmen nach Ihrer Meinung/Empfinden die verschiedenen Akteure gegenüber CCS ein? <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Positive Haltung</th> <th>Neutrale Haltung</th> <th>Negative Haltung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>die Ministerien</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>die Energieindustrie</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>die Medien</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>die NGOs, z. B. Umweltorganisationen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>die breiten Öffentlichkeit</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Positive Haltung	Neutrale Haltung	Negative Haltung	die Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	die Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	die Medien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	die NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	die breiten Öffentlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
	Positive Haltung	Neutrale Haltung	Negative Haltung																														
die Ministerien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
die Energieindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
die Medien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
die NGOs, z. B. Umweltorganisationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
die breiten Öffentlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
11.	Wie ist Ihre <b>persönliche</b> Meinung zu Carbon Capture and Storage: Würden Sie es generell einen CO <sub>2</sub> -Speicher in der Nähe Ihres Wohnortes akzeptieren? <input type="checkbox"/> gerne <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> egal <input type="checkbox"/> weiß nicht <input type="checkbox"/> überhaupt nicht																																
12.	Wie denken Sie ist die <b>öffentliche Meinung</b> : Würde die breite Öffentlichkeit es generell akzeptieren in der Nähe eines CO <sub>2</sub> -Speichers zu leben? <input type="checkbox"/> gerne <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> egal <input type="checkbox"/> weiß nicht <input type="checkbox"/> überhaupt nicht																																

**Herzlichen Dank!**

**Wenn Sie an den Ergebnissen dieser Befragung interessiert sind, hinterlassen Sie bitte nachfolgend Ihren Namen und Ihre Email-Adresse:**

Name: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

## **Ergebnisse der Journalistenbefragung**

### **Frage 1. Wann hörten Sie zum ersten Mal von CCS?**

Der benannte Zeitraum reicht von 1995 als frühestes Datum bis 2006, wobei 2006 am häufigsten genannt wurde (1x1995, 1x1998, 1x2002, 2x2003, 2x2004, 3x2005, 4x2006, 1x keine Antwort).

### **Frage 2. Wo/Wie hörten Sie zum ersten mal von CCS?**

Hier wurden bei gleich hoher Nennzahl Veranstaltungen (Steinkohletage/Klimagipfel) und Einzelgespräche (jeweils 4mal), die Medien insbesondere (Fach-)Zeitschriften aber häufiger genannt (10 mal).

### **Frage 3. Welche Informationsquellen nutzen Sie bzw. sind relevant bei Ihrer Berichterstattung über CCS? (Kategorien: immer-teilweise-gar nicht)**

An erster Stelle wurden wissenschaftliche Institutionen benannt (11 x immer), darauf folgten die NGOs (6 x immer) und die Energieindustrie (5 x immer), Ministerien wurden 11 mal unter der Kategorie „teilweise“ genannt, danach folgten die Medien und Umweltorganisationen (je 8 x). Als zusätzliche Informationsquellen sind das Internet, Kollegen und Spezialisten aufgezählt worden.

### **Frage 4. Welche Quellen halten Sie für relevant/nützlich für die breite Bevölkerung, um sich über CCS zu informieren? (Kategorien: immer-teilweise-gar nicht)**

Am häufigsten wurden Fachzeitschriften und wissenschaftliche Institutionen unter der Kategorie „immer“ benannt 9 bzw. 6 mal), bei der Kategorie „teilweise“ wurde am häufigsten die Energieindustrie benannt (11 mal), danach folgten die NGOs mit 9 Stimmen. Als weitere Quellen wurden die Tageszeitungen und das Internet benannt.

### **Frage 5. Auf welche Zielgruppe ist Ihre Berichterstattung ausgerichtet? (Kategorien: immer-teilweise-gar nicht)**

Bei der Beantwortung dieser Frage lies sich keine ausgeprägte Präferenz feststellen, alle genannten Zielgruppen sollen erreicht werden incl. der breiten Bevölkerung.

### **Frage 6. Wie schätzen Sie ihren eigenen Einfluss auf die öffentliche Meinungsbildung zu CCS ein? (Kategorien: sehr hoch-hoch-mittel-gering-sehr gering)**

Der Beeinflussungsgrad wurde in der Kategorie sehr hoch 1 mal, hoch 2 mal, mittel 4 mal, am häufigsten mit gering 6 mal und 1 mal sehr gering angegeben.

### **Frage 7. Wie hoch ist Ihrer Meinung nach Ihr eigener Wissensstand zum Thema CCS? (Kategorien: sehr hoch-hoch-mittel-gering-sehr gering)**

Der Wissensstand wurde in der Kategorie sehr gering und sehr hoch mit jeweils gleich hohem Stimmenanteil (2 mal) angegeben. Hoch wurde 4 mal, mittel 6 mal und gering 1 mal genannt.

### **Frage 8. In welchen Bereichen finden sich die stärksten Hindernisse bei einer zukünftigen Einführung von CCS? (Kategorien: sehr wichtig-wichtig-nicht so wichtig)**

Als „sehr wichtige“ Hindernisse wurden in erster Linie die Umweltrisiken benannt (10 Stimmen), es folgen die Wirtschaftlichkeit (9 Stimmen) und die technologische Machbarkeit (8 Stimmen) sowie die öffentliche Akzeptanz (6 Stimmen). Als nicht so wichtig wurden die

Überwachung von Speichern (6 Stimmen) und der institutionelle Rahmen (5 Stimmen) benannt.

**Frage 9. Sind Sie der Meinung, dass in Deutschland über das Thema CCS ausführlich genug informiert wird? (Kategorien: Absolut-Teilweise-gar nicht)**

Den NGOs und den Medien wird in der Kategorie „teilweise“ (je 12 Stimmen) ein deutlich wahrzunehmender Informationsfluss quittiert. Für die Ministerien wird mit hoher Stimmzahl eine „teilweise“ (6 mal) bis nicht vorhandene Informationsvermittlung (7 mal) über das Thema CCS benannt. Ein Defizit bei der Aufklärung über das Thema besteht vor allem in der breiten Öffentlichkeit.

**Frage 10. Welche Haltung nehmen nach ihrer Meinung/Empfinden die verschiedenen Akteure gegenüber CCS ein? (Kategorien: Positive-neutrale-negative Haltung)**

Eine deutlich negative Haltung wird den NGOs zugeordnet (7 Stimmen). Eine deutlich positive Haltung wird der Energieindustrie (11 Stimmen) und den Ministerien (8 Stimmen) bescheinigt. Nach Empfinden der Journalisten haben die Medien (7 Stimmen) eine neutrale Haltung zum Thema CCS.

**Frage 11. Wie ist ihre persönliche Meinung zu CCS: Würden Sie generell einen CO<sub>2</sub>-Speicher in der Nähe Ihres Wohnortes akzeptieren? (Kategorien: gerne-ja-egal-weiß nicht-überhaupt nicht)**

Die meisten sind unsicher (6 mal weiß nicht) gefolgt von „überhaupt nicht“ (4 mal) – es gab aber auch 3 „ja“-Stimmen.

**Frage 12. Wie denken Sie ist die öffentliche Meinung: Würde die breite Öffentlichkeit es generell akzeptieren in der Nähe eines CO<sub>2</sub>-Speichers zu leben? (Kategorien: gerne-ja-egal-weiß nicht-überhaupt nicht)**

Am Häufigsten wurde hier die Kategorie „überhaupt nicht“ (6 mal) benannt gefolgt von „egal“ (4 mal).

## Attitudes and opinions on Carbon Capture and Storage (CCS)



Fraunhofer  
Institute  
Systems and  
Innovation Research

### Questionnaire

Please send to Fraunhofer ISI by June 30, 2006:

- electronic version via e-mail: eg@isi.fhg.de
- printed version fax +49 0721 / 6809-272 or letter: Breslauer Str. 48, D-76139 Karlsruhe, Germany

13.	When and how did your first hear about CCS?  Year ..... Source: .....																									
14.	How would you classify your knowledge of CCS issues?  <input type="checkbox"/> Very high <input type="checkbox"/> High <input type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> Low <input type="checkbox"/> Very low																									
15.	What are the <b>three</b> most important issues in the world today?  <input type="checkbox"/> Aging population <input type="checkbox"/> Economy <input type="checkbox"/> Health care <input type="checkbox"/> AIDS <input type="checkbox"/> Education <input type="checkbox"/> Overpopulation <input type="checkbox"/> Climate Change <input type="checkbox"/> Energy supply <input type="checkbox"/> Poverty <input type="checkbox"/> Crime <input type="checkbox"/> Environment <input type="checkbox"/> Terrorism <input type="checkbox"/> Drugs <input type="checkbox"/> Globalisation																									
16.	Considering the environmental problems specifically: What are the <b>three</b> most important problems?  <input type="checkbox"/> Air pollution <input type="checkbox"/> Noise <input type="checkbox"/> Water pollution <input type="checkbox"/> Destruction of eco-systems <input type="checkbox"/> Ozone depletion <input type="checkbox"/> Global warming <input type="checkbox"/> Toxic waste																									
17.	Please tell us your opinion of the following statements:  <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="text-align: center;">Agree strongly</th> <th></th> <th></th> <th style="text-align: center;">Disagree strongly</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Economy and jobs should take priority over environment.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Environment protection and economic growth are reconcilable.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>In the long run new technologies will solve environmental problems.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Agree strongly			Disagree strongly		1	2	3	4	Economy and jobs should take priority over environment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Environment protection and economic growth are reconcilable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	In the long run new technologies will solve environmental problems.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Agree strongly			Disagree strongly																						
	1	2	3	4																						
Economy and jobs should take priority over environment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
Environment protection and economic growth are reconcilable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
In the long run new technologies will solve environmental problems.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
18.	What are the <b>three</b> most important measures which could guarantee a secure and sustainable energy supply in the long run?  <input type="checkbox"/> Use of nuclear energy <input type="checkbox"/> Large hydro power stations <input type="checkbox"/> Development of new energy technologies <input type="checkbox"/> More efficient coal, gas and oil power plants <input type="checkbox"/> Use of hydrogen <input type="checkbox"/> Carbon sequestration (e. g. reforestation) <input type="checkbox"/> Carbon capture and storage <input type="checkbox"/> Energy-saving behaviour <input type="checkbox"/> Energy-saving investments <input type="checkbox"/> Use of renewable energies (solar, wind, biomass, biogas, small hydro plants)																									
19.	How can we address the issue of global warming?  <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="text-align: center;">Yes</th> <th style="text-align: center;">No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>There is need of further research on the amount of global warming and its effects.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Yes	No	There is need of further research on the amount of global warming and its effects.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
	Yes	No																								
There is need of further research on the amount of global warming and its effects.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								

	Invest in research and development of adequate technologies to solve the problem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Continue using fossil fuels and invest in carbon capture and storage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Expand nuclear power.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Expand renewable energy sources.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Promote energy saving.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	There is no problem because we can live with global warming.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	There is no threat of global warming.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
20.	What is <b>your personal</b> opinion on carbon capture and storage: Would you generally like the idea of underground storage sites close to where you live?					
	<input type="checkbox"/> Really like it <input type="checkbox"/> Like it <input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Don't like it <input type="checkbox"/> Don't like it at all					
21.	What do you think the <b>public's opinion is</b> : Do people generally like the idea of nearby underground storage sites where they live?					
	<input type="checkbox"/> Really like it <input type="checkbox"/> Like it <input type="checkbox"/> Neutral <input type="checkbox"/> Don't like it <input type="checkbox"/> Don't like it at all					
22.	How do you think the risks of CCS are perceived by the public? Risks are comparable to ...	Yes	No			
	the existence of underground natural gas storages and pipelines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	the existence of oil or gas tanks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	the construction of large hydro power plants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	the construction of wind energy plants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	the installation of nuclear disposal sites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
23.	Please tell us your opinion of the following statements:					
		Agree strongly		Disagree strongly	Don't know	
		1	2	3	4	
	CCS allows time to develop other energy sources.	<input type="checkbox"/>				
	The existence of natural CO <sub>2</sub> reservoirs proves we can store CO <sub>2</sub> safely.	<input type="checkbox"/>				
	CCS is cheaper than other options.	<input type="checkbox"/>				
	Carbon dioxide can be used for oil extraction.	<input type="checkbox"/>				
	CCS gives national industries opportunities to exploit know-how.	<input type="checkbox"/>				
	Establish storage sites in uninhabited regions of the world.	<input type="checkbox"/>				
	CCS will favour large scale centralised installations	<input type="checkbox"/>				
	CCS creates jobs.	<input type="checkbox"/>				
	The hydrogen economy is a driver for CCS.	<input type="checkbox"/>				
	CCS increases Europe's dependence on fossil fuels.	<input type="checkbox"/>				
	Poor countries have no access to expensive CCS technology.	<input type="checkbox"/>				
	CCS diverts attention from energy-saving.	<input type="checkbox"/>				
	CCS is the only solution to combat climate change.	<input type="checkbox"/>				
	The contribution of CCS to emission reduction is overestimated.	<input type="checkbox"/>				
	Other environmental problems of energy supply remain unsolved.	<input type="checkbox"/>				
	It is not worth making the effort with CCS because there are not sufficient fossil fuel resources left.	<input type="checkbox"/>				

24.	What are the most relevant barriers to the implementation of CCS-technology in the future?					
		Very important	Important	Not so important		
	Technology	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Economic feasibility and financing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Legal issues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Risk aspects	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Policy aspects	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Public acceptance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
25.	Do you think that the issues concerning CCS are discussed sufficiently in your country...					
		Totally	Partially	Not at all		
	By the Government	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	By the energy industry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	In newspapers, magazines, TV, radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	By NGOs, e. g. environmental organisations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	In the broad public	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
26.	How do you perceive the tendency of the discussion in your country?					
		Positive for CCS	Neutral	Disapproving CCS		
	By the Government	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	By the energy industry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	In newspapers, magazines, TV, radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	By NGOs, e. g. environmental organisations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	In the broad public	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
27.	What do you think about risks or negative effects of CCS?					
		Serious threat	Challenge, but soluble	Not important	Cannot happen	Don't know
	CO <sub>2</sub> storage capacity is insufficient.	<input type="checkbox"/>				
	CO <sub>2</sub> pipelines cross populated areas.	<input type="checkbox"/>				
	Leaks of reservoirs counteract the storage effect.	<input type="checkbox"/>				
	Leaks affect drinking water reservoirs.	<input type="checkbox"/>				
	Costs have negative effects on standard of living.	<input type="checkbox"/>				
	Dependence on regions with large amounts of storage capacity	<input type="checkbox"/>				
	Power plants will become more complex resulting in more failures	<input type="checkbox"/>				
	We place a burden on future generations.	<input type="checkbox"/>				
	Storage locations become a target for terrorism.	<input type="checkbox"/>				
	Additional chemicals needed for CCS impose threat for health and environment.	<input type="checkbox"/>				

	Energy is needed for the carbon capture process.	<input type="checkbox"/>				
28.	How often do you expect severe emergency cases using the CCS technology? The frequency is comparable to ...		Yes	No		
	underground natural gas storage and pipeline explosions		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	oil or gas tank explosions		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	large hydro power plants (bursting of a dam)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	nuclear accidents		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
29.	Who should decide on the installation of carbon dioxide storage sites?	Yes	No	Don't know		
	Government	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Energy industry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	NGOs, e. g. Environmental organisations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Experts and scientists	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	The public (referendum)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
30.	Who should control and monitor the CCS?	Yes	No	Don't know		
	National Government	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Local Government	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Energy industry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	NGOs, e. g. Environmental organisations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	International organisations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Experts and scientists	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	A new Government Agency	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Others (please state): .....					
31.	What do you think about different types of storage?	Good option	Feasible	Bad option	Not acceptable	
	Geological formations under sea bed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Geological formations on land	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Depleted oil and gas fields	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
32.	When do you think that different capture technologies will play an important role?	From 2010 on	From 2020 on	From 2030 on	Don't know	
	Oxygen combustion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Pre-combustion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Anhang

	Post-combustion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
33.	How long could CCS play an important role in reducing emissions?	<input type="checkbox"/> At most for 30 years	<input type="checkbox"/> For more than 80 years	<input type="checkbox"/> For a period between 30 and 80 years	<input type="checkbox"/> Don't know	
34.	For which type of fuel will CCS be important?	Very important	Important	Little important	Not important	
	Gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Coal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Oil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Biomass	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Other fuels, please specify: ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
35.	Which countries do you perceive as especially active in the CCS fields – please list countries	First	Second	Third		
	Capture	.....	.....	.....		
	Transport	.....	.....	.....		
	Storage	.....	.....	.....		
36.	What do you think about the activity in your own country of residence?	<input type="checkbox"/> Leading	<input type="checkbox"/> Very active	<input type="checkbox"/> Active	<input type="checkbox"/> Not so active	<input type="checkbox"/> Not active at all
37.	What is the role of CCS specifically for your country?	Very important	Important	Little important	Not important	
	Opportunities for technology export	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Allows use of fossil fuels for electricity production	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Other positive effects (please state): .....					
	Negative effects (please state): .....					
38.	What do you feel about the cost of CO <sub>2</sub> capture and storage?					
	CCS will be profitable if the cost can be reduced below .....				Euro / Tonne of CO <sub>2</sub>	
39.	How do you perceive the worldwide amount of R&D resources for CCS?	<input type="checkbox"/> Too high	<input type="checkbox"/> Adequate	<input type="checkbox"/> Too low		
40.	How do you perceive the current distribution of R&D resources for CCS in comparison to other areas, and which distribution would you prefer yourself?	Current distribution	Preferred distribution			
	CCS	..... %	..... %			
	Fossil fuels	..... %	..... %			

	Nuclear energy	..... &	..... %
	Renewable energies	..... %	..... %
	Total	100 %	100 %

**Statistical information**

A	Your country of residence	.....
B	Your nationality	.....
C	Your field of study/education	.....
D	Your final degree	.....
E	Your professional background:	
	<input type="checkbox"/> National governmental institution	<input type="checkbox"/> Utility
	<input type="checkbox"/> Regional or local government	<input type="checkbox"/> Oil or gas company
	<input type="checkbox"/> Research Institute	<input type="checkbox"/> Equipment manufacturer
	<input type="checkbox"/> University	<input type="checkbox"/> Service provider
	<input type="checkbox"/> NGO	<input type="checkbox"/> Planning, engineering
	<input type="checkbox"/> Geo-technologies	
	<input type="checkbox"/> Other, which? .....	
F	Which GHGT conferences on CCS did you attend?	
	<input type="checkbox"/> Amsterdam 1992	<input type="checkbox"/> Interlaken 1998
	<input type="checkbox"/> Kyoto 1994	<input type="checkbox"/> Cairns 2000
	<input type="checkbox"/> London 1995	<input type="checkbox"/> Kyoto 2002
	<input type="checkbox"/> Cambridge 1996	<input type="checkbox"/> Vancouver 2004
G	Year of birth: .....	
H	<input type="checkbox"/> male <input type="checkbox"/> female	

**Thank you very much!**

**If you are interested in the results of this survey, please give us your address:**

Name: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

# Attitudes and opinions on Carbon Capture and Storage (CCS)



## Questionnaire

Please fill in and return in the next session ...\*\*\* or send to \*\*\*

41.	<p>What are the <b>three</b> most important issues in the world today?</p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td>Health care</td> <td>Poverty</td> </tr> <tr> <td>Terrorism</td> <td>Environment</td> </tr> <tr> <td>Globalisation</td> <td>Aging population</td> </tr> <tr> <td>Education</td> <td>Climate Change</td> </tr> <tr> <td>Crime</td> <td>AIDS</td> </tr> <tr> <td>Economy</td> <td>Energy supply</td> </tr> <tr> <td>Overpopulation</td> <td>Drugs</td> </tr> </tbody> </table>	Health care	Poverty	Terrorism	Environment	Globalisation	Aging population	Education	Climate Change	Crime	AIDS	Economy	Energy supply	Overpopulation	Drugs											
Health care	Poverty																									
Terrorism	Environment																									
Globalisation	Aging population																									
Education	Climate Change																									
Crime	AIDS																									
Economy	Energy supply																									
Overpopulation	Drugs																									
42.	<p>Considering the environmental problems specifically: What are the <b>three</b> most important problems?</p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td>Water pollution</td> <td>Global warming</td> </tr> <tr> <td>Destruction of eco-systems</td> <td>Air pollution</td> </tr> <tr> <td>Toxic waste</td> <td>Noise</td> </tr> <tr> <td>Ozone depletion</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Water pollution	Global warming	Destruction of eco-systems	Air pollution	Toxic waste	Noise	Ozone depletion																		
Water pollution	Global warming																									
Destruction of eco-systems	Air pollution																									
Toxic waste	Noise																									
Ozone depletion																										
43.	<p>Please tell us your opinion on the following statements:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">agree strongly</th> <th></th> <th></th> <th style="text-align: center;">disagree strongly</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Economy and jobs should take priority over environment.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Environment protection and economic growth are reconcilable.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>In the long run new technologies will solve environmental problems.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		agree strongly			disagree strongly		1	2	3	4	Economy and jobs should take priority over environment.					Environment protection and economic growth are reconcilable.					In the long run new technologies will solve environmental problems.				
	agree strongly			disagree strongly																						
	1	2	3	4																						
Economy and jobs should take priority over environment.																										
Environment protection and economic growth are reconcilable.																										
In the long run new technologies will solve environmental problems.																										
44.	<p>What are the <b>three</b> most important measures which guarantee a secure and sustainable energy supply in the long run?</p> <table border="0"> <tbody> <tr> <td>Use of nuclear energy</td> <td>Large hydro power stations</td> </tr> <tr> <td>Development of new energy technologies</td> <td>More efficient coal, gas and oil power plants</td> </tr> <tr> <td>Use of hydrogen</td> <td>Carbon sequestration (e. g. reforestation)</td> </tr> <tr> <td>Carbon capture and storage</td> <td>Energy-saving behaviour</td> </tr> <tr> <td>Energy-saving investments</td> <td>Use of renewable energies (solar, wind, biomass, biogas, small hydro plants)</td> </tr> </tbody> </table>	Use of nuclear energy	Large hydro power stations	Development of new energy technologies	More efficient coal, gas and oil power plants	Use of hydrogen	Carbon sequestration (e. g. reforestation)	Carbon capture and storage	Energy-saving behaviour	Energy-saving investments	Use of renewable energies (solar, wind, biomass, biogas, small hydro plants)															
Use of nuclear energy	Large hydro power stations																									
Development of new energy technologies	More efficient coal, gas and oil power plants																									
Use of hydrogen	Carbon sequestration (e. g. reforestation)																									
Carbon capture and storage	Energy-saving behaviour																									
Energy-saving investments	Use of renewable energies (solar, wind, biomass, biogas, small hydro plants)																									
45.	<p>How can we best address the issue of global warming? (max. <b>three</b> answers)</p> <p>There is no threat of global warming.</p> <p>There is no problem because we can live with global warming.</p> <p>There is need of further research on the amount of global warming and its effects.</p> <p>Invest in research and development of adequate technologies to solve the problem.</p>																									

	<p>Continue using fossil fuels and invest in carbon capture and storage.  Expand nuclear power.  Expand renewable energy sources.  Promote energy saving.</p>																																																																																																
46.	<p>What is <b>your personal</b> opinion on carbon capture and storage: Do you generally like the idea of nearby underground storage in the region where you are living?</p> <p>Don't like it at all      Don't like it      Neutral      Like it      Really like it</p>																																																																																																
47.	<p>What do you think about the <b>public opinion</b>: Do people generally like the idea of nearby underground storage sites where they live?</p> <p>Don't like it at all      Don't like it      Neutral      Like it      Really like it</p>																																																																																																
48.	<p>Assuming that storage sites are being installed: What do you think about the relevance of the CCS issue for the public?</p> <p>It is comparable to ...      yes      no</p> <p>the existence of underground natural gas storages and pipelines</p> <p>the existence of oil or gas tanks</p> <p>the construction of large hydro power plants</p> <p>the construction of wind energy plants</p> <p>the installation of nuclear disposal sites</p>																																																																																																
49.	<p>Please tell us your opinion on the following statements:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">agree strongly</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">disagree strongly</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">don't know</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">1</th> <th style="text-align: center;">2</th> <th style="text-align: center;">3</th> <th style="text-align: center;">4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CCS allows time to develop other energy sources.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>There are also natural CO<sub>2</sub> reservoirs.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS is cheaper than other options.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Carbon dioxide can be used for oil extraction.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS gives national industries opportunities to exploit technical know-how.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Storage sites should be established in uninhabited regions of the world.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS impedes the implementation of small-scale, decentralised energy technologies</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS creates jobs.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS increases Europe's dependence on fossil fuels.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Poor countries have no access to expensive CCS technology.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS diverts attention from energy-saving</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CCS is the only solution to combate climate change.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>The possible contribution of CCS on emission reduction is overestimated</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Other environmental problems of energy supply remain unsolved.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		agree strongly			disagree strongly	don't know		1	2	3	4		CCS allows time to develop other energy sources.						There are also natural CO <sub>2</sub> reservoirs.						CCS is cheaper than other options.						Carbon dioxide can be used for oil extraction.						CCS gives national industries opportunities to exploit technical know-how.						Storage sites should be established in uninhabited regions of the world.						CCS impedes the implementation of small-scale, decentralised energy technologies						CCS creates jobs.						CCS increases Europe's dependence on fossil fuels.						Poor countries have no access to expensive CCS technology.						CCS diverts attention from energy-saving						CCS is the only solution to combate climate change.						The possible contribution of CCS on emission reduction is overestimated						Other environmental problems of energy supply remain unsolved.					
	agree strongly			disagree strongly	don't know																																																																																												
	1	2	3	4																																																																																													
CCS allows time to develop other energy sources.																																																																																																	
There are also natural CO <sub>2</sub> reservoirs.																																																																																																	
CCS is cheaper than other options.																																																																																																	
Carbon dioxide can be used for oil extraction.																																																																																																	
CCS gives national industries opportunities to exploit technical know-how.																																																																																																	
Storage sites should be established in uninhabited regions of the world.																																																																																																	
CCS impedes the implementation of small-scale, decentralised energy technologies																																																																																																	
CCS creates jobs.																																																																																																	
CCS increases Europe's dependence on fossil fuels.																																																																																																	
Poor countries have no access to expensive CCS technology.																																																																																																	
CCS diverts attention from energy-saving																																																																																																	
CCS is the only solution to combate climate change.																																																																																																	
The possible contribution of CCS on emission reduction is overestimated																																																																																																	
Other environmental problems of energy supply remain unsolved.																																																																																																	

	It is not worth making the effort with CCS because there are not sufficient fossil fuel resources left.					
50.	What are the most relevant fields concerning CCS?	very important	important	not so important		
	Technology					
	Economic feasibility and financing					
	Legal issues					
	Risk aspects					
	Policy aspects					
	Management					
	Public acceptance					
51.	Do you think that the issue CCS is discussed sufficiently ...	yes	partially	not at all		
	by the Government					
	by the energy industry					
	in newspapers, magazines, TV, radio					
	by NGOs, e. g. environmental organisations					
	in the broad public					
52.	How do you perceive the tendency of the discussion?	positive for CCS	neutral	disapproving CCS		
	by the Government					
	by the energy industry					
	in newspapers, magazines, TV, radio					
	by NGOs, e. g. environmental organisations					
	in the broad public					
53.	When and how did your hear first from CCS?					
	Year _____ Source: _____					
54.	What do you think about risks or negative effects of CCS?	serious threat	challenge, but soluble	not important	cannot happen	don't know
	CO <sub>2</sub> storage capacity is insufficient.					
	CO <sub>2</sub> pipelines cross populated areas.					
	Leaks of reservoirs counteract the storage effect.					
	Leaks affect drinking water reservoirs.					
	Costs have negative effects on standard of living.					
	Dependence on regions with large amounts of storage capacity					
	Power plants will become more complex resulting					

	<p>in more failures</p> <p>We place a burden on future generations.</p> <p>Storage locations become a target for terrorism.</p> <p>Additional chemicals needed for CCS impose threat for health and environment.</p> <p>Energy is needed for the carbon capture process.</p>				
55.	<p>How often do you expect severe emergency cases using the CCS technology?</p> <p>It is comparable to ...</p> <p>underground natural gas storages and pipelines explosion</p> <p>oil or gas tanks explosion</p> <p>large hydro power plants (bursting of a dam)</p> <p>nuclear accident</p>	yes	no		
56.	<p>Who should decide on the installation of carbon dioxide storage sites?</p> <p>Experts and scientists</p> <p>Government</p> <p>The public (referendum)</p> <p>Energy industry</p> <p>NGOs, e. g. Environmental organisations</p>	yes	no		
57.	<p>Who should control and monitor the CCS?</p> <p>Experts and scientists</p> <p>National Government</p> <p>Local Government</p> <p>Energy industry</p> <p>International organisations</p> <p>NGOs, e. g. Environmental organisations</p> <p>A new Government Agency</p> <p>Others (please state): .....</p>	yes	no		
58.	<p>What do you think about different types of storage?</p> <p>Ocean storage</p> <p>geologic formations under sea ground</p> <p>geologic formation on land</p> <p>depleted oil and gas fields</p>	good option	feasible	bad option	not acceptable
59.	<p>From which time on do you think that CCS will play an important role?</p>				



**Angewandte Suchbegriffe/ Schlagworte im Rahmen der Printmedienanalyse:**

	sz	FAZ	taz	FR	Welt	Spie- gel	Foc- us	Stern	Zeit	LR	MAZ	SM	MB
CCS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Carbon capture	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
CO <sub>2</sub> -Speicherung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-		-	
CO <sub>2</sub> -Einspeicherung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-		-	
CO <sub>2</sub> -Sequestrierung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-		-	
CO <sub>2</sub> -Abscheidung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-		X	
CO <sub>2</sub> -frei	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Spremberg Vattenfall	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X
Schwarze Pumpe Vattenfall	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X
Ketzin CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Ketzin Kohlendioxyd	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Ketzin Kohlendioxid	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Ketzin CCS									X		X		
Schweirich	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
Schweirich CO <sub>2</sub>											X		
Schweirich Kohlendioxid											X		
Schweirich CCS											X		
Kohlendioxyd Abscheidung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Kohlendioxid Abscheidung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
CO <sub>2</sub> Speicherung	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
CO <sub>2</sub> Abscheidung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
CO <sub>2</sub> Einspeicherung	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
Kohlendioxid	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	

Anhang

Speicherung													
Kohlendioxid Speicherung	X	X	X	X	X	X	x		X	X		X	

Die Artikel der „BILD“ wurden von Mitarbeitern des Axel-Springer-Verlags recherchiert, denen die oben aufgeführte Stichwortliste (Tabelle) vorlag (die Suchbegriffe für die „BILD“ fehlen in der Tabelle, weil es ex post keine Informationen darüber gibt, welche der Wörter tatsächlich in den Artikeln auffindig gemacht werden konnten).

Die Auswahl der Artikel aus den Fachzeitschriften (ET, BWK, VDI-Nachrichten) erfolgte über die in der Tabelle aufgeführten Stichworte. Es konnten zudem Artikel über weitere Schlagworte auffindig gemacht werden (wie z.B.: „Zero-emission“-Kraftwerkskonzepte oder „Clean-Coal-Technologie“), auf deren Auflistung an dieser Stelle jedoch verzichtet werden kann.

**Abkürzungsliste der Artikel aus der internationalen Medienrecherche:**

Die Quellenangabe zu den Artikeln im Text ist nach Land, Zeitung und der jeweiligen Artikelnummer gegliedert. Beispiel: Artikel 3 aus der Australischen Zeitung Herald Sun wird wie folgt angegeben: **(AUS, HS, 3)**. Die folgende Tabelle führt die Codierung auf.

Tabelle 4: Codierungsliste

<b>Land</b>	<b>Abkürzung</b>	<b>Zeitung</b>	<b>Abkürzung</b>
<b>Australien</b>	<b>AUS</b>	<i>The Daily Telegraph</i>	<b>DT</b>
		<i>The Australien</i>	<b>TA</b>
		<i>The West Australien</i>	<b>WA</b>
		<i>Herald Sun</i>	<b>HS</b>
		<i>The Canberra Times</i>	<b>CT</b>
		<i>The Bulletin</i>	<b>TB</b>
<b>Japan</b>	<b>JPN</b>	<i>The Japan Times</i>	<b>JT</b>
		<i>Daily Yomiuri</i>	<b>DY</b>
		<i>Kyodo News</i>	<b>KN</b>
<b>Kanada</b>	<b>KAN</b>	<i>The Globe and Mail</i>	<b>GM</b>
		<i>Regina Leader Post</i>	<b>RP</b>
		<i>Macleans</i>	<b>ML</b>
<b>Norwegen</b>	<b>NOR</b>	<i>Aftenposten</i>	<b>AP</b>
		<i>Norway Post</i>	<b>NP</b>
<b>USA</b>	<b>USA</b>	<i>USA Today</i>	<b>UT</b>

		<i>Washington Post</i>	<b>WP</b>
		<i>Seattle Times</i>	<b>ST</b>
		<i>Chicago Tribune</i>	<b>CT</b>
		<i>Time Magazine</i>	<b>TM</b>
		<i>Caspar Star Tribune</i>	<b>CS</b>
<b>Vereinigtes Königreich</b>	<b>UK</b>	<i>Daily/Sunday Telegraph</i>	<b>DT</b>
		<i>The Times/Sunday Times</i>	<b>TT</b>
		<i>The Guardian</i>	<b>TG</b>
		<i>The Observer</i>	<b>TO</b>
		<i>The Economist</i>	<b>TE</b>
		<i>The Independent</i>	<b>TI</b>
		<i>Yorkshire Post</i>	<b>YP</b>
		<i>Birmingham Post</i>	<b>BP</b>