

# Interne Zusatzfeuerung

Maßnahme zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen  
von Dampfkraftwerken

Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail, FH Südwestfalen

Dr.-Ing. Bert Rukes, Siemens PG W8

Dipl.-Ing. Georg Haberberger, Siemens PG W711

VGB-Fachausschusssitzung "Kraftwerkskonzepte und  
Thermodynamik", BTU Cottbus, 12./13.11.2003



# Gliederung

1. Konzepte zur Rückhaltung von Kohlendioxid
2. Dampfkraftwerk mit interner Zusatzfeuerung
3. Wirkungsgrad, Leistung und Kohlendioxid-Emissionen
4. Gerechtfertigte Zusatzinvestitionen
5. Technische Machbarkeit
6. Zusammenfassung

Cottbus, 12.11.03



# Konzepte zur Rückhaltung des bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden Kohlendioxids

## 1. Abtrennung vor der Verbrennung (Pre-Combustion Capture)

Erzeugung eines wasserstoffreichen Brenngases durch Reformierung, Pyrolyse, partielle Oxidation oder Vergasung. Das Kohlendioxid kann mit vergleichsweise geringem Aufwand vor der Verbrennung aus dem Brenngas abgetrennt werden.

## 2. Abtrennung nach der Verbrennung (Post-Combustion Capture)

Abtrennung des Kohlendioxids nach der Verbrennung aus den Verbrennungsgasen durch Absorption, Adsorption oder Membrantrennung.

**Verminderung des Abtrennungsaufwandes durch Erhöhung des Kohlendioxidanteils und Reduktion der Anzahl anderer Stoffe in den Verbrennungsgasen:**

### a) Verbrennung mit reinem Sauerstoff (Oxy-Fuel Firing)

Gewinnung des Sauerstoffs durch kryogene Luftzerlegung, Adsorption oder Membrantrennung. Zumischung von zurückgeführten Verbrennungsgasen oder Wasserdampf. Abtrennung des Kohlendioxids durch Kondensation des Wassers.

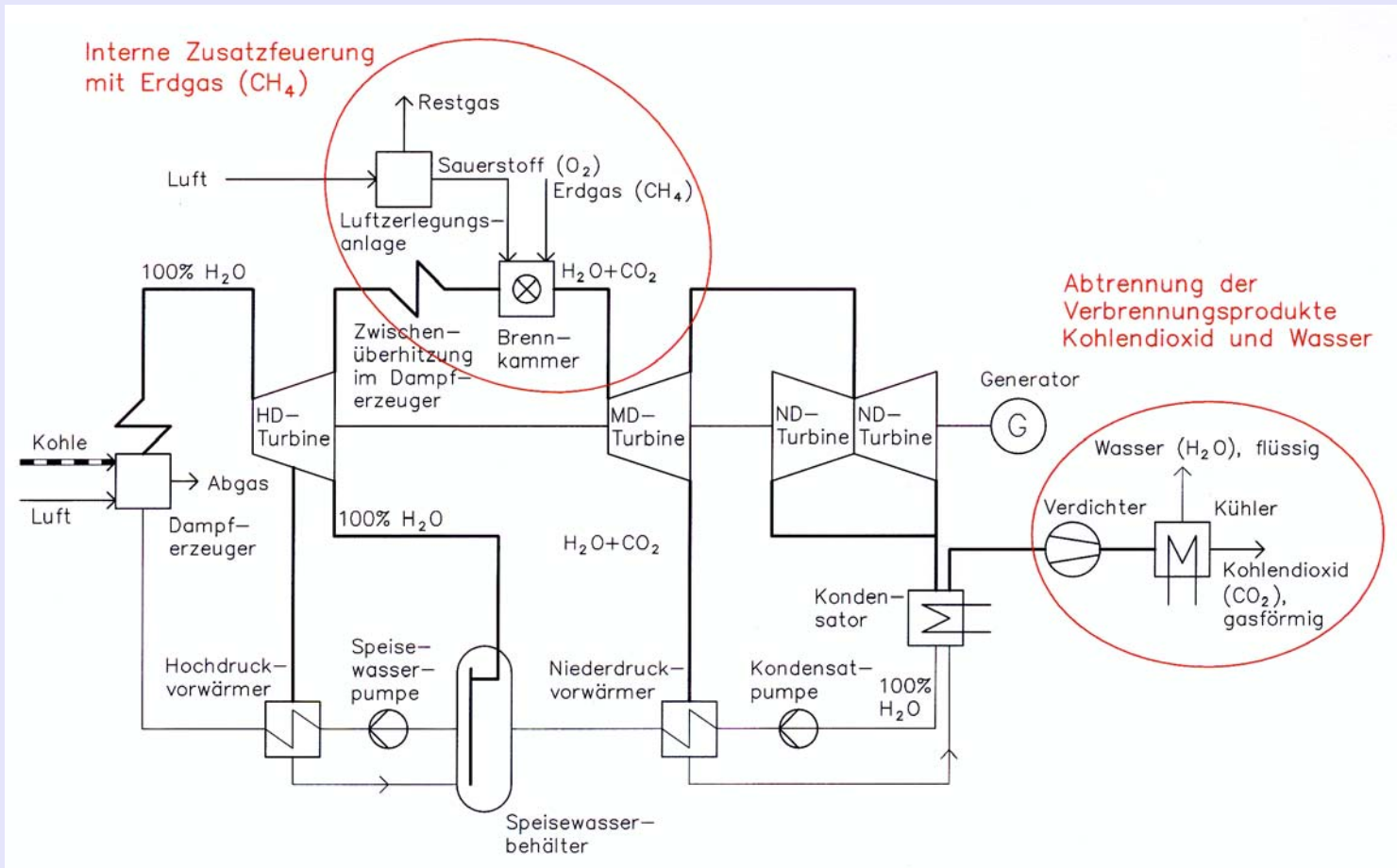
### b) Verringerung des Luftüberschusses

Mehrstufige Verbrennung (Zwischenerhitzung), Zumischung von Dampf oder zurückgeführten Verbrennungsgasen.

Cottbus, 12.11.03

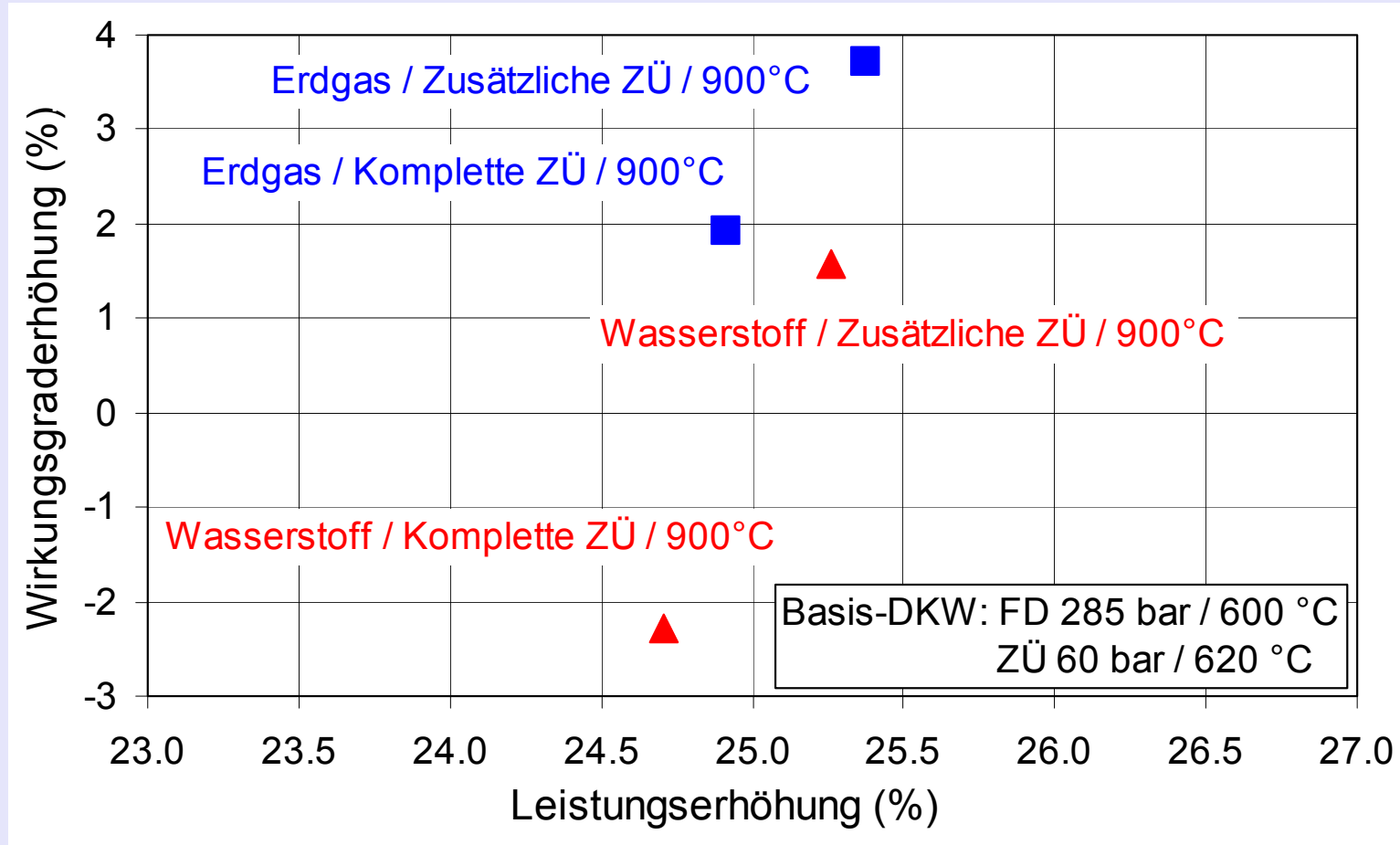


# Schema eines Dampfkraftwerkes mit interner Zusatzfeuerung mit Erdgas in der Zwischenüberhitzung



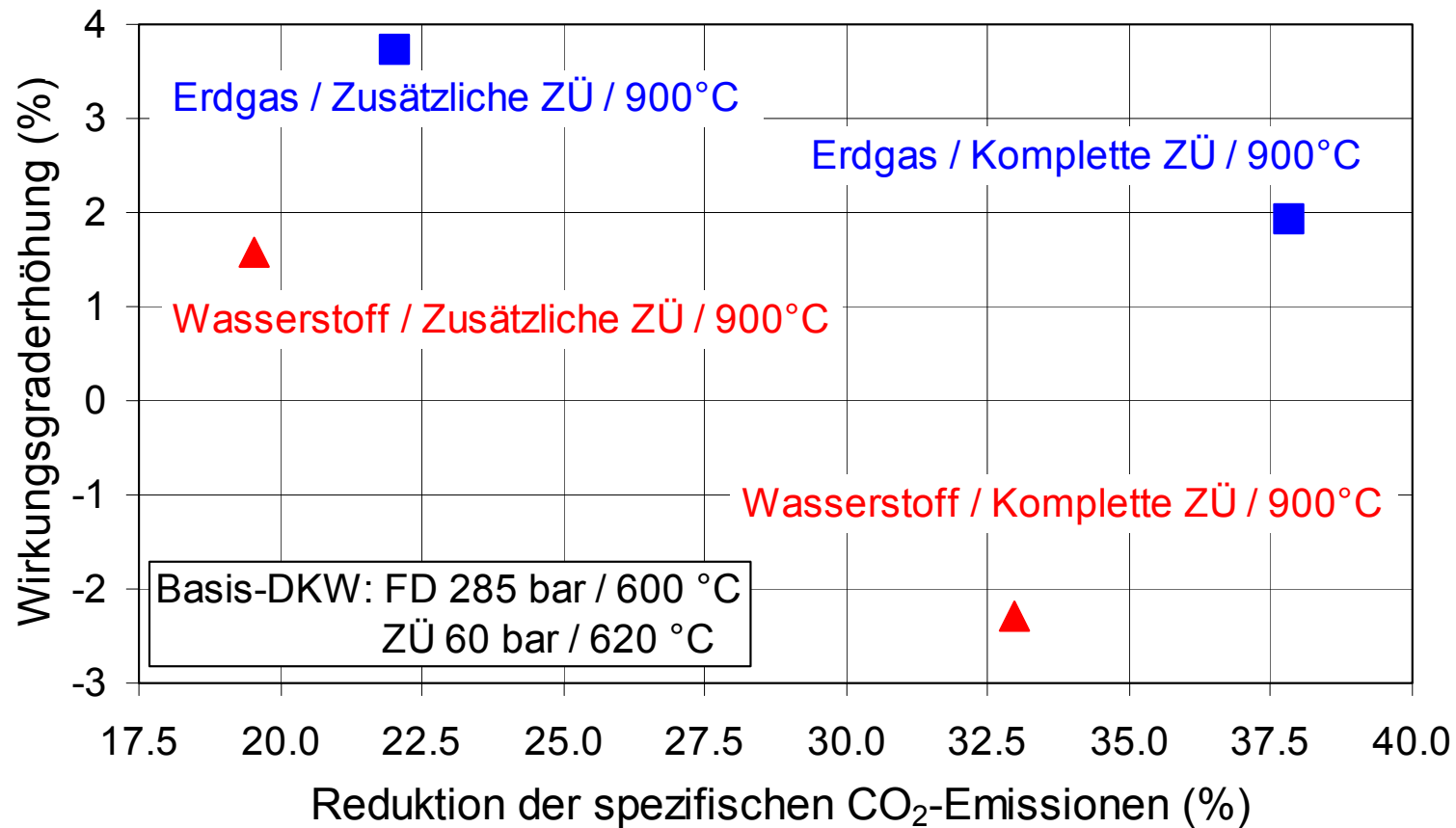
Cottbus, 12.11.03

# Wirkungsgrad- und Leistungserhöhung durch interne Zusatzfeuerung in der Zwischenüberhitzung



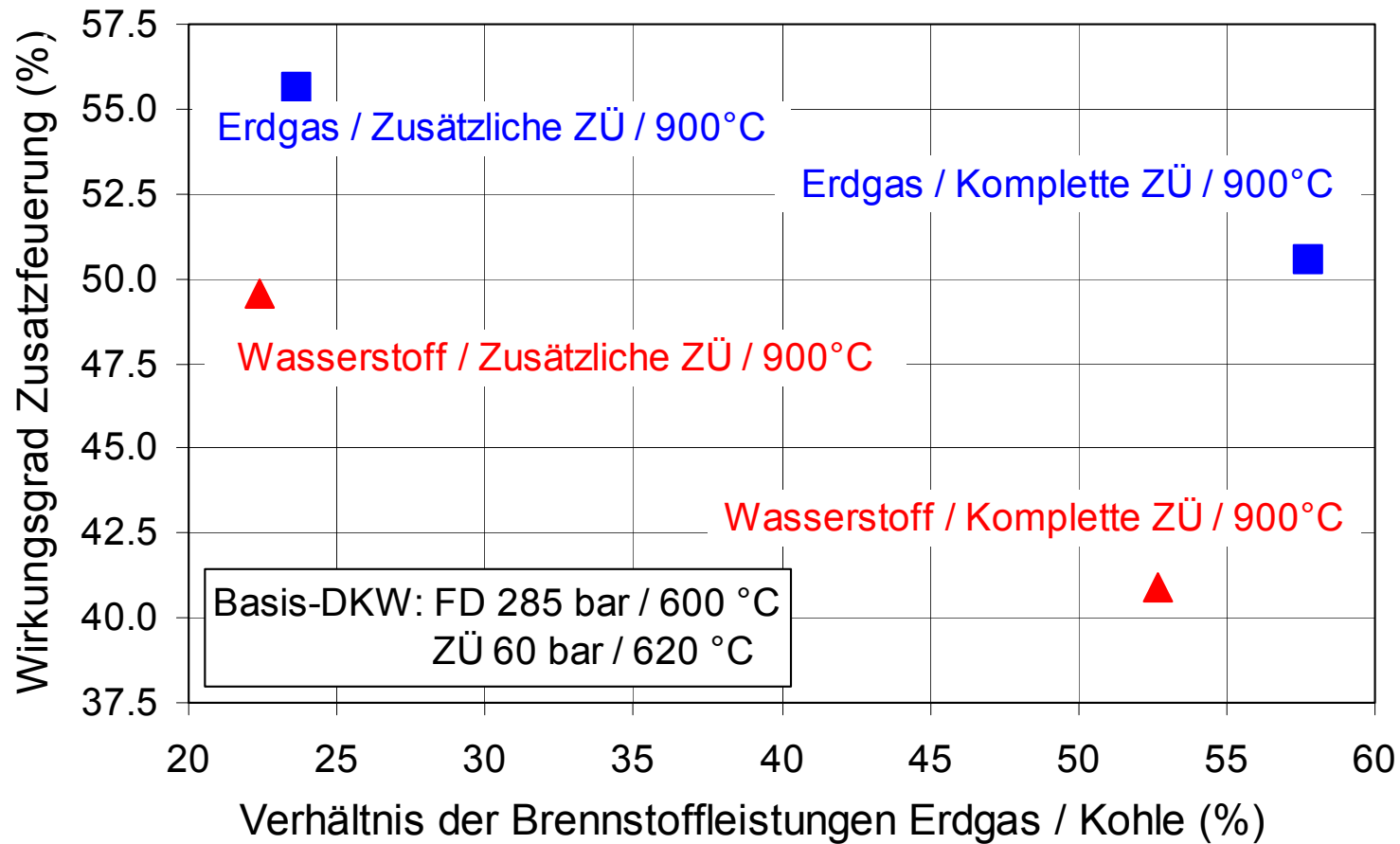
Cottbus, 12.11.03

# Wirkungsgraderhöhung und Reduktion der spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen durch interne Zusatzfeuerung in der ZÜ



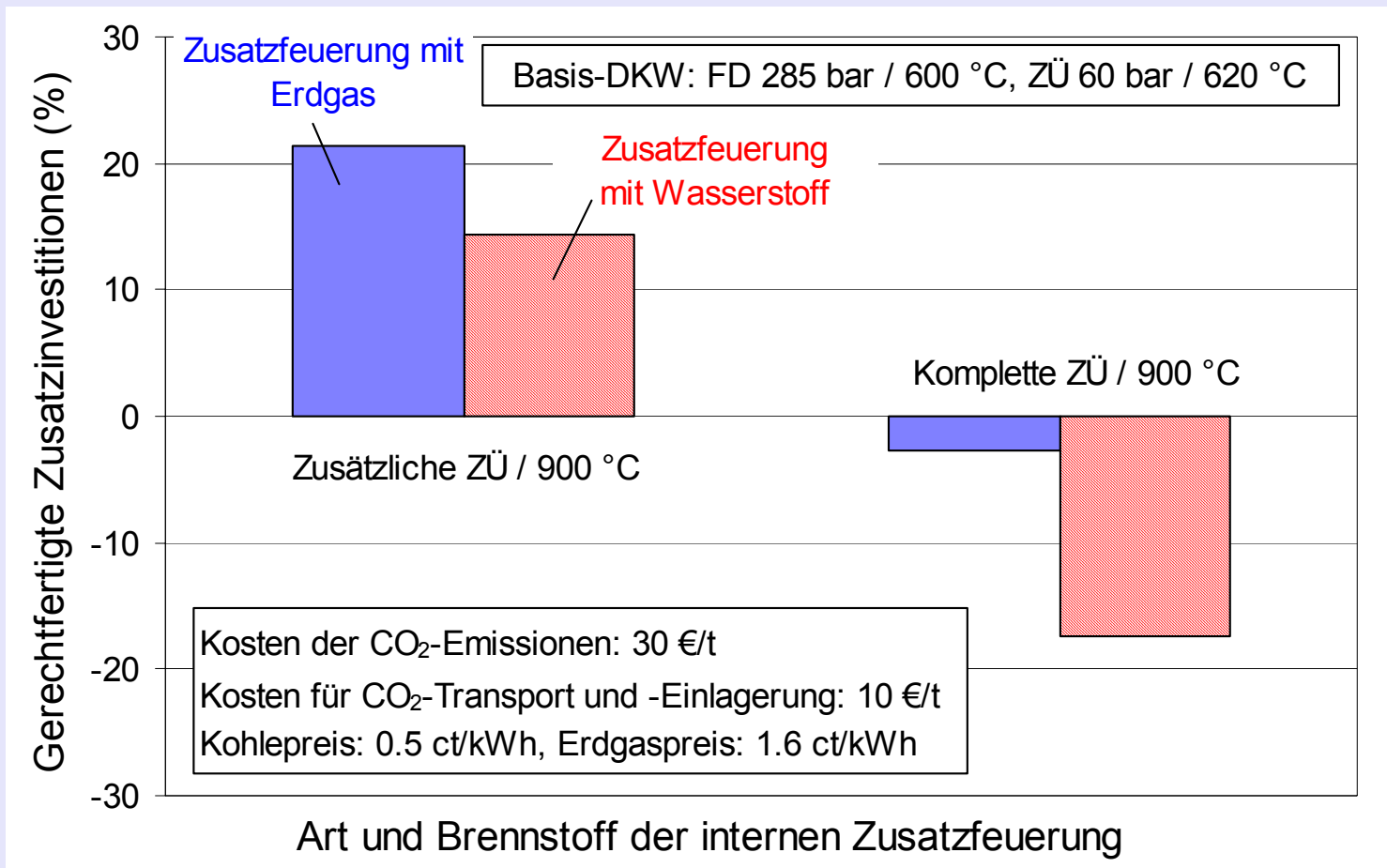
Cottbus, 12.11.03

# Wirkungsgrad der internen Zusatzfeuerung in der ZÜ und Verhältnis der Brennstoffleistungen Erdgas / Kohle



Cottbus, 12.11.03

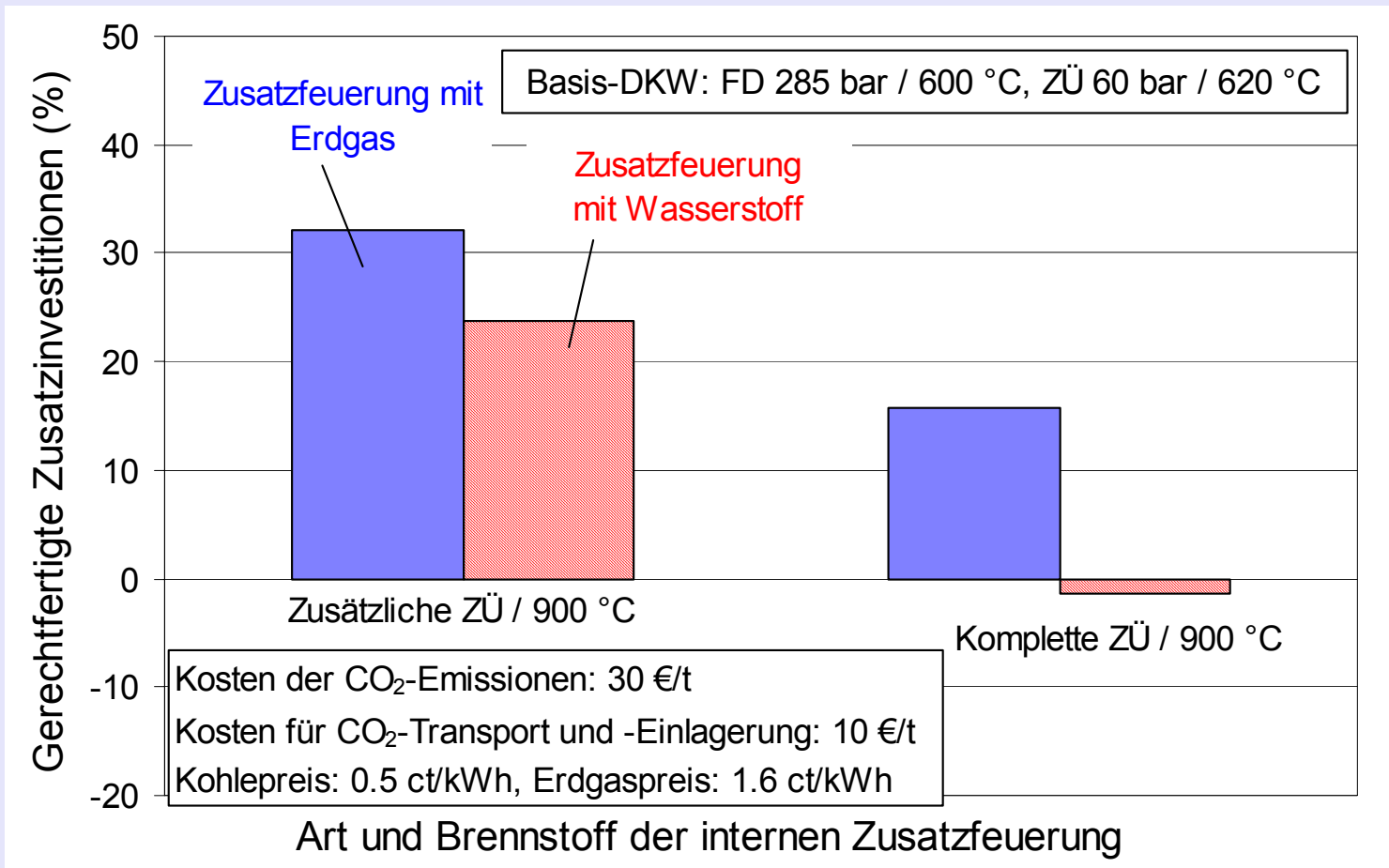
# Gerechtfertigte Zusatzinvestitionen steinkohlebefeuerter Dampfkraftwerke mit interner Zusatzfeuerung in d. Zwischenüberhitzung



Cottbus, 12.11.03



# Gerechtfertigte Zusatzinvestitionen braunkohlebefuerter Dampfkraftwerke mit interner Zusatzfeuerung in d. Zwischenüberhitzung



Cottbus, 12.11.03

# Prüfung der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der internen Zusatzfeuerung

- **Brennkammer** (Stöchiometrische Verbrennung von Erdgas bzw. Wasserstoff mit reinem Sauerstoff im Dampfstrom / Wirkungsgrad / Kühlung mit KZÜ-Dampf / Reinheitsgrad des Sauerstoffs)
- **MD- und ND-Turbine** (Dampftemperaturen bis 900 °C bzw. 460 °C / Kohlendioxidgehalt bis zu 7.1 Gewichtsprozent / Auswirkungen geringer Mengen von Erdgas, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenmonoxid oder Stickstoff auf die Turbine / Zulässige Temperaturgradienten / Kühlung mit KZÜ-Dampf)
- **Kondensator, Speisewasservorwärmer, Zwischenkühler** (Wärmeübergang bei Anwesenheit von Kohlendioxid / Abtrennung der Verbrennungsprodukte / Verflüssigung des Kohlendioxids)
- **Wasserchemie** (Dampferzeuger, Vorwärmstrecke)
- **Wasserstofferzeugung** durch allotherme Reformierung von Erdgas und Abtrennung des Wasserstoffes aus dem Produktgas durch Druckwechseladsorption
- **Sauerstoffgewinnung** durch kryogene Luftzerlegung

Cottbus, 12.11.03



# Zusammenfassung

## Ziele der internen Zusatzfeuerung

- Verminderung der spez. Kohlendioxid-Emissionen (hier bis zu 38 %)
- Erhöhung des Wirkungsgrades (hier bis zu 3.7 %)
- Erhöhung der Leistung (hier bis zu 25 %)
- Abdeckung von Spitzenlastanforderungen
- Stützung der Netzfrequenz

Die **gerechtfertigten Zusatzinvestitionen** betragen bei Kosten für Kohlendioxid-Emissionen in Höhe von 30 €/t bei Steinkohle-DKW's bis zu 21 % der Gesamtinvestition eines vergleichbaren DKW's ohne interne Zusatzfeuerung und bei Braunkohle-DKW's bis zu 32 %.

Cottbus, 12.11.03



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Download der Vortragsbilder unter:  
[www.meschede.fh-swf.de/public/kail](http://www.meschede.fh-swf.de/public/kail)

Cottbus, 12.11.03



Fachhochschule Südwestfalen  
Hochschule für Technik und Wirtschaft  
*University of Applied Sciences*