

Fachkonferenz Energietechnologien 2050 - Kraftwerkstechnologien

Dr. Peter Markewitz

R. Bongartz, J. Linssen, S. Vögele, R. Castillo

Institut für Energieforschung – Systemforschung und
Technologische Entwicklung (IEF-STE)
Forschungszentrum Jülich GmbH

Berlin, 26. Mai 2009

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ziel: Technikbewertung und Identifizieren von F&E-Feldern

Vorgehen: Literaturrecherche, Expertengespräche etc.

Bearbeitete Technologiefelder

- Konventionelle Dampfkraftwerke (fossile Energieträger)
- Kraftwerke auf der Basis von Kohlevergasung
- (Erd)gaskraftwerke
- Brennstoffzelle, Hybridkraftwerke
- CO₂-Abscheidung
- CO₂-Transport und –Speicherung
- CO₂-Nutzungsmöglichkeiten
- Wärmetransport und –verteilung



Fossil basierte Stromerzeugung in Deutschland 2007

Anteile an der gesamten Stromerzeugung (Kapazität):

Steinkohle: 22,3 % (19,3 %)

Braunkohle: 23,4 % (14,2 %)

Erdgas: 11 % (15,6 %)

Erdöl: < 1 % (4,4 %)

Fossil: 57,3 % (53,3 %)

Anteil fossiler Energieträger zur Stromerzeugung:

an den gesamten
CO₂- Emissionen: ca. 46 %

am gesamten
Primärenergieverbrauch: ca. 26 %

an Energieträgerimporten: ca. 14 %

Quelle: Bundesnetzagentur 2008

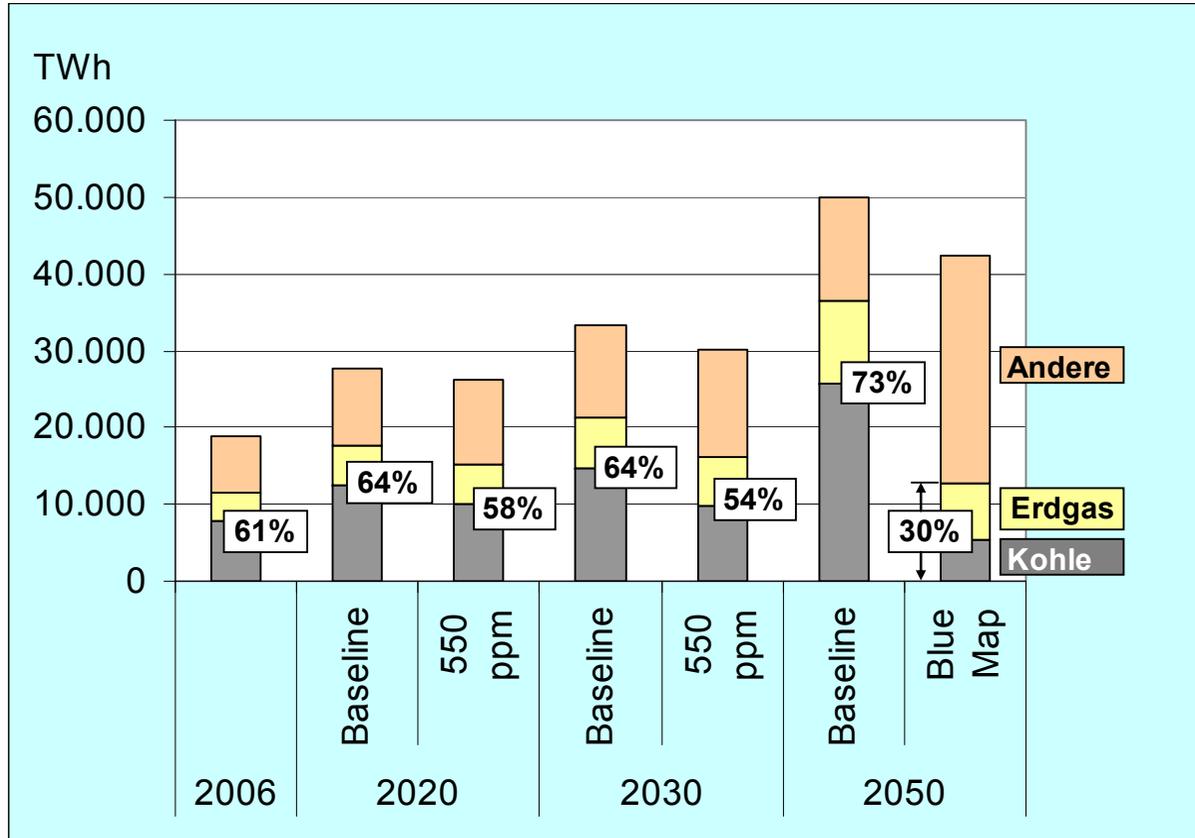
Quelle: AG Energiebilanzen 2009, Ziesing 2009, eigene Rechnungen

- ▶ Derzeitiger Weltmarktanteil der deutschen Kraftwerksindustrie: ca. 20 %
Gesamtauftragseingang 2008: ca. 12,8 Mrd. € (Export: 75 %, Inland: 25 %)

Quelle: Deutsche Bank Research 2008, VDMA AG Großanlagenbau 2009

Fossil basierte Stromerzeugung - Welt -

Anteile fossil basierter Stromerzeugung in den IEA-Szenarien



- **Baseline-Szenario:**
Anstieg der fossil basierten Stromerzeugung
- **Blue Map 2050:**
Absoluter Anteil fossil basierter Stromerzeugung etwa wie heute, CCS -Technik dominiert

Quelle: IEA World Energy Outlook 2008, IEA Technology Perspectives 2008

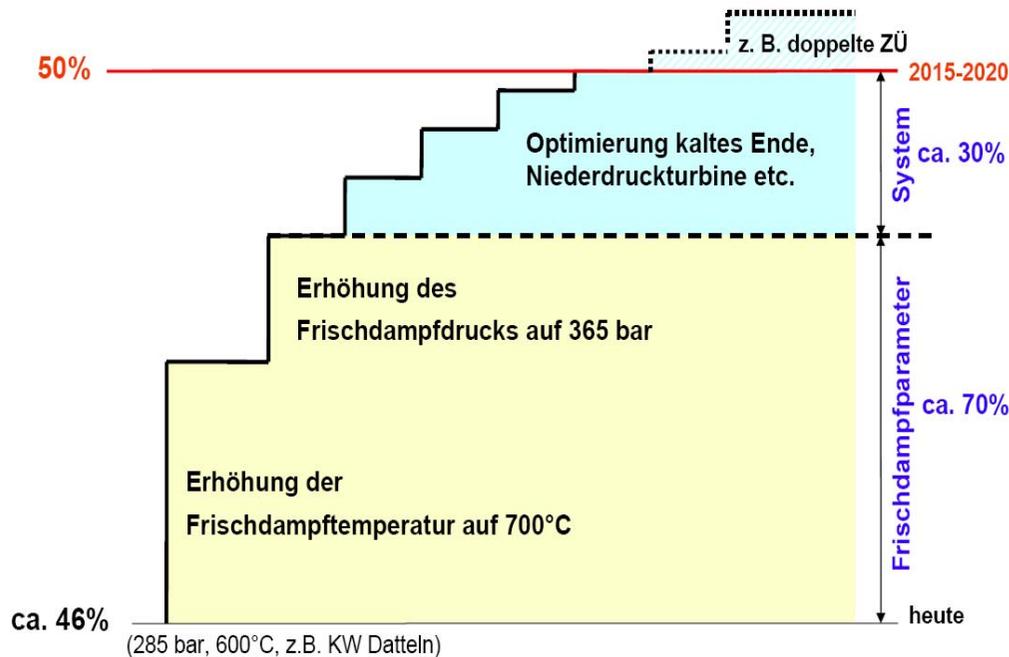
	Heute	Bis 2020	Bis 2030	Vision
Dampfkraftwerk Steinkohle	46	50+	52	53+
IGCC	45 - 48	50 - 52	54 - 57	57+
GuD Erdgas	59+	62	63+	70+
EFCC	-	-	-	53+
IGCC-SOFC	-	-	-	60+
SOFC-GuD	-	-	-	70+
Mehrstoffdampfprozesse	-	-	-	60+

Quelle: COORETEC 2003, modifiziert

► Technische Wege ? F&E ? Kosten ? Entwicklungsrisiko ?

Kohlegefeuerte Dampfkraftwerke - Effizienzsteigerung -

700°C Kraftwerk

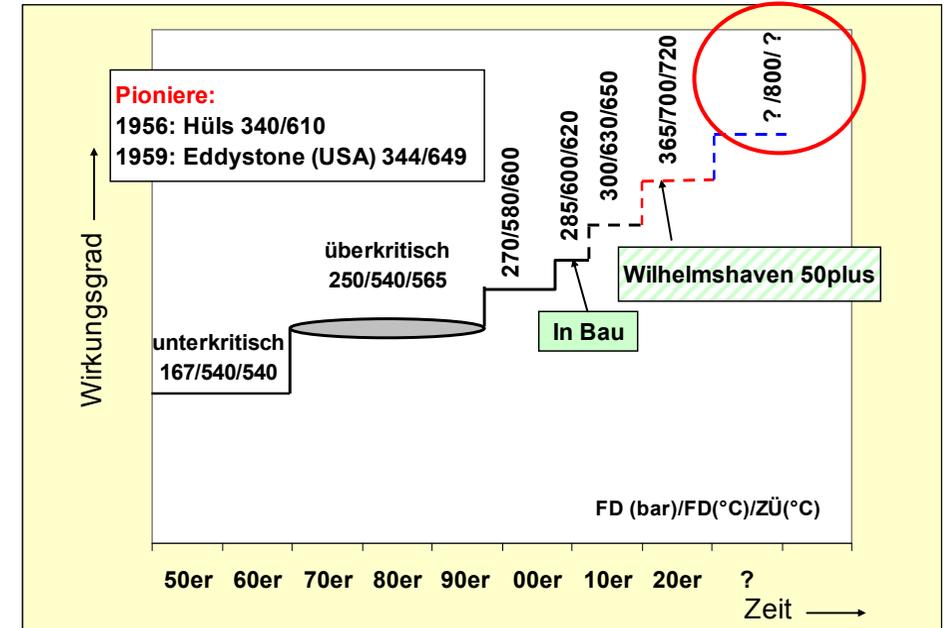


Effizienzsteigerung

700°C Kraftwerk:

- 70% Frischdampfparameter
- 30% Systemoptimierungen

Entwicklung der Frischdampfparameter



Effizienzpotenzial

Zukünftig:

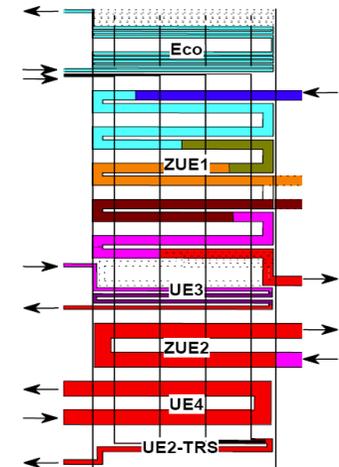
- >> 70% Frischdampfparameter
- << 30% Systemoptimierungen

- Ziel: 700°C Braunkohlekraftwerk, Vision: 800°C-Steinkohlekraftwerk
- Heutige 700°C-Werkstoffe sind nicht einsetzbar für 800°C-Kraftwerke

Öffentlicher F&E-Bedarf:

- Entwicklung von geeigneten **Werkstoffen**
Qualifikation - Fertigung - Verbindungstechnik
- Potenzial funktional gradierter Materialien prüfen
- Neue Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung (hohe Drücke ► große Wanddicken)
- Besseres Verständnis von Materialeigenschaften
- **Computergestützte Simulation** von Materialeigenschaften (Ex ante) ermöglicht z.B.
 - Verkürzung von Versuchszeiten und -anzahl
 - Verbesserte Schadensvorhersage, optimierte Restlebensdauerabschätzung

16 Mo3
13CrMo4-5
10CrMo9-10
X20CrMoV11-1
Super 304 H
HR3C
Sanicro 25
Alloy 617

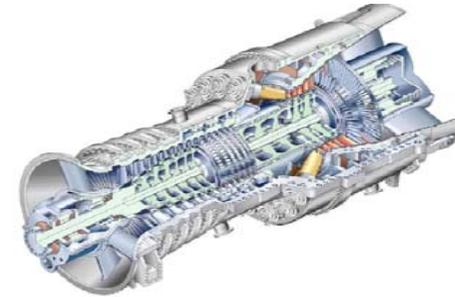


Quelle: Tigges, 2008

Gasturbinen, GuD-Kraftwerke

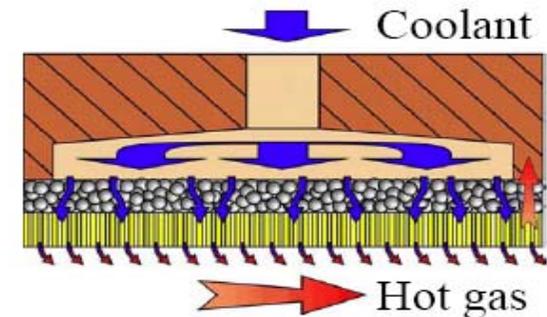
Effizienzsteigerung durch

- Höhere Turbineneintrittstemperaturen
- Verringerung des Kühlluftstroms



Öffentlicher F&E-Bedarf:

- Entwicklung von geeigneten **Werkstoffen**
(Wichtig: Oberflächenbeschichtungen, z.B. TBC)
- Besseres Materialverständnis **u. computergestützte Simulation**
(auch: Simulation von Zweiphasenströmungen, Verbrennung)
- Neue **Kühlkonzepte** (z.B. Effusionskühlung)
- Neue **Brennerkonzepte** (niedrige NO_x-Emissionen, H₂)
- Langfristige Vision: Vollkeramikschaufeln, Transpirationskühlung



Quelle: Bohn, 2008

Wirkungsgradeinbußen

(inkl. Kompression u. Aufbereitung)

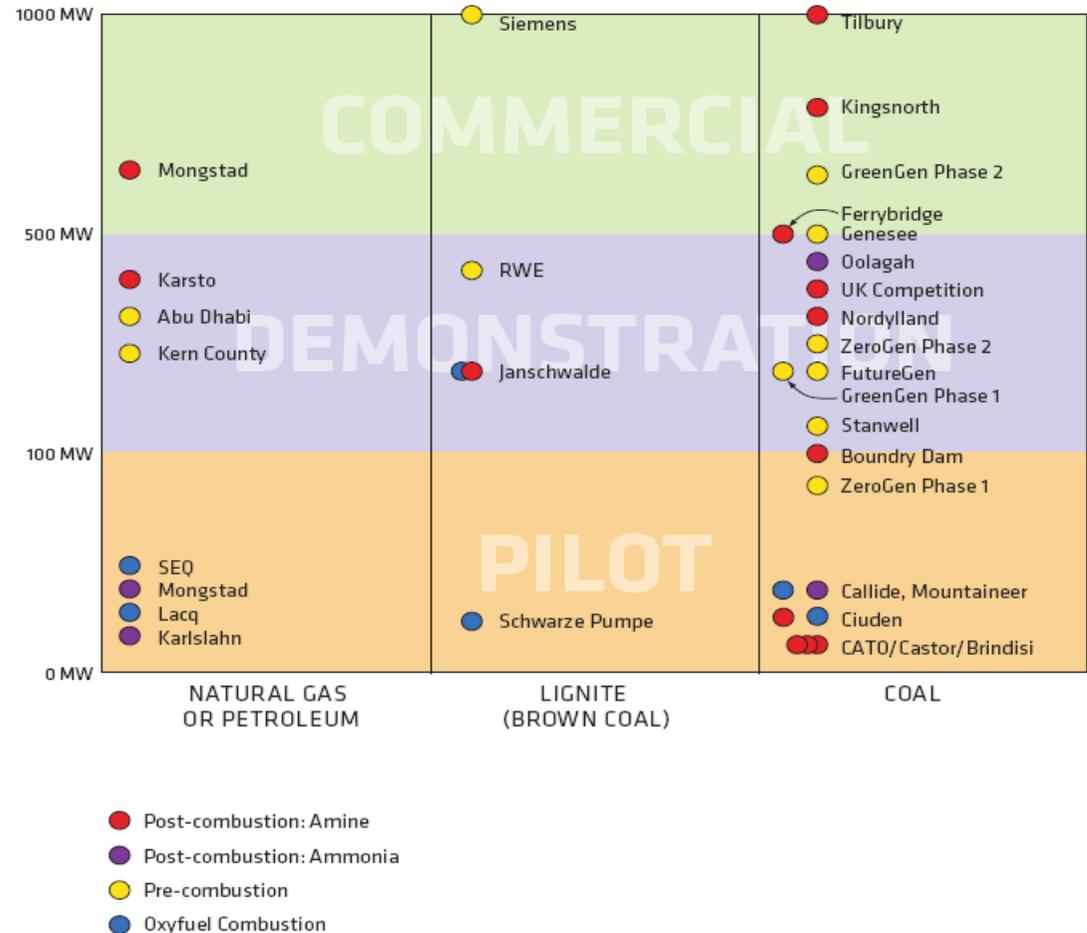
- Heute: 11 – 14 %-Punkte
- Mittelfristig: 8 – 10 %-Punkte
- Langfristig: < 8 %-Punkte

Stand

- Keine Techniklinie zu favorisieren
- Weltweit: Große Anzahl von kleinen Post-combustion Versuchsanlagen
- Weltweit: Kein groß-technisches Kraftwerk mit CCS (Demonstration notwendig)
- Hohe Kosten

Planned and Proposed CCS Projects [Illustrative – June 2008]

Source: IEA Greenhouse Gas R&D Programme

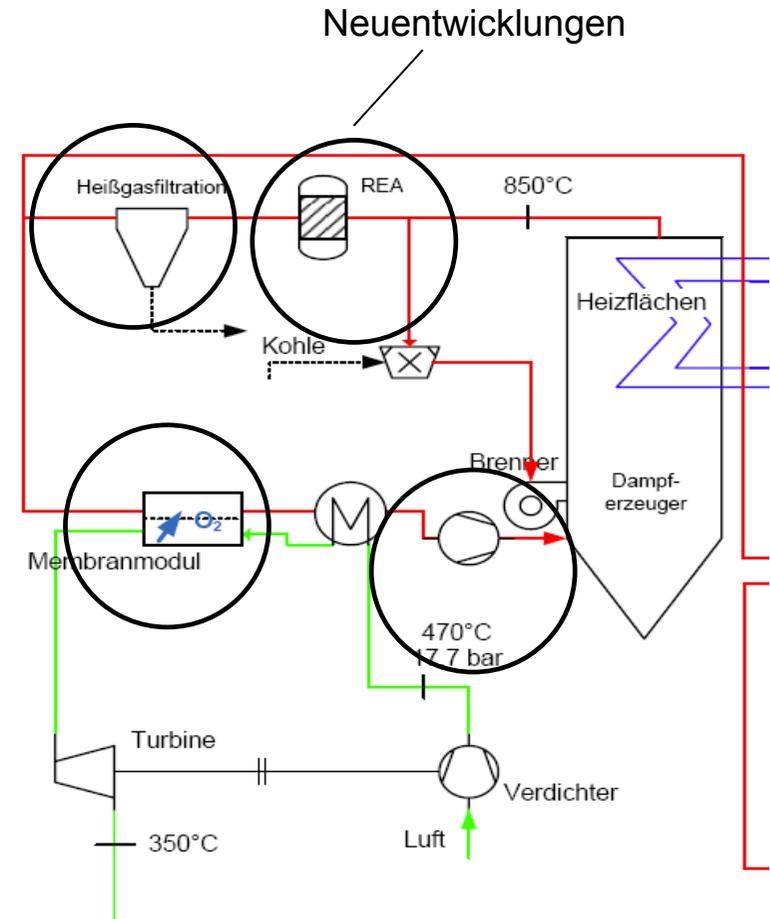


Ziele:

- Effizienzsteigerung u. Kostenreduktion
- Demonstration technischer Machbarkeit

Öffentlicher F&E-Bedarf:

- **CO₂-Speicherung**
(laufende F&E Programme: BMBF etc.)
- Neue Waschflüssigkeiten
- Oxyfuel: Verbrennung, Korrosionseffekte
- Carbonate und Chemical Looping
- Membraneinsatz (alle Verfahren)
- Kraftwerkskonzepte zur Integration von Verfahren mit geringem F&E Risiko
- Eignung für Nachrüstung



CCS-Konzept mit Membraneinsatz

- ▶ **Vorteile: Breites Brennstoffeinsatzband, Ressourcen (Polygeneration)**
aber: **Wenig Erfahrung, hohe Kosten**

Ziele

- **Kostenreduktion, höhere Verfügbarkeit**
- **Effizienzsteigerung**

Öffentlicher F&E-Bedarf:

- **Höhere Systemintegration von Komponenten**
- **Besseres Verständnis des Vergasungsprozesses (Simulation, Experimente, Messverfahren)**
- **Teilquenckonzepte**
- **Gasturbinen-Brennerkonzepte (Wasserstoff)**
- **Langfristige Vision: Hochtemperatur-IGCC, große Hybrid-Kraftwerke**



IGCC Buggenum

Wärmetransport und -verteilung

Stand

- 14 % aller Gebäude werden mit leitungsgebundener Wärme versorgt

Herausforderungen:

- Absenkung des spezifischen Energieverbrauchs (Gebäude)
- Verdopplung des KWK-Stromanteils ► Höheres Wärmeaufkommen
- Alterung des bestehenden Fernwärmenetzes

Öffentlicher F&E-Bedarf:

- Neue Netze:
 - LowEx-Konzepte (Planungs- u. Bewertungshilfen)
- Bestehende Netze:
 - Möglichkeiten zur Absenkung von Vor- und Rücklaufemperatur
 - Einbindung dezentraler Wärmeeinspeisung
 - Restlebensdauer von FW-Rohren (Zustandsanalyse)



Dampfkraftwerke, Kohlevergasung

- Wirbelschichtfeuerung (Kohleeinsatz)
- Große Hybridkraftwerke (▶ Priorität: 1. Schritt: BZ, 2. Schritt: Druckaufgeladene BZ)
- Mehrstoffdampfprozess (▶ Neubewertung: Studie)

Gasbefeuerte Kraftwerke

- HAT-, STIG-Prozesse
- Katalytische Verbrennung

CO₂-Abscheidung, -Transport, -Speicherung

- CO₂-Transport
- Entwicklung neuer Waschflüssigkeiten (Öffentliche F&E notwendig ?)

Wärmetransport und -verteilung

- Verlegeverfahren (Kostenreduktion durch administrative Maßnahmen)

Verfügbarkeit auf der Zeitskala

