

Gemeinschafts-Gutachten im Auftrag des VIK sowie mehrerer Unternehmen



Positionierung der Kraft-Wärme-Kopplung im Nationalen Allokationsplan

Unterarbeitsgruppe II der Arbeitsgruppe
„Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffekts“

Berlin, 21.10.2003

Dr.-Ing. Arnold Tolle

www.tolle.de

Positionierung der KWK im Nationalen Allokationsplan

- Aktuelle Situation
- KWK-Stromerzeugung: Effizienz des zusätzlichen Brennstoffs
- Anforderungen an Allokation
- Allokationsmodell
 - ⇒ Wärme
 - ⇒ Strom/mechanische Arbeit
- Ergänzende Regelungen
- Vertiefende Erläuterungen

Allokationsmodell KWK im NAP

Kernaussagen des Gutachtens für VIK und Unternehmen

- Trennung Wärme und Strom
- Effizienzkriterium bereits integriert
 - ⇒ Leicht zu handhaben (keine weiteren, externen Regeln notwendig)
 - ⇒ Gleichzeitig zielführend mit hoher Trennschärfe
 - Keine undifferenzierte „Verteilung“ (wie Primärenergieeinsparungsmodell)
 - ⇒ Wirtschaftlichste Gesamtlösung
- Gelöst
 - ⇒ keine Doppelförderung (KWK-Gesetz)
 - ⇒ 20 MW-Grenze
- Kompatibel zu EU-Richtlinien KWK und ET
 - ⇒ Allgemeiner Anreiz zur Effizienzsteigerung, keine Technologieförderung
- Entlastung des Erfüllungsfaktors durch tatsächliche Einsparungen
- Excel Berechnungs-Datei ist beigefügt

Positionierung der KWK im NAP

Aktuelle Situation

- KWK-Gesetz

- ⇒ sehr geringer Zubau

- EU-KWK-Richtlinie

- ⇒ Technologieförderung

- EU-ET-Richtlinie

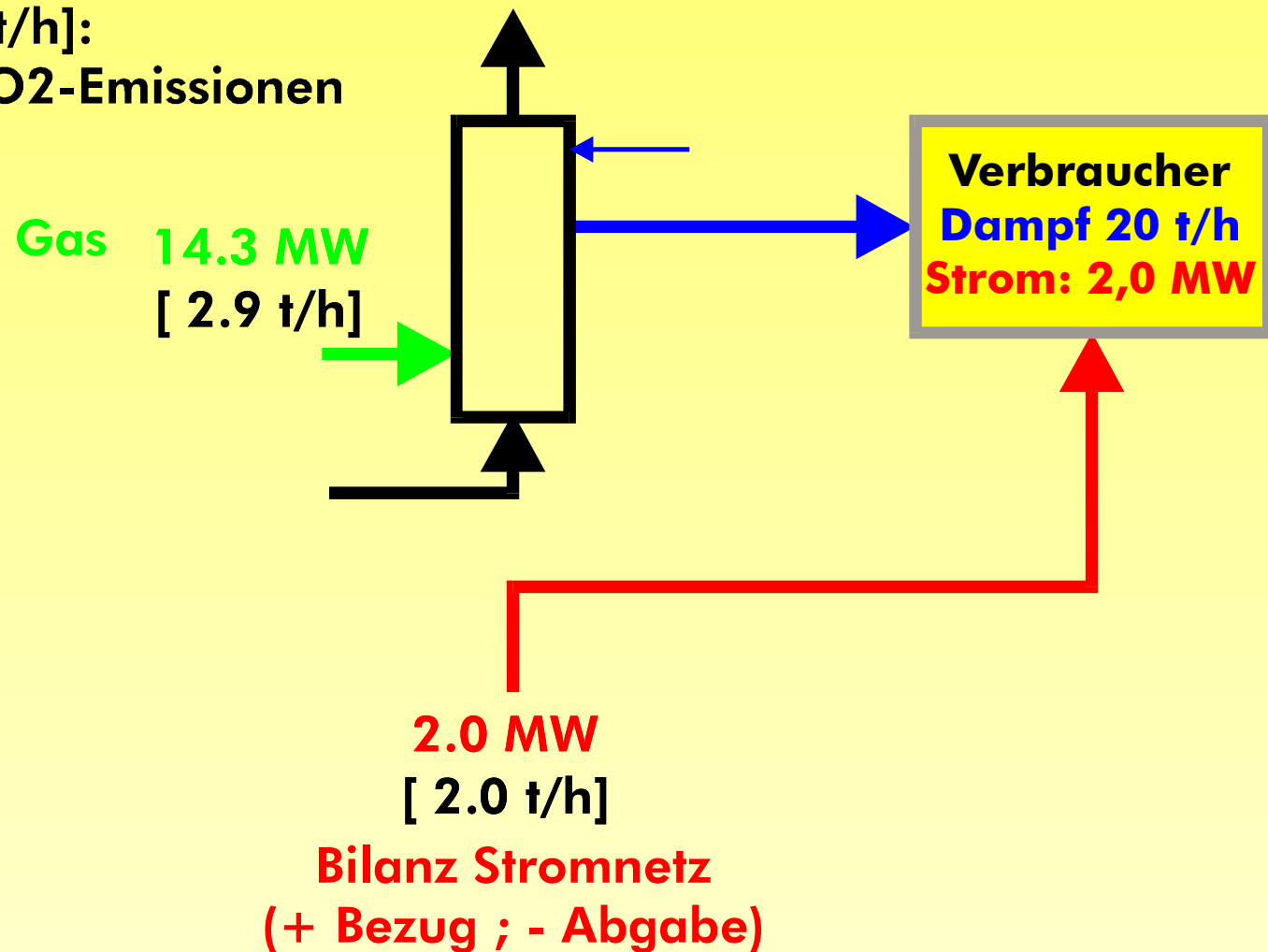
- ⇒ Anwendungsförderung

- ⇒ Gebot: Maßnahmen zur Effizienz darlegen

KWK Var. 1: Keine KWK

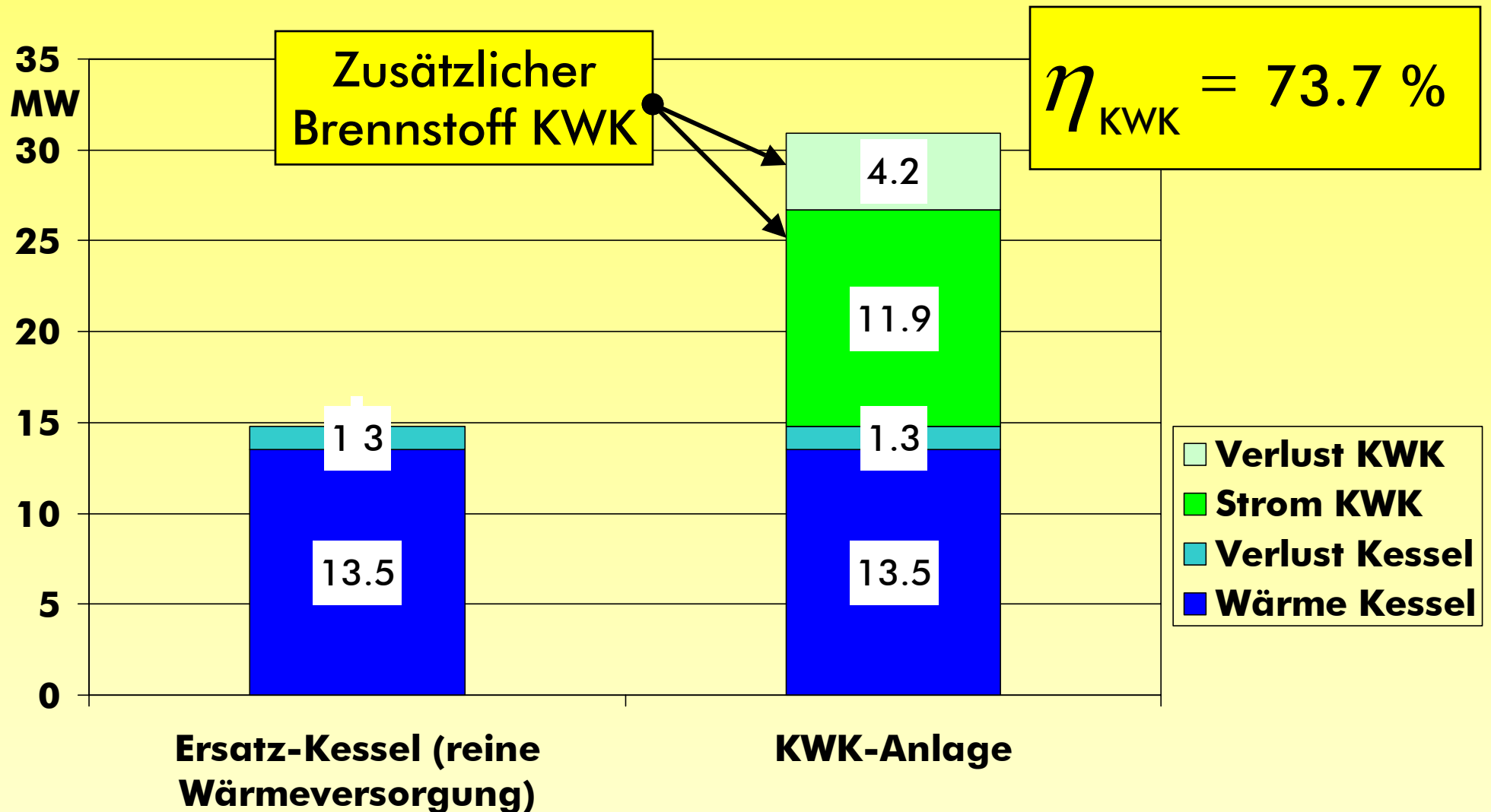
Basis für nachfolgende Vergleiche

In Klammern [t/h]:
Verursachte CO₂-Emissionen



Definition KWK-Wirkungsgrad

Verhältnis KWK-Strom durch zusätzlichen Brennstoff der KWK



KWK-Wirkungsgrad

bestimmt den Brennstoff-Mehrbedarf für die KWK-Stromerzeugung

$$\eta_w = \frac{P}{\dot{B} - \frac{\dot{Q}}{\eta_{Q \text{ ref}}}}$$

Spezifische Emissionen Strom

Direkter Vergleich der KWK mit anderen Kraftwerken möglich

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

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

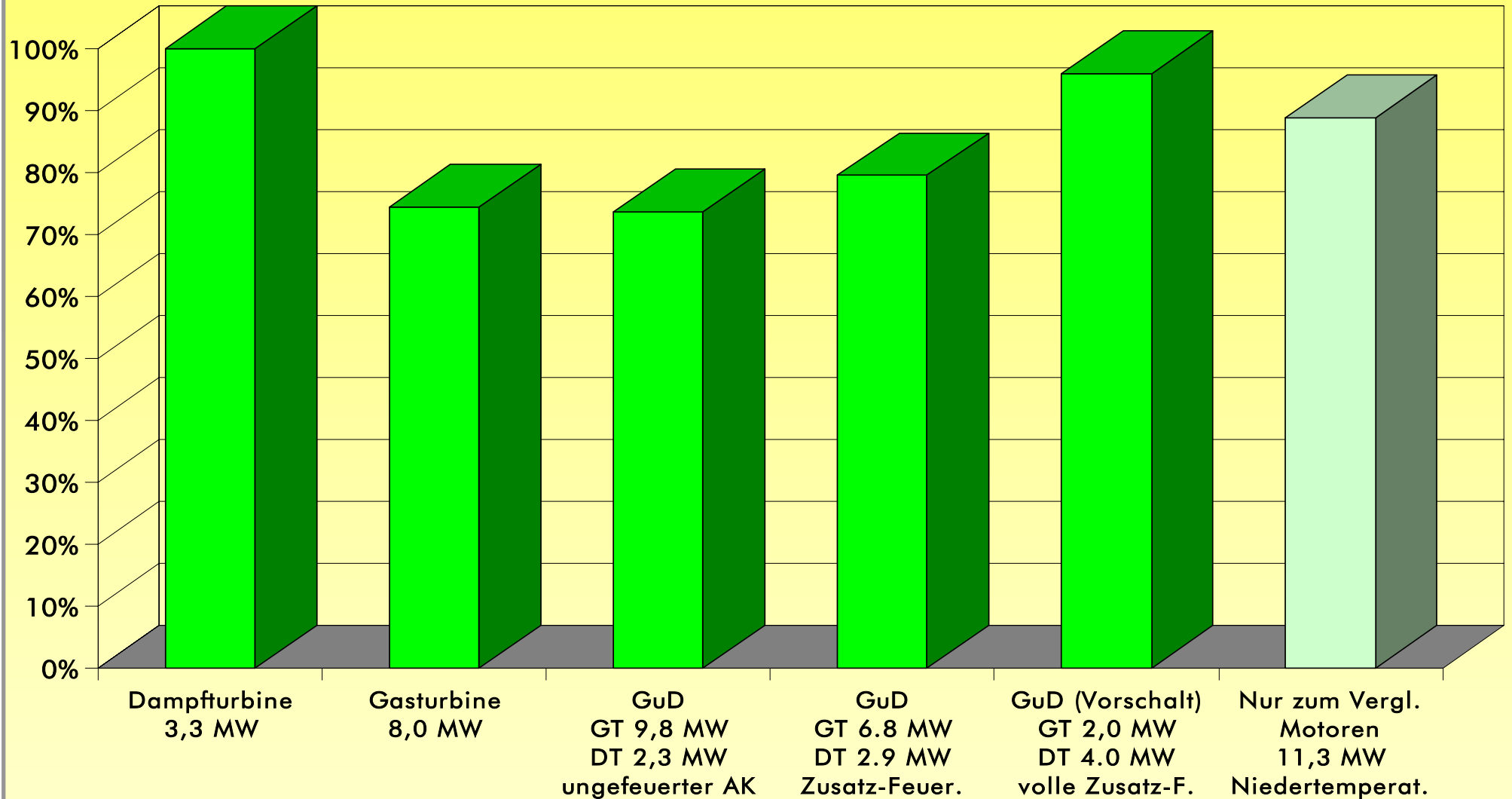
spezifisches CO_2 Brennstoff

η_{W}

Effizienz zusätzlicher Brennstoff

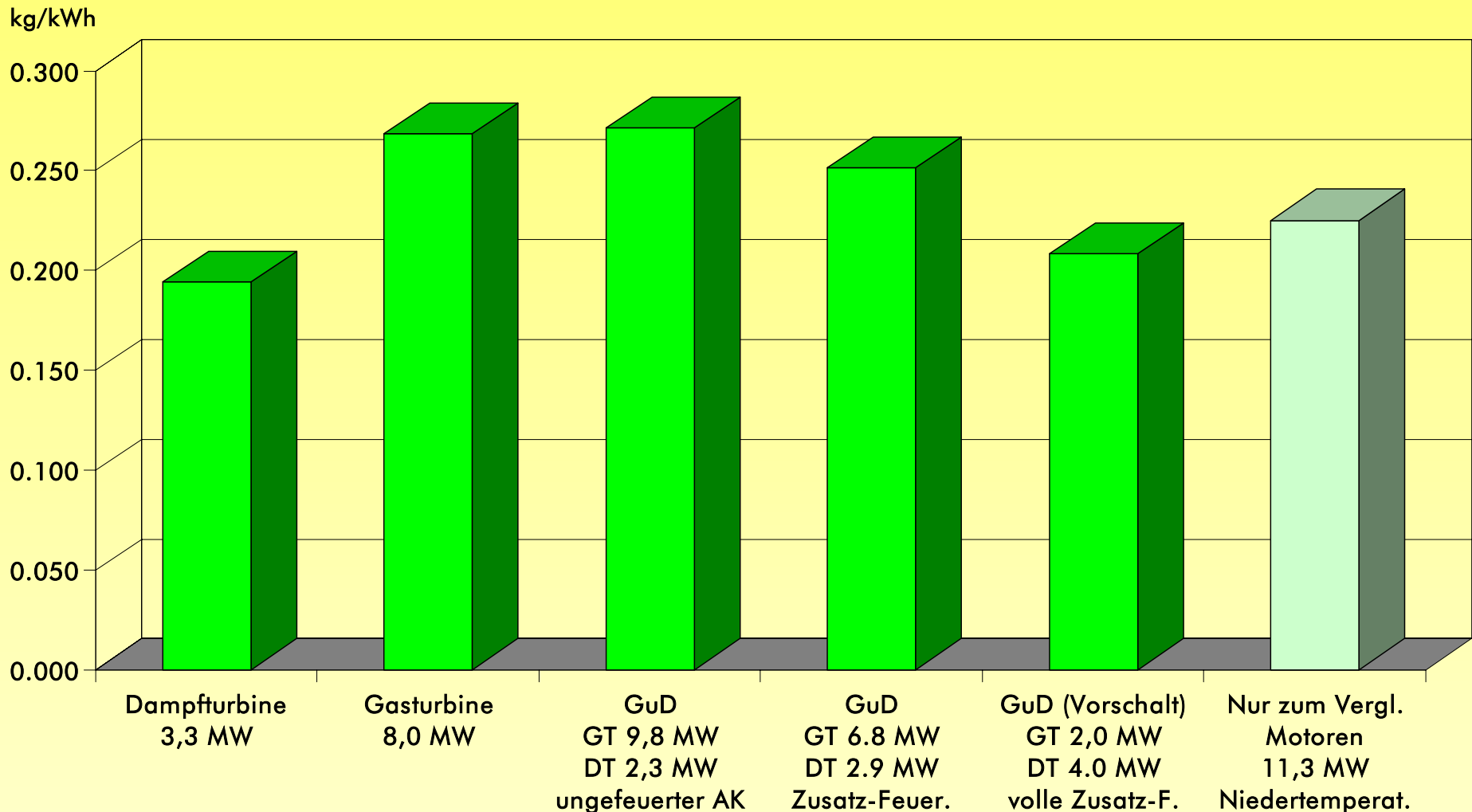
Wirkungsgrad KWK Stromerzeugung

Höher als bei allen anderen Kraftwerken



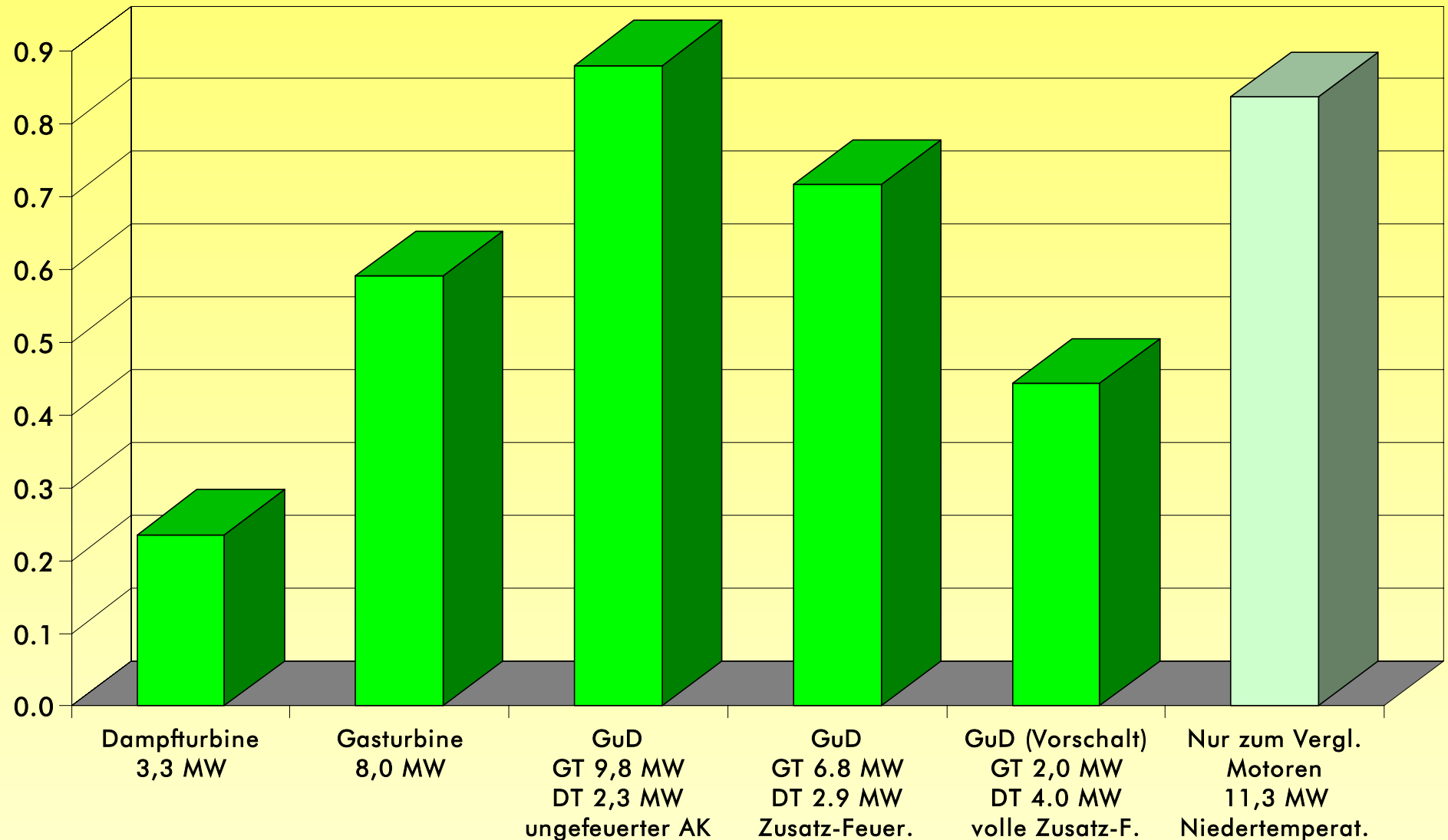
CO₂-Emissionen KWK Stromerzeugung

Minderung jedoch wesentlich bestimmt durch Stromkennzahl!



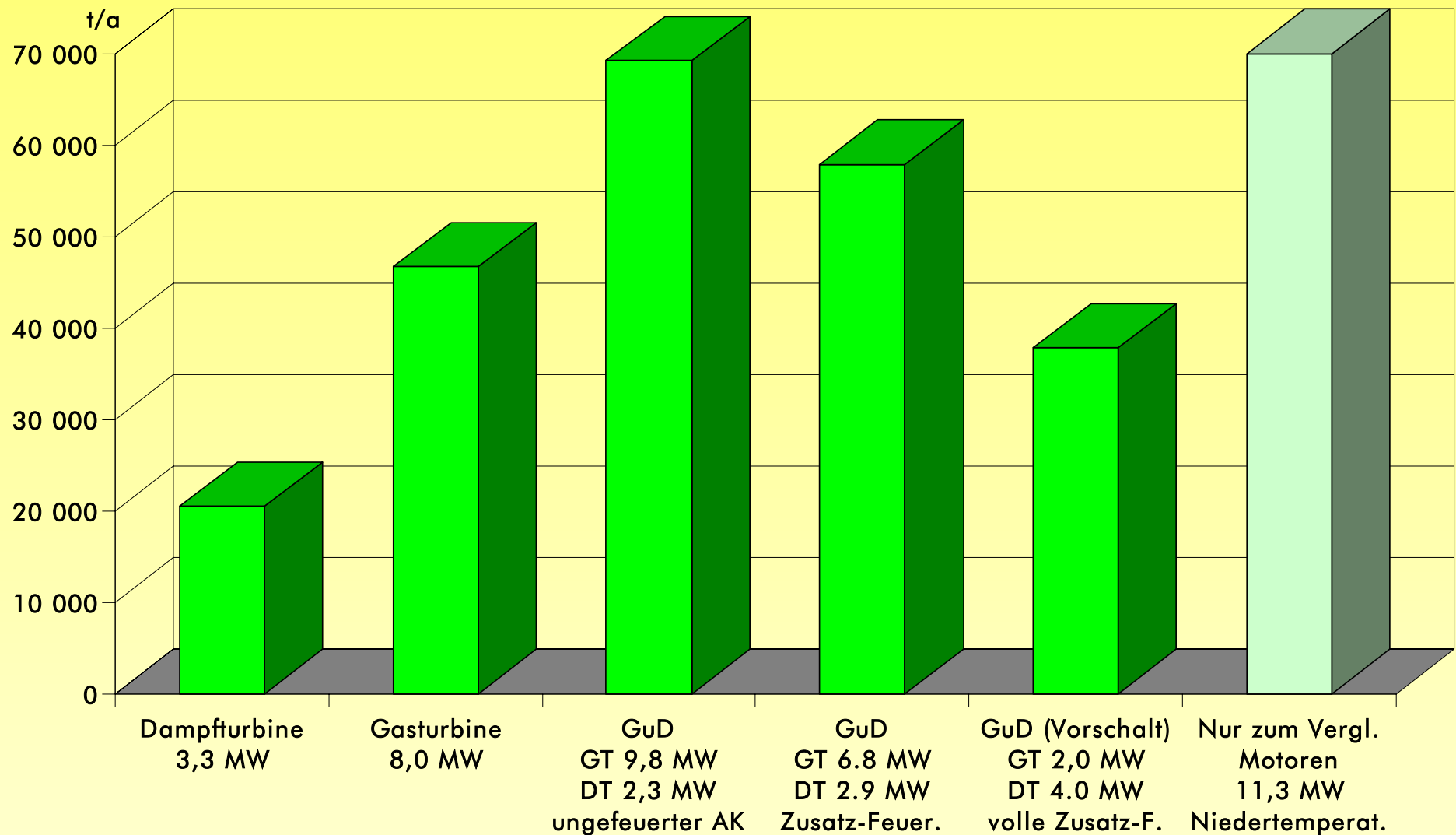
Stromkennzahl KWK Stromerzeugung

Verhältnis Strom/Wärme: bestimmt CO₂-Reduktionspotential



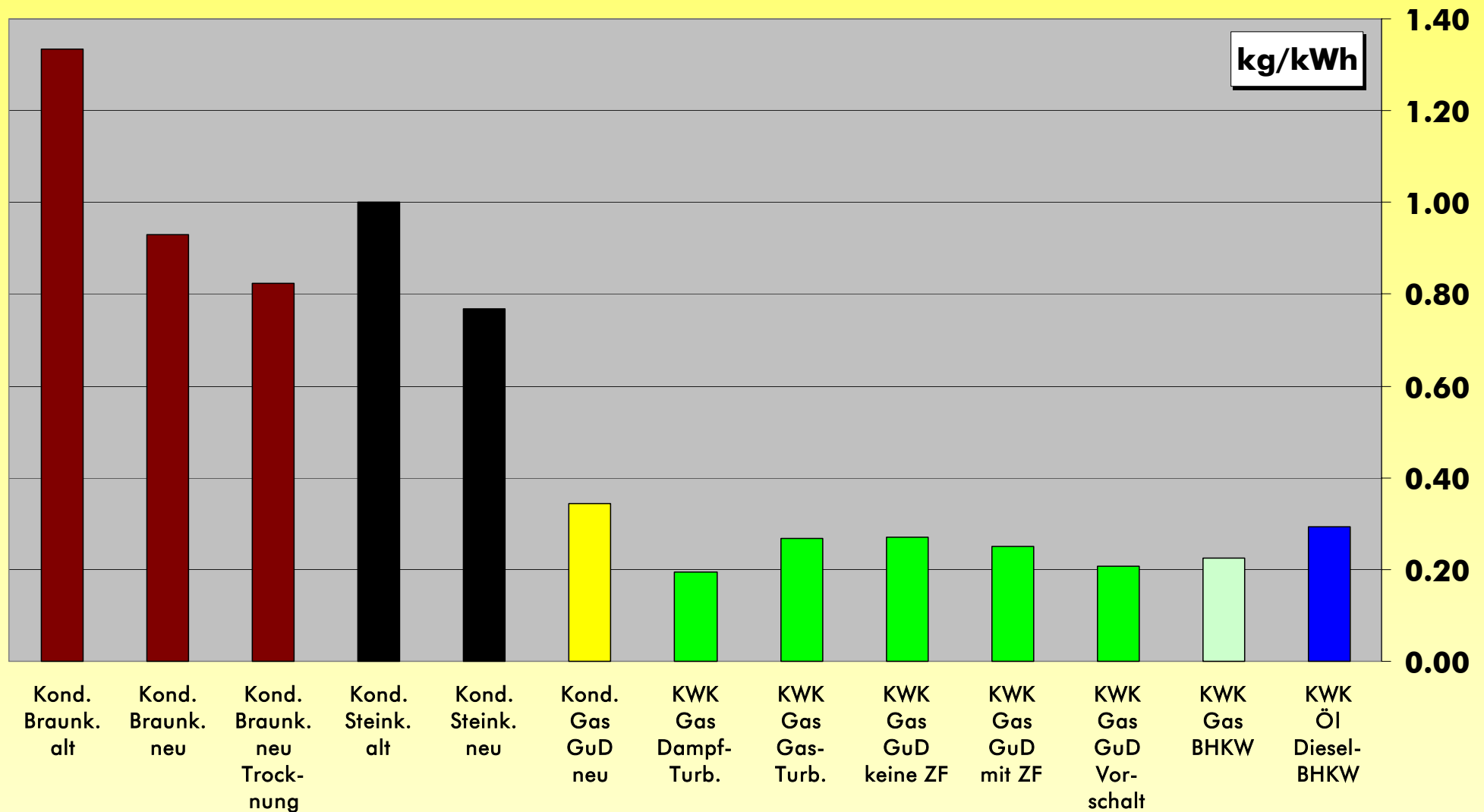
CO₂-Reduktion KWK Stromerzeugung

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



CO₂-Emissionen Stromerzeugung

In KWK niedriger als in allen anderen fossilen Kraftwerken



Anforderungen

Positionierung der KWK im Nationalen Allokationsplan

- das Kriterium ökonomischer und ökologischer Effizienz und damit maximaler Wirtschaftlichkeit erfüllen
- transparent, trennscharf, einfach handhabbar und damit effizient sein
- diskriminierungsfrei für alle (kommunale und industrielle) Anlagen gelten
- für die 20 MW Grenze keine Benachteiligung darstellen
- eine unzulässige Doppelförderung insbesondere durch das KWK-Gesetz vermeiden
- höchst effiziente Stromerzeugung ausgewogen belohnen jedoch keine Technologieförderung darstellen
- kurz- und langfristig kompatibel zu den Regeln der anderen Teilnehmern am EH sein
- sicherstellen, daß trotz eines in der ersten Phase leicht erhöhten Zertifikatebedarfs später aufgrund der tatsächlichen Reduktionen ein höherer Erfüllungsfaktor erreicht wird, der wiederum zu einer Entlastung der Verbraucher und damit einem größeren Spielraum der energieintensiven Industrie führt
- Kraftwerke auf KWK-Basis, die effektiv und kostengünstig die Versorgungssicherheit verbessern können, angemessen im Regelwerk berücksichtigen

Gesamt-Allokation

Summe: Wärme plus Strom / mechanische Arbeit

$$A = A_Q + A_W$$

Allokation Wärme Benötigter Brennstoff

$$\dot{B}_Q = \frac{\dot{Q}}{\eta_{Q \text{ ref}}}$$

$$\eta_{Q \text{ ref}} = 0,9$$

Allokation Wärme

Gleichbehandlung aller Wärmeverbraucher

$$A_Q = \frac{Q}{\eta_{Q \text{ ref}}} * f_B * c_Q * EF$$

$$c_Q = 0 \quad \text{für} \quad \dot{B}_Q \leq 20 \text{ MW}$$

$$c_Q = 1 \quad \text{für} \quad \dot{B}_Q > 20 \text{ MW}$$

$$\eta_{Q \text{ ref}} = 0,9$$

EF : Erfüllungsfaktor

Effizienz Stromerzeugung(work)

Effizienz des zusätzlichen Brennstoffs

$$\eta_w = \frac{W}{B - \frac{Q}{\eta_{Q \text{ ref}}}}$$

$$\eta_w = \frac{W}{B_w}$$

$$B_w = B - B_Q$$

Kategorien Strom

Referenzwert: beste verfügbare Technologie

$$\eta_{\text{W}} \geq (\eta_{\text{W ref}} + \Delta_{\text{W ref}})$$

CatA

Höchsteffizienter Strom

$$\eta_{\text{W ref}} < \eta_{\text{W}} < (\eta_{\text{W ref}} + \Delta_{\text{W ref}})$$

CatB

sehr effizienter Strom

$$\eta_{\text{W}} \leq \eta_{\text{W ref}}$$

CatC

Strom ohne besondere Qualifikation

$$\eta_{\text{W ref}} = 57,5\%$$

$$\Delta_{\text{W ref}} = 5\%$$

Allokation Strom

CatA: verdrängter fossiler Mischstrom

$$A_{W \text{ CatA}} = W * f_{W \text{ mix}} * EF$$

Allokation Strom

CatC: wie für jedes andere Kraftwerk

$$A_{W \text{ CatC}} = B_{\text{gesamt}} * f_B * EF - A_Q$$

$$A_{W \text{ CatC}} = \frac{W}{\eta_w} * f_B * EF$$

Allokation Strom

CatB: proportionale Mischung CatA / CatC

$$A_{W \text{ CatB}} = A_{W \text{ CatC}} + \frac{\eta_{W} - \eta_{W \text{ ref}}}{\Delta_{W \text{ ref}}} * \left(A_{W \text{ CatA}} - A_{W \text{ CatC}} \right)$$

Allokation Strom

Gesamtformel für alle Kategorien

$$A_W = W * \frac{f_B}{\eta_W} * \left(1 + c_W * a * \left(\frac{f_{W \text{ mix}}}{f_B} * \eta_W - 1 \right) \right) * EF$$

$$a = \text{MAX} \left(\text{MIN} \left(1; \frac{\eta_W - \eta_{W \text{ ref}}}{\Delta_{W \text{ ref}}} \right); 0 \right)$$

$c_W = 0$ für Anlagen mit KWK Förderung

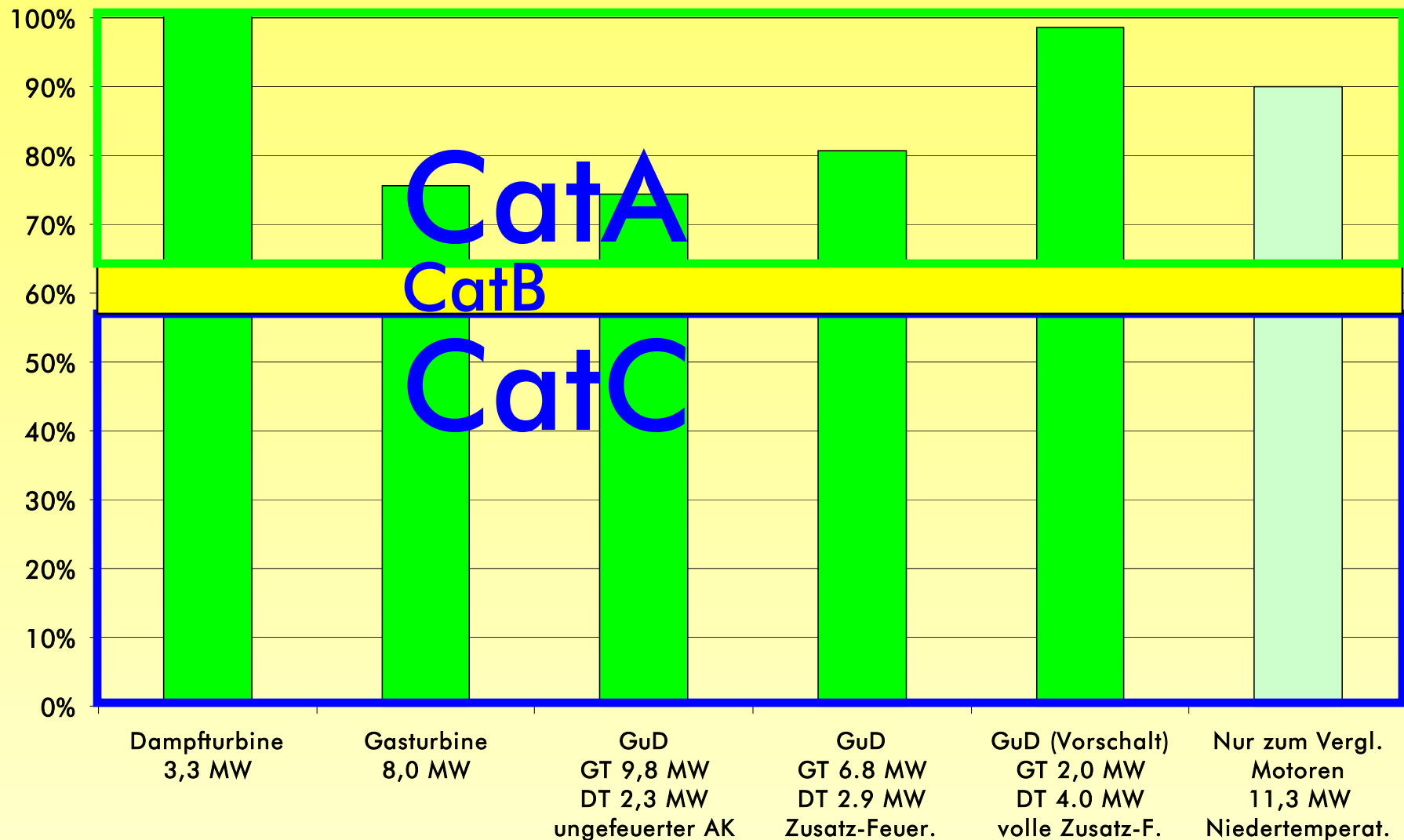
$c_W = 1$ für Anlagen ohne KWK Förderung

$$\eta_{W \text{ ref}} = 57,5\%$$

$$\Delta_{W \text{ ref}} = 5\%$$

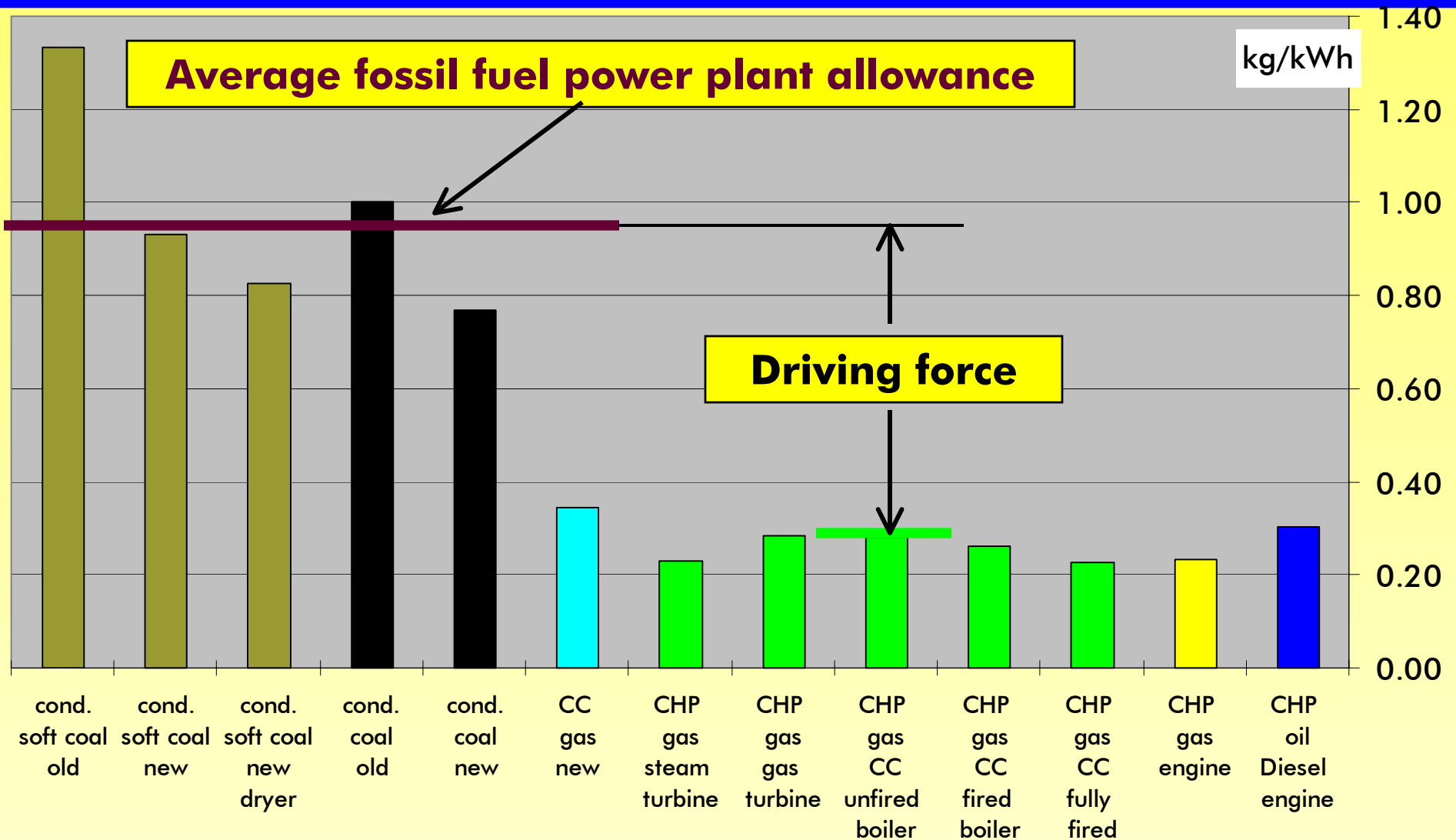
Allokation Strom: Klassifizierung

Gleiche Effizienz-Kriterien für Strom aus KWK und nicht KWK



Allowancies CHP Power Cata

Average allowance fossil fuel power plants



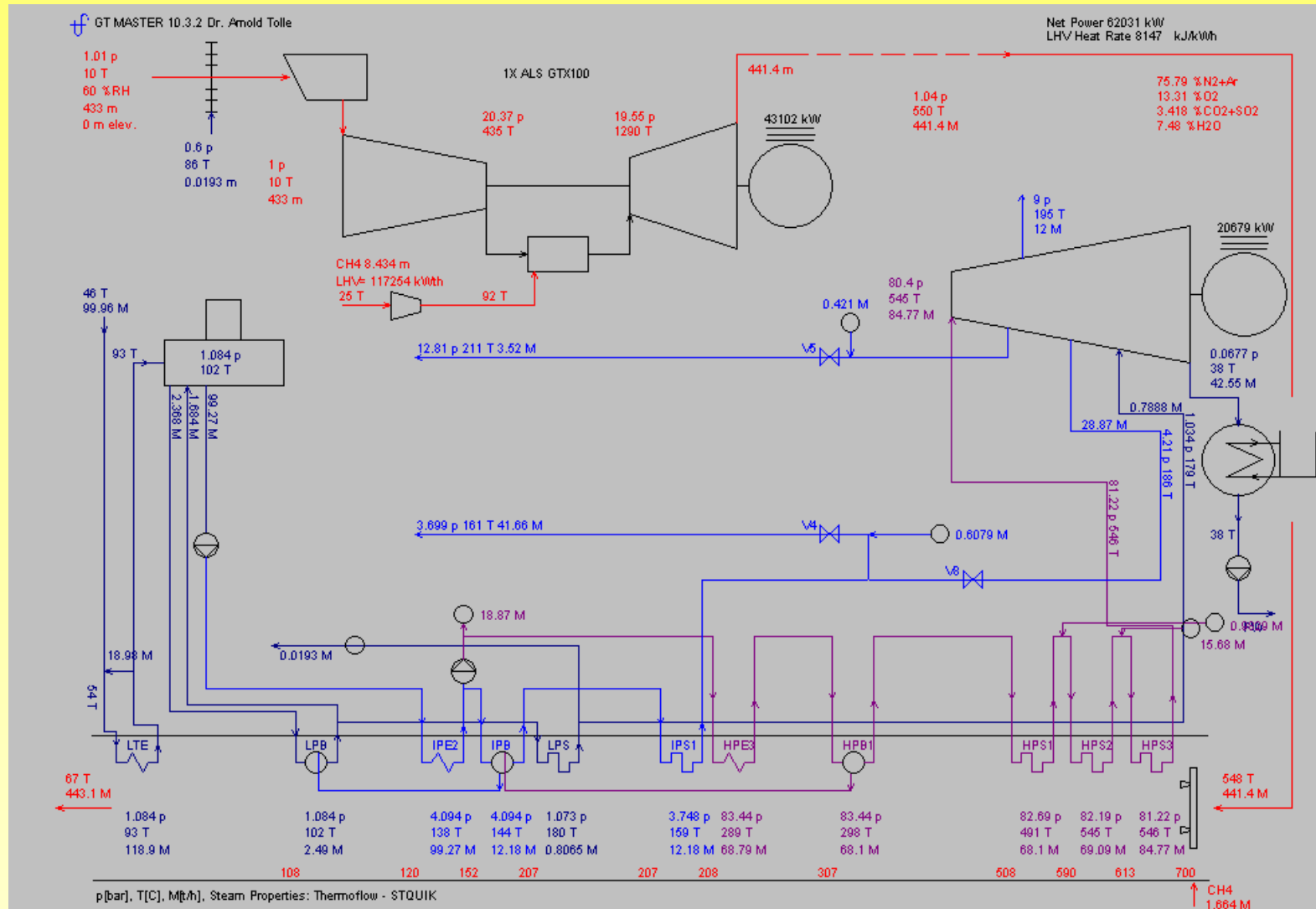
KWK-Gesetz 2002

Fördersätze

Jahr	Alte Bestands-Anlagen	Neue Bestands-Anlagen	KWK-Moder-nisierung	neue Klein-KWK 50 bis 2000 kW	neue Klein-KWK 50 kW Inb. bis 2005
	Cent/kWh	Cent/kWh	Cent/kWh	Cent/kWh	Cent/kWh
2002	1.53	1.53	1.74	2.56	5.11
2003	1.53	1.53	1.74	2.56	
2004	1.38	1.38	1.74	2.40	
2005	1.38	1.38	1.69	2.40	
2006	0.97	1.23	1.69	2.25	für 10 Jahre ab Inbetrieb-nahme
2007	0	1.23	1.64	2.25	
2008	0	0.82	1.64	2.10	
2009	0	0.56	1.59	2.10	
2010	0	0	1.59	2.10	

GuD: Flexibilität und Versorgungssicherheit

durch Entnahmekondensationsturbine und Zusatzfeuerung



KWK im NAP

Konsequenzen

- **Notwendig**

- ⇒ Trennung Wärme und Strom

- **Überallokation: höherer Erfüllungsfaktor Folgeperiode**

- ⇒ Voraussetzung: trennsichere Effizienzkriterien

- ⇒ Reserveregelung

- **Automatische langfristige Anpassung**

- ⇒ Durch sinkenden Durchschnittswert

- ⇒ Zusätzliche Alternative:

- Referenz Strom als Durchschnitt des besten Drittels des Kraftwerkparks

KWK im NAP

Zusätzliche Regelungen

- **Stündliche Abrechnung und Aufsummierung**

- ⇒ Kompatibel zum Strom-Handel

- ⇒ Strengeres Kriterium für Überallokation

- Begrenzung auf effizientesten Strom

- ⇒ Vorteile für Anlagen mit überwiegendem CatC-Betrieb

- **Brennstoffbesteuerung**

- ⇒ Nicht für Anlagen im Emissionshandel

KWK im NAP

Vorteile des vorgeschlagenen Allokationsmodells

- Klare, trennscharfe Effizienzkriterien bereits integriert
 - ⇒ Gleichzeitig hohe Flexibilität (Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit)
- Anreizwirkungen moderat und angemessen
- Keine Doppelförderung durch KWK-Gesetz
 - ⇒ Gelöst: Problematik der 20 MW-Grenze
 - ⇒ Keine Differenzierung Alt-/Neuanlage notwendig
- Überallokation nur für effizienteste Anlagen
 - ⇒ Wirtschaftlichste Gesamtlösung
 - Keine undifferenzierte „Verteilung“ (wie Primärenergieeinsparungsmodell)
 - ⇒ Überallokation kleiner als tatsächliche CO₂-Reduktion
- Leicht zu handhaben (s.anliegende Excel-Berechnungstabelle)
- Kompatibel zu EU- KWK- und Emissionshandels-Richtlinien

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
A	t CO ₂	Allokation gesamt KWK-Anlage
A _Q	t CO ₂	Allokation Wärme
A _W	t CO ₂	Allokation Strom/mechanische Arbeit (englisch work)
B	MWh	Brennstoffeinsatz gesamt KWK-Anlage
B _Q	MWh	Brennstoff Wärme
B _W	MWh	Brennstoff Strom
\dot{B}_Q	MW	Brennstoffleistung Wärme
Q	MWh	Wärme Netto
\dot{Q}	MW	Wärmeleistung Netto
W	MWh	Strom Netto
P	MW	Strom Leistung Netto KWK-Anlage
f _{Br}	t/MWh	Emissionsfaktor des eingesetzten Brennstoffs
f _{W mix}	t/MWh	Emissionsfaktor Stromerzeugung auf Basis des fossilen Kraftwerksmixes
f _W	t/MWh	Emissionsfaktor Stromerzeugung auch spezifische Emission KWK-Strom
$\eta_{Q ref}$		Referenznutzungsgrad der Wärmeerzeugung
η_W		Nutzungsgrad Stromerzeugung
$\eta_{W ref}$		Referenznutzungsgrad Stromerzeugung
$\Delta_{W ref}$		Abstand zum Referenzwert $\eta_{W ref}$ für CatA-Strom
EF		Erfüllungsfaktor
c _Q		Klassifizierungsfaktor Wärme (0: nicht im ET, 1: ab 20 MW im ET)
c _W		Klassifizierungsfaktor Strom (0: Förderung KWK-Gesetz, 1: keine Förd. KWK-G.)