

CCS*-Technik

* Carbon Capture and Storage

= Abscheidung und geologische Speicherung von CO₂-Emissionen

- 15 Jahre bis zur Marktreife
- ein Argument für die **Windenergie**?

Agenda

1. Kohle macht Klima
2. Das Prinzip CCS
 - 2.1 Einsatzmöglichkeiten
 - 2.2 CCS – 3 Prozesse
 - 2.3 Capture-Ready
3. Gesetzesentwurf
4. Was kostet CCS?
5. Kommt CCS?
6. Fazit: CCS-Kohle oder **Windkraft**

1. Kohle macht Klima (1/2)

Endlager Atmosphäre

- Treibhausgaskonzentration in CO₂-Äquivalent
 - 1850 ca. 0,028 % (= 280 ppm)
 - 2006 ca. 0,043 % (= 430 ppm)
 - Wachstumsrate ca. 0,0023 % (= 2,3 ppm)
- Nordamerika, Japan und Europa:
70 % aller Emissionen durch Energieerzeugung seit 1850
(Stern Report 2006)
- Durchschnittstemperatur +0,76°C
(IPPC 2007)
- Allgemeines Toleranzziel: 450 ppm → max.: + 2°C bis 2100

1. Kohle macht Klima

(2/2)

weltweite Energieverbrauch

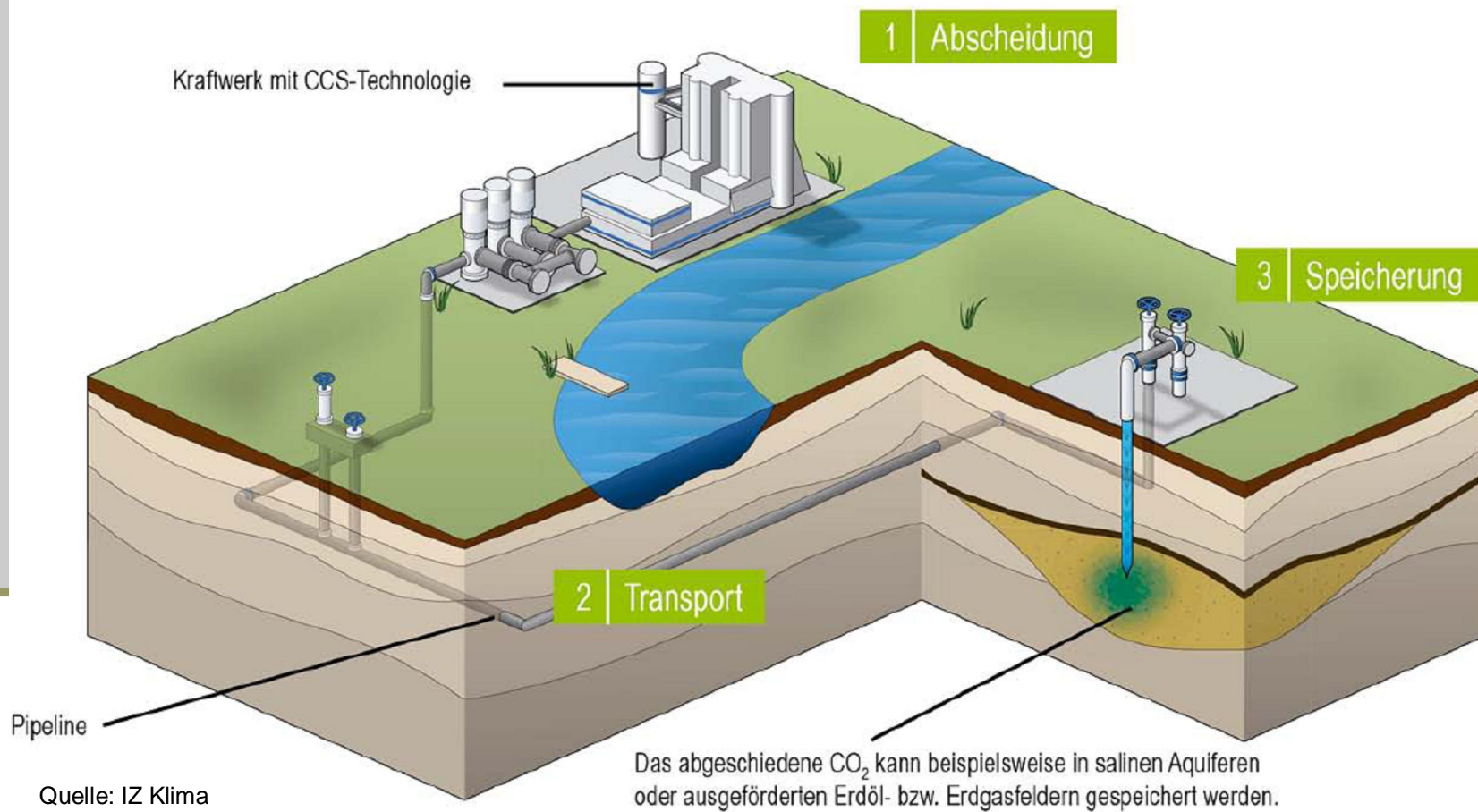
- steigt bis 2100 um einen Faktor 3 bis 5
- weiterhin an CO₂-Emissionen gekoppelt,
- globale Mitteltemperatur um weitere **2 bis 6 °C** steigen

Klimaschutzstrategien

- Erneuerbare Energien
- Effizienzmaßnahmen Endverbrauch
- Energieeffizienz in der Energieerzeugung
- CO₂-arme Technologien: CCS, Sorge: Freibrief
 - in Deutschland 29 Kohlekraftwerke geplant oder im Bau
 - in China gehen jede Woche 2 neue Kohlekraftwerke ans Netz
 - USA wird wahrscheinlich weiter auf Kohle setzen

PROBLEM: Zielkonflikt Wirtschaftswachstum und Klimaschutz

2. CCS: Das Prinzip = 3 Prozesse



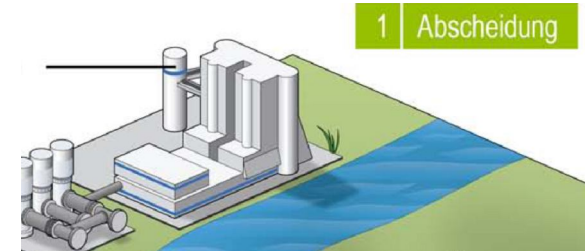
2.1 Einsatzmöglichkeiten CCS

- Hauptanwendungsgebiet:
 - Nutzung fossiler Rohstoffe bei der Stromerzeugung
 - **Ziel:** klimafreundliche und sichere Energieversorgung

- Weitere Punktquellen
 - Energieintensive Industrie (z.B. Stahl, Zement, Ammoniak)
 - Verlust der internationalen Wettbewerbsfähigkeit
 - CCS „einzige“ Option
 - Biomassekraftwerke
 - Einsatz CCS führt zu einem negativen Emissionseffekt

- **EU-Ziel:** bis 2020 Nachweis der großtechnische Machbarkeit an Versuchsanlagen
- sehr ambitioniert
 - Beitrag den CCS zum Klimaschutz leisten kann, wird umso kleiner, je später die Technologie voll verfügbar ist
- dann ggf. in eine Marktphase überzuleiten

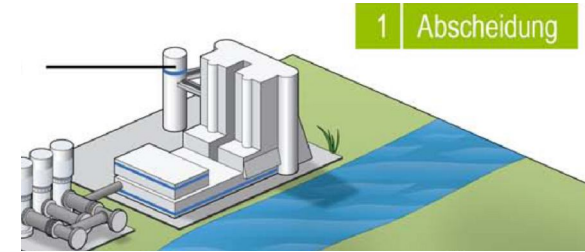
2.2.1 Abscheidung



- Kohlenstoff wird schon **vor** dem Verbrennungsprozess aus dem Energieträger entfernt (Pre-Combustion Capture)
- Prozesseingriff „**während**“ der Verbrennung (Oxyful)
- CO2 wird **nach** der Verbrennung herausgefiltert, sog. CO2-Wäsche (Post-Combustion Capture)

- erheblichen Energieaufwand
- Abscheidungsgrad 80 – 90 % der CO2-Emissionen
- Kraftwerkswirkungsgrad bis zu 15 %-Punkte reduziert
➔ zusätzlicher Brennstoffbedarf von bis zu 40 %

2.2.1 Abscheidung



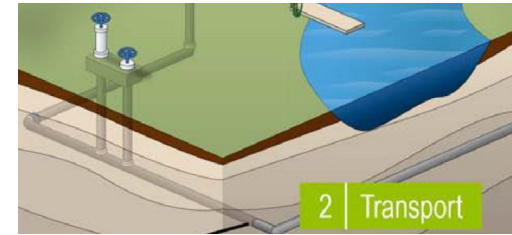
Herkömmliches Kohlekraftwerk

- 1 kWh Strom
- 0,32 kg Steinkohle, ca. 0,88 kg Kohlendioxid
- Wirkungsgrad heute:
 - 38 % Steinkohle (neu: 55 %, 1 kWh = 0,22 kg)

Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums

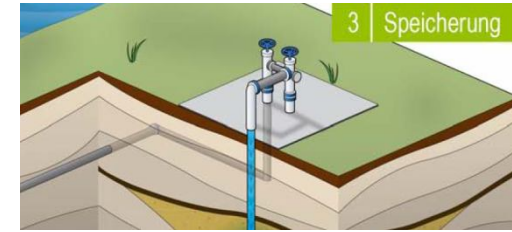
- Abscheidungsgrad max. 80 bis 90 %
 - Wirkungsgradverlust 10 %-Punkte
 - - 22 % gemessen an der Stromproduktion
- ➔ Energieeinbuße von 20 % würde bei **vier** gebauten Kraftwerken den Bau **eines weiteren** Kraftwerks erforderlich machen.

2.2.2 Transport



- CO2 muss für den Transport verdichtet werden
➔ Verlust an Kraftwerkswirkungsgrad etwa 2 bis 4%-Punkte
- Großen Mengen: Transportmittel Schiffe oder Pipelines
(Kohlekraftwerk mit 1.000 MW = 5 Mio. t CO2/a)
- Technisch kaum Unterschiede zu bekannten Pipelinetransporten
- seit den 70er Jahre Erfahrung in der USA
➔ Pipelinenetz für CO2 ca. 3000 km

2.2.3 Speicherung



Speicherpotential:

- Globales Lagerungspotential
 - Bandbreite von 100 bis 200.000 Mrd. t CO₂
- Deutschland:
 - die jährlichen CO₂-Emissionen des deutschen Kraftwerkparks betragen ca. 350 Mio t/a
 - Speicherkapazität **Saline Aquifere**:
 - Hochporöse Salzwasserführende Gesteinsschichten
 - Porenraum kann zur CO₂-Aufnahme genutzt werden
 - ➔ 40 bis 80-Fache der jährlichen Emissionen
 - ➔ 1 bis 2 Kraftwerksgeneration = Übergangslösung

2.3 Capture-Ready bzw. CCS-Ready

- prinzipielle Nachrüstung möglich
- Begriffe sind derzeit nicht gesetzlich geschützt bzw. definiert.
TÜV-Nord-Zerifikat:
 - Nachweis einer Fläche für die Abscheidungsanlage
 - Zugang zu einem Lager
 - Nachweis vorhandener Lagerkapazitäten
- Zu tauschende bzw. aufrüstbare Bauelements freizugänglich
- Nachrüstung, im Regelfall teurer als die Integration der CO₂-Abscheidung in einer Neuanlage
- Nachrüstung findet nur statt, wenn
 - Ökonomische Anreize
 - Gesetzliche Verpflichtung

3. Gesetzesentwurf

„Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafte Speicherung von Kohlendioxid“

- Gesetzesentwurf 1. April 2009
- Knackpunkte
 - Haftungszeitraum 20 oder 30 Jahre
 - „Nachsorgebeitrag“, welcher für 30 Jahre die Kosten der Überwachung abdeckt
 - In diesen 30 Jahren haftet bereits das „Speicher“-Bundesland
 - Schließt Regressmöglichkeiten an den Betreiber aus

 - Sicherheitsstandards
 - Keine Regelung über etwaige Nutzungskonkurrenzen:
„wer zuerst kommt, mahlt zuerst“

- Neue juristische Begriffe eingeführt -> Auslegungstreitigkeiten

4. Was kostet CCS?

Die Kosten setzen sich zusammen aus:

- Kosten für die **Abscheideanlage**
- Kosten für den **zusätzlichen Brennstoffeinsatz** aufgrund des reduzierten Wirkungsgrades
 - Vergleich mit herkömmlichen Kraftwerk ohne CCS:
Mehrkosten von 26 bis 37 Euro/t CO₂
 - Verdopplung der Stromerzeugungskosten
- Kosten für den **Transport** zu den Lagerstätten
- Kosten für **Lagerung** und **Überwachung**

→ Kosten insgesamt zwischen **35 bis 50 Euro/t-CO₂**

Quelle: Studie des Büros für Technikfolgen-
Abschätzung beim Deutschen Bundestag 2008

5. Kommt CCS?

- EU: keine verbindliche Pflicht zum CCS-Einsatz
- kostenintensive Technik
- Einsatz nur bei Wettbewerbsfähigkeit

- d.h. CCS wird nur marktwirtschaftlich zu betreiben sein, wenn es billiger ist das CO₂ abzutrennen und zu speichern als Emissionszertifikate nachzukaufen
 - ➔ Preis für Emissionszertifikate ist der entscheidenden Faktor

- EU-Kommission:
2020 CCS-Kraftwerke bei einem Zertifikatspreis von **35 bis 40 Euro** wettbewerbsfähiger als herkömmliche Kohlekraftwerke

- Stromentstehungskosten von CCS-Kraftwerken
 - 0,05 bis 0,07 Euro/kWh
 - ➔ Teilanwendungen der erneuerbaren Energien ähnliches Niveau

6. Fazit: Kohle oder Windkraft

- Heutiger Stand
 - Technologie zur Zeit noch im Entwicklungsstadium
 - Pilotanlagen mit geringer Leistung
 - Sicherheit der Endlagerung noch nicht geklärt
 - Großtechnischer Einsatz erst in 15 bis 20 Jahren

- CCS = Übergangslösung, aber weltweit Teil der Gesamtlösung
- Versorgung mit Kohle weltweit langfristig gesichert
- Bau neuer Kohlekraftwerke nur mit den Klimaschutzzielen vereinbar, wenn CCS installiert wird
- ungeeignet die **wachsenden Mengen** aus **Wind-** und **Solarenergie** flexibel zu ergänzen
- Hoher **Windanteil** würde sich **negativ** auf die Wirtschaftlichkeit von Kohlekraftwerken auswirken

6. Fazit: Kohle oder Windkraft

- Gas- und Wasserkraftwerke können dagegen schneller reagieren und eignen sich dadurch besser zur Ergänzung
- Umweltrat Thesenpapier:
 - „Ein hoher Anteil an Grundlastwerken kann dem weiteren Ausbau von erneuerbaren Energien im Wege stehen.“
 - „Systementscheidung sollte zugunsten der erneuerbaren Energien gehen.“
- Klimaschutz heißt auf regenerative Energiequellen zu setzen.
- Pfadentscheidung: pro erneuerbare Energien spricht **Wind**



*Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit.*