



**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)

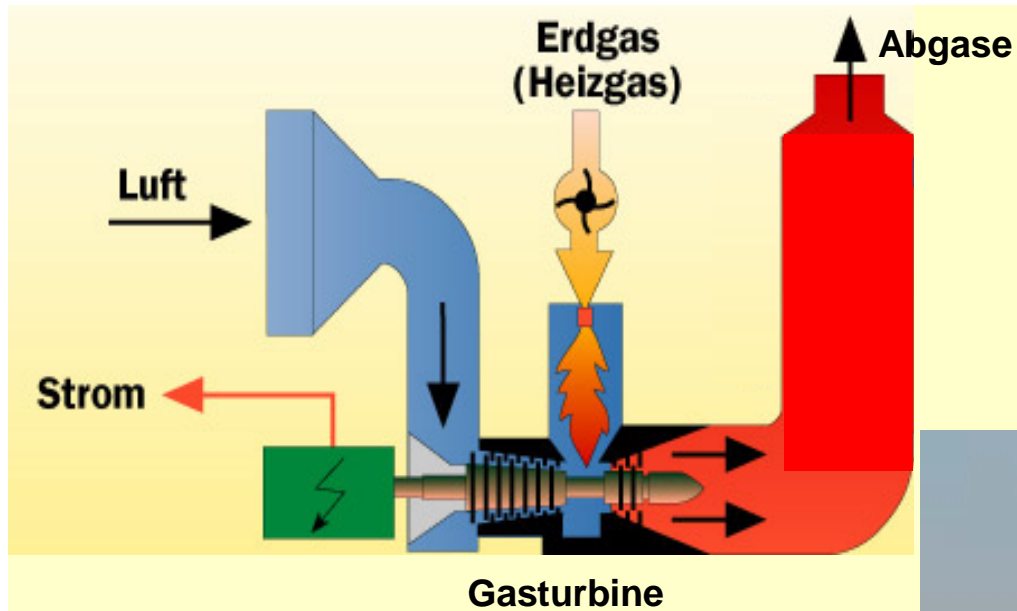
- Heute, 2020, 2035

4. Beurteilung

- Wirtschaftlichkeit (heutige / zukünftige Preise), Umweltauswirkungen, CO₂, Sicherheitsaspekte

1. Technologien

Gasturbinenkraftwerk

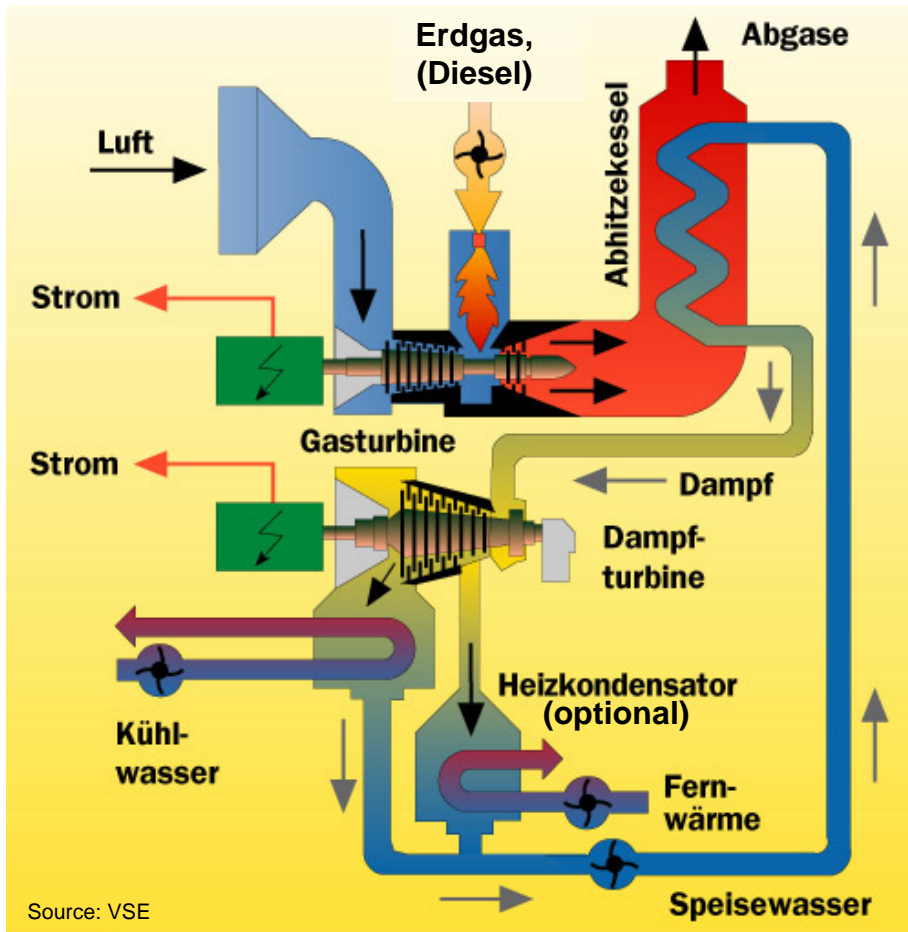


- + einfach, kostengünstig
- + kurze Anfahrzeiten
- + geringer Kühlungsbedarf
- zu teuer für Grundlastbetrieb
- hohe variable Betriebskosten

- ☐ Brennstoff:
vorwiegend Gas
aber auch Diesel



Kombikraftwerk



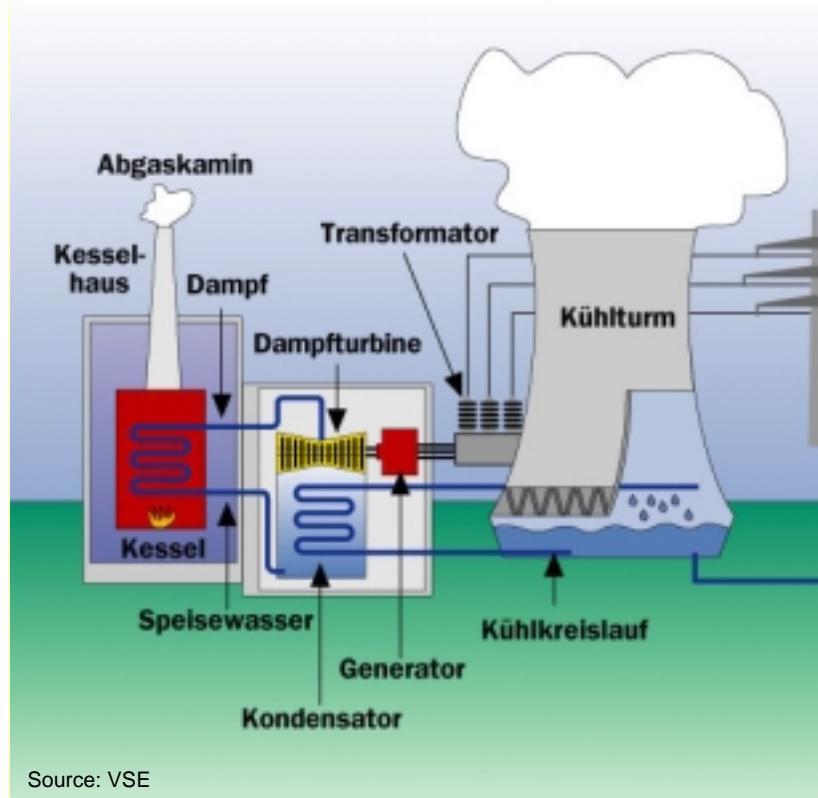
Source: Siemens

- + tiefe Investitionen
- + hoher Wirkungsgrad
- + tiefe CO₂-Emissionen
- + geringer Kühlungsbedarf
- + kurze Realisierungszeiten

- Abhängigkeit von Brennstoffpreisen

☐ Brennstoff: Gas, (Diesel)

Dampfkraftwerk



Source: VSE

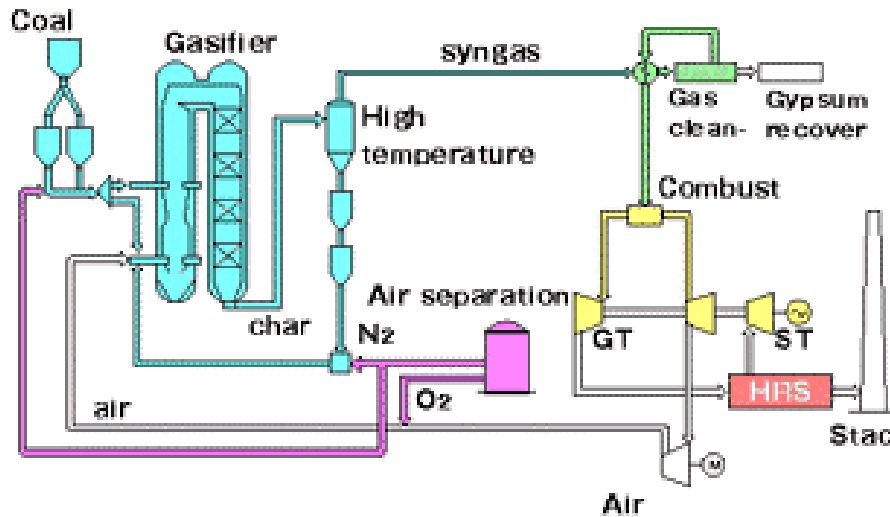
- + erprobte Technologie
- + stabile Kohlepreise
- + hoher Wirkungsgrad
- längere Realisierungszeit
- hohe CO₂-Emissionen
- Akzeptanz in der Schweiz ?

Source: Ansaldo Energia



- Brennstoff:
 - vorwiegend Kohle, Braunkohle, auch Schweröl
- Verbrennungstechnologien:
 - Kohlestaub, Wirbelschicht, aufgeladene Wirbelschicht

Integrierte Kohlevergasung (IGCC)



Source: MHI

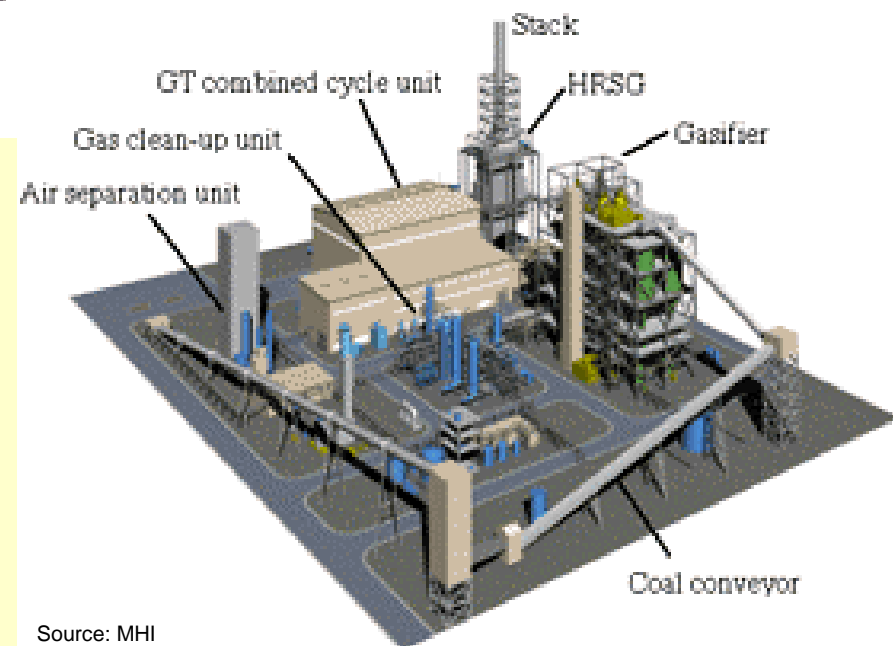
+ CO₂ könnte relativ günstig abgeschieden werden

- teuer, komplex

☐ Brennstoff: Kohle, Abfälle, Schweröle

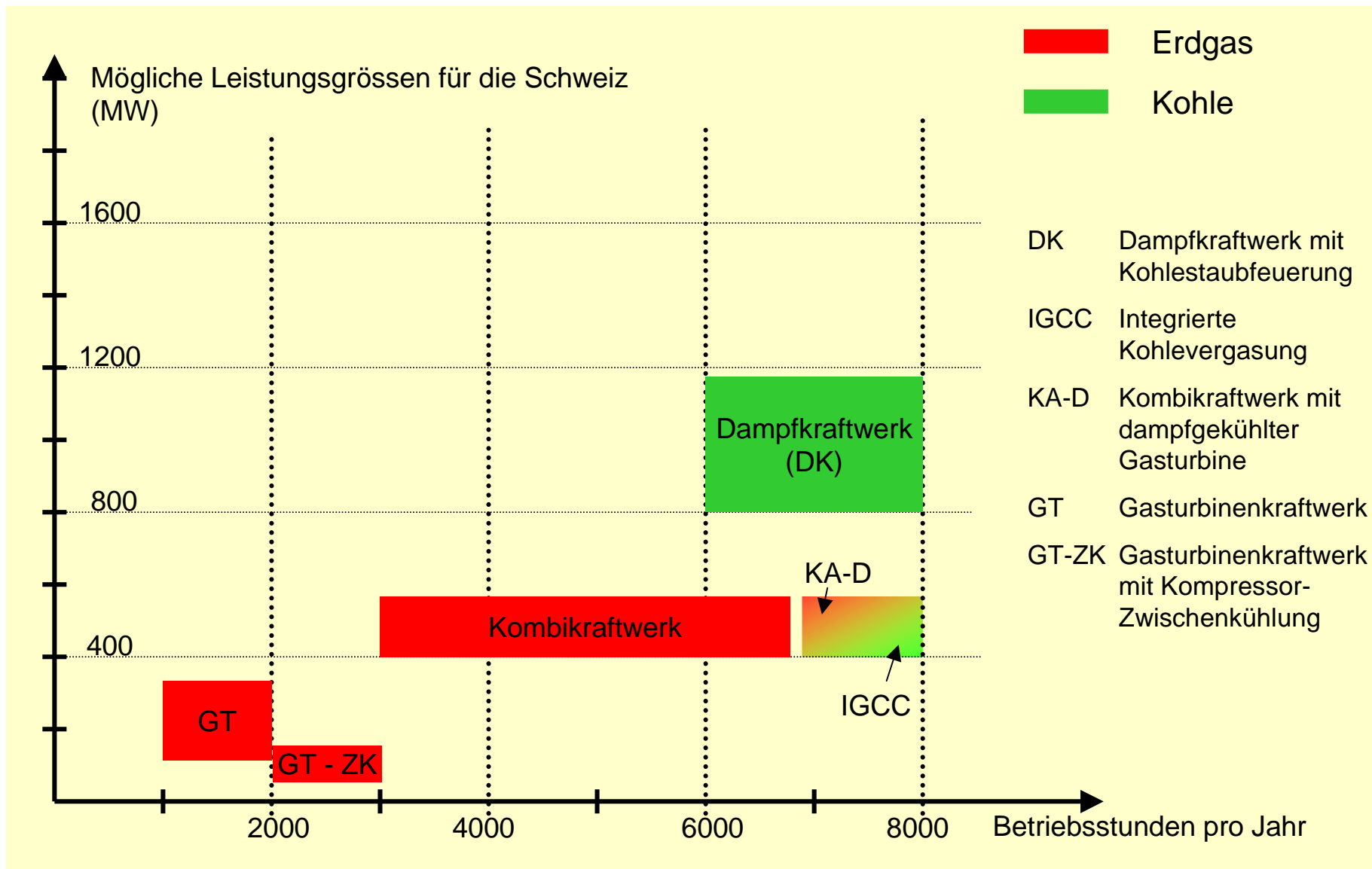


Source: Alstom Power



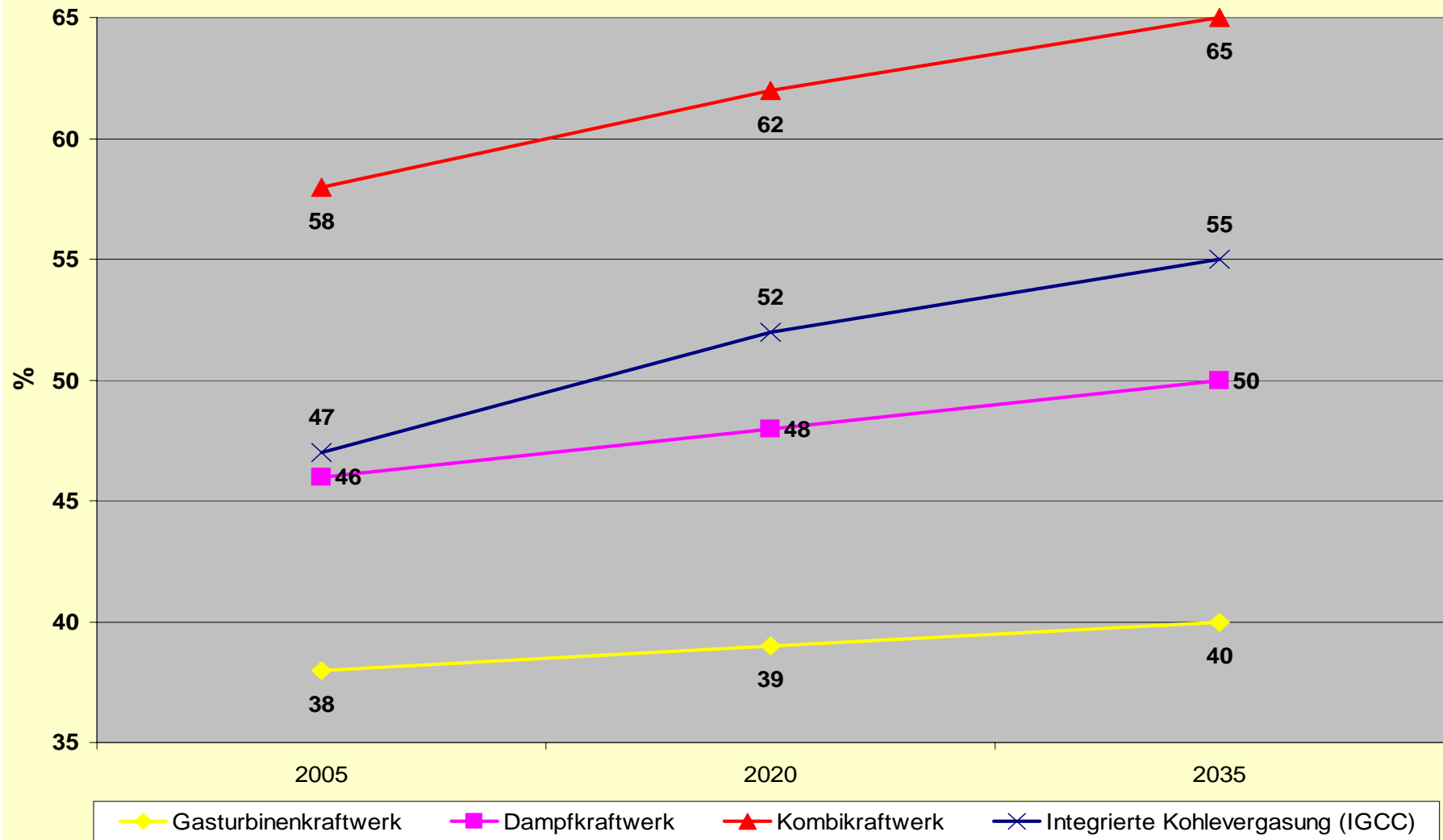
Source: MHI

Einsatzbereich der verschiedenen Kraftwerkstypen

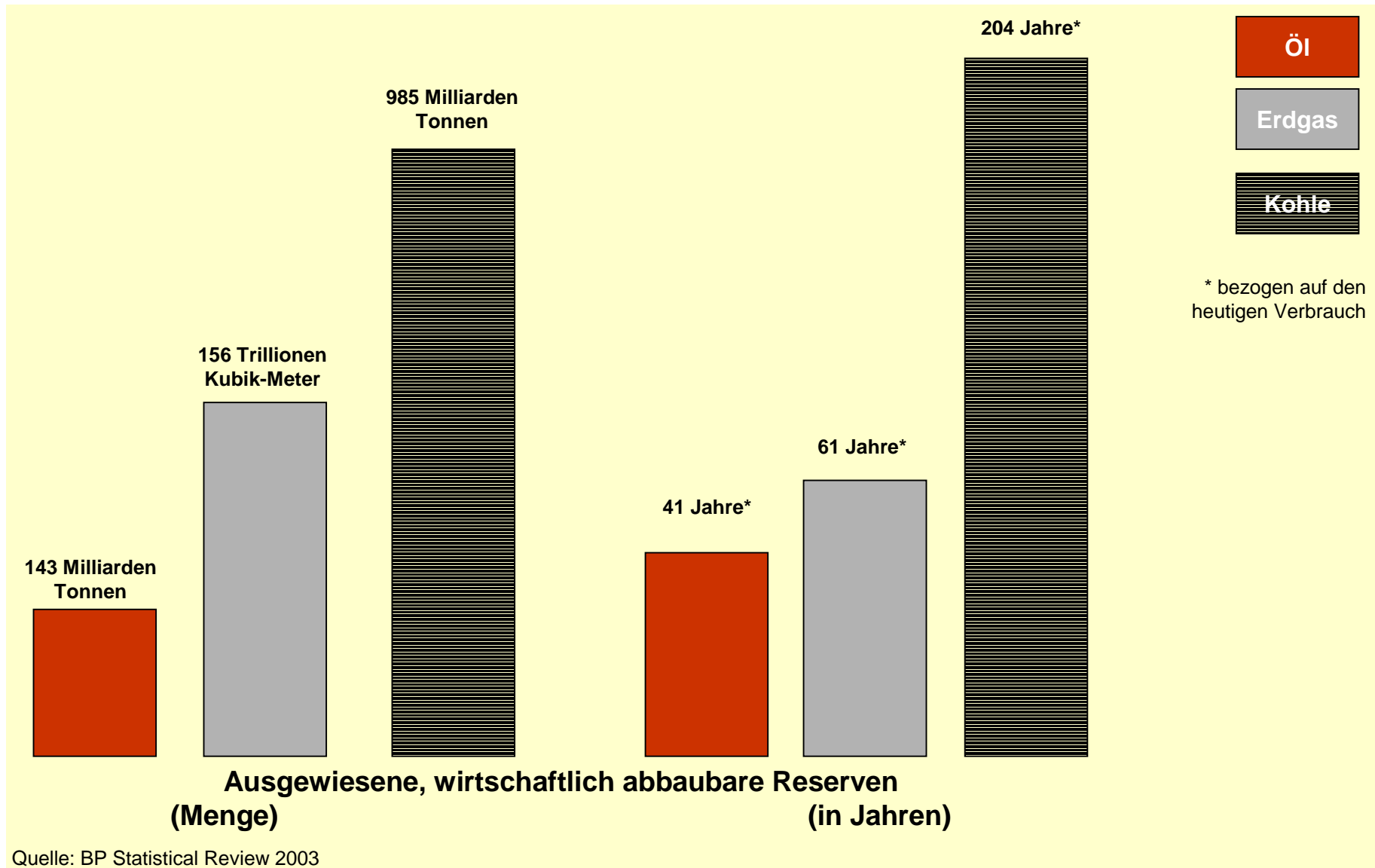


2. Entwicklung der Technik

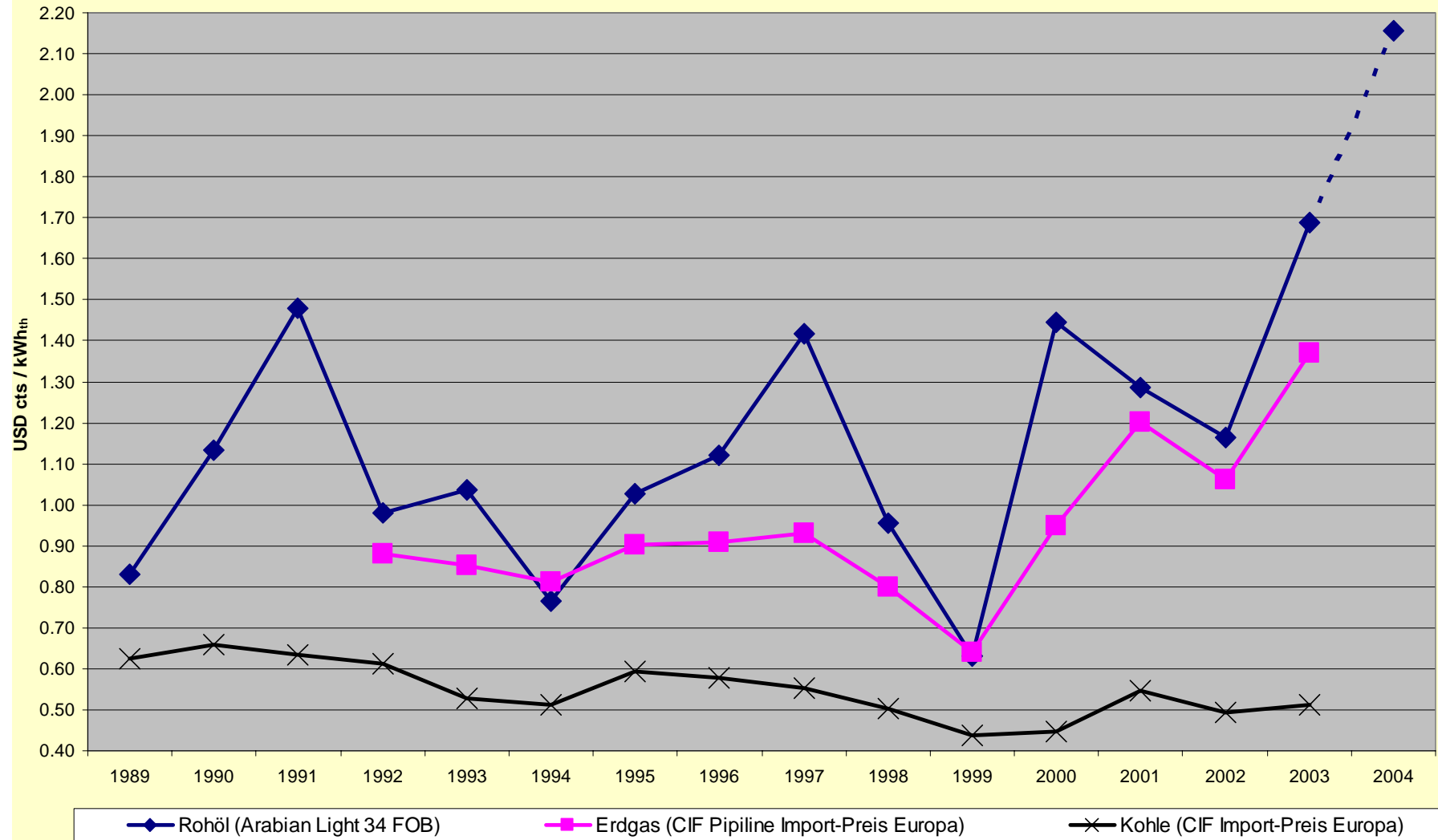
Entwicklung der Wirkungsgrade der Technologien



Verfügbarkeit Brennstoffe



Brennstoffpreise



Quelle: EIA (USA), IEA

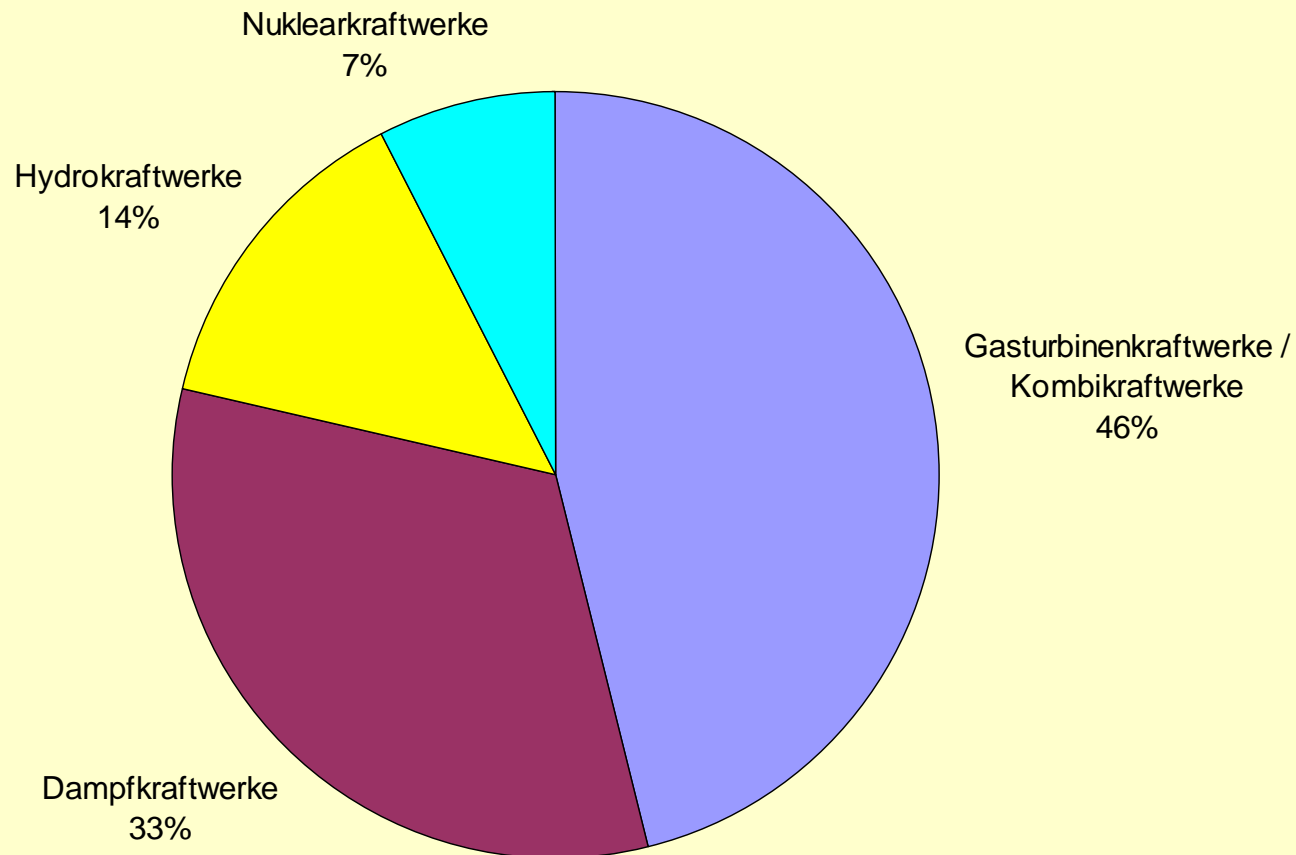
Entwicklung Brennstoffpreise

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



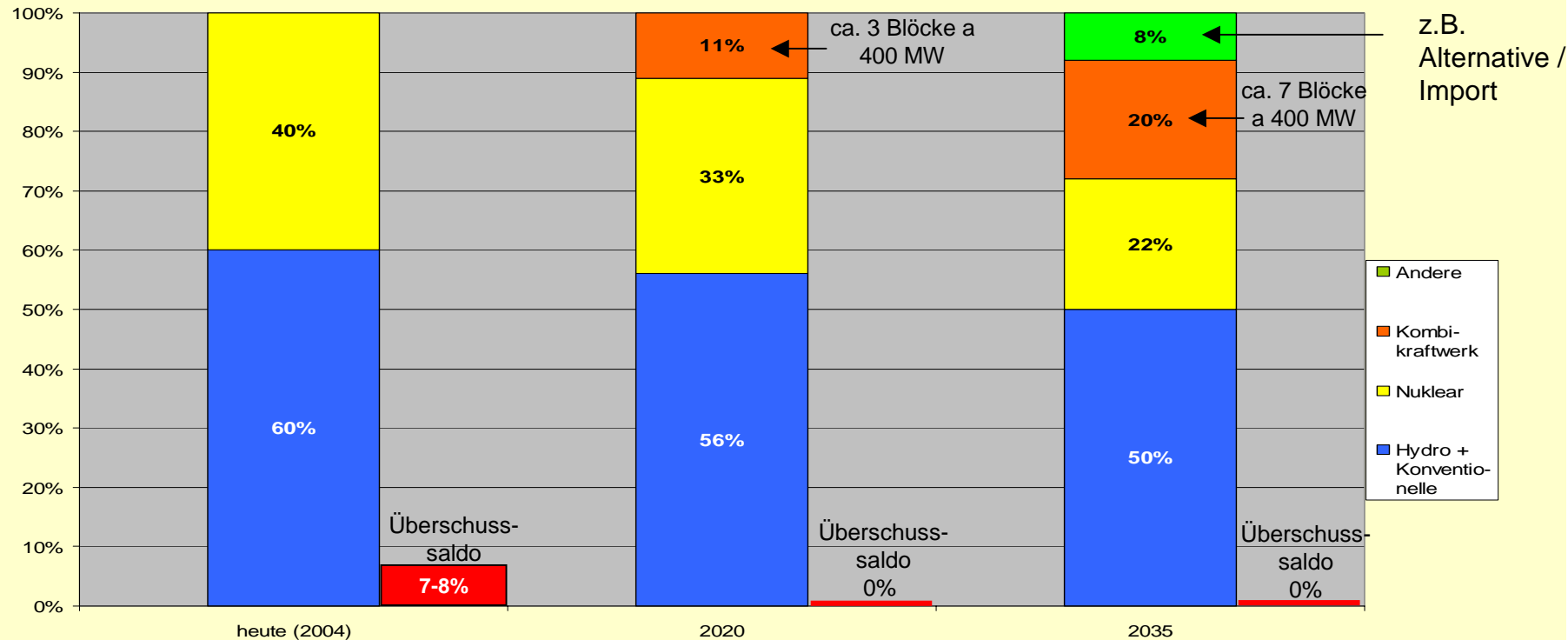
■ Gasturbinenkraftwerke / Kombikraftwerke ■ Dampfkraftwerke ■ Hydrokraftwerke ■ Nuklearkraftwerke

Quelle: McCoy 2000/2001

3. Nutzungspotentiale

Situation Schweiz: Mögliches Szenario

Landesverbrauch Schweiz



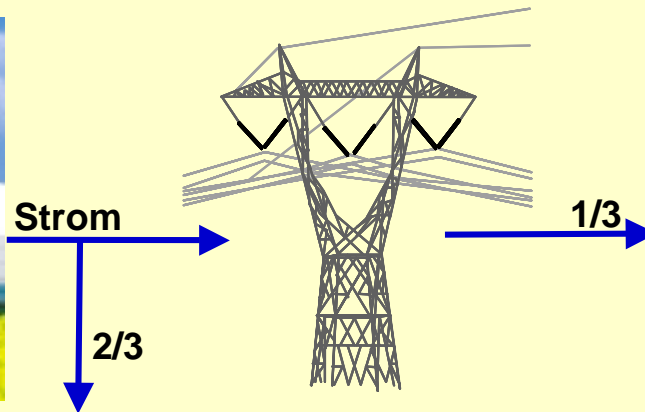
- Keine technische Limiten für die Nutzung fossil-thermischer Kraftwerke in der Schweiz
- Keine Tradition für kohlegefeuerte Dampfkraftwerke in der Schweiz
- Akzeptanz / Bewilligungsverfahren hat einen grossen Einfluss
- Lösungen in Zusammenarbeit mit benachbarten Ländern (Spitzenenergie, Wind, Nuklear,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

Mögliches Szenario: Neutrale CO₂-Bilanz

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



Kombikraftwerk



Strom-
verbraucher



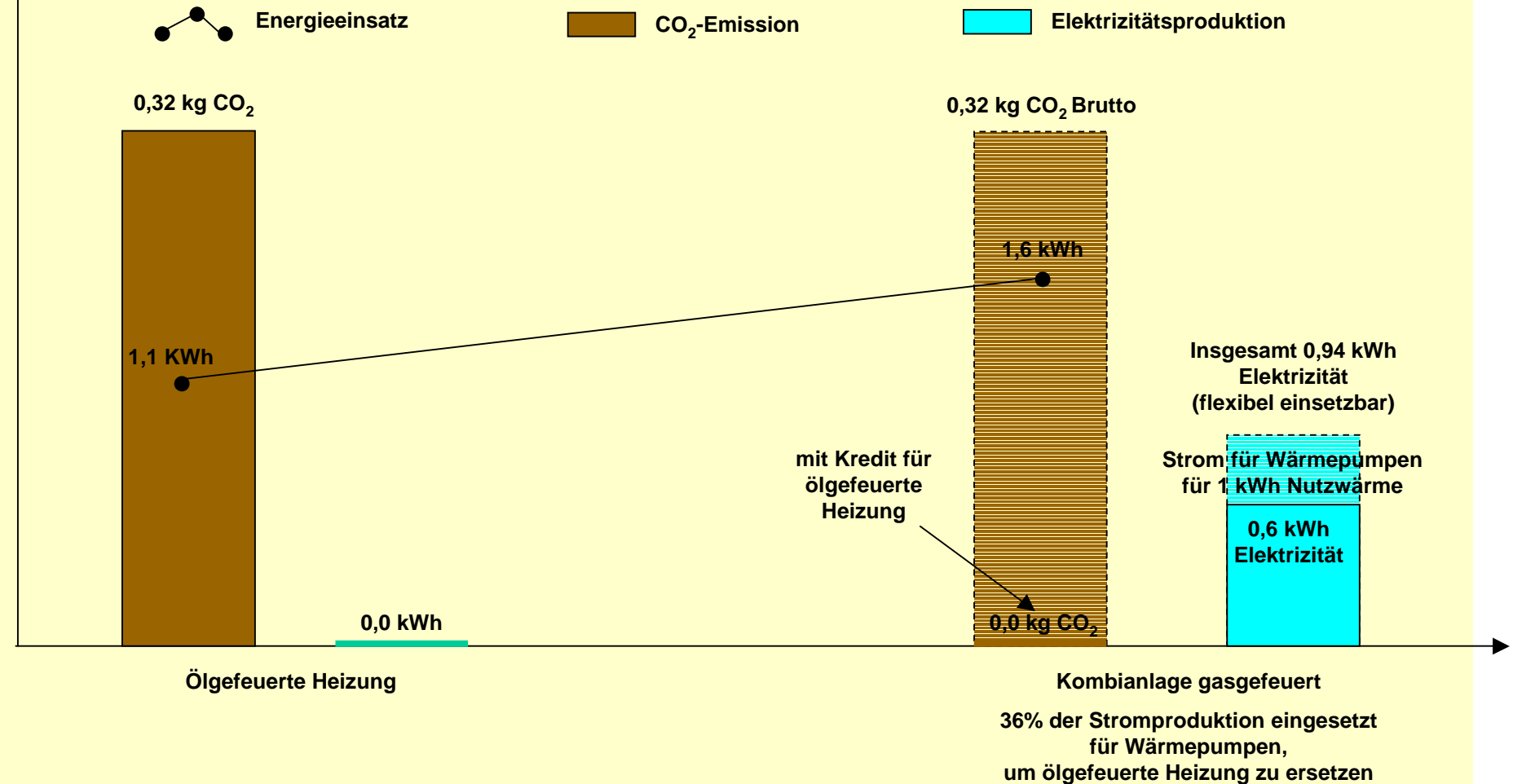
Wärmepumpen



um Ölheizung
zu ersetzen

Mögliches Szenario: Neutrale CO₂-Bilanz

Vergleich verschiedener Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Nutzwärme



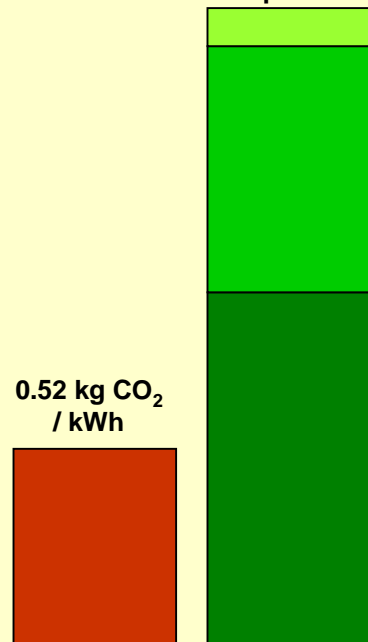
Quelle: ECG

4. Beurteilung

Wirtschaftlichkeit der Technologien in 2004

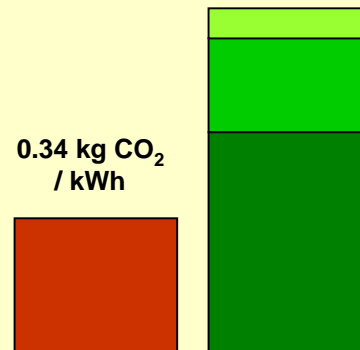
**Gasturbinenkraftwerk
(1000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:
9.6 Rp. / kWh



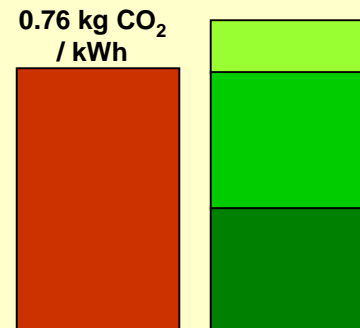
**Kombikraftwerk
(5000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:
5.2 Rp. / kWh



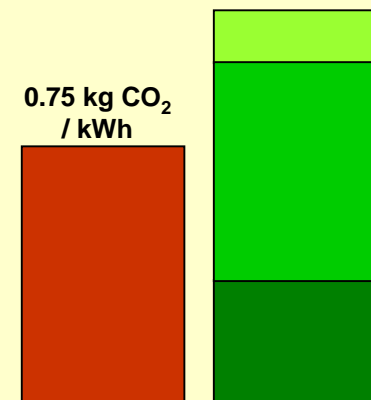
**Dampfkraftwerk
(8000 h / Jahr)**

Stromgestehungskosten:
4.9 Rp. / kWh



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

Stromgestehungskosten:
5.8 Rp. / kWh



CO₂-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 CO₂-Problematik könnte durch den Ersatz von Ölheizungen durch Wärmepumpen mit Strom des Kombikraftwerkes gelöst werden