



**Vortrag für Bundesamt für Energie  
Ko-Referat  
Fossil – Thermische Kraftwerke  
Bern, 2. Juli 2004**

**The Energy Consulting Group Ltd**



# Inhaltsverzeichnis

## 1. Technologien

- Vorstellen der unterschiedlichen Technologien (Gasturbinenkraftwerk, Dampfkraftwerk, Kombikraftwerk, Integrierte Kohlevergasung)
- Funktionsweise

## 2. Entwicklung der Technik

- Wirkungsgrade, Energieeffizienz, technisch / physikalische Prozesse
- Heute, 2020, 2035

## 3. Nutzungspotentiale (Beitrag zur Stromproduktion)

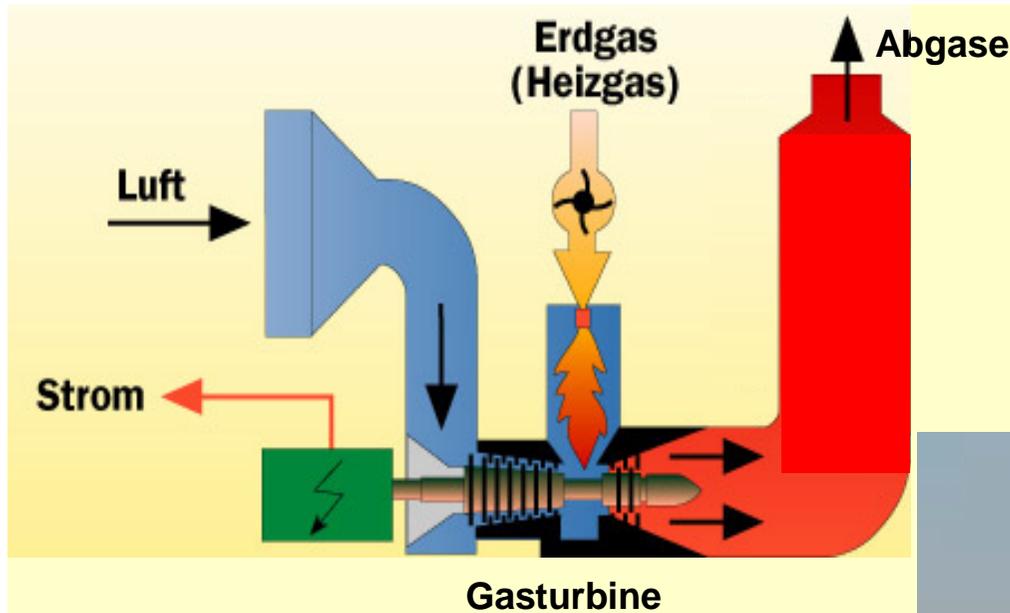
- Heute, 2020, 2035

## 4. Beurteilung

- Wirtschaftlichkeit (heutige / zukünftige Preise), Umweltauswirkungen, CO<sub>2</sub>, Sicherheitsaspekte

# 1. Technologien

# Gasturbinenkraftwerk

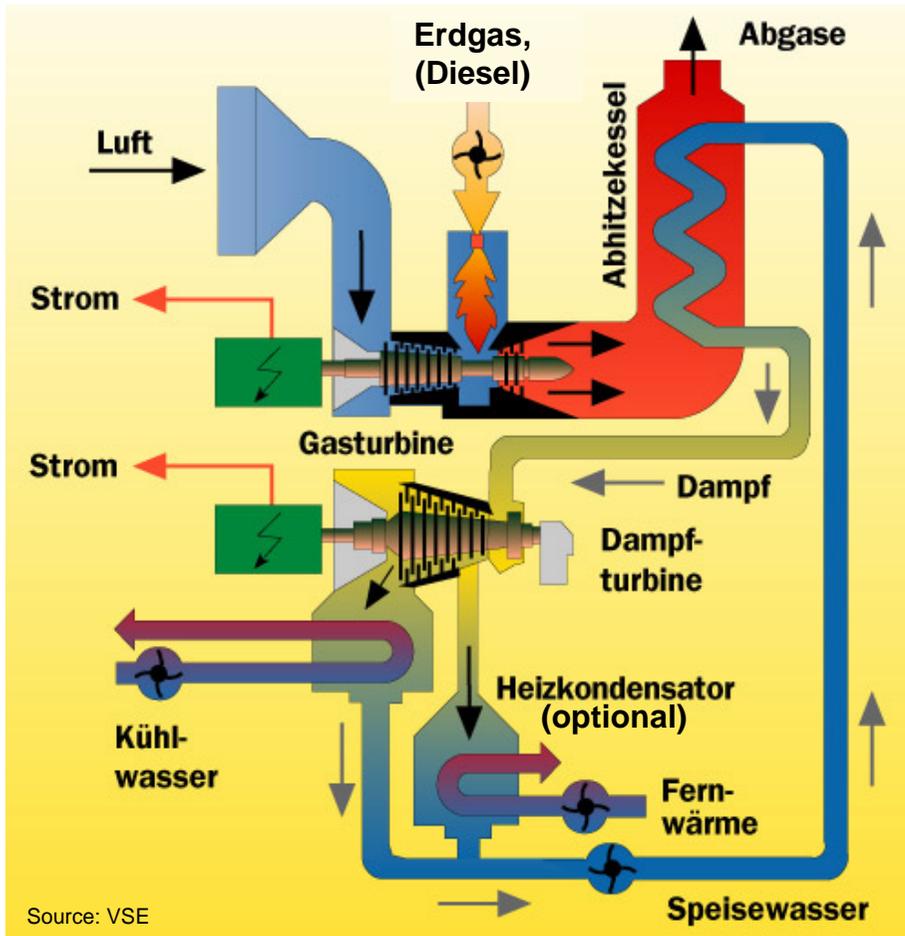


- + einfach, kostengünstig
- + kurze Anfahrzeiten
- + geringer Kühlungsbedarf
- zu teuer für Grundlastbetrieb
- hohe variable Betriebskosten

- ☐ Brennstoff:  
vorwiegend Gas  
aber auch Diesel



# Kombikraftwerk



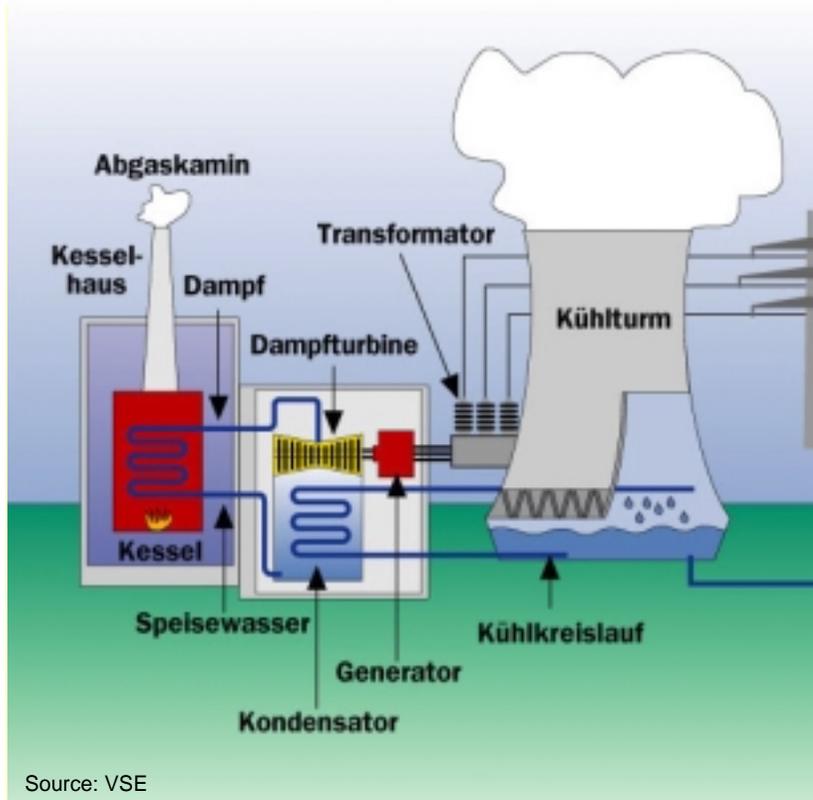
Source: Siemens

- + tiefe Investitionen
- + hoher Wirkungsgrad
- + tiefe CO<sub>2</sub>-Emissionen
- + geringer Kühlungsbedarf
- + kurze Realisierungszeiten

- Abhängigkeit von Brennstoffpreisen

☐ Brennstoff: Gas, (Diesel)

# Dampfkraftwerk



- + erprobte Technologie
- + stabile Kohlepreise
- + hoher Wirkungsgrad
- längere Realisierungszeit
- hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Akzeptanz in der Schweiz ?

Source: Ansaldo Energia



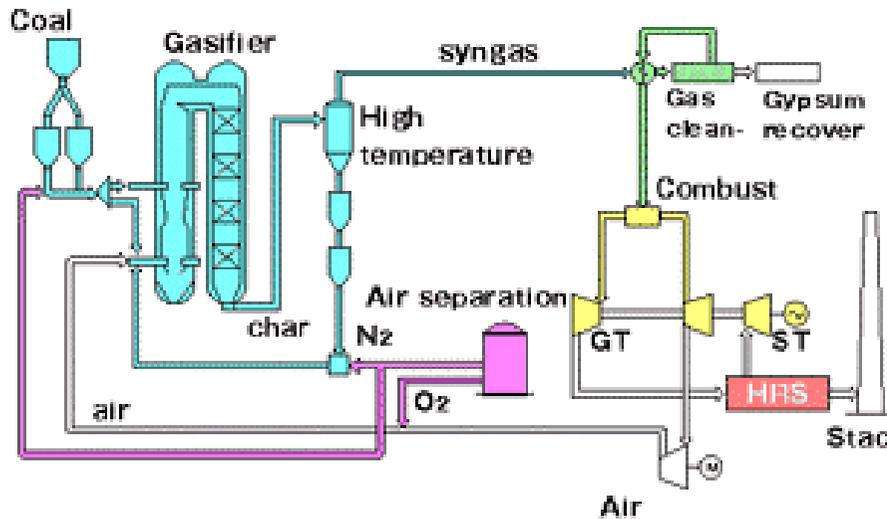
## Brennstoff:

- vorwiegend Kohle, Braunkohle, auch Schweröl

## Verbrennungstechnologien:

- Kohlestaub, Wirbelschicht, aufgeladene Wirbelschicht

# Integrierte Kohlevergasung (IGCC)



Source: MHI

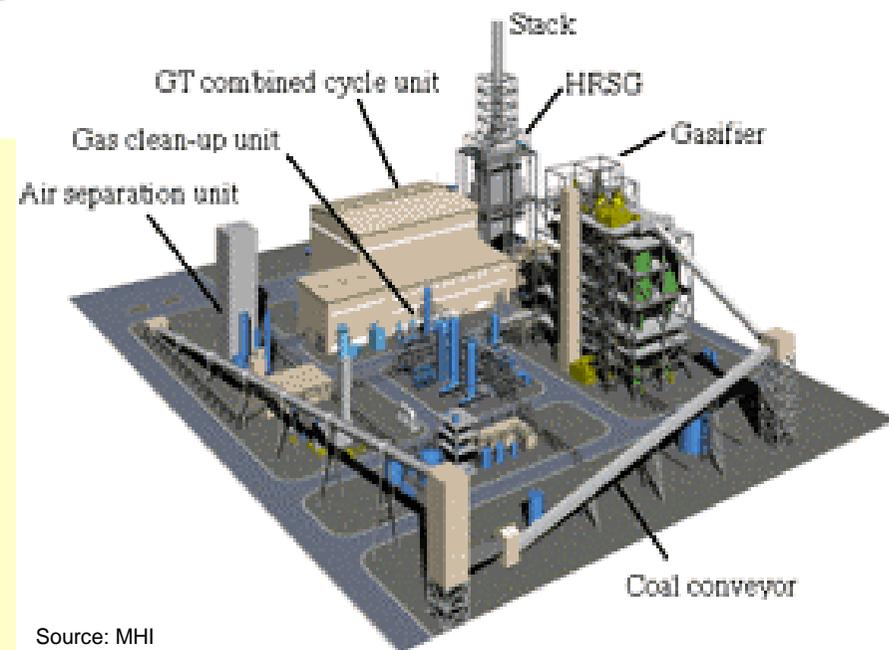
+ CO<sub>2</sub> könnte relativ günstig abgeschieden werden

- teuer, komplex

☐ Brennstoff: Kohle, Abfälle, Schweröle

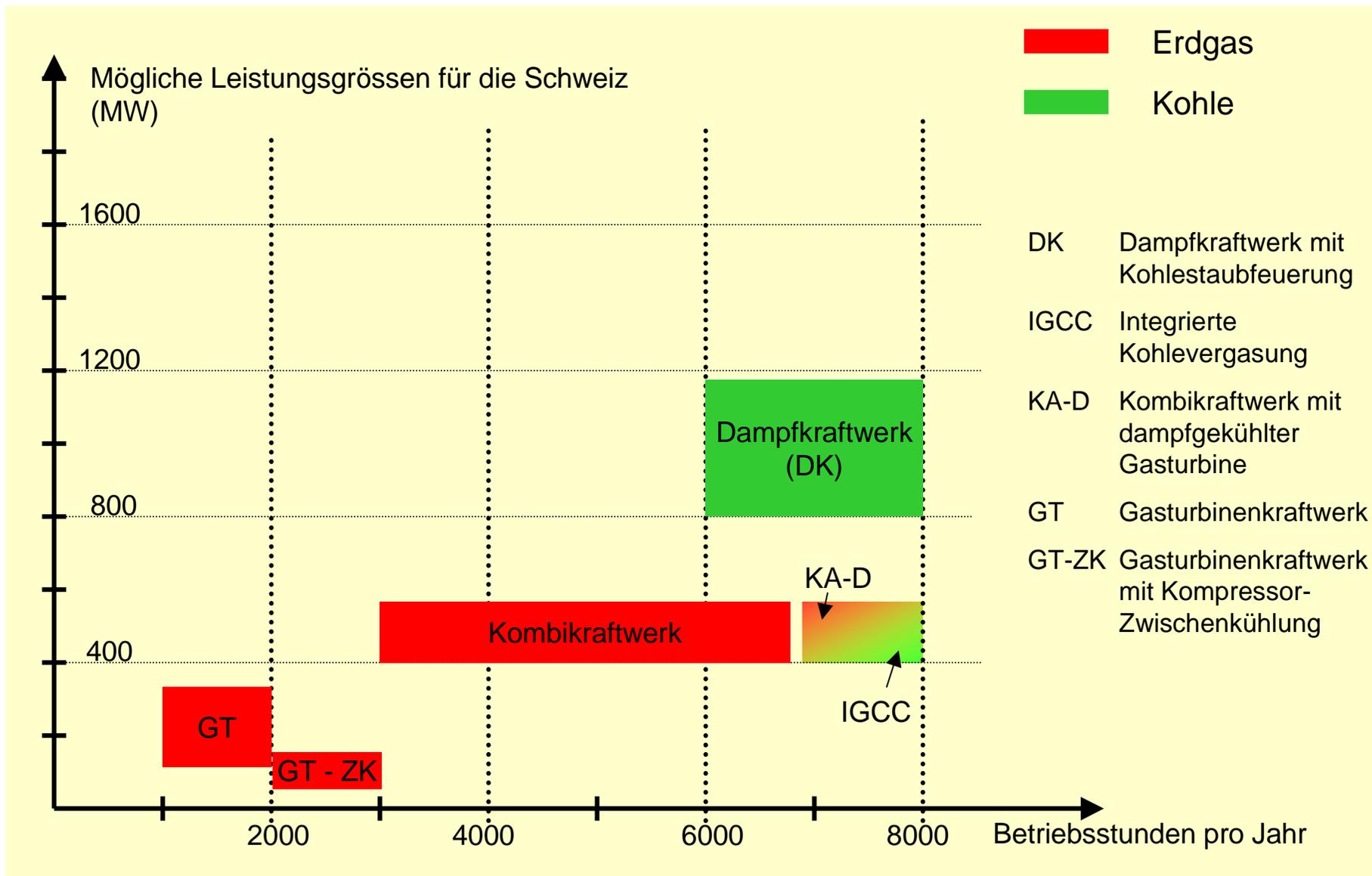


Source: Alstom Power



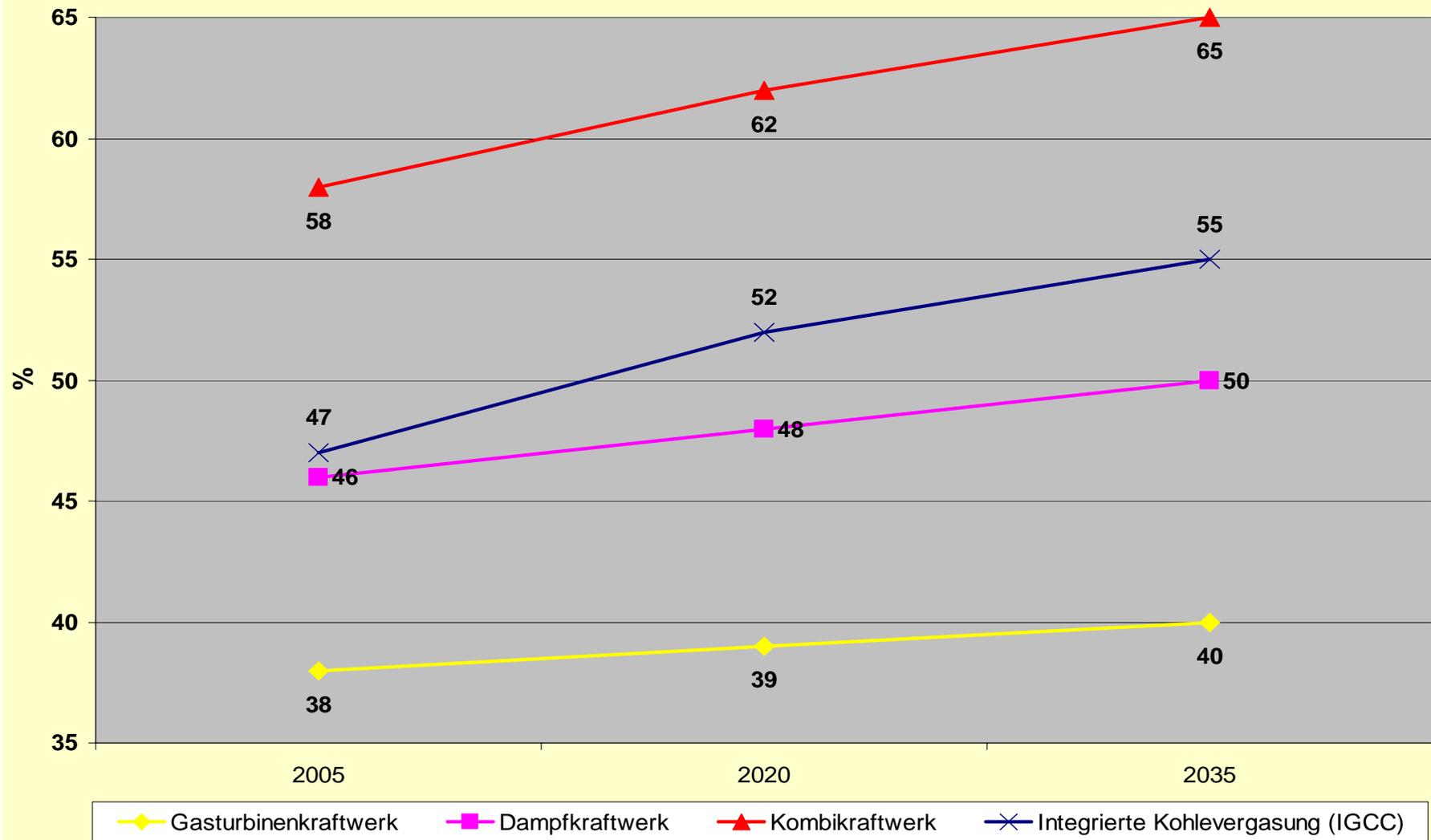
Source: MHI

# Einsatzbereich der verschiedenen Kraftwerkstypen

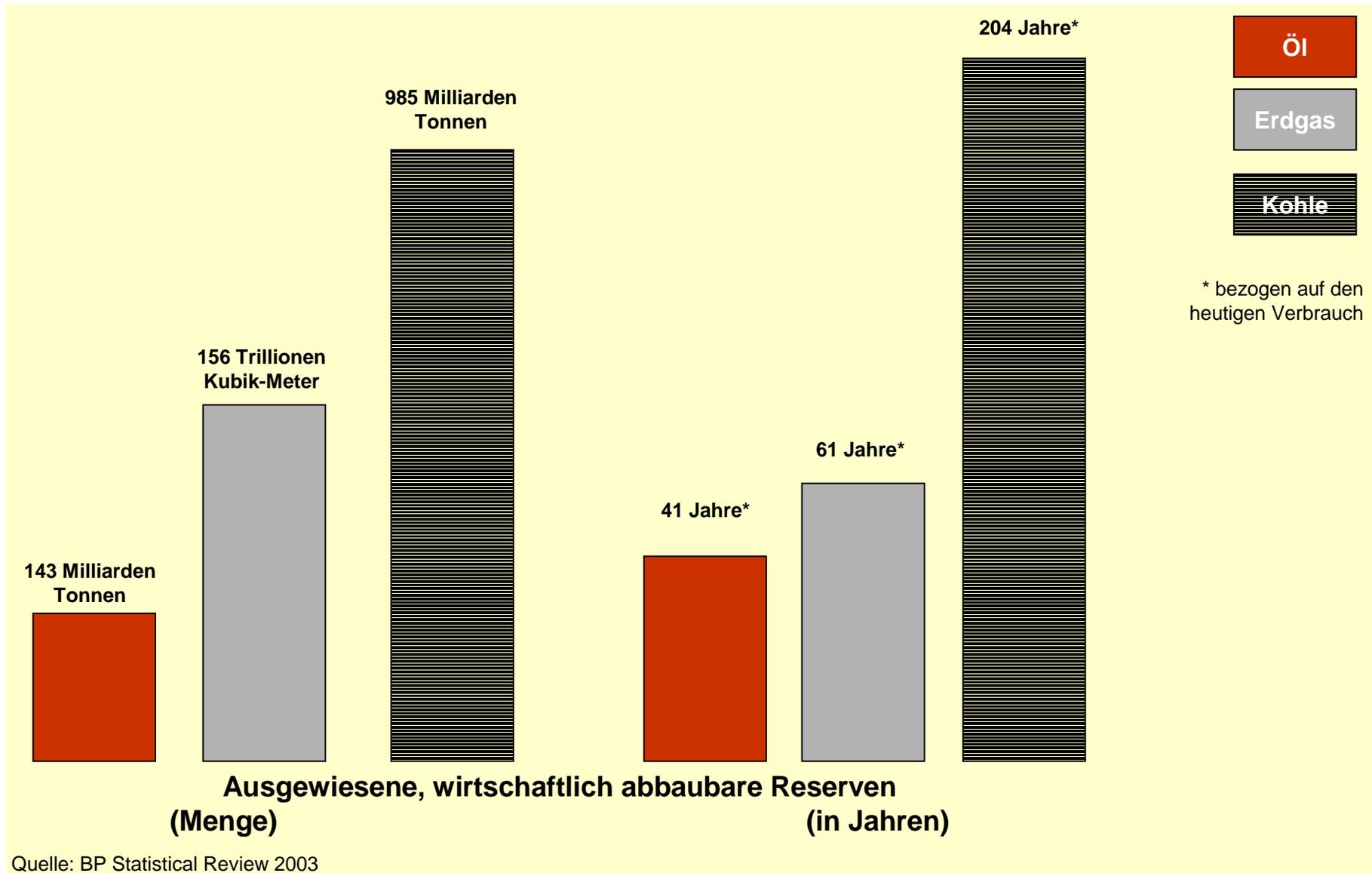


## **2. Entwicklung der Technik**

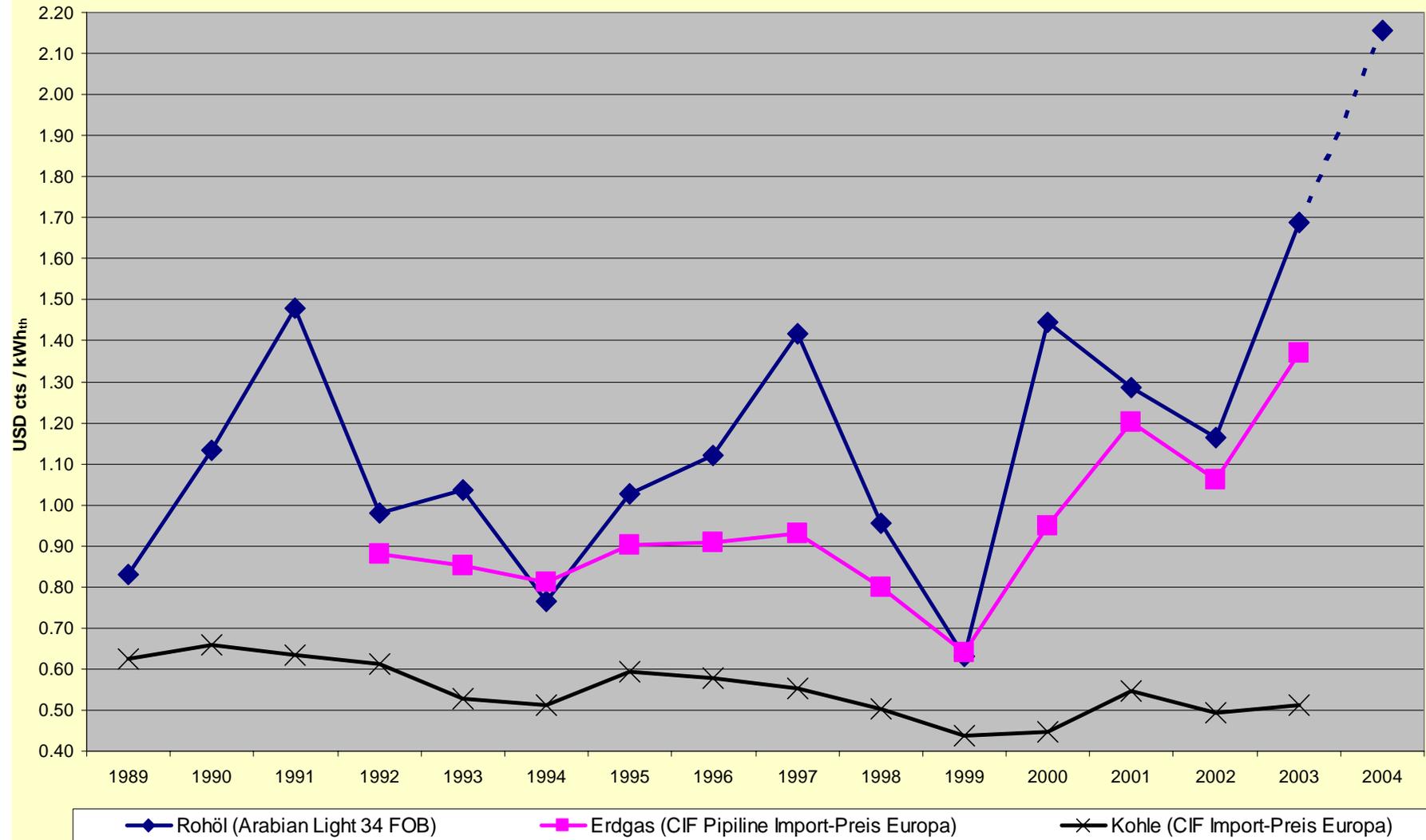
# Entwicklung der Wirkungsgrade der Technologien



# Verfügbarkeit Brennstoffe



# Brennstoffpreise



Quelle: EIA (USA), IEA

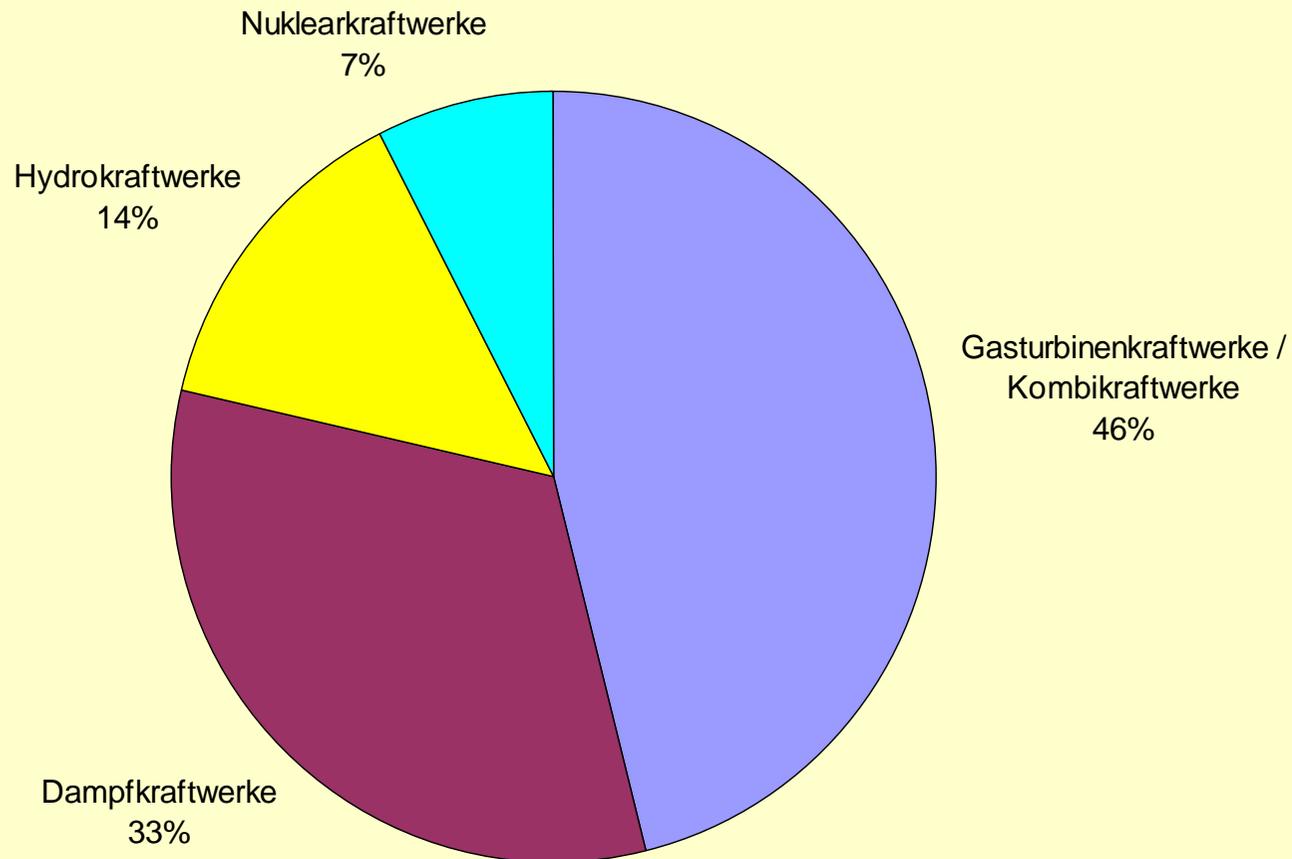
# Entwicklung Brennstoffpreise

Die Brennstoffpreise werden in den nächsten zwei Jahrzehnten steigen. Diese Entwicklung wird u.a. durch den Anstieg des Verbrauches in Asien, insbesondere in China, verursacht

- ❑ Die Ölpreise werden den Anfang machen, gefolgt von den Erdgaspreisen. Öl wird sich weiterhin durch eine hohe Volatilität auszeichnen
- ❑ Die Kohlepreise dürften in der betrachteten Zeitperiode nur moderat ansteigen

# Neuanlagen: Weltmarkt heute

981.7 GW - zusätzlich installierte Kapazitäten von 1995 bis 2003

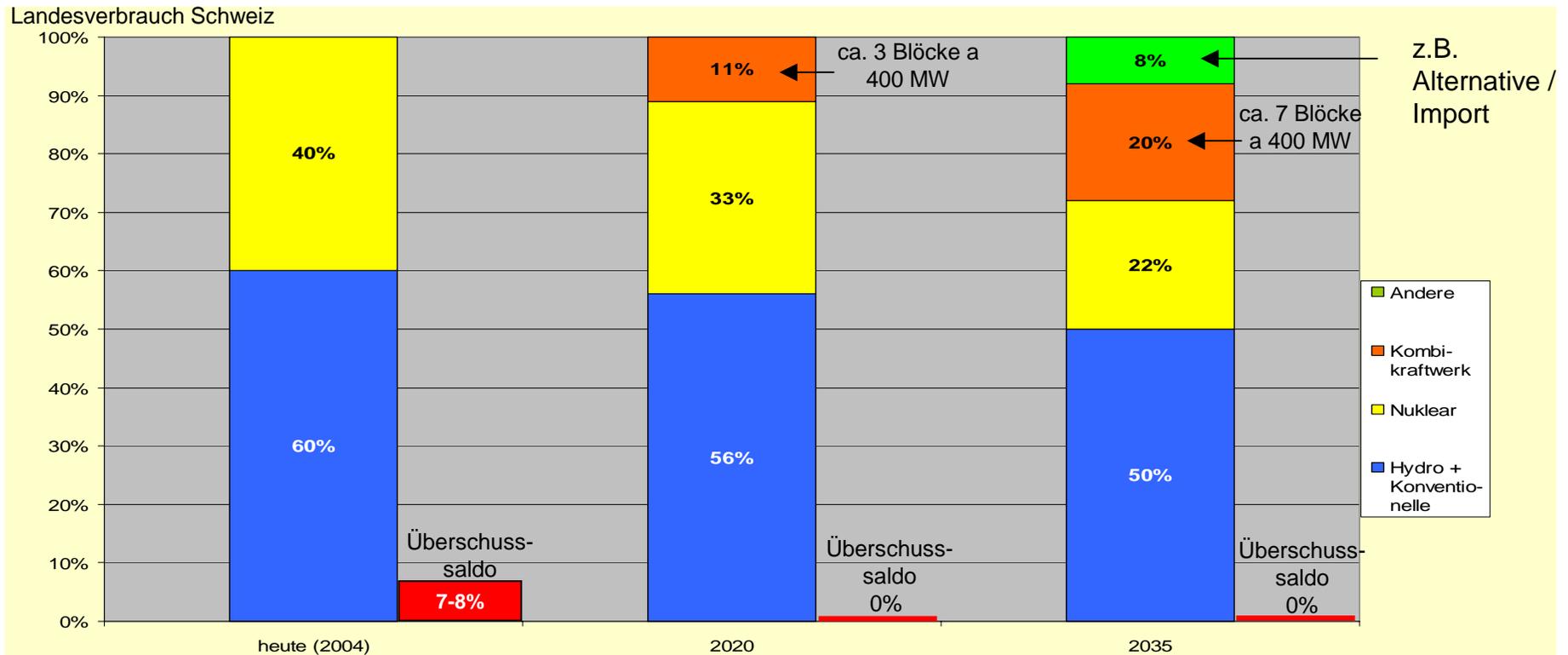


■ Gasturbinenkraftwerke / Kombikraftwerke ■ Dampfkraftwerke ■ Hydrokraftwerke ■ Nuklearkraftwerke

Quelle: McCoy 2000/2001

### **3. Nutzungspotentiale**

# Situation Schweiz: Mögliches Szenario



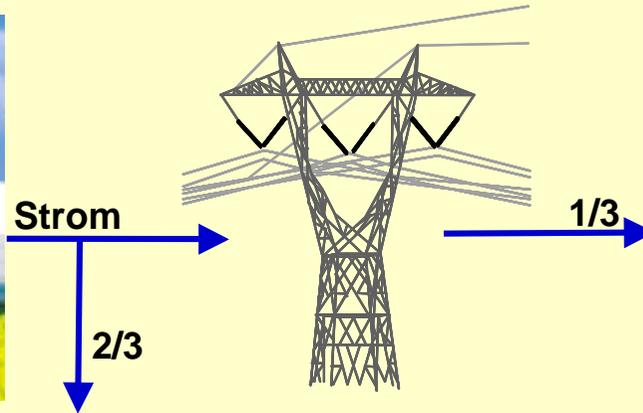
- Keine technische Limiten für die Nutzung fossil-thermischer Kraftwerke in der Schweiz
- Keine Tradition für kohlegefeuerte Dampfkraftwerke in der Schweiz
- Akzeptanz / Bewilligungsverfahren hat einen grossen Einfluss
- Lösungen in Zusammenarbeit mit benachbarten Ländern (Spitzenenergie, Wind, Nuklear, ...)
- Integrierte Lösungen mit gesteigerter Energieeffizienz (Strom, Wärme, etc.)

# Mögliches Szenario: Neutrale CO<sub>2</sub>-Bilanz

Ersatz von ölgefeuerten Heizungen durch eine gasgefeuerte Kombianlage mit „indirekter elektrischer Wärmekraftkopplung“ mittels Wärmepumpe



Kombikraftwerk



Strom-  
verbraucher



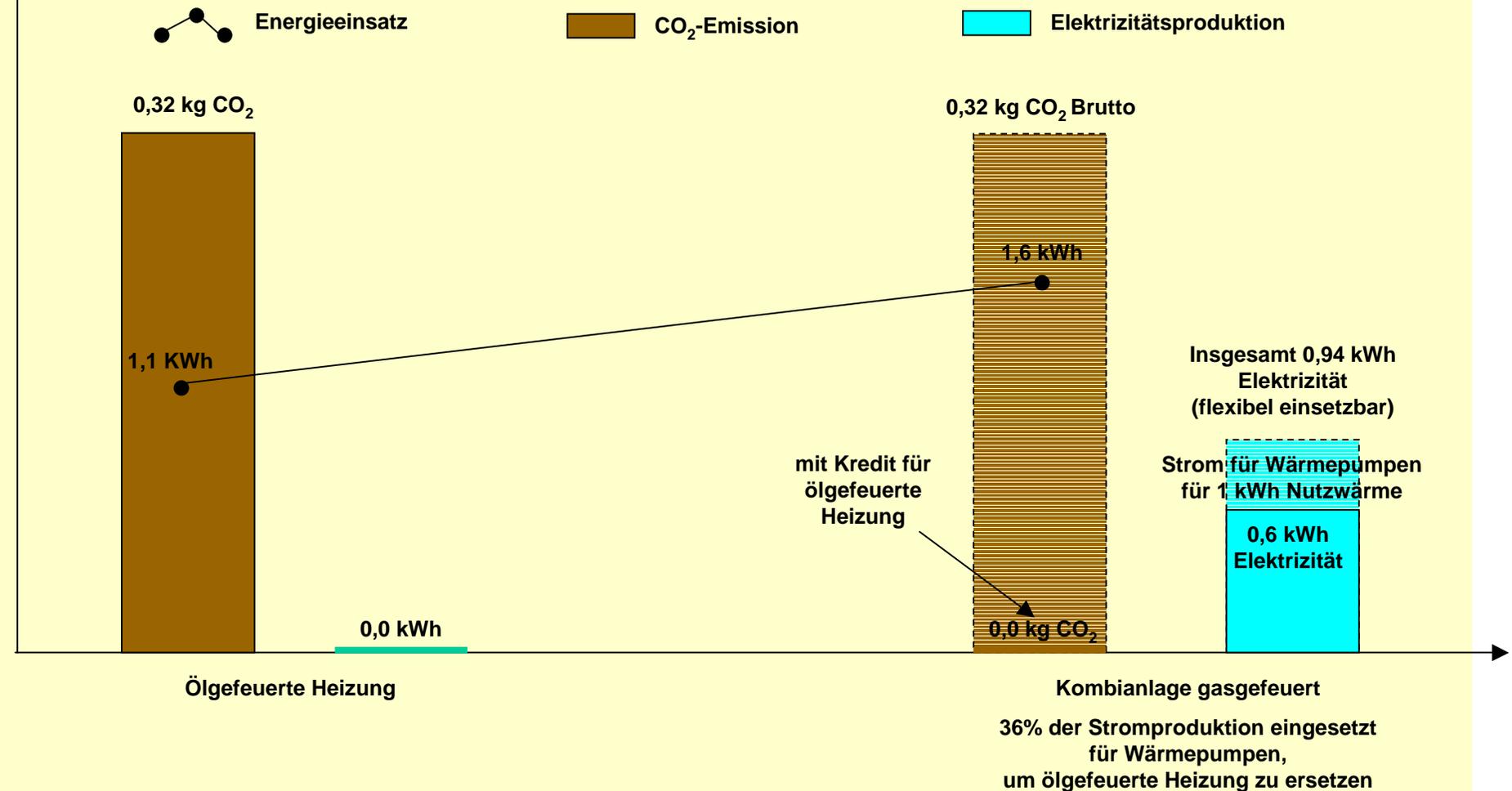
Wärmepumpen



um Ölheizung  
zu ersetzen

# Mögliches Szenario: Neutrale CO<sub>2</sub>-Bilanz

Vergleich verschiedener Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Nutzwärme



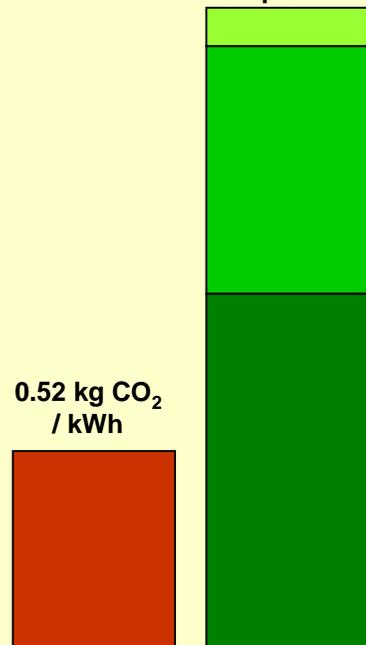
Quelle: ECG

## 4. Beurteilung

# Wirtschaftlichkeit der Technologien in 2004

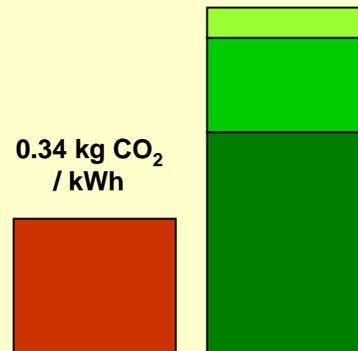
**Gasturbinenkraftwerk  
(1000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:  
9.6 Rp. / kWh



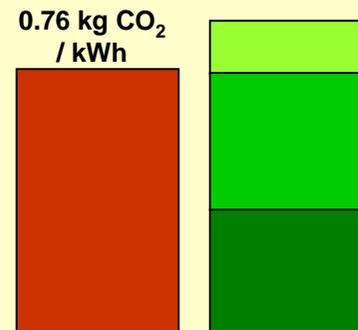
**Kombikraftwerk  
(5000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:  
5.2 Rp. / kWh



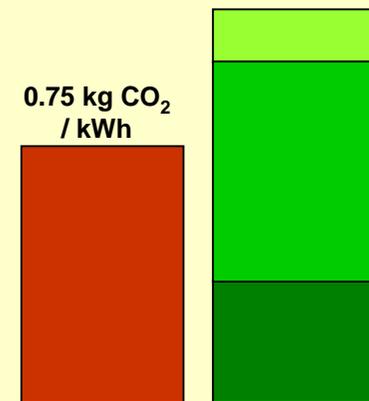
**Dampfkraftwerk  
(8000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:  
4.9 Rp. / kWh



**Integrierte  
Kohlevergasung  
(8000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:  
5.8 Rp. / kWh



CO<sub>2</sub>-Emissionen    Brennstoff    Zins / Amortisation    Betrieb/Unterhalt

Annahmen:  
Zins: 7%  
Gaspreis: 4 USD/MBTU  
Kohlepreis: 56 USD/Tonne  
Abschreibedauer: 20/25 Jahre

# Schlusswort

- ❑ Schweiz hat keine Kohletradition --> Bewilligungsverfahren für kohlegefeuerte Kraftwerke schwierig
- ❑ Logistik, Infrastruktur stellen die Konkurrenzfähigkeit eines kohlengefeuerten Dampfkraftwerkes weiter in Frage
- ❑ Integrierte Kohlevergasung (IGCC) könnte eine interessante Alternative für kohlengefeuerte Dampfkraftwerke sein
- ❑ Gasturbinenkraftwerke können allenfalls eine Rolle als Spitzenlast-Erzeuger spielen
- ❑ Kombikraftwerk ist eine valable Lösung für die Schweiz
  - Schnell zu bauen
  - Bewilligung / Akzeptanz möglich
  - Flexibler Betrieb
  - Die CO<sub>2</sub>-Problematik könnte durch den Ersatz von Ölheizungen durch Wärmepumpen mit Strom des Kombikraftwerkes gelöst werden