

Kompetenz-Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW

Ökonomische und ökologische Chancen der Kraft-Wärme-Kopplung: Notwendige Rahmenbedingungen

Präsentation zur 10. Sitzung des AP 3
„Optionen zukünftiger Energieversorgung
unter besonderer Berücksichtigung
neuer CO₂-armer Kraftwerkskonzepte“

Gelsenkirchen
23.10.2008

Dr.-Ing. Arnold Tolle

Unternehmensschwerpunkte

- Erstellung innovativer, ganzheitlicher Energiekonzepte
- Entwicklung langfristig tragfähiger, energiewirtschaftlicher Strategien
- Durchführbarkeitsstudien, Basic-Engineering, Grundsatzuntersuchungen, Gutachten
- Projektentwicklung, insbesondere von Gemeinschaftskraftwerken in Kraft-Wärme-Kopplung

Geibelstr. 46b
D-22303 Hamburg

Tel. 040 - 69 21 37 90

Fax: 040 - 69 21 37 99

eMail: arnold@tolle.de

internet: <http://www.tolle.de>

Kraft-Wärme-Kopplung

Der Königsweg für Ökonomie und Klimaschutz

- Effizienteste Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen
- Notwendigkeit von Anreizbedingungen
- „300er“-Strom

Effiziente Kraftwerke und KWK

Genauere Fokussierung

• Ziel

⇒ Niedrige absolute Emissionen

- Senkung Strom-Bezug aus fossilen Kraftwerken
- Niedrige spezifische Emissionen der Stromerzeugung
 - Hohe Effizienz
 - CO₂-armer Brennstoff (auch aus regenerativen Quellen)

• Resultat

⇒ Oft dezentral orientierte Strukturen

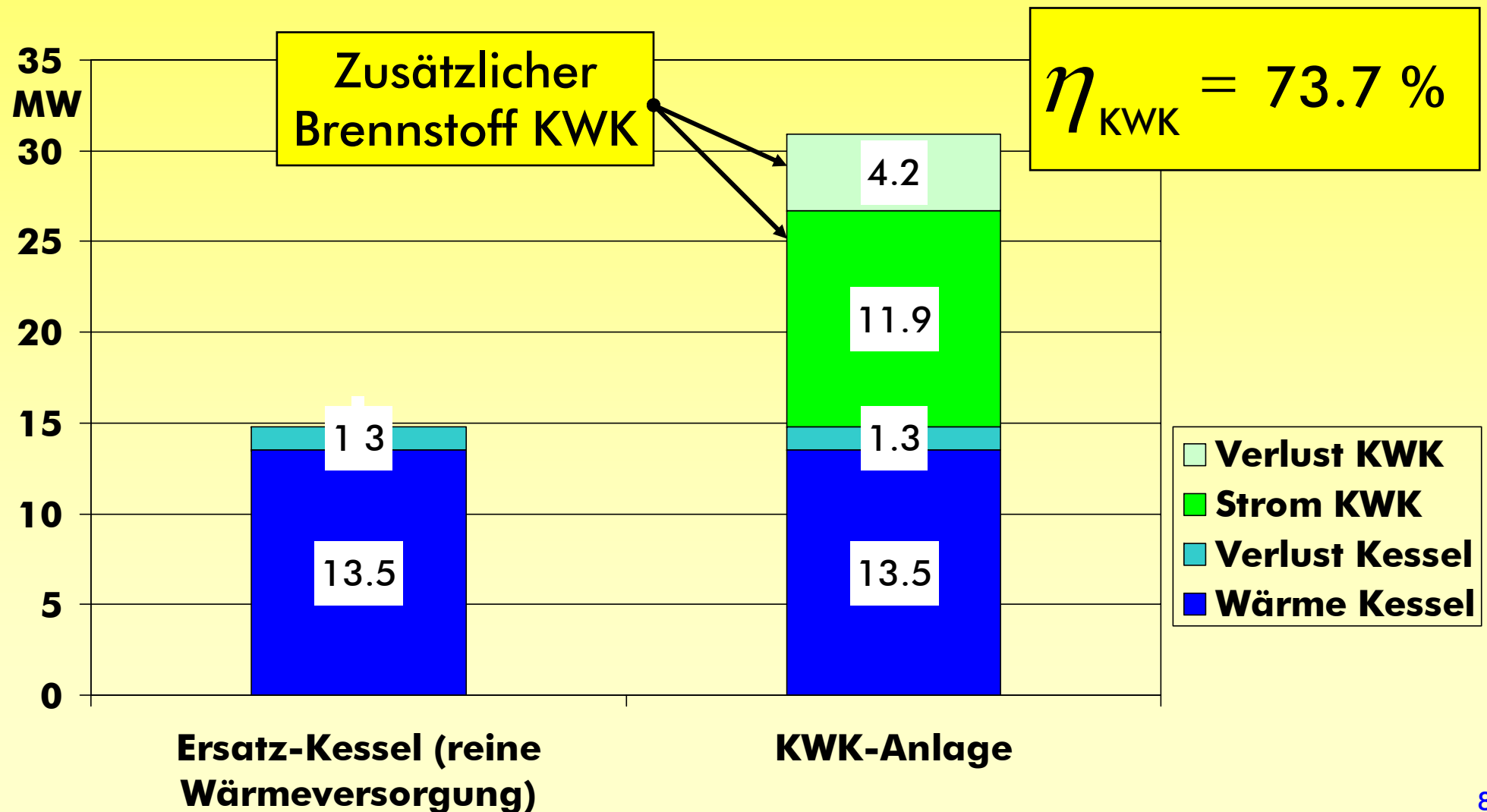
- Sind selbst keine Herausforderung (auch nicht KWK)
- Per se nicht zwingend effizient

⇒ Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplungs-Anteilen

- Weil effizientere Stromerzeugung
- Unabhängig von „gängigen KWK-Definitionen“
 - z.B. AGFW FW 308

KWK-Substitutions-Wirkungsgrad

Verhältnis KWK-Strom durch zusätzlichen Brennstoff der KWK



KWK-Wirkungsgrad

bestimmt den Brennstoff-Mehrbedarf für die KWK-Stromerzeugung

$$\eta_{\text{KWK}} = \frac{\dot{P}_{\text{el KWK}}}{\dot{B}_{\text{KWK}} - \frac{\dot{Q}_{\text{nutz}}}{\eta_{\text{EK}}}}$$

Spezifische Emissionen der KWK

Direkter Vergleich der KWK mit anderen Kraftwerken möglich

$$Y_{\text{CO}_2 \text{ KWK}} = \frac{Y_{\text{CO}_2 \text{ Brennstoff}}}{\eta_{\text{KWK}}} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right]$$

$Y_{\text{CO}_2 \text{ Brennstoff}}$

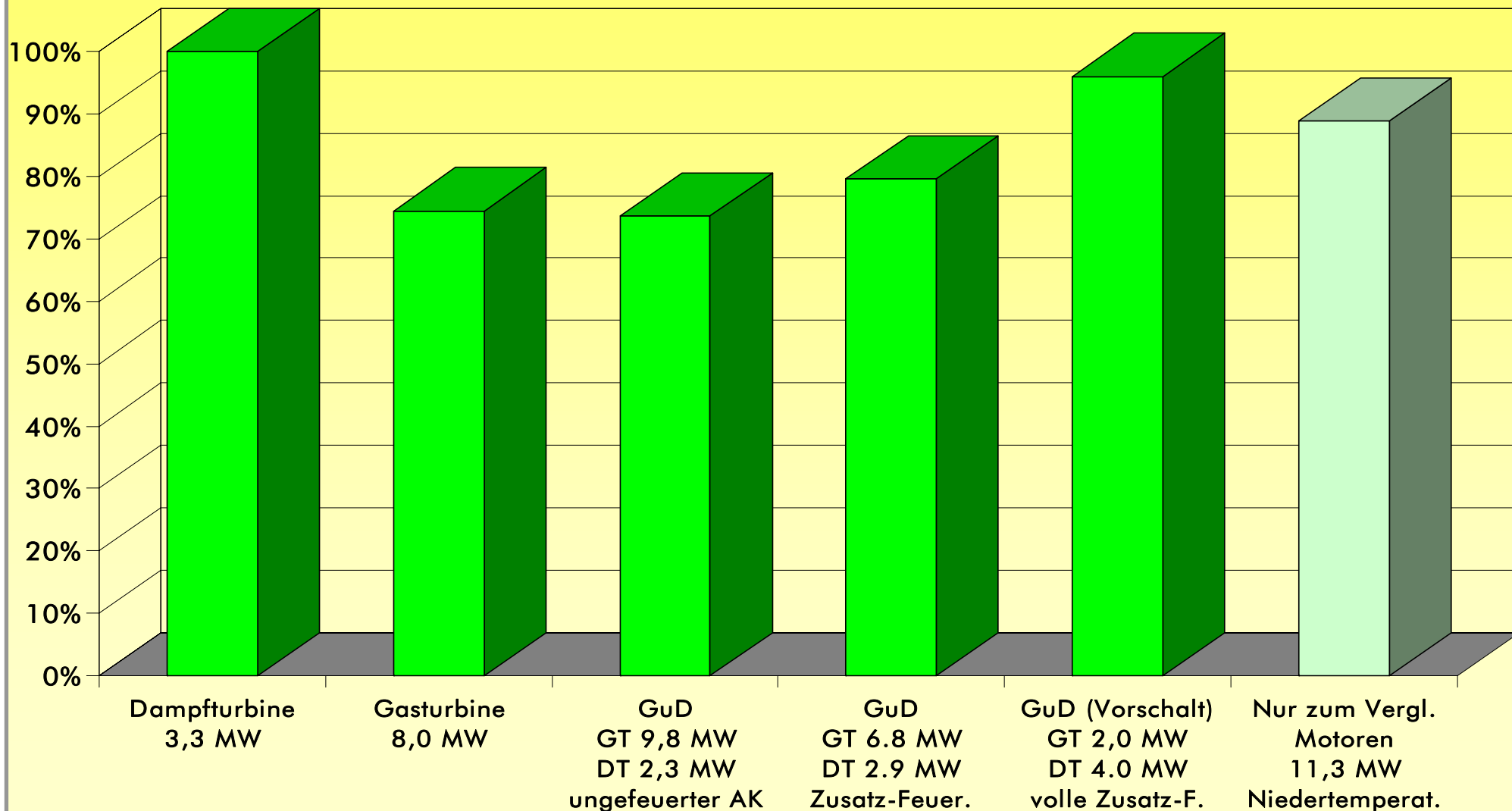
spezifisches CO_2 Brennstoff

η_{KWK}

KWK-Wirkungsgrad

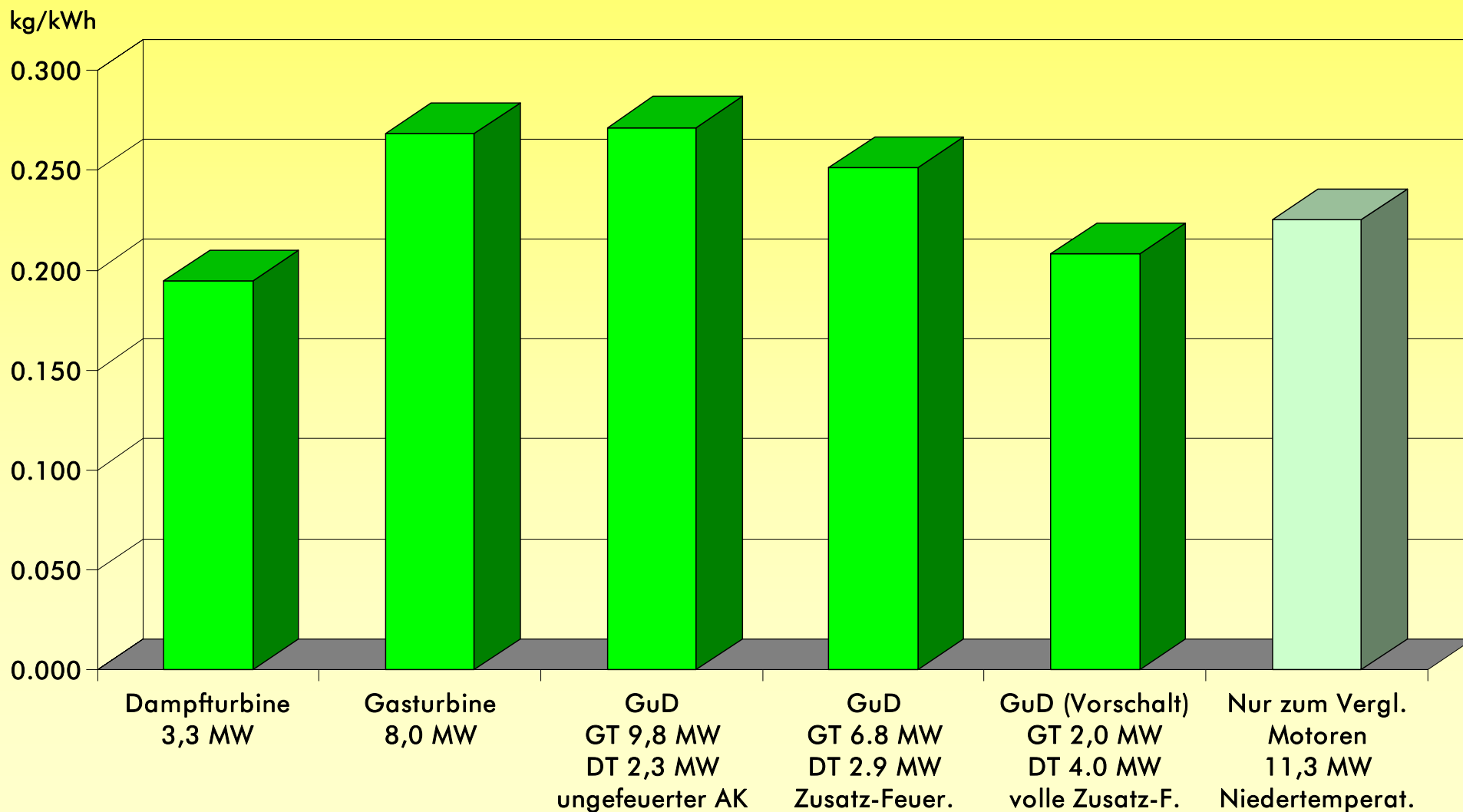
Wirkungsgrad KWK Stromerzeugung

Höher als bei allen anderen Kraftwerken



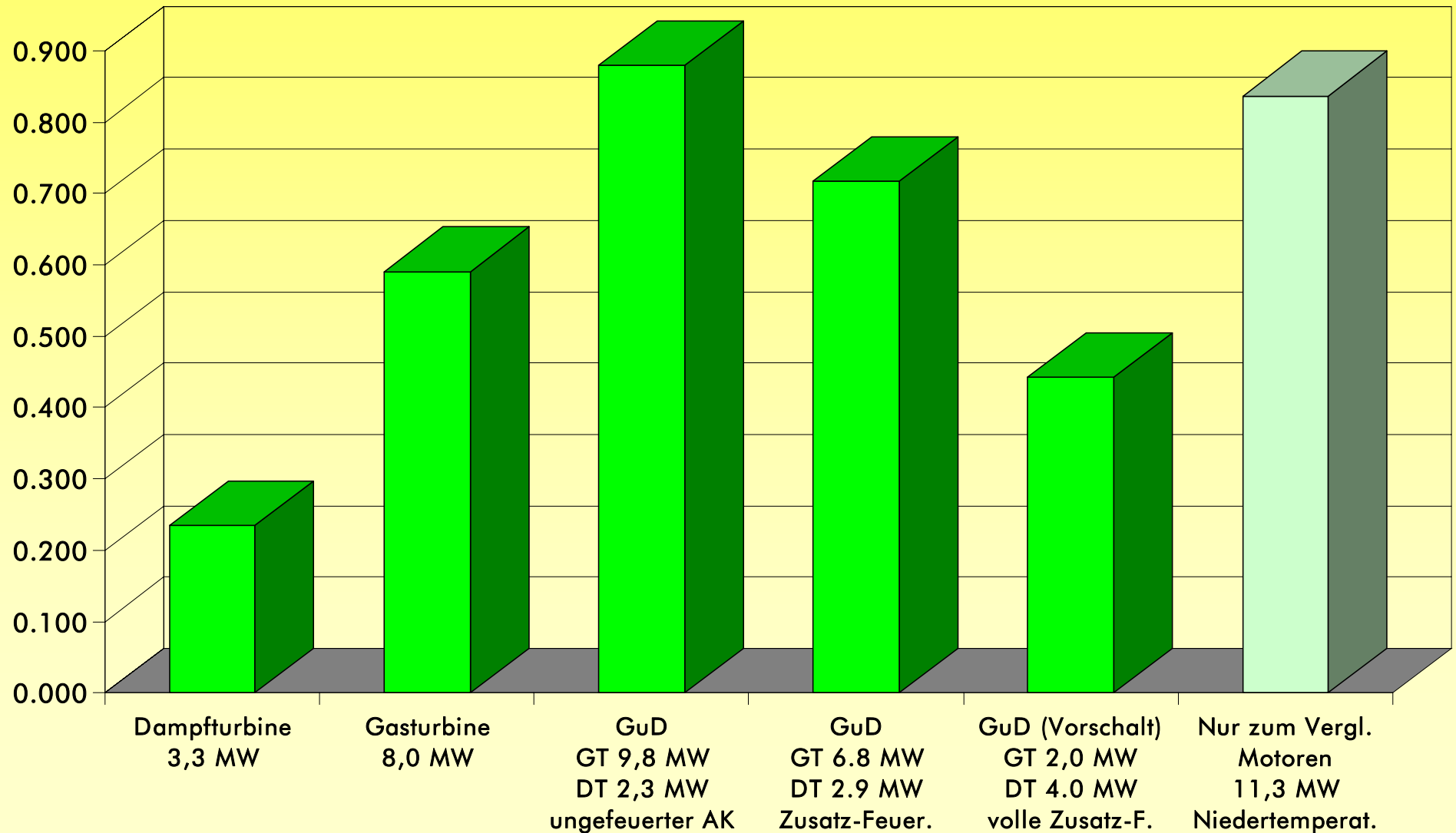
CO₂-Emissionen KWK Stromerzeugung

Minderung jedoch wesentlich bestimmt durch Stromkennzahl!



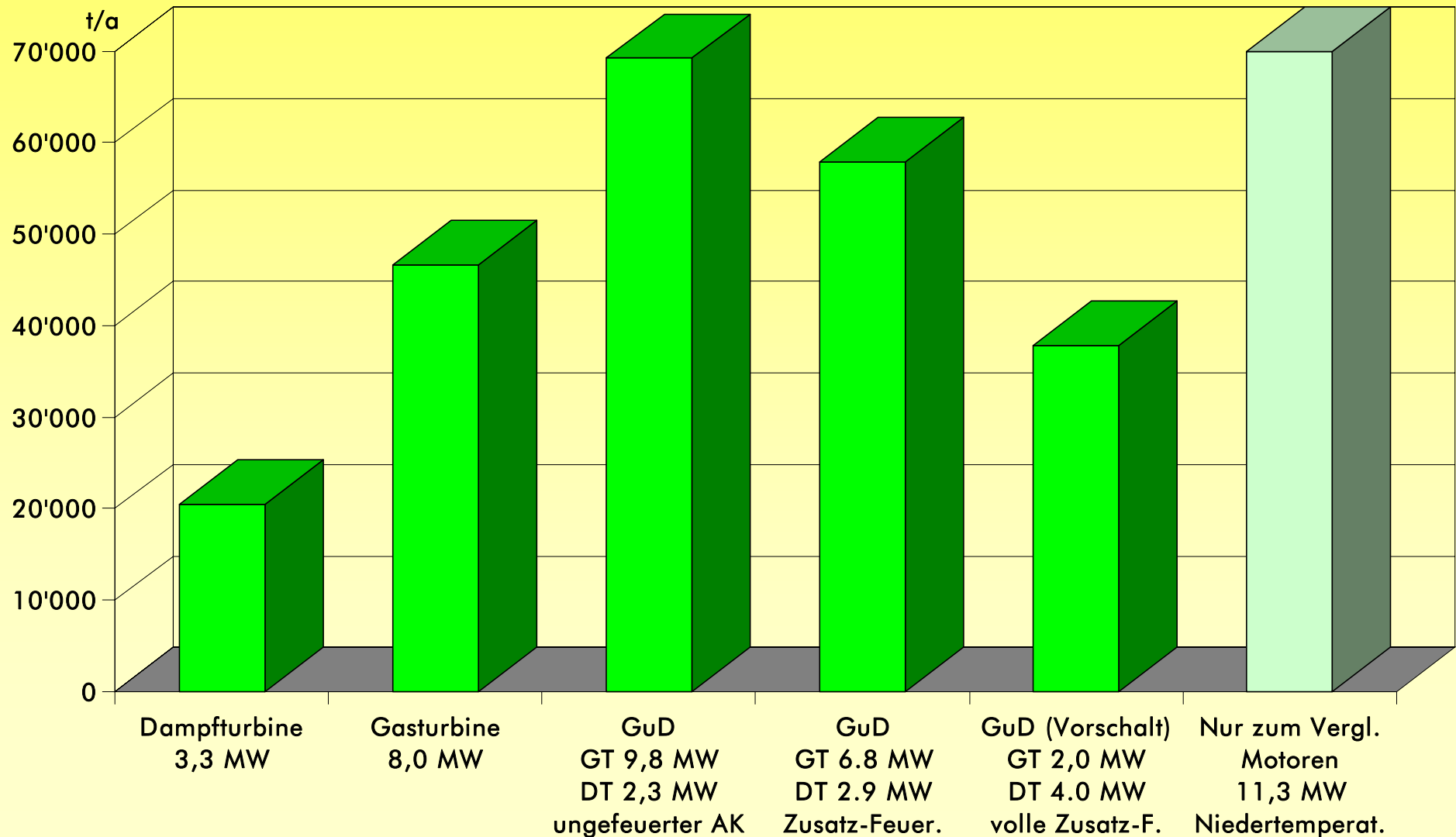
Stromkennzahl KWK Stromerzeugung

Verhältnis Strom/Wärme: bestimmt CO₂-Reduktionspotential



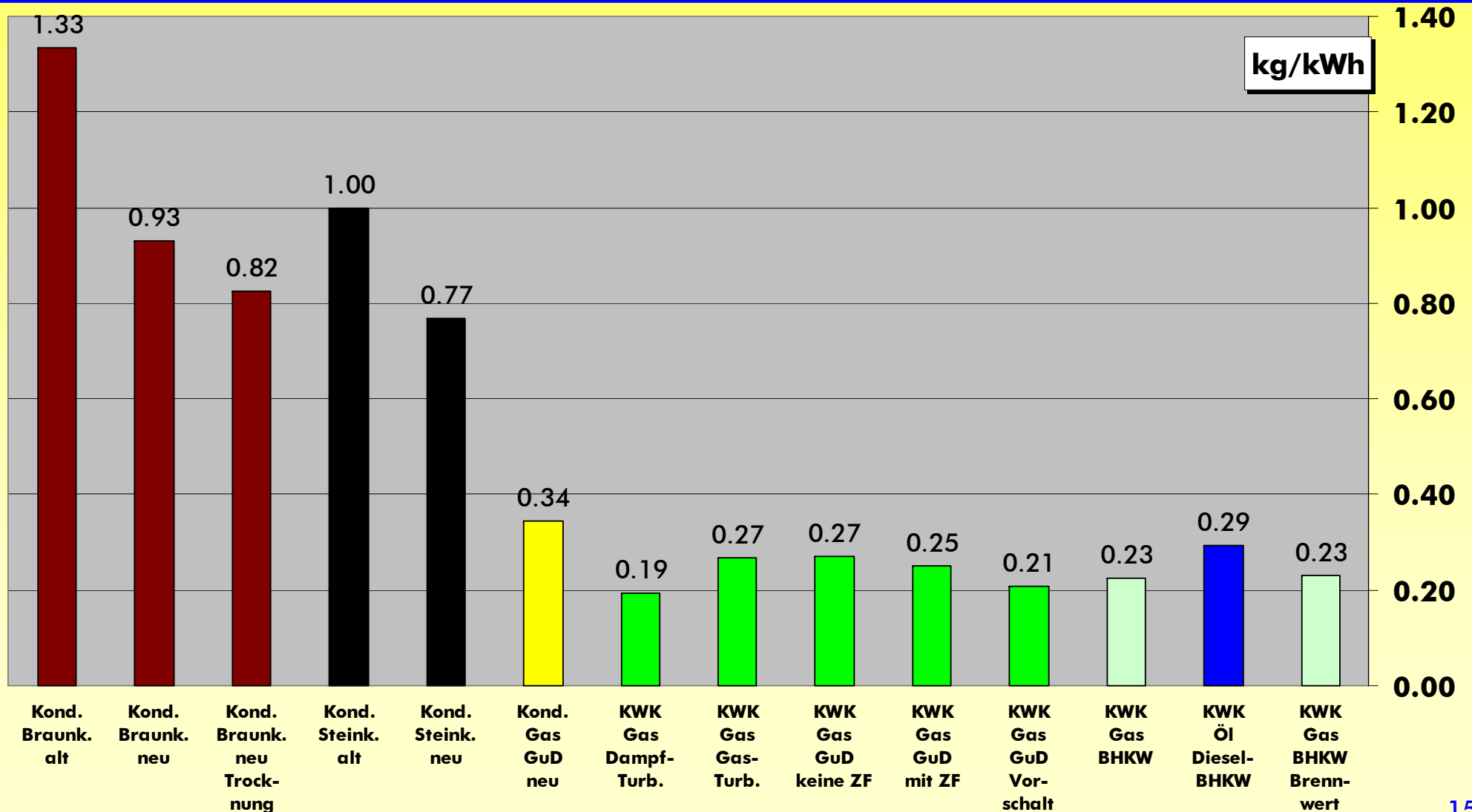
CO₂-Reduktion KWK Stromerzeugung

Hier: 8000 h/a; Dampf 20 t/h; Ersatz Steinkohle-Kond.-KW



CO₂-Emissionen Stromerzeugung

In KWK niedriger als in allen anderen fossilen Kraftwerken



Höchstes CO₂-Reduktionspotential



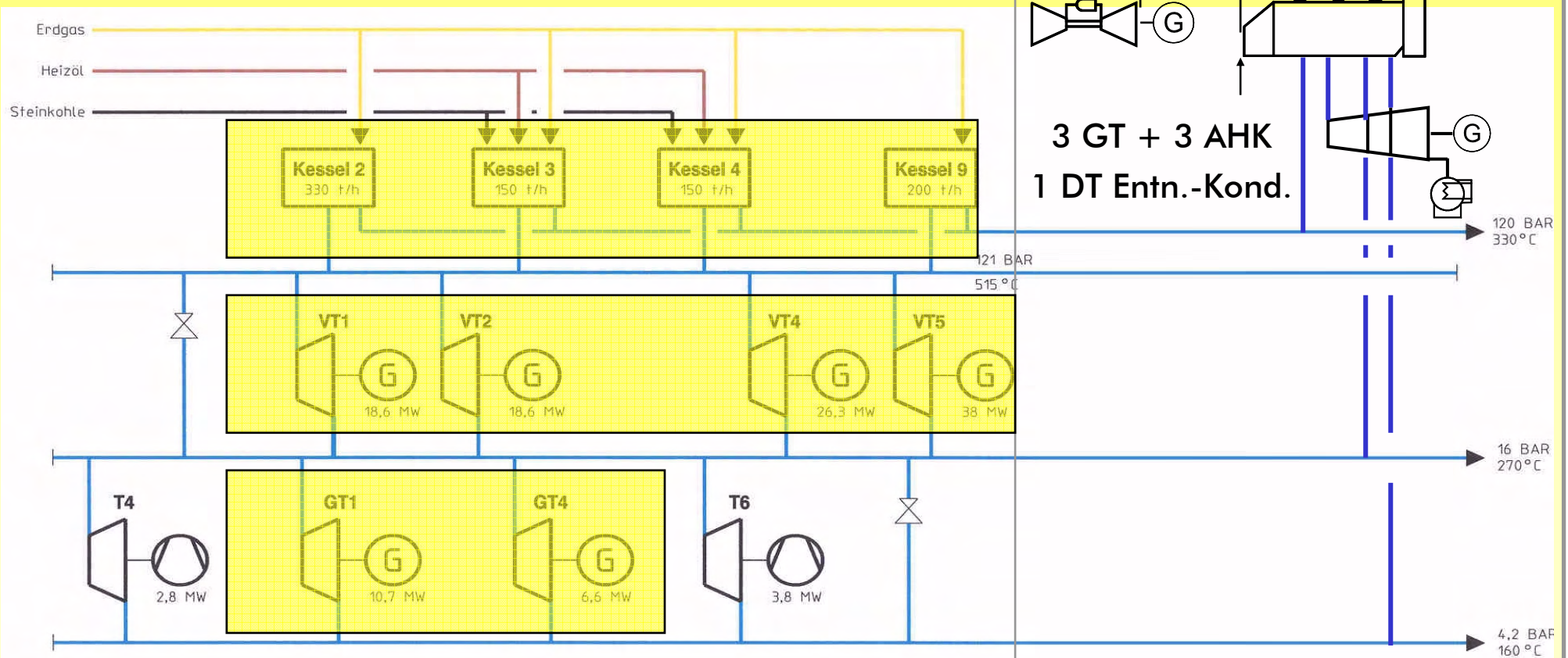
DR. TOLLE
ENERGIE & UMWELT
CONSULTING

KWK-GuD-Kraftwerke mit Entnahme/Kond.-Turbine

- höhere Wirkungsgrade der Gas- und Dampfturbinen
- höhere Frischdampfparameter
- oft höhere Abgastemperaturen der Gasturbinen
 - ⇒ höhere Wirkungsgrade des Abhitzekessels
- Mögliche zusätzliche Wärmeauskopplung in einer dritten Druckstufe im Kessel
 - ⇒ zur Einspeisung in den Kondensationsteil der Dampfturbine
- niedrige spezifische Investitionskosten
- günstigere Brennstoff-Beschaffungskosten
- zusätzliche Spitzenstromerzeugung
 - ⇒ Aktiver Player im Strommarkt
- hohe Flexibilität bei plötzlichen großen Lastschwankungen im Dampfverbrauch
 - ⇒ z.B. beim Bahnriß oder auch Anfahren einer Papiermaschine
- Aber: nicht kompatibel mit immer noch gültigen Bewertungskriterien (FW 308)

Flexible Vollversorgung mit 3 Gasturbinen und 1 Dampfturbine

vorhanden neu



KWK im Wettbewerb

Anreiz für GuD-Kraftwerke mit KWK erforderlich

- Wirtschaftlicher Vorteil KWK-Anlagen
 - ⇒ höherer Verstromungswirkungsgrad
 - Niedrigere spezifische, brennstoffbezogene Stromgestehungskosten (bei gleichem Brennstoffpreis)
- Wirtschaftliche Vorteile großer GuD-Kraftwerke ohne KWK
 - ⇒ niedrigere spezifische Investitionskosten
 - ⇒ niedrigere Brennstoffpreise
 - ⇒ niedrigere spezifische Wartungskosten
 - ⇒ niedrigere Personalkosten
 - ⇒ niedrigere Ansprüche an die interne Verzinsung
 - ⇒ Unabhängigkeit von einer auf Dauer verfügbaren Wärmesenke

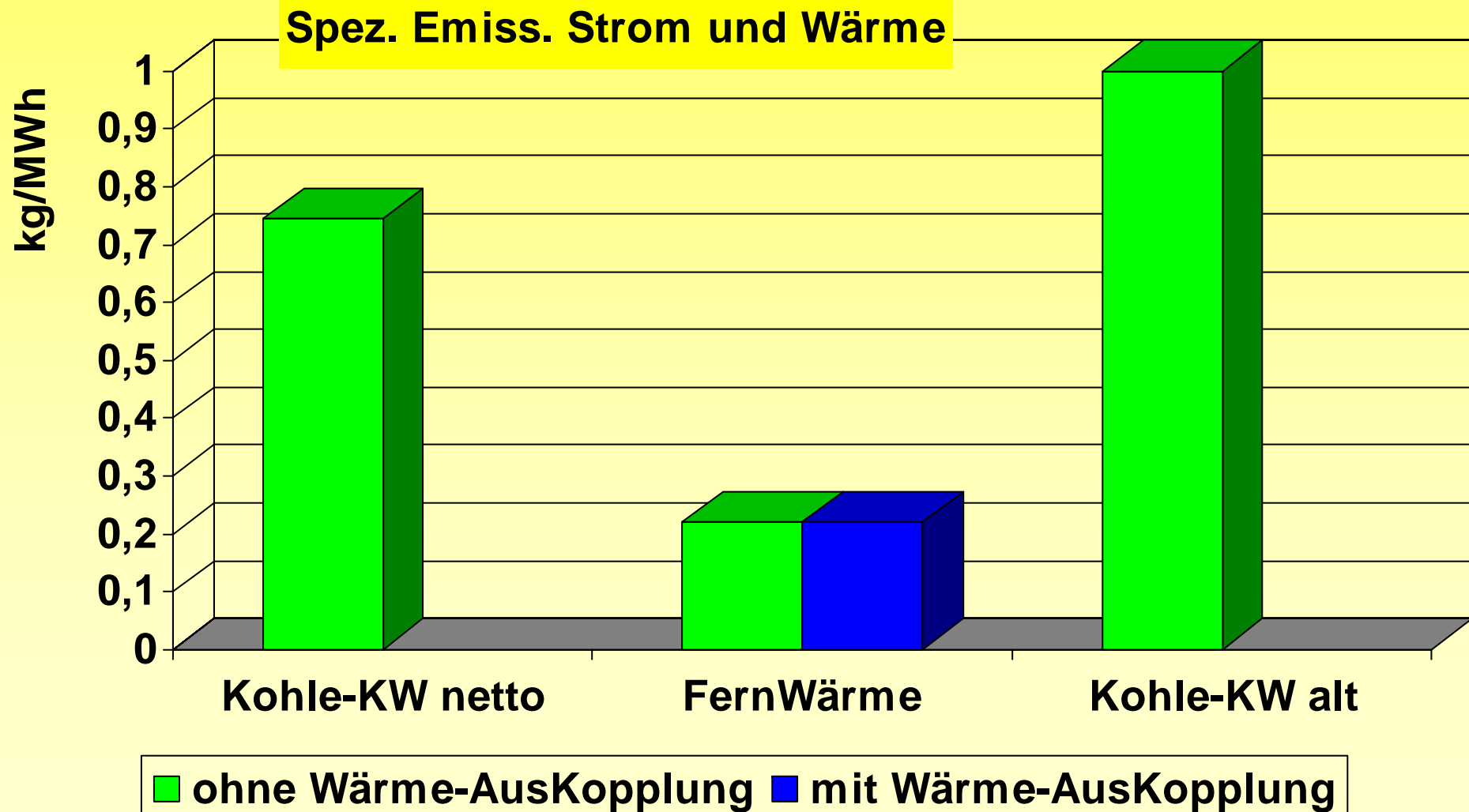
Effiziente Kraftwerke und KWK

Beispiel gleichwertiger Stromerzeugung

- Gleiche spezifische CO₂-Emissionen von 350 kg/MWh
 - ⇒ A: Standard GuD-Kraftwerk ohne KWK, 57,1 % elektrischer Wirkungsgrad
 - ⇒ B: KWK-Mini-Gasturbine mit 18.6 % el und 80 % Gesamt-Nutzungsgrad
 - ⇒ C: KWK-Motor-Kraftwerk mit 41% el und 66,7 % Gesamt-Nutzungsgrad
- Stromerzeugung
 - ⇒ Bei gleicher Wärme erzeugt C gegenüber B die 5-fache Strommenge
 - mit entsprechend 5-facher CO₂-Minderung

KWK mit Kohle: keine CO₂-Reduktion

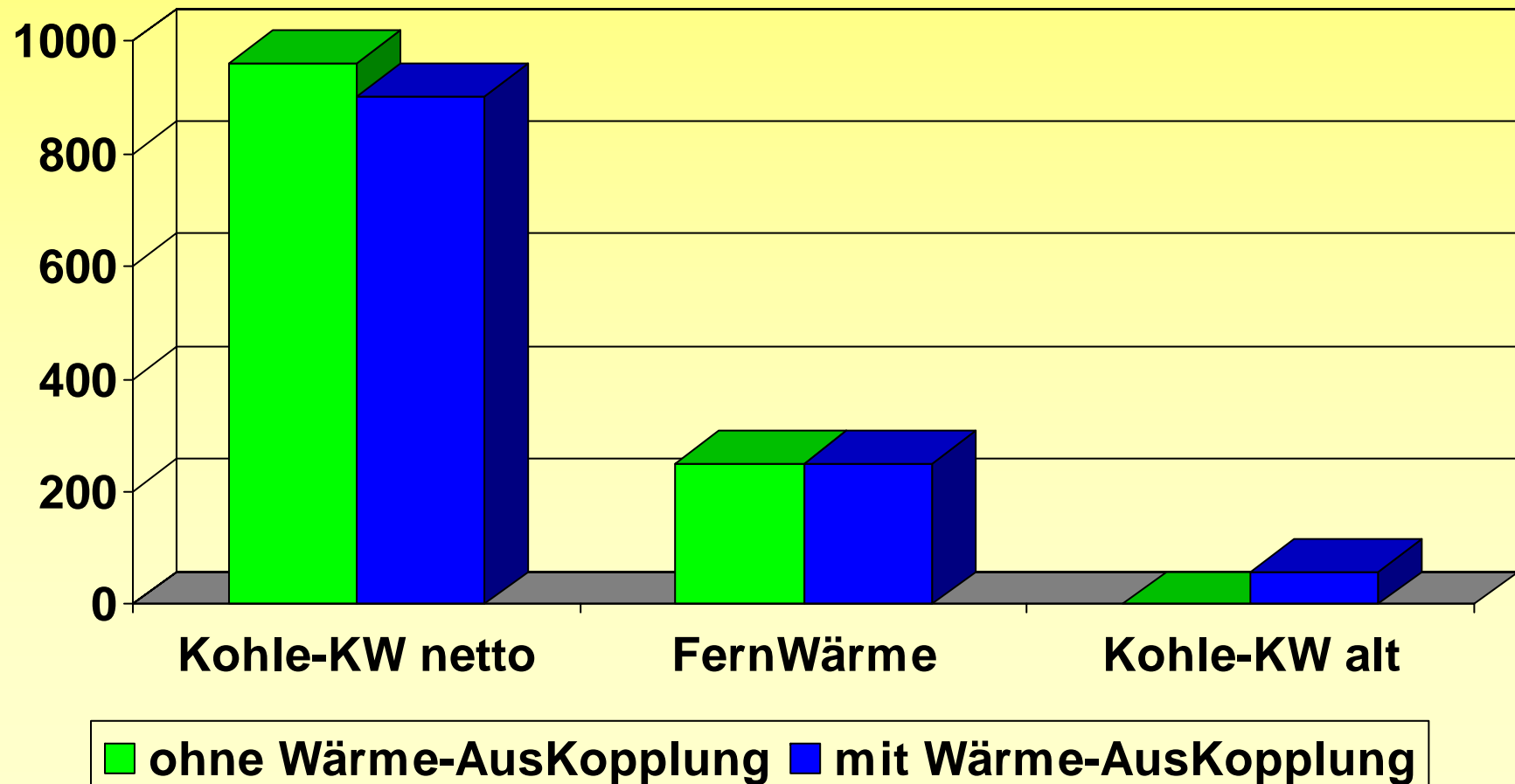
Fernwärme-Auskopplung aus modernem, großen Kohlekraftwerk



KWK mit Kohle: keine CO₂-Reduktion

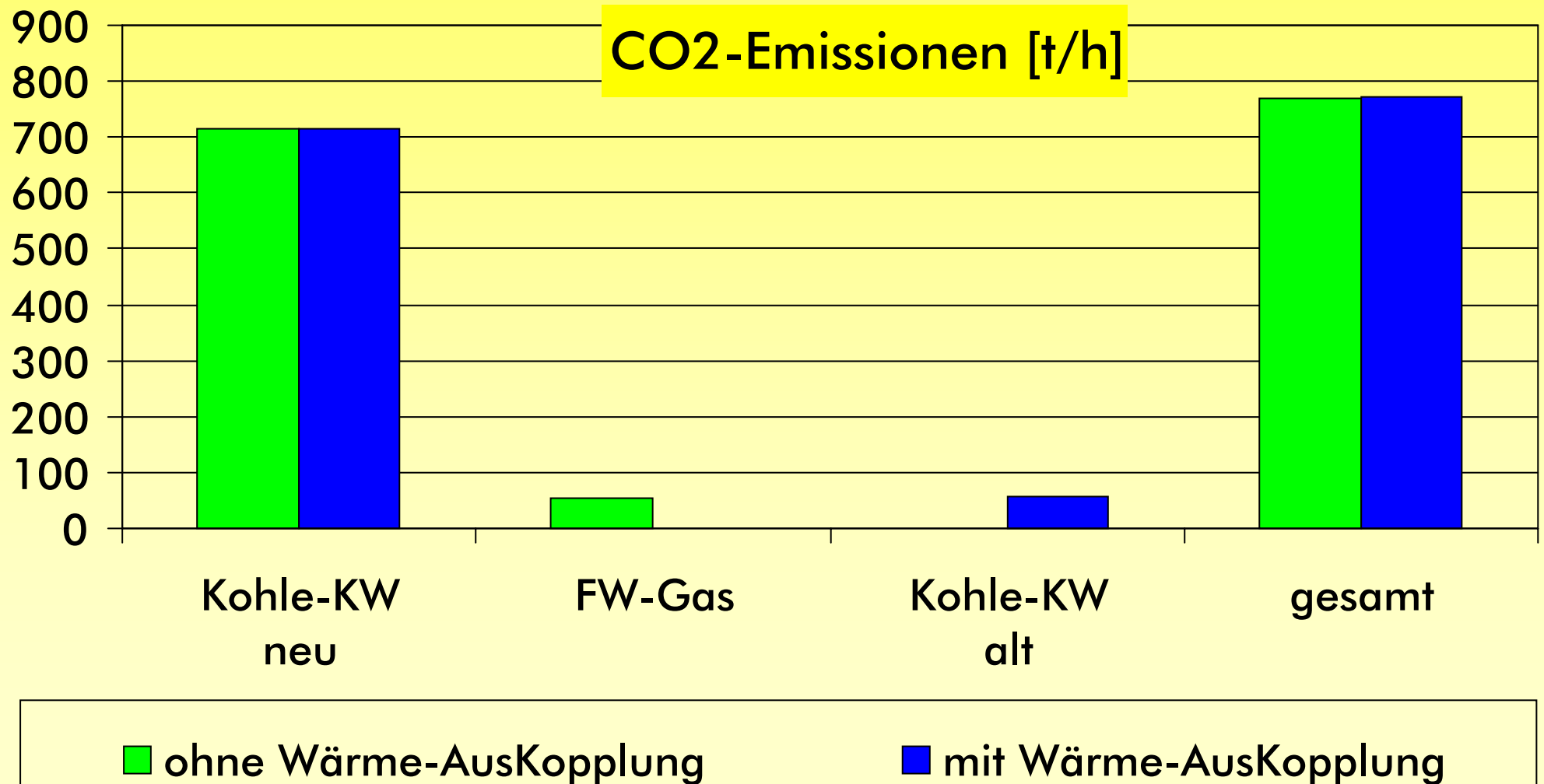
Fernwärme-Auskopplung aus modernem, großen Kohlekraftwerk

Leistung Strom und Wärme [MW]



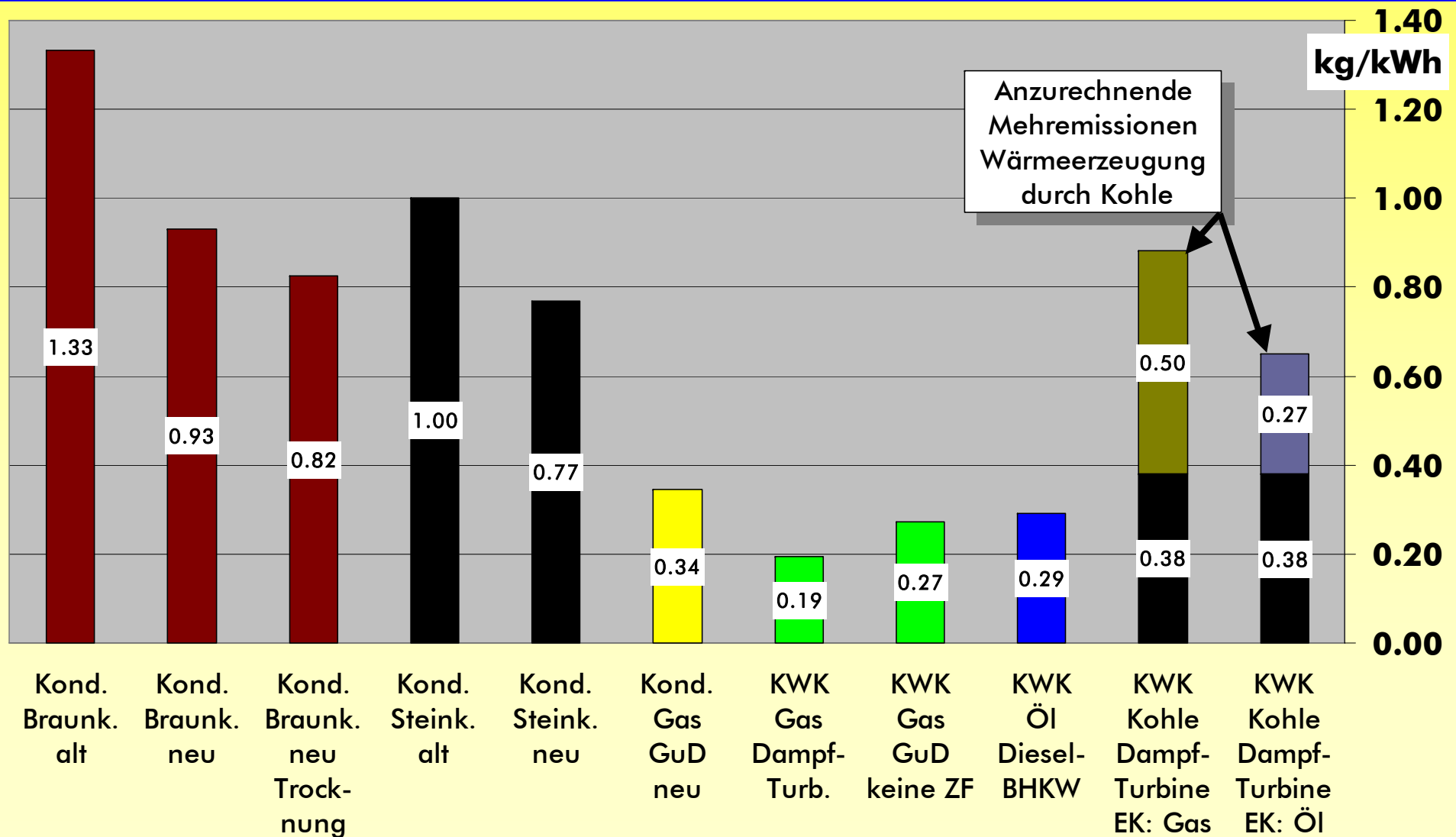
KWK mit Kohle: keine CO₂-Reduktion

Fernwärme-Auskopplung aus modernem, großen Kohlekraftwerk



CO₂-Emissionen Stromerzeugung

hier: Kohle-Verstromung in Kraft-Wärme-Kopplung



Strom im Wettbewerb

Kostenoptimierter Emissionshandel: Ergänzende Regeln

- Fossile Stromerzeuger mit CO₂-Emissionen < 300 kg/ MWh
 - ⇒ Erhalten zusätzlichen Bonus von 750 kg/MWh
 - ⇒ zwischen 300 und 330 kg/MWh proportionale Anpassung
- KWK-Anlagen im Emissionshandel (> 20 MW FWL)
 - ⇒ Keine Förderung im KWK-G
 - Vermeidung von Doppelförderung
- Einheitliche Benchmarks jeweils für Strom und für Wärme
 - ⇒ orientieren sich am Durchschnitt ihrer fossilen Brennstoffe
 - Regelmäßige Anpassung
 - ⇒ Entfällt bei 100 % Auktionierung
- Keine Freistellung von Wärme aus KWK-Anlagen!
 - ⇒ Erhebliche Diskriminierung Gas gegenüber Kohle
- Feuerungen mit festen Brennstoffen und FWL von 3 bis 20 MW
 - ⇒ werden emissionshandelspflichtig
 - ⇒ Entfällt bei 100 Prozent Biomasse

„300er Strom“: Kostenreduktion

Ergänzende Regeln im Emissionshandel: Vorteile

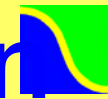
- Höhere Liquidität im CO₂-Zertifikatemarkt
 - ⇒ Niedrigere Preise
 - Gilt für Benchmark-System und Auktionierungs-Markt
- Entlastung der Marktes
 - ⇒ Da deutlich höhere tatsächliche CO₂-Reduktionen
 - Geringere Verknappung im Markt mit niedrigeren Preisen
- Vorteile für alle CO₂-Käufer und Stromverbraucher
 - ⇒ Auch Betreiber alter Kohleanlagen
- Neues Geschäftsfeld CO₂-arme Stromerzeugung
 - ⇒ Bietet auch Newcomern eine Chance
- Wettbewerb im Strommarkt als wirksamstes Mittel gegen Strom-Oligopol
- Bessere Anreizwirkung als KWK-G
 - ⇒ Gleiche Förderhöhe gepaart mit Langfristigkeit
- Geringerer nationaler Gas-Import-Bedarf für Strom aus Gas bei gleicher Leistung
 - ⇒ Verbesserte Außenhandelsbilanz, Sicherheit und Preisstabilität
- Versorgungssicherheit für Industriebetriebe und lokale Netze
 - ⇒ Inselbetrieb für Strom und Wärme möglich

„300er Strom“: Kostenreduktion

Ergänzende Regeln im Emissionshandel: Vorteile

- Weitere Vorteile
 - ⇒ Kein aufwendiges Umlagesystem wie im KWK-G
 - Kein Sammeln und Verteilen
 - Verbleibt innerhalb des Emissionshandelssystems
 - Keine Laufzeitbegrenzung
 - Keine Budgetbegrenzung
- Wirkt wie ein Katalysator
 - ⇒ zusätzliche Zertifikate über Verkauf direkt in den Markt zurückgeführt
 - Zertifikate gehen nicht verloren
- Auch auf andere CO₂-arme Stromerzeugung anwendbar
 - ⇒ Anreiz von CO₂-Reduktionen im Emissionshandel möglich
 - CCS
 - Triple-Cycle
 - Brennstoffzellentopping
 -
- Deutliche Verbesserung der Arbeitsmarktes

„300er Strom“: Kostenreduktion



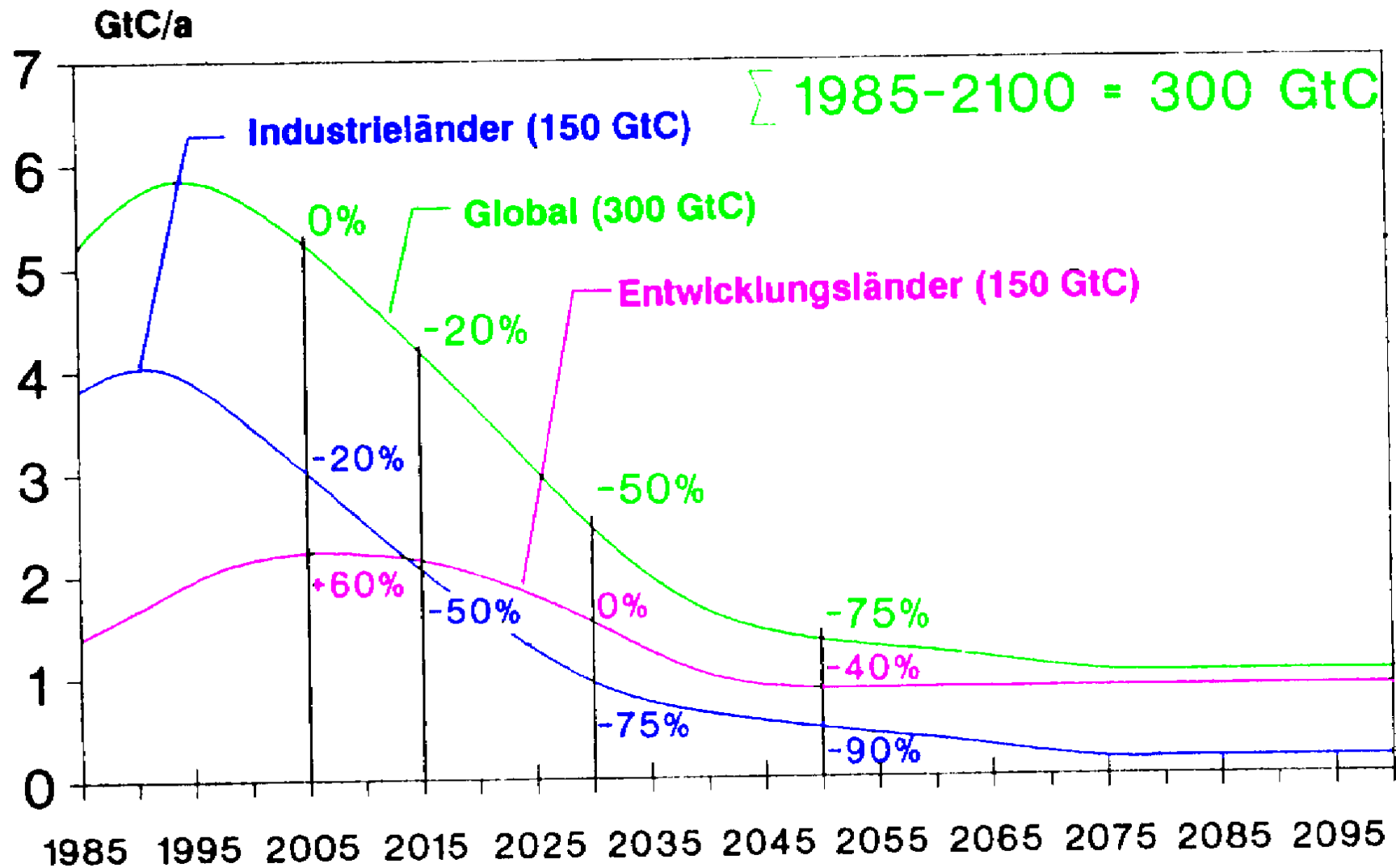
DR. TOLLE
ENERGIE & UMWELT
CONSULTING

Keine Förderung von Kohle-KWK

- Kohle-KWK: Steigerung der Emissionen
 - ⇒ Einzige Ausnahme: Ersatz alter Kohlekessel
 - Aber auch hier: zusätzlicher Anreiz nur für „300er“-Strom
 - ⇒ Zusätzlicher Reduktionsbedarf bei allen anderen
 - Erhebliche Verteuerung durch weniger Zertifikate
- Kosten-Umlage auf alle anderen Teilnehmer
 - ⇒ Subventionierung des billigeren Brennstoffs Kohle
 - ⇒ Vorteil weniger Teiln. < > Nachteil aller Teilnehmer

Notwendige CO₂-Reduktionen

Quelle: Klimabericht NRW, Intergovernmental Panel on Climate Change





• EUROPEAN BUSINESS COUNCIL FOR A SUSTAINABLE ENERGY FUTURE

⇒ **e⁵** (e to the power of five)

- ENERGY
- ENVIRONMENT
- ECONOMY
- EMPLOYMENT
- EFFICIENCY

• www.e5.org

Kraft-Wärme-Kopplung

Der Königsweg für Ökonomie und Klimaschutz

- Effizienteste Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen
- Notwendigkeit von Anreizbedingungen
 - ⇒ Wettbewerb unterschiedlicher Kraftwerke
 - ⇒ Aktuelle Rahmenbedingungen ergänzungsbedürftig
 - ⇒ Gebot der Kostensenkung
- „300er“-Strom
 - ⇒ Wirksam
 - ⇒ Sicher
 - ⇒ leicht realisierbar
 - ⇒ schafft Arbeitsplätze
 - ⇒ Wettbewerb im Strommarkt
 - Niedrigere Preise