

Energieeffizienz und CO₂-Minderung - Maßnahmen, Kosten, Potenziale

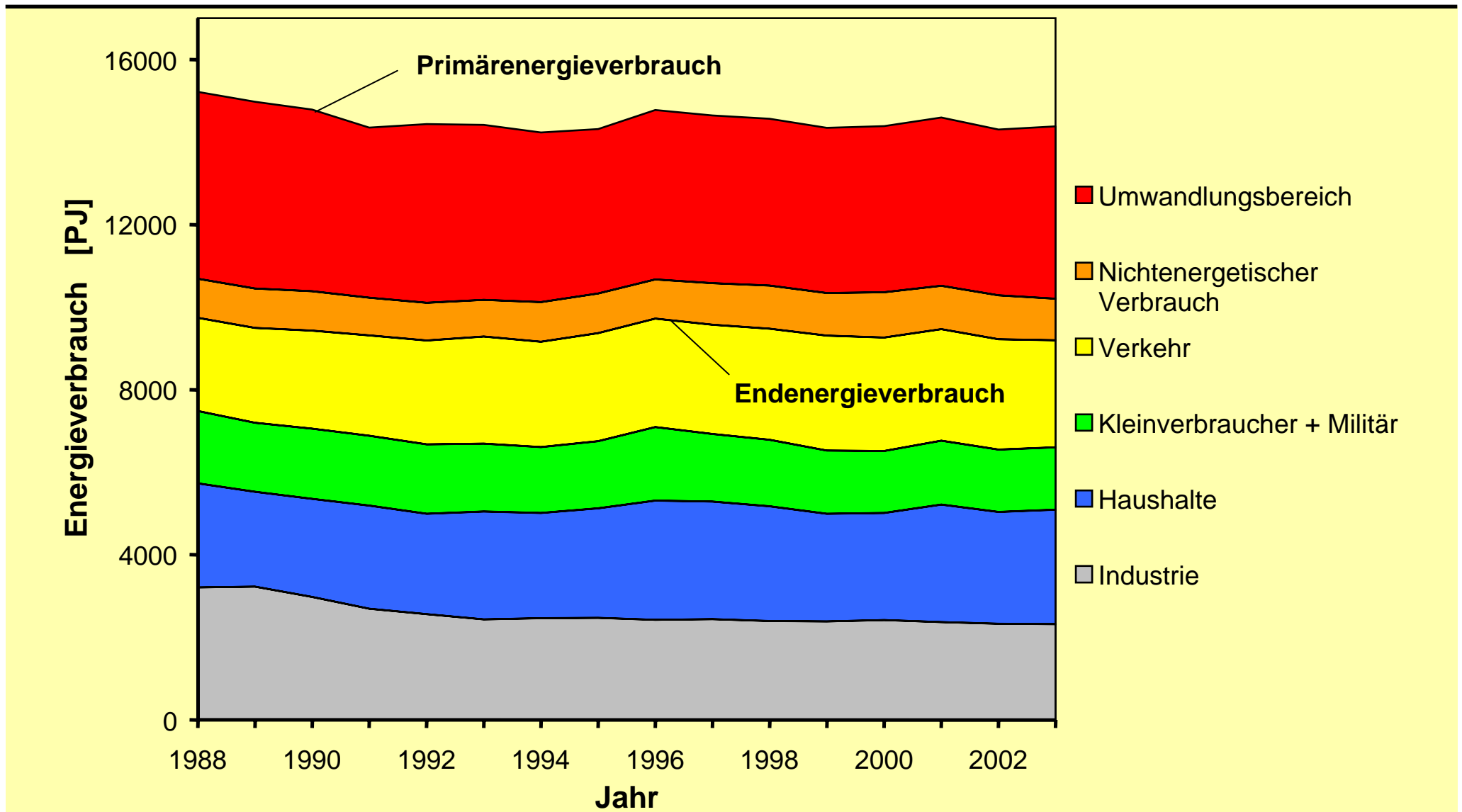
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik
TU München

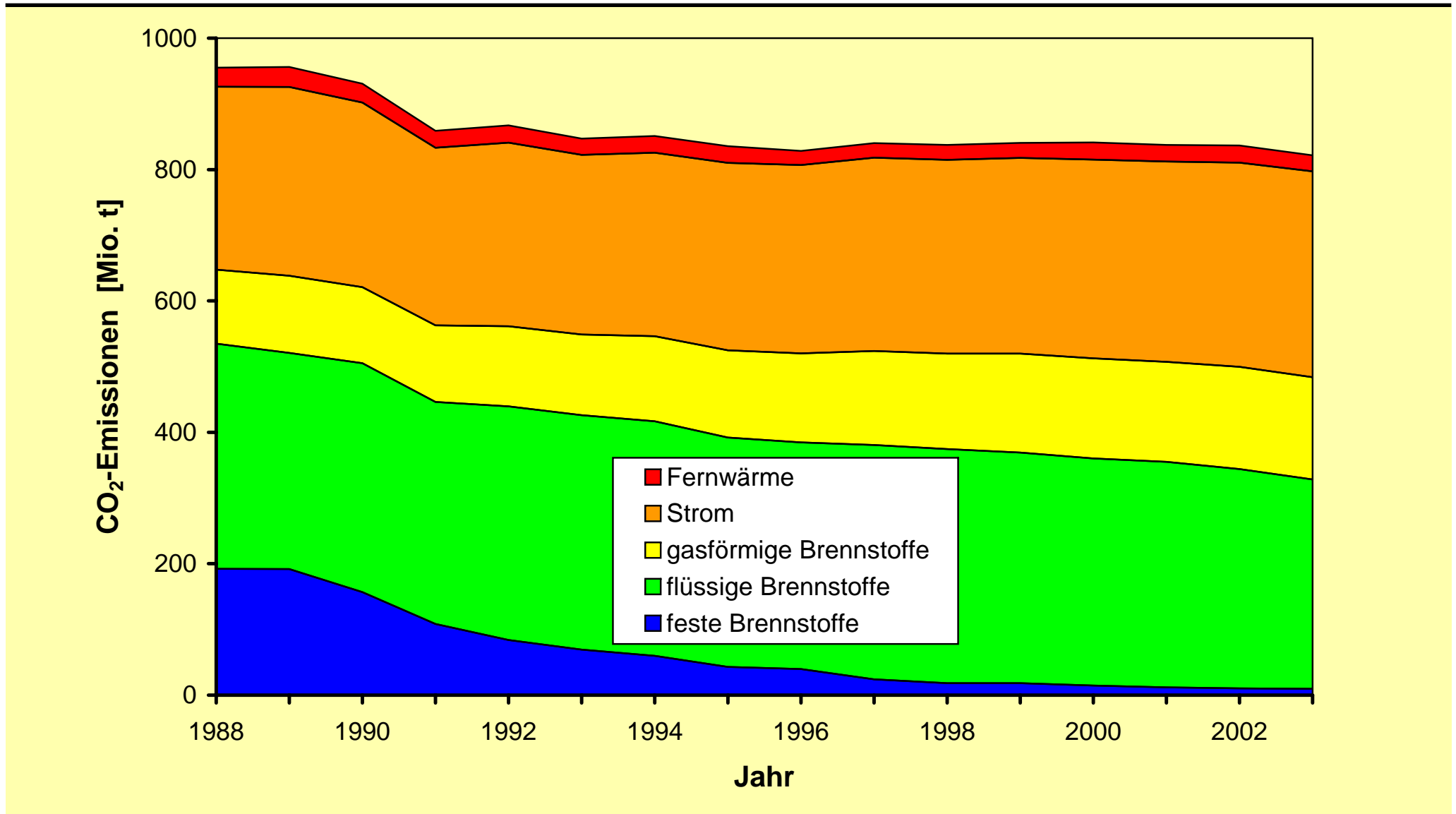
Inhalt:

- Verbrauchsstruktur heute und zukünftig
- Vermeidungskosten
- Beispiel 1 Stromerzeugung bis 2020
- Beispiel 2 Wärmeschutzmaßnahmen
- Fazit

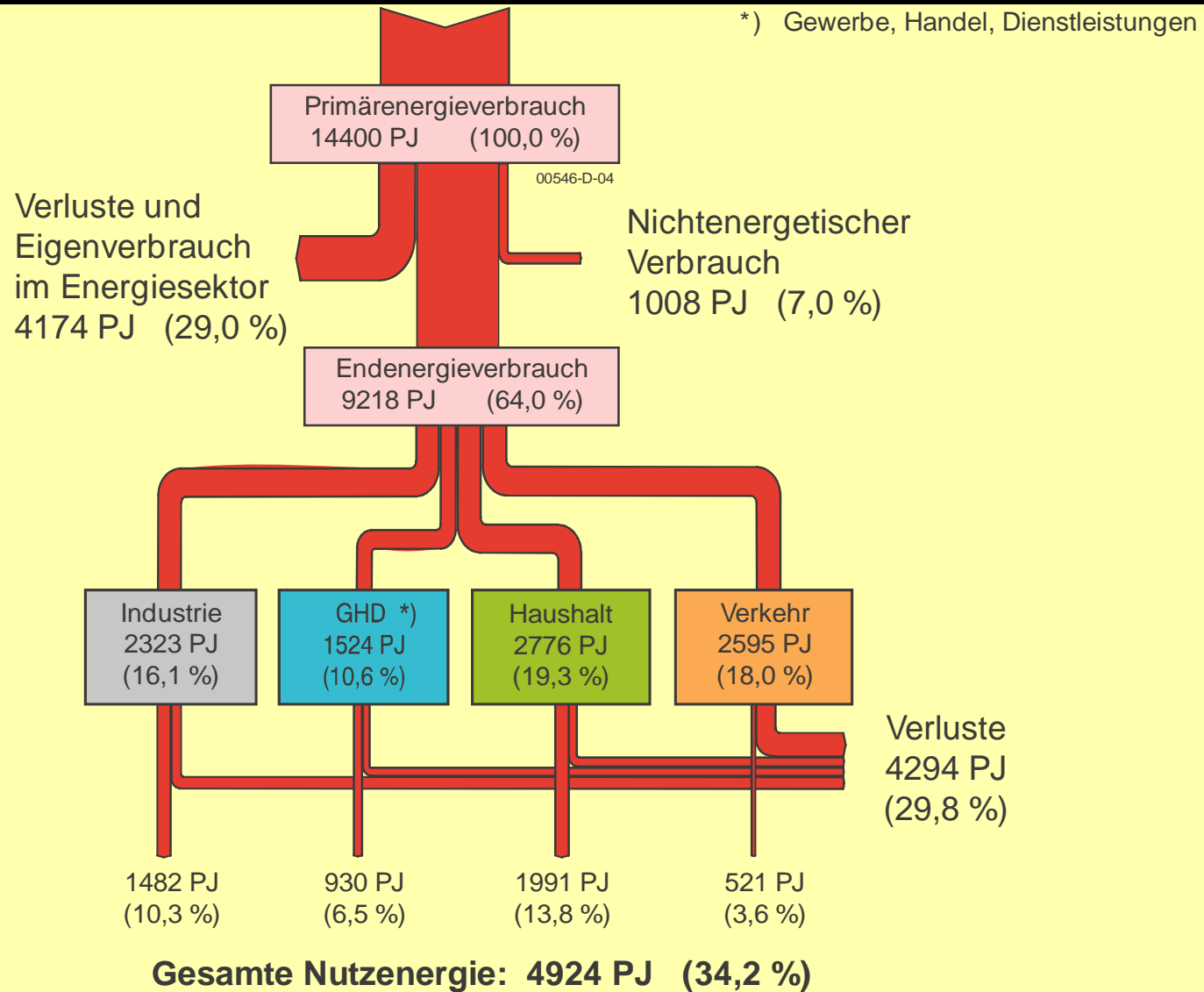
Zeitliche Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland



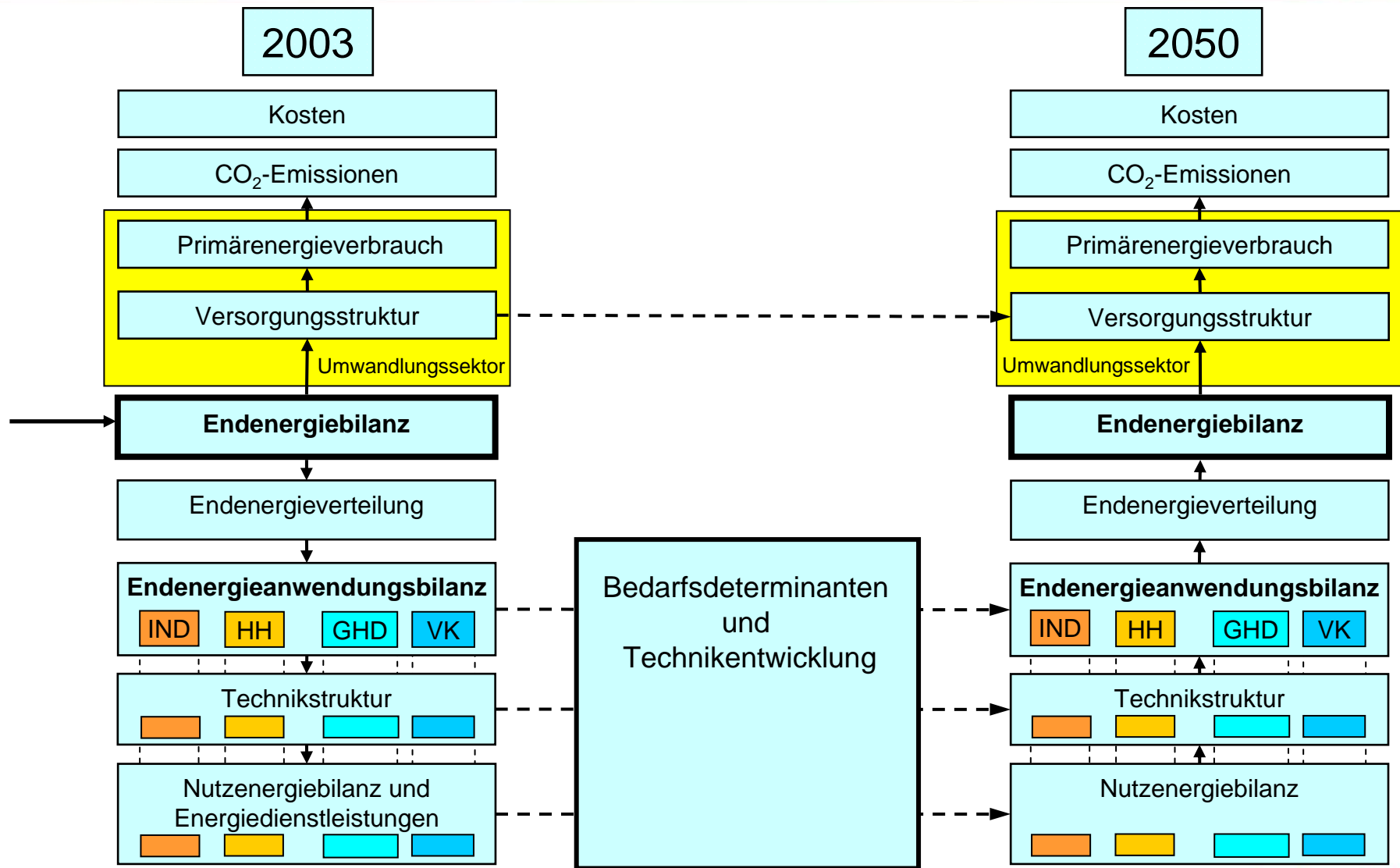
CO₂- Emissionen des temperaturbereinigten Energieverbrauchs



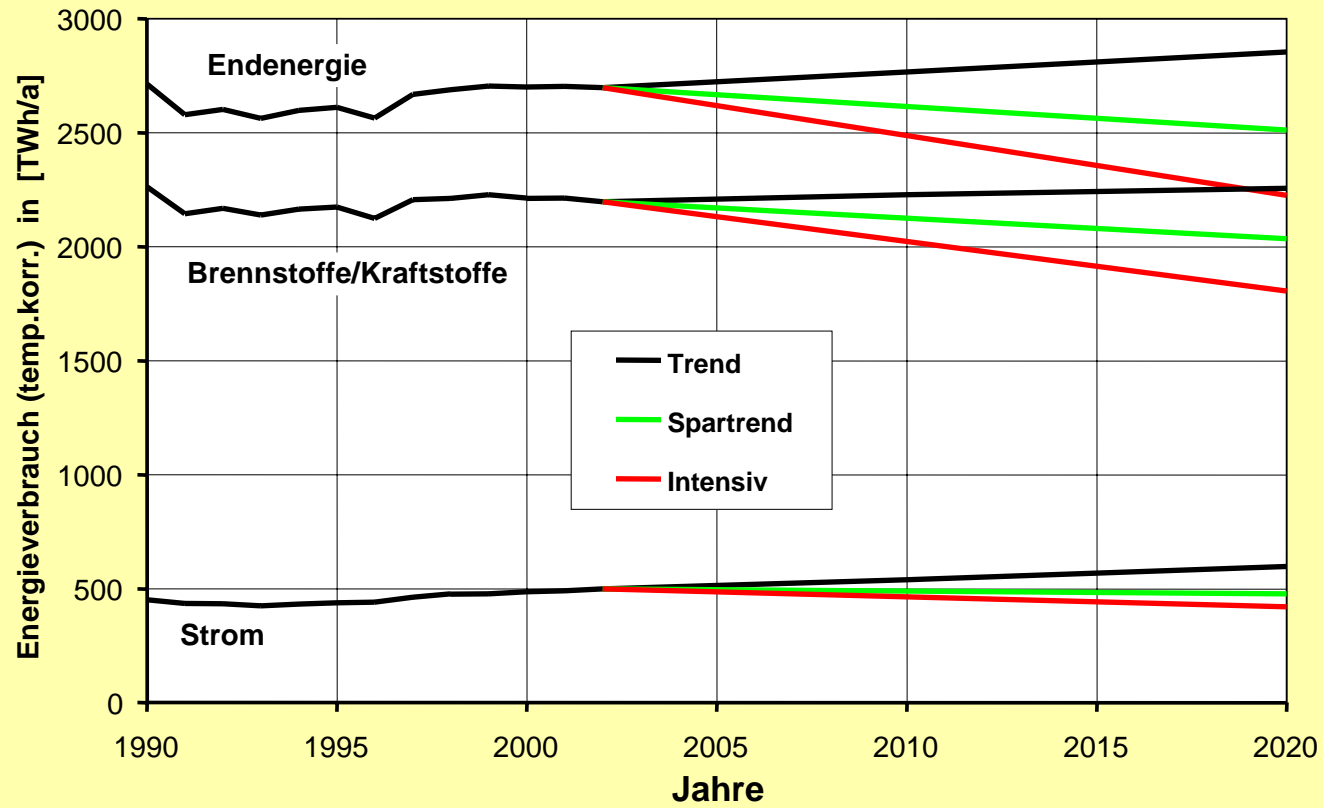
Energieflussbild Deutschland 2003



Über Bedarfsdeterminanten zum Energieeinsatz



Endenergie-, Brennstoff-/ Kraftstoff- und Stromverbrauch bis 2020



Statische Vermeidungskosten

$$k_{V,static} = \frac{k_M - k_{Ref}}{e_{Ref} - e_M} = \frac{\Delta k}{\Delta e_M}$$

$k_{V,static}$

REF:_{*i*}

k_{Ref}
 e_{Ref}
i

M:_{*j*}

k_M
 e_M
 Δe_M
j

Bedingung: $\Delta e_M > 0$

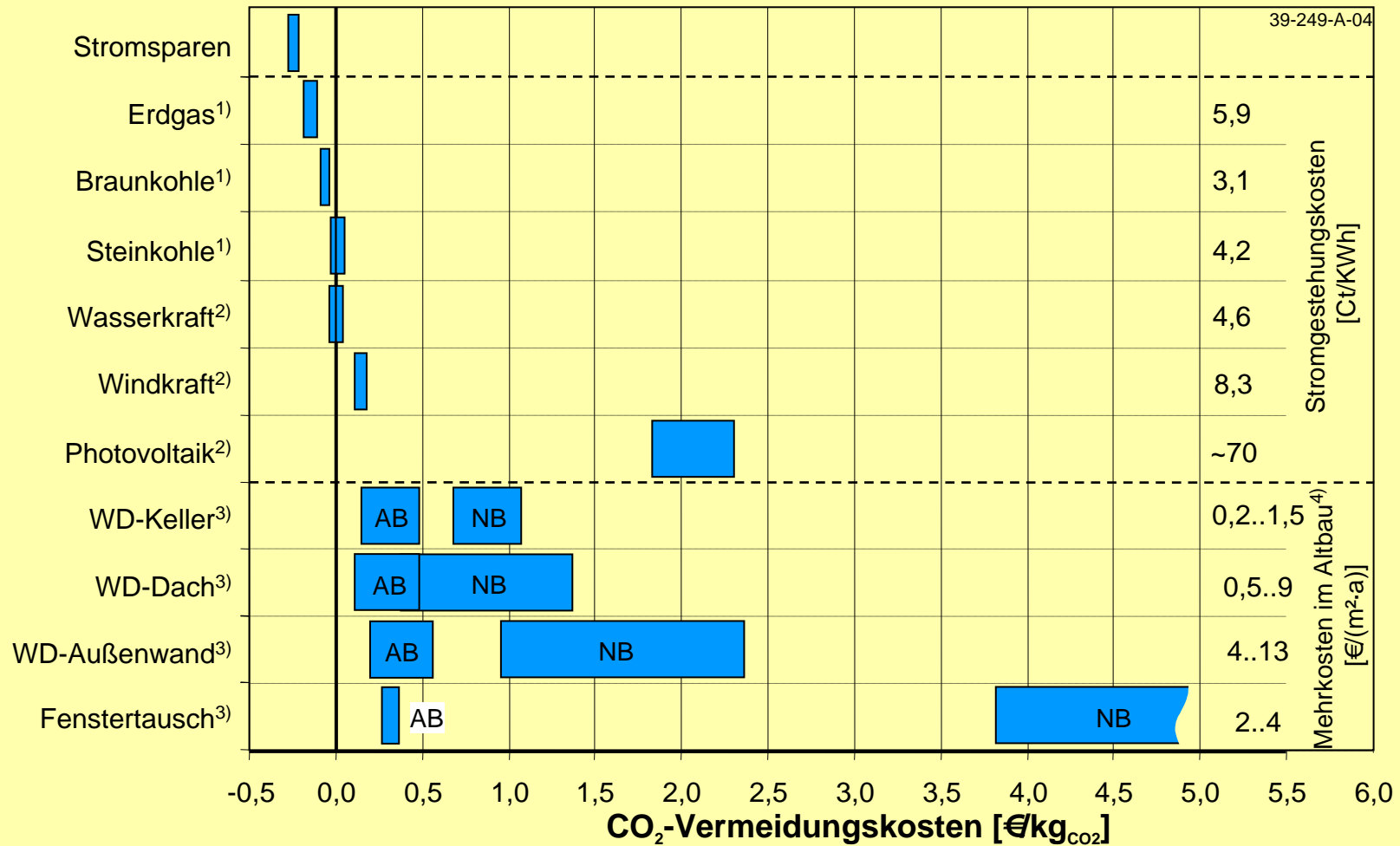
statische Vermeidungskosten einer Maßnahme in €/kg
spez. Kosten in €/kWh
spez. Emissionen in kg/kWh
Index der Referenz
spez. Kosten in €/kWh
spez. Emissionen in kg/kWh
spez. Vermeidung in kg/kWh
Index der Maßnahme
(Maßnahme führt zu einer Emissionsminderung)

z.B. anzuwenden bei Gebäudesanierung:

Gasbrennwertgerät oder Wärmepumpe
anstelle eines Ölkessels

Maßgebend: Welche Referenz wird angesetzt?

Jährliche Kosten verschiedener Sanierungsmaßnahmen

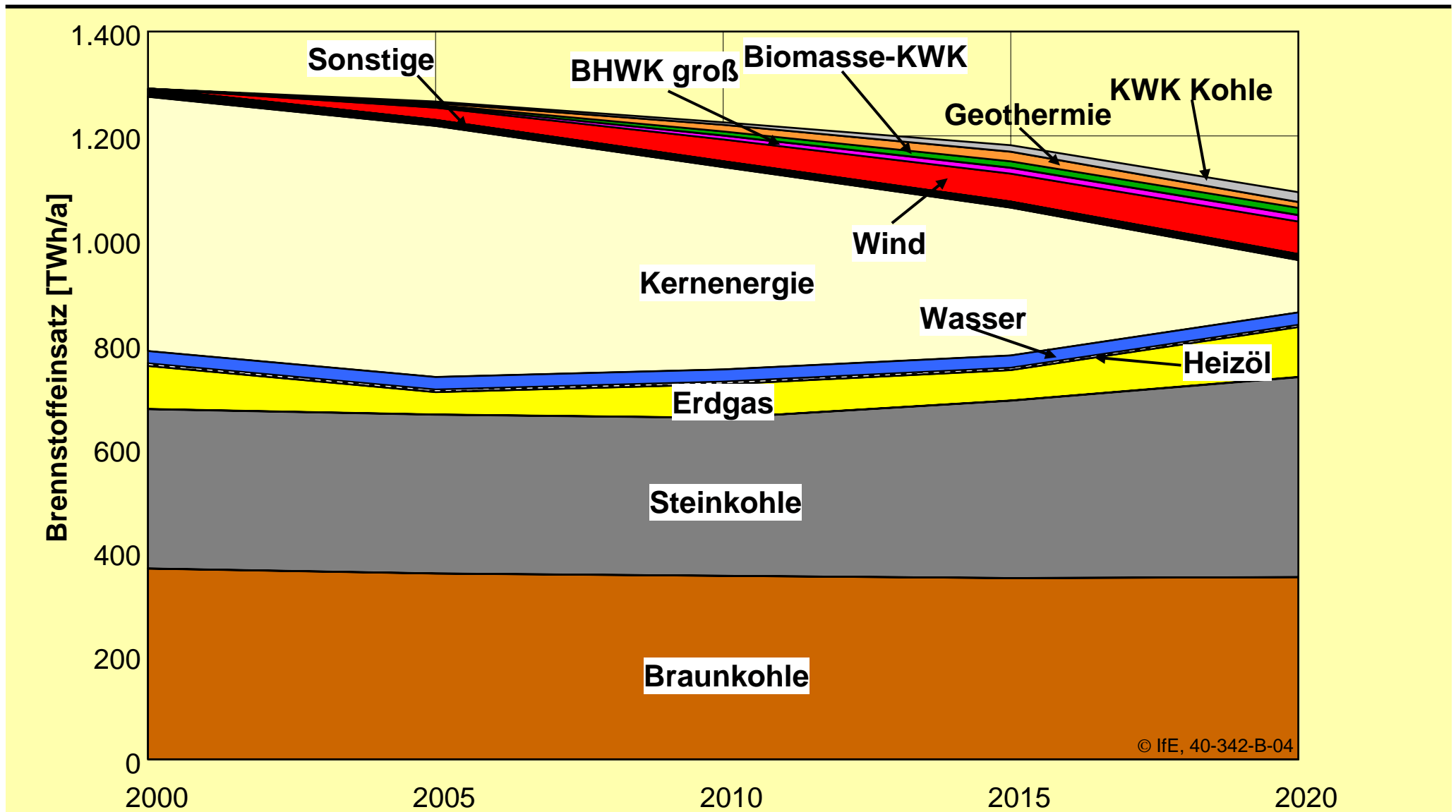


1) Ersatz von Altanlagen mit gleichem Brennstoff
 2) ohne Einspeisevergütung im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken Stand der Technik 2000

3) Berechnung aufgrund der Vollkosten
 4) Mehrkosten durch Sanierung im Altbau bezogen auf die Wohnfläche

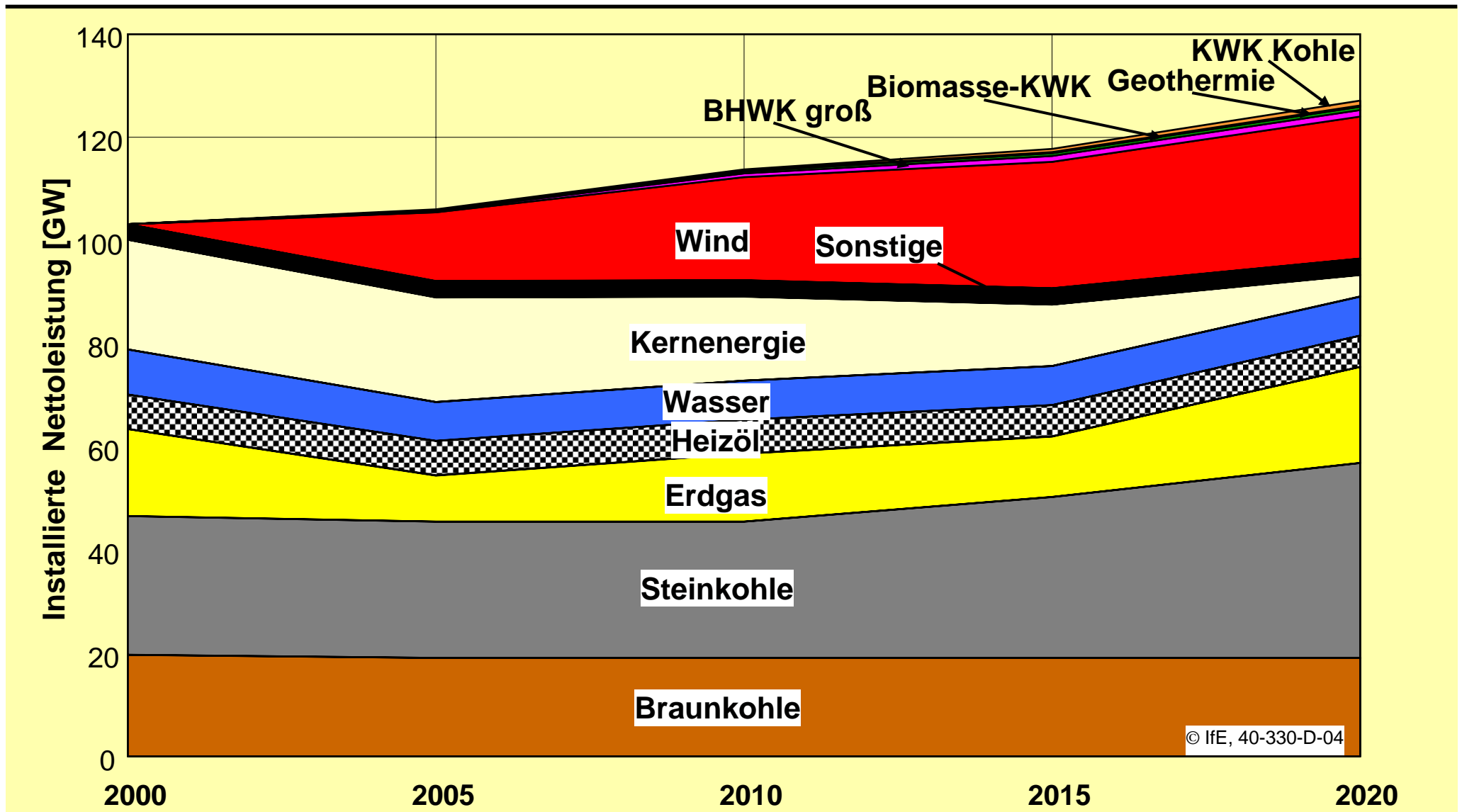
AB: Altbau bis 1978
 NB: Neubau ab 1991

Entwicklung des Brennstoffeinsatzes (Variante 1)



© IfE, 40-342-B-04

Entwicklung der installierten Nettogleistung (Variante 1)



Stromkosten

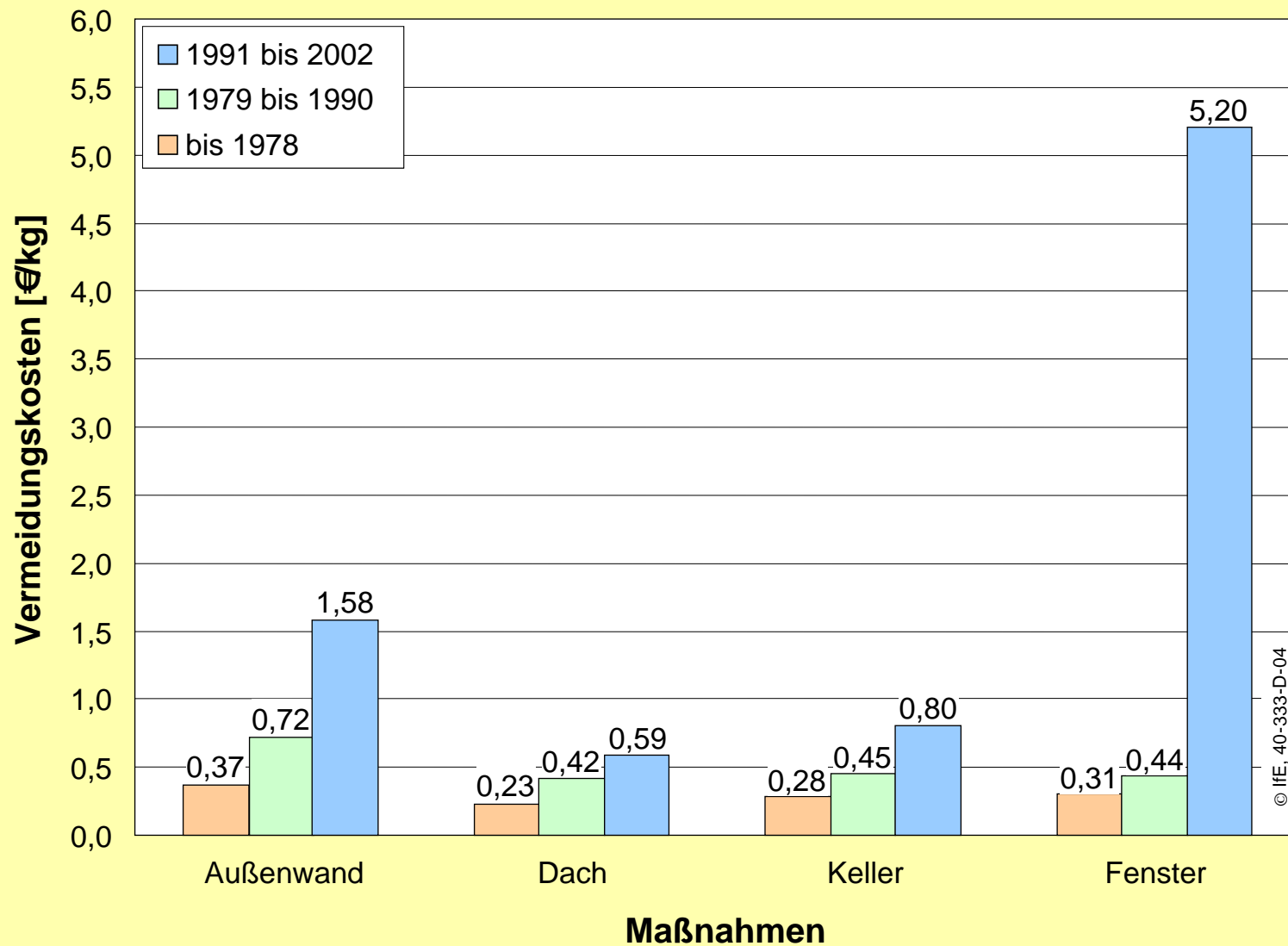
Strom aus Wind, Photovoltaik, BHKW, Geothermie und Biomasse

[Ct/kWh]	Stromgestehungs- kosten	Einspeise- vergütung	Ökonomischer Wert	Mehrbelastung der Stromkunden
PV	50 ... 70	45,7 ... 57,4	2,6	43 ... 55
Biomasse	7,6 7,8 ... 37	8,4 ... 17,5	2,8 ... 3,4	5 ... 14,7
Geothermie	5,6 13 ... 22	7,16 ... 15	2,8	4,36 ... 12,2
Wind	8,3	ca. 9	2	7
BHKW	9 ... 20	ca. 5 ... 8	3,4	1,6 ... 4,6

Situation im Industriesektor

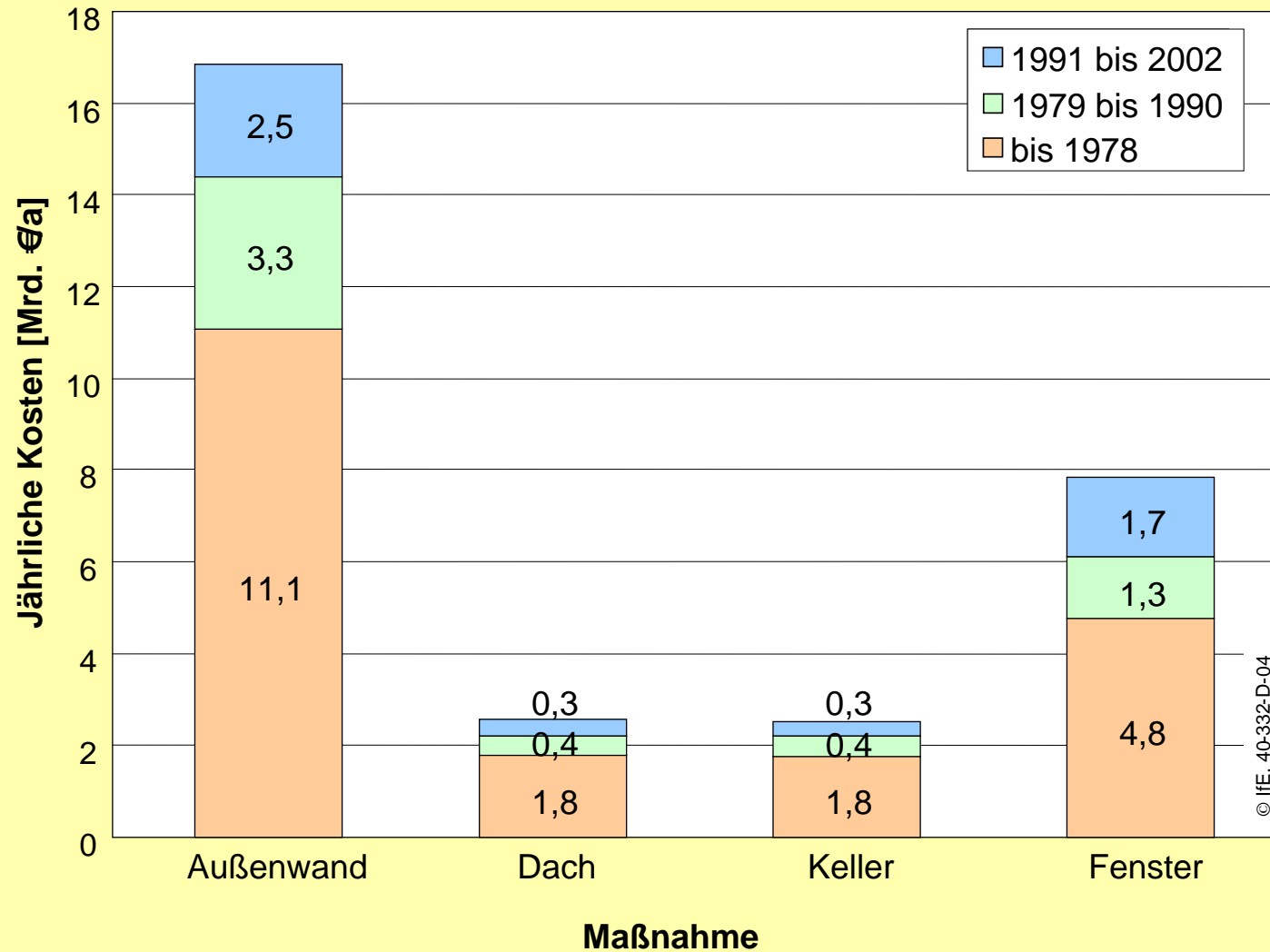
- Große Einzelemittenten, teilweise dem Umwandlungssektor zugeordnet
- Vielfältige, spezialisierte Verfahren und Techniken mit enger Verflechtung der Anlagen
- Hoher Kostendruck, kurzfristiger Planungshorizont
- Querschnittstechnologien in jedem Wirtschaftszweig vorhanden

Spezifische Vermeidungskosten von Sanierungsmaßnahmen



© IfE, 40-333-D-04

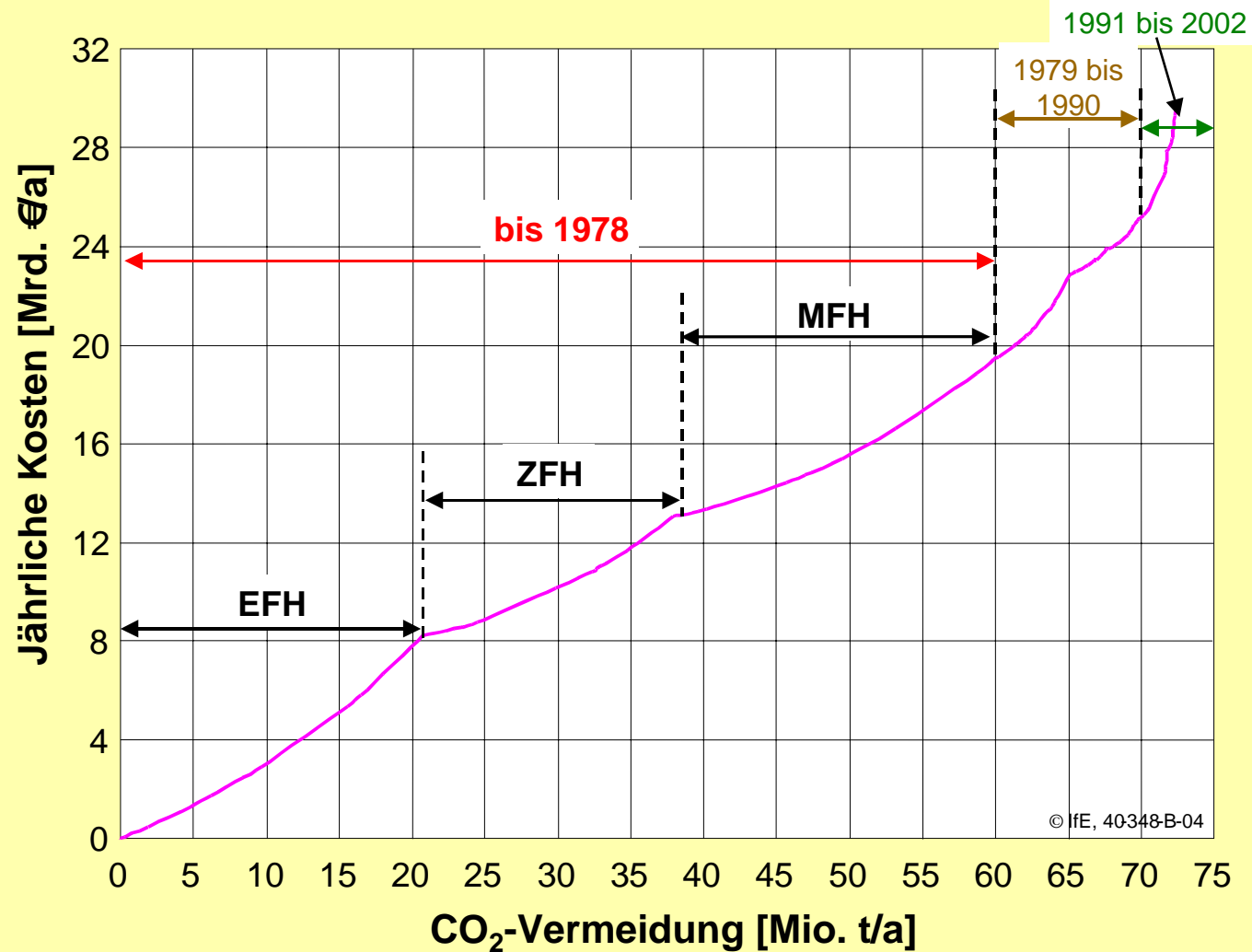
Jährliche Kosten verschiedener Sanierungsmaßnahmen



© IFE, 40-332-D-04

Kosten-Vermeidungskurve für CO₂

Geordnet nach Gebäudebaujahren und Gebäudearten



Prämissen:

- Maßnahmen mit hohem Potenzial
- Bevorzugt Querschnittstechniken
- Priorisierung anhand der Vermeidungskosten

Wichtigste Handlungsfelder:

- Raumheizung
- Stromerzeugung
- Verkehr

Kosten und Emissionen verschiedener Stromerzeugungsanlagen

Kraftwerkstyp		Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Wasser	Wind	Kraftw.-Mix	
Referenzkraftwerk		Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Kraftwerks-Mix		Kraftw.-Mix	
2000 Ist	Erzeugung	GWh/a	134.360	115.323	36.249	24.000	478.176	
	spez. Gestehungskosten	€/kWh _{el}	0,024	0,034	0,049	0,043	0,103	0,031
	spez. CO ₂ -Emissionen	kg _{CO2} /kWh _{el}	1,057	0,973	0,530	0,035	0,027	0,592
2020 Var 1	Erzeugung	GWh/a	130.085	162.315	45.649	24.000	63.000	478.176
	spez. Gestehungskosten	€/kWh _{el}	0,021	0,031	0,045	0,043	0,070	0,036
	spez. CO ₂ -Emissionen	kg _{CO2} /kWh _{el}	1,042	0,868	0,491	0,035	0,026	0,663
2020 Var 2	Erzeugung	GWh/a	153.067	131.546	53.437	24.000	63.000	478.176
	spez. Gestehungskosten	€/kWh _{el}	0,034	0,040	0,049	0,043	0,070	0,043
	spez. CO ₂ -Emissionen	kg _{CO2} /kWh _{el}	0,928	0,849	0,405	0,035	0,026	0,614

Situation in GHD und HH

– Mechanische Energie:

- wird im Haushaltssektor praktisch nur durch elektrische Energie bereit gestellt, im Sektor GHD auch durch Kraftstoffe
- Bedarfsreduktion durch effizientere Technik und Verzicht auf Energiedienstleistungen möglich

– Beleuchtung:

- Bedarfsreduktion durch optimierte Architektur
- Effizienz der Beleuchtungssysteme (Leuchtmittelwechsel, Sensoren, etc.)

– Information und Kommunikation:

- Bedarfsreduktion nicht möglich (Zunahme)
- Effizienzsteigerungspotential der Systeme vorhanden