

„Perspektiven einer nachhaltigen Stromwirtschaft“

**Vortrag im Rahmen der Kommunalen Energietagung
des Bund Naturschutz Bayern e.V.**

Uwe Leprich

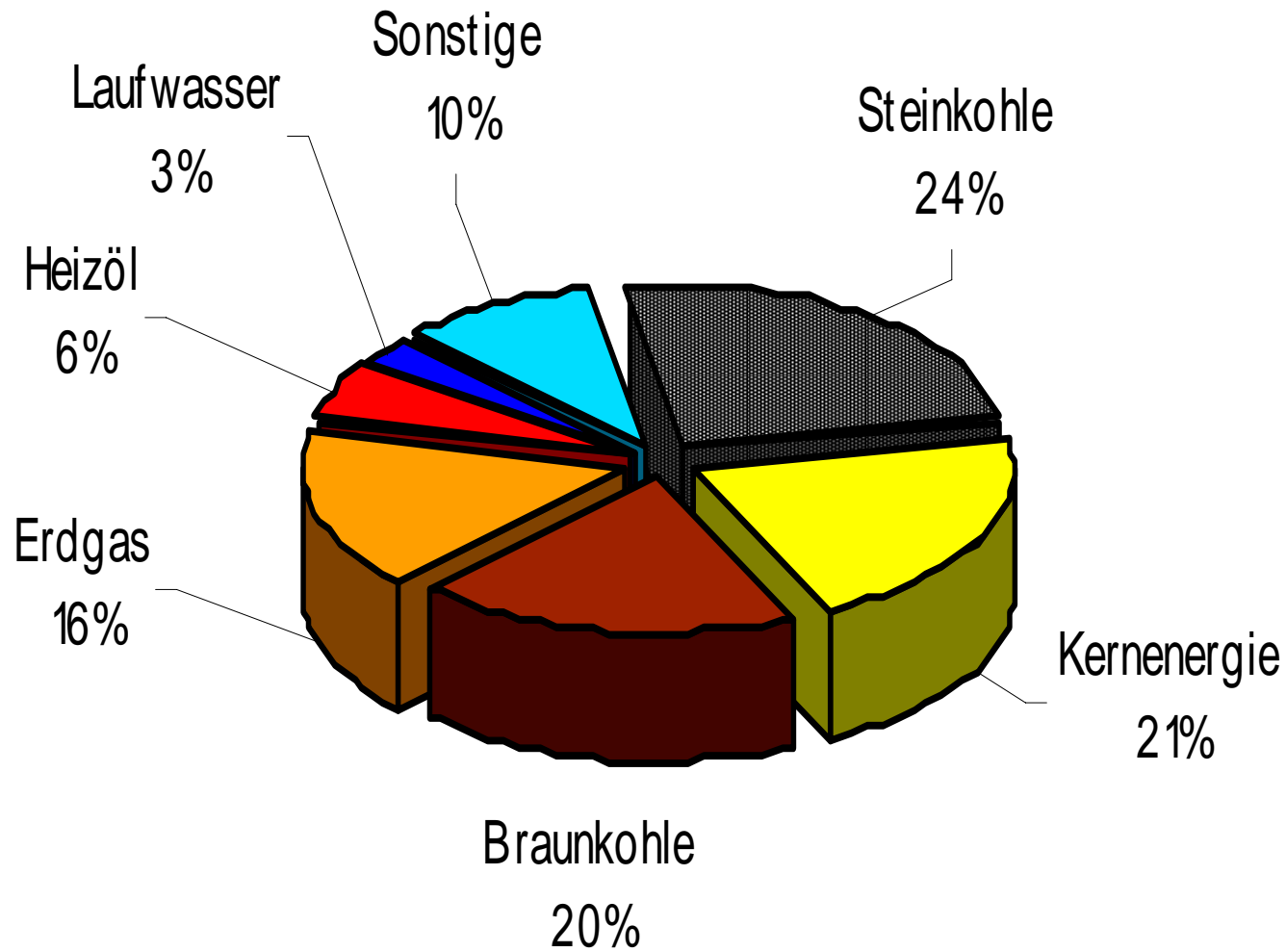
**Hochschule für Technik und Wirtschaft des
Saarlandes, Saarbrücken**

Augsburg, den 29. Juni 2007

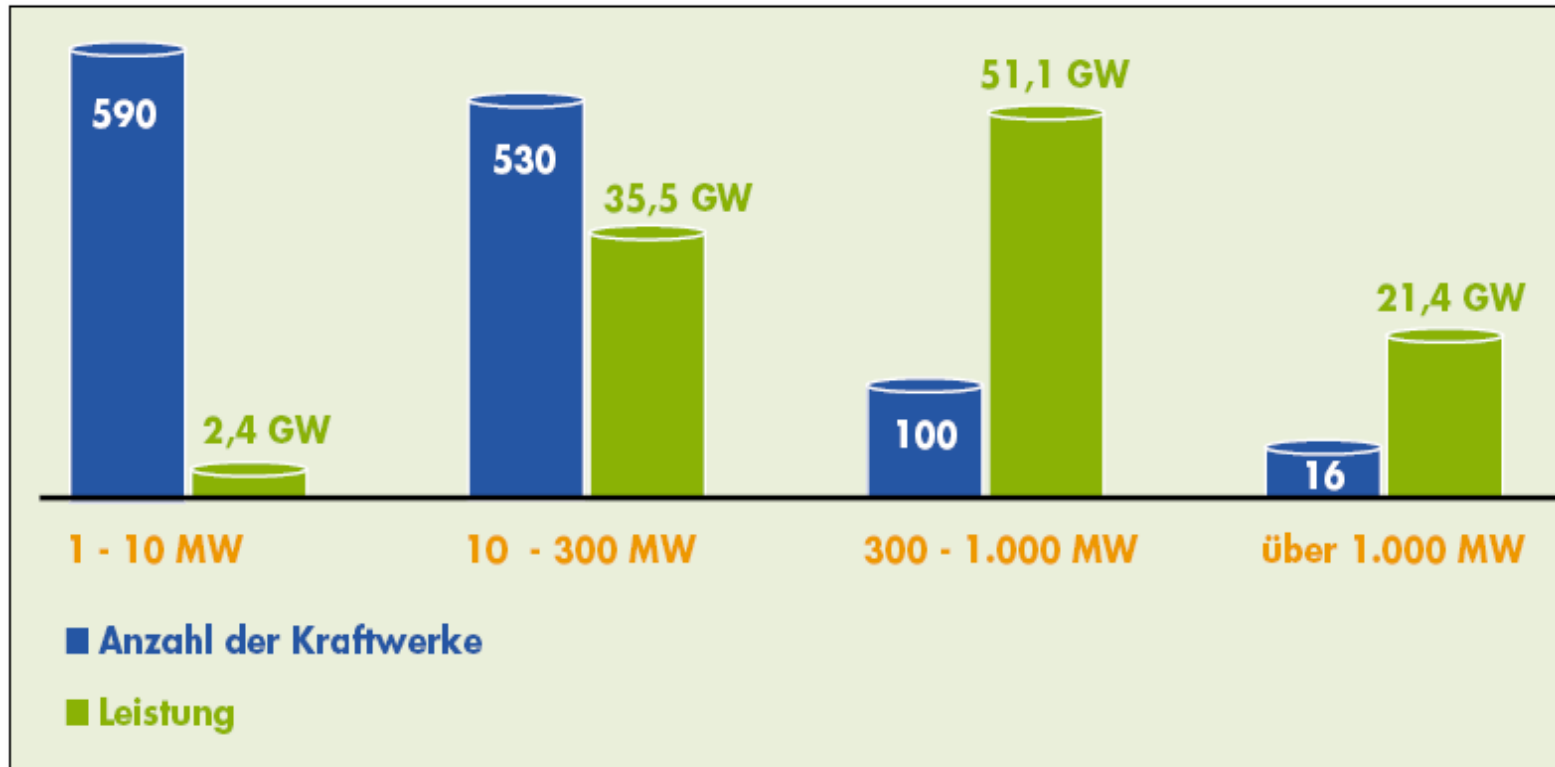
Agenda

- 1. Heutige Stromerzeugung**
- 2. Aktuelle Energie-Szenarien**
- 3. Eckpfeiler einer nachhaltigen Stromwirtschaft**
- 4. Kohlekondensationskraftwerke als akzeptable Zukunftsoption ?**

Installierte Netto-Engpassleistung Versorger und Bahn 2004 (ca. 100 GW)

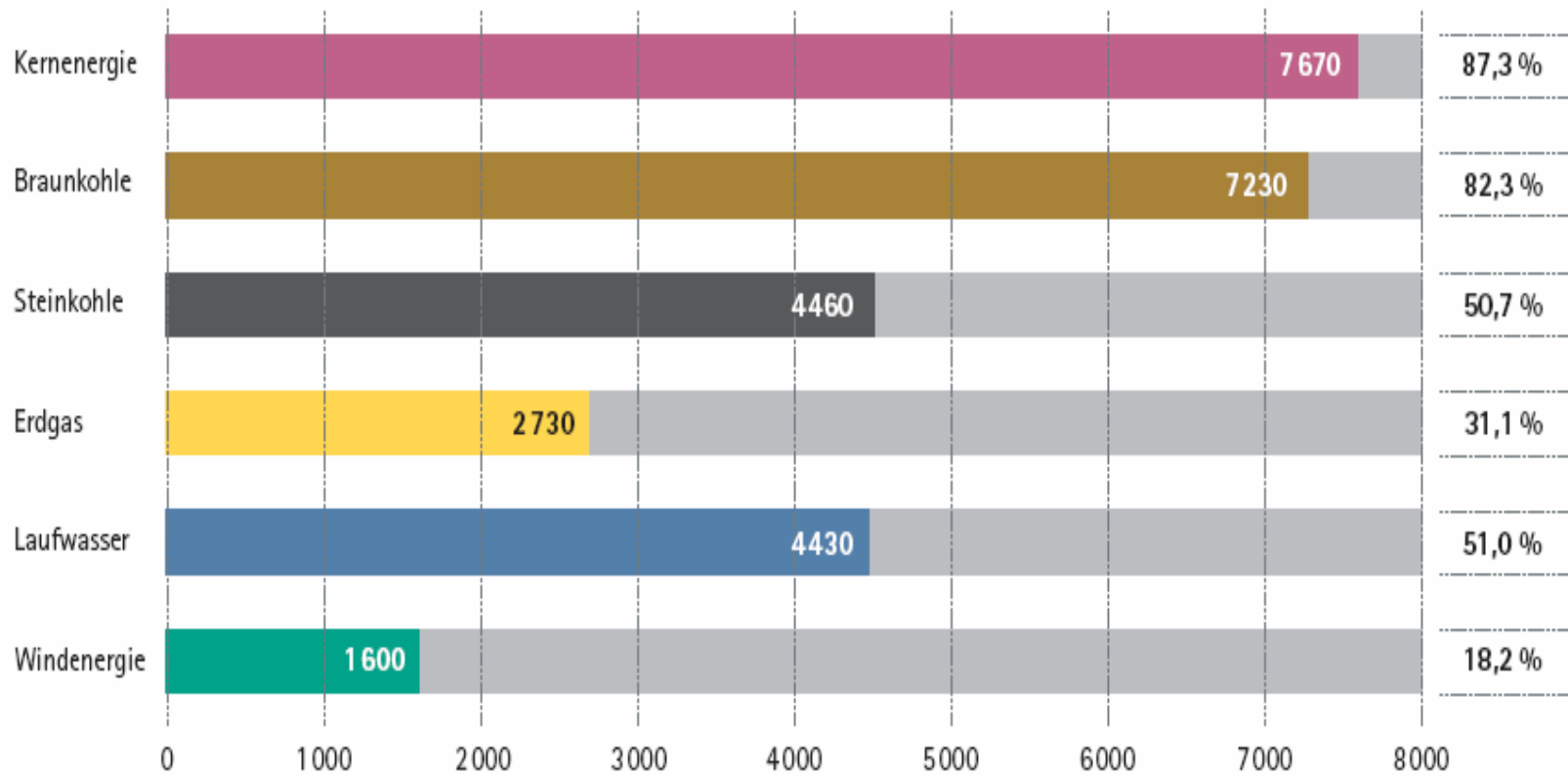


Kraftwerksgrößen in Deutschland 2002



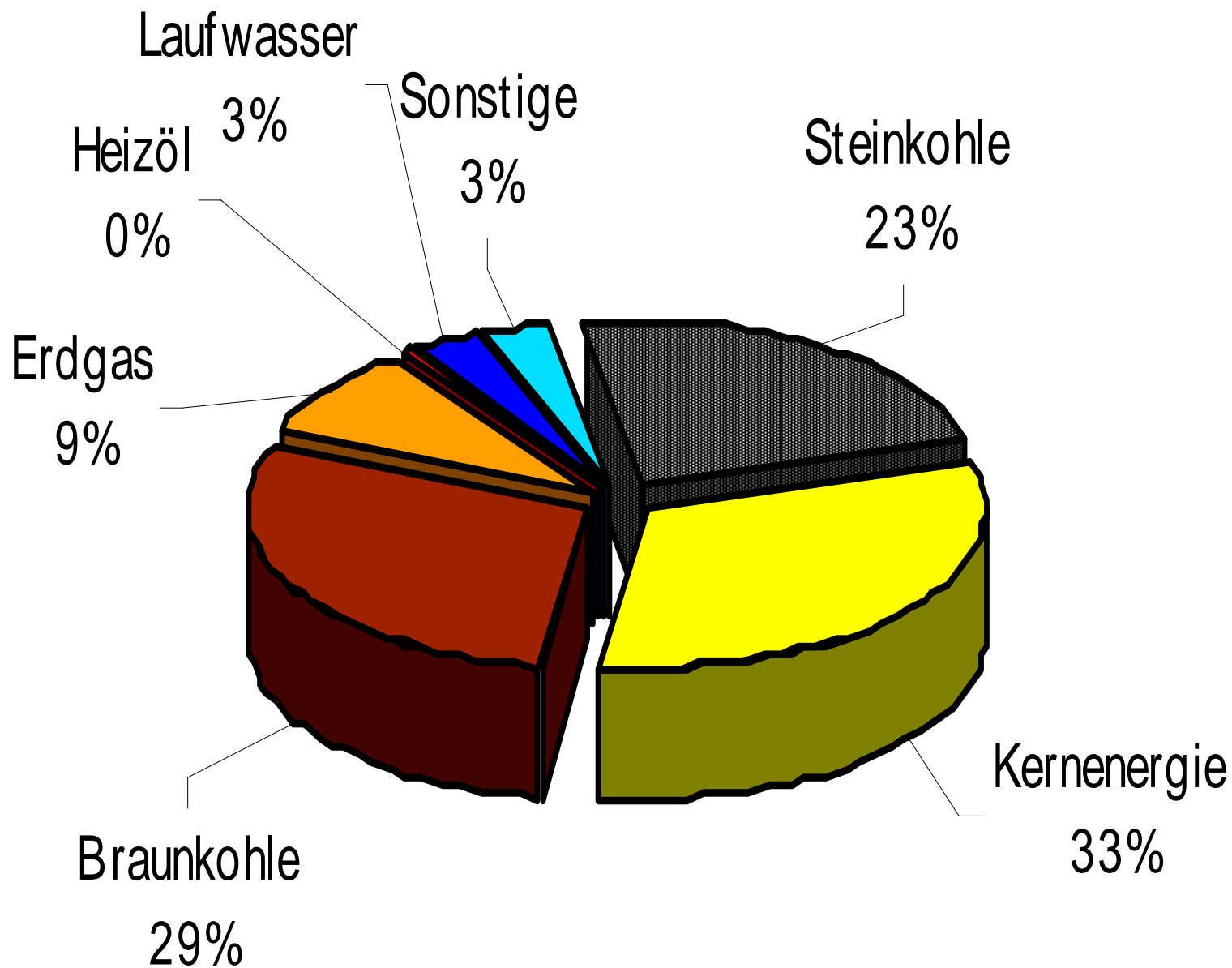
Ausnutzungsdauer der Kraftwerke

Durchschnittliche Ausnutzungsdauer der Kraftwerke in Stunden p. a. (Beispiel Deutschland, Jahr 2004)

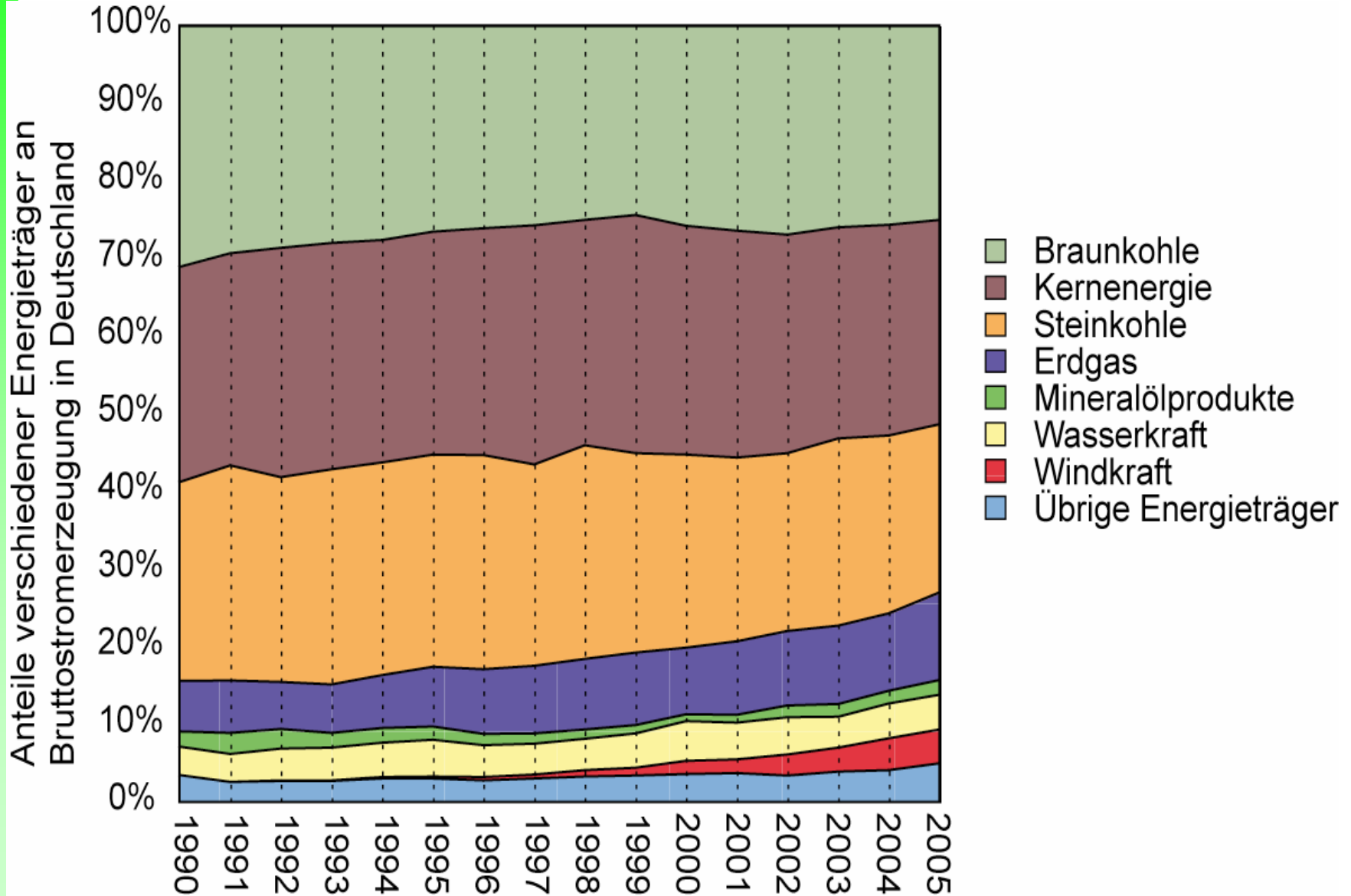


Quelle: VDEW-Stromdaten

Netto-Stromerzeugung Versorger und Bahn 2004 (ca. 500 TWh)



Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung in Deutschland (in %)



Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung

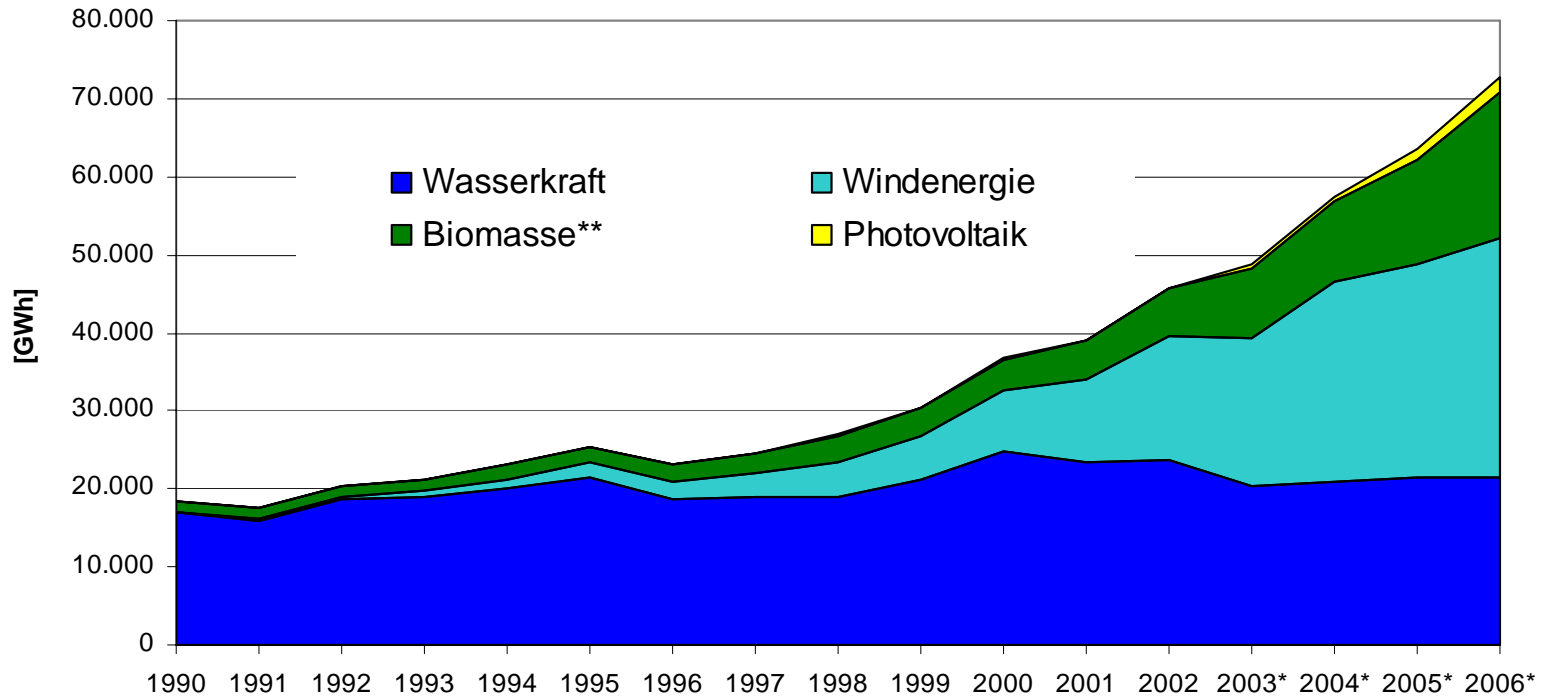
Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung 2001

[Quelle: AGFW, VIK]

KWK Anlagen	Leistung	Stromerzeugung	Wärme- einspeisung	Ausnutzungs- dauer
	[MW]	[GWh]	[GWh]	Strom [h/a]
Fernwärmewirtschaft	10.483	28.391	58.415	2.708
industrielle KWK-Anlagen	10.523	37.201	--	3.535
<i>davon KWK-Strom</i>		<i>ca. 27.000</i>		

Erfolgsgeschichte Erneuerbare Energien

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 1990 - 2006



* vorläufige Angaben, März 2007

** feste, flüssige, gasförmige Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Deponie- und Klärgas
Strom aus Geothermie auf Grund geringer Strommengen nicht dargestellt

Quellen: BMU nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat); Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB); Statistisches Bundesamt (SBA); Bundesverband Solarwirtschaft (BSW); ISET Kassel GmbH; Institut für Energie und Umwelt (IE); Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW); Verband der Netzbetreiber (VDN); Bundesverband Windenergie (BWE)

Erfolgsgeschichte Erneuerbare Energien

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 1990 - 2006

	Wasserkraft	Windenergie	Biomasse **	Photovoltaik	Geothermie	Summe Stromerzeugung	Anteil am gesamten Bruttostromverbrauch
	[GWh]						[%]
1990	17.000	40	1.422	1	0	18.463	3,4
1991	15.900	140	1.450	2	0	17.492	3,2
1992	18.600	230	1.545	3	0	20.378	3,8
1993	19.000	670	1.570	6	0	21.246	4,0
1994	20.200	940	1.870	8	0	23.018	4,3
1995	21.600	1.800	2.020	11	0	25.431	4,7
1996	18.800	2.200	2.203	16	0	23.219	4,2
1997	19.000	3.000	2.479	26	0	24.505	4,5
1998	19.000	4.489	3.392	32	0	26.913	4,8
1999	21.300	5.528	3.641	42	0	30.511	5,5
2000	24.936	7.550	4.129	64	0	36.679	6,3
2001	23.383	10.509	5.065	116	0	39.073	6,7
2002	23.824	15.859	5.962	188	0	45.833	7,8
2003*	20.350	18.859	9.132	333	0	48.674	8,1
2004*	21.000	25.509	10.463	557	0,2	57.529	9,5
2005*	21.524	27.229	13.534	1.282	0,2	63.569	10,4
2006*	21.600	30.500	18.588	2.000	0,4	72.688	11,8

* vorläufig Angaben, März 2007

** feste, flüssige, gasförmige Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Deponie- und Klärgas

Strom aus Geothermie auf Grund geringer Strommengen nicht dargestellt

Quellen: BMU nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat); Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB);

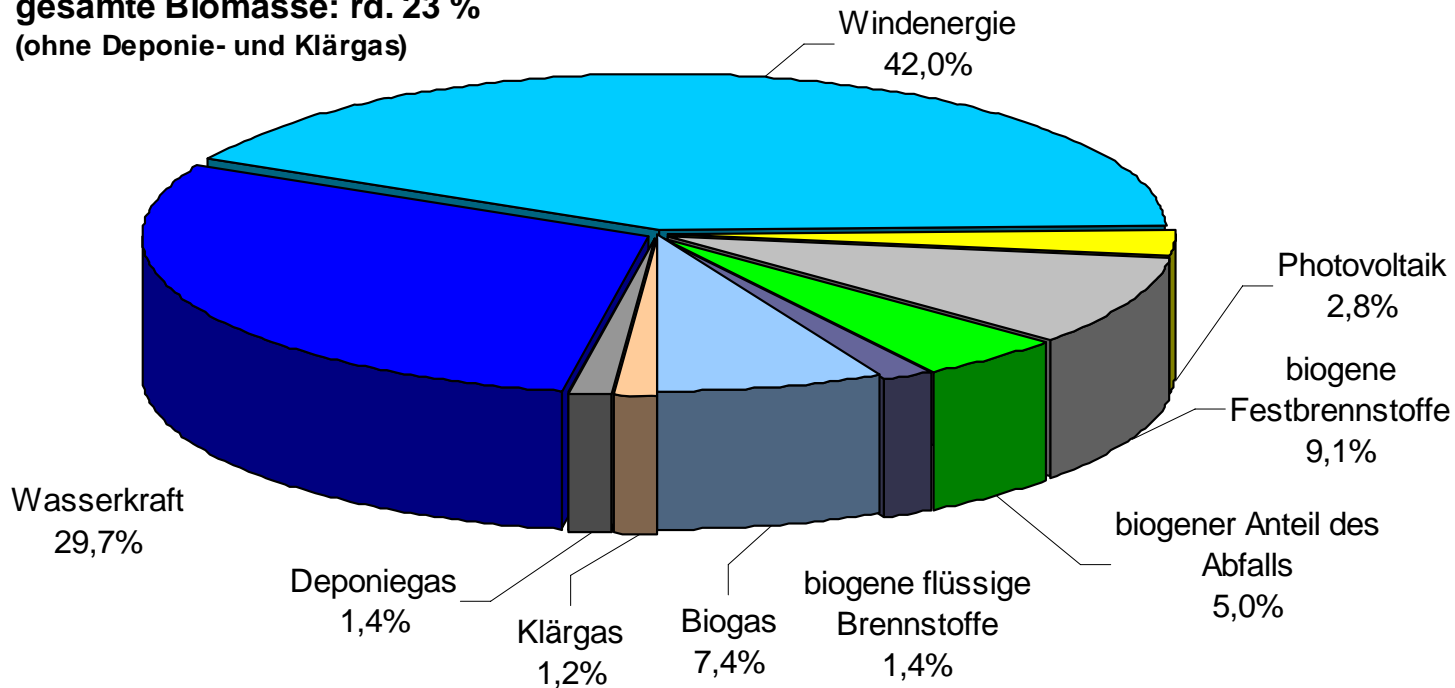
Statistisches Bundesamt (StBA); Bundesverband Solarwirtschaft (BSW); ISET Kassel; Institut für Energie und Umwelt (IE); Verband der Netzbetreiber (VDN); Bundesverband Windenergie (BWE)

Erfolgsgeschichte Erneuerbare Energien

Struktur der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2006

Gesamt: 72,7 TWh = 72,7 Mrd. kWh

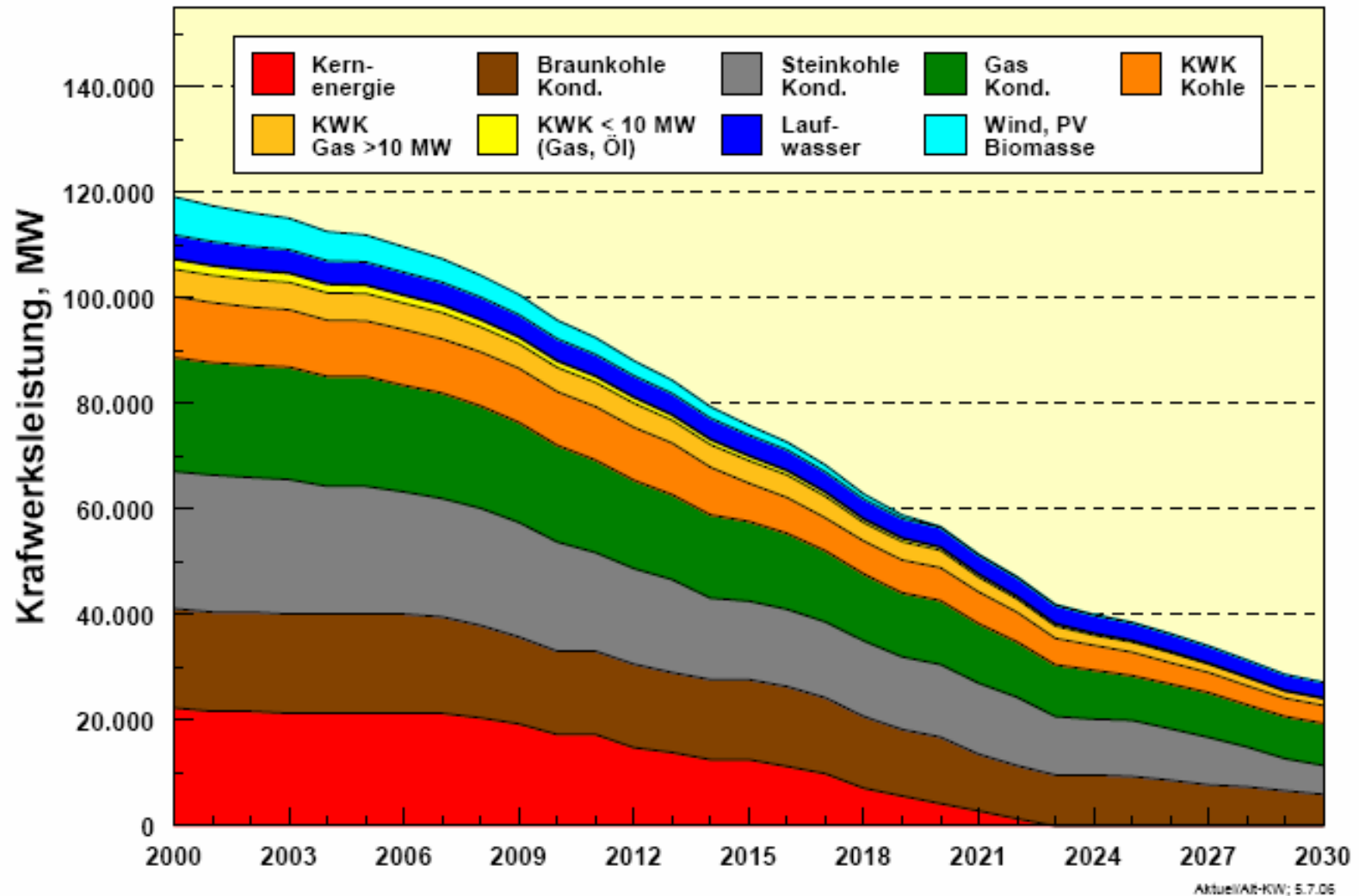
gesamte Biomasse: rd. 23 %
(ohne Deponie- und Klärgas)



Quellen: BMU nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat); Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Strom aus Geothermie auf Grund geringer Strommengen nicht dargestellt; vorläufige Angaben, März 2007

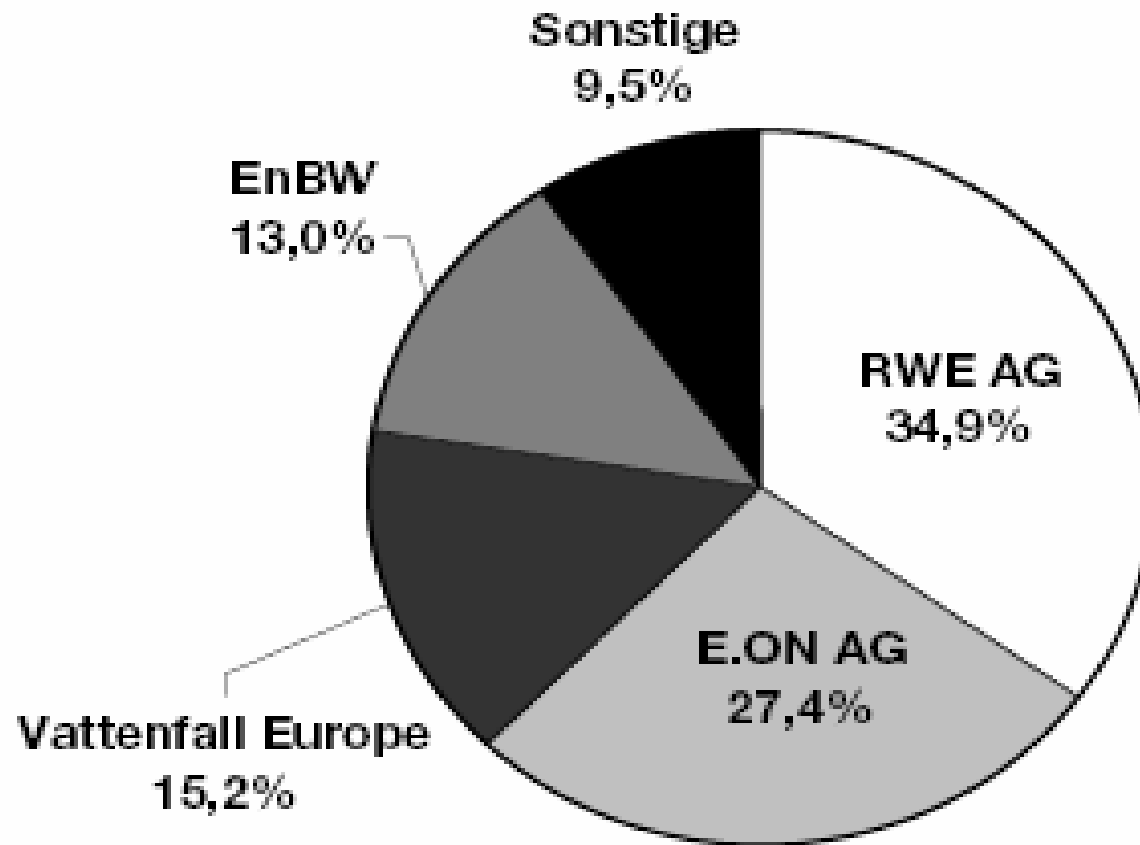
Ersatzbedarf Kraftwerksleistung bis 2020

- Altkraftwerke (Stichjahr 2000), Nutzungsdauer Großkraftwerke 40 a -



Das Strom-Oligopol in Deutschland

Netto-Stromerzeugungskapazitäten 2004



Quelle: Bremer Energieinstitut, Februar 2005

Marktmacht hat weiter zugenommen

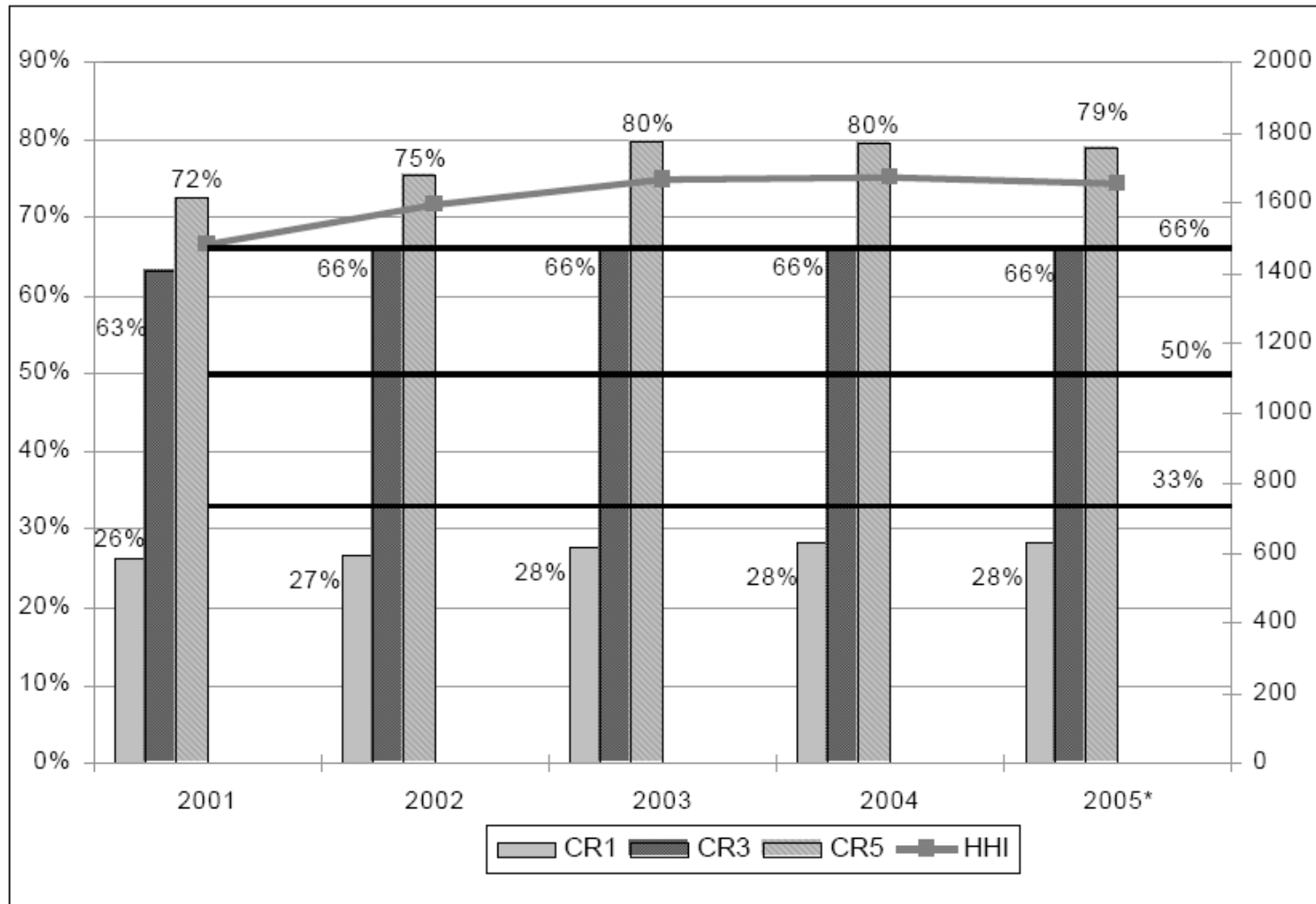


Abb. 3: Konzentrationsindices der deutschen Nettostromerzeugung, 2001 – 2005

(IWEN-Datenbank)

Neubauplanung konkret / Sommer 2007

	BK	SK	Gas
RWE	2.100 MW (2)		876 (1)
E.ON	-	1.050 MW (1)	1.330 MW (2)
EnBW		800 MW (1)	
Vattenfall Europe	660 MW (1)	1.640 MW (1)	
sonstige		2.300 MW (3)	
Summe	2.760 MW (3)	5.790 MW (6)	2.206 (3)

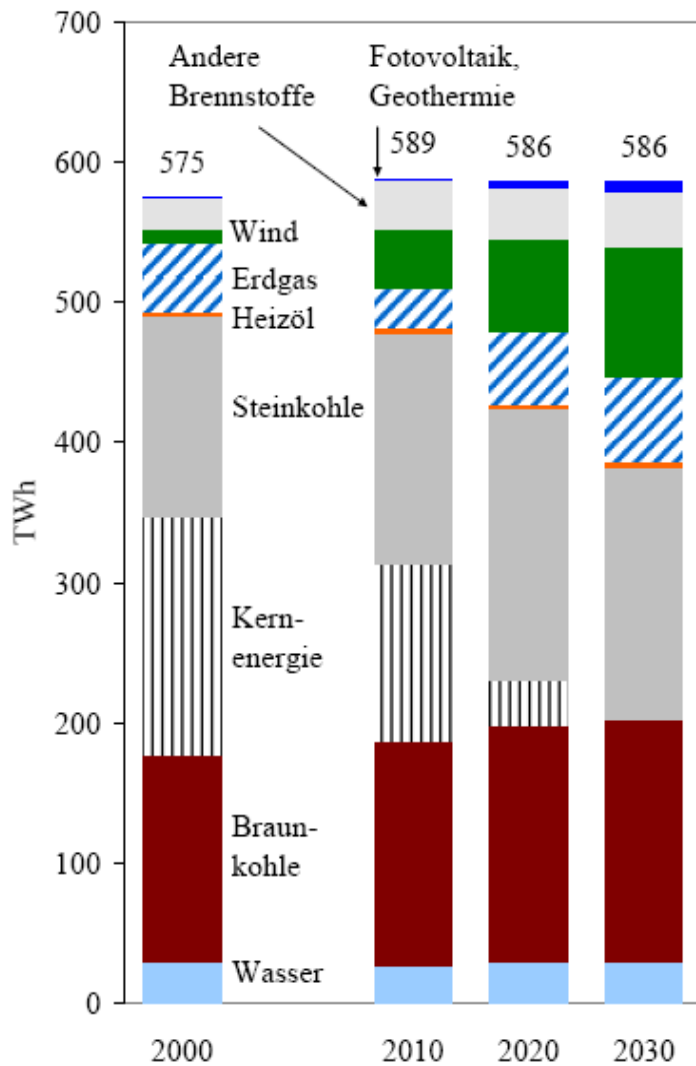
Stadtwerkebeteiligungen der 4 Großen

	$\leq 25\%$	$25\% < X < 50\%$	$\geq 50\%$	Summe
E.ON	83	86	15	184
RWE	51	38	10	99
EnBW	7	24	1	32
Vattenfall	6	1	3	10
Summe	147	149	29	325 (282)

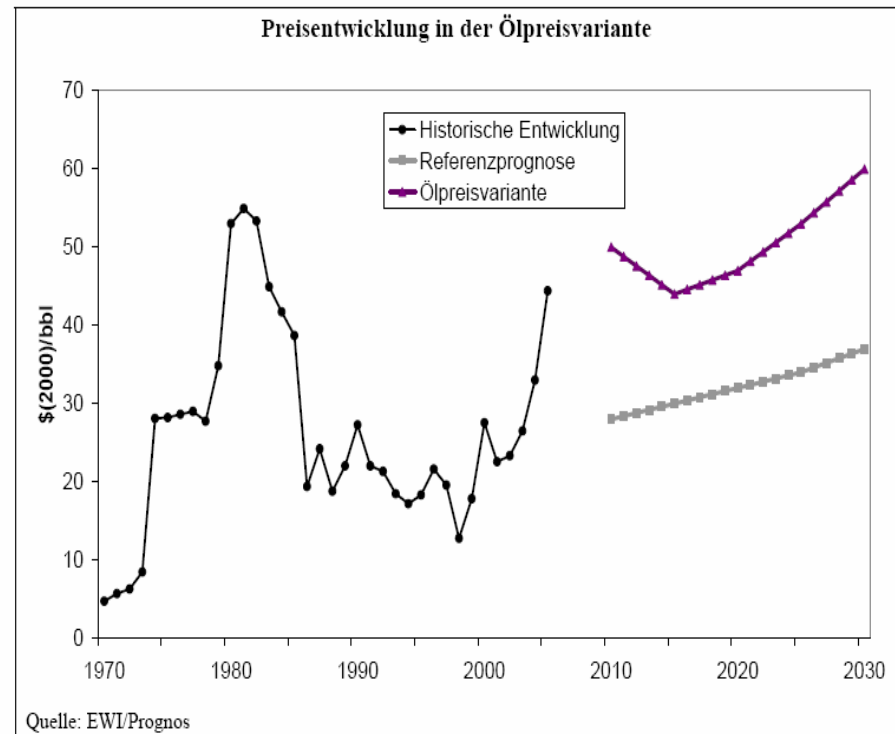
1. Heutige Stromerzeugung
2. **Aktuelle Energie-Szenarien**
3. Eckpfeiler einer nachhaltigen Stromwirtschaft
4. Kohlekondensationskraftwerke als akzeptable Zukunftsoption ?

EWI / Prognos-Szenario Ölpreisvariante

Bruttostromerzeugung



Ölpreisentwicklung



Quelle: EWI – Prognos 2006

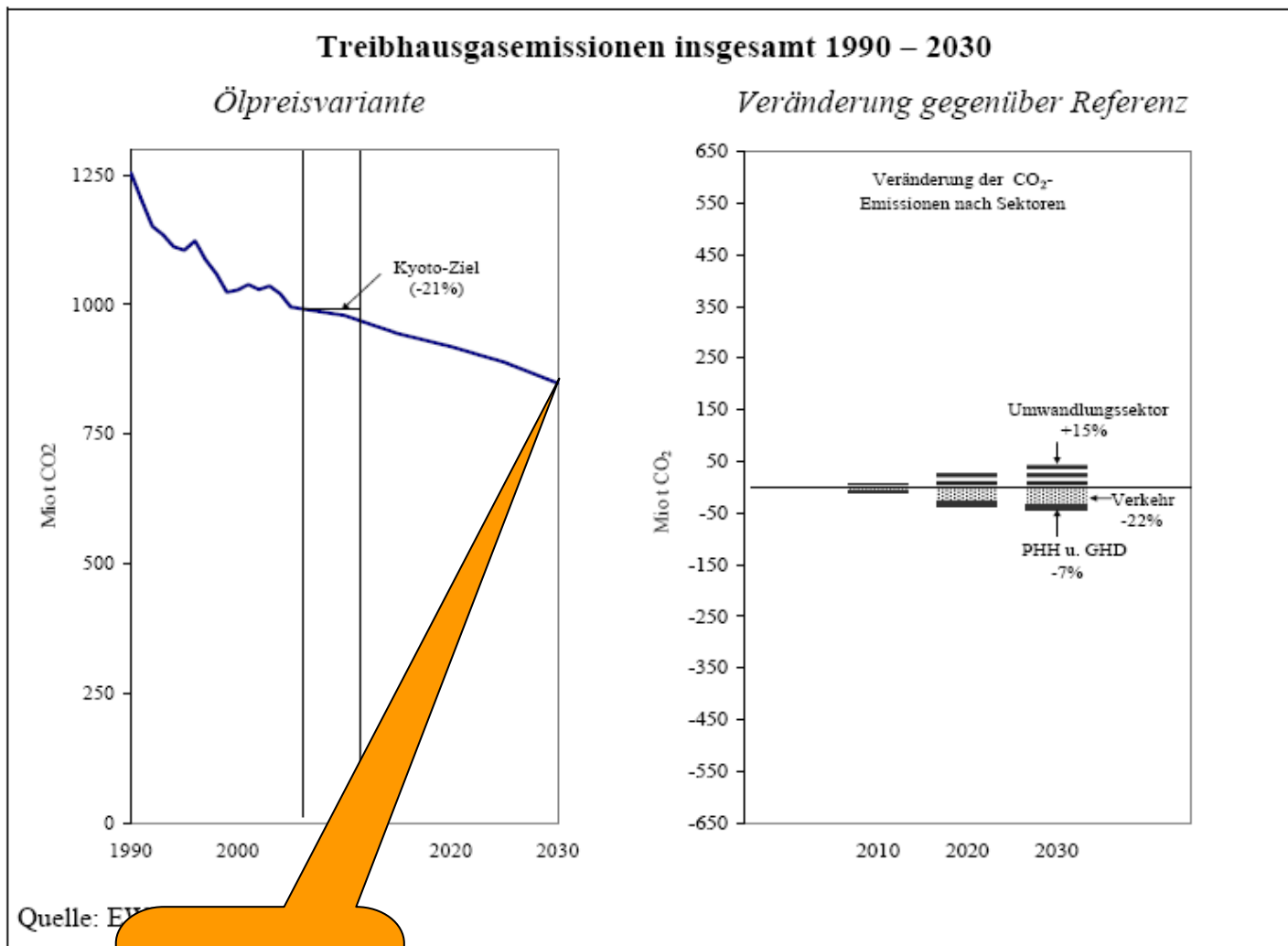
EWI / Prognos-Szenario Ölpreisvariante

Tab. 5.1-3: Bruttoleistung, Bruttostromerzeugung und Jahresvolllaststunden 2000-2030 nach Einsatzenergieträgern, in GW, TWh, h/a

	2000 ³⁾	Ölpreisvariante			Referenzprognose		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
Bruttoleistung, in GW							
Wasser insgesamt	9,9	11,2	11,6	11,6	11,2	11,6	11,6
Laufwasser, Speicherwasser ²⁾	5,2	5,6	5,9	5,9	5,6	5,9	5,9
Pumpspeicher	4,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Kernkraft ¹⁾	23,6	16,3	4,0	0,0	16,3	4,0	0,0
Steinkohle	32,3	27,0	29,0	26,2	20,6	17,8	7,8
Braunkohle	21,8	20,9	22,4	23,4	20,9	21,6	21,9
Erdgas	22,4	15,5	21,1	24,2	26,6	38,5	48,9
Heizöl	7,5	5,6	5,0	4,6	5,6	5,0	4,6
Andere Brennstoffe ⁴⁾	4,3	6,8	7,1	7,3	6,8	7,1	7,3
Windenergie	6,2	24,4	32,2	39,4	24,4	32,2	39,4
Fotovoltaik, Geothermie	0,1	1,5	2,4	3,6	1,5	2,4	3,6
Insgesamt	128,1	129,1	134,7	140,3	133,9	140,3	145,1

Quelle: EWI – Prognos 2006

EWI / Prognos-Szenario Ölpreisvariante



-32,3%

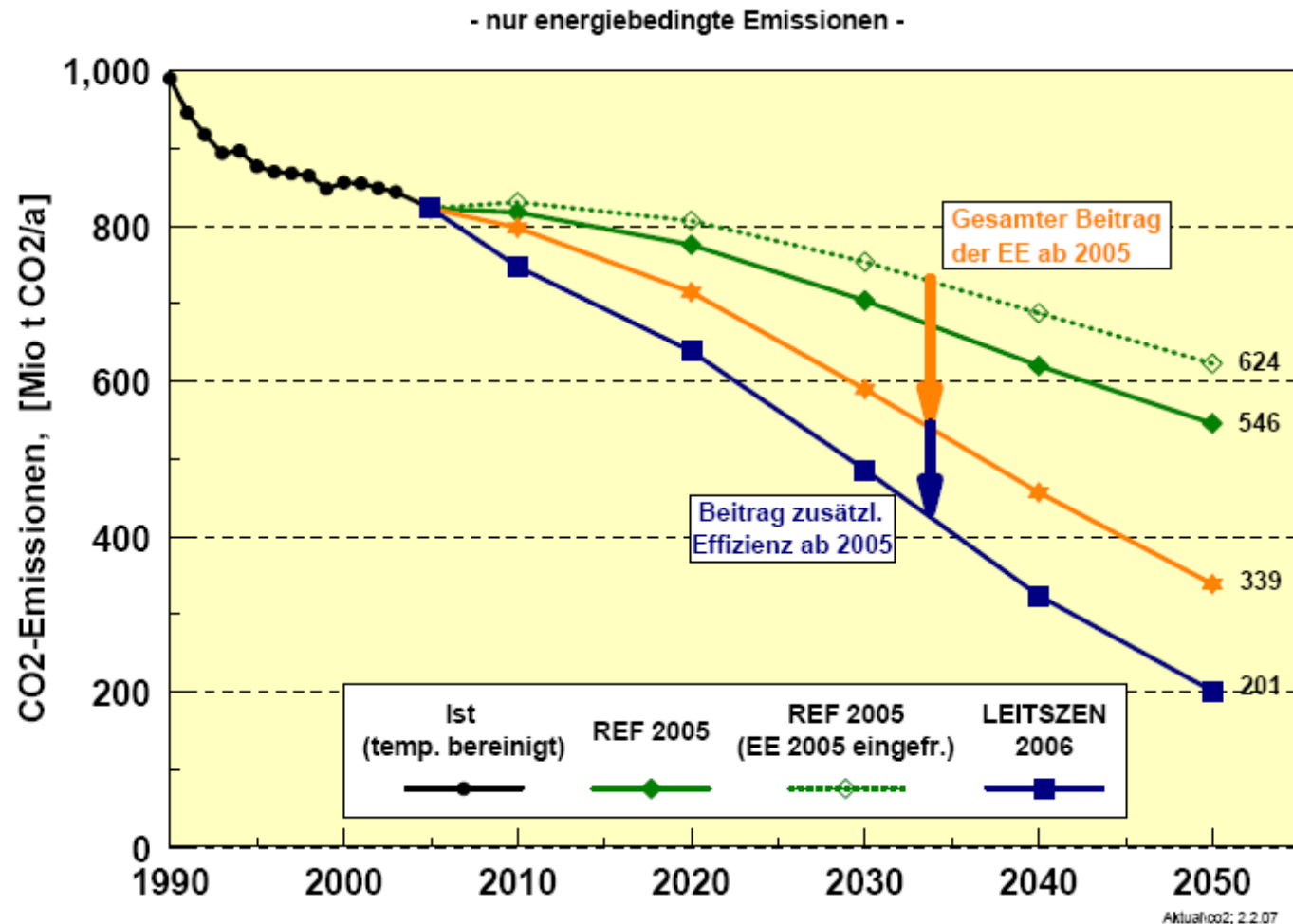
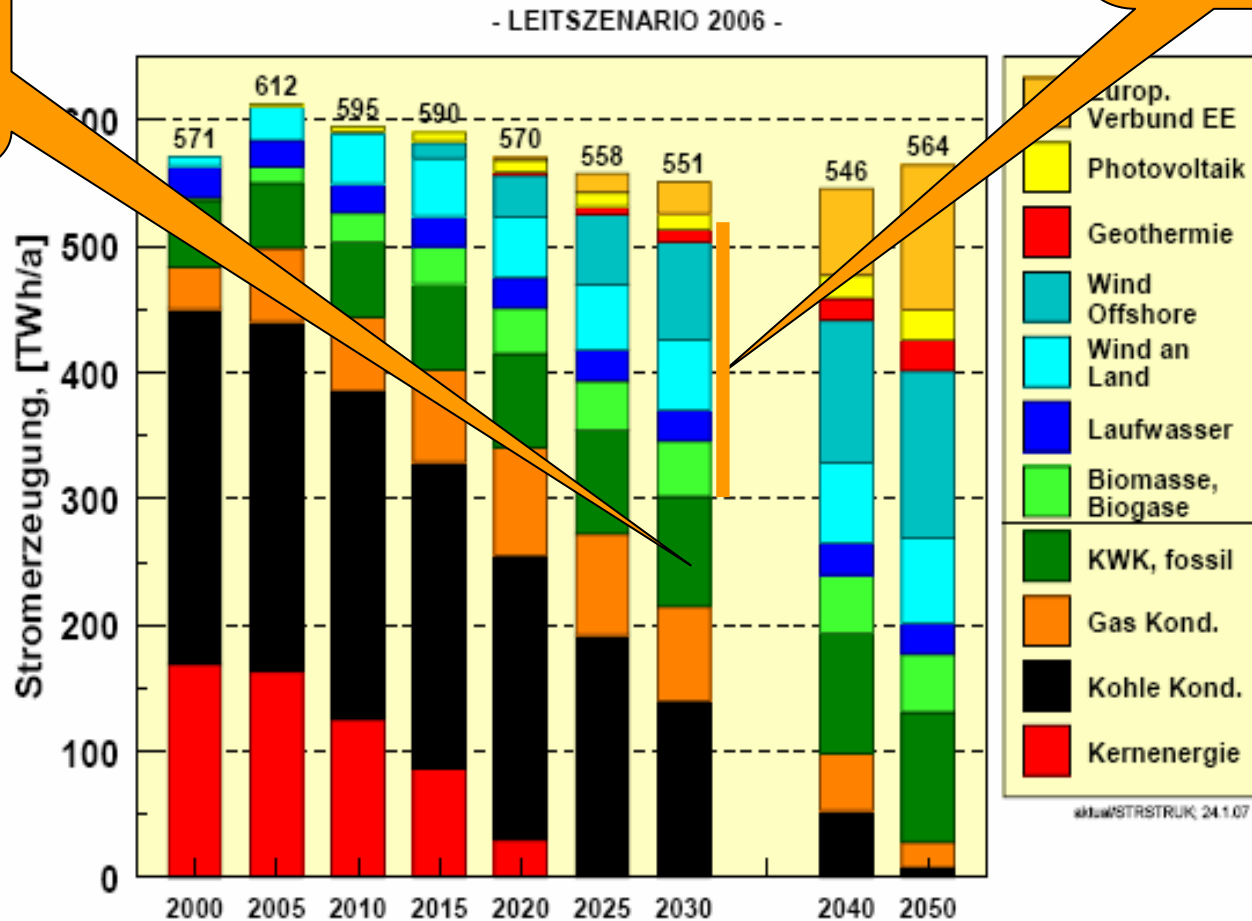


Abbildung 2.8: CO₂-Emissionen ab 1990 (temperaturbereinigt), in REF 2005 und LEITSZENENARIO 2006, sowie Gesamtbeitrag der EE ab 2005 (ausgehend von REF 2005 mit „eingefrorenem“ EE-Beitrag) und Beitrag zusätzlicher Effizienz ab 2005 zur CO₂-Minderung.

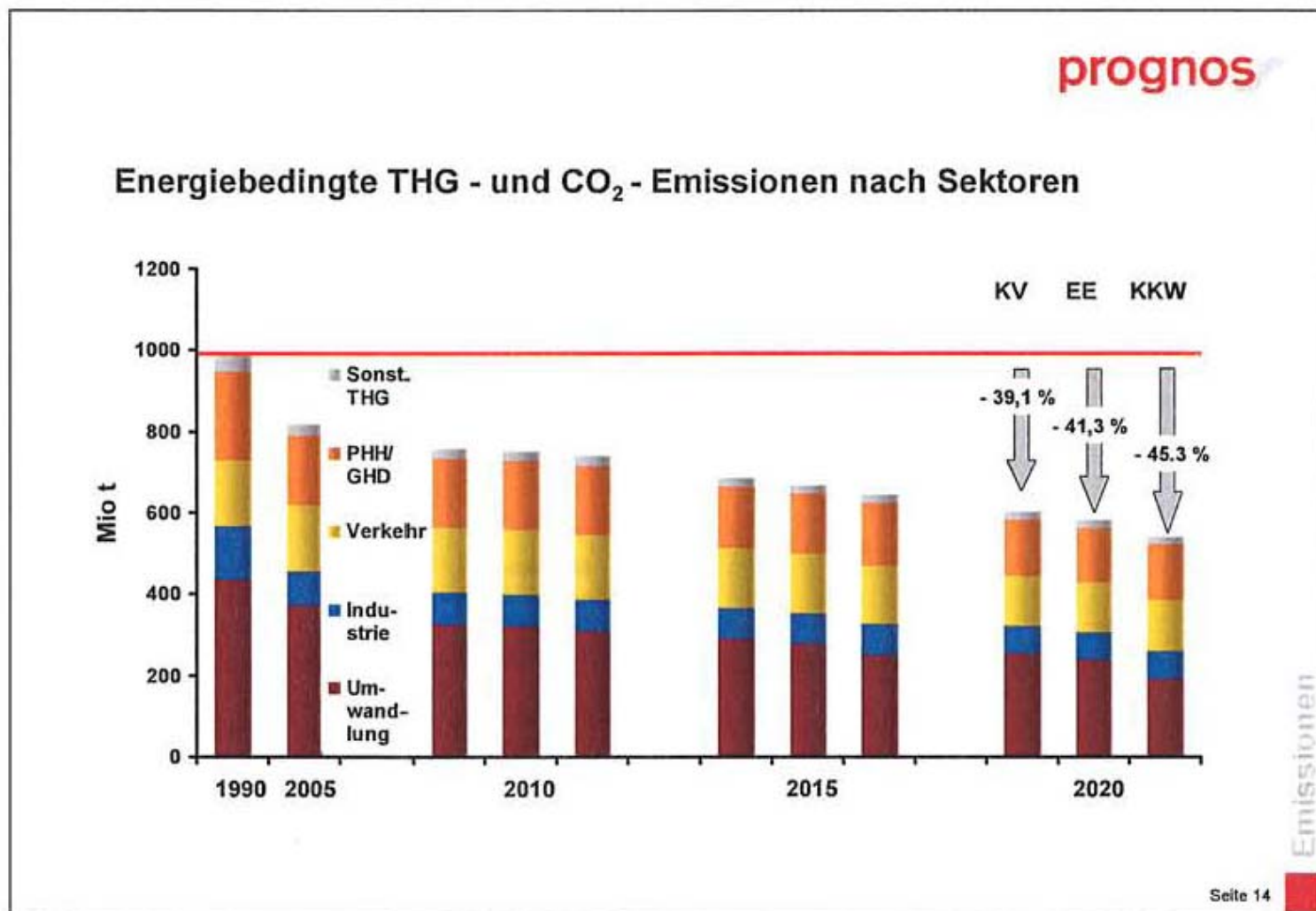
Struktur der Bruttostromerzeugung

16 %

25 %



Ergebnisse Energiegipfel-Szenario

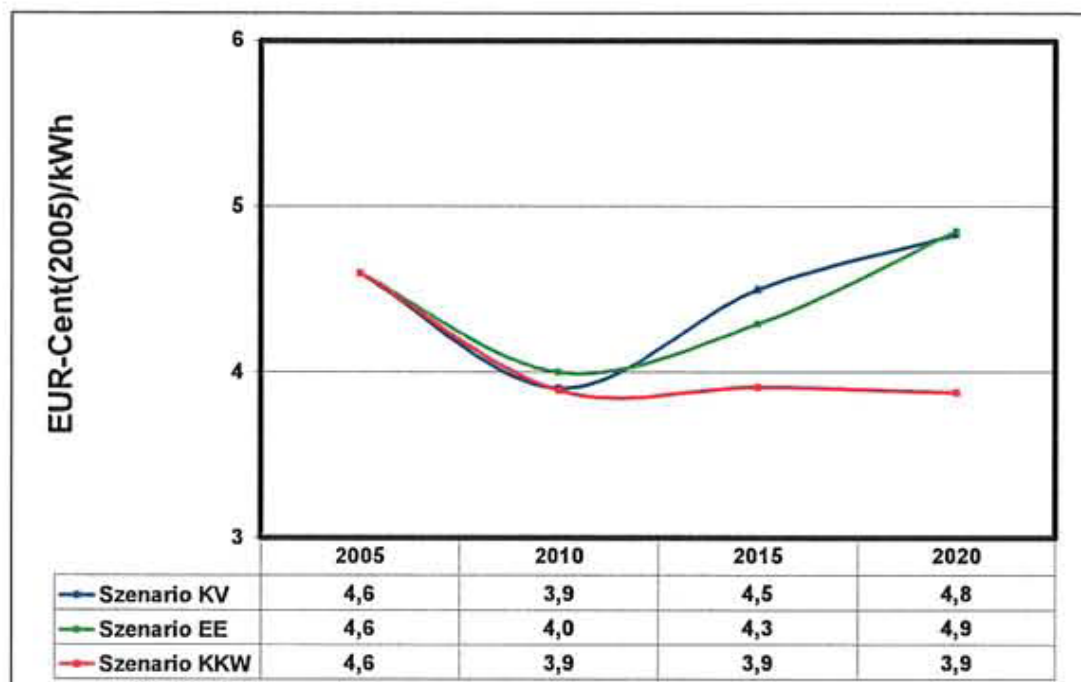


Quelle: Prognos/EWI 2007

Ergebnisse Energiegipfel-Szenario

Strompreise (Großhandel/Base)

ewi

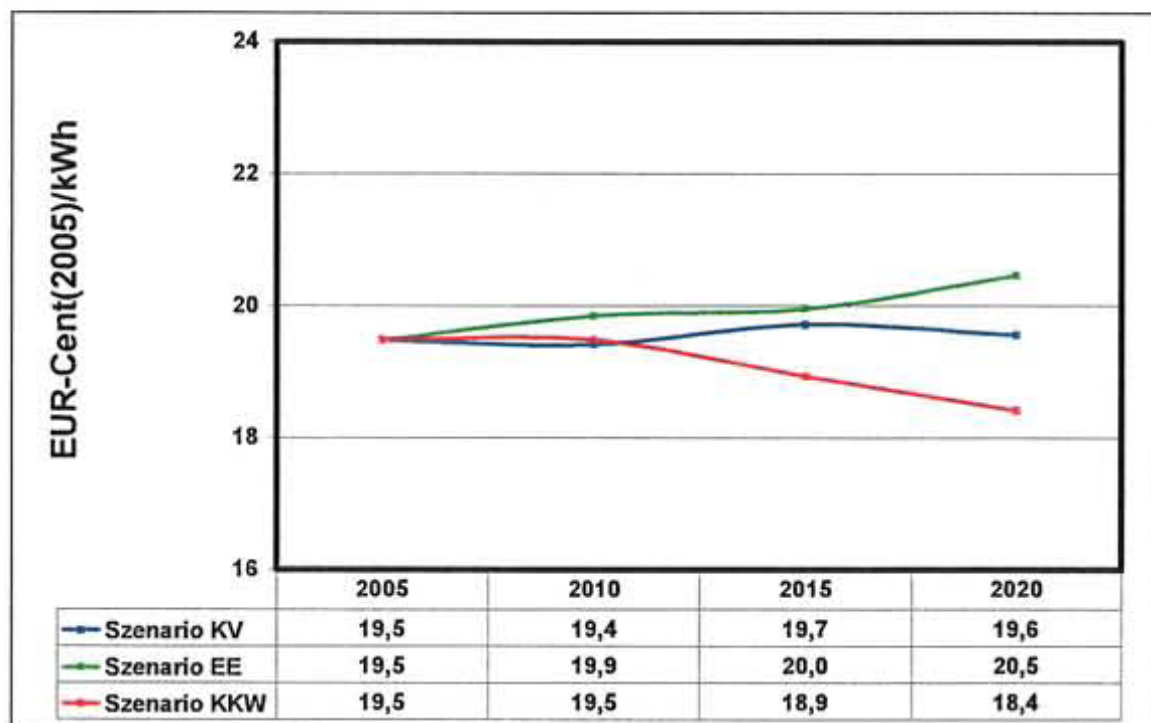


10

Ergebnisse Energiegipfel-Szenario

Endverbraucherpreise Strom (Haushalte)

ewi

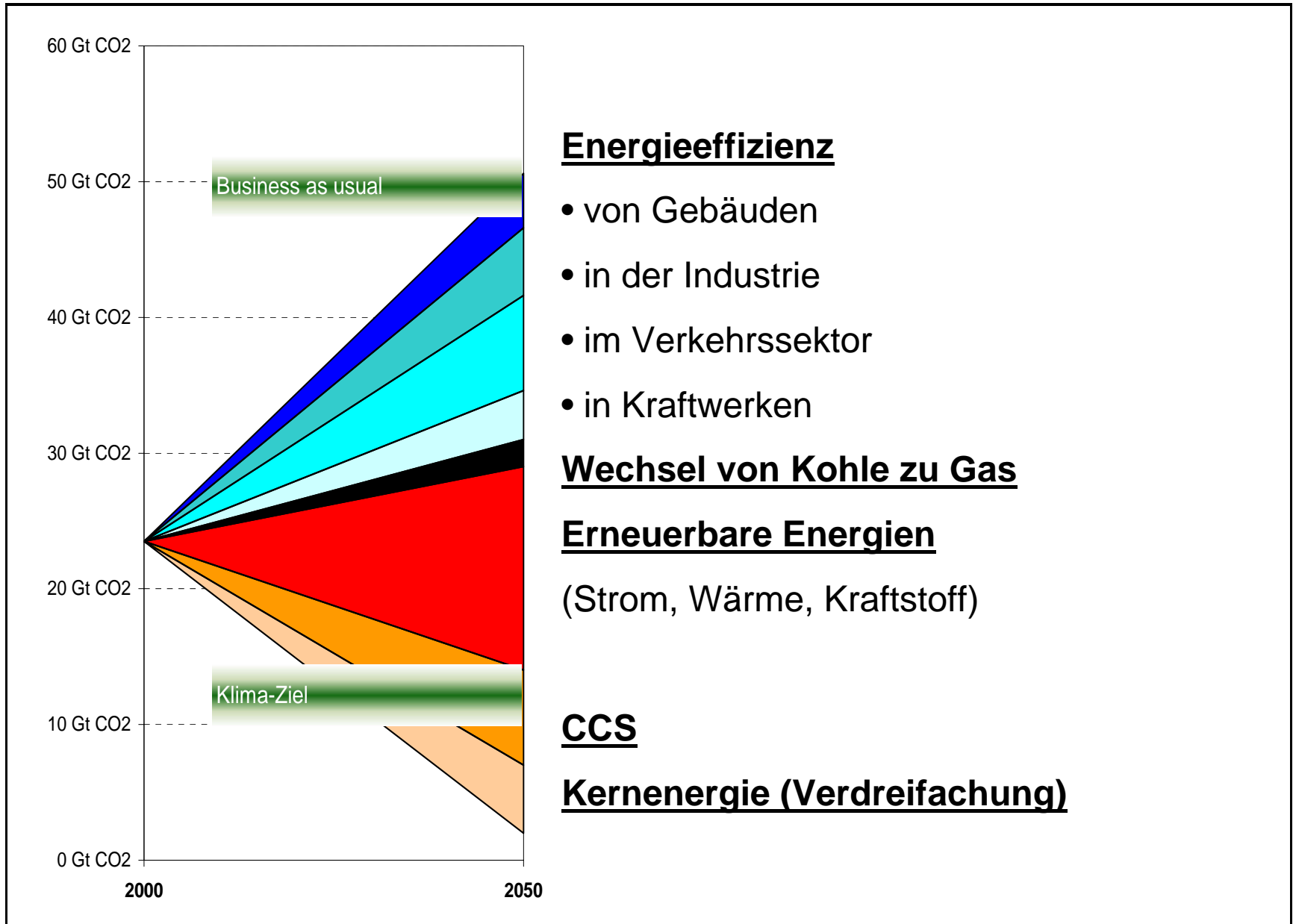


11

Agenda

1. Heutige Stromerzeugung
2. Aktuelle Energie-Szenarien
3. **Eckpfeiler einer nachhaltigen Stromwirtschaft**
4. Kohlekondensationskraftwerke als akzeptable Zukunftsoption ?

Globale technische Optionen im Überblick



Energieeffizienz

- von Gebäuden
- in der Industrie
- im Verkehrssektor
- in Kraftwerken

Wechsel von Kohle zu Gas

Erneuerbare Energien

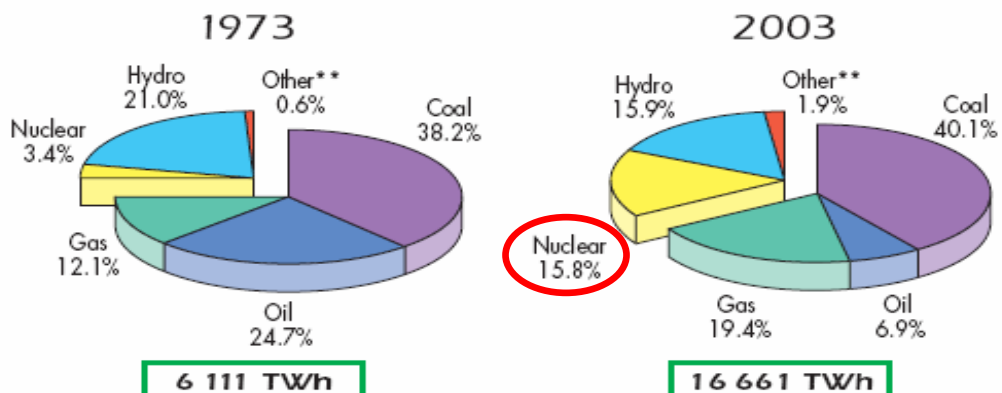
(Strom, Wärme, Kraftstoff)

CCS

Kernenergie (Verdreifachung)

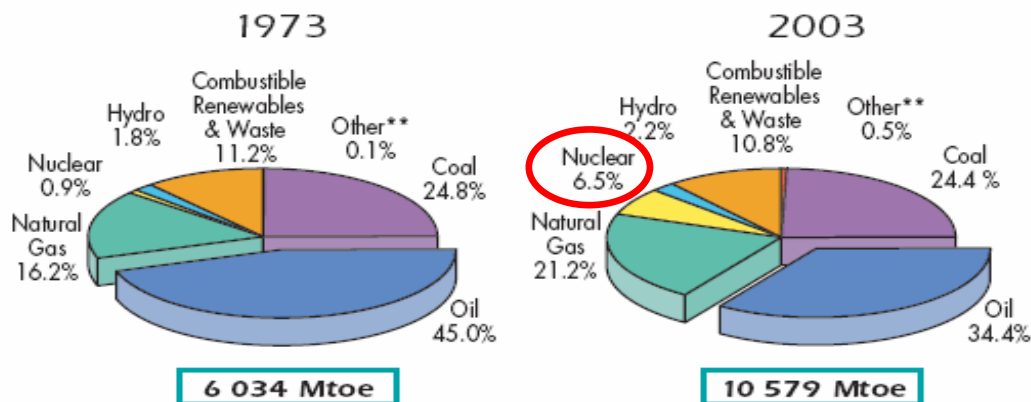
Beitrag der Kernenergie zur Energieversorgung

1973 and 2003 Fuel Shares of Electricity Generation*



*Excludes pumped storage.
 **Other includes geothermal, solar, wind, combustible renewables & waste.

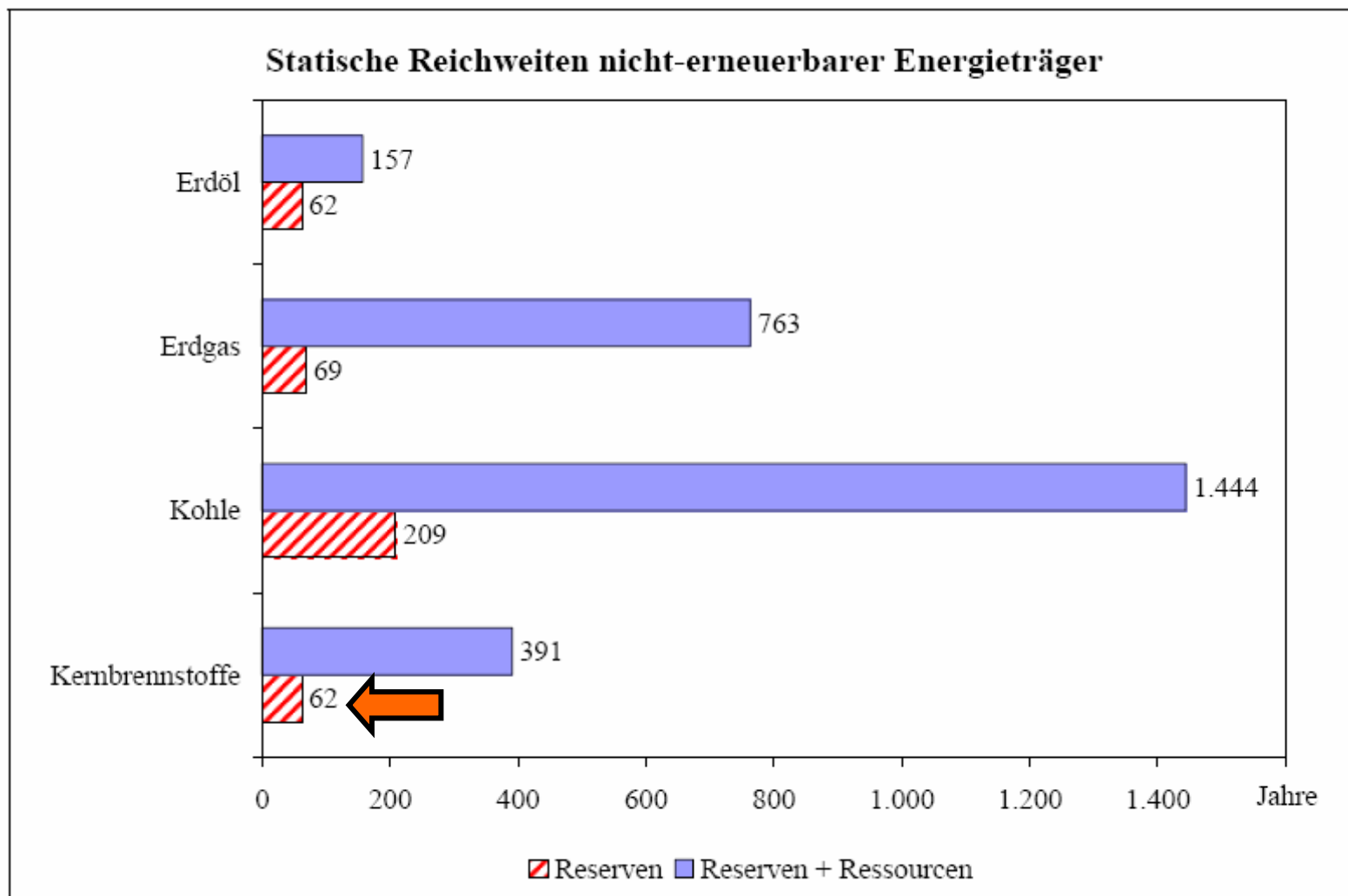
1973 and 2003 Fuel Shares of TPES*



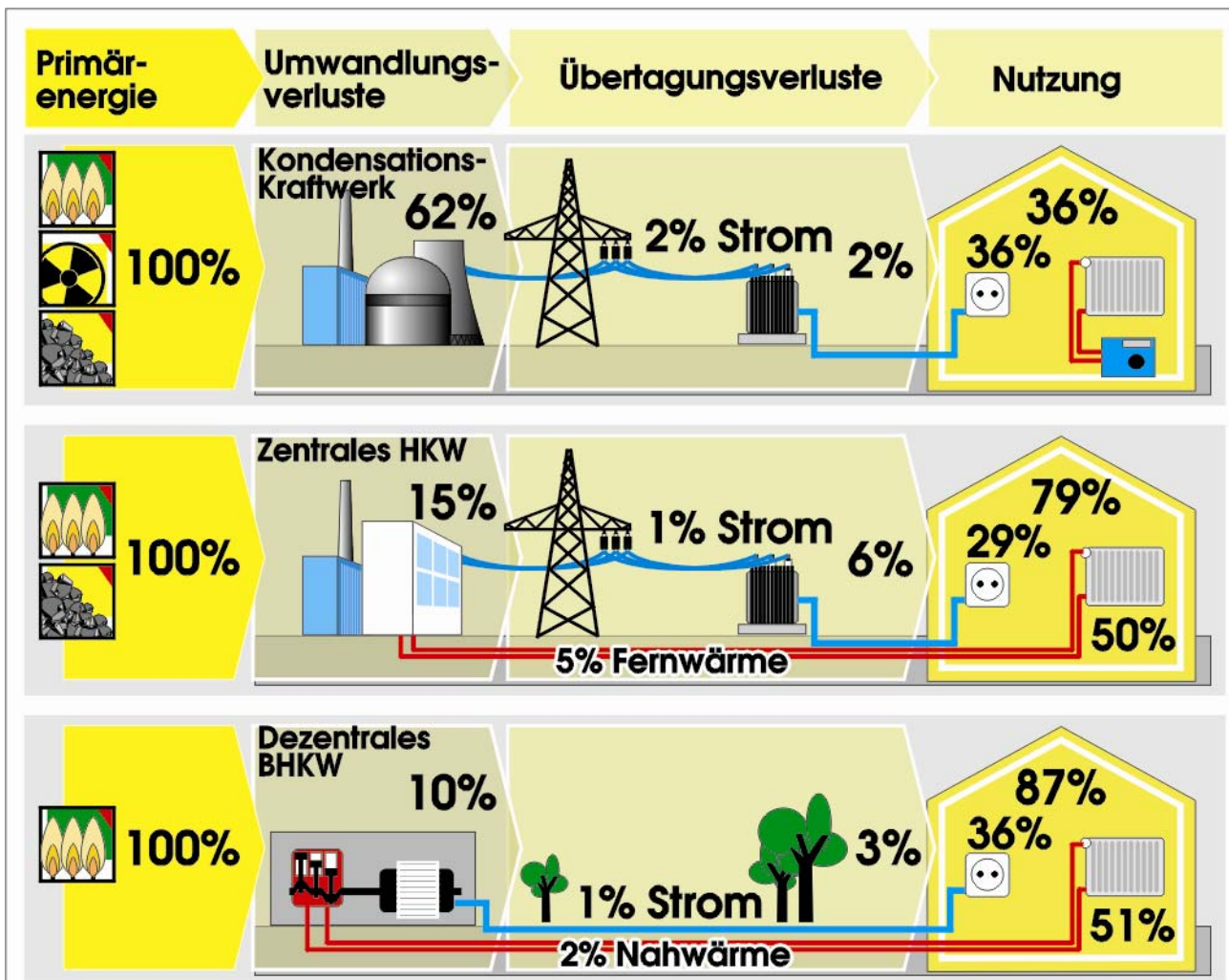
*Excludes international marine bunkers and electricity trade.
 **Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.



Atomenergie als Alternative

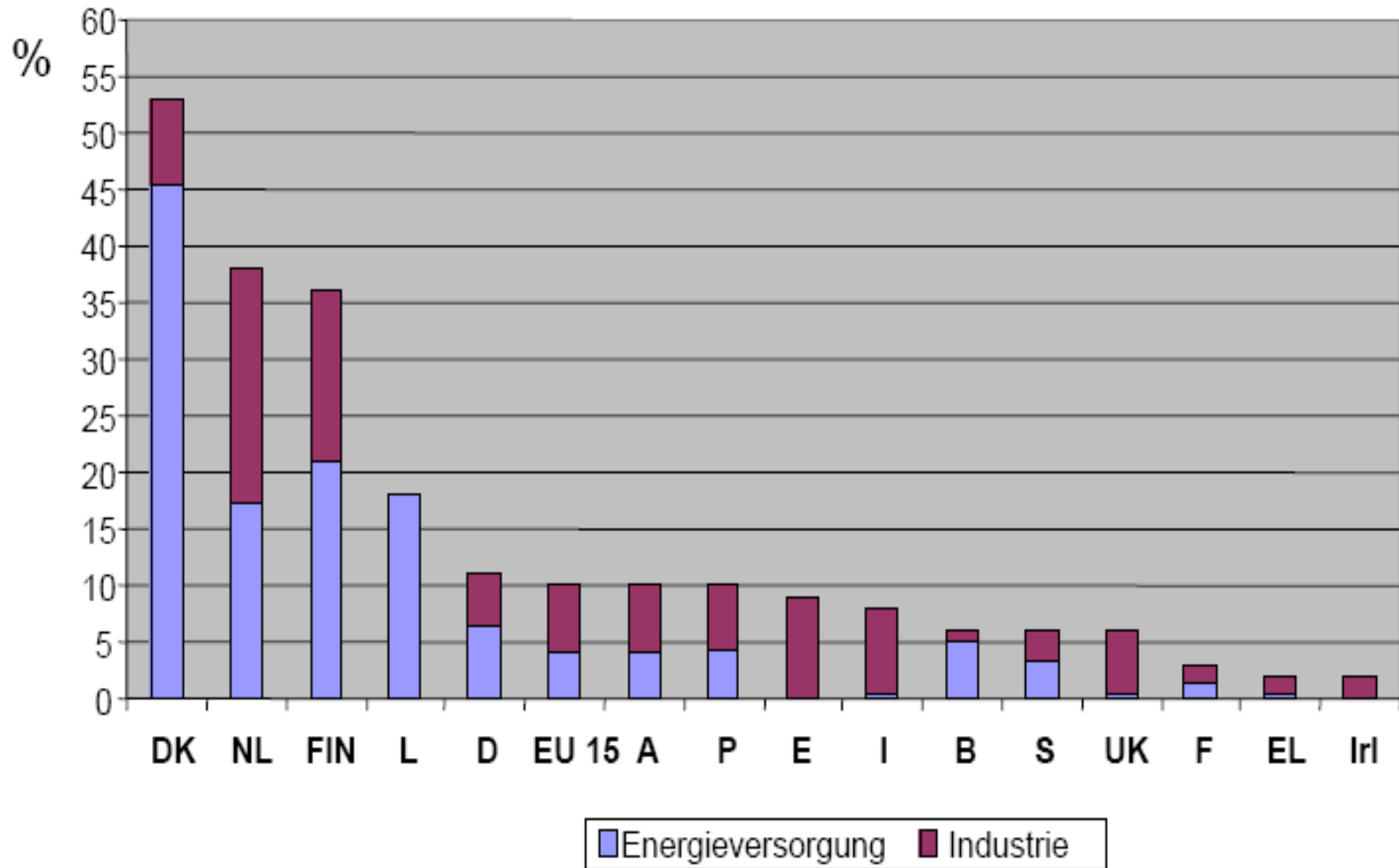


Hocheffiziente Energienutzung durch Kraft-Wärme-Kopplung



Energieflüsse bei der reinen Stromerzeugung sowie der zentralen und dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung.

KWK-Stromerzeugung in der EU im Jahr 2000

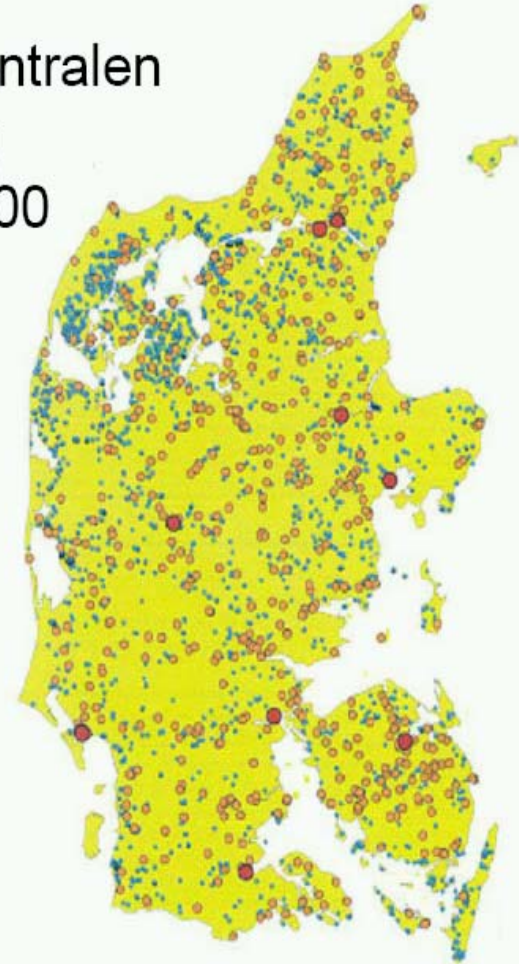


Dezentralisierung in Dänemark

Von der zentralen
Erzeugung Mitte der
80er Jahre

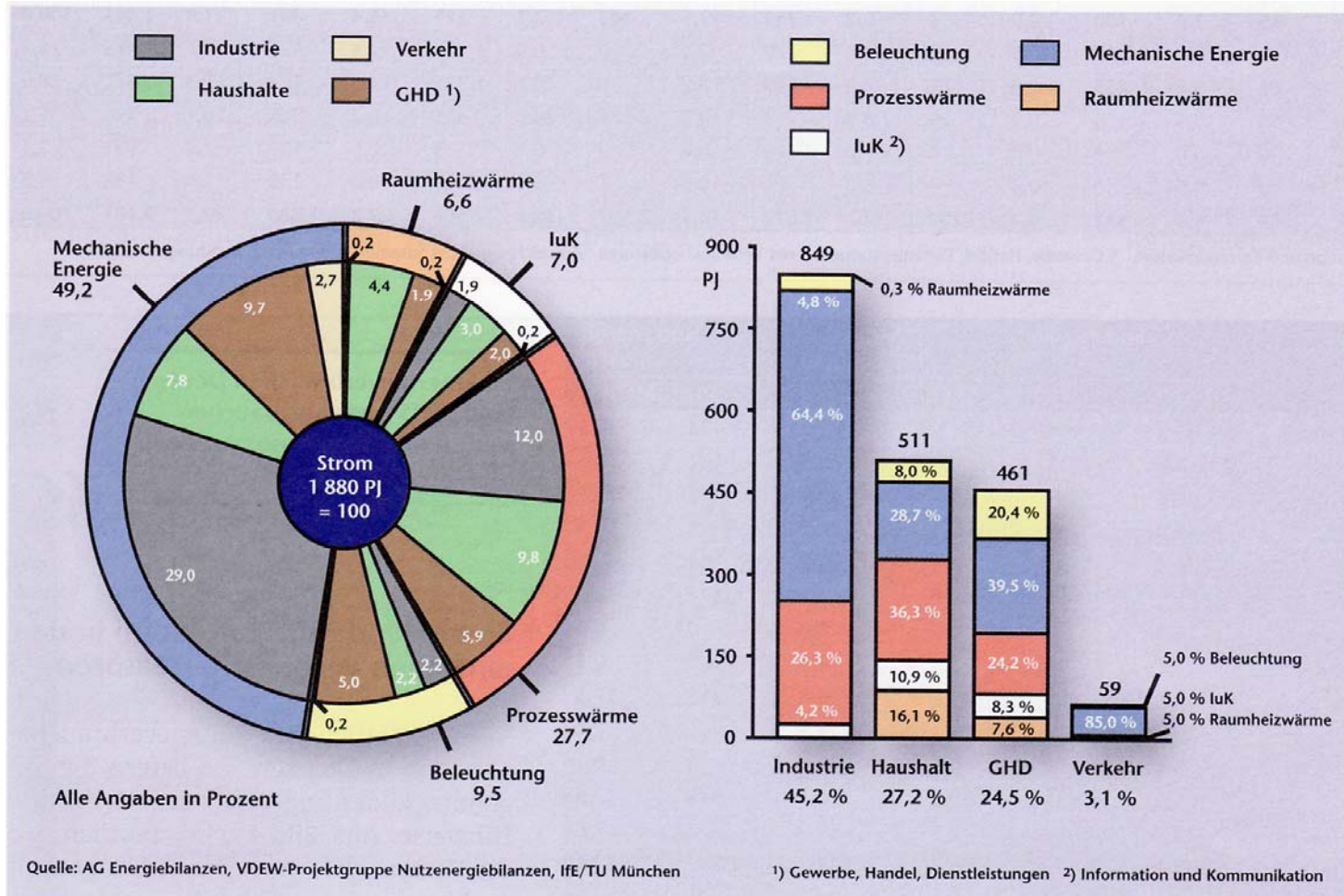


...zur dezentralen
Erzeugung
Im Jahr 2000



StromV 2005 in D nach Verbrauchssektoren und Bedarfsarten

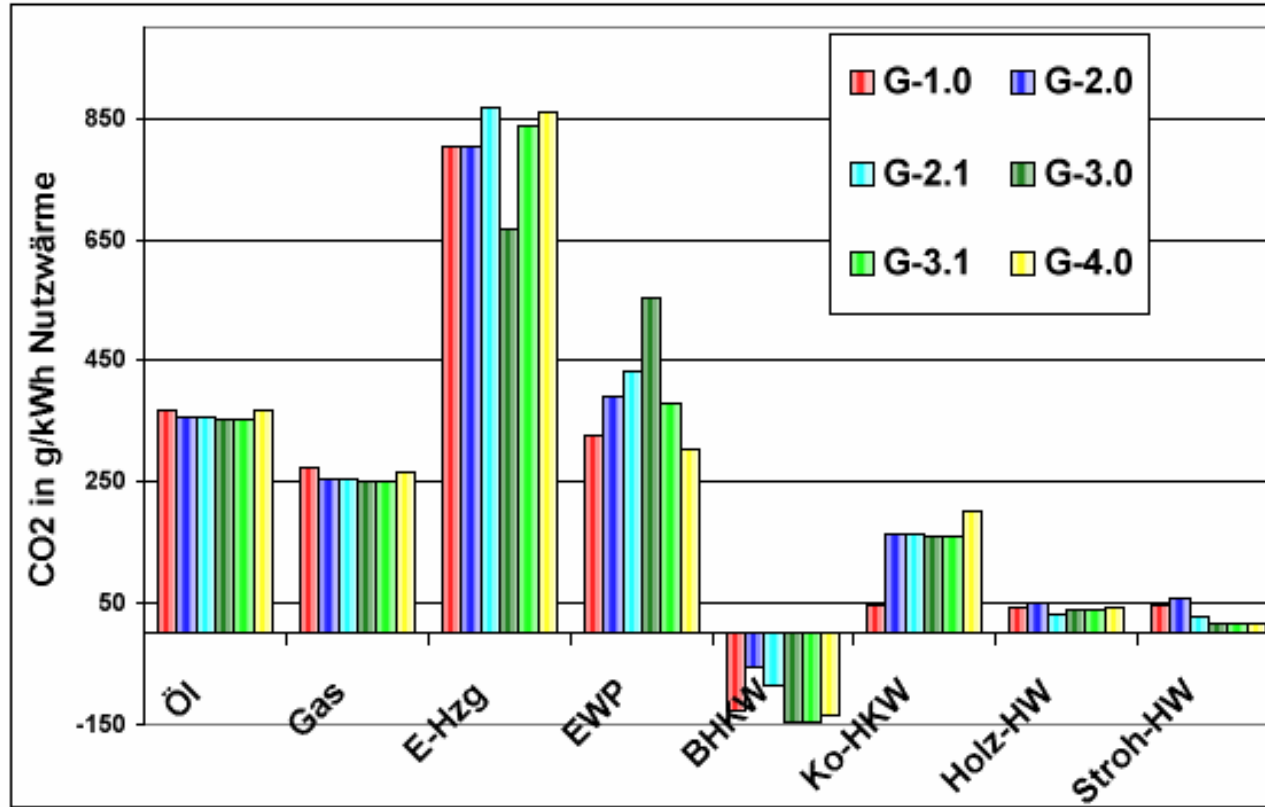
1



Quelle: Tzscheutschler/Nicke/Wernicke 2007

Leprich, Augsburg, 29. Juni 2007

Emissionsvergleich von Heizsystemen



E-Hzg = Elektrospeicherheizung, EWP = Elektrowärmepumpe, BHKW = Block-Heizkraftwerk, HW = Heizwerk

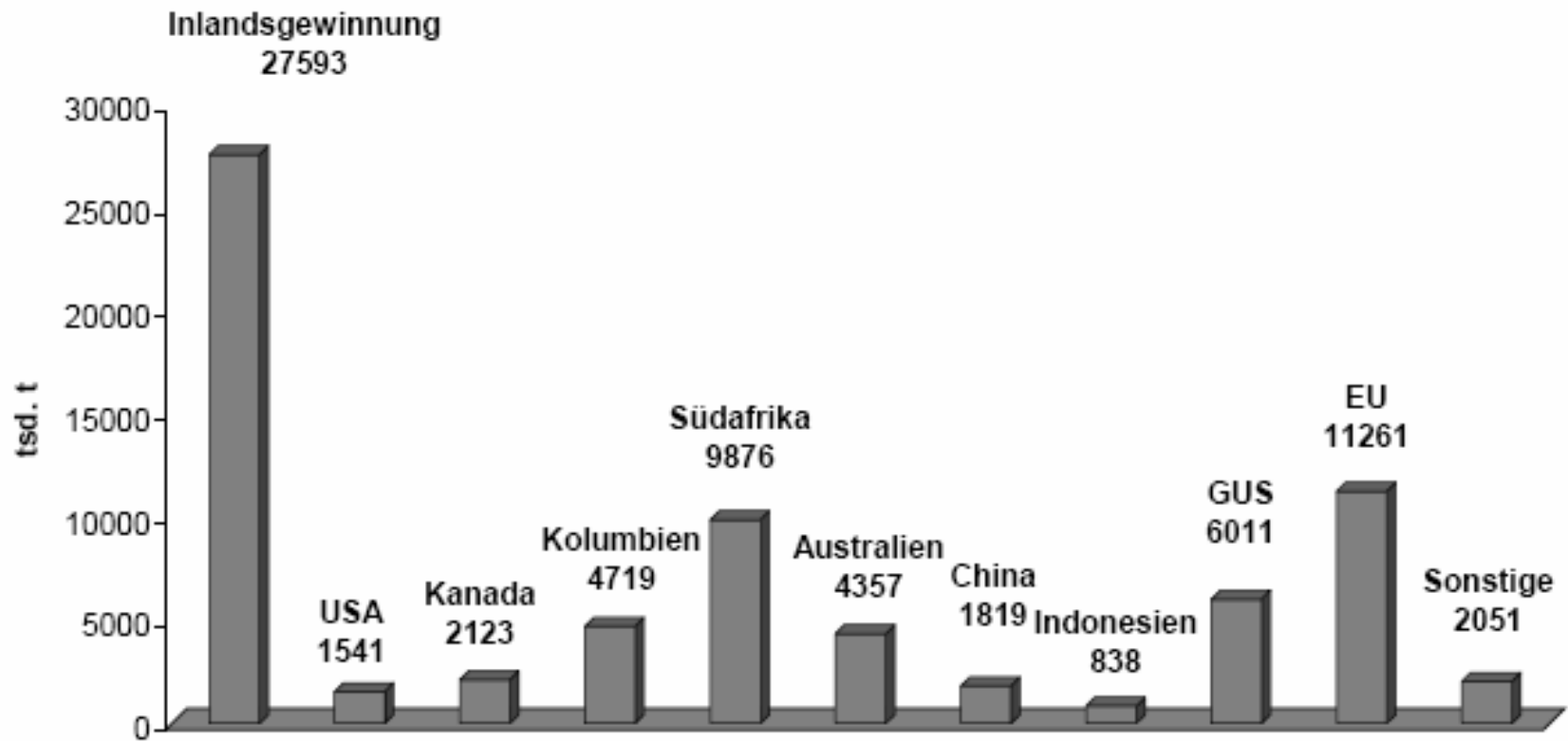
Agenda

1. Heutige Stromerzeugung
2. Aktuelle Energie-Szenarien
3. Eckpfeiler einer nachhaltigen Stromwirtschaft
4. **Kohlekondensationskraftwerke als akzeptable Zukunftsoption ?**



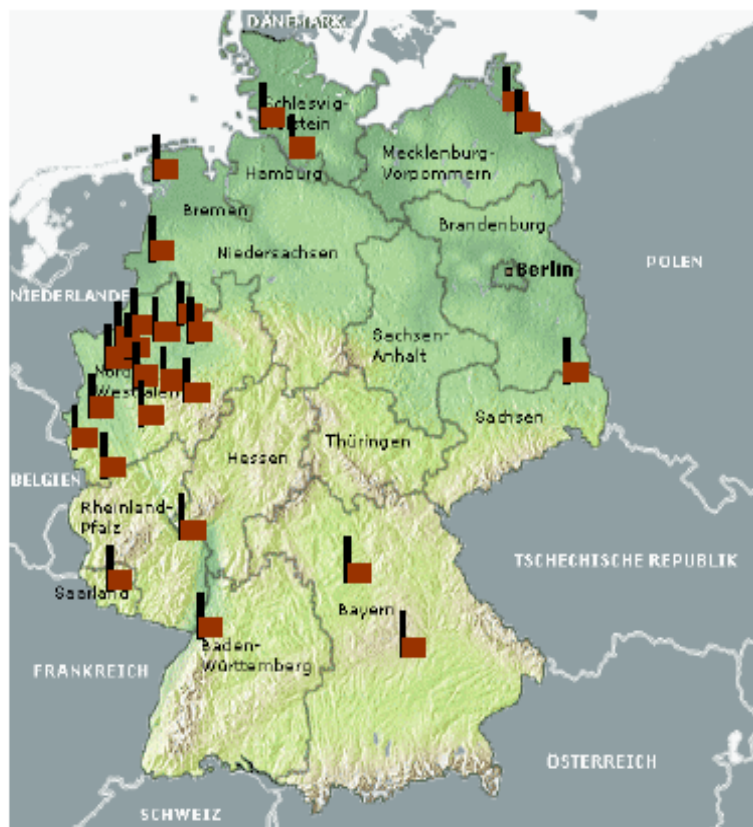
© 2007 Deutsche Steinkohle AG

Steinkohleaufkommen in D 2004



Kraftwerksplanung in Deutschland 2007

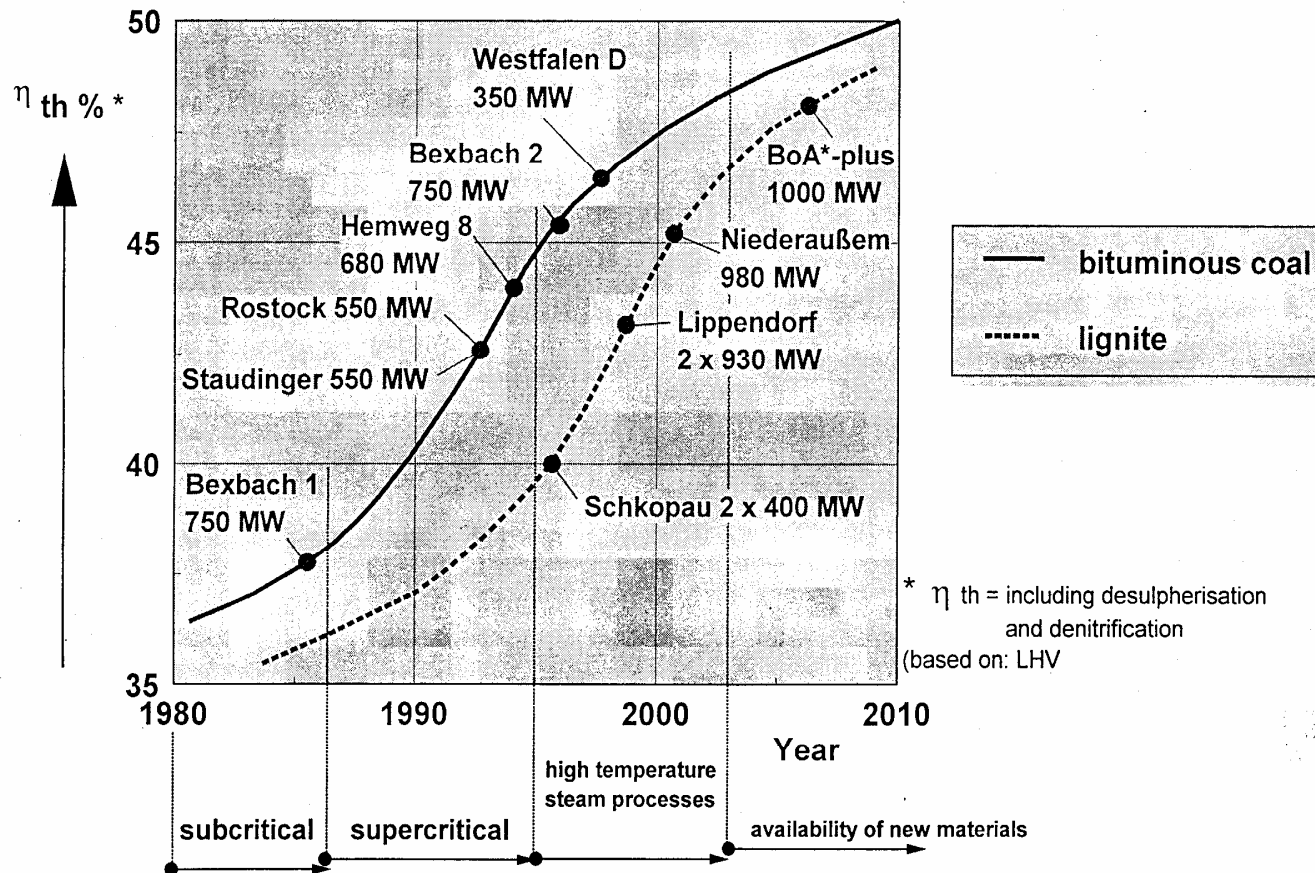
Kraftwerksprojekte - geplant und in Bau



	Standort	Investor	Kraftwerkstyp	Leistung MW
1	Neurath	RWE	Braunkohle	2 * 1.050
2	Westfalen	RWE	Braunkohle	2 * 750
3	Lingen	RWE	Steinkohle	2 * 530
4	Weisweiler	RWE	Erdgas	540
5	Moorburg	Vattenfall	Steinkohle	2 * 820
6	Boxberg	Vattenfall	Braunkohle	660
7	Irsching	E.ON	Gas und Dampf	2 * 400
8	Datteln	E.ON	Steinkohle	1.050
9	Emden	E.ON	Erdgas	400
10	Karlsruhe	EnBW	Steinkohle	800
11	Lubmin	EnBW	Gas und Dampf	2 * 800
12	Duisburg	Steag	Steinkohle	750
13	Herne	Steag	Steinkohle	750
14	Brunsbüttel	Südweststrom	Steinkohle	870
15	Saarbrücken	Electrabel	Gas und Dampf	400
16	Hürth	Statkraft	Gas und Dampf	2 * 400
17	Herdecke	Mark-E	Gas und Dampf	400
18	Mainz	KMW	Steinkohle	750
19	Lubmin	Concord/Forum	Gas und Dampf	3 * 400
20	Hamm	Trianel	Gas und Dampf	2 * 400
21	Lünen	Trianel	Steinkohle	870
22	Datteln	N-Ergie	Gas und Dampf	800
23	Uerdingen	Trianel/Bayer	Steinkohle	870
24	Ruhrgebiet	Gs. f. Stromhandel	Gas und Dampf	400
25	Marl	örtl. Stadtwerke	Steinkohle	2 * 750
26	Hagen	örtl. Stadtwerke	Steinkohle	2 * 600
	Gesamt			24000

Entwicklung der Kraftwerkswirkungsgrade

Entwicklung der Netto-Kraftwerkswirkungsgrade in Deutschland – Steinkohle und Braunkohle

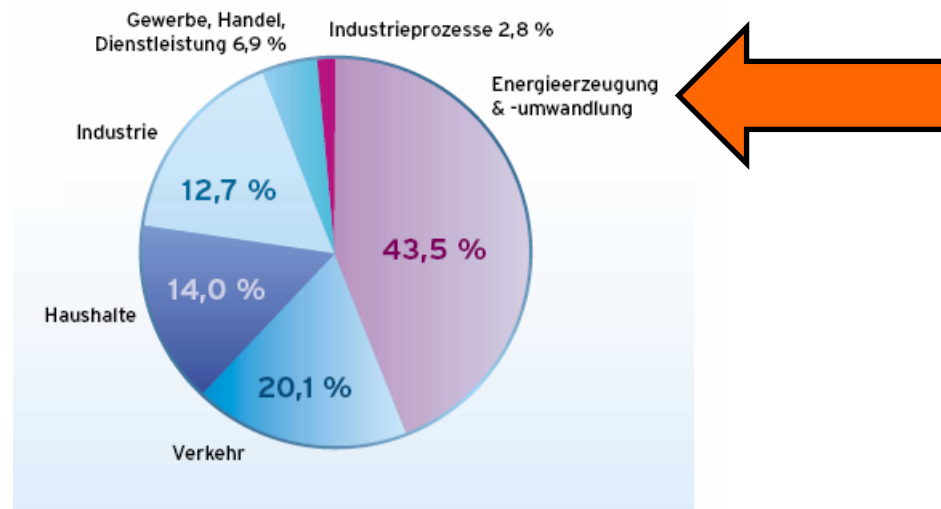


Emissionsvergleich Kraftwerke

Fossiler Brennstoff	Derzeitiger Kraftwerkspark	Heutiger Stand der Technik	Heutiger Stand der Forschung
	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh	Wirkungsgrad (%) g CO ₂ -Äq/kWh
Braunkohle	35 % 1.183	43 % 963	55 % 753
Steinkohle	35 % 1.114	44 % 886	50 % 780
Erdgas	50 % 492	58 % 424	60 % 410

Stromsektor als größter CO₂-Emittent

Anteil an der CO₂-Emission
in Deutschland (2002)



	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ¹	2004 ¹
Struktur der CO ₂ -Emissionen in %											
Energiesektor	42,4	41,0	40,4	39,6	40,3	39,9	41,2	41,3	42,8	43,3	43,2
Kraftwerke	34,0	34,6	34,0	33,8	34,4	34,3	35,0	35,0	36,6	37,2	37,1
Heizkraftwerke/Fernheizwerke	4,3	3,3	3,3	2,9	3,0	2,9	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4
Übrige Umwandlungsbereiche	4,2	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8
Übriger Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe	12,8	10,1	9,8	9,9	9,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,7	9,2
Verkehr (national) ²	15,4	18,8	18,3	19,0	19,5	20,7	20,2	19,5	19,5	18,7	18,9
Schienenverkehr	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Straßenverkehr	14,6	18,0	17,5	18,2	18,7	19,9	19,4	18,7	18,8	17,9	18,2
Luftverkehr (national)	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Küsten- und Binnenschifffahrt	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Haushalte	12,6	14,1	15,1	15,2	14,6	13,6	13,2	14,6	13,6	13,7	13,1
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ³	8,8	7,4	8,4	7,5	7,4	7,1	6,7	6,9	6,7	6,8	6,6
Summe energiebedingte Emissionen	91,9	91,4	92,1	91,2	91,2	91,3	90,8	91,4	91,3	91,3	91,0
Prozessbedingte Emissionen	8,1	8,6	7,9	8,8	8,8	8,7	9,2	8,6	8,7	8,7	9,0
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 2-6: Struktur des im LEITSZENARIO 2006 erforderlichen Zubaus neuer Kraftwerke ab 2001 (kumulierte Leistungen)

Leistung in GW	2010	2015	2020	2025	2030
Stein- und Braunkohle, Abfall, KW + HKW	6,5	13,3	15,6	18,4	21,1
Gas, KW +HKW	4,2	13,2	22,7	29,0	31,2
Fossile Großkraftwerke, ges.	10,7	26,5	38,3	47,4	52,3
- davon als HKW	2,6	6,6	9,4	13,3	15,7
--- davon HKW Kohle	1,3	4,3	5,7	7,3	8,4
Dezentrale BHKW, fossil	1,8	3,0	4,1	5,3	6,4
Erneuerbare Energien	32,2	43,4	56,0	68,3	80,6
- davon Windenergie	22,9	29,8	37,3	44,1	51,0
--- davon Wind Off-shore	0,55	4,25	10,0	15,6	23,0
- davon Biomasse, Biogas	3,9	5,1	6,4	7,1	8,0
- davon Fotovoltaik	4,7	7,4	10,0	11,8	13,7
Leistungszubau insgesamt	44,7	72,9	98,4	121,0	139,3

KW = Kondensations-Kraftwerke; HKW = Heizkraftwerke; BHKW = Blockheizkraftwerke (< 10 MW_{el})

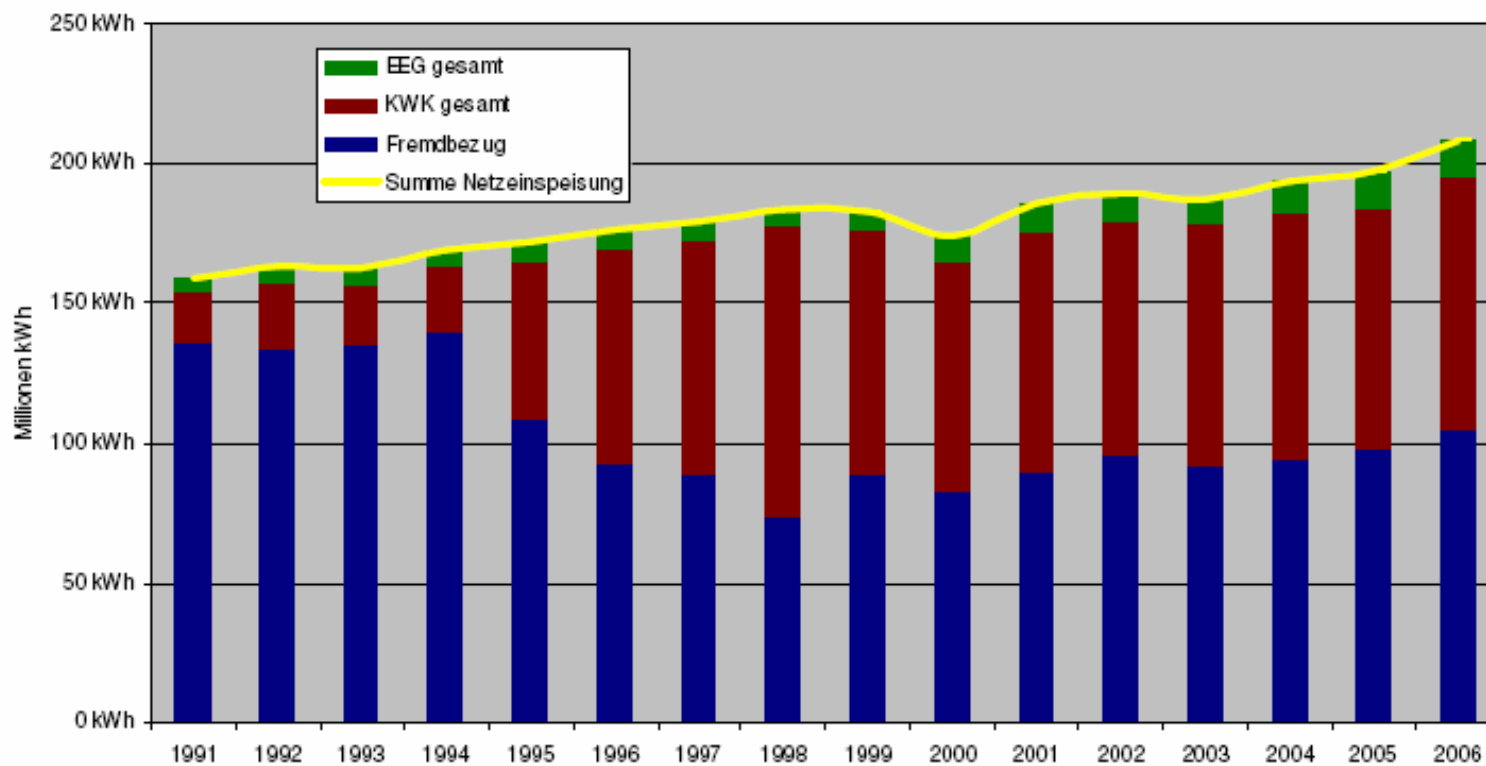
- Erreichung eines Gesamtenergie-Ausnutzungsgrades von mindestens 60% → geeigneter Standort
- Übernahme der CO₂-Kosten vom ersten Tag an → bei weniger als 100%-Auktionierung Verpflichtung zur Durchführung von Effizienzprojekten für den Differenzbetrag
- Sicherstellung einer mindestens zeitgleichen Abschaltung in Betrieb befindlicher alter Kohlekraftwerke

Exkurs: Stadtwerke in der Identitätskrise

- Stadtwerke als „Kundensammler“ für die Verbundunternehmen (300 „Zebras“)
- Stadtwerke (auf verlorenem Posten) gegen
 - Endkundenmarkt-Liberalisierung („Single Buyer“)
 - regulierten Netzzugang („NTPA“)
 - Liberalisierung des Mess- und Zählerwesens
 - Anreizregulierung
 - eigentumsrechtliches Unbundling des Transportnetzes
- Stadtwerke für
 - steuerlichen Querverbund
 - Kraft-Wärme-Kopplung (zumindest grundsätzlich)
 - ...

Dezentral ist möglich

Strommix Netz Schwäbisch Hall



Quelle: van Bergen 2007

Leitbild des „aktiven Netzbetreibers“

- Er optimiert sein Netz unter systematischer Berücksichtigung aller „sinnvollen“ dezentralen Angebots- und Nachfrageoptionen („level playing field“-Abwägung), u.a. durch Förderung engpassorientierter Einspeisung
- Er sorgt für den standortoptimierten Anschluss dezentraler Erzeugungsanlagen an das Netz
- Er vernetzt die Anlagen über moderne Steuerungs- und Regelungstechniken und ermöglicht ihren optimalen Beitrag zu seinem Netzlastmanagement
- Er bietet allen dezentralen Einspeisern und Anlagenbetreibern einen umfassenden Service und minimiert ihre Transaktionskosten

Dafür braucht er die richtigen Anreize → Ausgestaltung der Anreizregulierung

Schritte aus der Identitätskrise

- Stadtwerke in ihrer zentralen Funktion als Stromverteilnetzbetreiber begreifen sich als unterstützender Umbauakteur des Stromsystems
- Stadtwerke folgen dem Leitbild des „aktiven Netzbetreibers“
- Stadtwerke kämpfen für eine umbaukompatible Ausgestaltung der Anreizregulierung
- Stadtwerke kämpfen dafür, Netzverluste durch eigene dezentrale Anlagen abdecken zu können
- Stadtwerke setzen sich ein für die eigentumsrechtliche Entflechtung der Stromübertragungsnetze
- Stadtwerke versuchen, wo immer dies möglich ist, sich der Beteiligung der Verbundunternehmen zu entledigen

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Hochschule für Technik und Wirtschaft

Waldhausweg 14

66123 Saarbrücken

Tel. 0681 – 5867 526

Fax 0681 – 5867 507

email: uleprich@htw-saarland.de