



# **Ergebnisse des IKARUS-Projekts hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Minderungen in Deutschland**

P.Markewitz, D. Martinsen, J. Fr. Hake

28./29.April 2005

Frühjahrssitzung des DPG-Arbeitskreises ENERGIE

Bad Honnef

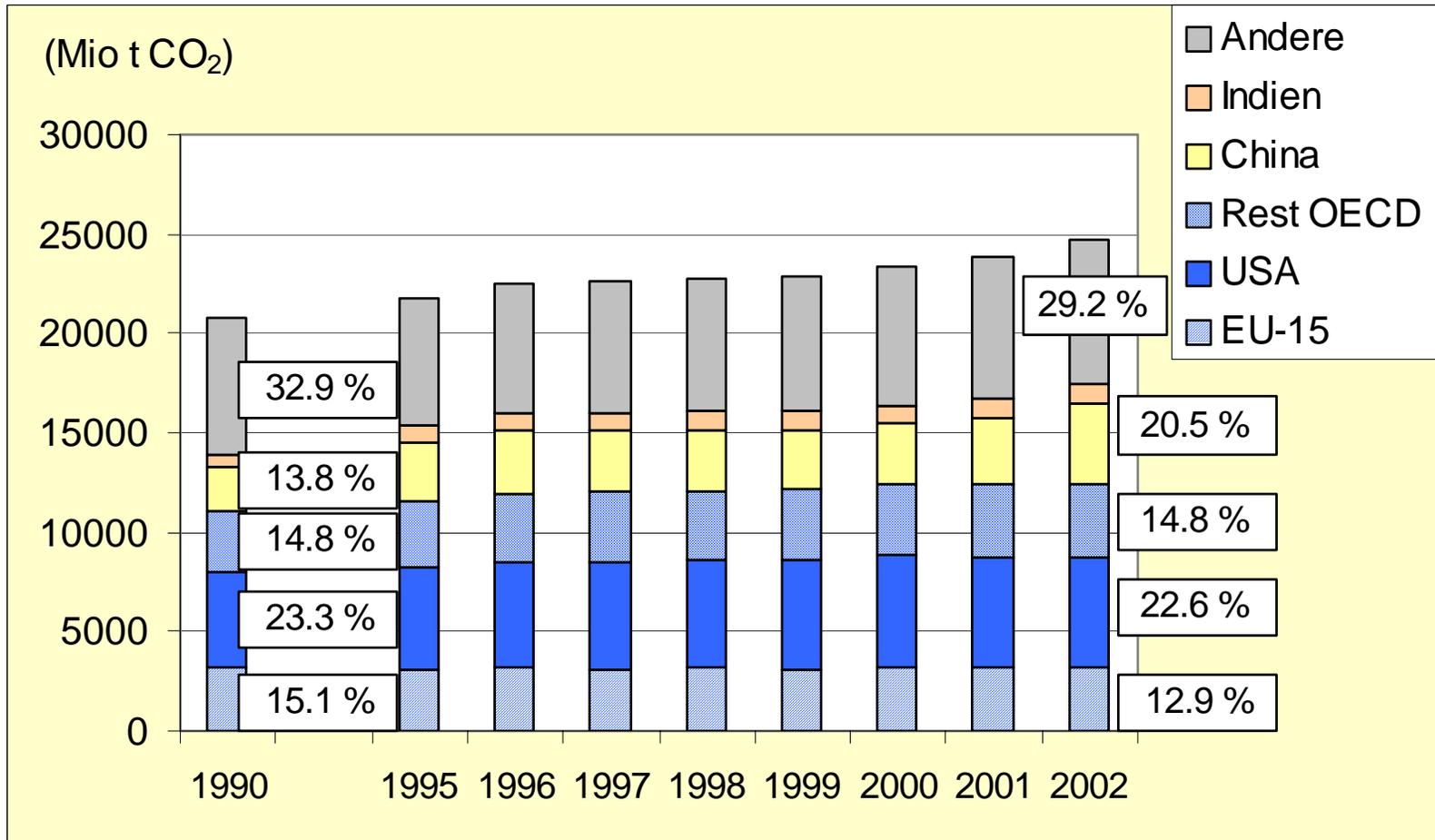


## Gliederung

- **CO<sub>2</sub>-Emissionen – Stand und Ziele**
- **Das IKARUS-Projekt**
- **Ausgewählte Ergebnisse und Wertung**
- **Resümee**

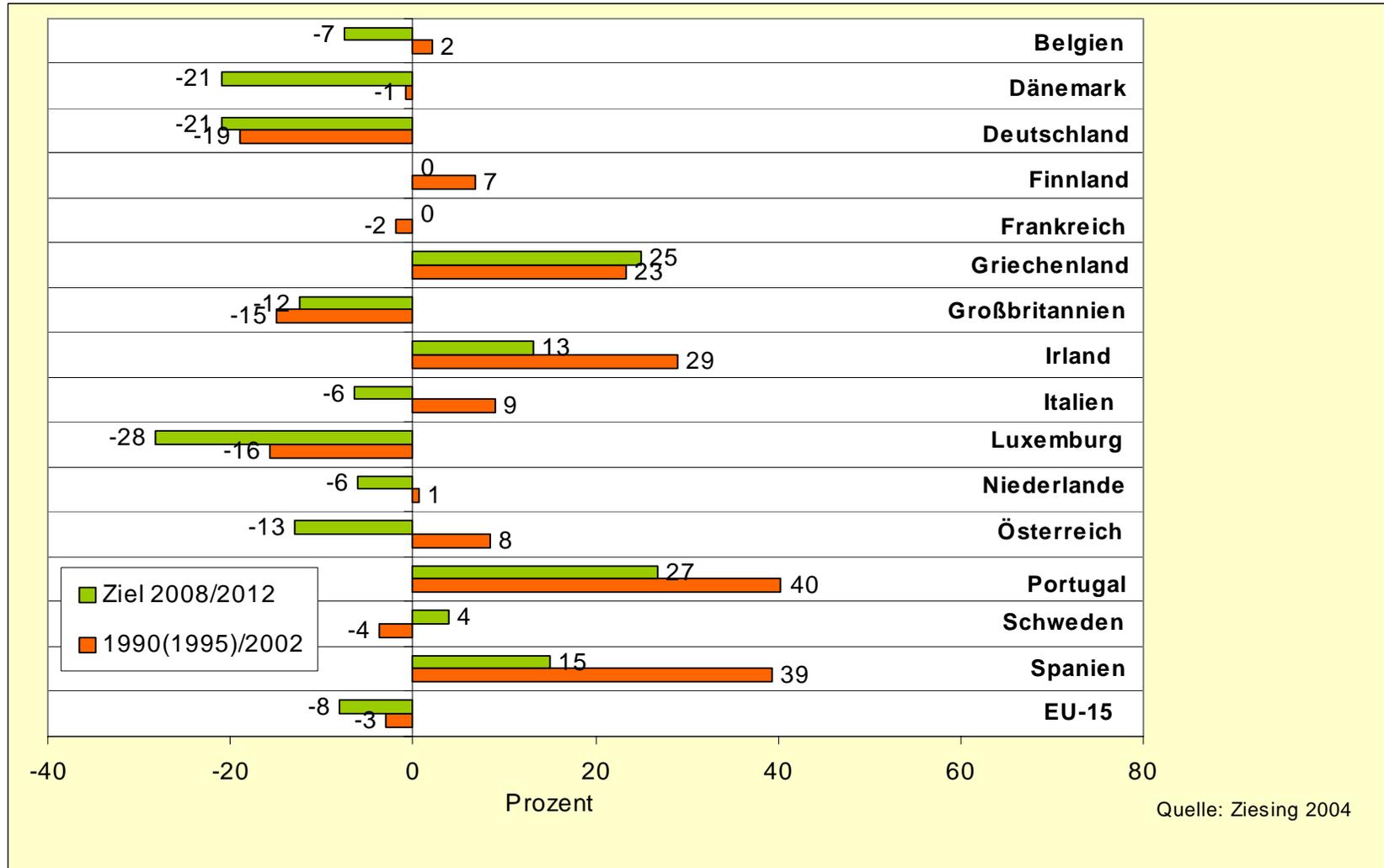


Weltweite CO<sub>2</sub>-Emissionen



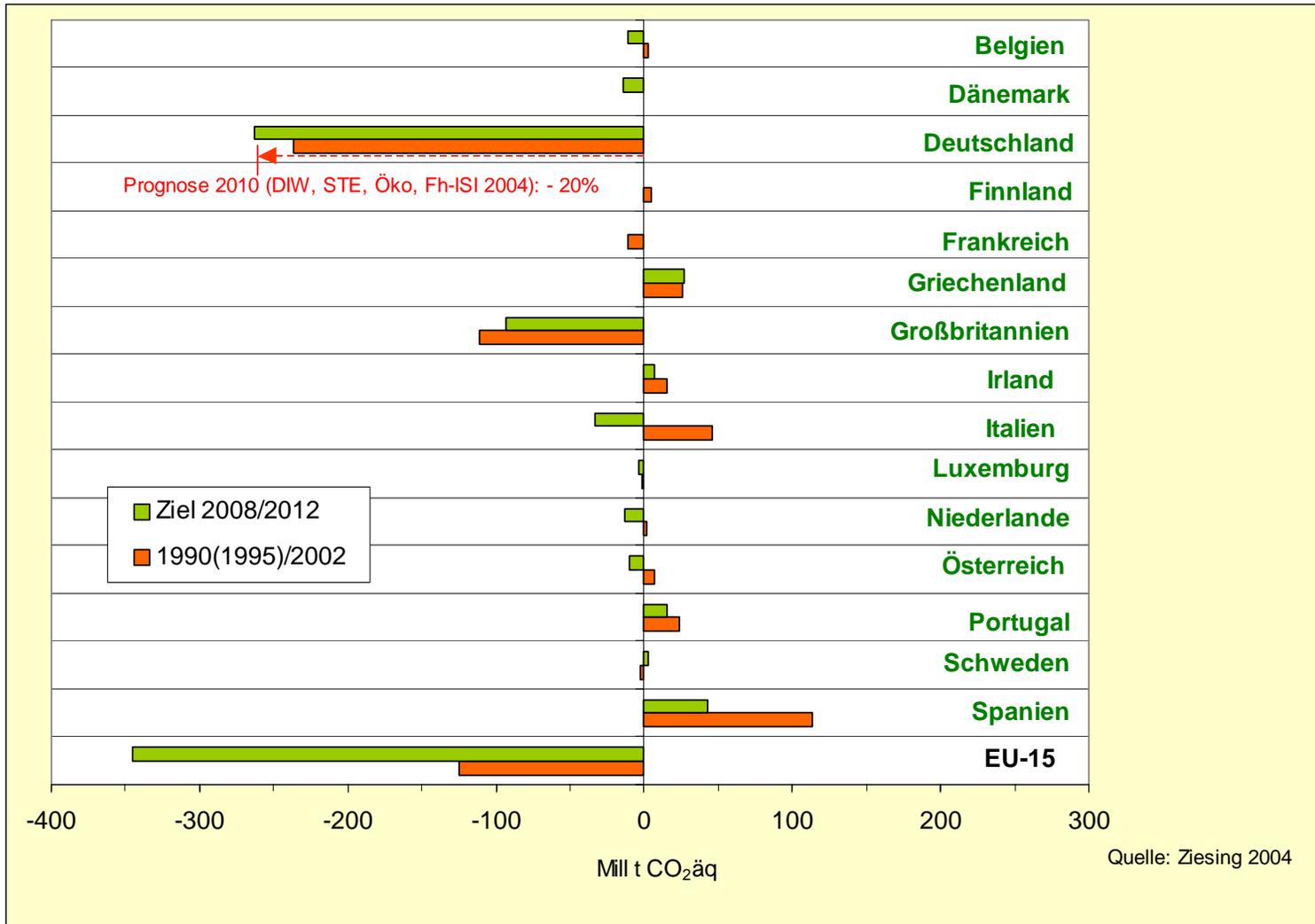


**Treibhausgasemissionen in der EU: Status quo und Ziele (in Prozent)**



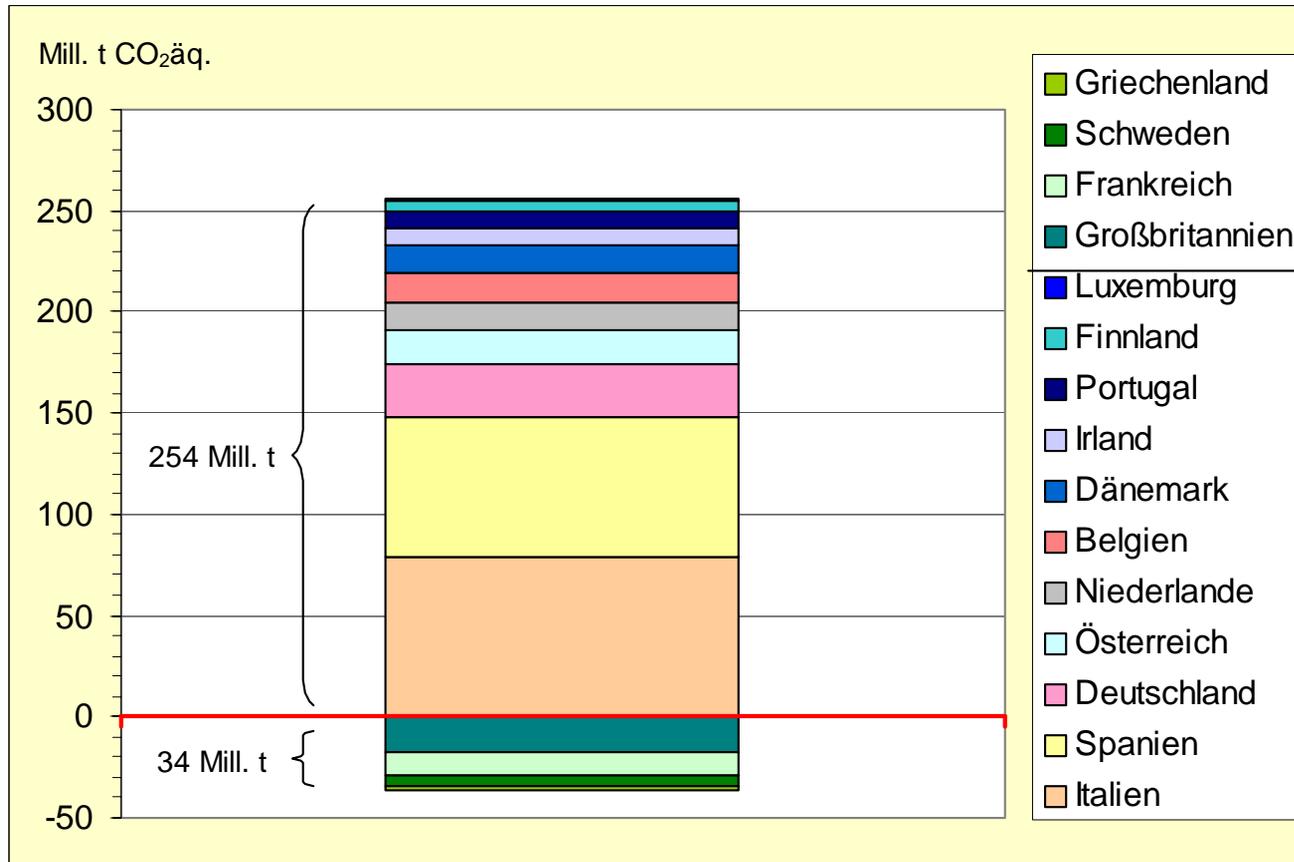


**Treibhausgasemissionen in der EU: Status quo und Ziele (in Mio t CO<sub>2äq</sub>)**





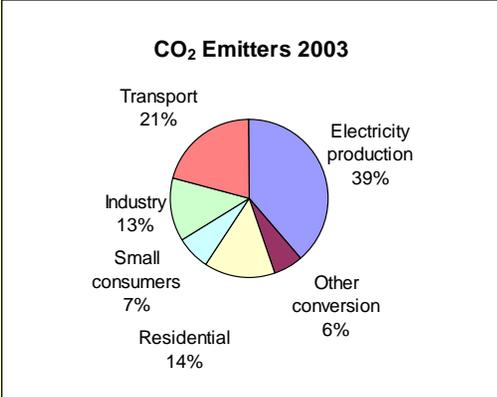
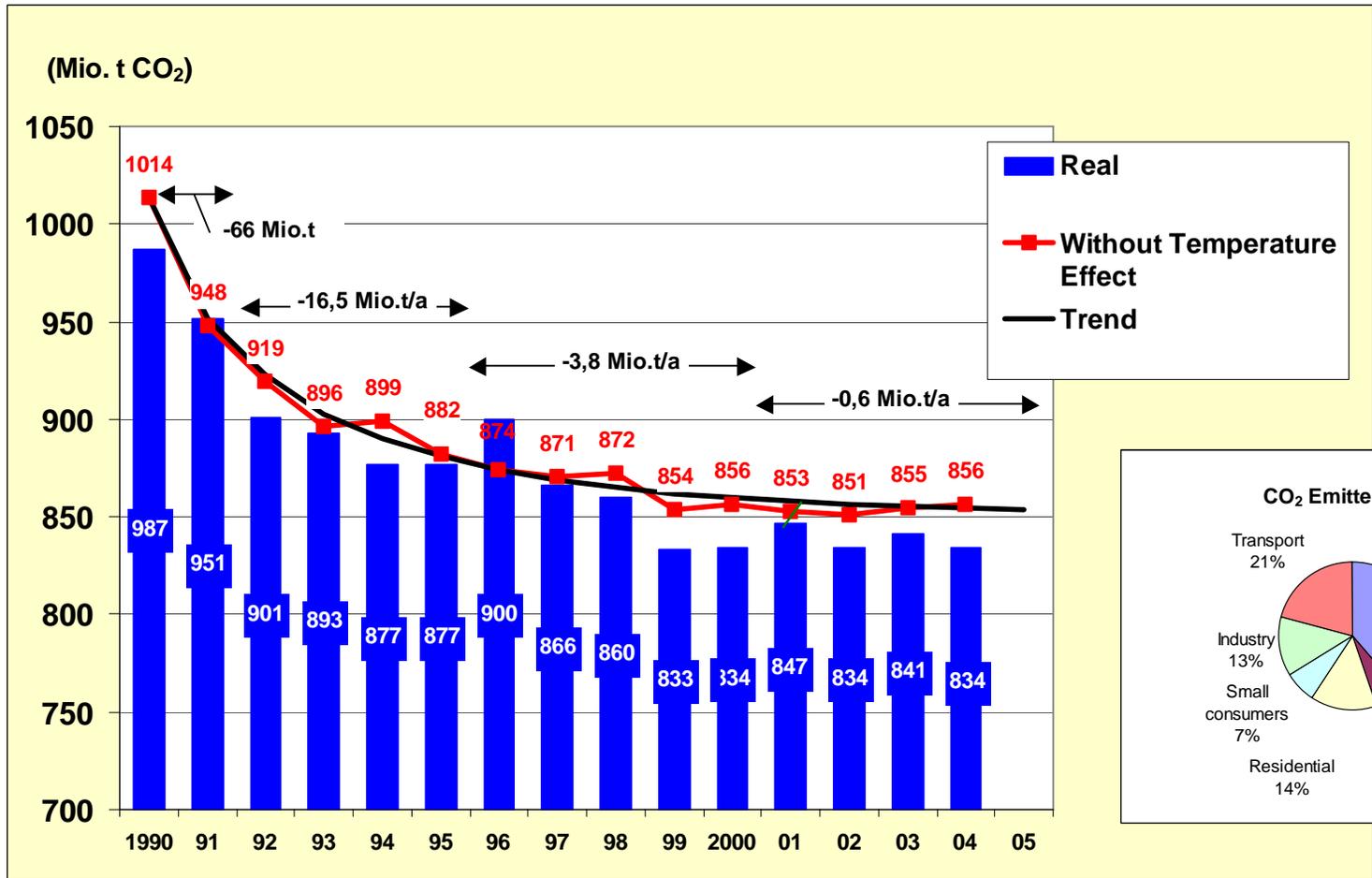
**Verbleibende Reduktionsverpflichtungen und Zielerfüllung bis 2008/2012**



Zum Vergleich: Weltweite Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen 2002/2003: 935 Mio. t (davon China ca. 50%)



# Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland

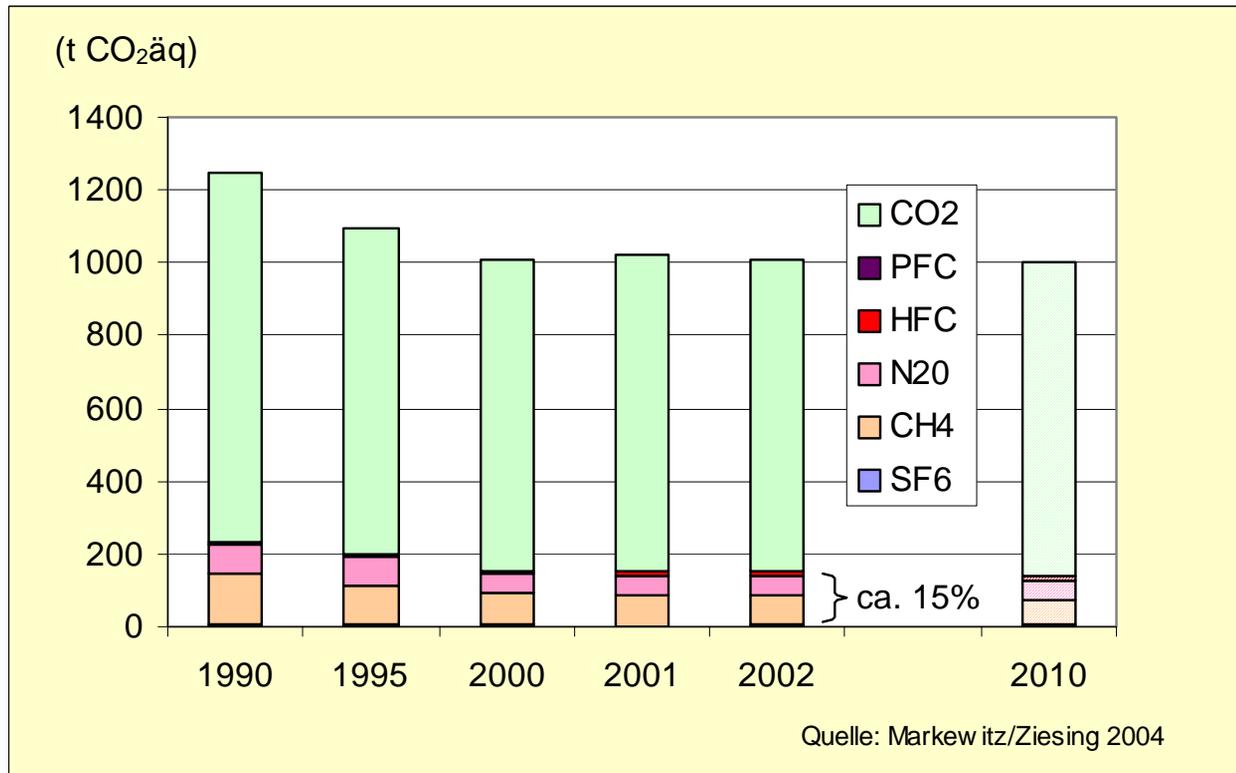


Anteil an den EU-15 Emissionen: 25%

Anteil an den weltweiten Emissionen: 3,2%



## Treibhausgasemissionen in Deutschland



Verursacher der wichtigsten Nicht CO<sub>2</sub>-Emissionen:

N<sub>2</sub>O: Adipinherstellung, Landwirtschaft, Verkehr etc.

CH<sub>4</sub>: Bergbau, Landwirtschaft, Deponien etc.

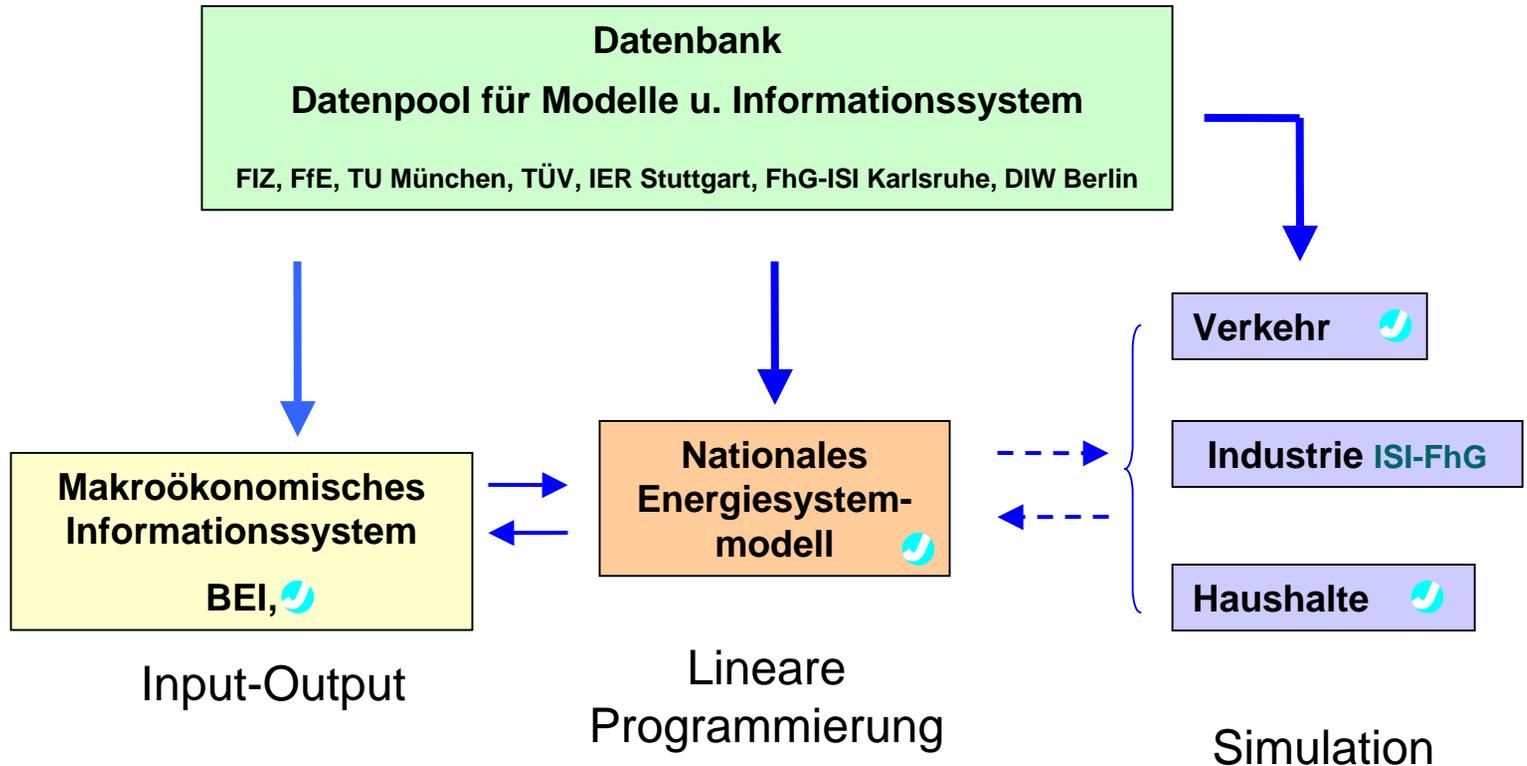


## Zwischenfazit

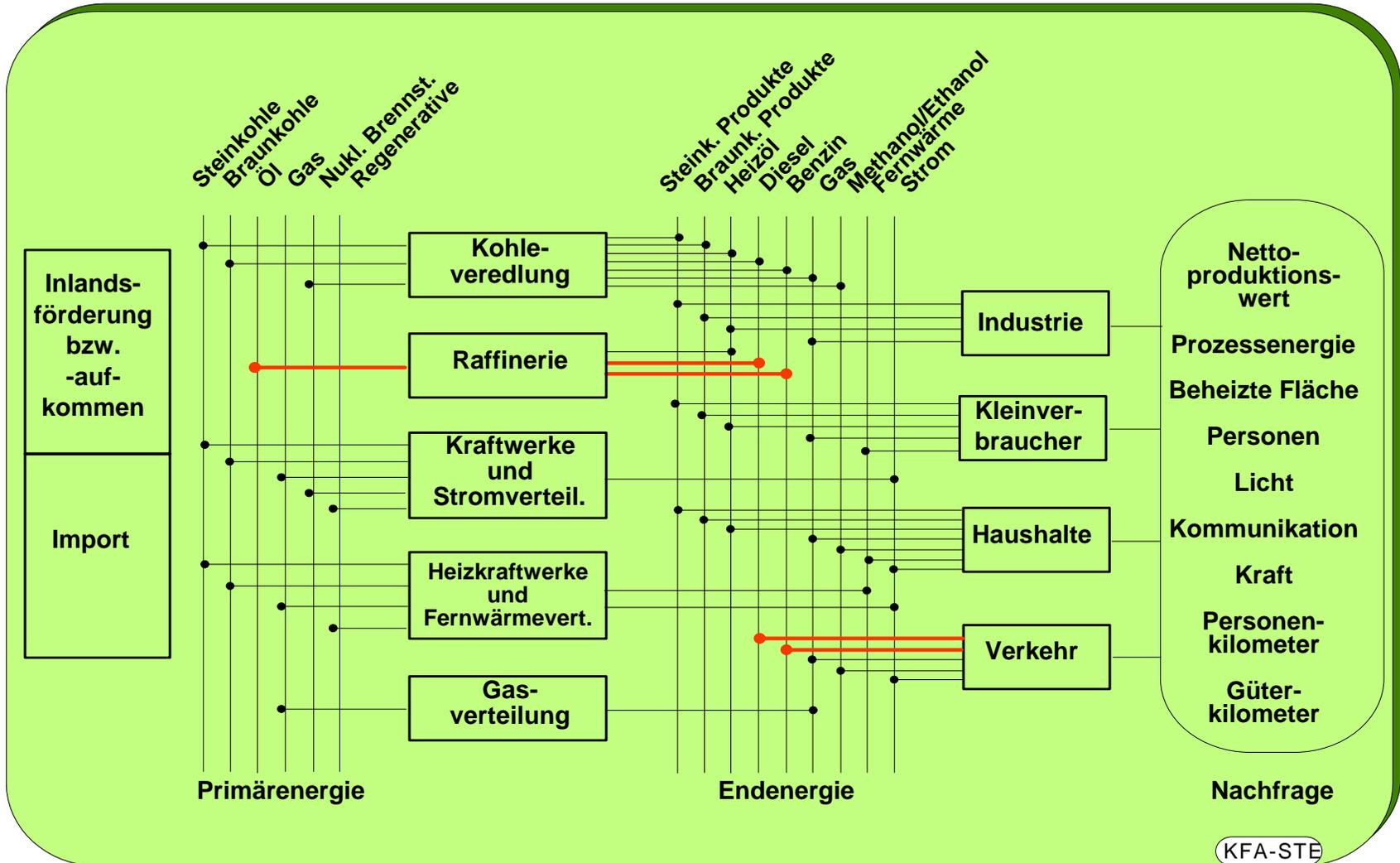
- **Weltweit:** Starke Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen (China !)
- **EU:** Viele Mitgliedsländer sind derzeit von den Reduktionszielen weit entfernt
- **National:**
  - EU-Ziel (21% gegenüber 1990, Treibhausgase) wird wahrscheinlich erreicht
  - 25%-CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel (bis 2005) der Bundesregierung wird verfehlt



Das IKARUS-Projekt (Laufzeit: 1990 – 2003)

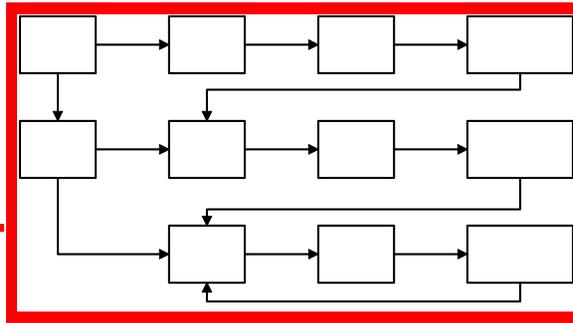


Projektziele: - Erarbeitung von flexiblen u. nutzerfreundlichen Modellen zur Entwicklung von Klimagas-minderungsstrategien  
- Datenbasis mit technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Daten zum deutschen Energiesystem (Akzeptanz !)

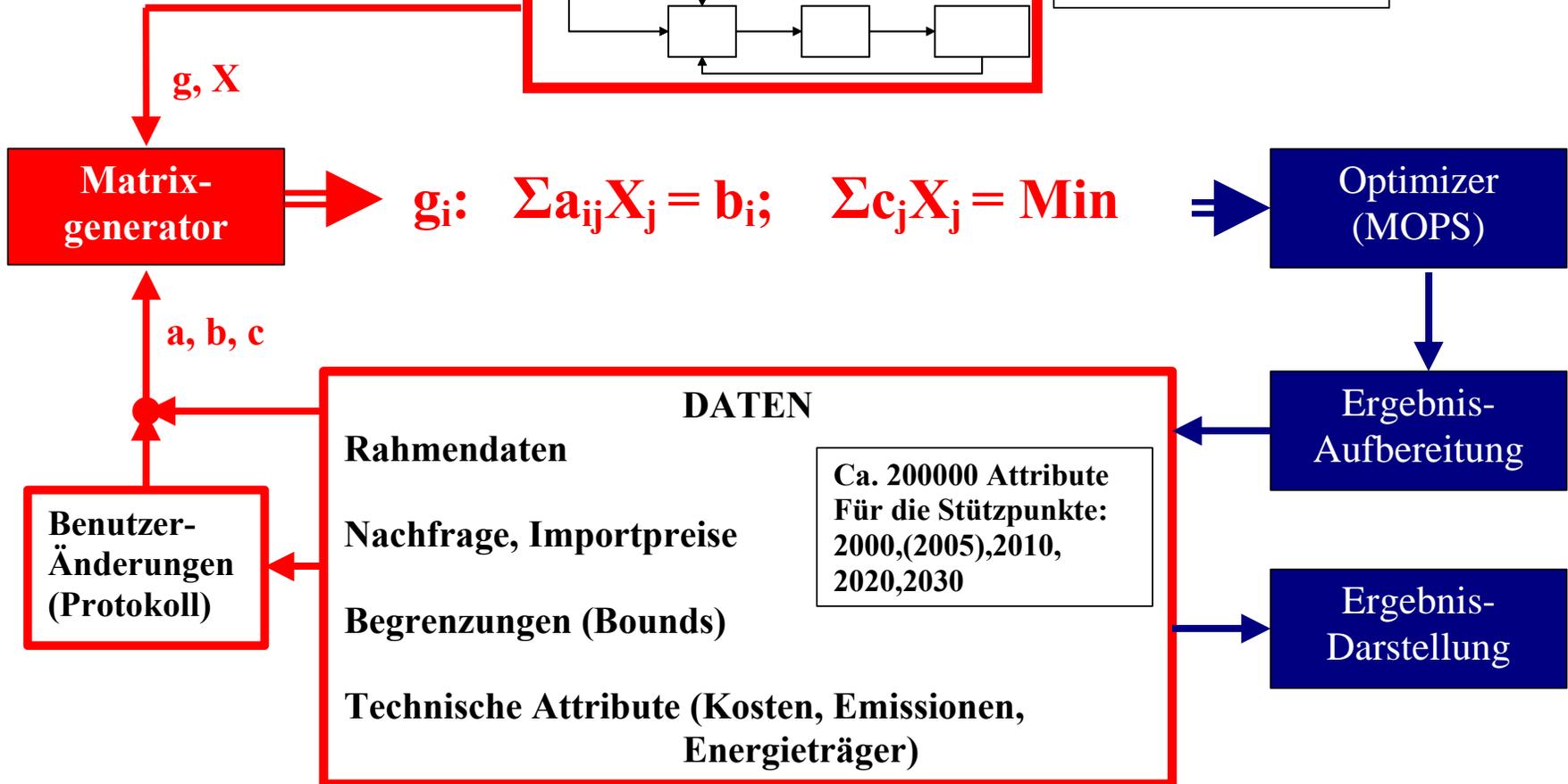




### STRUKTUR



Ca. 3000 Variable  
Ca. 2000 Gleichungen





## 1. Szenario-Daten:

- Rahmendaten (Bevölkerungswachstum etc.)
- Energiepreise
- Begrenzungen
- Techniken und Technikdaten



## Wichtige Rahmendaten

	Einheit	Jeweilige Werte				Veränderungen in %/a		
		2000	2010	2020	2030	2000/10	2010/20	2020/30
<b>Bevölkerung</b>	<b>Mio.</b>	<b>81,99</b>	<b>81,50</b>	<b>80,34</b>	<b>77,98</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,30</b>
Zahl der Haushalte	Mio.	37,5	38,5	38,80	38,10	0,26	0,08	-0,18
Personen je Haushalt	Anzahl	2,19	2,12	2,07	2,05	-0,32	-0,22	-0,12
Wohnungen	Mio.	36,82	39,64	41,60	43,08	0,74	0,48	0,35
Wohnungen je 1000 Haushalte	Anzahl	982	1030	1072	1131	0,48	0,41	0,53
<b>Wohnungsfläche</b>	<b>Mio. m<sup>2</sup></b>	<b>3116,5</b>	<b>3408,6</b>	<b>3637,1</b>	<b>3838,6</b>	<b>0,90</b>	<b>0,65</b>	<b>0,54</b>
Wohnungsfläche je Einw.	m <sup>2</sup>	38,0	41,8	45,3	49,2	0,96	0,80	0,84
Wohnungsgröße EFH	m <sup>2</sup>	105,95	108,31	110,62	113,43	0,22	0,21	0,25
Wohnungsgröße MFH	m <sup>2</sup>	65,94	66,45	66,88	67,35	0,08	0,06	0,07
<b>Erwerbspersonen</b>	<b>Mio.</b>	<b>37,54</b>	<b>37,34</b>	<b>37</b>	<b>34,92</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,58</b>
<b>Bruttoinlandsprodukt (BIP)</b>	<b>Mrd. € (95)</b>	<b>1963,8</b>	<b>2366,7</b>	<b>2797,5</b>	<b>3189,6</b>	<b>1,88</b>	<b>1,69</b>	<b>1,32</b>
BIP je Einwohner	€	23951	29039	34821	40903	1,94	1,83	1,62



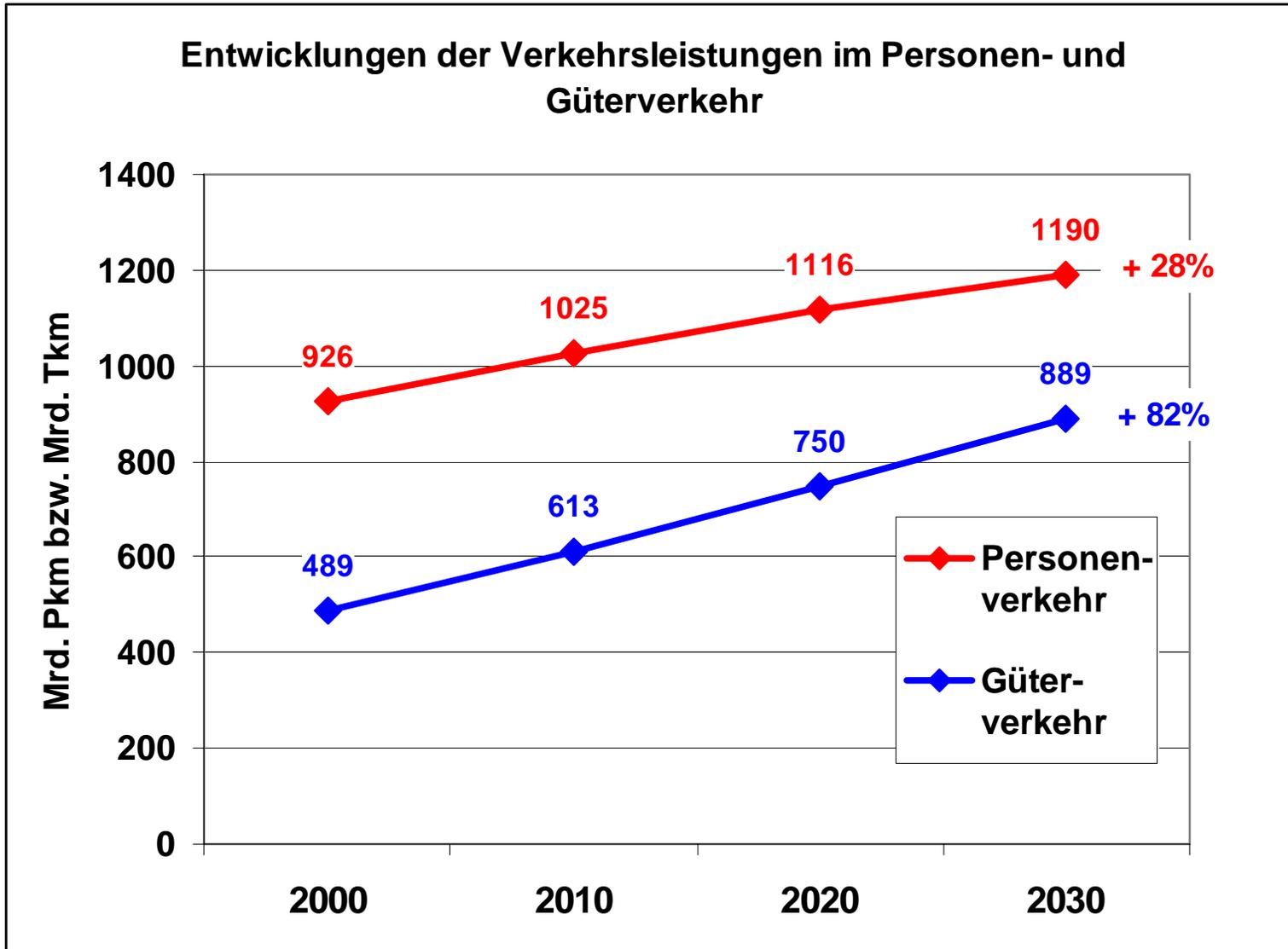
Entwicklung von energieintensiven Produkten

Produkt	Produkte (Mill. t)				Veränderungen in %/a		
	2000	2010	2020	2030	2000/10	2010/20	2020/30
Zement	36,05	35,05	34,55	33,53	-0,28	-0,14	-0,30
Kalk	7,26	6,90	6,50	6,00	-0,51	-0,60	-0,80
Ziegel	17,00	16,90	16,00	15,60	-0,06	-0,55	-0,25
Glas	6,61	6,78	6,90	6,95	0,26	0,18	0,07
Zucker	4,30	4,50	4,58	4,45	0,45	0,18	-0,30
Walzstahl	38,97	36,10	35,90	34,80	-0,76	-0,06	-0,31
Rohstahl	30,85	26,23	23,25	20,46	-1,61	-1,20	-1,27
Elektrostahl	13,32	14,69	17,03	18,60	0,98	1,49	0,88
Hüttenaluminium	0,64	0,65	0,20	0,00	0,09	-11,12	-100,00



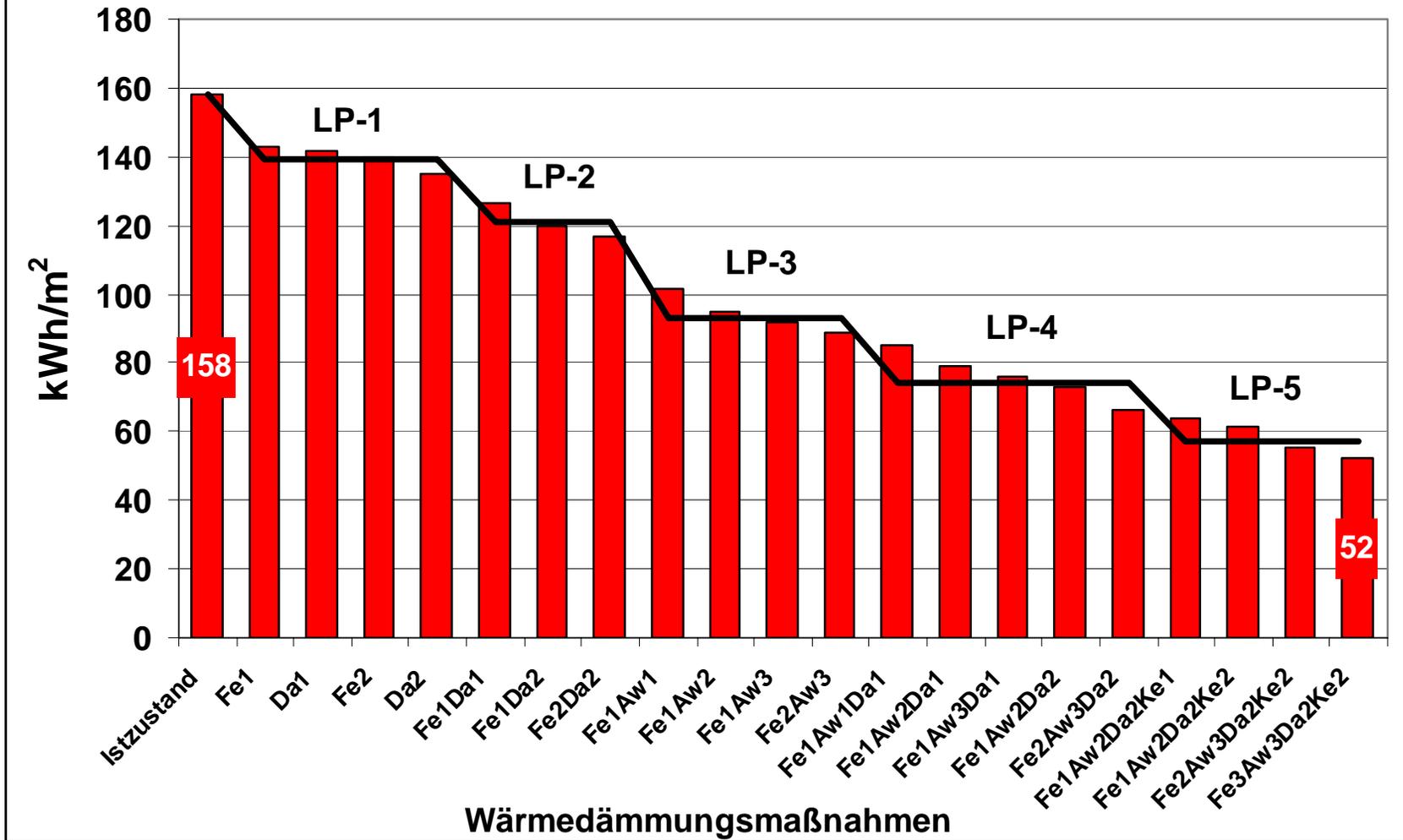
Wichtige energiepolitische und technische Begrenzungen

	Einheit	2000	2010	2020	2030
Steinkohle-Gewinnung	PJ	1005	> 300	(-)	(-)
Steinkohle-Importe	PJ	910	< 1800	< 2400	< 3000
Braunkohle-Förderung	PJ	1521	> 800	> 800	> 800
			< 1600	< 1500	< 1400
Erdgas-Förderung	PJ	633	< 700	< 600	< 500
Erdgas-Importe A	PJ	2683	< 4000	< 4000	< 4000
Erdgas-Importe B	PJ		< 4000	< 4000	< 4000
Windkraft	GW	5,9	> 12	> 12	> 12
Kernenergie	GW <sub>netto</sub>	22,2	18,3	7,8	0





## Spezifischer Raumwärmebedarf EFH-Altbau

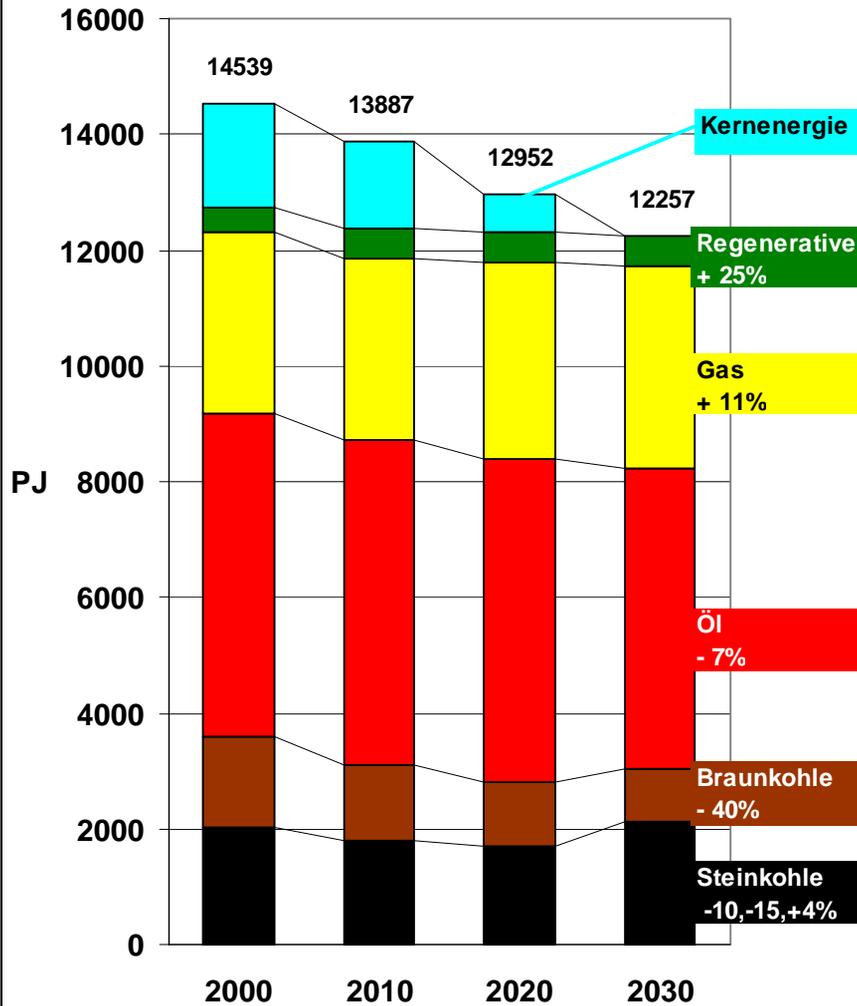




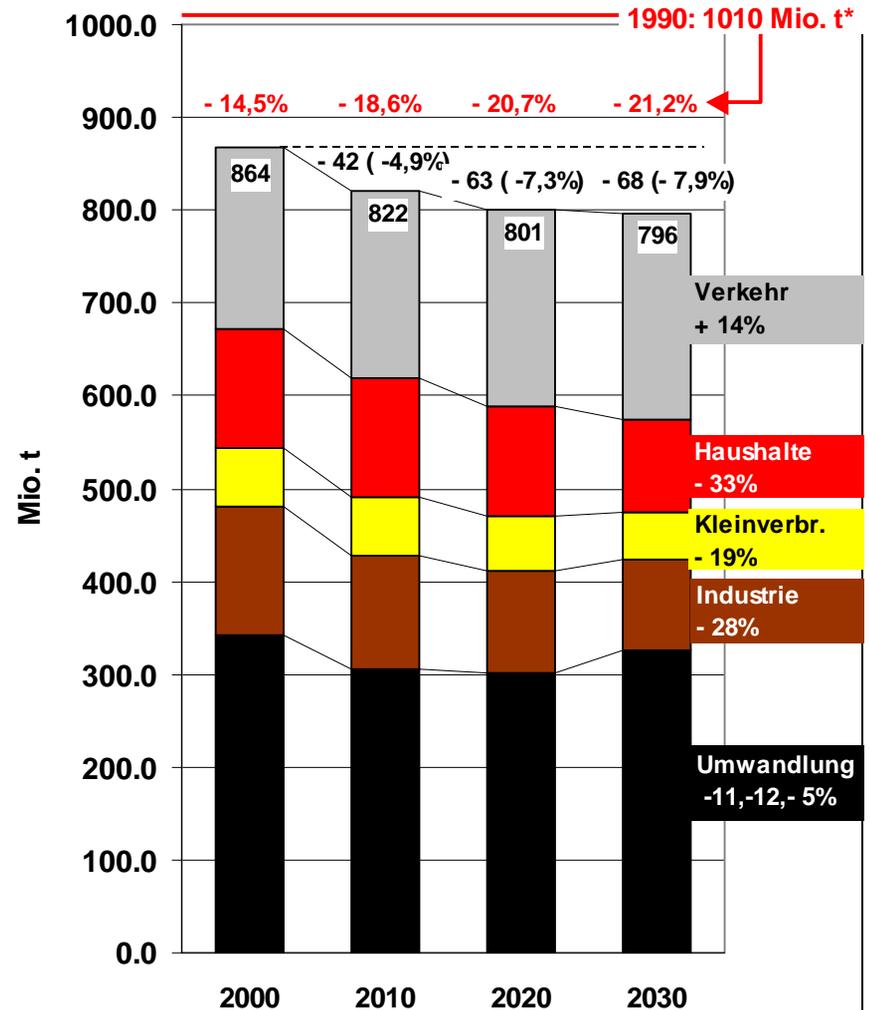
## Szenarien

- **Basis Szenario bzw. Referenz**  
(Vergleichs-Szenario)
- **Innovation und Einsparung**  
(Maximale Einsparung über alle energiewirtschaftlichen Sektoren)
- **CO<sub>2</sub>-Reduktion**  
(Vorgabe von CO<sub>2</sub>-Reduktionszielen)

### Projektion der Primärenergie im Basisfall

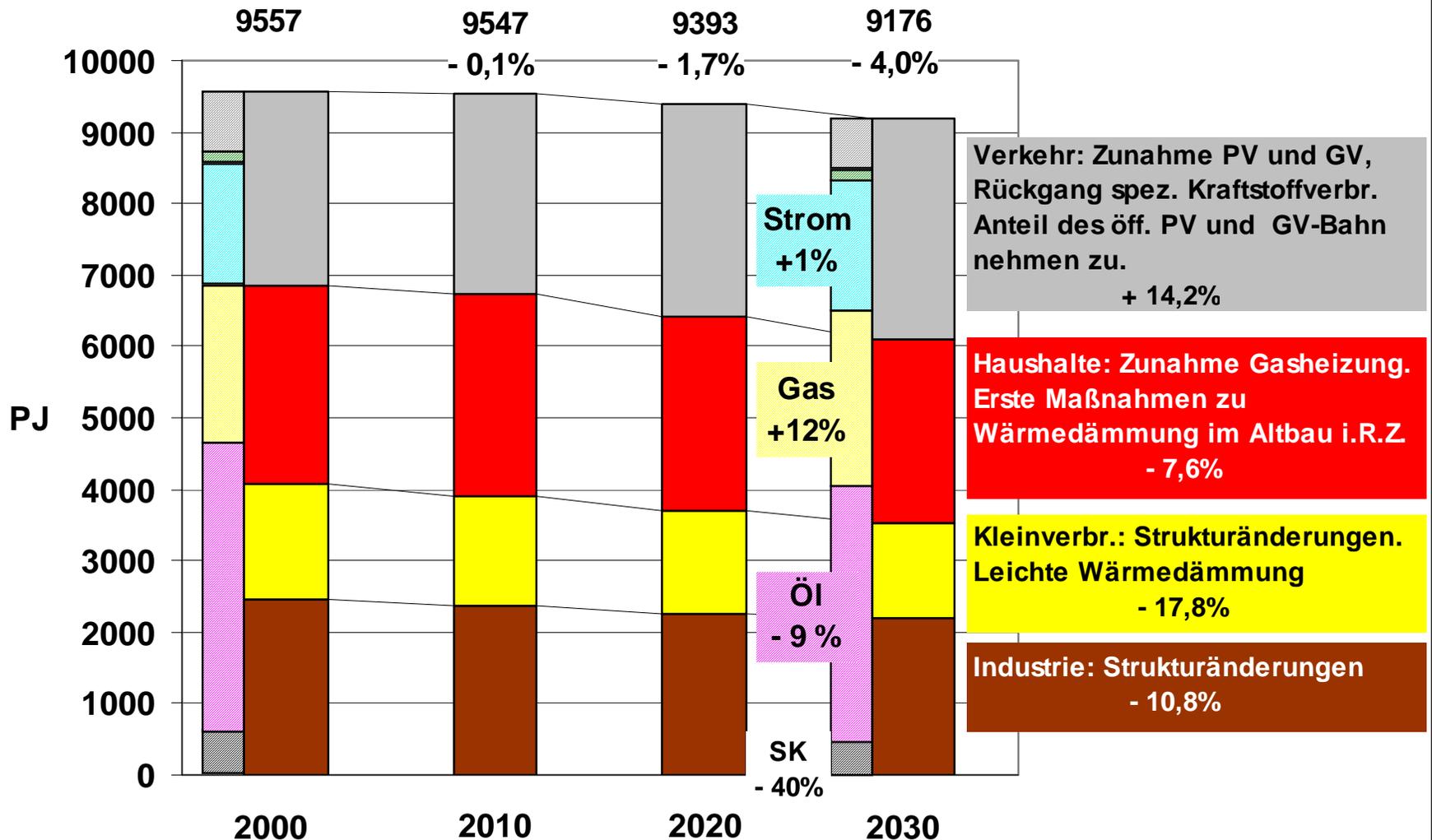


### Projektion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Basisfall



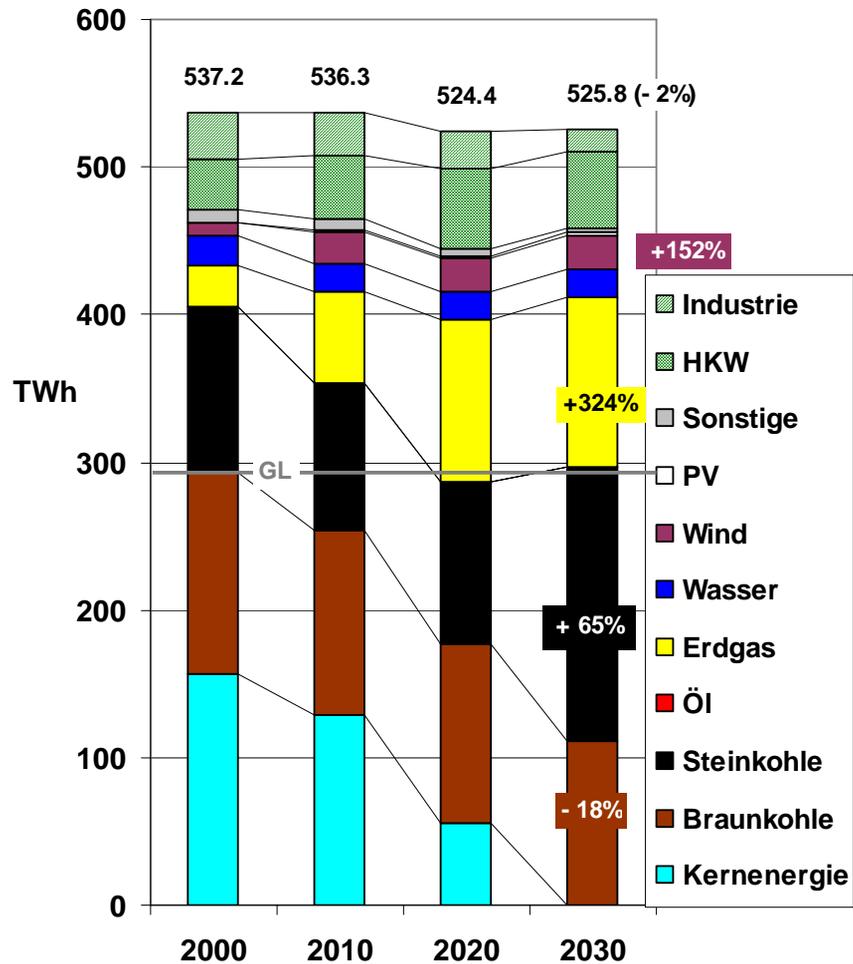


## Projektion der Endenergie im Basisfall

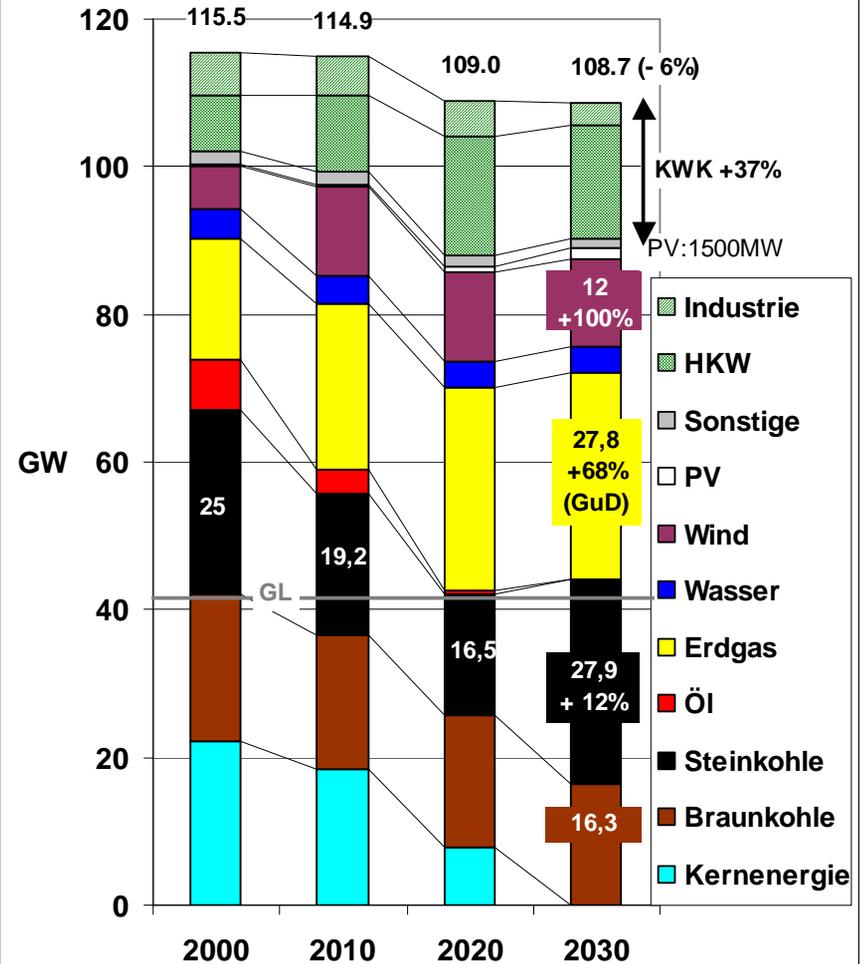




### Projektion der Stromerzeugung im Basisfall



### Projektion der installierten netto Kraftwerksleistung im Basisfall





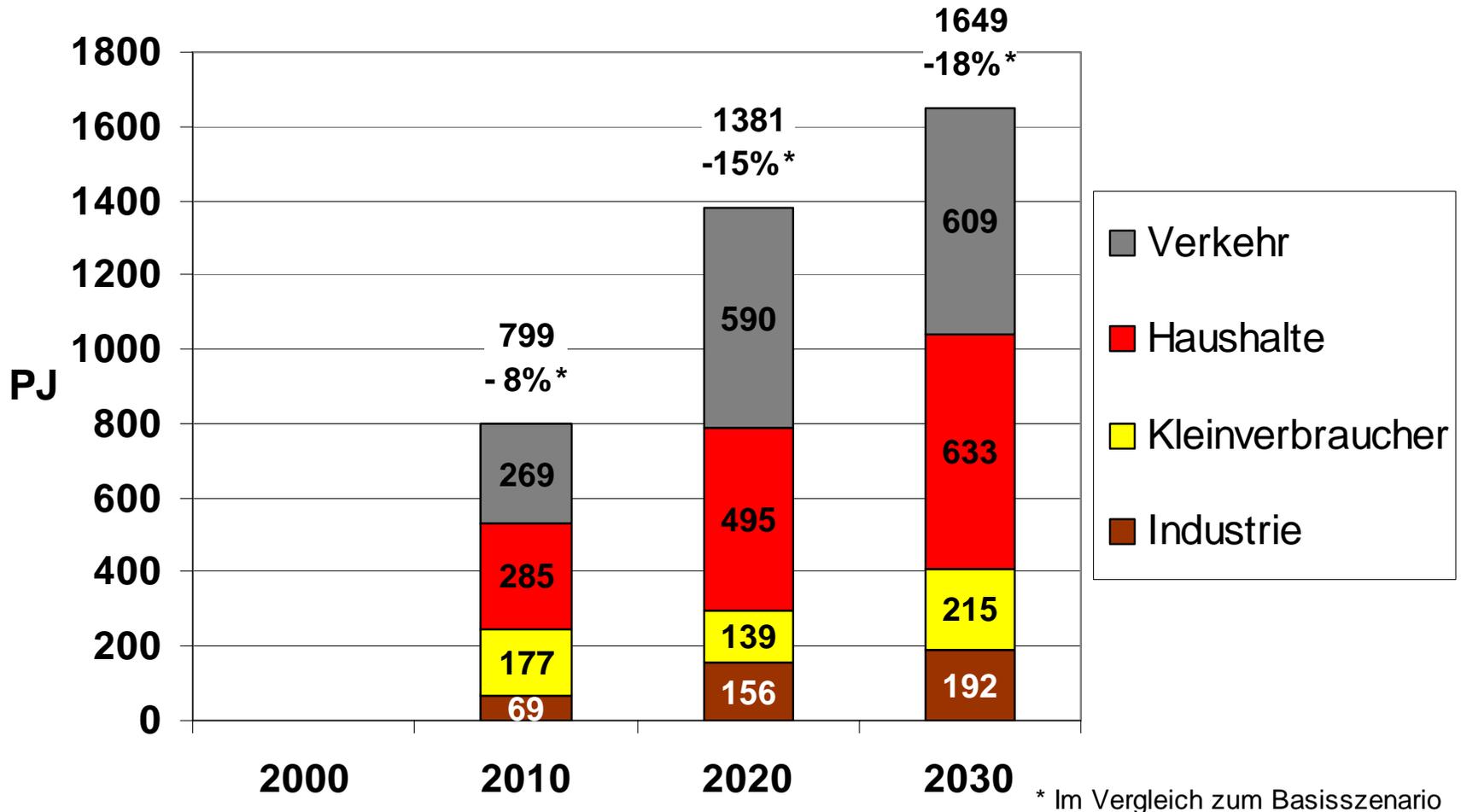
## Szenario: „Innovation und Einsparung“ (Spar)

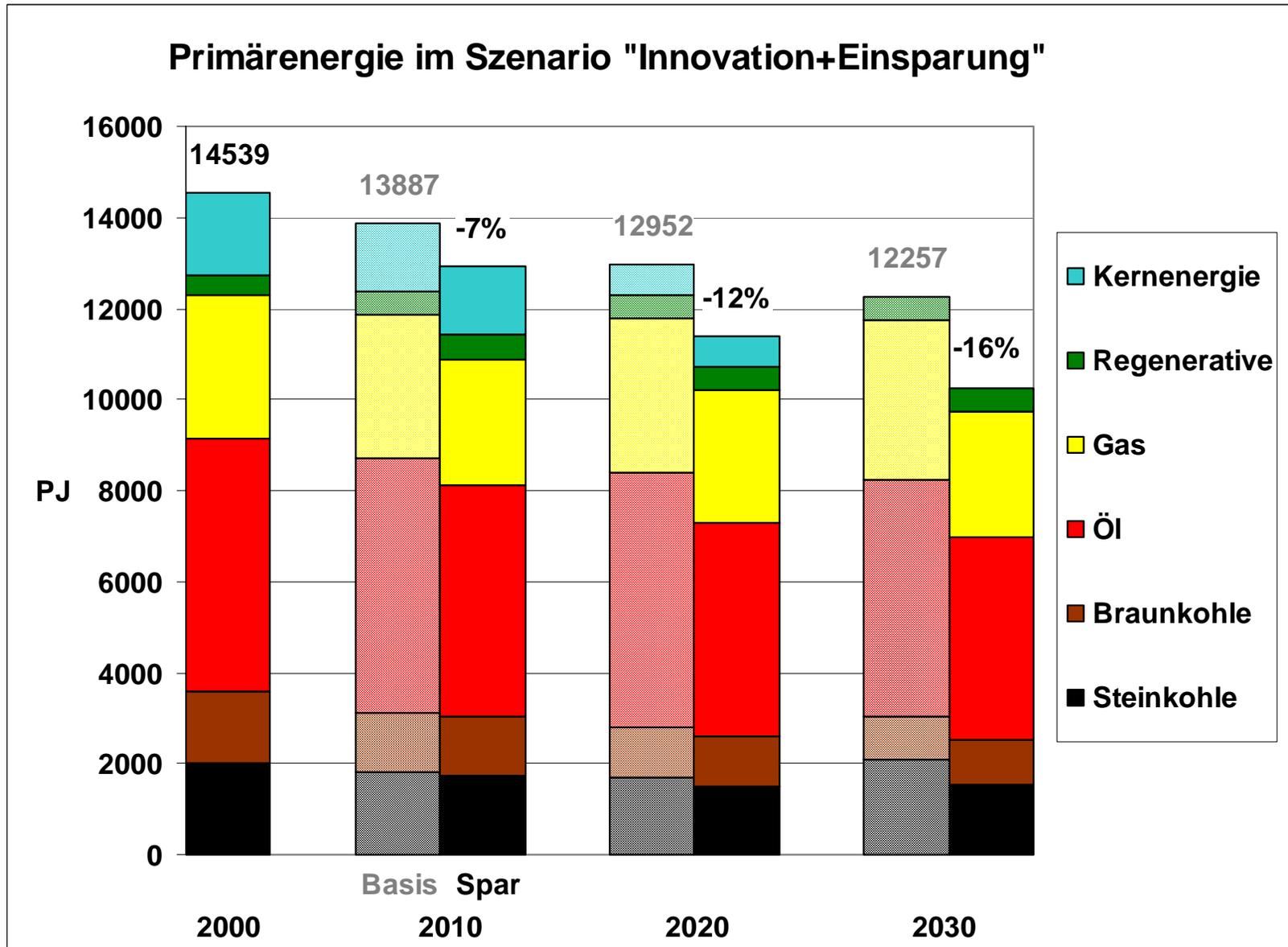
Die wichtigsten **Änderungen** im Vergleich zum Basisszenario:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Stromerzeugung</b>   | Wirkungsgradverbesserung um 2 – 3 Prozentpunkte  |
| <b>Industrie</b>        | Einsparung bei Prozesswärmeerzeugung und –verwendung<br>Stromeinsparung bei Licht, Kommunikation und Kraft   |
| <b>Kleinverbraucher</b> | Wärmedämmung innerhalb vom Renovierungszyklus<br>Prozesswärme- und Stromeinsparung   |
| <b>Haushalte</b>        | Wärmedämmung im Altbau innerhalb vom Renovierungszyklus.<br>Verbesserte Wärmestandards im Neubau<br>Stromeinsparung bei Licht und Kraft, Kochen, Waschen und Spülen. |
| <b>Verkehr</b>          | Fahrzeuge mit deutlich reduziertem Kraftstoffverbrauch (ohne Zusatzkosten). (Modal Split am oberen Limit)  |



### Sektorale Einsparung\* von Endenergie im Szenario "Innovation+Einsparung"

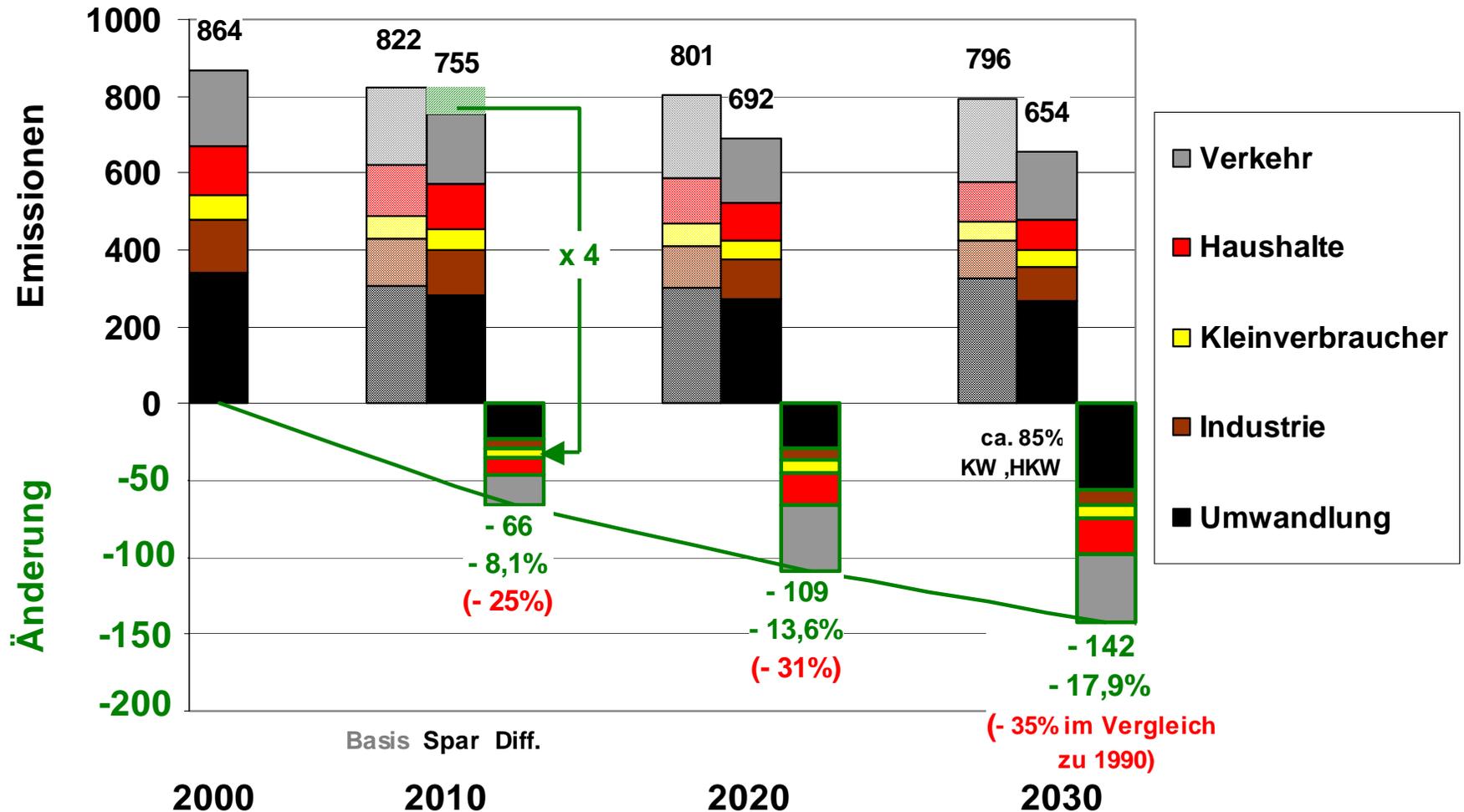






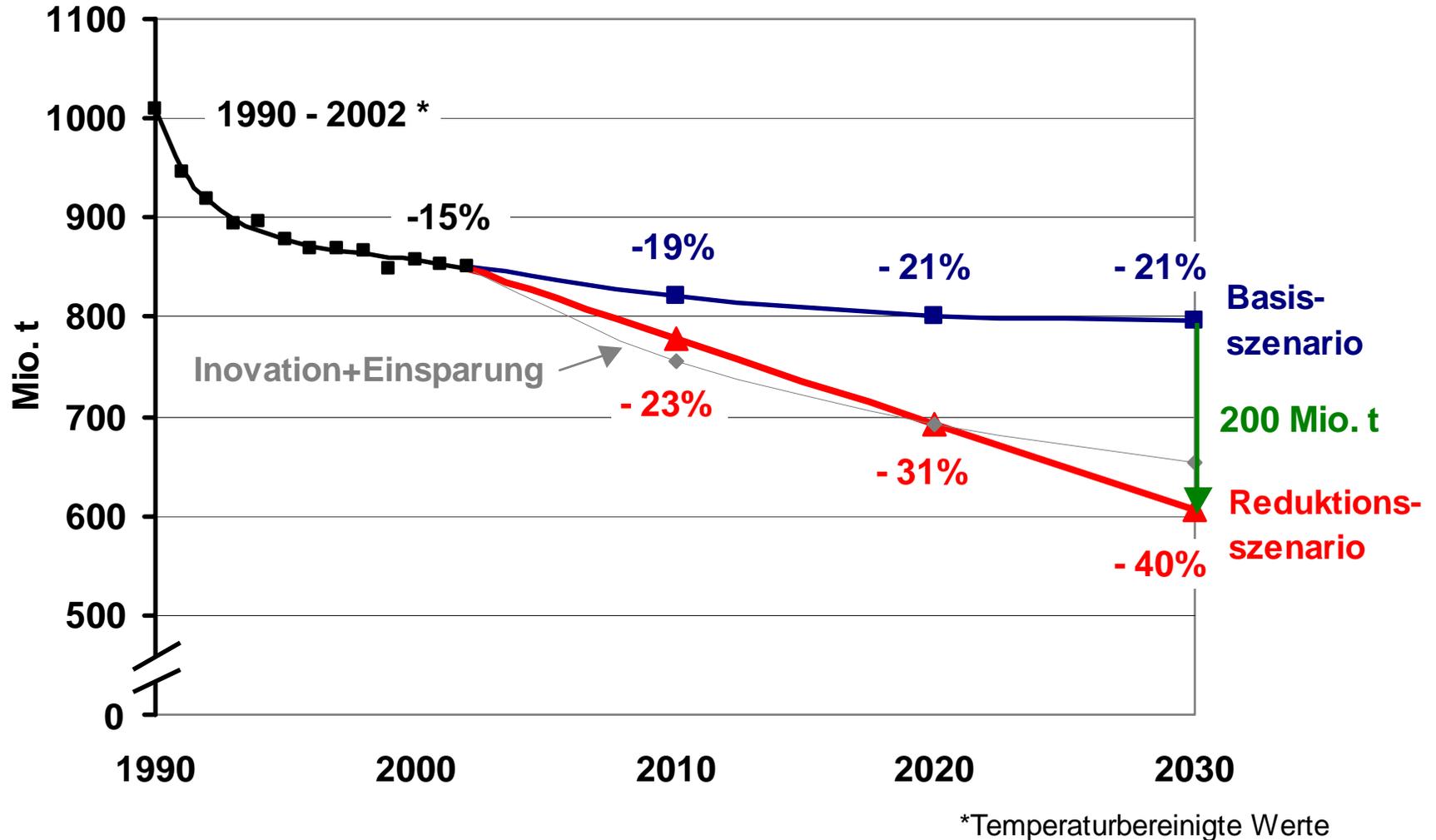
# CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario "Innovation+Einsparung"

Mio. t



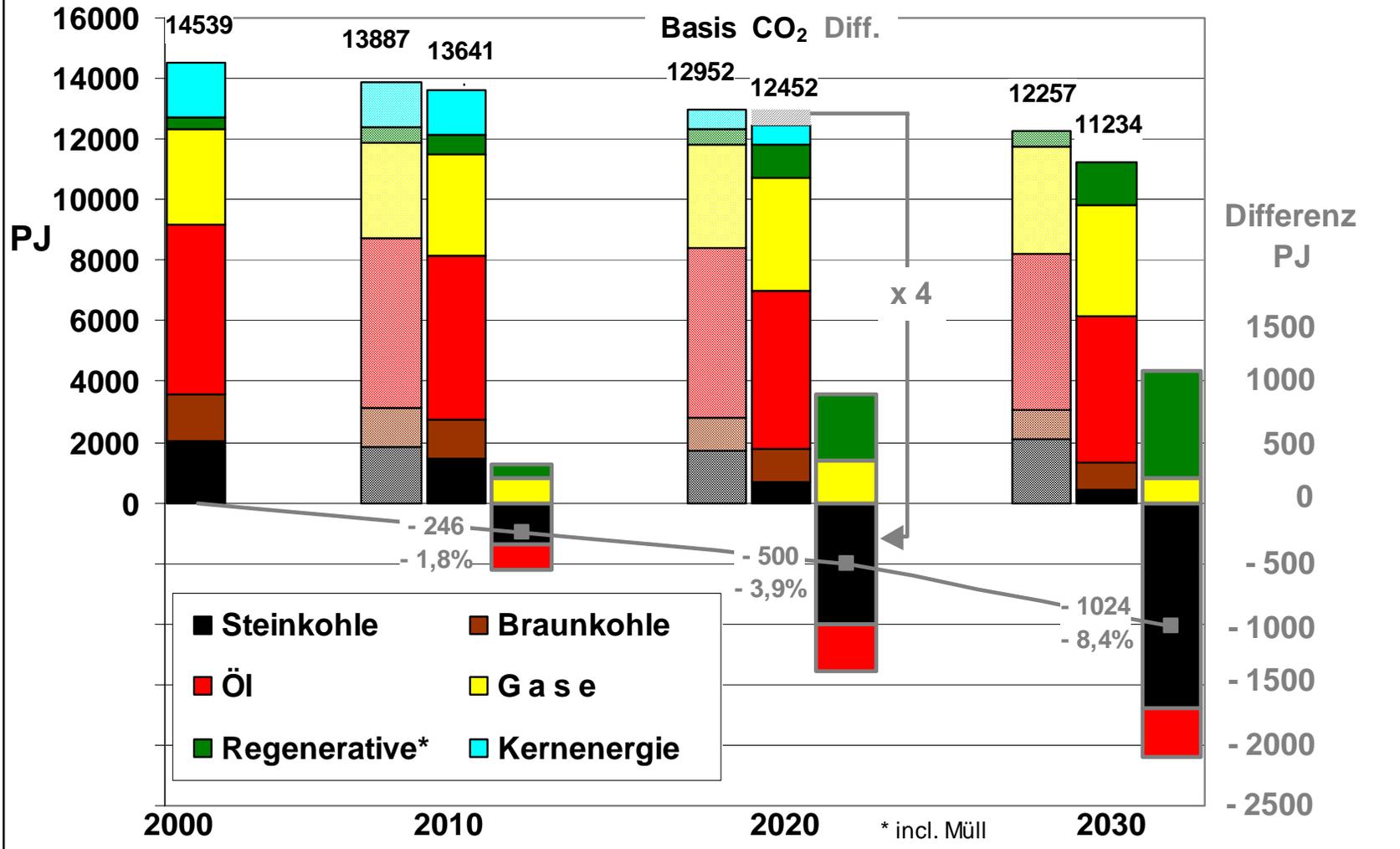


# CO<sub>2</sub>-Emissionen



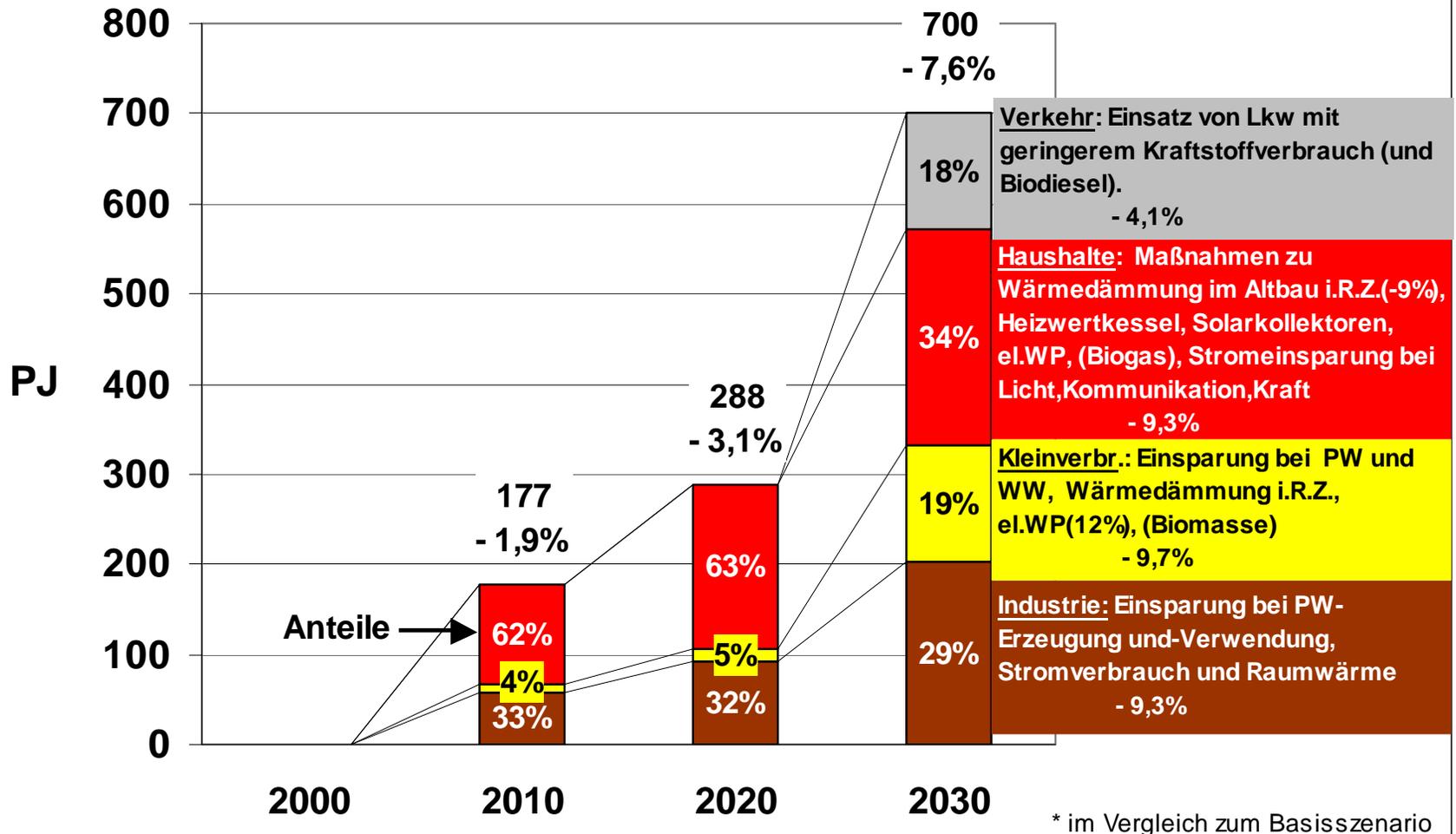


### Primärenergie im CO<sub>2</sub>-Reduktionsszenario



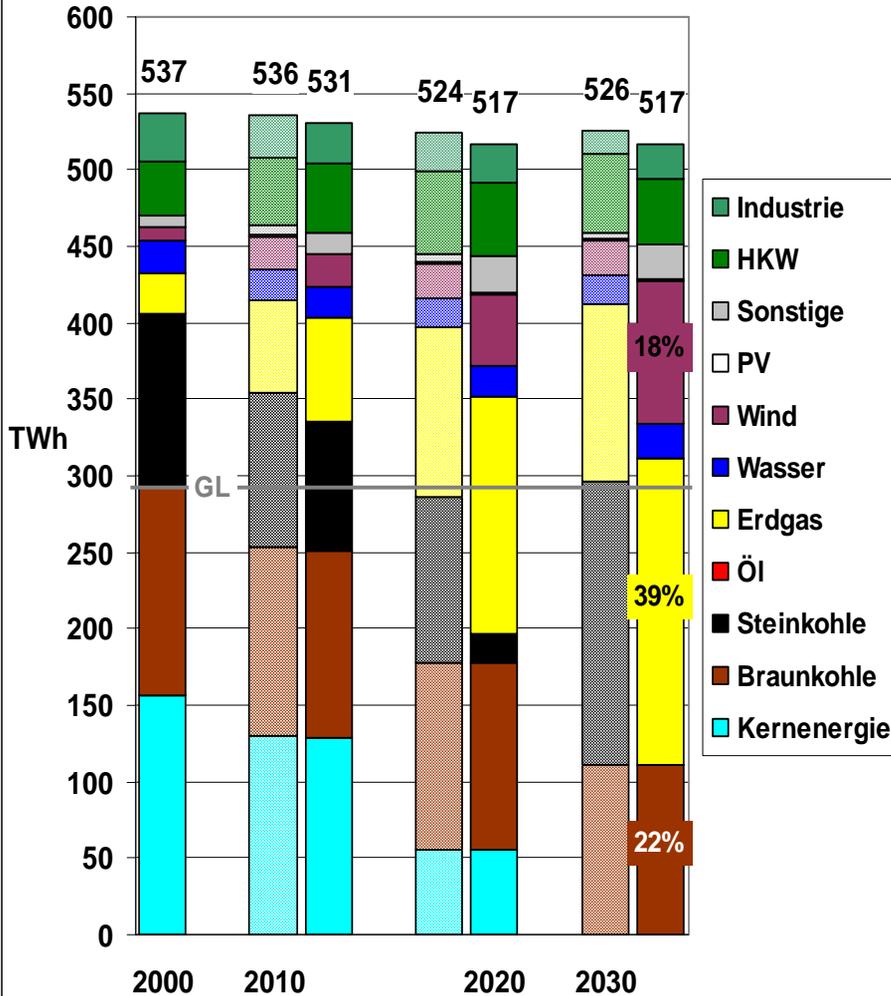


## Sektorale Einsparung\* von Endenergie im CO<sub>2</sub>-Reduktionsszenario

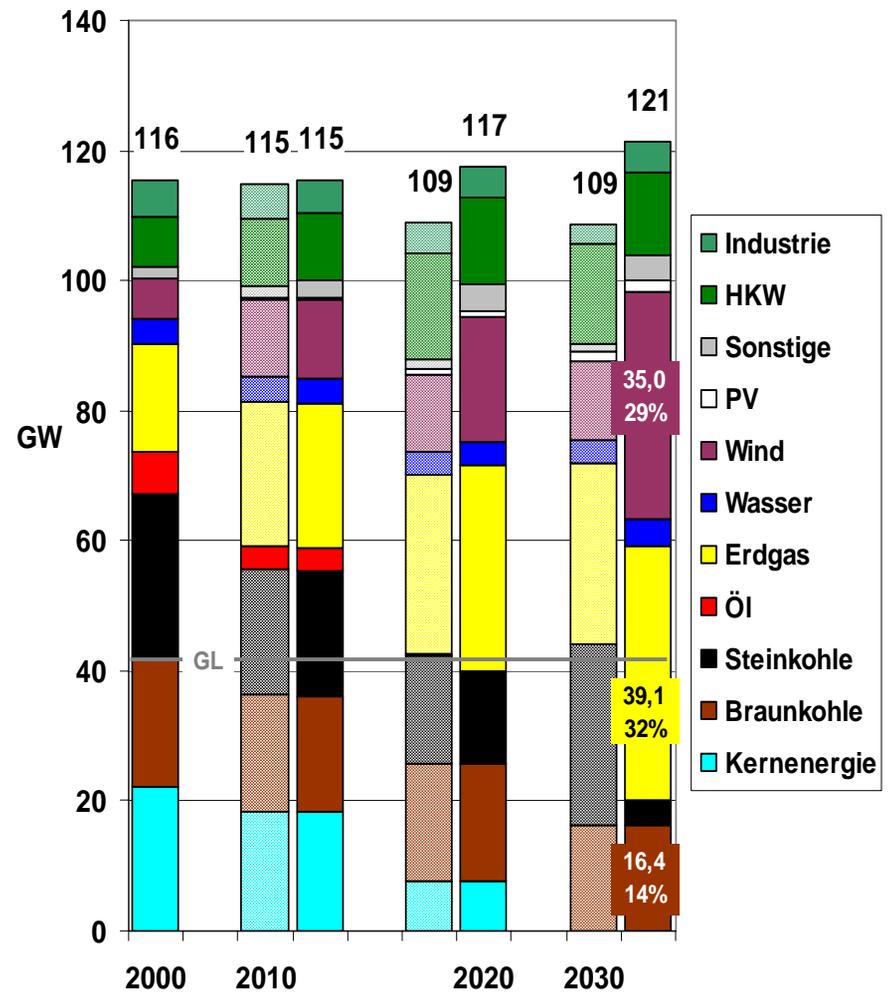




## Stromerzeugung im CO<sub>2</sub>-Reduktionsszenario

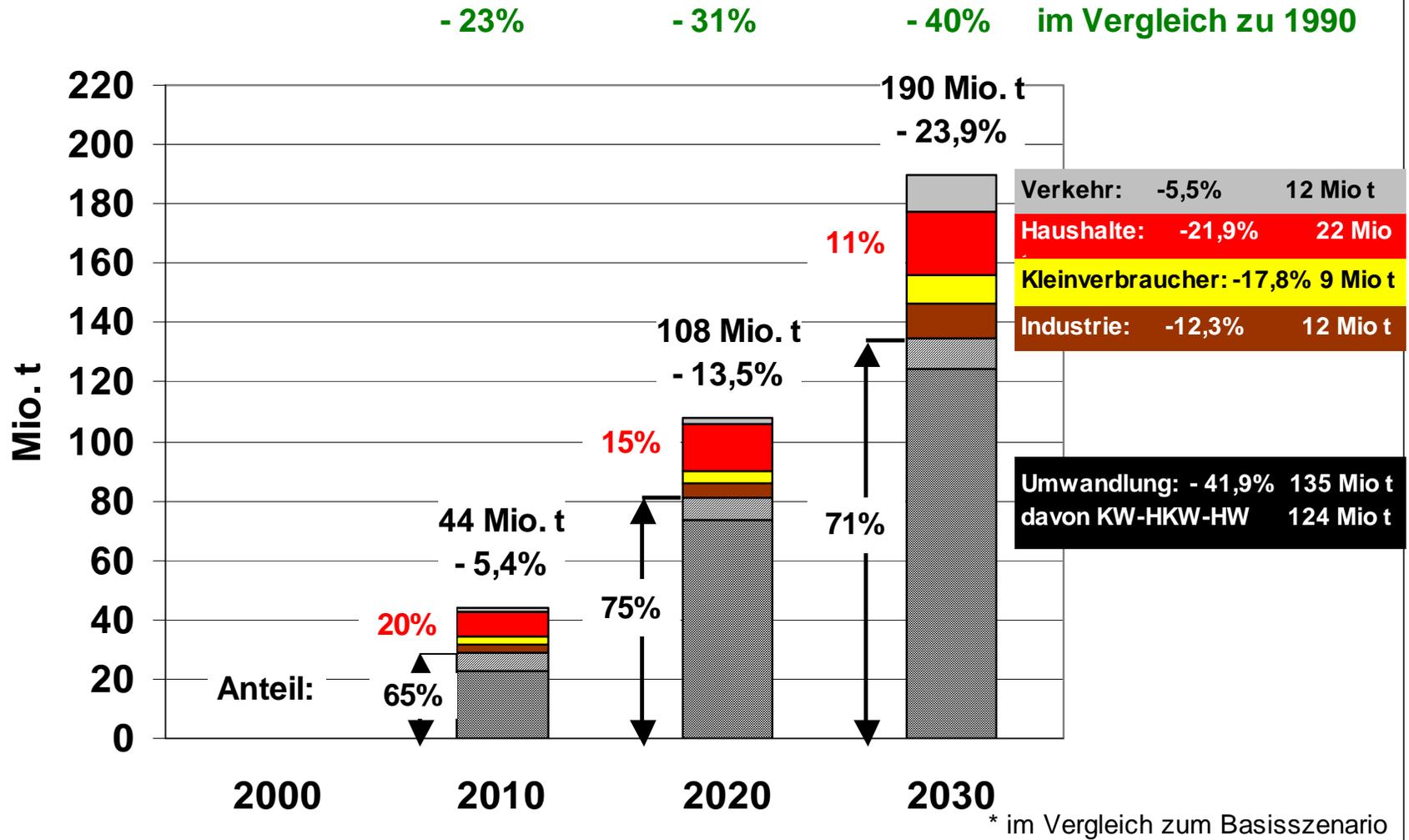


## Installierte netto Kraftwerksleistung im CO<sub>2</sub>-Reduktionsszenario



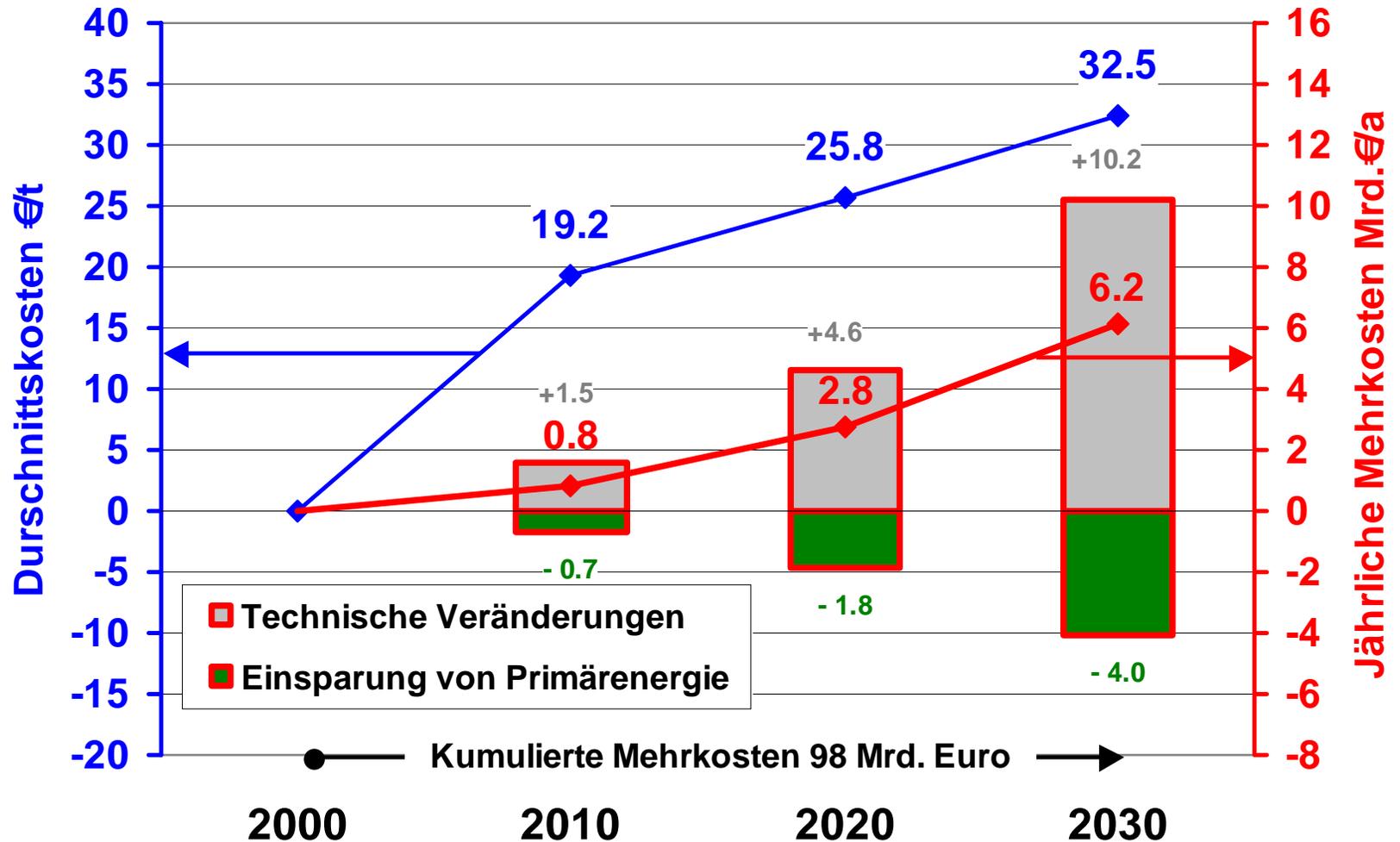


## CO<sub>2</sub>-Minderung\* im Reduktionsszenario



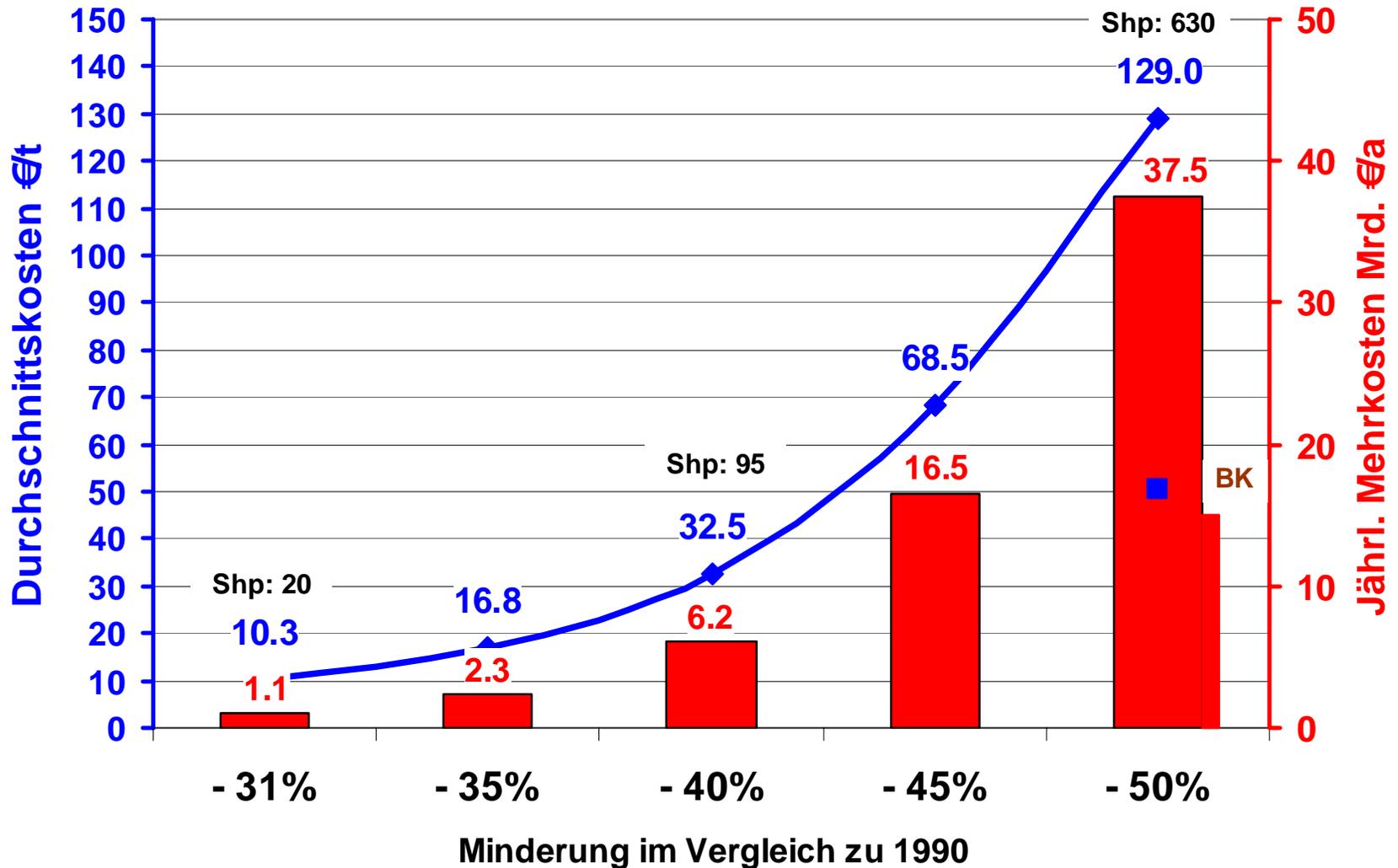


## Kosten der CO<sub>2</sub>-Minderung im Reduktionsszenario





## Kosten der CO<sub>2</sub>-Minderung im Jahr 2030





## Fazit

- Globale Emissionen nehmen weiterhin zu (China !)
- Aufgabe von Industriestaaten: Bereitstellen von effizienten Techniken für globale Märkte

- Weitergehende CO<sub>2</sub>-Reduktionen (-40%) sind technisch möglich
- In allen energiewirtschaftlichen Sektoren sind Einsparpotenziale vorhanden, aber nicht immer kosteneffizient
- Sind die energiepolitischen Weichen richtig gestellt ? (z.B. Kernenergie, Kohlepolitik, Forschungspolitik etc.)
- Instrumentenwahl (Emissionshandel ausreichend ?)
- Gibt es „neue“ Minderungsoptionen ?
- „Windows of opportunities“ beachten



# Problematik: Windows of opportunities

