

# Woran die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung scheitern kann



Dr. Reinhard Grünwald

Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag



Stiftung Energie und Klimaschutz Baden Württemberg 25.03.2009

# Inhalt

- > Technische Machbarkeit
- > Potenziale
- > Speichersicherheit, Risiken
- > Kosten
- > Integration ins Energiesystem
- > Öffentliche Meinung und Akzeptanz
- > Rechtsfragen



# Einleitung



- > Technologiekette
  - CO<sub>2</sub>-Abscheidung
  - Aufbereitung und Transport
  - Ablagerung
- > CCS eignet sich für große stationäre CO<sub>2</sub>-Quellen
  - v.a Kohlekraftwerke »Clean Coal«
- > Für die Verfügbarkeit der Technologie wird meist das Jahr 2020 genannt
- > In einigen Szenarien zum Klimaschutz ist der Beitrag von CCS schon fest eingerechnet

# Technische Machbarkeit



Forschung und (Weiter-)Entwicklung von Schlüsselkomponenten erforderlich

## Post-Combustion

- > Lösungsmittel (geringerer Energiebedarf, höhere Stabilität)

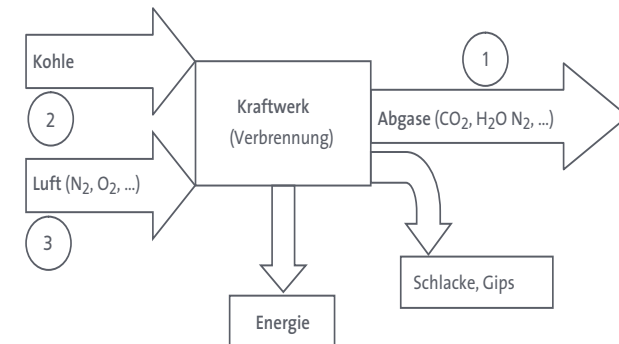
## Oxyfuel

- > Energiebedarf der O<sub>2</sub>-Herstellung
- > Verbrennung in reinem Sauerstoff

## Pre-Combustion (IGCC)

- > Wasserstoff-Turbine
- > Prozessintegration

»Abenteuer Forschung«

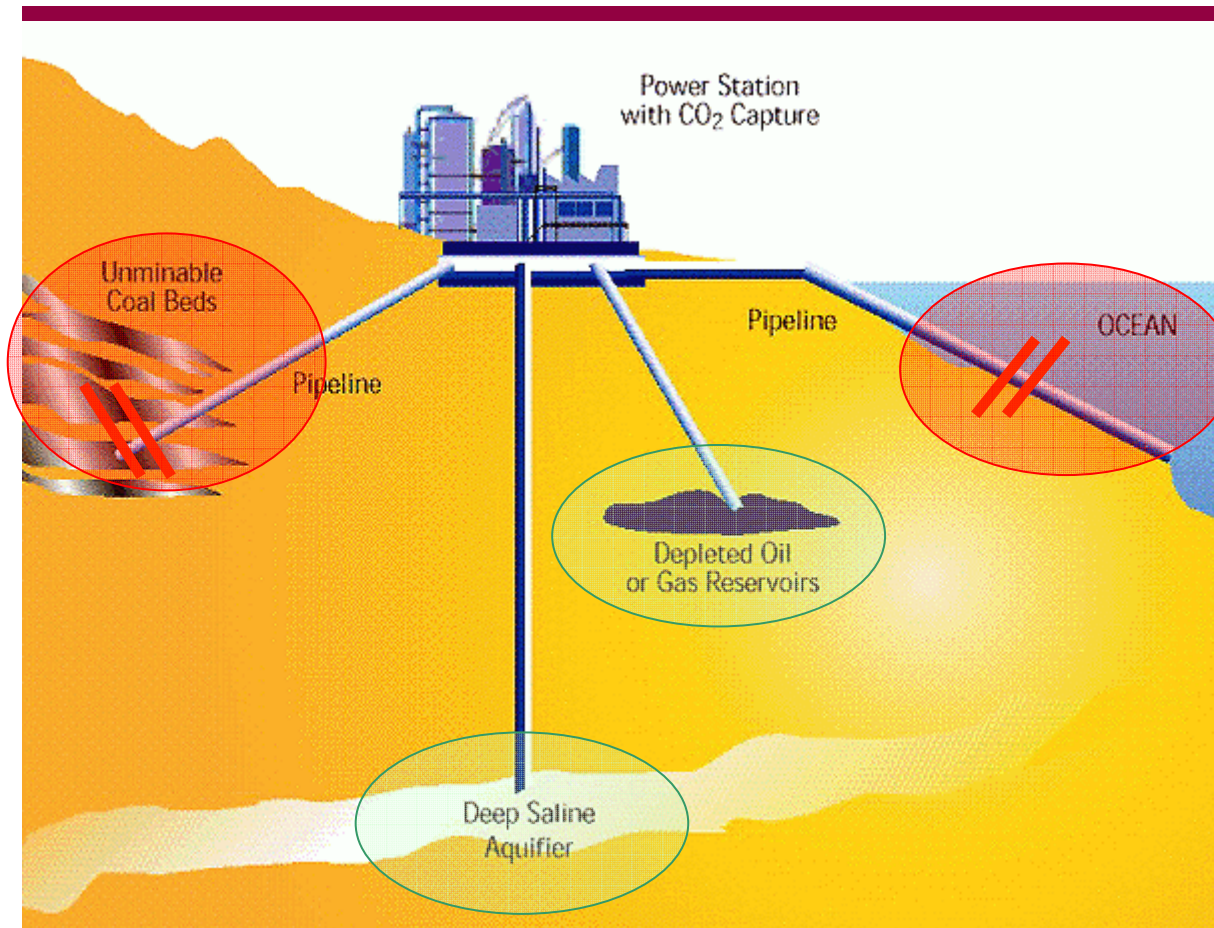


# Energiebedarf für die Abscheidung



- > Wirkungsgrad modernes Kohlekraftwerk: 45%
- > Mit CCS nur noch 31-37%
- > Erhöhung des Brennstoffbedarfs um 10-40%
  
- > CCS zehrt die Früchte von drei Jahrzehnten intensiver Forschung und Entwicklung auf
- > Zusätzlicher Kohlebedarf
  - Begrenzte Ressource
  - Verstärkte Umweltbelastungen bei der Kohleförderung

# CO<sub>2</sub>-(Ab)Lagerung

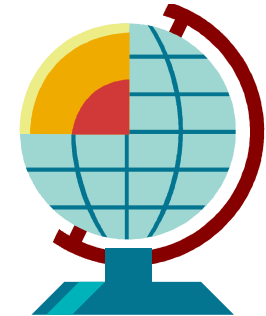


Quelle: IAE GHG

# Potenziale



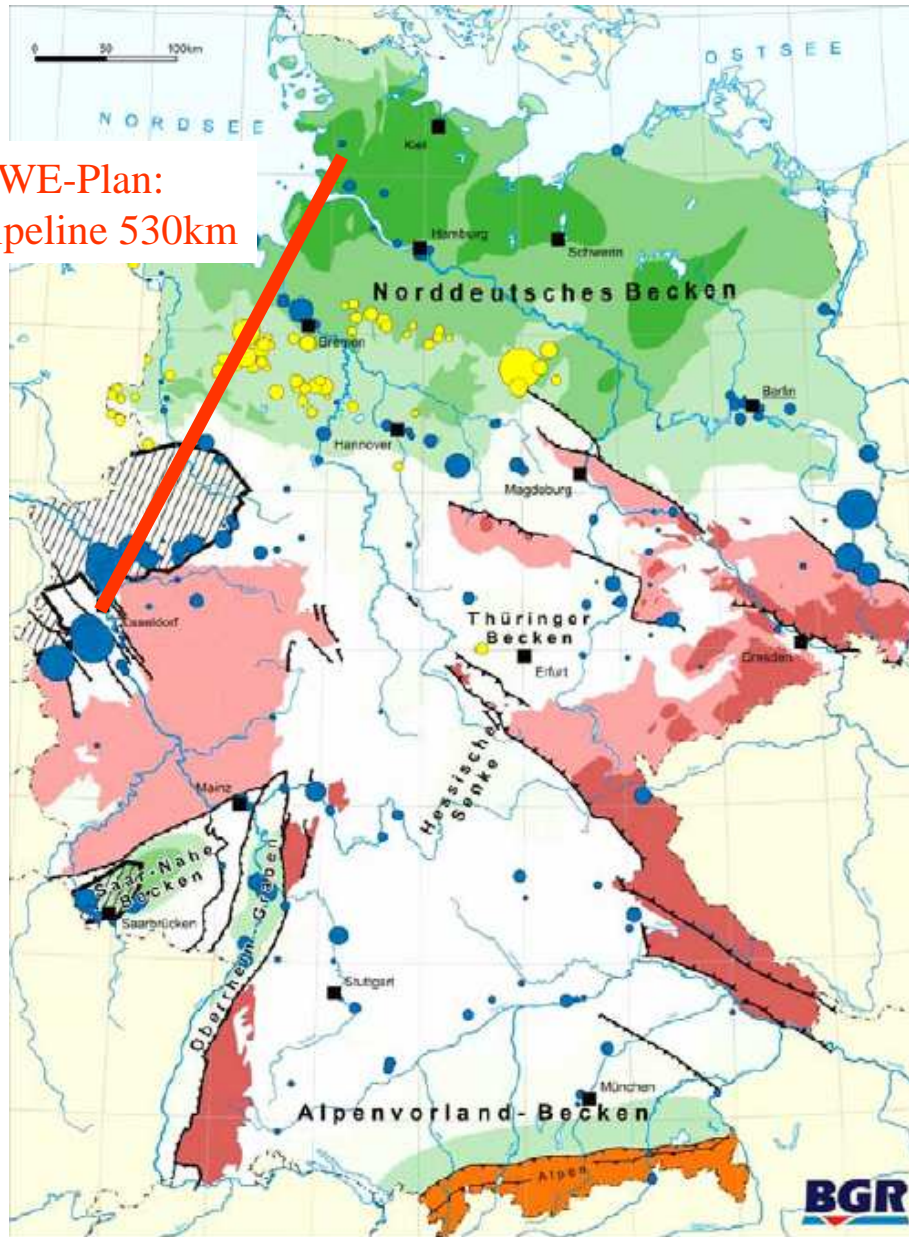
- > *Weltweite* Lagerungspotenziale noch kaum bekannt  
(Schätzungen klaffen weit auseinander: 100 bis 200.000 Mrd. t CO<sub>2</sub>)
- > In Deutschland etwa das 40- bis 130-fache  
der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen des  
deutschen Kraftwerkparks



**Fehlt noch:** realistische Einschätzung der tatsächlich nutzbaren Potenziale unter Berücksichtigung aller Restriktionen

- > geologische Details  
(jedes Reservoir muss individuell untersucht und beurteilt werden)
- > Nutzungskonkurrenzen (tiefe Geothermie)
- > ökonomische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen

RWE-Plan:  
Pipeline 530km

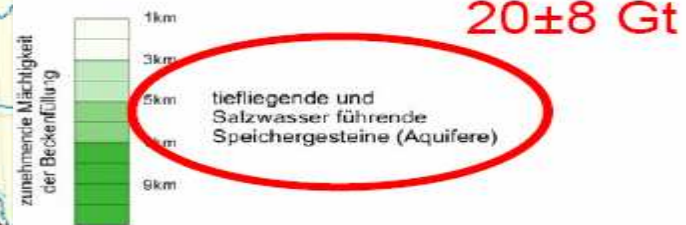


# Speicherpotenziale

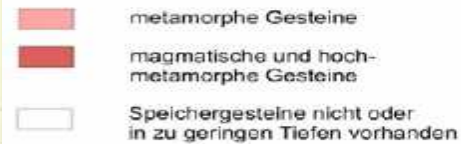
## Bedeutende CO<sub>2</sub> - Quellen



## Regionen mit Speichermöglichkeiten



## Regionen ohne bedeutende Speichermöglichkeiten

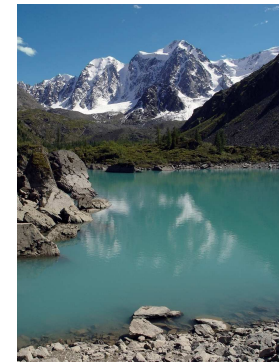


➔ BGR erstellt z.Zt. ein Speicherkataster (fertig 2010)

# Speichersicherheit, Risiken



- > Fokus der Risikodiskussion: Geologische Reservoirs
  - Speicherdauer: mindestens 1.000 bis 10.000 Jahre
- > Sicherheit und Dauerhaftigkeit der CO<sub>2</sub> Lagerung könnten u.a. beeinträchtigt werden durch:
  - Auflösung von Gesteinen durch CO<sub>2</sub>/Wasser-Gemisch
  - Aufweitung bestehender Gesteinsrisse durch Druck
  - Leckage durch bestehende Bohrungen
- > Generelle Aussagen zur Sicherheit bestimmter Speichertypen sind nur begrenzt sinnvoll
- > Minimierung der Risiken
  - geeignete Regulierung
  - kontinuierliche Überwachung (Monitoring)
    - Technologien müssen entwickelt werden



# Kosten



- > Aufwendungen für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung ist dominanter Kostenfaktor: 26 bis 37 €/t
- > Transport: ca. 2 €/t
  - Typischer Fall: 250km, 5 Mt/a, einfaches Terrain
  - Kann 10 mal höher sein, z.B. in urbanen Räumen
- > Lagerung: -10 €/t (für EOR) to 10 €/t
  - hängt sehr stark von geologischen Details ab
- > Andere Kostenkomponenten
  - Monitoring, Haftung, Sanierung
- > CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten: etwa 35 bis 50 €/t
- > Stromgestehungskosten steigen auf etwa 5 bis 7 ¢/kWh (Bezugsjahr: 2020)





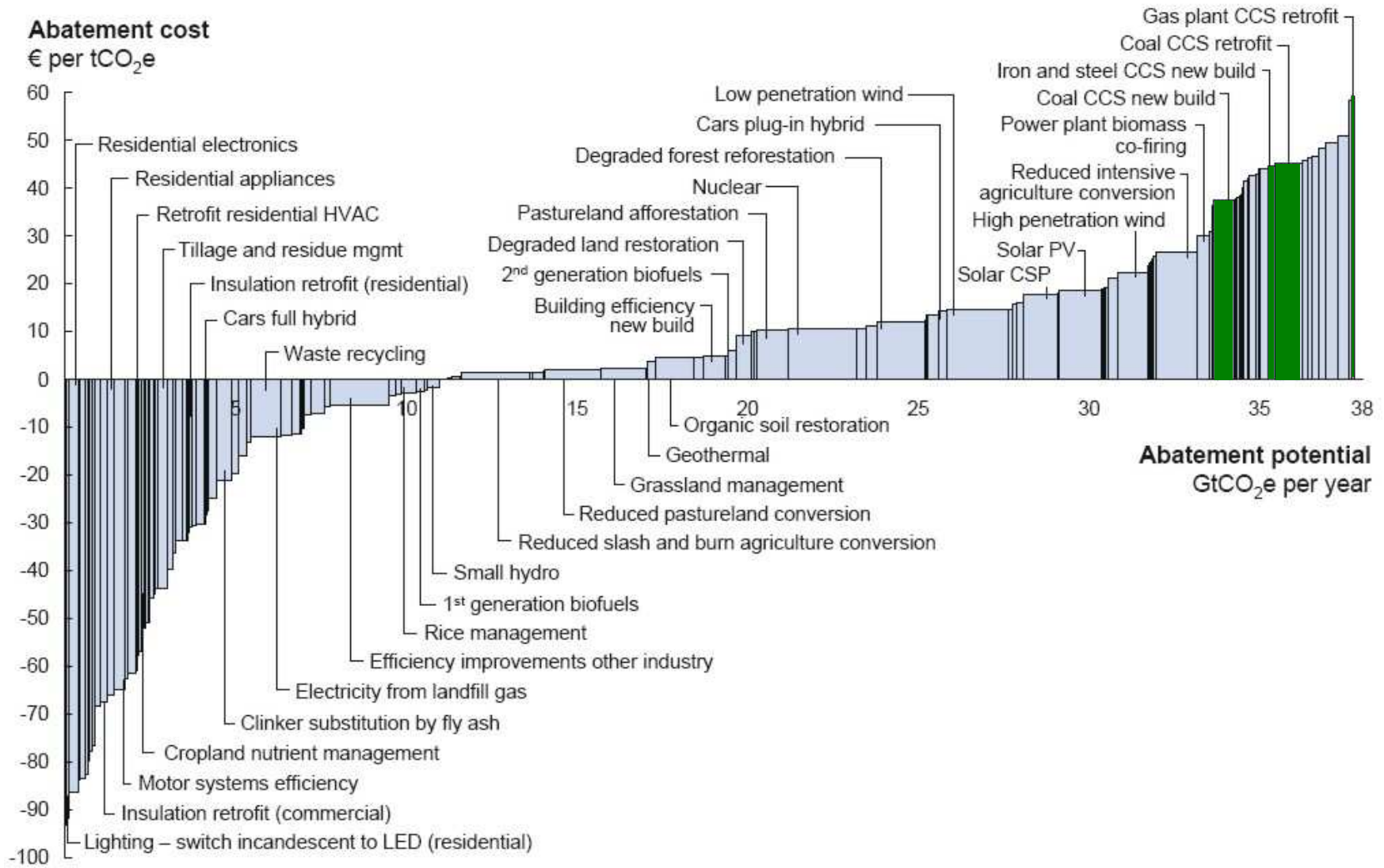
# CCS im Wettbewerb



- > Viele regenerative Technologien könnten 2020 ein ähnliches Kostenniveau erreicht haben
- > Kostenprognosen hängen von einer Vielzahl von Annahmen ab
- > Klar ist: CCS besitzt kein Alleinstellungsmerkmal
- > CCS muss sich im Wettbewerb mit anderen CO<sub>2</sub>-armen Erzeugungstechnologien behaupten
- > CCS nur dann attraktiv, wenn finanzieller Anreiz zur CO<sub>2</sub>-Minderung hoch genug ist (z.B. Preis für Emissionszertifikate)



# Global GHG abatement cost curve beyond business-as-usual – 2030

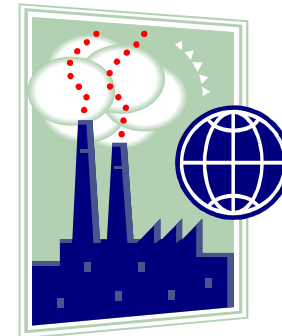


Quelle: McKinsey 2009: Pathways to a low Carbon Economy

# Zeitfenster



- > Verfügbarkeit der CCS-Technologie um 2020
- > Erheblicher Erneuerungsbedarf bei Kraftwerken in den nächsten Jahren
- > Ist der Erneuerungszyklus abgeschlossen, ist die Erzeugungsstruktur für Jahrzehnte zementiert
- > Das Zeitfenster für CCS ist eng und beginnt sich nach 2020 zu schließen
- > Nachrüstung von bestehenden Kraftwerken in großem Stil erforderlich
- > »Capture Ready«-Konzept tragfähig?



## »Capture Ready«



- > Bauplatz für die Abscheidungsanlage freihalten
- > Prüfen ob Speicherstätten und Transportnetze zur Verfügung stehen
- > Technische und wirtschaftliche Machbarkeit analysieren und bewerten



### **Was fehlt:**

- > Höhere Verbindlichkeit  
(bis hin zu Verpflichtung zur Nachrüstung)
- > Technische Auslegung, dass die Anlage mit CCS mit hoher Effizienz betrieben werden kann

# Internationale Perspektive



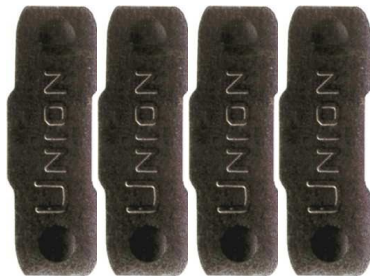
- > CCS-Technologie könnte attraktiv für Länder sein, die
  - Klimaschutz skeptisch sehen (USA, Australien)
  - Heimische Kohlereserven nutzen wollen (China, Indien)
- > China baut seine Energie-Infrastruktur sehr dynamisch aus
- > Zubau fossiler Kraftwerke: 170.000 MW (2002 bis 2010)
  - Alle Kohlekraftwerke in Deutschland: etwa 40.000 MW
- > Fortsetzung dieses Trends würde die internationalen Klimaschutzbemühungen völlig in den Schatten stellen



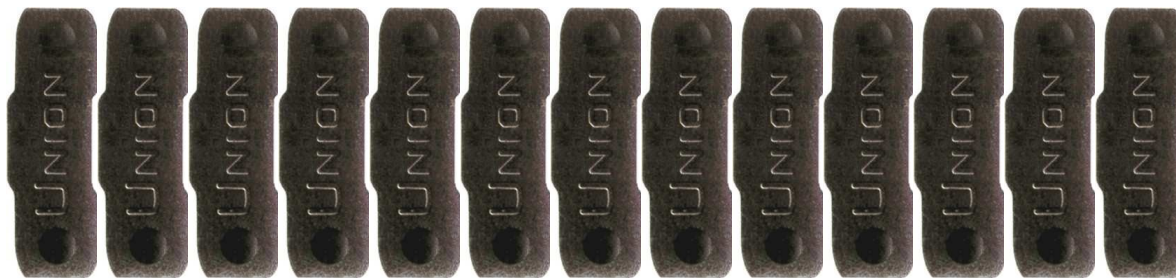
# Kohleverbrauch in Deutschland und China



Deutschland



China 2003



China 2030

# Öffentliche Meinung und Akzeptanz



- > Technologien wie CCS besonders anfällig dafür, öffentliche Beunruhigung und ggf. Widerstand auszulösen  
»Großtechnik« »Untergrund« »Abfall« »Entsorgung«
- > Mangelnde öffentliche Akzeptanz potenzieller »Show Stopper«
- > Sicherstellung eines hohen Maßes an Akzeptanz ein hochrangiges Ziel
- > Reine Informations- und Werbeveranstaltungen reichen bei weitem nicht aus
- > Bundesweiten Diskurs- und Beteiligungsprozess initiieren



# Regulierung



- > Regulierungsrahmen muss gleichzeitig drei Zielsetzungen verfolgen
  - Zulässigkeit von CCS gewährleisten
  - Anreize dafür setzen, dass Investitionen in CCS getätigt werden
  - Sicherstellen, dass CCS nicht an mangelnder Akzeptanz scheitert
- > Akuter Handlungsbedarf scheint bei Entscheidungsträgern angekommen zu sein
  - EU-Richtlinie wurde in Rekordzeit verabschiedet
  - Bundesregierung will noch in dieser Legislatur ein CCS-Gesetz verabschieden



# Fazit



- > Es gibt noch einige kritische Wissenslücken
  - Bestimmung von Eignung und Kapazitäten
  - Wechselwirkungen von CO<sub>2</sub> im Untergrund
  - Nutzungskonkurrenzen
  
- > Anstoßen der öffentlichen Debatte und Entwicklung von Akzeptanz
  
- > Mit den Anstrengungen bezüglich rationeller und sparsamer Energienutzung sowie Einsatz erneuerbarer Energien nachzulassen wäre ein riskantes Kalkül



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit