

**Wissenschaftszentrum  
Nordrhein-Westfalen**

Institut Arbeit  
und Technik



Kulturwissenschaftliches  
Institut

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



# **CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung - eine vergleichende Betrachtung -**

**Dr. Ing. Manfred Fishedick  
Wuppertal Institut**

**COORETEC-Workshop Leipzig  
März 2005**

# Übersicht

- **Übersicht**
- **Treibende Kräfte (Motivation)**
- **Vergleichende Bewertung**
  - **Kriterien zur (systematischen) Bewertung**
  - **Vergleichende Übersicht**
- **Energiewirtschaftliche Aspekte**
- **Schlussbemerkungen**

# Treibende Kräfte für CO<sub>2</sub>-Abtrennung und Speicherung



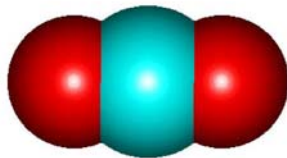
Emissionshandel



Staaten, die im Klimaprozess bisher abstinent sind



Steinkohlelobbies in Polen und Spanien



CO<sub>2</sub>-Steuer (z.B. Sleipner Feld)

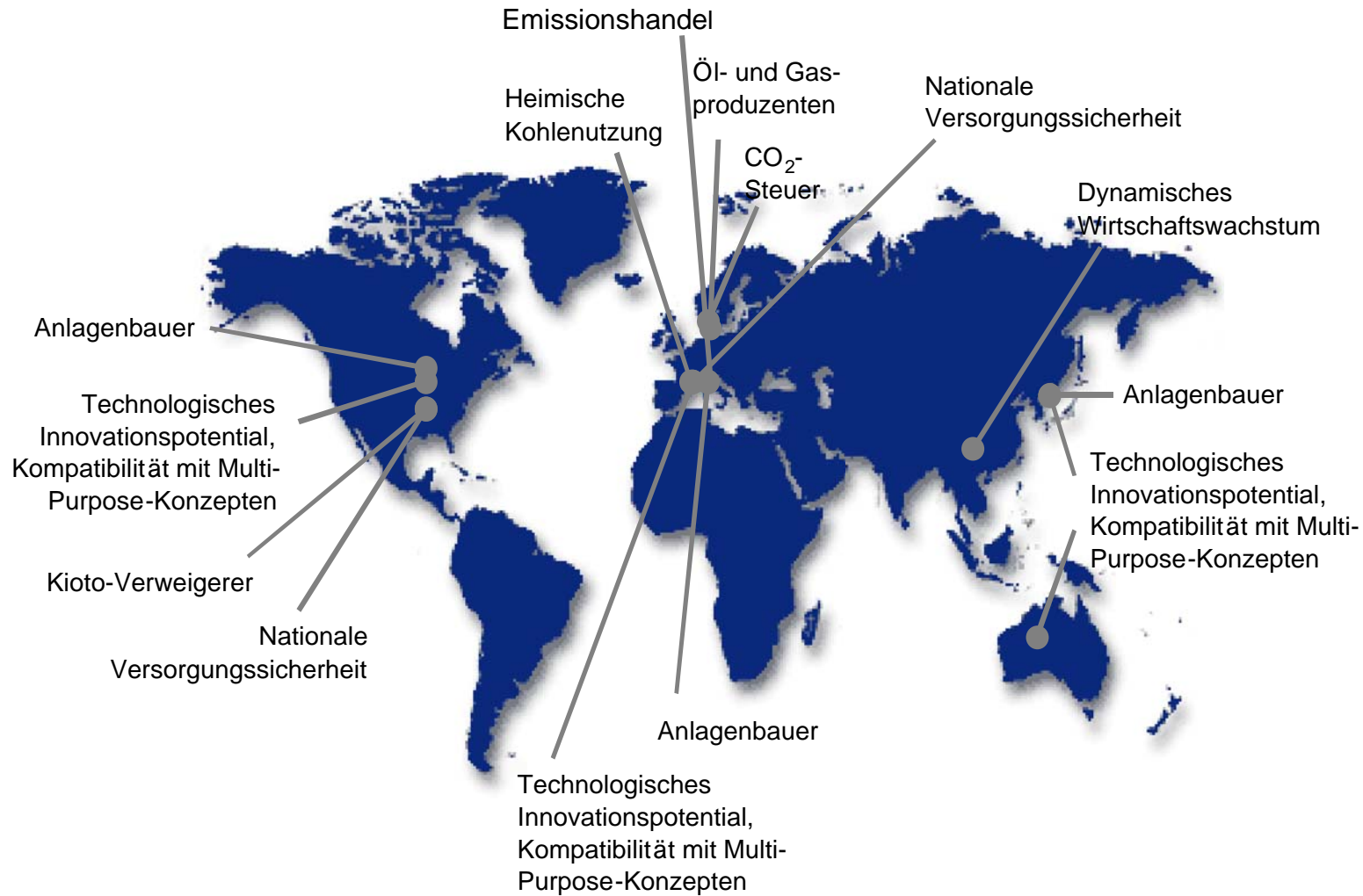


Öl- und Gasproduzenten:  
z. B. Shell, Statoil (positives Nutzen OER, EGR)



Anlagenbauer -  
Ausweitung der  
High-Tech-  
Bausteine

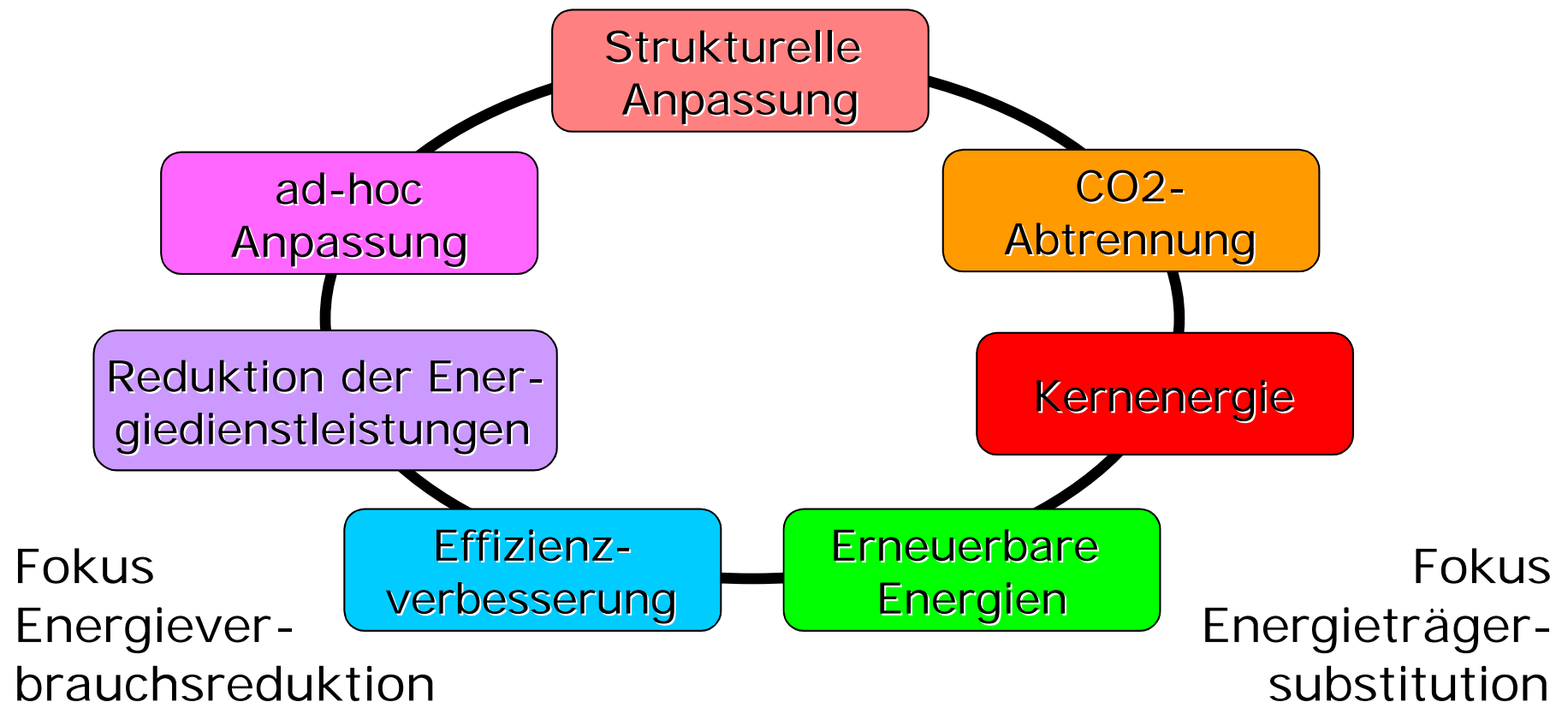
# Treibende Kräfte neben dem Klimaschutz



# Klimaschutz

## Strategische Optionen - eine Übersicht

Fortsetzung des fossilen expansiven Pfades

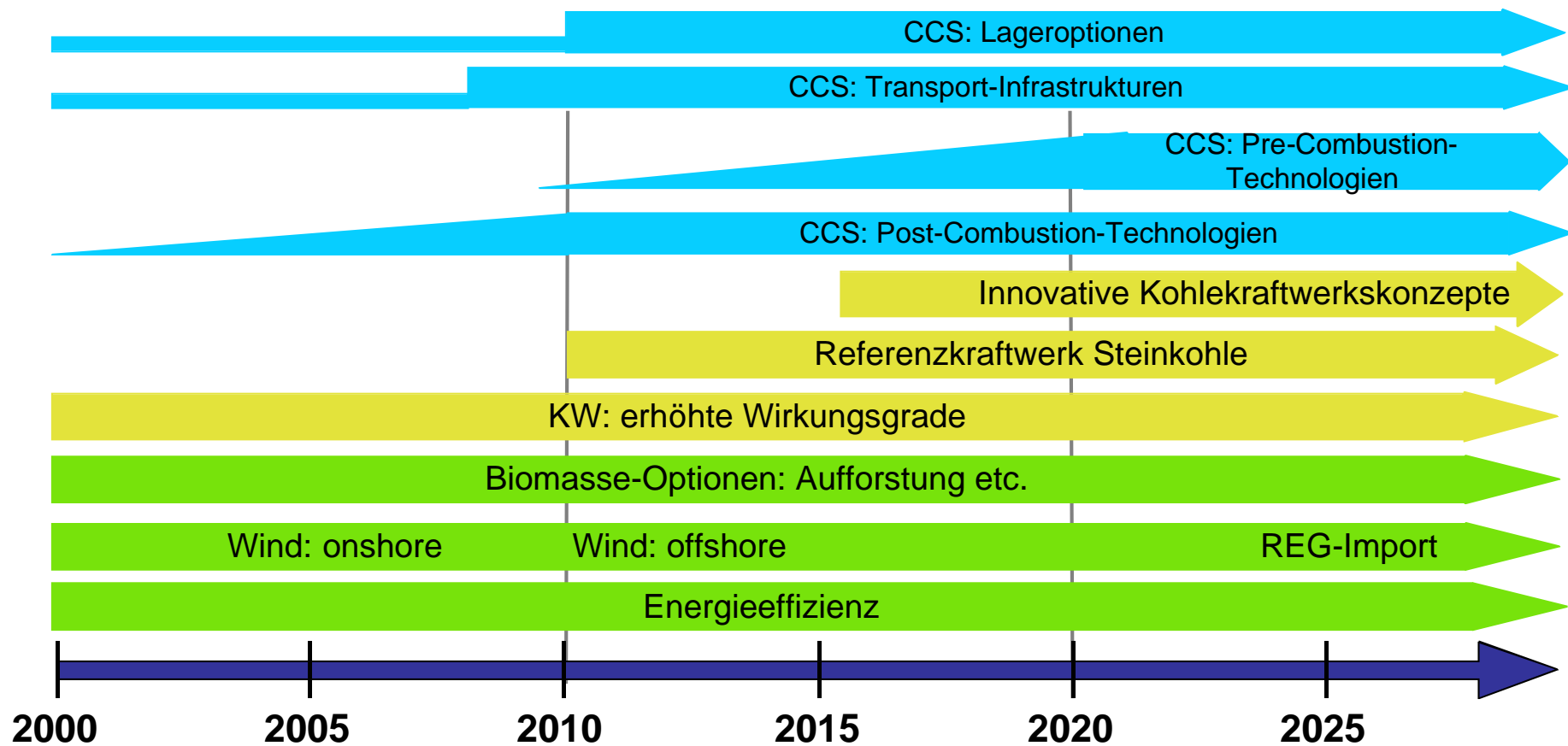


# Systematische vergleichende Bewertung

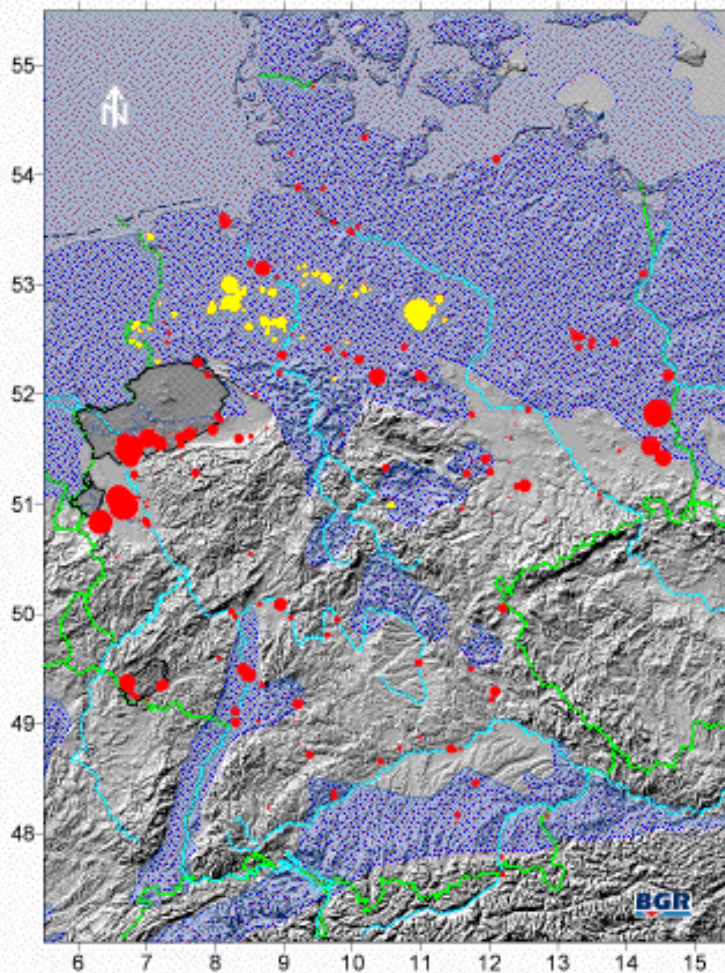
## Vergleichskriterien

- Technologischer Entwicklungsstand und zeitliche Verfügbarkeit (Kompatibilität Kraftwerksersatzbedarf, F&E-Bedarf)
- Potenzial und dessen geografische Verteilung
- Ökonomische Bilanz
- Ökologische Bilanz (energetische Kennwerte, Umweltwirkungen gemäß Ökobilanz, ökologische Langzeitfolgen und -risiken)
- Sicherheitsrisiken (z.B. Langzeitstabilität)
- Systemkompatibilität
  - mit dem Energiesystem und zukünftigen Anforderungen (z.B. REG-Ausbau, langfristig H2-Infrastruktur)
  - mit anderen Klimaschutzoptionen (inkl. Nutzungskonkurrenz)
  - mit der Infrastruktur (Praktikabilität)
  - mit dem Regulierungsrahmen
  - mit der Gesellschaft (Akzeptanz, politische Instrumentierbarkeit)
- Technologische Impulse für den globalen Klimaschutz (Übertragbarkeit auf Entwicklungsländer)
- Industriepolitische Chancen

# Vergleichende Betrachtung Entwicklungsstand

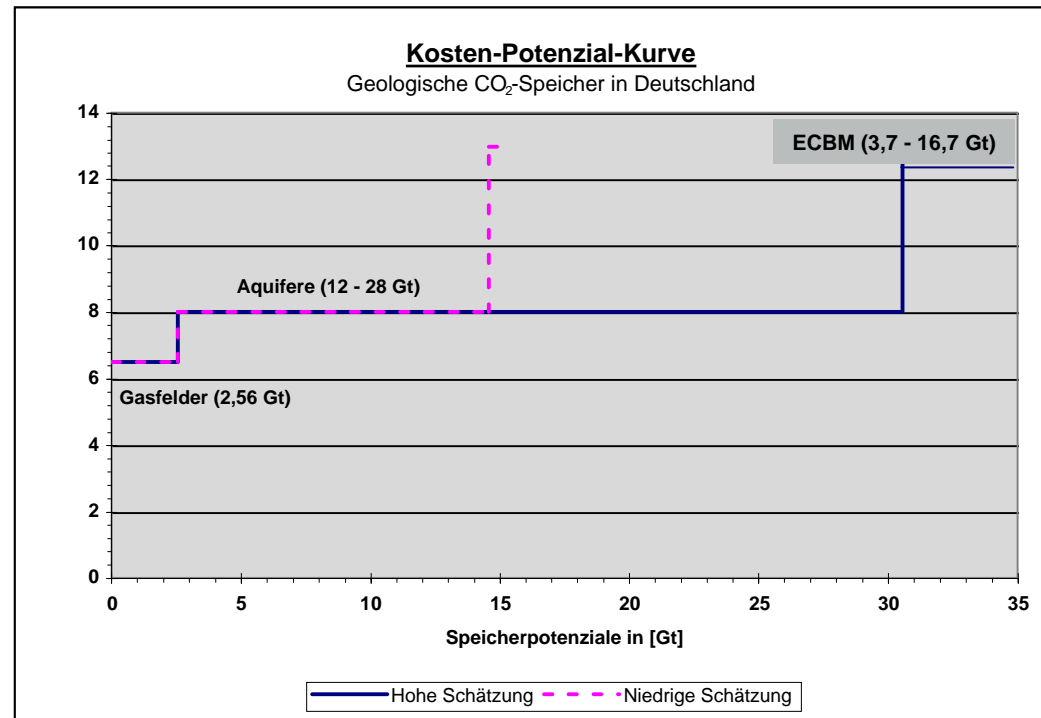


# Vergleichende Betrachtung - Potenziale CO<sub>2</sub> Quellen und potenzielle Senken in Deutschland Potenzielles Nord-Süd-Gefälle



Rot: CO<sub>2</sub>-Quellen Gelb: Gasfelder Blau: tiefe Aquifere Schwarz: K ohlefl oze

Quelle: BGR



Quelle: BGR (Potenziale) / ECOFYS2004 (Kosten aus Grafik für Westeurop e angenommen)

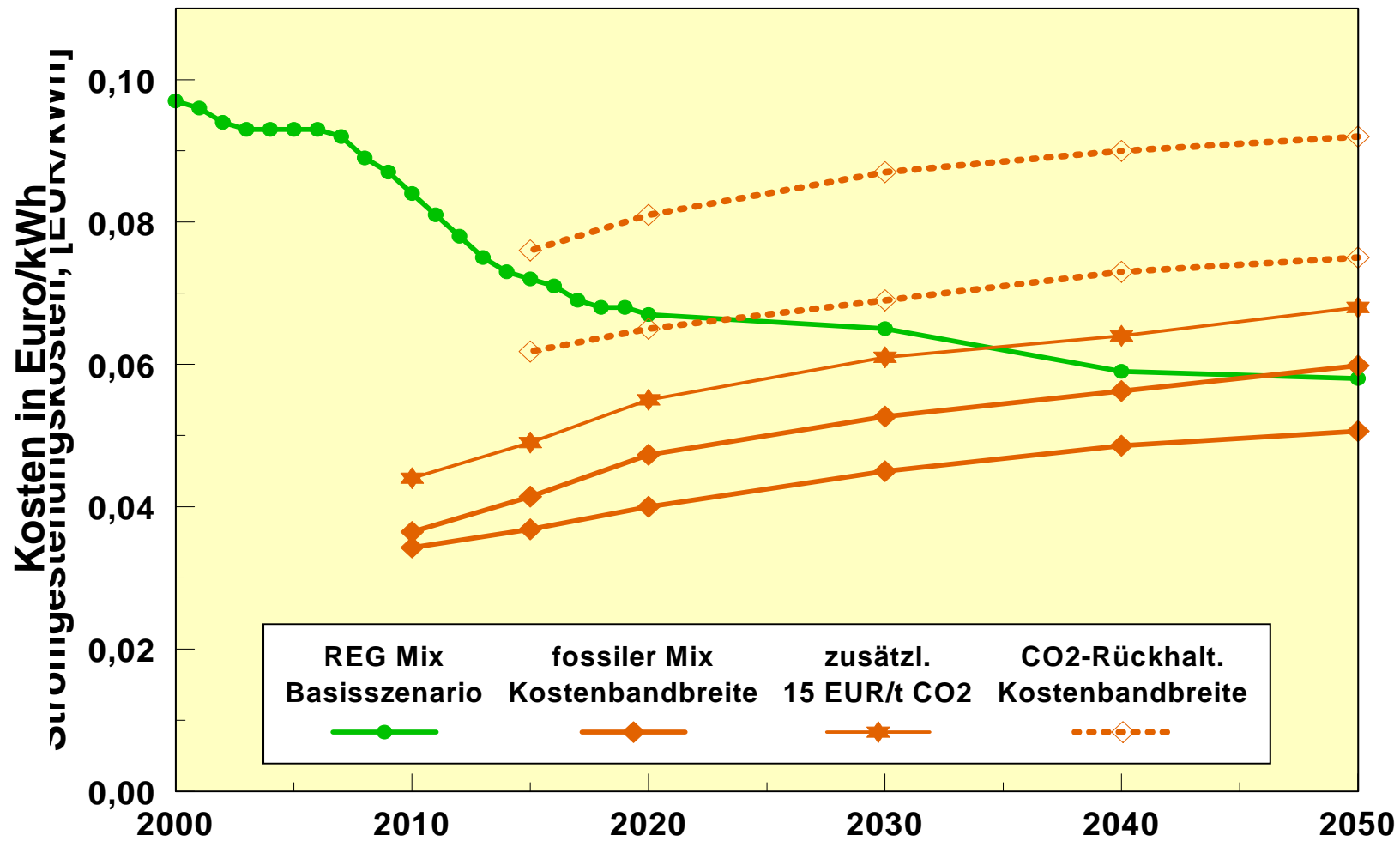
Emissionen aus Punktquellen: 393 Mio. t, Zusatzemissionen bei Abscheidung von 30% angenommen

# Vergleichende Betrachtung - Ökonomische Bilanz

## Wettlauf der Optionen oder parallele Marktentwicklung

### Erneuerbare Energien vs. Carbon Capture and Storage

- fossiler Mix 50% Kohle, 50% Gas -



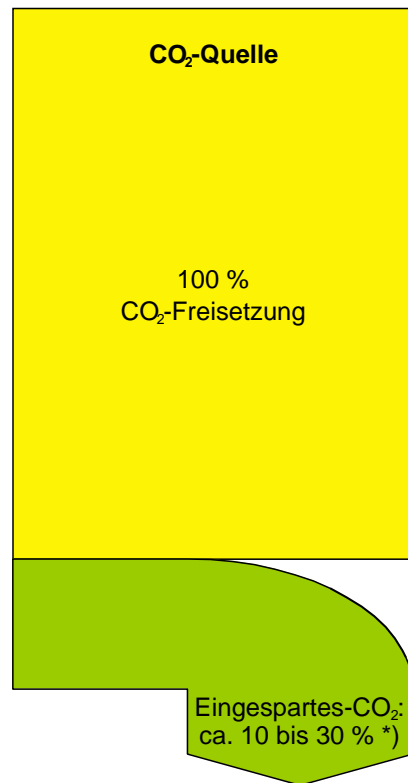
oeko/kost-kw.pre; 15.09.03

# Vergleichende Betrachtung - Ökologische Bilanz

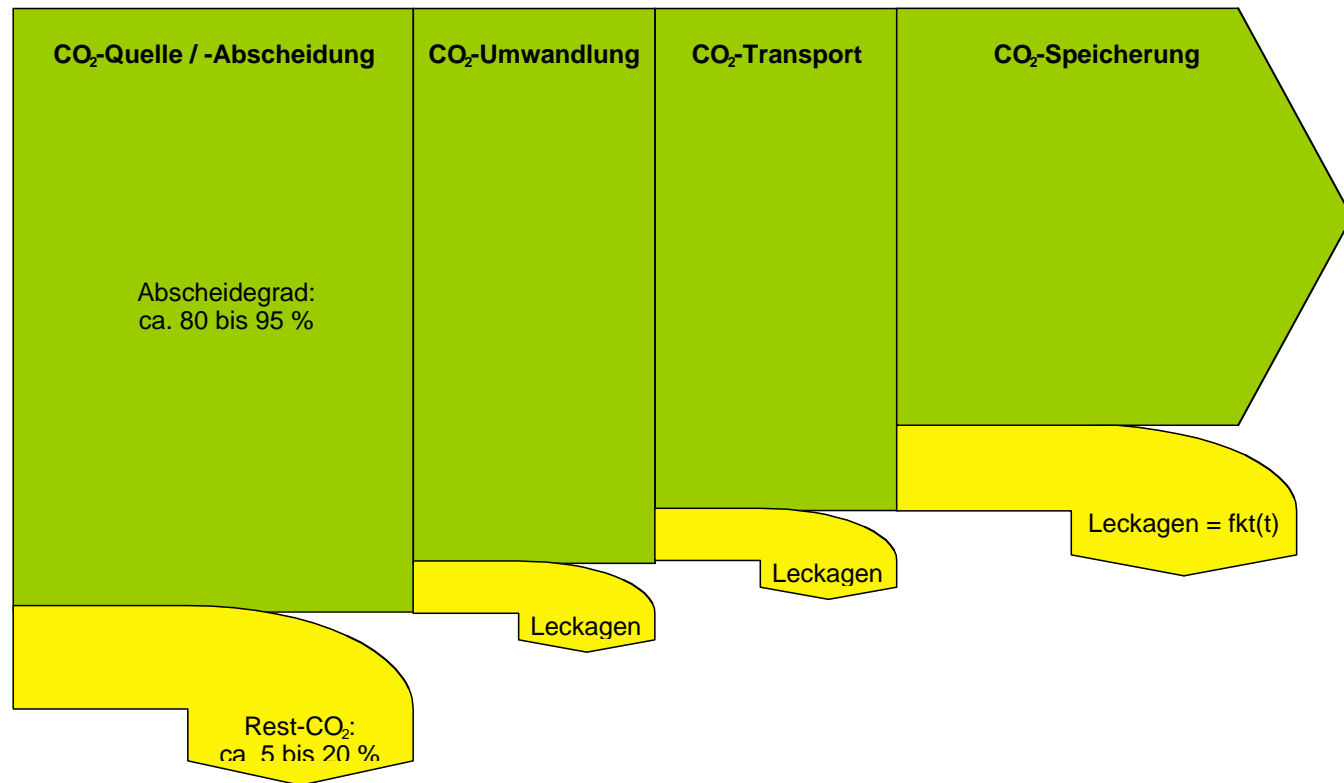
## Hohe Wirkungsgradverluste und unvollständiger Abscheidegrad

### „CO<sub>2</sub>-freies“ Kraftwerk?

#### REFERENZKRAFTWERK



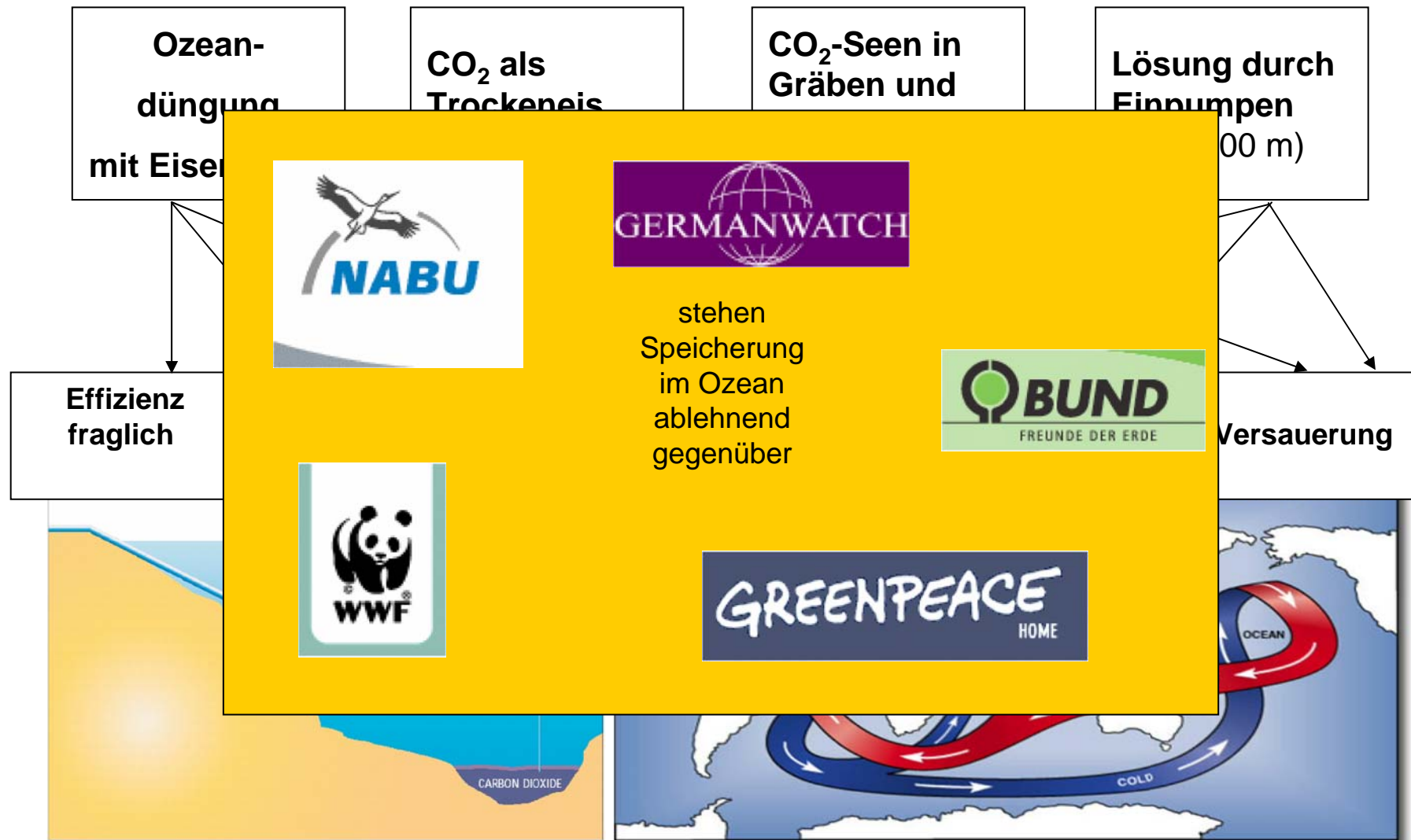
#### KRAFTWERK mit CO<sub>2</sub>-ABSCHEIDUNG



\*) gegenüber Kraftwerk *mit* Abscheidung  
und Wirkungsgradverlusten bis zu 30 %

# Vergleichende Betrachtung - ökologische Bilanz

## Beispiel ökologische Restriktionen- Speicherung im Ozean



# Geologische Speicherung ist differenzierter zu bewerten

## Knackpunkt: Speichersicherheit (Langzeitstabilität)

Option	Kapazität	Sicherheit	Kosten	Technische Machbarkeit	Nutzungskonflikte
Ausgeförderte Gasfelder	++	+	+	++	-
Tiefe saline Aquifere	++(+)	+	--	+	-
Tiefe Kohleflöze	+(+)	+	-	+	-
Ausgeförderte Ölfelder	--	-	+	++	keine
Salzkavernen	--	--	--	++	--
Stillgelegte Kohlebergwerke	+	-- (-)	--	--	--

# Vergleichende Betrachtung Systemkompatibilität Mögliche Synergie- und Konfliktfelder

## Konkurrierende Nutzungen

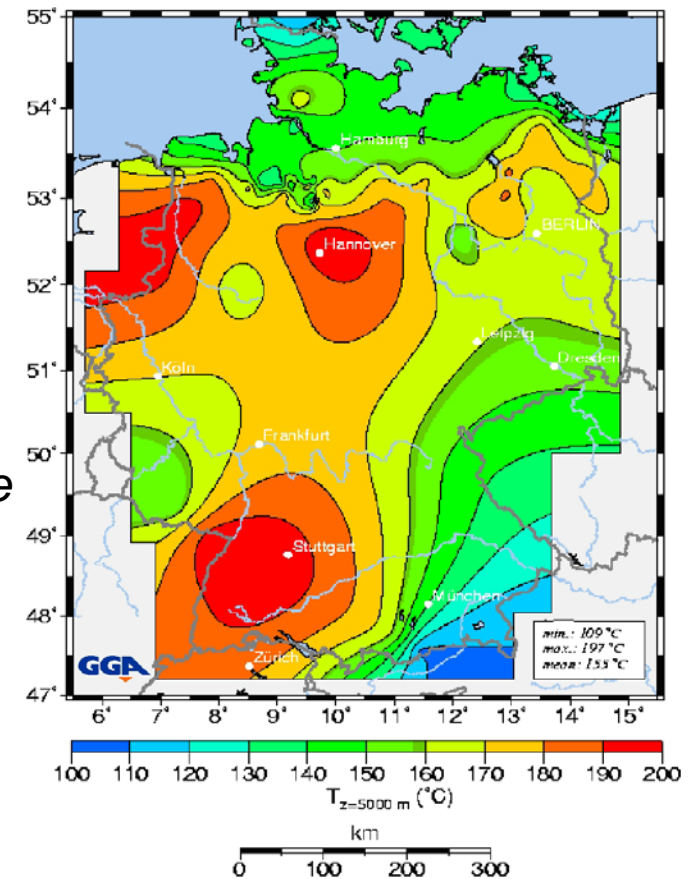
- Geothermische Strom- und Wärmebereitstellung
  - Hot-Dry Rock
  - thermale Nutzung
  - Wärme- und/oder Kältespeicher im Untergrund
- Erdgasspeicher
- *Kavernen (zur Speicherung anderer Stoffe)*
- *Spätere Nutzung heute nicht abbaubarer Kohleflöze*

## Systemeffekte:

- Großkraftwerkspark vs. dezentrale KWK
- Kostenvergleich Stromtransport und CO<sub>2</sub>-Transport  
(Berücksichtigung System-Wechselwirkungen  
-Nord-Süd Gefälle offshore Wind)

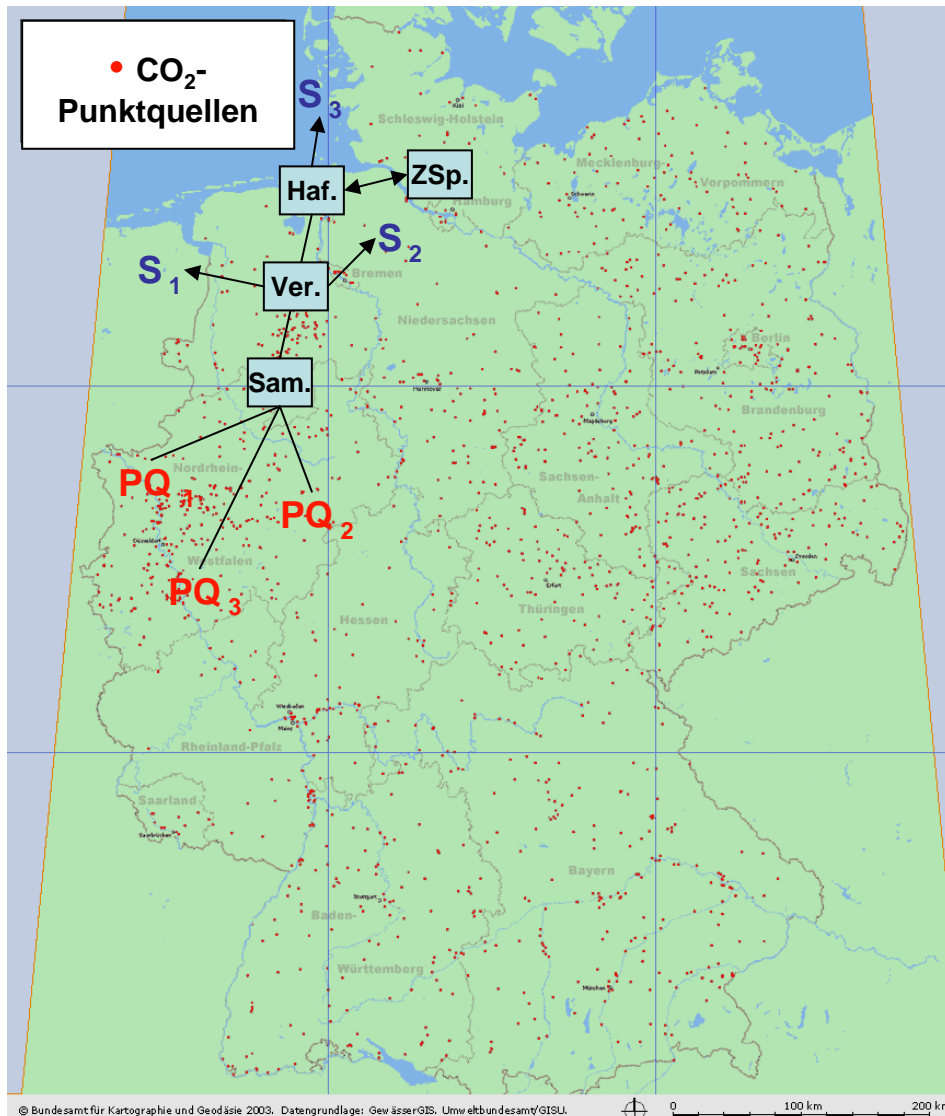
## Synergieeffekte

- CTL: Coal to Liquid (Erweiterung der Kraftstoffbasis)
- Gezielte Grubengasfreisetzung und -nutzung durch CO<sub>2</sub>-Einpressung (ECBM: enhanced coalbed methan production)



# Vergleichende Betrachtung - Systemkompatibilität

## Infrastrukturanalyse - viele offene Fragen



- **Wo liegen zukünftige CO<sub>2</sub>-Senken?**  
Onshore - Offshore?  
Nordwesten - Nordosten...?  
Inland - Ausland?
- **Wann können sie erschlossen werden?**
- **Wann werden sie erschöpft sein?**
- **Wo liegen zukünftige KW-Standorte?**  
Verbrauchernah - Brennstoffnah - Senkennah?  
Zentral - Dezentral?
- **Was transportiere ich?**  
CO<sub>2</sub> - Strom - H<sub>2</sub> - eine Frage des Zeitfensters?
- **Wie transportiere ich?**  
Pipeline - (Schiene - Straße -) Wasser?
- **Welche Infrastruktur benötige ich?**  
Pipelines, Verdichter, Sammler, Zwischenspeicher, Häfen, ...

# Vergleichende Betrachtungen - Technologische Impulse für den globalen Klimaschutz/für Entwicklungsländer

## Potenzielle Barrieren

- **Eigentumsrechte (speziell: technologisches Know-how Kraftwerkstechnik) auf einige wenige Akteure/Unternehmen begrenzt**
- **Hohe Zusatzkosten (Sprungfunktion)**
- **Langfristiges Monitoring notwendig**
- **Eingeschränkter Nutzungsbereich (Großkraftwerkstechnik)**

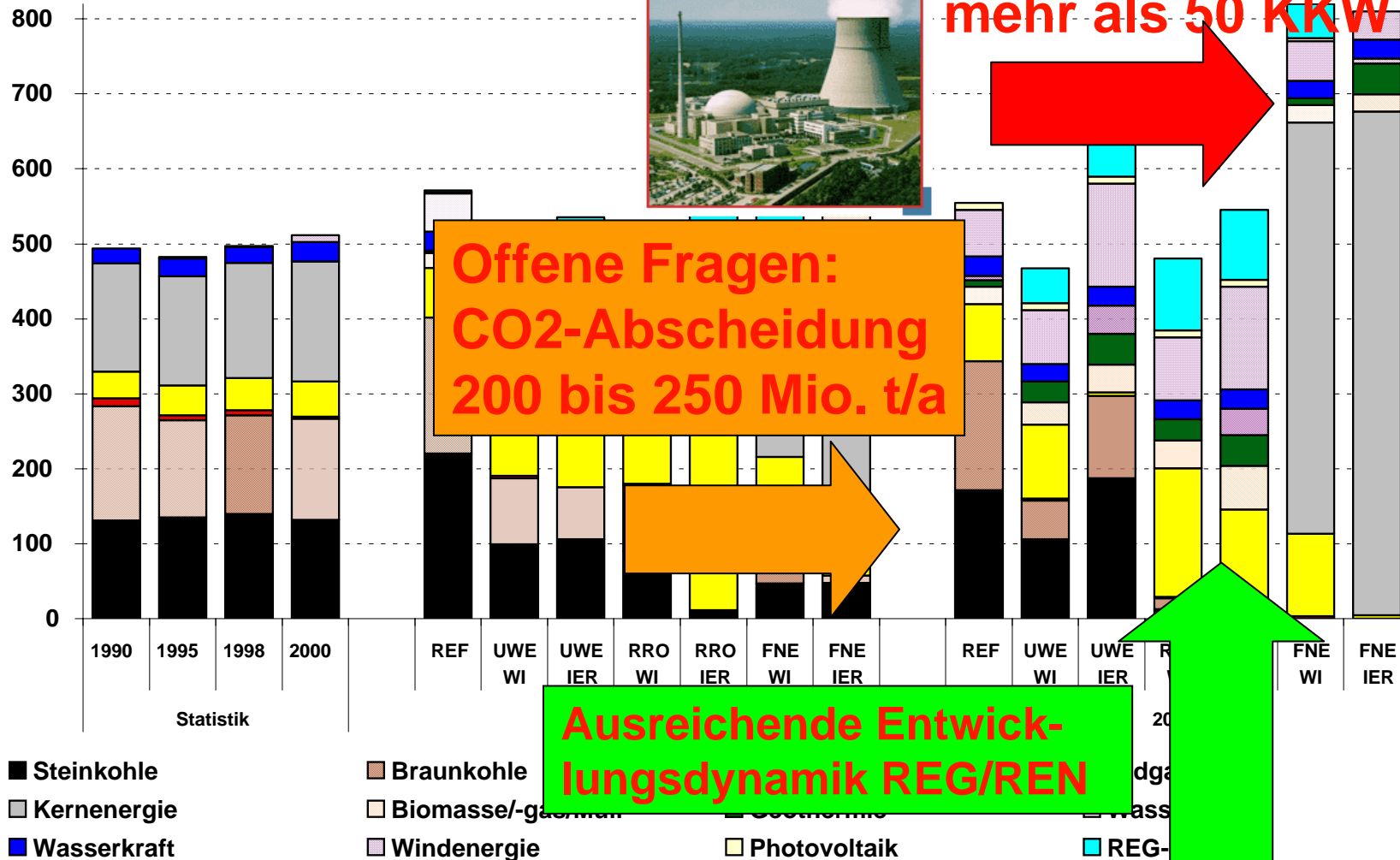
## Potenzieller Nutzen

- **Einbindung der flexiblen Mechanismen (CDM, JI)**
- **Doppelte Dividende (zusätzlicher Finanzierungsbeitrag) bei der Anwendung auf Biomasse Anlagen (z.B. Zuckerproduktion - weit verbreitete Technologie in Entwicklungsländer)**

# Energiewirtschaftliche Aspekte - Akzeptanz

## Konkurrierende oder miteinander wechselwirkende Optionen

Nettostrombereitstellung insgesamt [TWh]



## Abschließende Bemerkungen

- **CCS eröffnet die Chance für eine „CO<sub>2</sub>-arme“ Nutzung fossiler Energieträger**
- **CCS ist im Verhältnis zu anderen Klimaschutzoptionen zu sehen**
- **Differenzierte vergleichende Betrachtung erforderlich**
- **Stärkerer Fokus auch auf nicht-technische Aspekte**
- **Offene Fragen klären - keine vorschnelle Festlegung**

**Wissenschaftszentrum  
Nordrhein-Westfalen**

Institut Arbeit  
und Technik



Kulturwissenschaftliches  
Institut

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



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Kontakt:**

**Dr. Manfred Fishedick**

**Wuppertal Institut**

**Döppersberg 19**

**42103 Wuppertal**

**0202-2492-121**

**0202-2492-198 (FAX)**

**0202-2492-109 (Sekretariat)**

**[Manfred.Fishedick@wupperinst.org](mailto:Manfred.Fishedick@wupperinst.org)**