

Zukunftsenergien – Zukunftstechnologien – Zukunftsperspektiven
Konrad-Adenauer-Stiftung, Berlin

CCS-Technologie: CO₂-freie Brennstoffe, zu welchen Bedingungen?

30 Juni 2009

W. Kuckshinrichs

Gründung: 1956 (Bundesrepublik)
 Mitarbeiter: 4260, davon 1200 V
 Doktoranden, jährlich
 Forschung: Struktur der Materie
 Lebenswissenschaften
 Budget: 360 Mio. € (PoF, D
 Verbund: Helmholtz-Gemeins

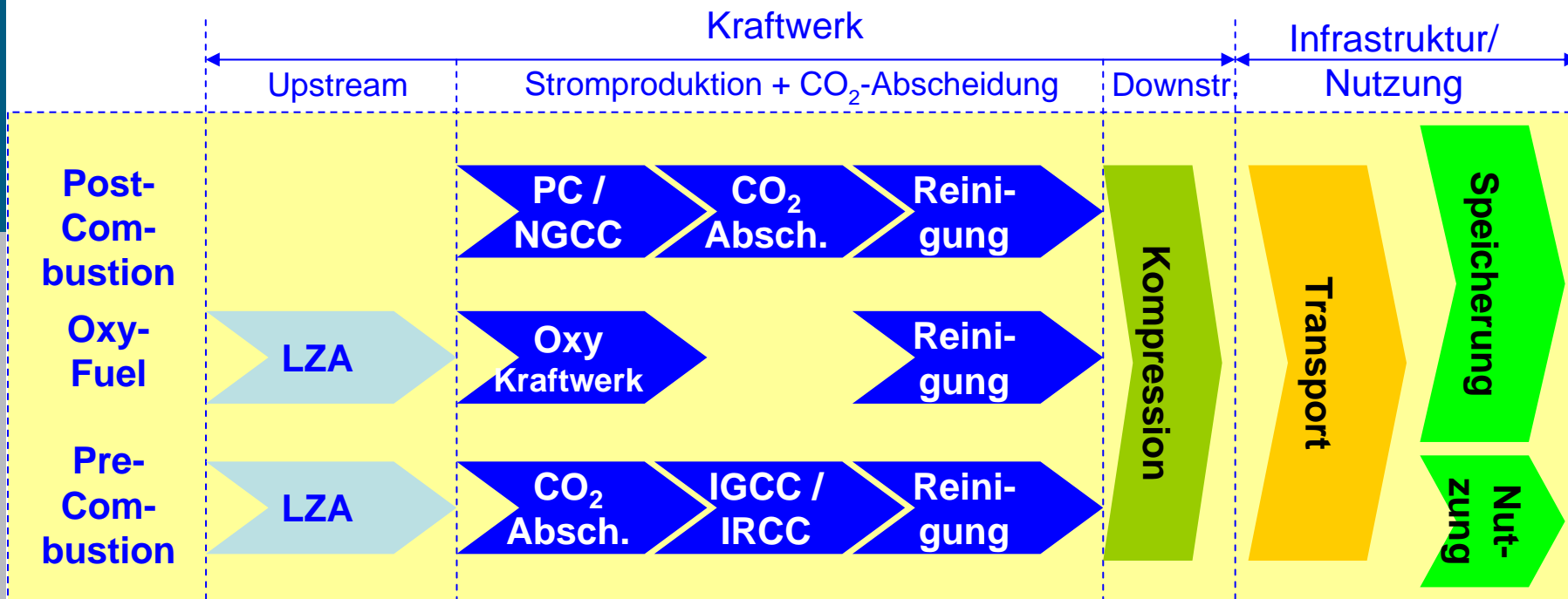


Institut für Energieforschung:

- Werkstoffsynthese u. Herstellungsverfahren
- Werkstoffstruktur u. Eigenschaften
- Brennstoffzellen
- Plasmaphysik
- Photovoltaik
- Sicherheitsforschung u. Reaktortechnik
- **Systemforschung und Technologische Entwicklung**
- Projekt Brennstoffzelle
- Projekt Kernfusion

1. Einleitung
2. Notwendige Voraussetzungen für Erfolg
 - Kommerzielle Verfügbarkeit
 - Stabiles Anreizsystem
 - Rechtsrahmen
 - (Öffentliche Akzeptanz)
3. Industriepolitische und ressourcenökonomische Relevanz

Die drei wesentlichen CCS-Ansätze



Schlüssel- aspekte:

- Energy penalty
- Flexibilität der Stromproduktion
- Ressourcenbedarf und Umweltbeeinträchtigung
- Capex and Opex
- CO₂ Reinheit
- Langfristige Haftung
- Infrastruktur
- Akzeptanz

‘Window of opportunity’ ~ 2020

Ökonomie/Technik

1. Kommerzielle Verfügbarkeit ca. 2020
2. Stabiles Anreizsystem

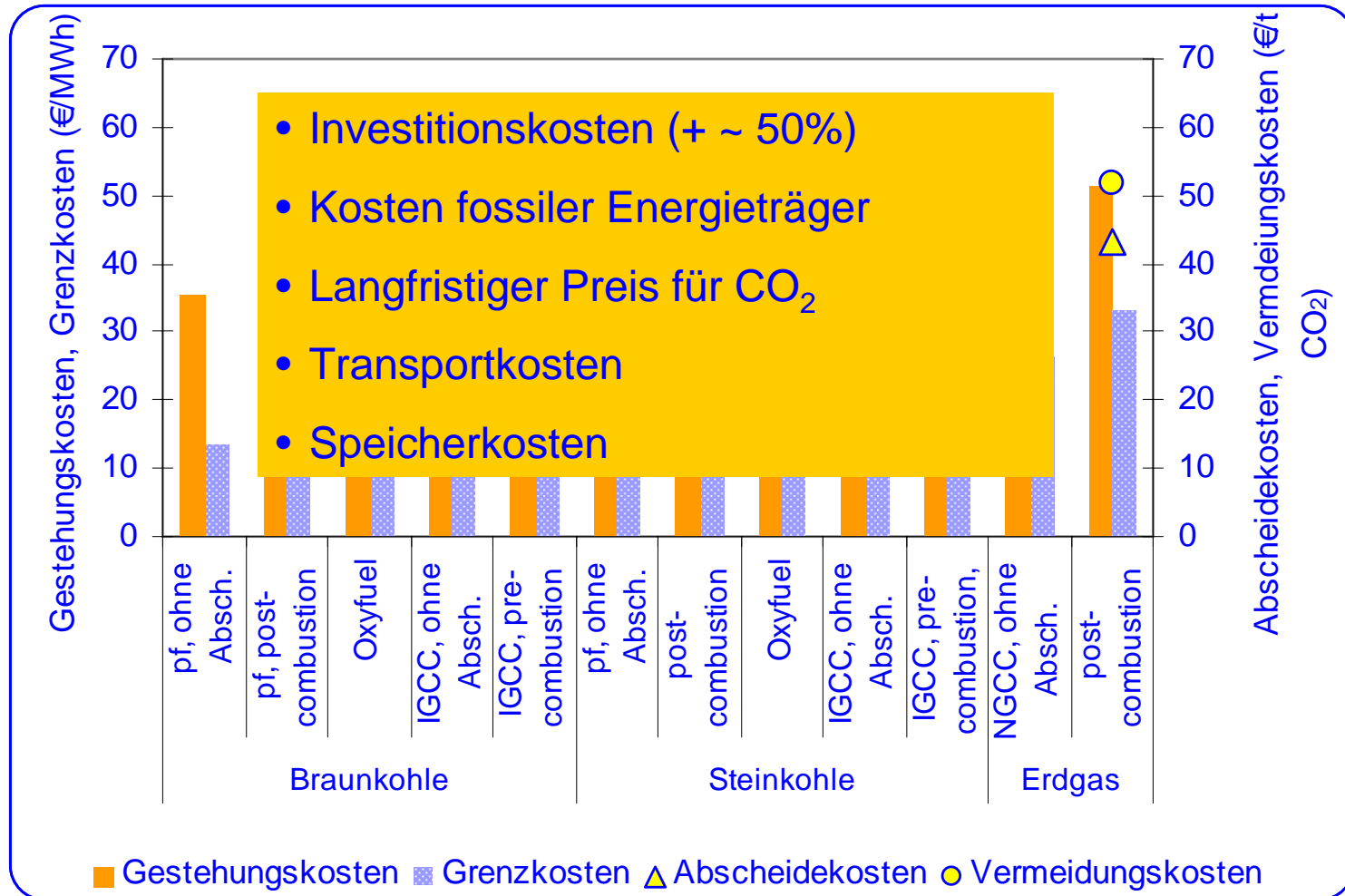
Politik/Rechtsrahmen

3. Rechtsrahmen für Transport und Speicherung von CO₂

Öffentlichkeit/Gesellschaft

4. Öffentlicher Akzeptanz

Kosten



Datenquelle: Linssen et al. 2006,
eigene Berechnungen für Referenzjahr 2020 / 2030

Gegenüberstellung verschiedener Anreizsysteme

Instrumente

Emissionszertifikate

Ziel: CO₂-Emissionen

EU-Ansatz für große CO₂-Punktquellen

Emissionssteuer

Ziel: CO₂-Emissionen

Norwegischer Ansatz für CO₂ (45€/t)

Einspeisevergütung

Ziel: Stromproduktion

EU-Ansatz für Wind- und Sonnenenergie

Vor- und Nachteile

Etabliert in EU (+)
Volatile CO₂-Preise (-)
Cap für CO₂-Emissionen (+)

Etabliert in Norwegen (+)
Stabile CO₂-Preise (+)
Keine Obergrenze für CO₂-Emissionen (-)

Etabliert in EU (+)
Stabile CO₂-Preise (+)
Keine Obergrenze für CO₂-Emissionen (-)

CCS- gesetzlicher Rahmen

- Anfang 2008
Entwurf der EU-Richtlinie ‚Geological storage of carbon dioxide‘
- Ende 2008
EU-CCS-Richtlinie ‚Geological storage of carbon dioxide‘
- April 2009
Entwurf der Bundesregierung (Nationale Umsetzung)
‚Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter
Speicherung von Kohlendioxid (KSpG)‘
- Juni 2009
geplante Abstimmung über KSpG – vertagt!

CCS - gesetzlicher Rahmen

- Das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) ist in 7 Teile gegliedert
 - Allgemeine Bestimmungen (Teil 1)
 - Transport (Teil 2)
 - Dauerhafte Speicherung (Teil 3)
 - Haftung und Vorsorge (Teil 4)
 - Anschluss und Zugang Dritter (Teil 5)
 - Speichervorhaben zum Zweck der Forschung (Teil 6)
 - Schlussbestimmungen (Teil 7).
- Mit dem Gesetzesvorschlag ist eine Reihe von wichtigen Aspekten aufgegriffen, für die zum Teil noch bei unterschiedlicher Zuständigkeit von Bundesministerien und Bundesbehörden konkrete Regelungen definiert werden müssen.

KSpG	
Teil 1 Allg. Best.	
Teil 2 Transport	BMWi: Anforderungen an technische Sicherheit von CO₂-Leitungen
Teil 3 Speicherung	BMWi: Planfeststellung, Speicherpotenziale, Speicherregister, Sicherheitsnachweis, Überwachungskonzept, Stilllegungs-/Nachsorgekonzept
Teil 4 Haftung/ Vorsorge	BMU: Umweltauswirkungen; Maßnahmen bei Leckagen, Zusammensetzung des CO₂-Stroms, Nachsorgebetrag, Deckungsvorsorge
Teil 5 Anschluss/ Zugang Dritter	BMWi: technisch/wirtschaftliche Bedingungen für Anschluss und Zugang, Auftrag für Regulierungsbehörde, Regulierung und Kontrolle
Teil 6 Speichervorhaben für Forschung	
Teil 7 Schlussbestimmungen	Bundesregierung: Evaluierungsbericht bis zum 31.12.2015

Keine / unzureichende Allokationsregeln für:

- **Nutzungskonkurrenz um geologische Formationen (Erdgasspeicher, Druckluftspeicher, Geothermie, ...)**
- **Speicherkapazität**

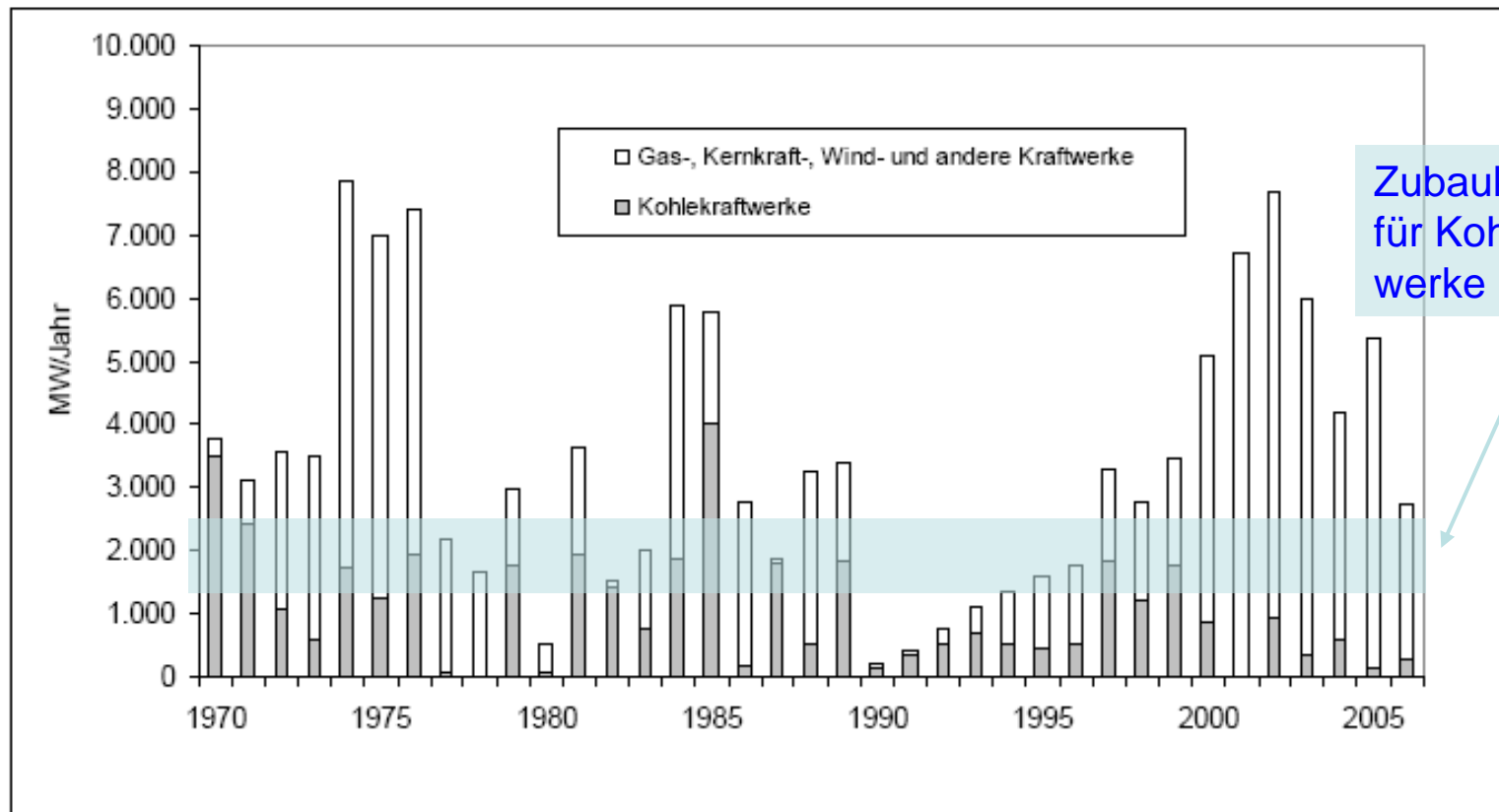
- **BMWi-Studie**

Konsortium: Wuppertal-Institut
Forschungszentrum Jülich, IEF-STE
ISI Karlsruhe
BSR Karlsruhe

- **EU-Studie**

Konsortium: Forschungszentrum Jülich, IEF-STE (Koordination)
Wuppertal-Institut
div. europäische Institute

Historische jährliche Kraftwerksbauraten in Deutschland



Zum Vergleich: Jährliche Zubauraten in den Szenarien

ohne CCS: 1,4/1,9 GW/a (niedrige/obere Preisvariante)

mit CCS: 1,9/2,5 GW/a (niedrige/obere Preisvariante)

Jährlicher Kohlebedarf und CO₂-Emissionen in den Szenarien

	2010	2020	2030		
			I	II	III
Hohe Preisvariante					
Jährlicher Brennstoffbedarf					
Steinkohle (Mio. t SKE)	44	40	39	43	52
Braunkohle (Mio. t) ¹⁾	129	151	150	161	203
Jährliche CO ₂ -Emissionen					
Emittiert (Mio. t)	261	274	271	212	56
Gespeichert (Mio. t)	-	-	-	82	309
Niedrige Preisvariante					
Jährlicher Brennstoffbedarf					
Steinkohle (Mio. t SKE)	34	17	12	12	17
Braunkohle (Mio. t) ¹⁾	125	147	143	161	194
Jährliche CO ₂ -Emissionen					
Emittiert (Mio. t)	229	207	191	144	42
Gespeichert (Mio. t)	-	-	-	66	217

1) wasserfrei, gerechnet als Garzweiler-Braunkohle

50 Mio. t Braunkohle ~ Produktion des Lausitzer Reviers

- **Kommerzielle Verfügbarkeit von CCS ca. 2020 möglich, falls Demonstrationsvorhaben realisiert werden**
- **Preis für CO₂-Zertifikate tendenziell niedrig für CCS, steigender Preis prognostiziert**
- **EU-Rechtsrahmen definiert, für die laufende Legislaturperiode geplante Umsetzung in deutsches KSpG ausgesetzt – Investitionshemmnis!**
- **Fehlende / unzureichende Allokationsregeln für Nutzungskonkurrenz und Speicherkapazität**
- **Zubaukorridor für Kohlekraftwerke ohne / mit CCS zwischen 1,4 / 2,5 GW/Jahr deutlich über Mittelwert der vergangenen Jahre**
- **Drastischer Anstieg des Kohlebedarfs durch CCS, insbesondere Anstieg des Braunkohlebedarfs um zusätzliche 50 Mio. t in 2030 möglich (~ Produktion des Lausitzer Reviers)**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen?

Szenariendefinition

- **Szenario I**

Referenzszenario, Entwicklung ohne CCS

- **Szenario II**

Alle Kraftwerke, die ab dem Jahr 2020 zugebaut werden, sind mit CCS ausgerüstet.
Kein Retrofit von Anlagen, die vor dem Jahr 2020 zugebaut wurden.

- **Szenario III**

Annahmen, wie Szenario II

Zusätzlich: Retrofit von Anlagen, die zwischen 1990 und 2020 gebaut wurden.

Weitere Annahmen:

- **Basis: BDEW Stromszenarien (verschiedene Energiepreisvarianten)**
- **Wirkungsgradannahmen (Neubau, Retrofit)**

CCS - gesetzlicher Rahmen

- Anforderungen an technische Sicherheit von CO₂-Leitungen: Das BMWi ist ermächtigt, im Wege der Rechtsverordnung Anforderungen an die technische Sicherheit von Leitungen zur Beförderung von abgedichtetem CO₂ zu erlassen.
- Speicherpotenziale und Speicherregister: Das BMWi erstellt eine Bewertung der Speicherpotenziale und schreibt diese fort. Im Rahmen der Bewertung erarbeitet das Umweltbundesamt (UBA ⇒ BMU) die Grundlagen für eine wirksame Umweltvorsorge insbesondere durch die Ermittlung und Abschätzung der mit der Speicherung verbundenen Umweltauswirkungen. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR ⇒ BMWi) erstellt und führt ein öffentlich zugängliches Register über CO₂-Leitungen und -Speicher.
- Anforderungen an CO₂-Speicher: Das BMU ist ermächtigt, im Wege der Rechtsverordnung Anforderungen für Untersuchung, Errichtung, Betrieb, Überwachung, Stilllegung, Nachsorge und Beschaffenheit von Speichern zu bestimmen.

CCS - gesetzlicher Rahmen

- Sicherheits-, Überwachungs-, Stilllegungs- und Nachsorgekonzept: Das BMWi ist ermächtigt, durch Rechtsverordnung nähere Anforderungen zu Form, Inhalt und Verfahren zur Erstellung, Fortschreibung und Vorlage des Sicherheitsnachweises, des Überwachungskonzepts sowie des Stilllegungs- und Nachsorgekonzepts zu bestimmen.
- Leckagen, Haftung: Eine Übertragung der Verantwortung für einen Speicher auf das Land ist frühestens nach Ablauf von 30 Jahren nach dem Abschluss der Stilllegung des CO₂-Speichers möglich. Diese Übertragung ist von der zuständigen Behörde zu genehmigen, wenn die Langzeitsicherheit gegeben ist und ein Nachsorgebetrag geleistet ist.

CCS - gesetzlicher Rahmen

- **Deckungsvorsorge und Nachsorgebetrag:** Der Betreiber eines CO₂-Speichers ist verpflichtet, eine Deckungsvorsorge für gesetzliche Pflichten, Schadensersatzansprüche etc. zu treffen. Art und Höhe der Deckungsvorsorge werden von der zuständigen Behörde festgesetzt. Ein Nachsorgebetrag für die Übertragung der Verantwortung auf das Land wird ebenfalls von der zuständigen Behörde festgesetzt. Das BMU ist ermächtigt, per Rechtsverordnungen nähere Vorschriften zur Deckungsvorsorge zu erlassen und die Einzelheiten der Berechnung des Nachsorgebetrags zu regeln.
- **Zusammensetzung des CO₂-Stroms:** Ein CO₂-Strom muss überwiegend aus CO₂ bestehen. Der zulässige Anteil anderer Stoffe richtet sich nach dem Stand der Technik der jeweiligen Art der Anlage und der Verhältnismäßigkeit des Aufwands zur Erreichung eines CO₂-Reinheitsgrades. Das BMU ist ermächtigt, im Wege der Rechtsverordnung Anforderungen an die Zusammensetzung des CO₂-Stroms vorzuschreiben.

CCS - gesetzlicher Rahmen

- Technisch-wirtschaftliche Bedingungen für Anschluss und Zugang, Regulierung und Kontrolle: Die Betreiber von CO₂-Leitungen und -Speichern sind zum diskriminierungsfreien Anschluss und Zugang für Dritte verpflichtet. Das BMWi ist ermächtigt, durch Rechtsverordnung Vorschriften und Regelungen zu erlassen zu den technischen und wirtschaftlichen Bedingungen für Anschluss und Zugang. Konkretisierungen obliegen der Bundesnetzagentur als Regulierungsbehörde. Dies umfasst auch notwendige Ausbaumaßnahmen, falls ein Zugang aus Kapazitätsgründen verweigert werden sollte.
- Evaluierung: Die Bundesregierung erstellt bis zum 31.12.2015 für den Bundestag einen Evaluierungsbericht über die Anwendung des Gesetzes und die gewonnenen Erfahrungen. Gegenstand des Berichts ist der Beitrag von CCS-Technologien für Klimaschutz und Energieversorgungssicherheit, die Auswirkungen von CCS-Technologien auf die Umwelt, die wirtschaftliche Auswirkung von CCS und die Konkretisierung von Standards.

Maßnahmen zur Reduktion von CO₂: Konkurrierende Technologien

Esbjerg (Dänemark): geplante CO₂-Abscheidung mittels
MEA (Post-Combustion), DONG Energy



(Fotomontage)

Quelle: Topper 2005

Vision für (Über)morgen ?

