

## 0.1 Der natürliche Rahmen der Energiewirtschaft

- **Energie für alle Ökosystem** (Menschen als Teil davon) letztlich von der **Sonne**: Hält natürliche Kreisläufe durch Energiezufuhr (Licht, Wärme) aufrecht. Die Sonnenenergie wird im Ökosystem weitergegeben ( $\eta \cong 10\%$ )
- Existenzielle Basis jedes Ökosystems ist die **Photosynthese** der Pflanzen, d.h. Spaltung von Wasser mit Sonnenenergie und Verbrauch von  $\text{CO}_2 \Rightarrow$  Aufbau von Strukturen (Holz) und Sekundärenergieträgern (Zucker), Emission von  $\text{O}_2$  (von entscheidender Bedeutung für Aufbau der  $\text{O}_2$ -Atmosphäre!). Die Photosynthese bringt die **Sonnenenergie in den Naturkreislauf** der Erde
- **Zur Größenordnung:**
  - Eingestrahlte Sonnenenergie/a  $\cong 10\,000$ mal Weltenergieverbrauch/a
  - Photosynthese legt jährlich 10 bis 240mal Weltenergieverbrauch fest
  - in D Einstrahlung etwa  $1000 \text{ kWh}/(\text{a m}^2) \cong 100\text{l Öl pro a und m}^2$
- Der **Mensch** hat ungeachtet dieser Gleichgewichtsbeziehungen **massiv in Stoff- und Energieumsätze eingegriffen**
  - Anthropogener Energieumsatz weltweit zu 80% aus fossilen Energien, d.h. aus „alter“, in Hunderten von Mio Jahren chemisch gespeicherter Sonnenenergie, die jetzt in wenigen 100 Jahren umgesetzt wird.
  - z. Vgl.: Der menschliche Energieumsatz pro Kopf beträgt weltweit 13mal, in Mitteleuropa 65mal dem eines gleichschweren Tieres, d.h. ein Mensch „müsste“ durchschnittlich 1.5 bzw. 7.5 t wiegen!
- Der **anthropogene Energieumsatz** in der derzeitigen Form und Struktur führt zu Umweltzerstörung, Ressourcenvernichtung, Klimawandel und damit über kurz oder lang **zur irreversiblen Zerstörung des ökologischen Gleichgewichts**.

**Damit aber ist klar: das Entwicklungsziel der Energiewirtschaft muss das Fließgleichgewicht mit der Sonne sein!**

## 0.2 Der gesellschaftliche Rahmen der Energiewirtschaft

- Erschließung und Einsatz neuer **Energieträger/-quellen** als Ersatz für die natürlichen Energieformen ⇒ Voraussetzung für die **Entfaltung der Produktivkräfte und der Produktionsweise**
- Möglichkeiten zur Verbesserung der **Arbeitsbedingungen** und der **Lebensverhältnisse**, und gleichzeitig **Intensivierung und Globalisierung der Natureingriffe**
- **unter kapitalistischen Produktionsverhältnissen** orientiert sich **Energiebereitstellung und –einsatz** primär an **Profitinteressen**, d.h. Einsatz von Energie (ebenso wie von lebendiger Arbeitskraft, Rohstoffen, Maschinen) erfolgt **nach betriebswirtschaftlichen Kostengesichtspunkten** und **Energie für Produktion und Konsum** wird **als Ware** auf einem (inzwischen hochmonopolisierten) Markt gehandelt
- **Gesamtwirtschaftliche Interessen** wie Energiehaushalt der Erde, Umwelt, Gesundheit, Arbeits- und Lebensverhältnisse, sinnvolle Güter und Dienstleistungen mussten und müssen **auf politischen Weg durchgesetzt** werden.

Diese etwa  
100 Jahre alte Buche  
sollten Sie sich etwa 20 m hoch  
und mit etwa 12 m Kronendurchmesser vor-  
stellen. Mit ihren 600 000 Blättern verzehnfacht  
sie ihre 120 qm Standfläche auf etwa 1200 qm Blattfläche.  
Durch die Lufträume des Schwammgewebes entsteht eine Zell-  
oberfläche für den Gasaustausch von etwa 15 000 qm, also zwei Fuß-  
ballfelder! 9 400 Liter = 18 kg Kohlendioxid verarbeitet dieser Baum  
an einem Sonnentag. Das ist der durchschnittliche Kohlendioxidabfall  
von zweieinhalb Einfamilienhäusern. Bei einem Gehalt von 0,03 %  
Kohlendioxid in der Luft müssen etwa 36 000 cbm Luft durch diese  
Blätter strömen mitsamt den enthaltenen Bakterien, Pilzsporen,  
Staub und anderen schädlichen Stoffen, die dabei größtenteils im  
Blatt hängen bleiben. Gleichzeitig wird die Luft angefeuchtet,  
denn etwa 400 Liter Wasser verbraucht und verdunstet der Baum an  
demselben Tag. Die 13 kg Sauerstoff, die dabei vom Baum durch die  
Photosynthese als Abfallprodukt gebildet werden, decken den Bedarf  
von etwa 10 Menschen. Für sich produziert der Baum an diesem Tag  
12 kg Zucker, aus dem er alle seine organischen Stoffe aufbaut.  
Einen Teil speichert er als Stärke, aus einem anderen baut  
er sein neues Holz. Wenn nun der Baum gefällt wird zur  
bequemeren Bearbeitung des Ackers, auf Antrag  
des Automobilclubs, weil der Baum zu viel  
Schatten macht  
oder gerade  
dort ein Geräte-  
schuppen auf-  
gestellt werden  
soll, so müßte  
man etwa 2 000  
junge Bäume mit  
einem Kronenvolumen  
von 1 cbm pflanzen, wollte man ihn vollwertig  
ersetzen. Die Kosten dafür dürften etwa 250 000,- DM betragen.

---

aus: W. Buff „Bäume im Bild“, 128 S., 148 Abb., 84 Zeichn.,  
DM 28,- (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH).

**Energie: Sonnenstrahlung**

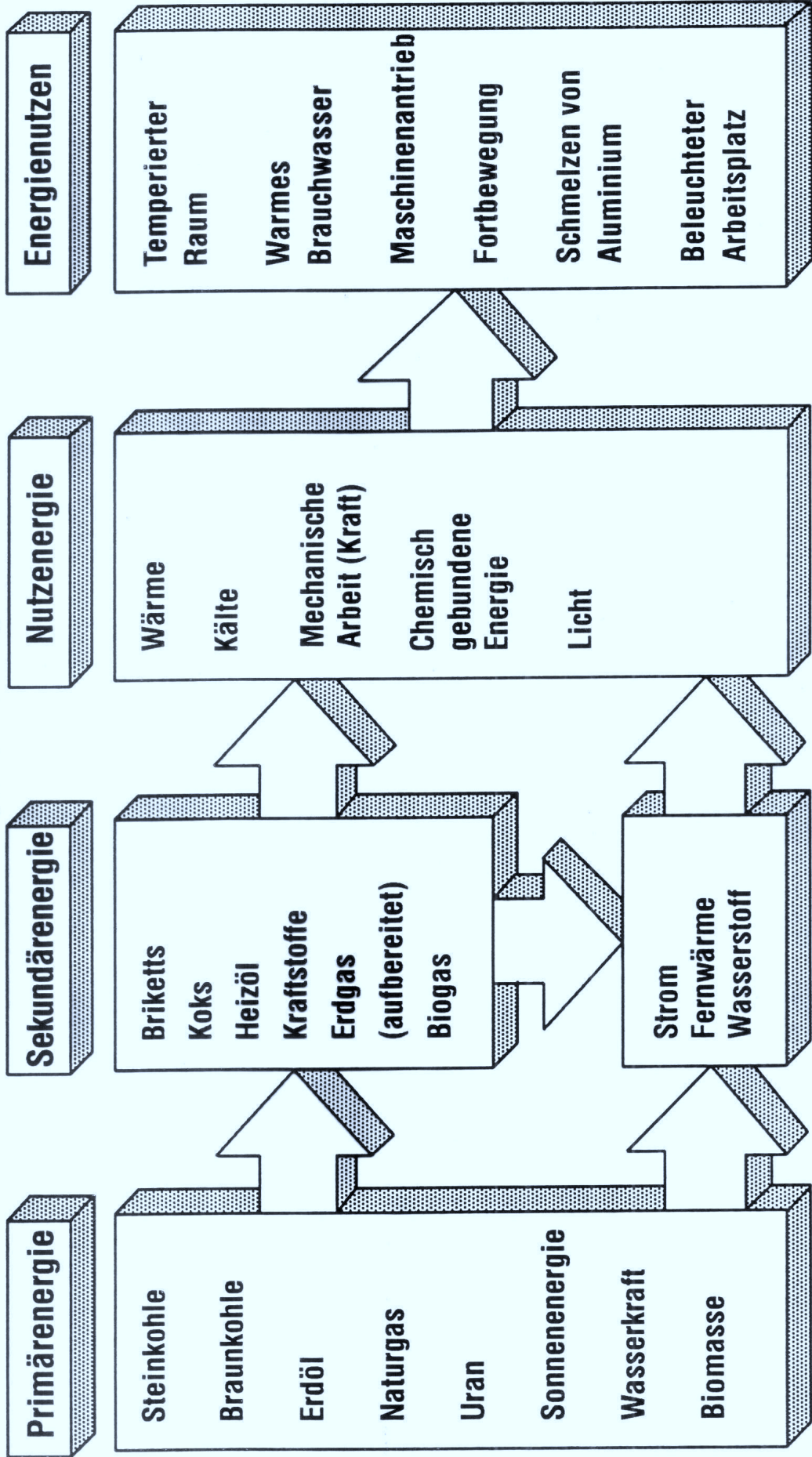
**Rohstoffe: Wasser, Kohlendioxid**

**Produkte: Stärke (Sekundärenergieträger)  
Holz**

**Emission: Sauerstoff**

# Wege der Energie Von der Primärenergie zur Energiedienstleistung \*)

\*) nicht vollständig



Umwandlungsverluste

Technische Verluste

"Verluste" durch Nichteinsatz

vorhandener Technik  
und Nutzerverhalten

100%

65%

beim Nutzer

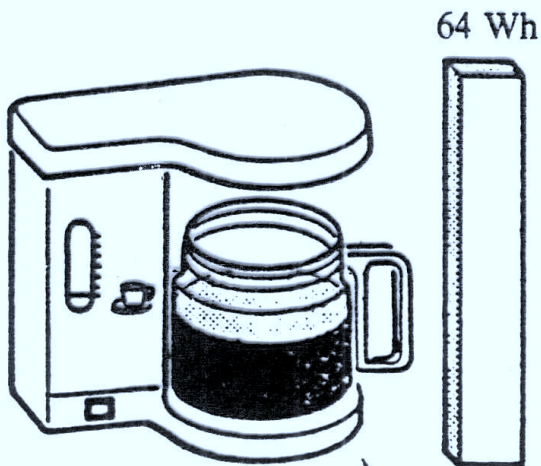
32%

14%

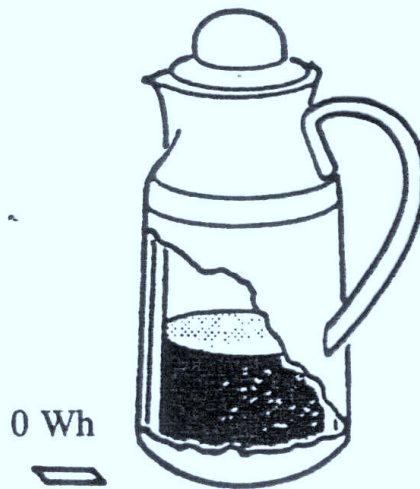
Abb. 2.1: Energiedienstleistungen

1. Beispiel: Das **Warmhalten** von Kaffee über einen Zeitraum von 2 Stunden ist eine **Energiedienstleistung**

Diese Leistung kann erfolgen durch:  
**Energiezufuhr**



**Wärmeschutz**



Ergebnis nach zwei Stunden: heißer Kaffee

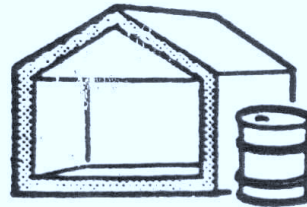
2. Beispiel: behagliche **Zimmertemperatur**

durch hohen  
**Energieverbrauch**



**3700l/Jahr**

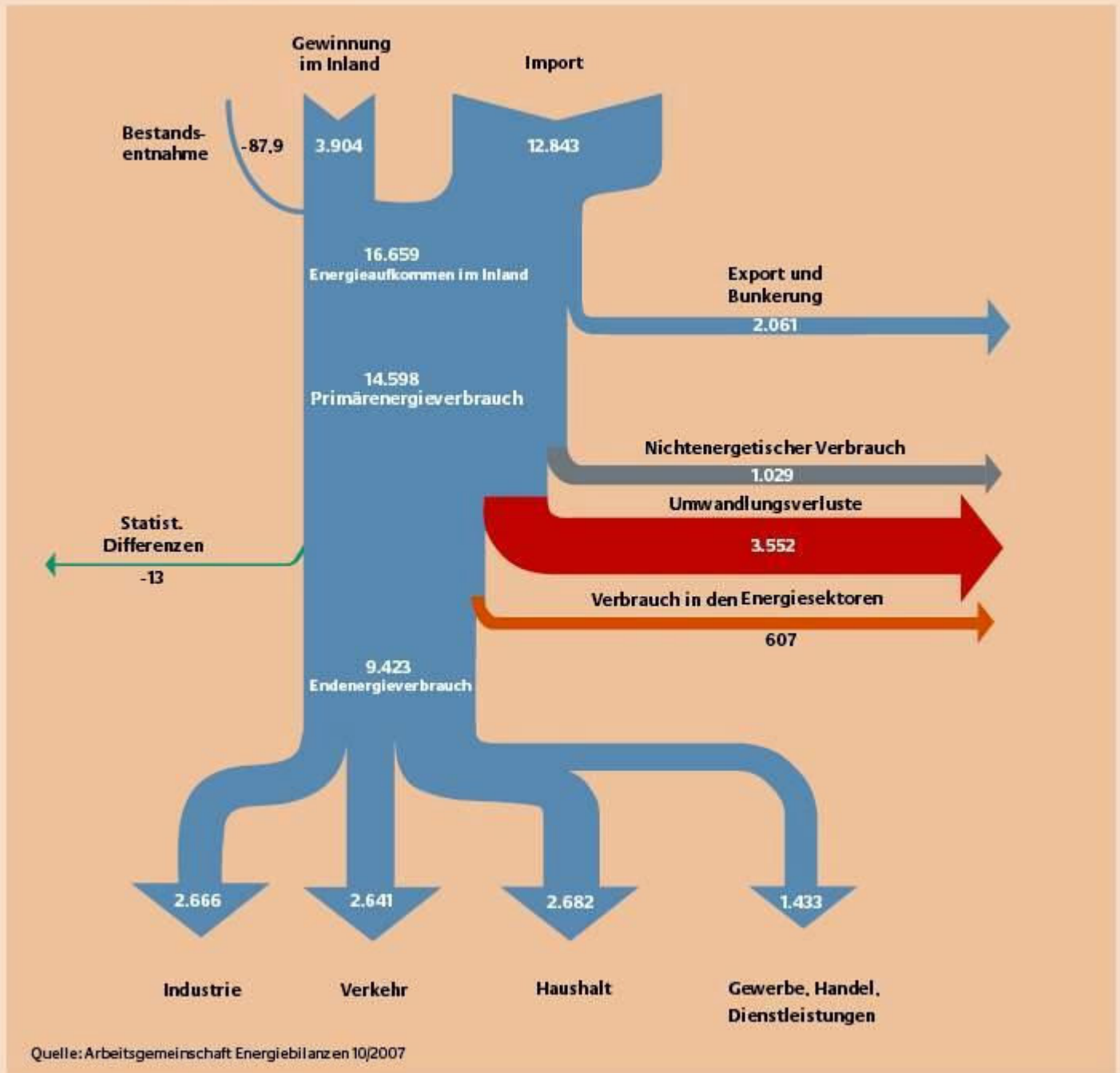
durch Isolation und  
**geringen Energieverbrauch**



**1600l/Jahr**

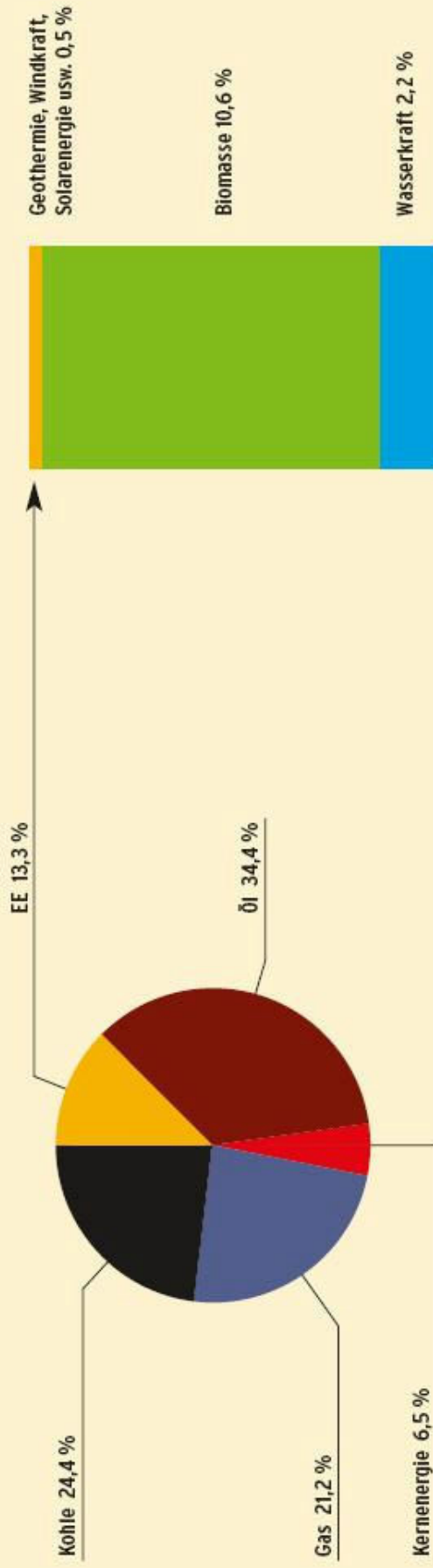
**Schaubild 10: Energieflussbild 2006**

Deutschland, in PJ



→ Struktur des Welt-Primärenergieverbrauchs

Quelle: IEA 2005



Der Welt-Primärenergieverbrauch wird heute noch von fossilen Energieträgern dominiert.

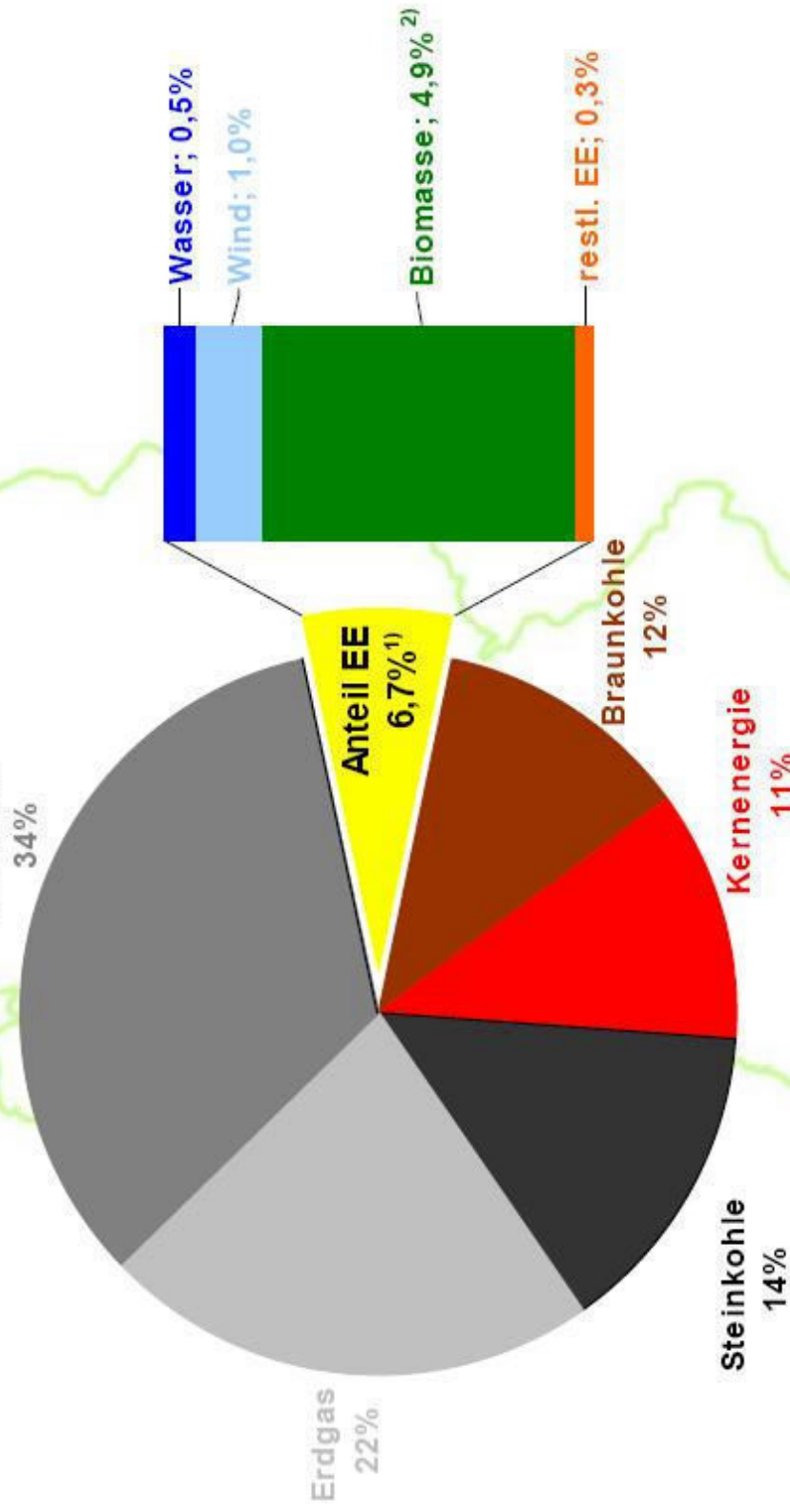


# Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007

## Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2007

Gesamt: 13.878 PJ

Mineralöl  
34%



<sup>(1)</sup> berechnet nach Wirkungsgradmethode; nach Substitutionsmethode: 9,1%; <sup>(2)</sup> feste, flüssige, gasförmige Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Depo- und Klärgas; EE Erneuerbare Energien; Stand: März 2008; A Angaben vorläufig

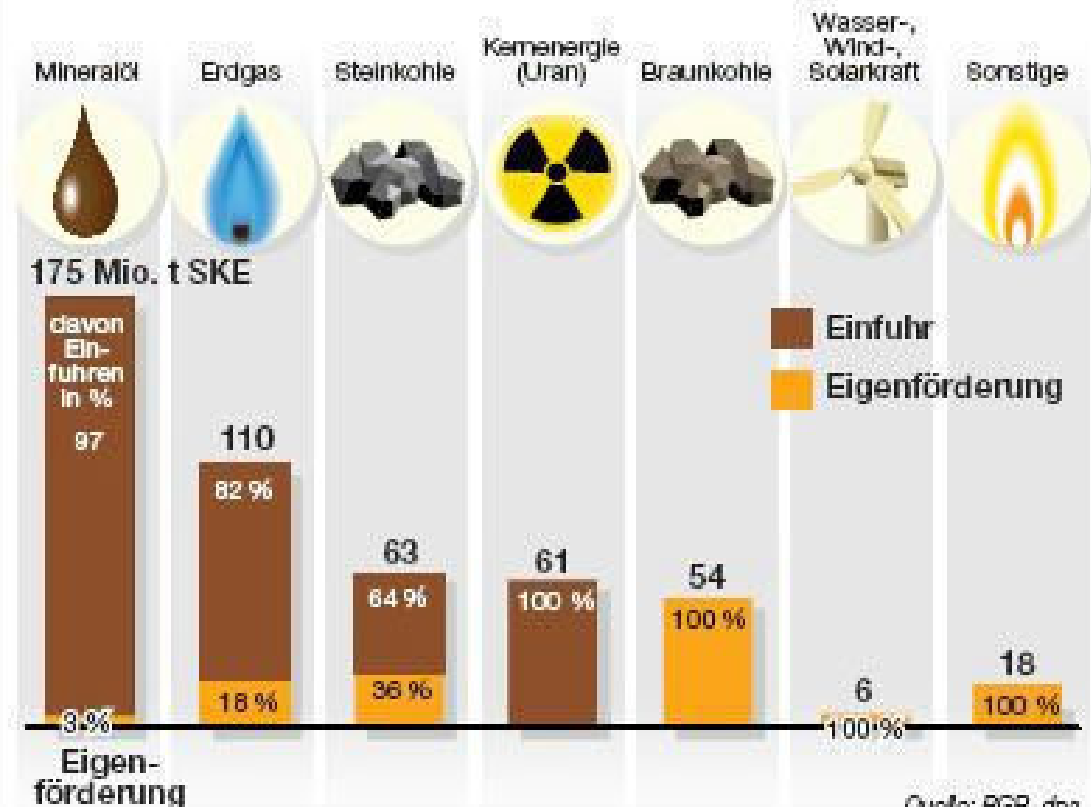
Quelle: BMU nach A GEE-Stat, unter Verwendung von A Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB);



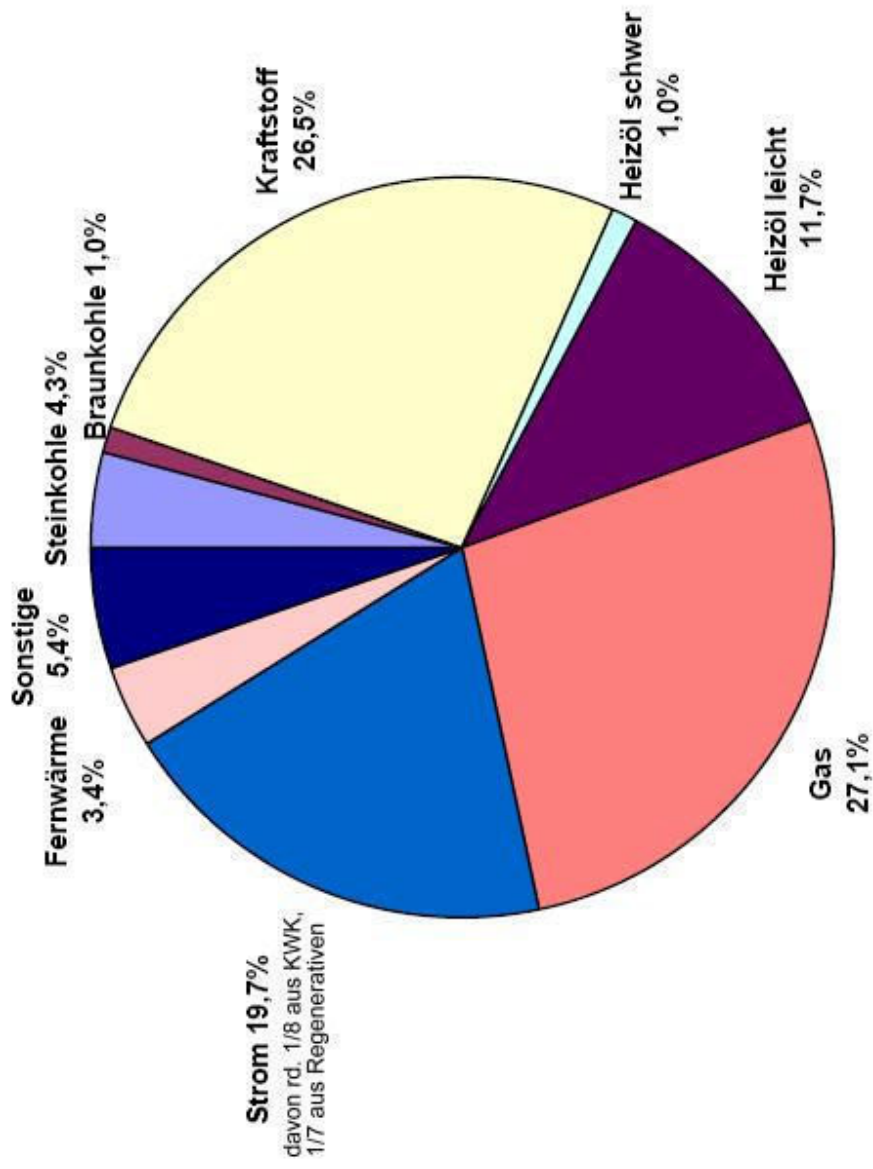
# Deutschlands Abhängigkeit von Energie-Importen

EN 11.01.07

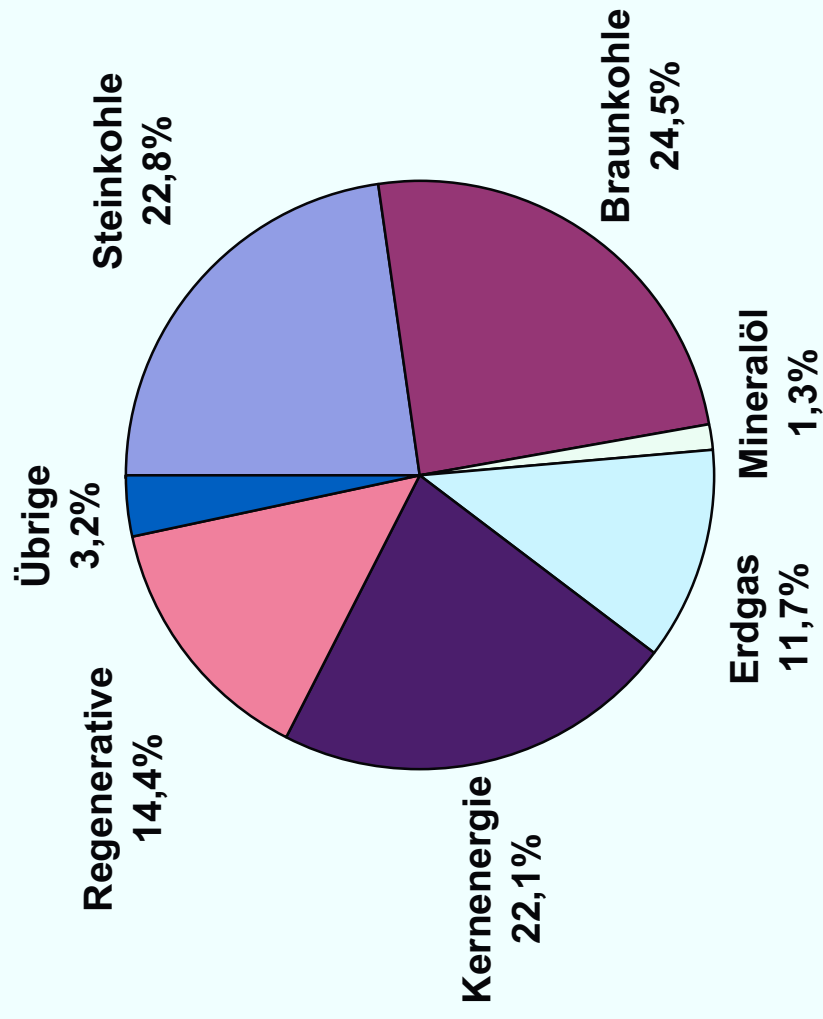
Bedarf an Energierohstoffen in Megatonnen Steinkohleneinheiten (SKE) 2005



# Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2006



# Bruttostromerzeugung 2007



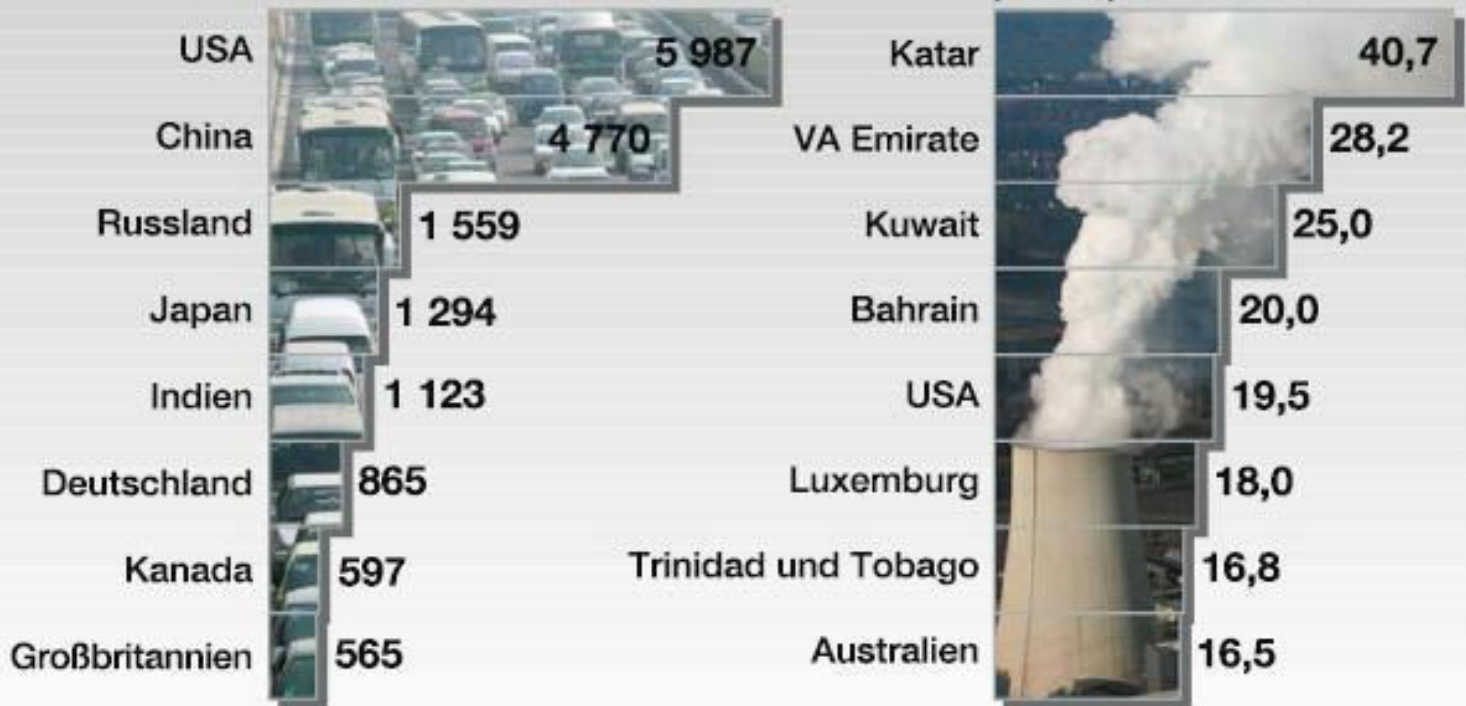
EN 08.03.07



# CO<sub>2</sub>-Sünder

Jährliche energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Mio. Tonnen\*

CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf in Tonnen\*\*



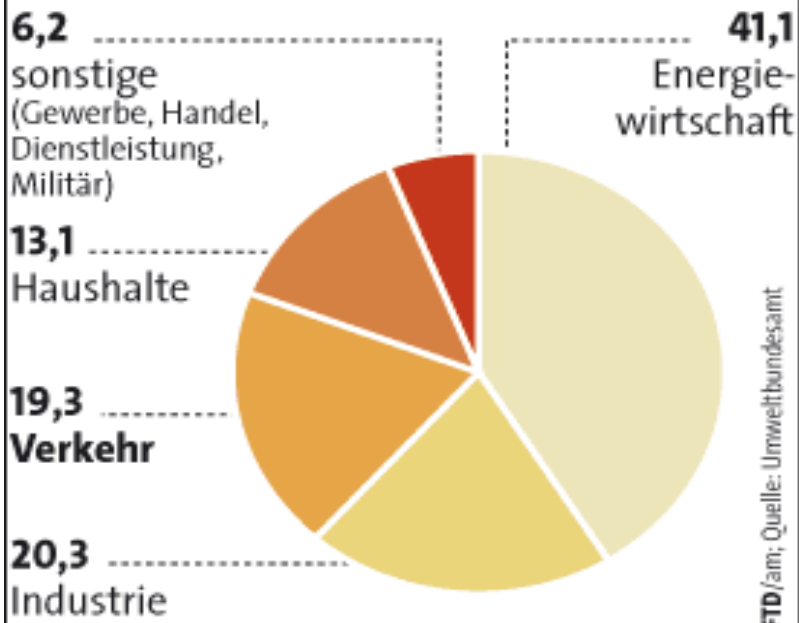
\*2005 \*\*2003

Quellen: DIW Berlin, World Resources Institute

Quelle: dps

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

nach Sektoren 2004 in %



# Ökonomisches und ökologisches Nord-Süd-Gefälle

„Industrieländer“

„Dritte-Welt-Länder“

22%



Weltbe-  
völkerung

78%

83%



Ein-  
kommen

17%

72%



Energie-  
verbrauch

28%

70%



Treibhaus-  
gas CO<sub>2</sub>

30%

75%



Metall-  
verbrauch

25%

# 1. Diagnose: Das bestehende Energie(wirtschafts)system ist..

- **Verschwenderisch** (nur 33% der Energie werden genutzt) und **ressourcenvernichtend** (rd.93% nicht-erneuerbare Energieträger)
- **Technisch rückständig** (vgl. Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung, der erneuerbaren Energien, Wärmedämmung)
- **Fehlstrukturiert** (Überelektrifizierung, Straße statt Schiene u.ä.) und **unflexibel, nicht anpassungsfähig** (Monopole, Blockgrößen, zentralisiert)
- **Sozial ungerecht** (Kostenabwälzung auf die, die keine Möglichkeit des Ausweichens oder Substituierens haben: die ArbeitnehmerInnen und ihre Familien, RentnerInnen, Auszubildende, Studierende)
- **Umwelt-, klima- und gesundheitsgefährdend**
- **Extrem gefährlich** (Kernenergie)
- **Nicht verallgemeinerbar, nicht nachhaltig** (national und international auf Ungleichheit und ökologischer Zerstörung aufbauend)

**Umsteuern ist notwendig!**

## **2. Energiewende zu einer sozial und ökologisch verantwortbaren Energiewirtschaft**

**Entwicklungsziel: Sonnenenergiewirtschaft**

**Der Weg:**

- **sofort: „Sparen“**  
**Substituieren**  
**Rationelle Energieverwendung**  
**Förderung/Markteinführung**  
**der erneuerbaren Energien**  
**Ausstieg aus der Kernenergie**
- **mittelfristig: Effizienz-„Revolution“**  
**Umstrukturierung auf Energie-**  
**dienstleistungen**  
**Rekommunalisierung**  
**Ausbau der erneuerbaren**  
**Energien**
- **langfristig: ganz überwiegender Einsatz**  
**von erneuerbaren Energien**  
**(Sonne direkt und indirekt,**  
**Wasserstoff als Speicher)**



Bis dahin, wohl oder übel, **Übergangstechnologien** notwendig:

**Technisch/ökologisch optimierte fossile Energien** bei **Effizienzrevolution** in Nutzung und Umwandlung

**oder**

die **nicht beherrschbare Kernspaltungstechnologie** mit einer **Risikoerblast** für viele Generationen, - und das für eine Episode in der Energiegeschichte der Menschheit?

**Ausstieg aus der Kernenergie notwendig und möglich!**

## 3. Risiko Kernenergie – nicht verantwortbar

### Keine andere Energietechnologie hat vergleichbare Risiken

- Risiko eines GAU - „Null mal unendlich“–  
Dilemma <sup>1)</sup>)
- Gefährdung durch Flugzeugabstürze und  
Terroranschläge
- (jetzt schon) strahlender Abfall auf Jahrzehn-  
tausende - keine sichere Entsorgung in Sicht
- Gefahr der militärischen Verwendung und  
Nuklearwaffen-Proliferation
- „Sachzwang“ zum Überwachungsstaat

### Die verantwortbare Anwendung der Kern- energietechnologie bräuchte

- immerwährenden inneren und äußeren Frieden
- die perfekte Technik
- den fehlerfreien Menschen

---

<sup>1)</sup> Ausdruck aus der Mathematik für die „verbotene“ Operation, eine Größe, die gegen Null geht, zu multiplizieren mit einer Größe, die gegen Unendlich geht. Hier als Bild für die gesellschaftlich-politische Unverantwortlichkeit, bei der Ermittlung des Risikos der Kernenergietechnologie (wissenschaftliche Definition: Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit mal Schadensfallhöhe) die Eintrittswahrscheinlichkeit für einen SuperGAU, die gegen Null gehen mag, aber nicht Null ist, zu multiplizieren mit der Schadensfallhöhe eines solchen Vorgangs, die gegen Unendlich geht

# Daten und Fakten zur Kernenergie-Debatte

## **GAU in D**

- ◆ Risiko bei 18 KKW mit 30 Jahren Laufzeit: 2% (Deutsche Risikostudie)
- ◆ Bis zu 6 Mio Evakuierungen
- ◆ Kosten für Gesamtschäden: 6 Billionen EURO (= 10mal BuHH, = 2400mal Betreiberhaftungssumme)

## **Atomkraft weltweit im Auftrieb?**

- ◆ Kernenergie liefert weltweit nur 6.5% der Primärenergie, 3% der Endenergie (2006)
- ◆ Kernenergieanteil an Stromerzeugung: weltweit 16%, Europa 30%, D 22% und F 75%.
- ◆ Derzeit **435 KKWe (166 in Europa) mit insges. 370 GW**, (2030: 447 bis 679 GW), - **in 31 Ländern**, 75% der **Atomstromproduktion erfolgt in nur 6 Ländern** (USA, F, RU, J, D, Südkorea).
- ◆ **29 bis 32 Blöcke im Bau**, 15 in Asien, 6 in Europa, (11 davon schon seit 21 bis 32 Jahren als "im Bau" in der Statistik) und **weitere 5** werden langfristig **abgeschaltet**.
- ◆ **Bisher Stilllegung von 117 Reaktoren (durchschnittliche Betriebszeit 22 Jahre)**. 26 KKW sind seit 2000 in Europa vom Netz gegangen. **Allein im Jahr 2006** wurden insgesamt **8 Reaktoren stillgelegt**, alle in Europa, aber **nur 2 in Betrieb** genommen.
- ◆ Allein **2002-2006** ist der **Preis für U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>** („Yellow Cake“) von **sechs US-Dollar pro Pfund auf derzeit rund 85 US-Dollar** gestiegen. Experten sehen Uran derzeit bereits kurz vor oder schon am **Punkt der maximalen Fördermenge**.

## Prognosen: Kernenergie und Treibhauseffekt

- ◆ Selbst bei durchschnittl. Laufzeit von 40 Jahren müssten in den kommenden 10 J. **80 KKW** gebaut werden, **um den Bestand zu halten.**
- ◆ **OECD »World Energy Outlook 2006«: +50% Energieverbrauch bis 2030**, mehr als 70% davon in Schwellen- und Entwicklungsländer (30% allein China). - Mit Kernkraft nur **durch AKW-Verdopplung alle 2 Jahre** zu machen.
- ◆ Um den wachsenden Bedarf zu decken, müssten **bis 2050 1300 KKW** (das sind 32 pro Jahr!) gebaut werden (IAEA 2008) für insges. **2,6 – 4,6 Bio US-\$** (rd. 9% des Welt-BIP 2004, 108 % des BIP D 2007). Ihr **Beitrag** zur geplanten Halbierung der **Treibhausgas-Emissionen** bis 2050: **nur 6%**
- ◆ **OECD »World Energy Outlook 2006«:** Kernenergie das am wenigsten geeignete Mittel zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

## Treibhausgasemissionen der Strombereitstellung (Öko-Institut 2007)

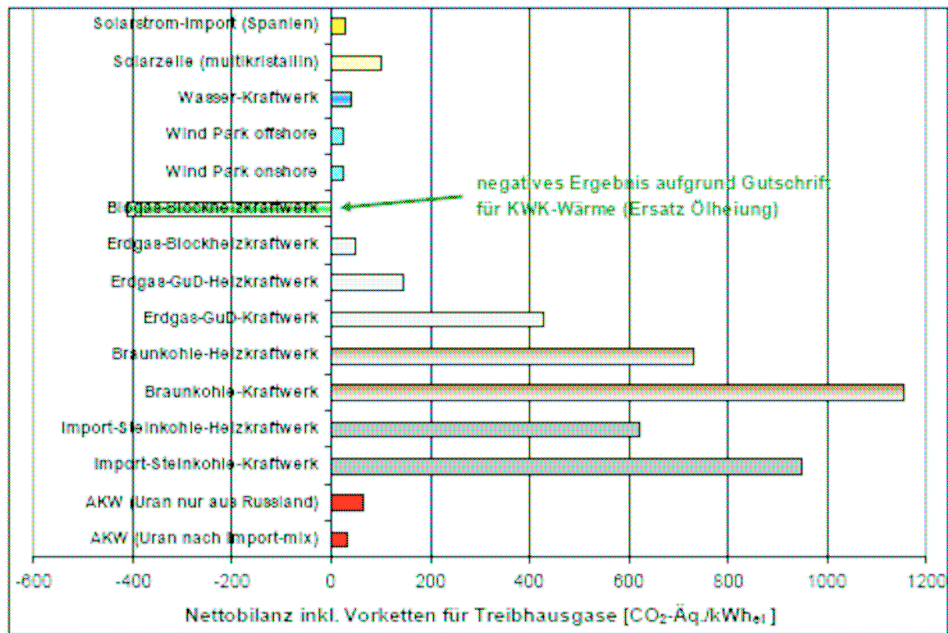
Tabelle 3 Gesamte Treibhausgas-Emissionen von Stromerzeugungsoptionen (inkl. vorgelagerter Prozesse und Stoffeinsatz zur Anlagenherstellung)

Strom aus:	Emissionen in g/kWh <sub>el</sub>	
	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	nur CO <sub>2</sub>
AKW (Uran nach Import-mix)	32	31
<b>AKW (Uran nur aus Russland)</b>	<b>65</b>	<b>61</b>
Import-Steinkohle-Kraftwerk	949	897
Import-Steinkohle-Heizkraftwerk	622	508
<b>Braunkohle-Kraftwerk</b>	<b>1.153</b>	<b>1.142</b>
Braunkohle-Heizkraftwerk	729	703
Erdgas-GuD-Kraftwerk	428	398
Erdgas-GuD-Heizkraftwerk	148	116
Erdgas-Blockheizkraftwerk	49	5
Biogas-Blockheizkraftwerk	-409	-414
Wind Park onshore	24	23
Wind Park offshore	23	22
Wasser-Kraftwerk	40	39
Solarzelle (multikristallin)	101	89
Solarstrom-Import (Spanien)	27	25
<b>Strom-Effizienz (mittel)</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Quelle: eigene Berechnungen mit GEMIS 4.4

Bild 3

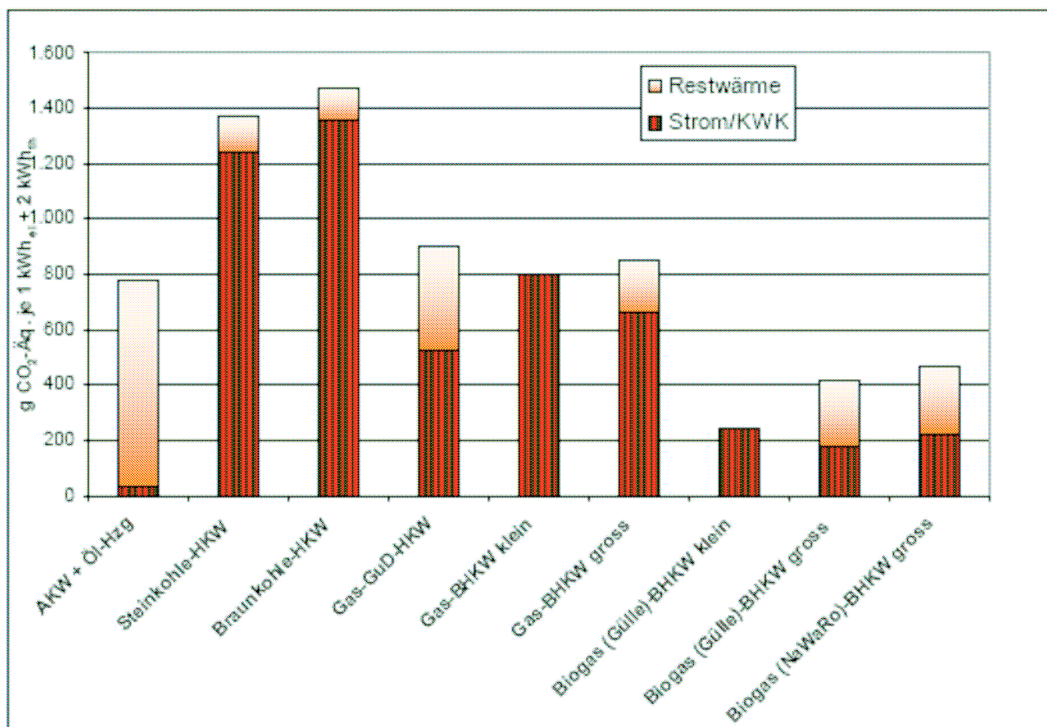
Gesamte Treibhausgas-Emissionen von Stromerzeugungsoptionen (inkl. vorgelagerter Prozesse und Stoffeinsatz zur Anlagenherstellung)



Quelle: eigene Berechnungen mit GEMIS 4.4

Bild 4

Gesamte Treibhausgas-Emissionen der Strom- und Wärmeerzeugung (inkl. vorgelagerter Prozesse und Stoffeinsatz zur Anlagenherstellung) bei der „Brutto“-Betrachtung; Restwärme aus Öl-Heizung



Quelle: eigene Berechnungen nach GEMIS 4.4; Werte für 1 kWh<sub>el</sub> + 2 kWh<sub>th</sub>

## **Subventionen und Folgekosten**

- ◆ Seit 50er Jahren: **Kernenergieförderung** BRD nahezu 100 Mrd EURO, 1956-2007 allein 40 Mrd € Bundesförderung (DIW), für kerntechnische **Forschung u Entwicklung** 24 Mrd € Bundesmittel, dagegen nur 6 Mrd € für erneuerbare Energien und rationelle Energieverwendung
- ◆ **F+E-Ausgaben für Kernenergieentwicklung OECD-Staaten** bis 1992 (ohne EU-Förderung): 320 Mrd \$, für regenerative Energien 22 Mrd \$
- ◆ Öffentlicher Finanzierungsanteil an **gescheiterten Projekten** (WAA, THTR, Schneller Brüter u.a.): 9 Mrd €
- ◆ Begünstigungen durch **Nichtbesteuerung**: von **Kernbrennstoffen** 1.63 Mrd € 2005, der **Rückstellungen** 5,6 Mrd €
- ◆ Beliebiger verwendbare **steuerfreie Rückstellungen von insgesamt 30 Mrd €** als langfristiges zinsloses Darlehen (**Zweckentfremdung**, Verlustrisiko der öffentlichen Hand),
- ◆ **Folgekosten** der Kernenergie für die öffentliche Hand (z.B. WAK, Castor-Transporte, Endlager) **z.B.: Mehrkosten von mind. 2,17 Mrd € für den WAK-Rückbau, Abriss KKW Obrigheim**
- ◆ **Kosten der Gesamtschäden eines GAU** (ca. 6 Bio €) - **2400mal Haftungsobergrenze** für alle 17 deutschen Atomreaktoren zusammen (2,5 Mrd €)
- ◆ In Europa stehen **mehrere Dutzend Anlagen vor der Abschaltung** - Kosten für diese Maßnahmen auf 500 Milliarden Euro geschätzt. **Rückstellungen** decken oft nur einen Bruchteil der zu erwartenden Kosten.
- ◆ Die Betreiber von nuklearen wie auch fossilen Kraftwerken müssen die sozial- und umweltpolitischen **Folgekosten** nicht bezahlen - wenn ja, dann **würde sich der Strompreis** in der EU **verdoppeln**. (Michael Müller)

## **Fazit: Kernenergie blockiert die notwendige Energiewende und trägt nicht zum Klimaschutz bei.**

- **KKWe sind ineffizient** (sie produzieren **nur Strom**, ihre Abwärme geht verloren), **unflexibel**, da sie nur für die Grundlast (Hoch- und Runterfahren für kurzfristige Anpassungen an den Bedarf aus technischen Gründen viel zu langsam) und in zentralen Strukturen einsetzbar sind. Sie **schaffen sich selbst ihren Bedarf** (s. Standby-Strom!)
- KKW's zementieren die **zentralistische Großkraftwerkstruktur** – daher das massive Interesse der EVU-Monopole.
- Vor dem Hintergrund nur sehr unvollständig erfasster Gesamtkosten der Kernenergie (Entsorgung, Abriss, Rückstellungen für Unfälle) führen KKWe zu einem **verschwenderischen Umgang mit dem wertvollen Energieträger Strom** (Beispiele: Stromheizungen und Standby-Schaltungen) und zur **Blockade von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien** und damit auch wirksamen **Klimaschutz**
- **Ein abgeschriebenes KKW** bringt den Betreibern **1 Mio € pro Tag** - die 4 großen EVU können so **täglich ihre Kriegskasse füllen**, die **Gewinne** wuchsen in den vergangenen 5 Jahren von sechs auf 18 Milliarden Euro
- Wie selbst die auf Atomenergie fixierte Internationale Energie-Agentur (IEA 2008) zugibt, kann Kernenergie **keinen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz** liefern.
- Im Straßenverkehr mit seinen wachsenden CO<sub>2</sub>-Emissionen kann Atomenergie überhaupt keinen Beitrag leisten.

Gleichzeitig bedeutete der **Ausbau der Kernenergie** das ein unverantwortliches **Proliferationsprogramm für Nuklearwaffen!**



Die längere Laufzeit

**Der weltweite Bedarf an Energie wird sich bis 2030 mindestens verdoppeln. Sollen die Treibhausmissionen dennoch sinken, bedarf es einer neuen industriellen Revolution auf der Basis der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien**

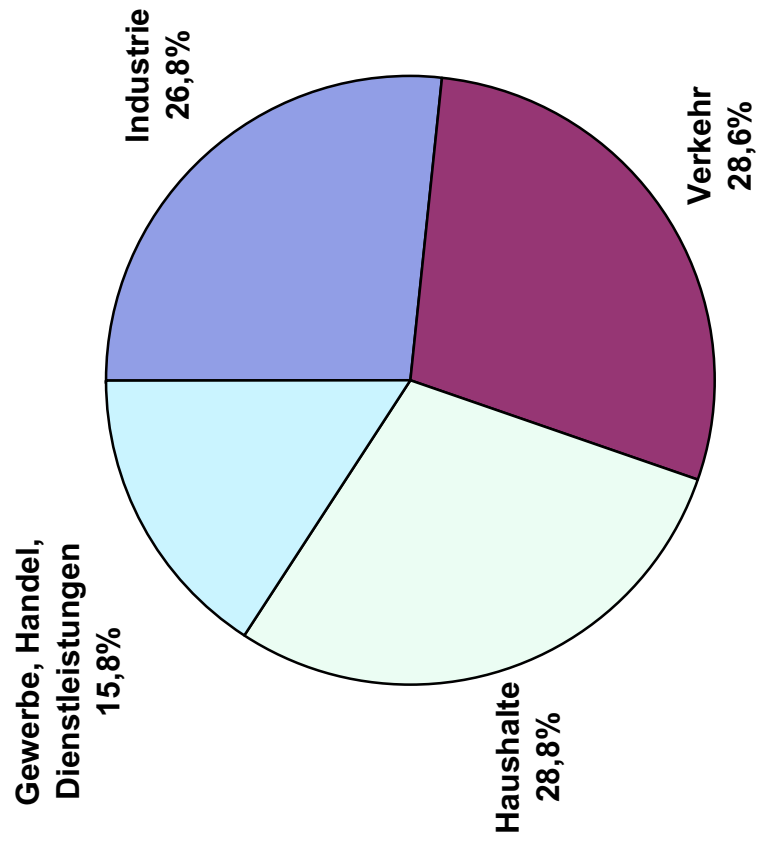


## 4. Ansatzpunkte einer sozialen und ökologischen Energiepolitik

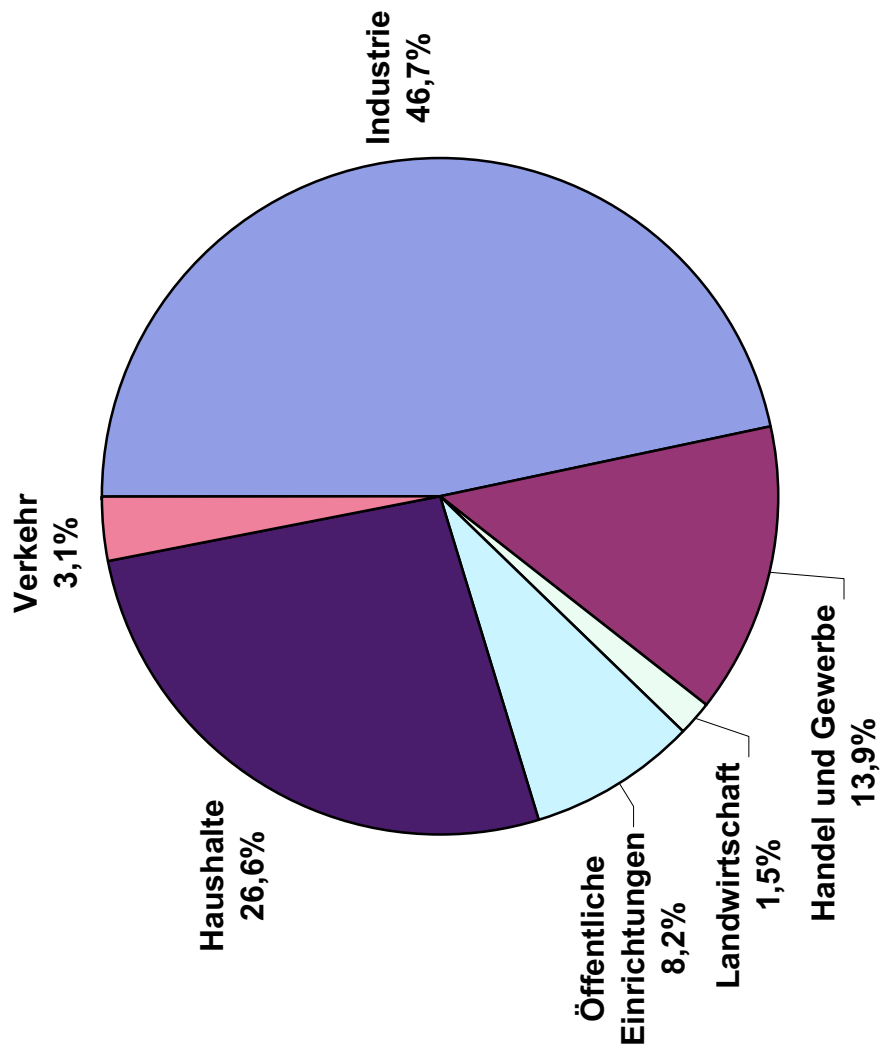
- **Wärme-Sektor**
  - wegen des hohen Energieverbrauchsanteils
- **Strom-Sektor**
  - wegen der hohen Umwandlungsverluste und der Gefährlichkeit der Kernenergie
- **Verkehrssektor**
  - wegen seines ständig wachsenden Verbrauchsanteils und seines miserablen Wirkungsgrads (unter 20%!)

**und diese drei Sektoren wegen ihres Hauptanteils an der Umwelt- und Klimazerstörung**

# Struktur Endenergieverbrauch 2005



## Struktur Stromverbrauch 2004



# **Zum Stellenwert der Wärmeenergie**

oder

die unterschätzte unedle Energieform

**Mit 1 Kilowattstunde (kWh) Energie  
kann man:**

➤ **eine 60W-Glühbirne 17 Stunden betreiben (Licht)**

oder

➤ **2.5 t Last auf die Höhe des Kölner Doms heben  
(Kraft)**

aber

➤ **nur 2 Minuten heiß duschen (Wärme)**

# Endenergie nach Anwendung 2006

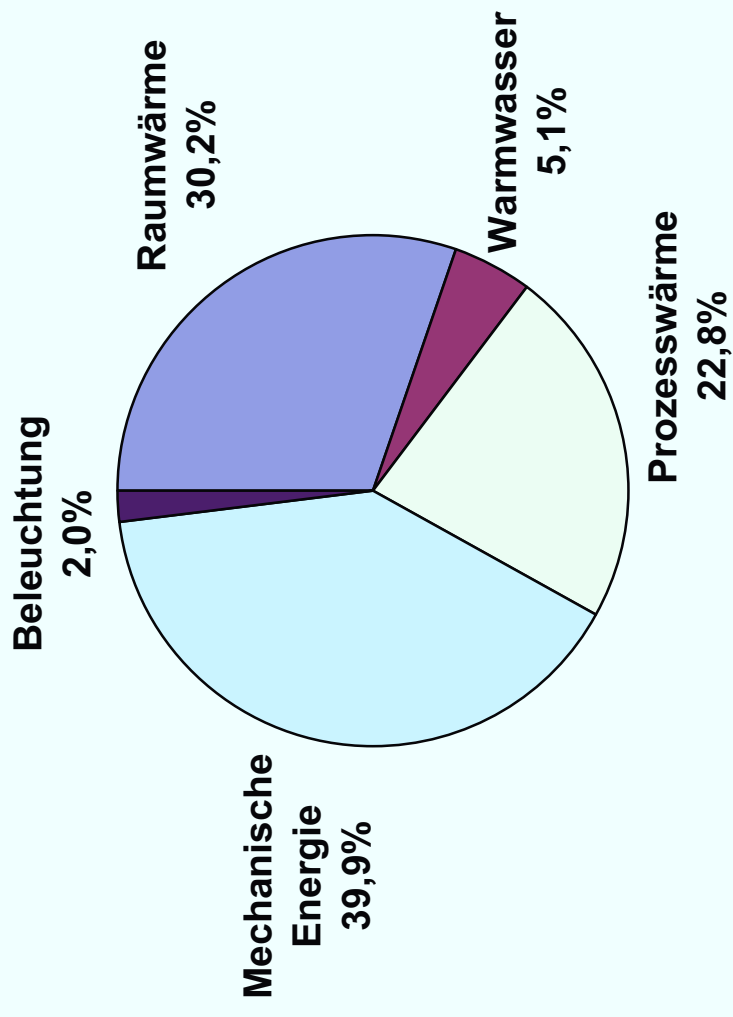
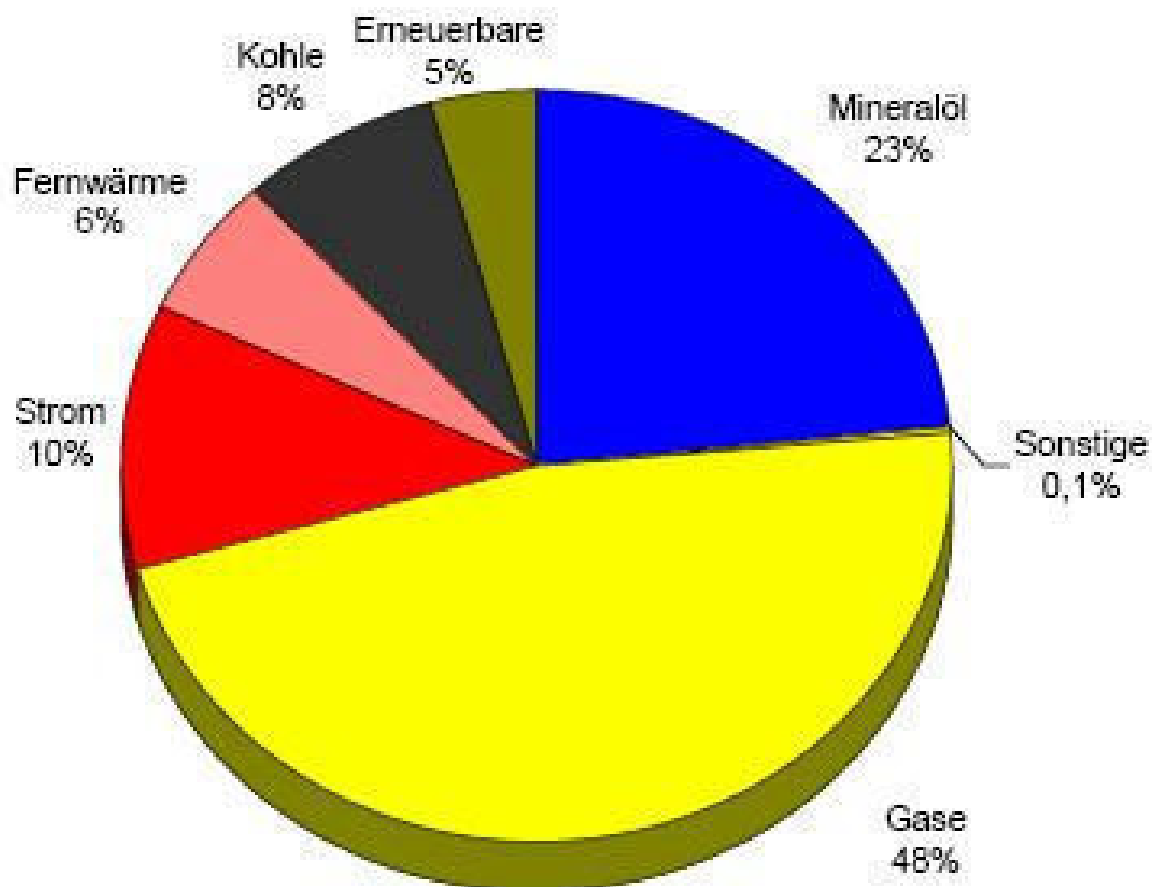
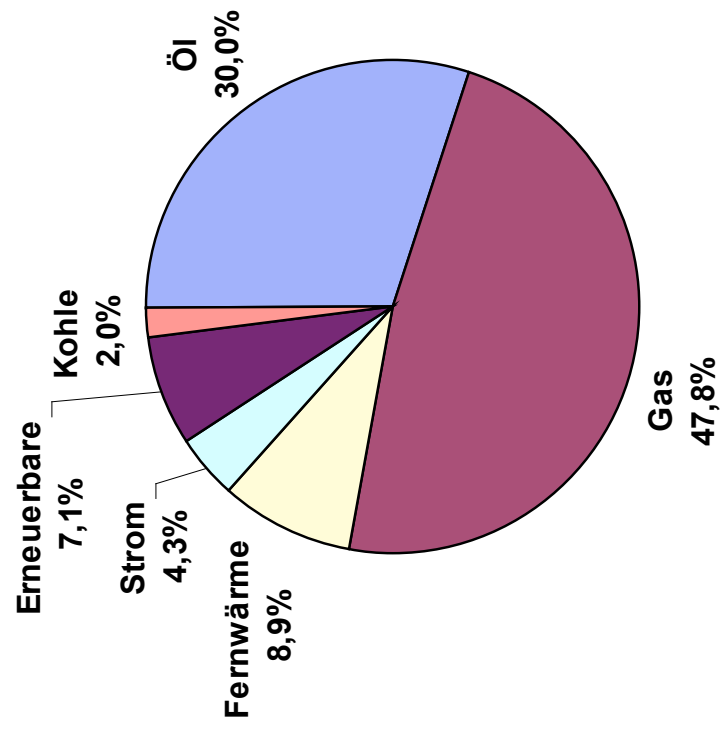


Abb. 25: Energieträgeranteil am Wärmemarkt\*) in Deutschland 2003

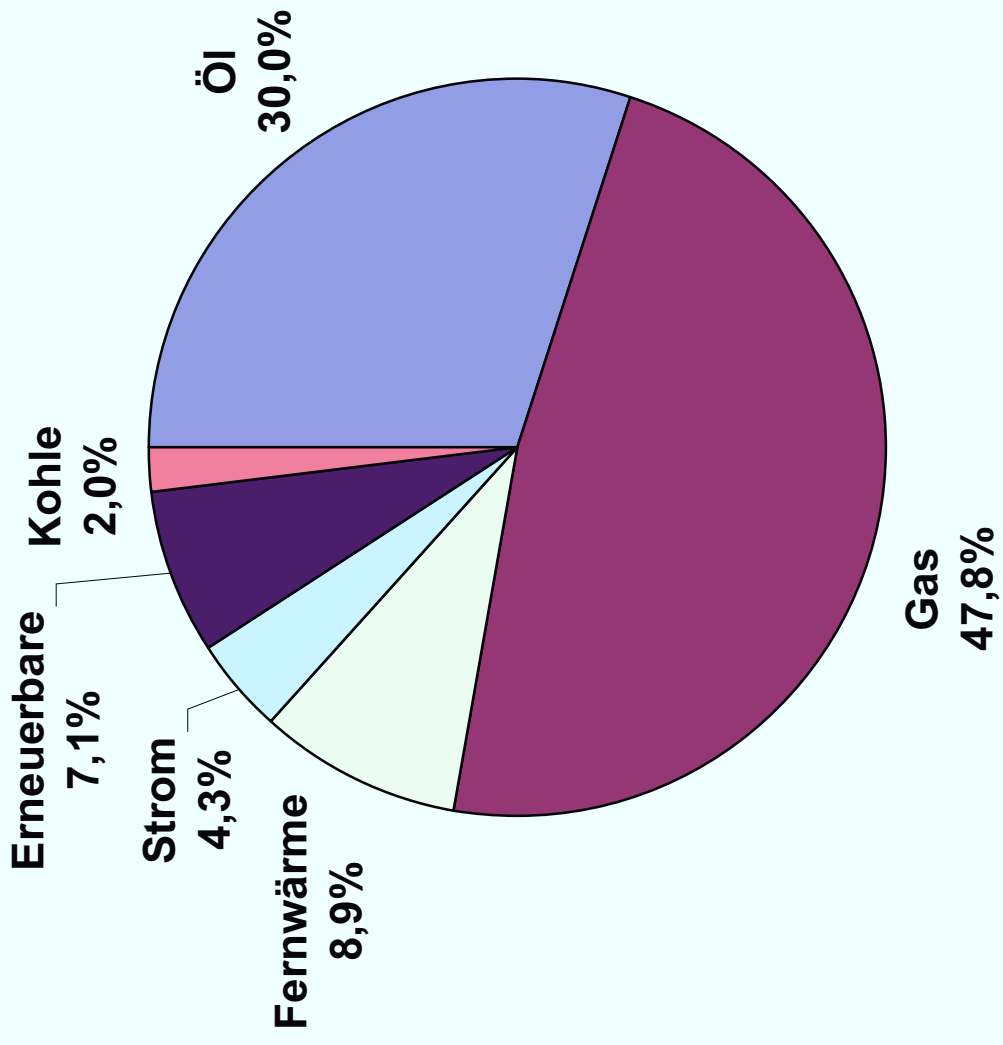


\*) Endenergie für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme aller Sektoren  
Quelle: VDEW-Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“, AG Energiebilanzen, AGEE-Stat

## Raumwärme nach Energieträgern 2005 (SRU 2008)

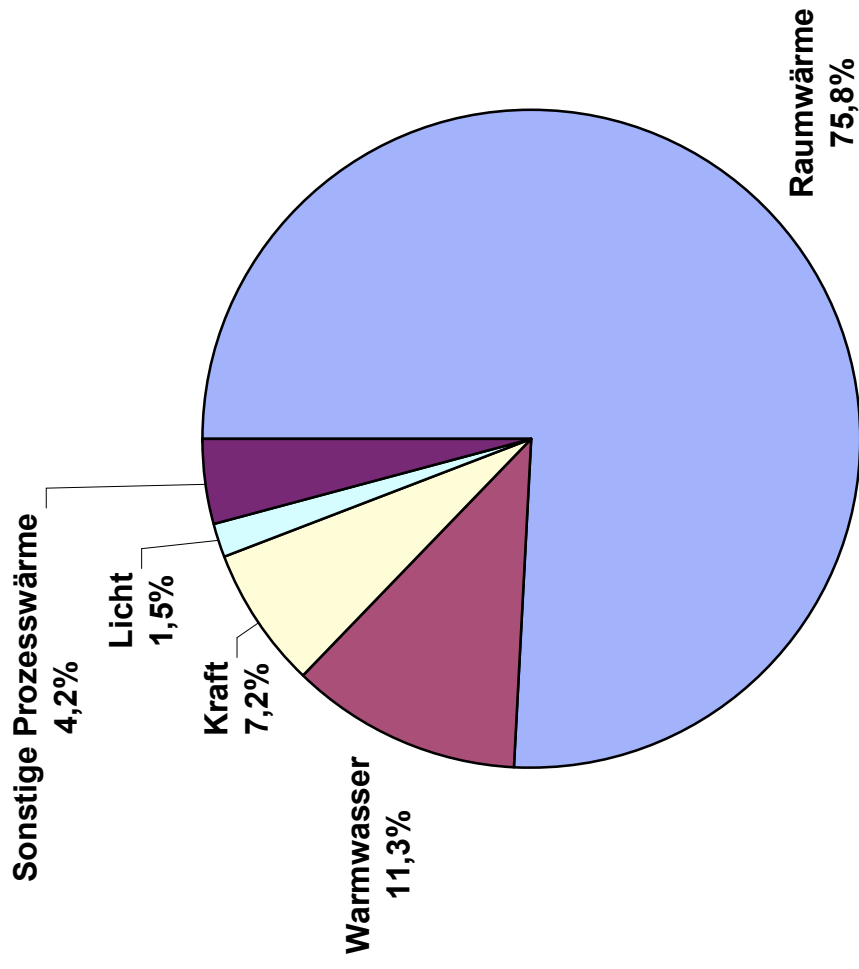


# Raumwärme nach Energieträgern 2005 (SRU 2008)

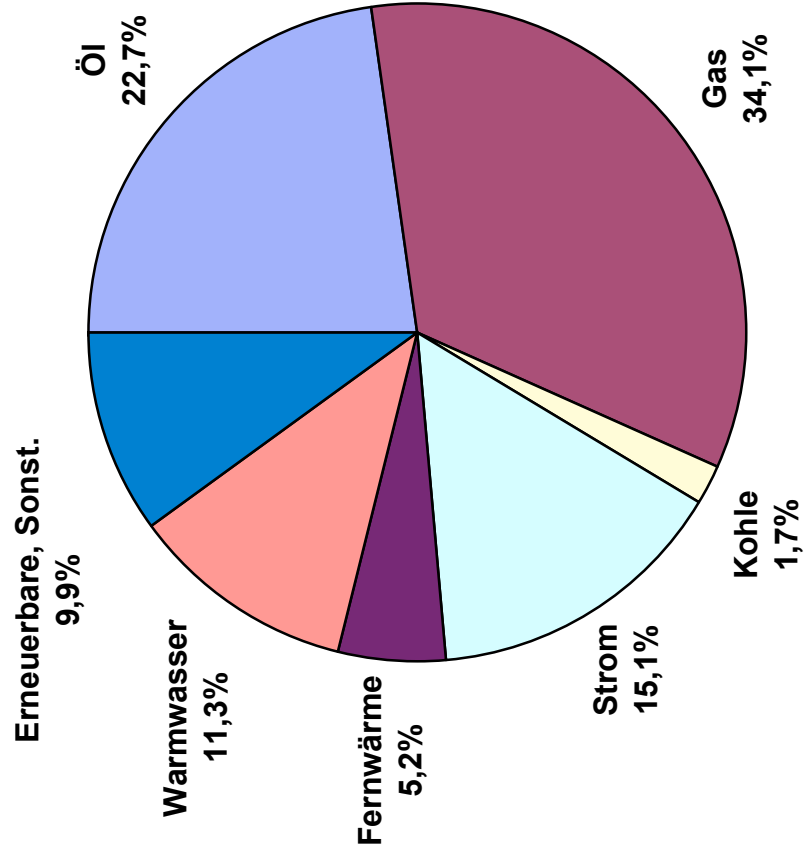




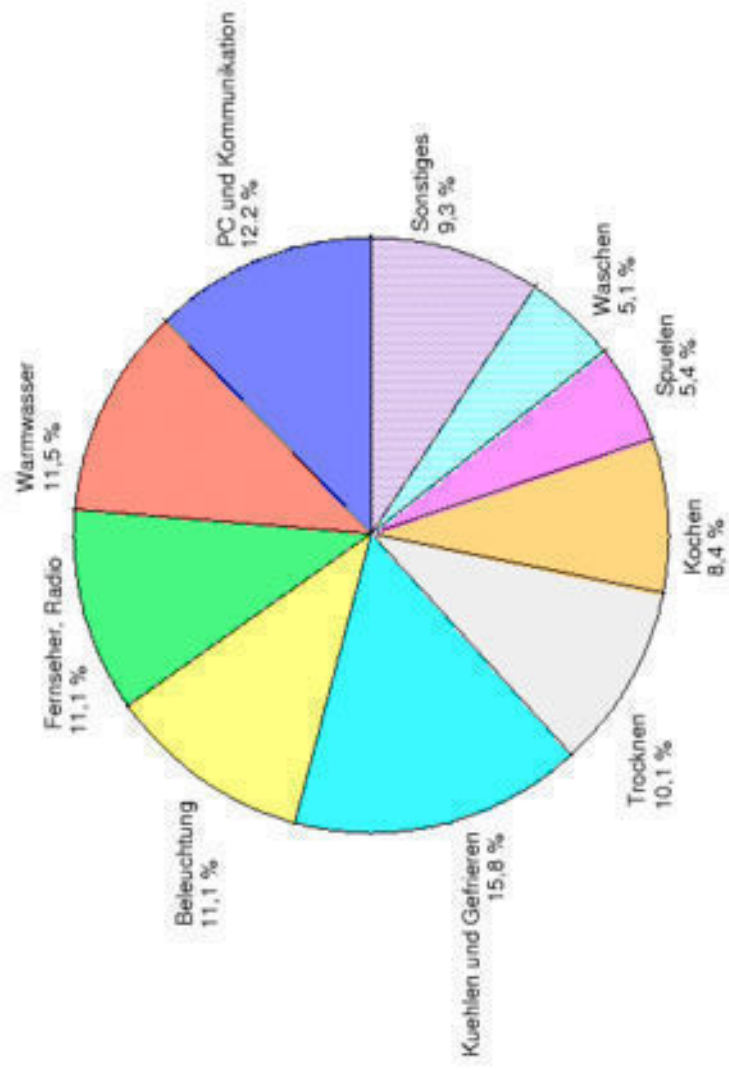
# Endenergie Haushalte nach Anwendungsbereichen 2004



# Endenergie HH'e nach Energieträgern 2004



## Elektrischer Energieverbrauch von Haushaltsgeraeten in Prozent



Quelle: Energie-Agentur NRW

**Technische Möglichkeiten**, zum größten Teil längst entwickelt und einsetzbar:

- **Wärmedämmung**
- **Regelungstechnik**
- **Stromsparende Geräte**
- **Substitution**, z.B. Gas statt Kohle/Öl in Kraftwerken, Gas/Fernwärme statt Öl, Kohle, Strom für Heizung, statt Strom für Warmwasser und Kochen u.v.a.
- **Moderne Umwandlungstechniken**, z.B. GuD-Kraftwerke, Gasturbinen, Brennwertkessel, Brennstoffzelle
- **Kraft-Wärme- und Kraft-Kälte-Kopplung**, Nah- und Fernwärme, **Wärmepumpen**
- „**Umweltverbund**“ im Verkehr, moderne **Antriebssysteme** (Erdgas, Wasserstoff, „Hybridantrieb“, Solarstrom u.ä.)
- **Erneuerbare Energien**: Sonnenkollektoren, Photovoltaik, Wind, Biomasse/Biogas; Geothermie

## **Rekommunalisierung**

**Abbau der** rechtlichen, ökonomischen und institutionellen **Hemmnisse**

## Wo im Haus Heizenergie verloren geht

Typisches unsaniertes Einfamilienhaus, Baujahr 1979 - 1983,  
Angaben in Prozent

Veralteter Heizkessel  
mit Warmwasser-  
bereitung  
29 %

Keine Außenwand-  
dämmung  
19 %

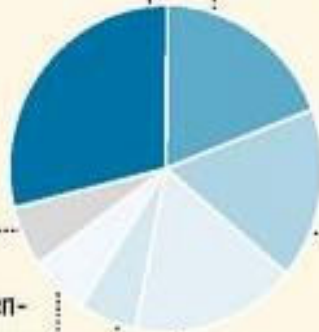
Sonstiges  
6 %

Einfache Isolier-  
verglasung  
17 %

Keine  
Kellerdecken-  
dämmung  
6 %

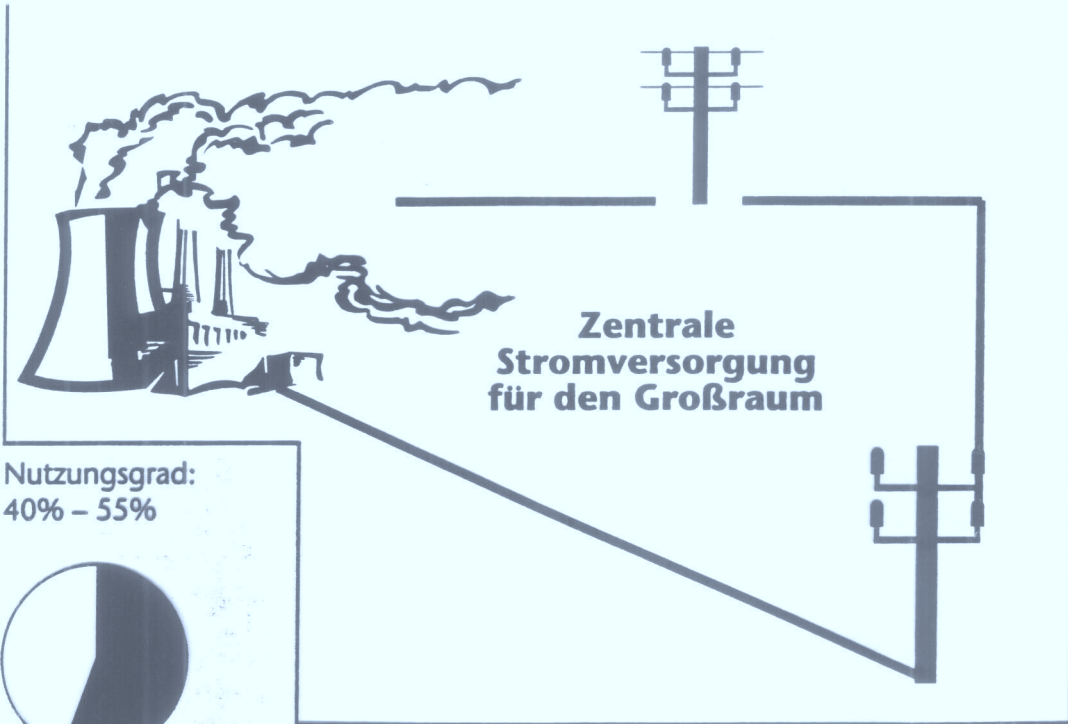
Keine Dach-  
dämmung  
6 %

Fensterlüftung  
17 %

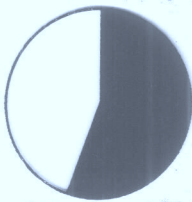


# Basisnahe Energieversorgung

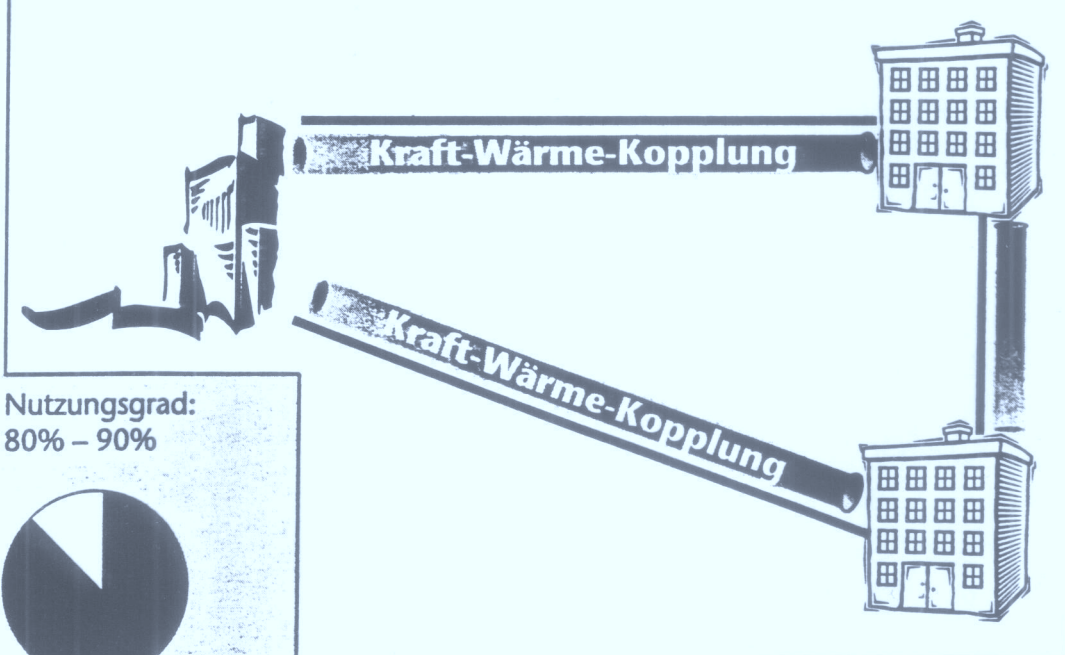
Statt zentraler Großkraftwerke...



Nutzungsgrad:  
40% – 55%



... dezentrale Blockheizkraftwerke



Nutzungsgrad:  
80% – 90%

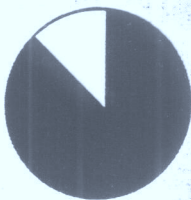


Bild 2: Treibhausgas-Emissionen von Heizungssystemen

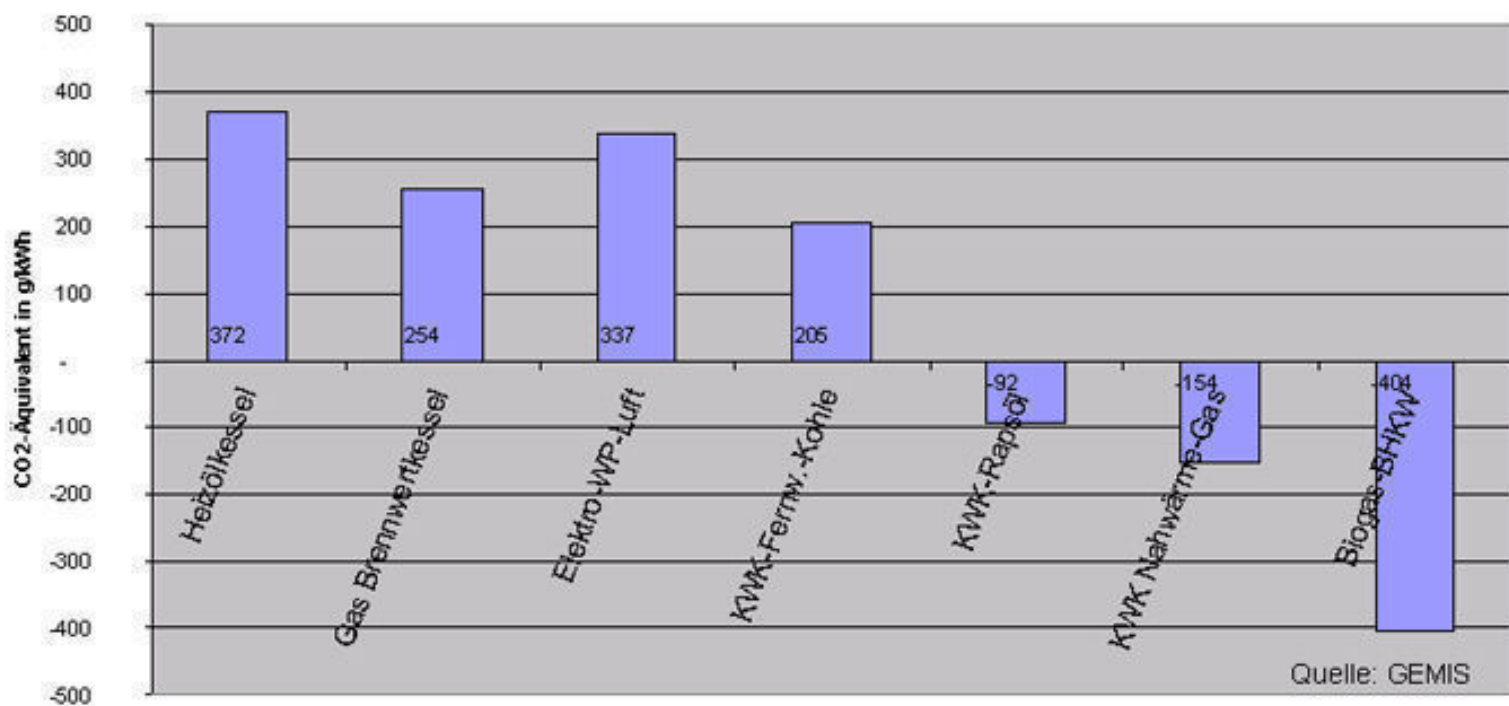
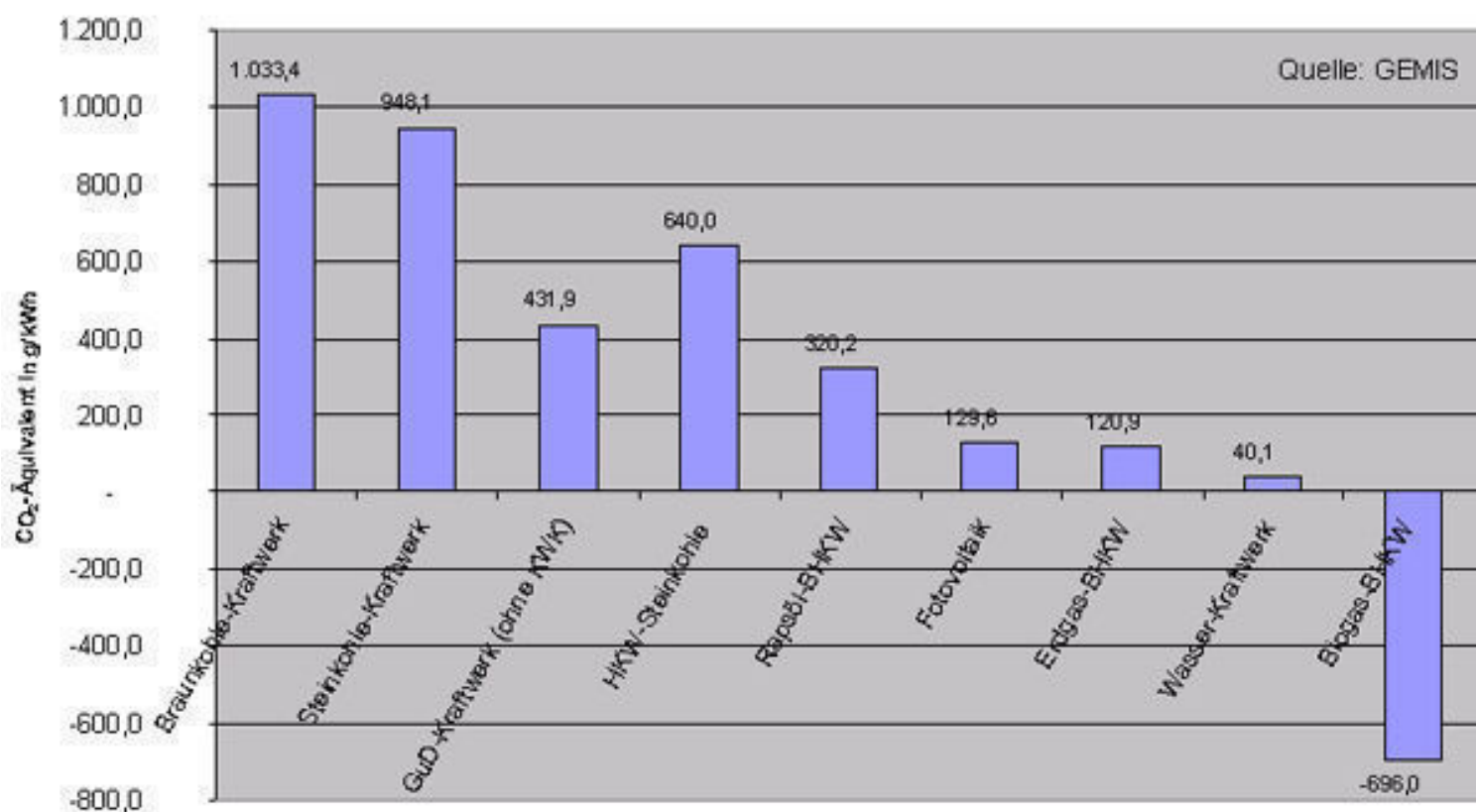


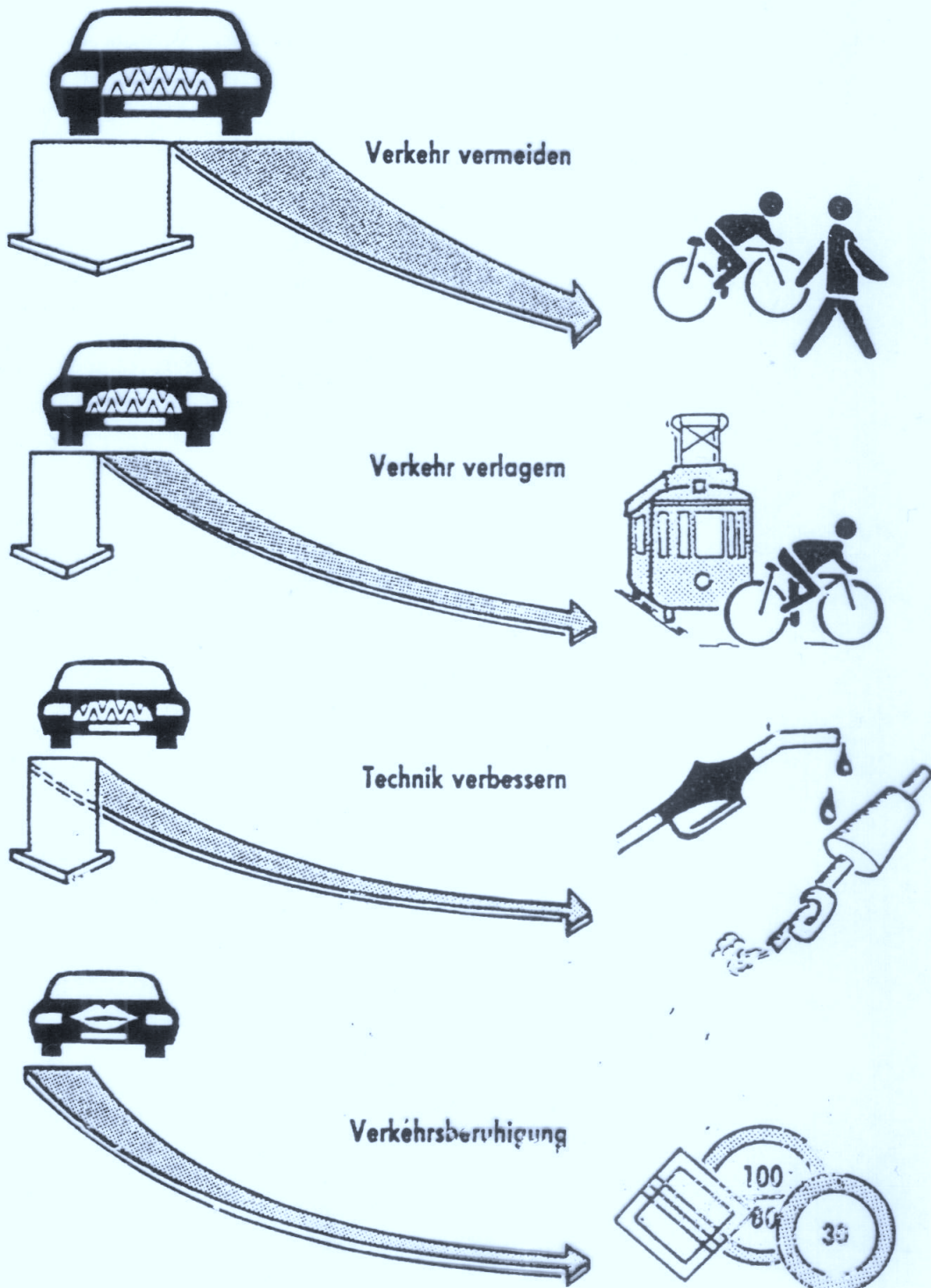
Bild 1: Treibhausgasemissionen von Stromerzeugungssystemen





# Ansätze einer ökologischen Verkehrspolitik

gesamter motorisierter Verkehr



# Potenziale: Einsparung und Effizienzsteigerung

## **Strom**

- ◆ Über die gesamte Laufzeit eines Gerätes kann der Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb höher sein als der im produktiven Betrieb (VDEW 2008). **Standby-Stromverbrauch: 4,4% des Gesamtstromverbrauchs**,  $\triangleq$  2 KKW, Kosten von fast **4,1 Mrd Euro/a**, **Standby-Funktion der TV-Geräte D: 1 KKW**.
- ◆ **Schlüsselrolle der Elektromotoren: 50% des Stromverbrauchs**. Elektromotoren in der Industrie bieten die größten Einsparmöglichkeiten.
- ◆ **Kleinmotoren in Haushalten** – vom Fön bis zur Waschmaschine – mit verbesserten Wirkungsgraden: **Einsparpotenzial: 2% des Stromverbrauchs (VDEW)**
- ◆ Die rd **30 Mio Heizungspumpen: etwa 3,5% der elektrischen Energie**. Das ist so viel wie der Verbrauch aller Schienenfahrzeuge von Bundesbahn und öffentlichem Nahverkehr. **Einsparpotenzial 50-70% (VDEW)**
- ◆ Erneuerung aller **Heizungspumpen** auf Stand der Technik (d.h. 20% Stromverbrauch)  $\triangleq$  **1 KKW**
- ◆ **Ersatzinvestitionen in hocheffiziente Umwälzpumpen** können (innerhalb normaler Investitionszyklen von 10 bis 12 Jahren) **2-3 KKW** wirtschaftlich ersetzen
- ◆ **Effizientere Leuchtmittel - Kompaktleuchtstofflampen, LED** (Light Emitting Diode), insbesondere **OLED** (Organic Light Emitting Diode): **bis zu 80% Einsparung (VDEW)**.
- ◆ Durch **Verhaltensänderung der Verbraucher: Einsparpotenzial 10-15% (VDEW)**
- ◆ **Sparpotenziale: heute bereits Klimaschutz-Technologien** auf dem Markt, mit denen **jährlich 40 Mrd kWh Strom** eingespart werden könnten (entspricht dem jährlichen Stromverbrauch Hessen).

- ◆ Die **Umrüstung eines 4-Personen-Haushalts** (3500 kWh/Jahr) auf **marktbeste Geräte** könnte den **Stromverbrauch auf 20%** senken; (hochgerechnet auf alle Haushalte: 7 GW Stromerzeugungskapazität vermieden).
- ◆ Die **sparsamsten Kühl- und Gefriergeräte** verbrauchen 67% weniger Strom als die Durchschnittsgeräte vor 10 Jahren.
- ◆ **Negawatt statt Megawatt**: durchschnittlich **2-4 ct** kostet es, **1 kWh Strom durch Investition in effizientere Gerätetechnik zu sparen**. Dagegen: **Strompreise rd.17 ct/kWh** (Haushalte) bzw. **7 ct/kWh** (Industrie). - (EU-Kommission)

## ***Wärmedämmung***

- ◆ **Passivhäuser**: nur 20 % (d.h. 15 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr) der Heizenergie eines EnEV-Neubaus
- ◆ **Wärmedämmung** Altbauten Bayern: -70% Heizenergie
- ◆ **Wärmedämmung in Gebäuden**: Energieverbrauch auf 10 bis 15 % abzusenken.

## ***Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)***

- ◆ **Derzeit 12% KKW-Anteil an der Stromerzeugung** (vgl. NL, DK und SF: KWK-Anteil über 35%).
- ◆ **Blockheizkraftwerke können 57% des deutschen Stromes wirtschaftlich erzeugen**. (Bremer Energie-Institut und Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt). Dadurch allein könnte bei Ausbau des Nah-/Fernwärmenetzes Strom von mehr als 30 KKW eingespart werden (vgl.: z.Z. 17 KKW in Betrieb).

## ***Bei vollständiger Umsetzung der Potenziale zur rationellen Energieerzeugung u. –umwandlung:***

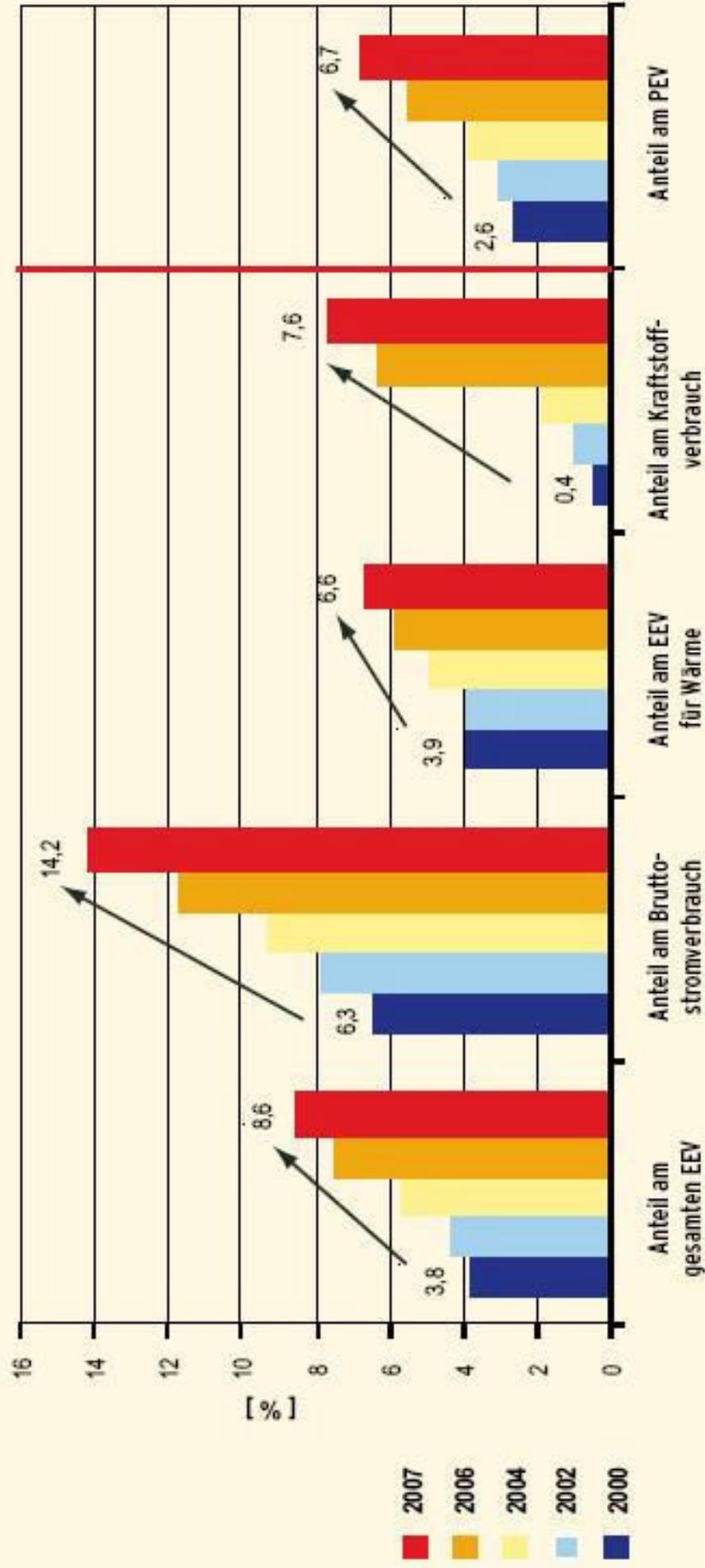
**Gesamte volkswirtschaftliche Energierechnung D** (bei Energiepreisen von 2006): minus 80 Mrd Euro pro Jahr, **Treibhausgasemissionen** minus rd 380 Mio t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr (d.i. – 45%)

# → Erneuerbare Energiequellen

Primärenergiequelle	Erscheinungsform	Natürliche Energieumwandlung	Technische Energieumwandlung	Sekundärenergie
<b>SONNE</b>	Biomasse	Biomasse-Produktion	Heizkraftwerk / Konversionsanlage	Wärme, Strom, Brennstoff
	Wasserkraft	Verdunstung, Niederschlag, Schmelzen	Wasserkraftwerk	Strom
	Windkraft	Atmosphärenbewegung	Windenergieanlage	Strom
		Wellenbewegung	Wellenkraftwerk	Strom
	Solarstrahlung	Meeresströmung	Meeresströmungskraftwerk	Strom
		Erwärmung der Erdoberfläche und Atmosphäre	Wärmepumpen	Wärme
			Meereswärmekraftwerk	Strom
		Fotolyse	Brennstoff	
	Solarzelle, Fotovoltaik-Kraftwerk	Solarstrahlung	Solarzelle, Fotovoltaik-Kraftwerk	Strom
			Kollektor, solarthermisches Kraftwerk	Wärme
<b>MOND</b>	Gravitation	Gezeiten	Gezeitenkraftwerk	Strom
<b>ERDE</b>	v.a. Isotopenzerfall	Geothermik	Geothermisches Heizkraftwerk	Wärme, Strom

Erneuerbare Energien beziehen ihre Kraft aus Sonnenstrahlung, dem Isotopenzerfall im Erdinneren und der Anziehungskraft des Mondes.

# Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland



EEV - Endenergieverbrauch

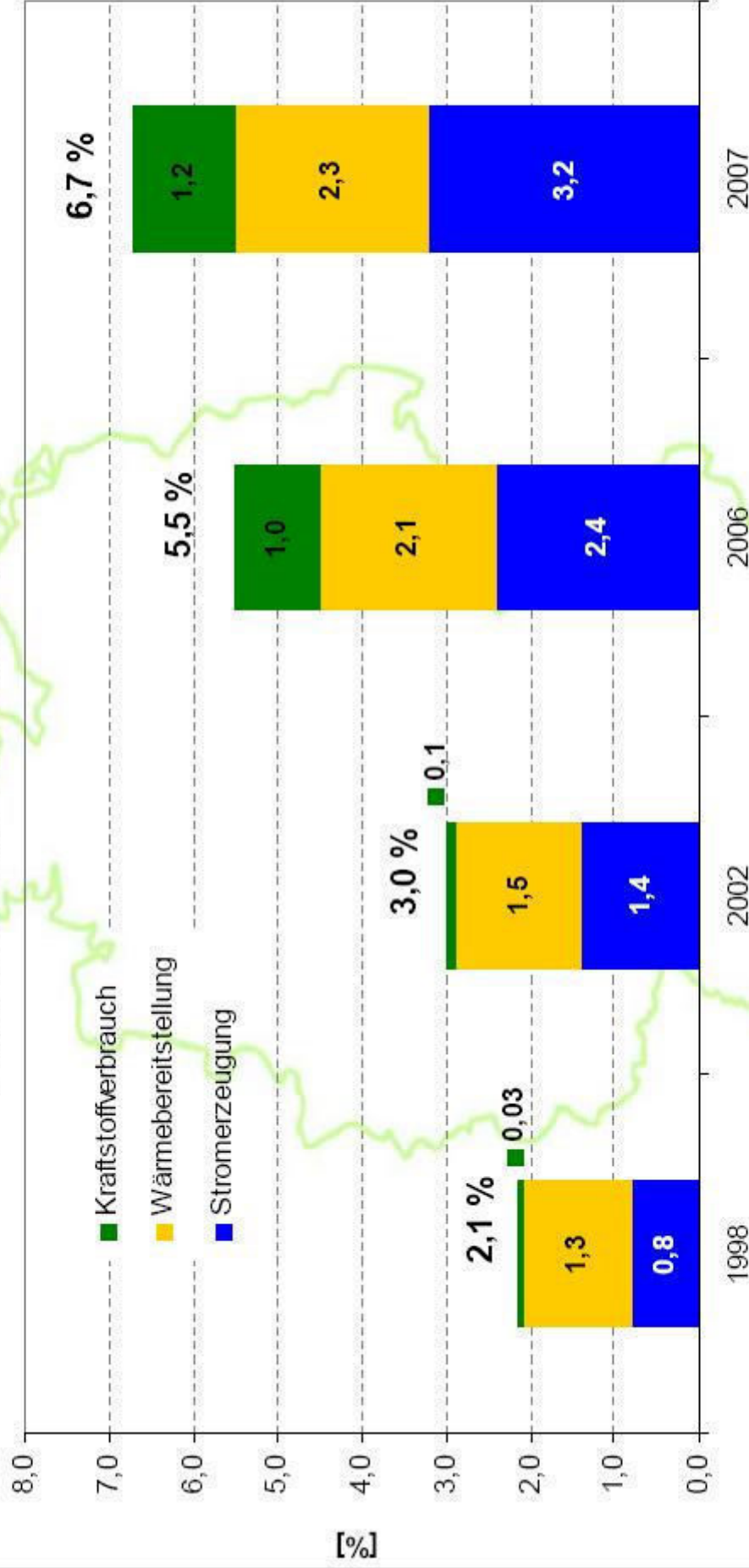
PEV - Primärenergieverbrauch, berechnet nach Wirkungsgradmethode

Quellen: BMU auf Basis AG EE-Stat und weitere Quellen, siehe nachfolgende Tabellen

# Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007

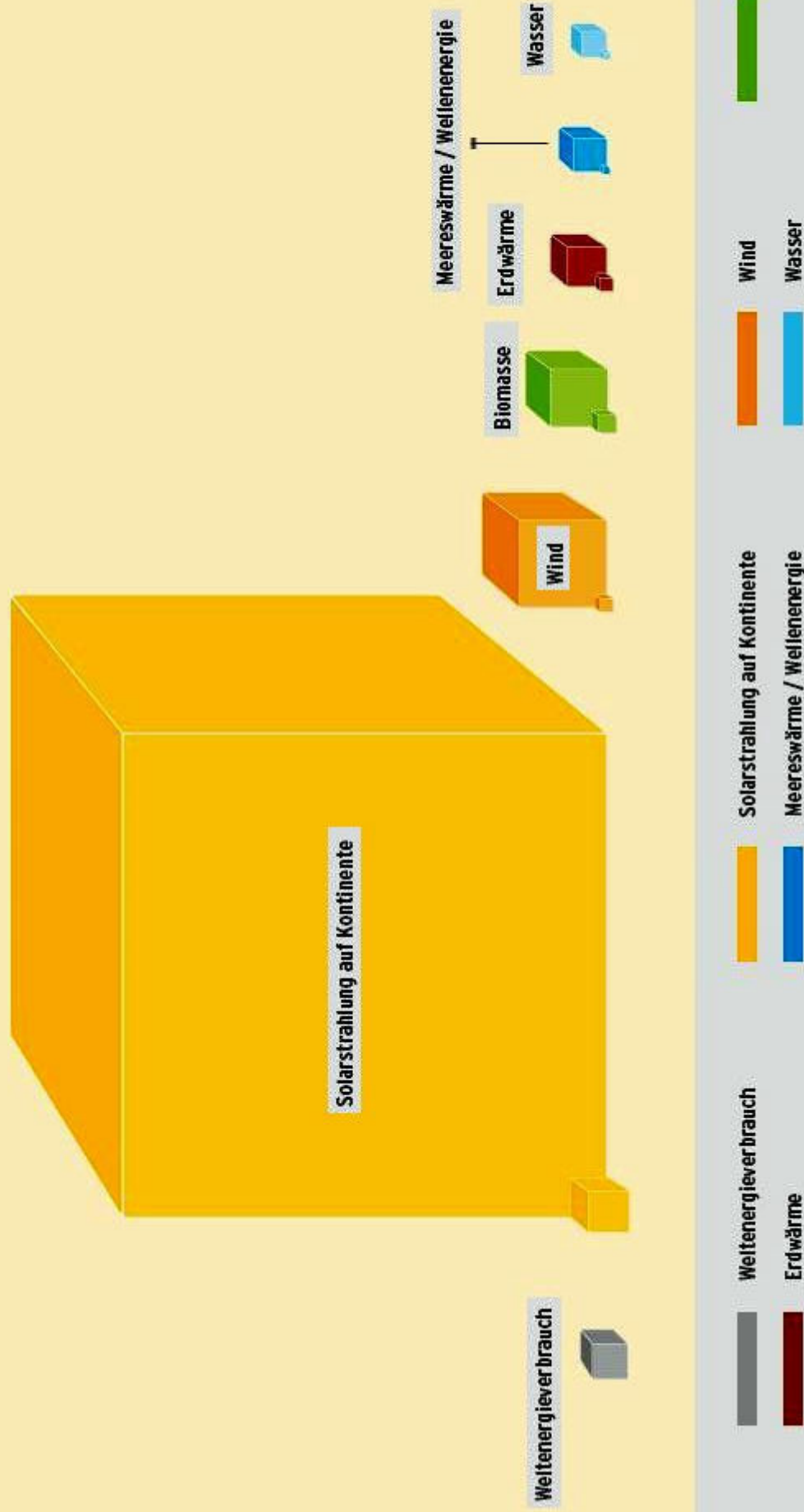


## Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV)



vorläufige Angaben, Stand März 2008; Anteil am PEV berechnet nach der Wirkungsgradmethode, nach Substitutionsmethode; 9,1%  
Quelle: BMU nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat);

→ Natürliches Angebot erneuerbarer Energien

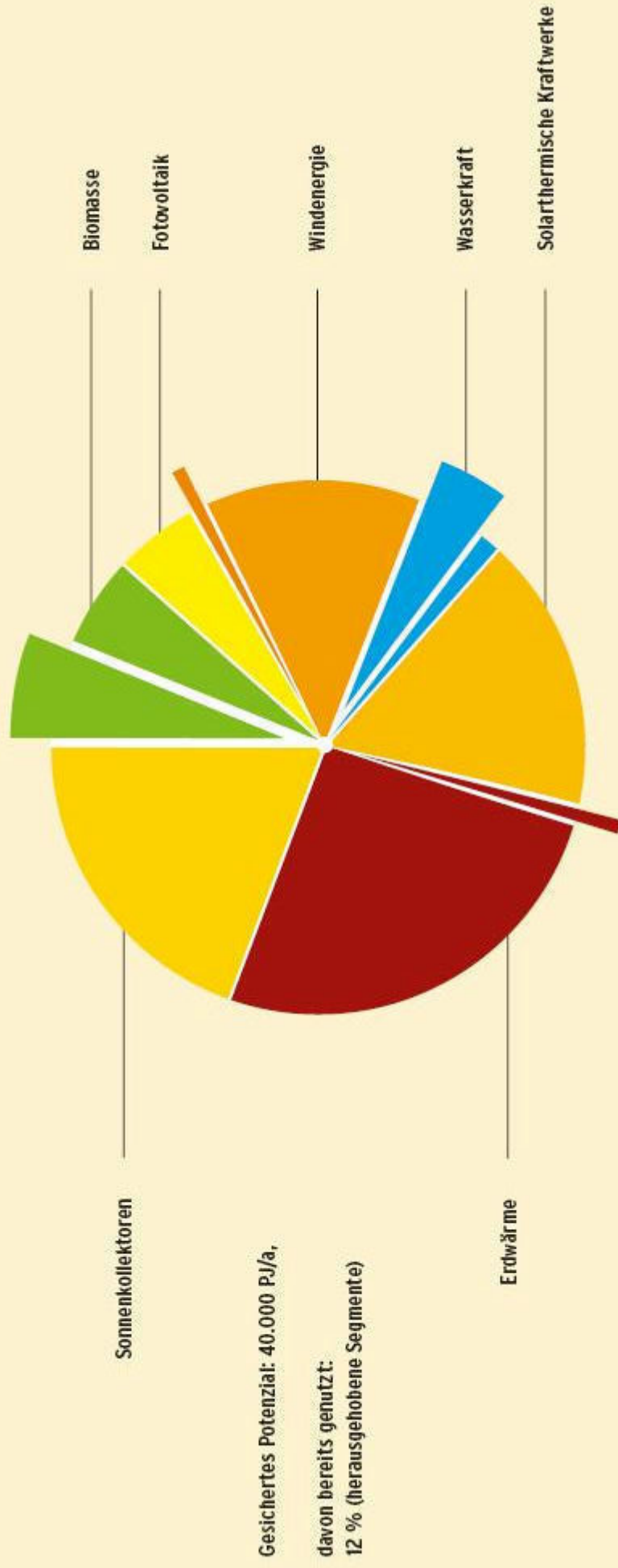


Hinterer Quader: das natürliche Angebot der erneuerbaren Energien ist außerordentlich groß. Vorderer Quader: die daraus technisch gewinnbaren Energiemengen in Form von Strom, Wärme und chemischen Energieträgern übertreffen den derzeitigen Weltenergieverbrauch (grauer Quader, links) um etwa das Sechsfache.

## → Europäische Potenziale

BMU 2006

Quelle: DLR



Gesichertes Potenzial erneuerbarer Energien in Westeuropa. Nur Wasserkraft und Biomasse werden bisher in größerem Ausmaß genutzt.



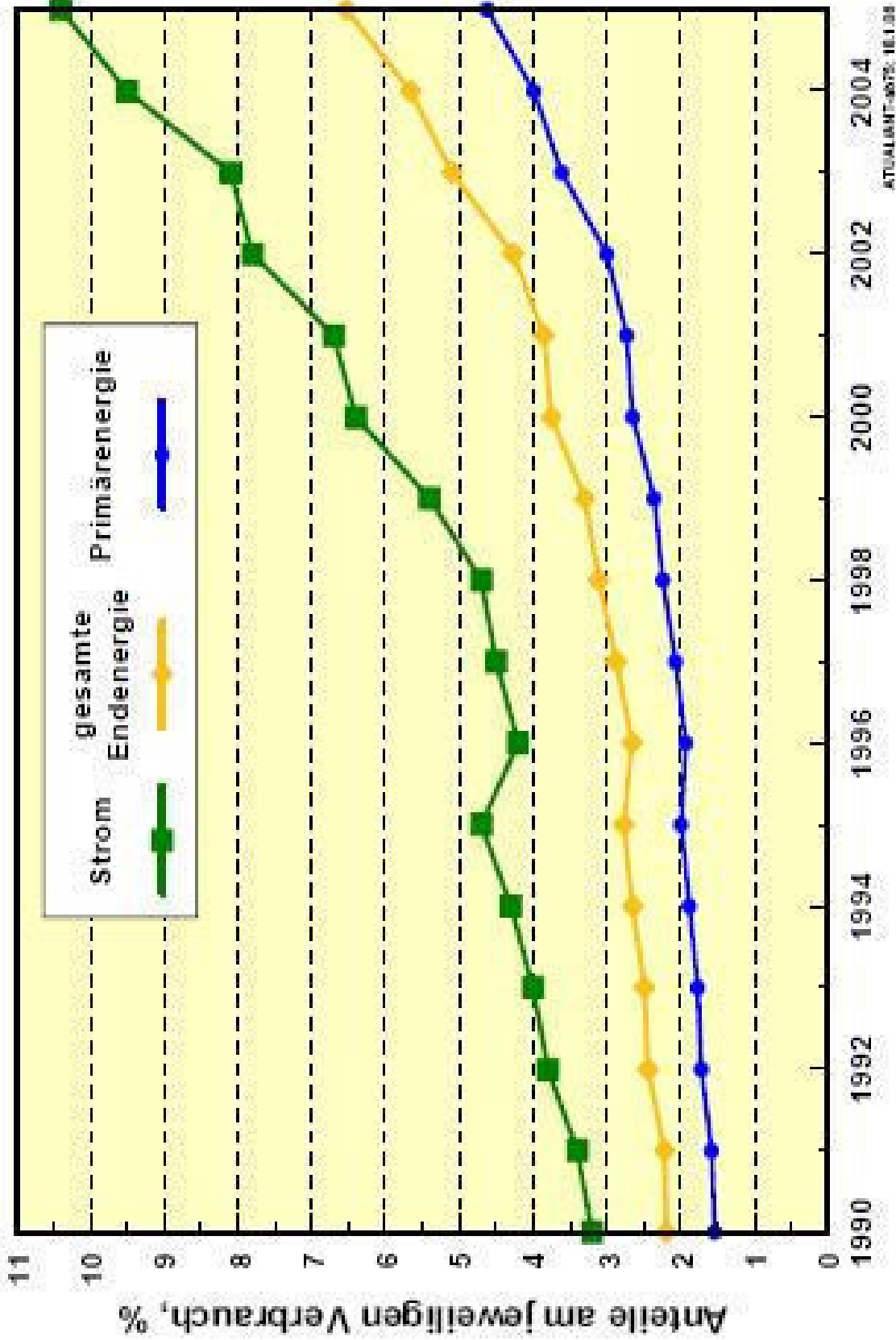


Abbildung 1.3: Anteile erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch sowie am Endenergie- und Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode). Quellen: Daten der AGEE (bis 12/06), BMU 2006, BMWi 2006; frühe Daten teilweise eigene Abschätzungen.

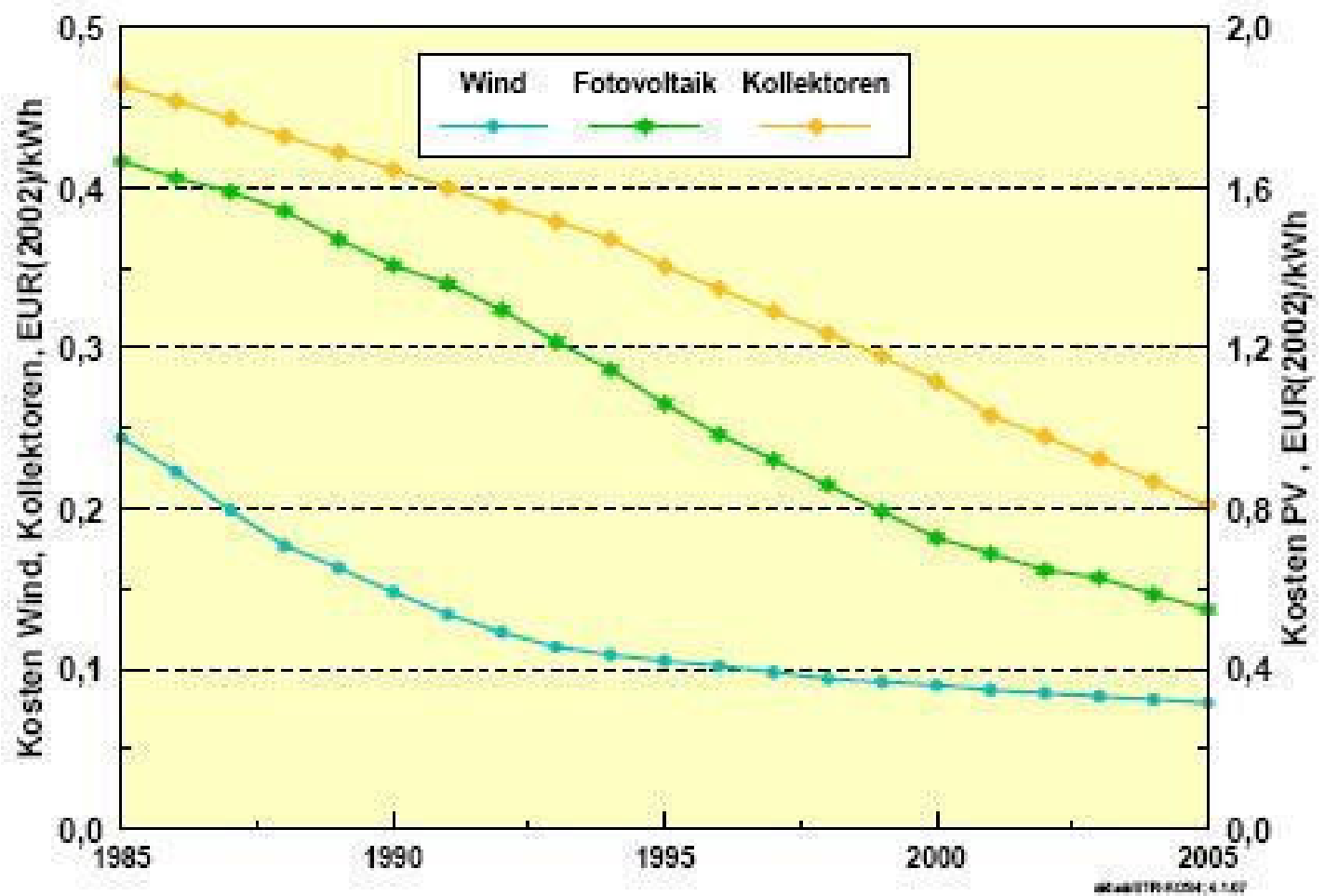


Abbildung 3.2: Historische Reduktion der Energiegestehungskosten von drei EE-Technologien (Windkraft, Fotovoltaik, Kollektoren) zwischen 1985 und 2005 (Reale Kosten, Geldwert 2002, realer Zinssatz 6%/a; gilt für alle weiteren Kostenangaben)

## → Energetische Amortisationszeit für Herstellung, Betrieb und Entsorgung

### Stromerzeugung im Vergleich zum heutigen Strom-Mix

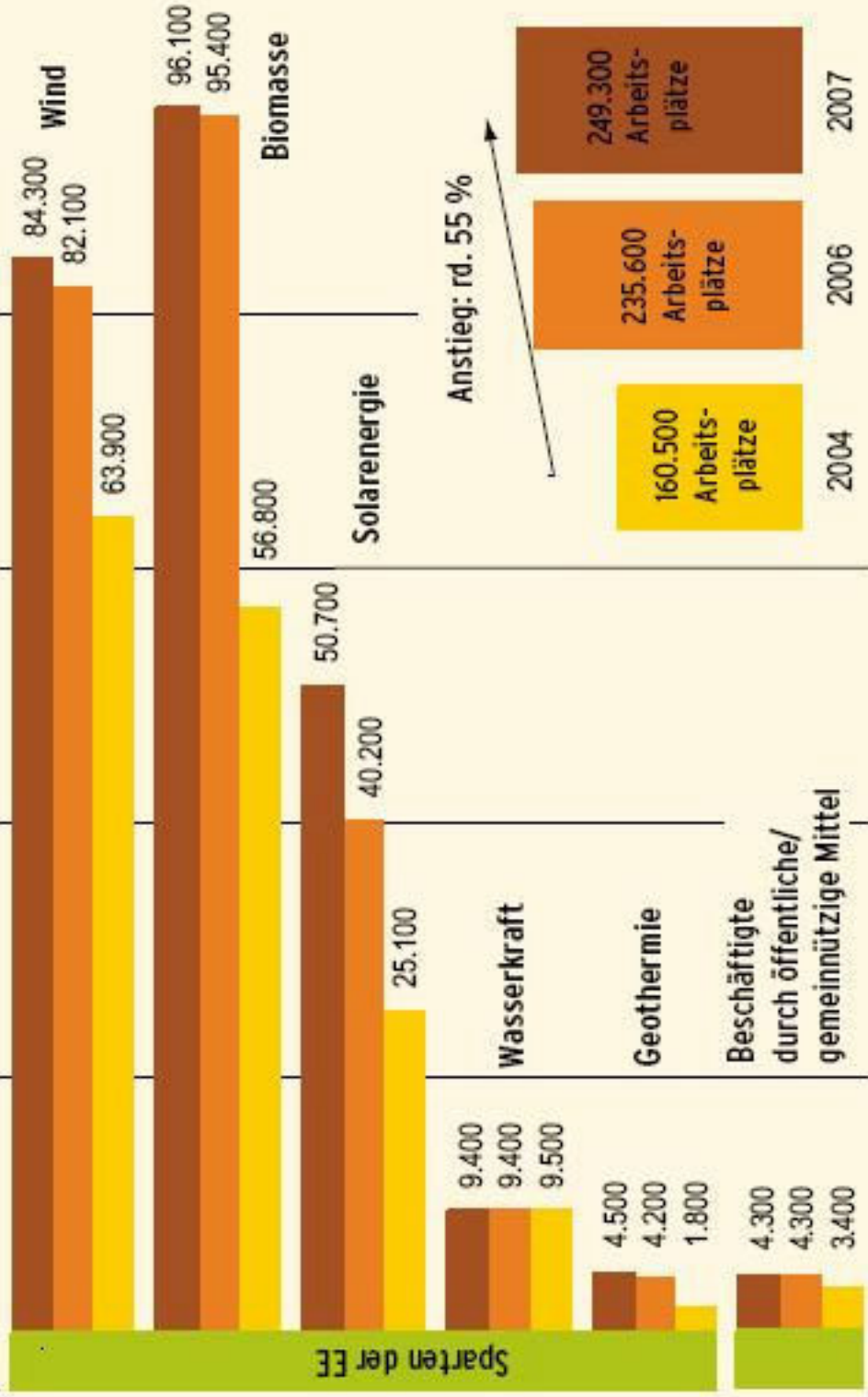
Windkraft	3 bis 7 Monate
Wasserkraft	9 bis 13 Monate
Solarthermisches Kraftwerk in Marokko	3 bis 7 Monate
Fotovoltaik in Mitteleuropa	
• Polykristallines Silizium, moderne Herstellungstechnologie	3 bis 5 Jahre
• Dünnschicht-Zellen	2 bis 3 Jahre
Gaskraftwerk	Nie*
Kohlekraftwerk	Nie*
Atomkraftwerk	Nie*

### Wärmeerzeugung im Vergleich zu einem Erdgaskessel

Sonnenkollektoren	1,5 bis 2,5 Jahre
Geothermie (hydrothermal)	7 bis 10 Monate
Gaskessel	Nie*
Ölkessel	Nie*

Die energetische Amortisationszeit beschreibt die Zeit, die die Anlage braucht, um die Energie für Herstellung, Betrieb und Entsorgung wieder herein zu holen. (\* Kraftwerke und Kessel auf Basis erschöpflicher Energieträger amortisieren sich energetisch nie, da sie immer mehr Brennstoffe verbrauchen, als sie Nutzenergie erzeugen.)

# Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland



Angaben für 2006 und 2007 vorläufige Schätzungen

Quellen: BMU [64], [69]

## Potenzial Erneuerbare Energien

- **Angebot regenerativer Energie weltweit** ~ 15.000 mal Weltenergie-verbrauch
- »Innerhalb von 5,7 Stunden kommt der jährliche Energiebedarf der Welt durch die Sonne in den Wüsten an«. (Gerhard Knieps vom Club of Rome)
- **Derzeit technisch nutzbares Potenzial regenerativer Energien** ~ 6mal Weltendenergiebedarf
- **Gesichertes Potenzial erneuerbarer Energien Westeuropa:** ~60% des derzeitigen PE-Verbrauchs EU-25 – davon heute nur 12% genutzt
- **Sonnenenergieangebot in D:** 1.000 kWh a<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> oder ~100 l Öl pro m<sup>2</sup> u. Jahr
- **Sonneneinstrahlung D** entspricht 89mal PE-Verbrauch D und 2,9mal PE-Verbrauch Welt
- **Nutzbares EE-Potenzial D:** 5.200 PJ/a [incl. importierte EE 9.000 PJ/a], das sind 37% [64%] des derzeitigen PE-Verbrauchs – davon werden heute erst 6,5% genutzt

### ***Regenerative Energien D 2008***

- ◆ Bundesverbandes Erneuerbare Energien (BEE): Anteil der erneuerbaren Energien an der Strom-, Wärme- und Kraftstoffversorgung 2008 9,6% (2005: 6,8%); entspricht dem Energieverbrauch von etwa 12 Mio Privathaushalten oder eines Bundeslandes wie Hessen.
- ◆ EE-Anteil beim Stromverbrauch 2008 15,3% (2005 10,5%). Der jährliche Zuwachs entspricht etwa der Jahresstromerzeugung von 1 bis 2 konventionellen Kraftwerken oder eines KKW .
- ◆ In Windkraftanlagen durchschnittlich 0,7-1,1 Personen pro Megawattstunde beschäftigt, im Gegensatz zu 0,1-0,3 Personen bei herkömmlichen Großkraftwerken

**„Leitszenario 2008“ (BMU)**

2050 rund 48% Primärenergieverbrauchs, 52% des Endenergieverbrauchs und 81% der Bruttostromerzeugung in Deutschland aus erneuerbarer Energie.

# **„Stromlücke“, Atomausstieg und Energiepolitik**

## **1. DEUTSCHE STROMWIRTSCHAFT**

2007 Stillstand mehrerer Kernkraftwerke („Vorschau“ auf Ausstiegsszenario) und trotzdem keine „Stromlücke“ (sogar Stromexport!): D.h. Insgesamt **2007 so viel Erzeugungskapazität verzichtbar, wie bis Ende 2012 durch Abschaltung von 6 Reaktoren, wegfallen wird.**

Im selben Zeitraum eine **Zunahme der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** entsprechend der **Leistung von anderthalb Kernkraftwerken.**

**Volkswirtschaftlicher Nutzen 2006** durch das EEG rd. **9 Mrd €** (Preisdämpfung bei Großhandelspreisen wegen des gesteigerten Angebots 5 Mrd € - vermiedener Brennstoff-Import 0.9 Mrd € - vermiedene Umwelt- und Klimaschäden 3.4 Mrd €).

Durch **Windstrom 1.Hj.2007 Einsparung an der Strombörse 2.3 Mrd €** (höheres Stromangebot wegen gesetzlicher Abnahmepflicht – teure konventionelle Kraftwerke nicht mehr benötigt – kräftige Preissenkung, da das teuerste gerade noch benötigte Kraftwerk den Preis an der Börse diktiert). Zum Vergleich: Mehrkosten durch Einspeisvergütung rd 1.2 Mrd €

### ***Muss Deutschland Strom importieren?***

**2007** Exportüberschuss von 14Mrd kWh trotz **15.6%** (26 Mrd kWh) **weniger Atomstrom** (Stillstand mehrerer KKW). **Seit 5 Jahren** liegt der deutsche **Stromexport deutlich über den Importmengen.**

Schon im **1.Hj 2008 mit 14.4 Mrd kWh die Jahresstromproduktion zweier KKW ins Ausland exportiert (neuer Rekord!)**

## ***Wie sieht es 2020 aus?***

Das hängt massiv von der **Verbrauchsentwicklung** ab:

**Nettostromverbrauch 2007:** 541 Mrd kWh.

**Nettostromverbrauch 2020:**

- **Szenario 1: + 1% pro Jahr:** 616 Mrd kWh.
- **Szenario 2: – 1% pro Jahr:** durch Effizienzverbesserungen: 474 Mrd kWh

**Differenz** zwischen den beiden Szenarien: 142 Mrd kWh. Das ist **mehr Energie, als alle deutschen KKW zusammen 2007 erzeugt haben** (140.5 Mrd kWh).

**3% weniger Stromverbrauch pro Jahr erreichbar**  
(Bundesregierung 2007)

## ***Welchen Anteil werden die erneuerbaren Energien decken können?***

In den letzten zwei Jahrzehnten ständig unterschätzt.  
Vorhersagen der Stromwirtschaft: **bis 2013 bei unverändertem Verbrauch rd. 20 % des Stroms** aus erneuerbaren Energien (Februar 2008: bereits 18%!), **2020 bei konstantem Zubau 25-30%**.

## ***Effizienzrevolution:***

Der **Primärenergiebedarf in Industrieländern** wie Deutschland kann **bis 2050 fast halbiert** und **weltweit nahezu stabilisiert werden**. Der **Restbedarf** kann dann leichter und billiger **mit erneuerbaren Energien** bereitgestellt werden

**In 10 Jahren** können in Deutschland **rd. 20% des aktuellen Strombedarfs** und **75% des Atomstroms eingespart** werden (Wuppertal Institut).

Umweltfreundlicher **Ersatz für die alten Kraftwerke:**

- 1. grundlastfähige erneuerbare Energien** wie Biomasse, Windkraft aus Anlagen im Meer, Geothermie sowie Solarstrom-Importe aus der Mittelmeer-Region. **Bei flexibler Vernetzung zu einem Kombikraftwerk** können die erneuerbaren Energien auf die Sekunde genau den nötigen Strombedarf decken



2. **Strom aus dezentralen Anlagen in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).**
3. **Mit den Klimaschutzzielen kompatibler Ersatz von 15 Gigawatt hocheffizienter fossiler Kraftwerke, wo eben möglich ebenfalls in KWK.**

Die erneuerbaren Energien und KWK werden 2020 je ein Drittel zur Stromerzeugung beitragen. Damit können die KKW und die alten Kohlekraftwerke problemlos ersetzt werden.

## **2. HANDLUNGSLÜCKE, KEINE STROMLÜCKE (Wissenschaftler-Memorandum 2008)**

**Stromlücke** – und damit auch Verfehlen des 40% Minderungsziels bei Treibhausgasen - **nur dann, wenn keine Neuorientierung in der Stromversorgung** erfolgt.

**Versorgungssicherheit, Klimaschutz und eine preisgünstige Strombereitstellung möglich, wenn bis 2020**

- ◆ **der Stromverbrauch durch Effizienztechnologien um mind. 11 % (d.h. etwa 1% pro Jahr) gesenkt wird** (Bundesregierung April 2007). Allein durch die **effizientesten Haushaltsgeräte** könnten 7 **Großkraftwerke** „weggespart“ werden;
- ◆ **der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung von heute 12% auf 25% gesteigert wird.** (Vgl. **Dänemark 50%** ; in den **Niederlanden Verdreifachung der KWK in nur zehn Jahren**).
- ◆ **die erneuerbaren Energien mit 30 Prozent an der Stromversorgung** beitragen und ihr Beitrag zu einer gesicherten Leistung über **moderne Methoden des Lastmanagements** deutlich gesteigert wird. **Im Februar 2008** erreichte der Anteil **bereits 18 Prozent** gegenüber **6 Prozent noch im Jahr 2000**.

Es ist die **Pflicht der Energieversorger**, politisch gesetzte Rahmenbedingungen und Ziele zu akzeptieren und ihre Geschäftspolitik danach auszurichten.

Und es ist die **Pflicht der Politik**, ihre Ziele durch energiepolitische Maßnahmen zu unterlegen, die geeignet sind, die Ziele auch wirklich zu erreichen

### 3.

## **„Leitstudie 2008“ Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas.**

Untersuchung im Auftrag des  
Bundesministeriums  
für Umwelt, Naturschutz und  
Reaktorsicherheit

**Oktober 2008**

**Dr. Joachim Nitsch**

**Stuttgart**

in Zusammenarbeit mit der

Abteilung „Systemanalyse und Technikbewertung“

- des DLR –Instituts für Technische Thermodynamik

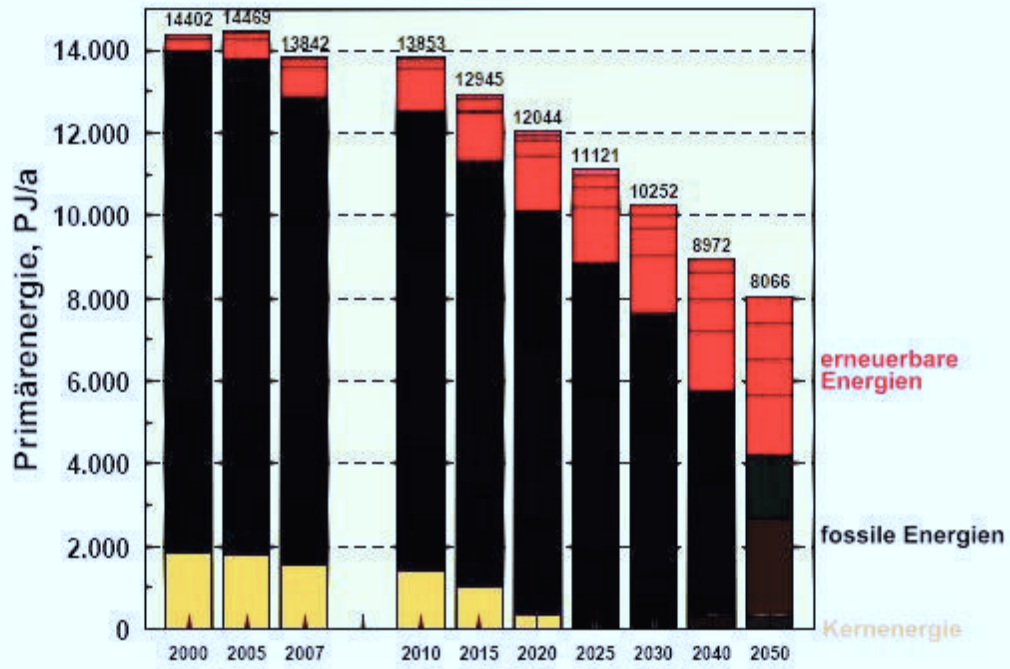
**Zentrale Gestaltungselemente:** aufeinander  
abgestimmten Teilstrategien

- ◆ **„Substantieller *Ausbau erneuerbarer Energien (EE)*“**
- ◆ **„*Deutlich erhöhte Nutzungseffizienz in allen Sektoren (EFF)*“**
- ◆ **„*Höhere Umwandlungseffizienz durch einen Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)*“**

## Leitszenario 2008

	EE-Anteil am PEV %	EE-Anteil am EEV %	EE-Anteil Brutto- strom %	KWK-Anteil an EEV %	CO2- Emissionen ('90: 100%)
<b>2005</b>	<b>4,7</b>	<b>6,6</b>	<b>10,4</b>		<b>84,5</b>
<b>2007</b>	<b>6,7</b>	<b>8,6</b>	<b>14,2</b>	<b>12</b>	<b>82,8</b>
<b>2020</b>	<b>16,2</b>	<b>18,2</b>	<b>30,4</b>	<b>21</b>	<b>64,3</b>
<b>2030</b>	<b>25,4</b>	<b>27,9</b>	<b>50,1</b>		<b>47,3</b>
<b>2050</b>	<b>47,6</b>	<b>52,1</b>	<b>80,9</b>	<b>65</b>	<b>21,5</b>

- LEITSZENARIO 2008 -



Wirkungsgradmethode; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt.

## Weitere Ergebnisse:

- **Leitszenario 2008: Im Jahr 2050: nur noch 37% der heute eingesetzten fossilen Energie, Importbedarf 40% der derzeit importierten Energiemenge.**
- **Stilllegung von 28 GW an fossilen Altkraftwerken zwischen 2005 und 2020, Neubau von 29 GW fossil gefeuerte Kraftwerke, davon max. 9 GW als Kohlekraftwerke, 20 GW Erdgaskraftwerke. Mind. 12 in KWK, davon knapp 3 GW als BHKW.**
- **Die weiter vordringende KWK und der Ausbau der EE erfordern in beträchtlichem Ausmaß die Umwandlung von Einzelheizungen in netzgebundene Wärmeversorgungen. Im Leitszenario 2008 steigt ihr Anteil von derzeit 12% auf 65% in 2050.**

„.....**wird sichtbar**, dass bei einer beharrlichen Energiepolitik ..... **bis 2050 beachtliche Erfolge im Klimaschutz und bei der Schonung fossiler Ressourcen erreicht werden können.** ..... kann das eigentliche **LEITSZENARIO 2008 als realistische Entwicklung** betrachtet werden.....“

„Bei einer etwaigen **Laufzeitverlängerung der Kernenergie**, müssten die jetzigen **Planungen zum Neubau fossiler Kraftwerke völlig revidiert** werden, um das 30%-Ausbauziel der EE für 2020 nicht zu gefährden. Das **KWK-Ausbauziel wäre nicht erreichbar.** Der erforderliche **Strukturwandel der Stromversorgung** in Richtung deutlich gesteigerter Stromeffizienz, deutlich höherem KWK-Anteil und hoher Ausbaudynamik der EE wäre **grundsätzlich in Frage** gestellt. Das **Energiesystem** wäre somit **kaum in der Lage**, das bis 2050 zu erfüllende **Klimaschutzziel** einer 80%igen CO<sub>2</sub>-Minderung **zu erreichen.**“

„Die im letzten Jahrzehnt aufgebaute **energiepolitische Handlungsdynamik** im Bereich der Klima-, Umwelt- und Energiepolitik **muss jedoch unbedingt in demselben Ausmaß aufrechterhalten** werden.“

# Die Energiewende ist möglich!

