

# **„Nachhaltige Energieversorgung – Was kann die Kernenergie dazu beitragen?“**

Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)  
Universität Stuttgart  
[www.ier.uni-stuttgart.de](http://www.ier.uni-stuttgart.de)

**Tagung „Tschernobyl 1986-2006: Erfahrungen für die Zukunft“  
Berlin, 24. April 2006**

## **Nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development)**

### **Brundtland Kommission:**

„Nachhaltige Entwicklung“ ist eine „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“.

„Im Wesentlichen ist nachhaltige Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonisieren und das derzeitige und künftige Potential vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“

### **Ziel**

Die Verbesserung der ökonomischen und sozialen Lebensbedingungen aller Menschen, der heute und zukünftig lebenden, mit der langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlage in Einklang zu bringen.

## ➤ **Nachhaltigkeit und die Nutzung vorratsbegrenzter Ressourcen**

- Ist die Nutzung vorratsbegrenzter Ressourcen (z.B Erdöl und Kohle) mit dem Nachhaltigkeitsprinzip vereinbar ?
- Die Bereitstellung von Energiedienstleistungen erfordert den Einsatz von Energieträgern, aber auch von nichtenergetischen Rohstoffen und Materialien.
- Eine Nutzung vorratsbegrenzter Ressourcen erfordert eine Gegenleistung => die Ausweitung der technisch-wirtschaftlich verfügbaren Ressourcenmenge.
- Stand der Technik bestimmt die technisch-wirtschaftlich verfügbare Energie- und Rohstoffbasis.

## Nachhaltigkeit und effiziente Ressourcennutzung

- Haushälterischer Umgang mit knappen Ressourcen ist ein zentraler Aspekt der Nachhaltigkeit
- Im Kontext der Energieversorgung geht es dabei aber nicht nur um die Energieressourcen, sondern um alle Ressourcen, einschließlich der Ressource Umwelt
- Die gesamte Ressourceninanspruchnahme (Energie, nicht-energetische Rohstoffe, Umwelt...) einer Energiebereitstellungskette ist ein Maß für ihre relative Nachhaltigkeit
- Unterschiedliche Ressourcenverbräuche lassen sich über den Indikator „Kosten“ vergleichbar machen

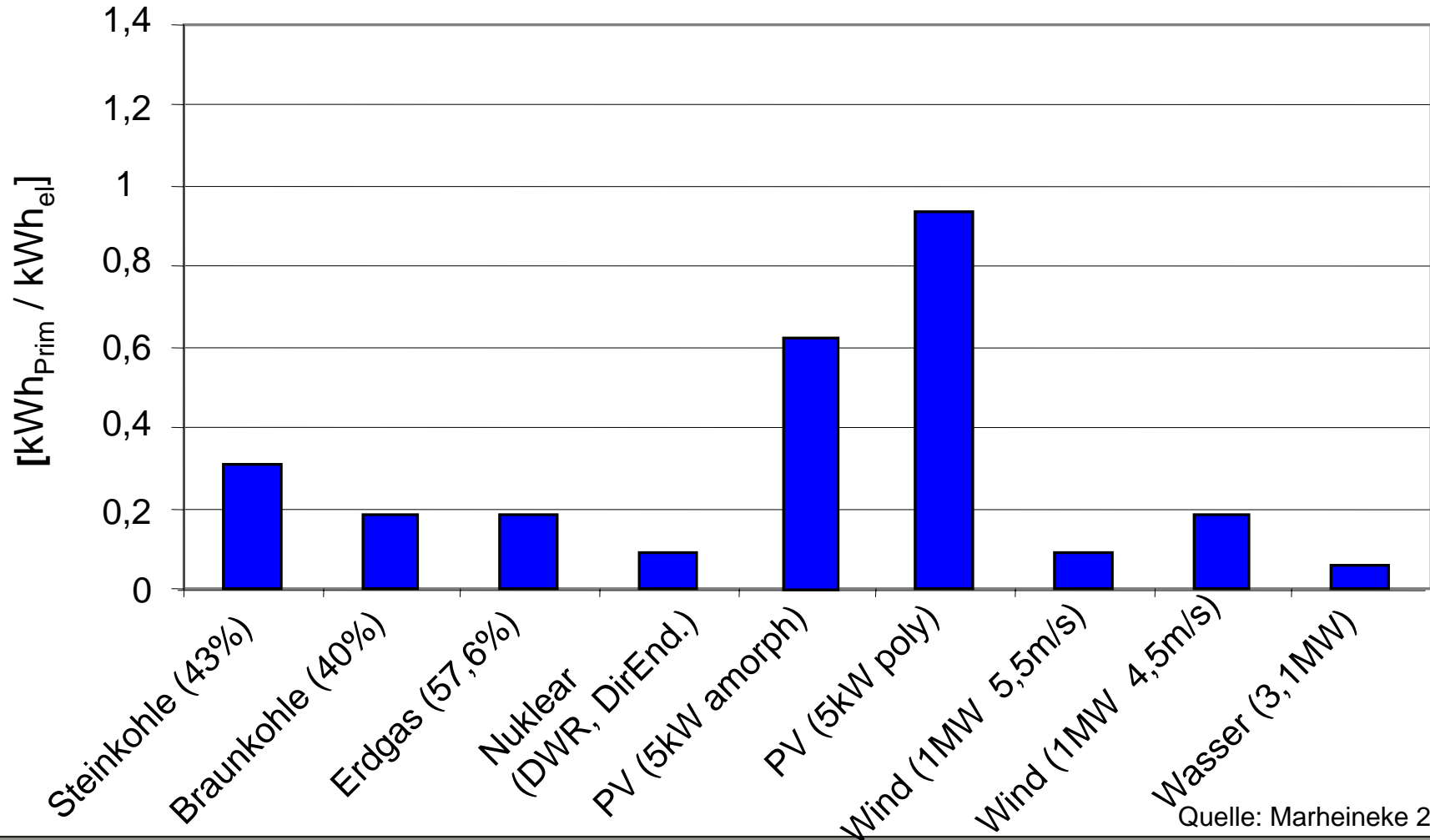
## Nachhaltige Energieversorgung

wenn

- das Potenzial für die Bereitstellung von Energiedienstleistungen für die nächste Generation größer wird.
  - ➔ Ausweitung der wirtschaftlich nutzbaren Energie- und Ressourcenbasis
- die mit der Energienutzung verbundenen Stofffreisetzungen die Assimilationskapazität der Umwelt als Senke nicht überschreiten.
- die Energiedienstleistungen mit möglichst geringem Ressourcenaufwand, einschließlich der Ressource Umwelt bereitgestellt werden.
  - ➔ Relative Nachhaltigkeit von Energiesystemen lässt sich messen am gesamten Ressourcenverbrauch je Energieeinheit (Rohstoffe, Energie, Kapital, Arbeit, Umwelt)
- ➔ Vollkosten (inkl. externer Kosten) sind Maß für relative Nachhaltigkeit

➤ **Stromerzeugungstechniken auf dem  
Prüfstand der Nachhaltigkeit**

## Spezifischer kumulierter Energieaufwand (KEA) (Anlagenherstellung und Brennstoffbereitstellung)



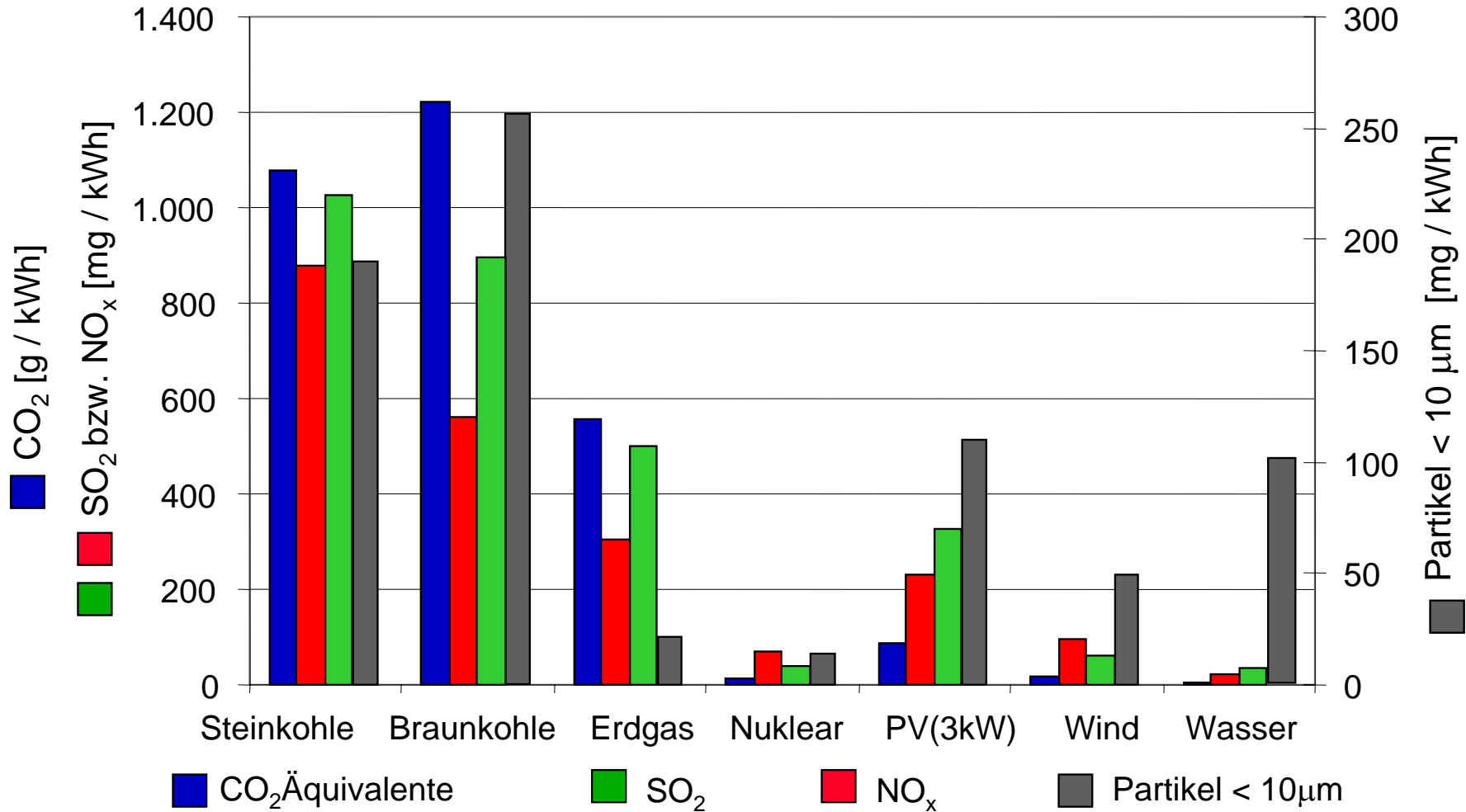
Quelle: Marheineke 2002

## Gesamter Rohstoff- und Materialaufwand

	<b>Eisen</b> [kg / GWh <sub>el</sub> ]	<b>Kupfer</b> [kg / GWh <sub>el</sub> ]	<b>Bauxit</b> [kg / GWh <sub>el</sub> ]
<b>Steinkohle</b> (43 %)	2.308	2	20
<b>Braunkohle</b> (40 %)	2.104	8	19
<b>Erdgas GuD</b> (57,6 %)	969	3	15
<b>Nuklear</b> (DWR, dir. Endlagerung)	445	6	27
<b>PV</b> poly	6.708	251	2.100
(5 kW) amorph	8.153	338	2.818
<b>Wind</b> 5,5 m/s	5.405	66	54
(1 MW) 4,5 m/s	10.659	141	110
<b>Wasser</b> (3,1 MW)	2.430	5	10

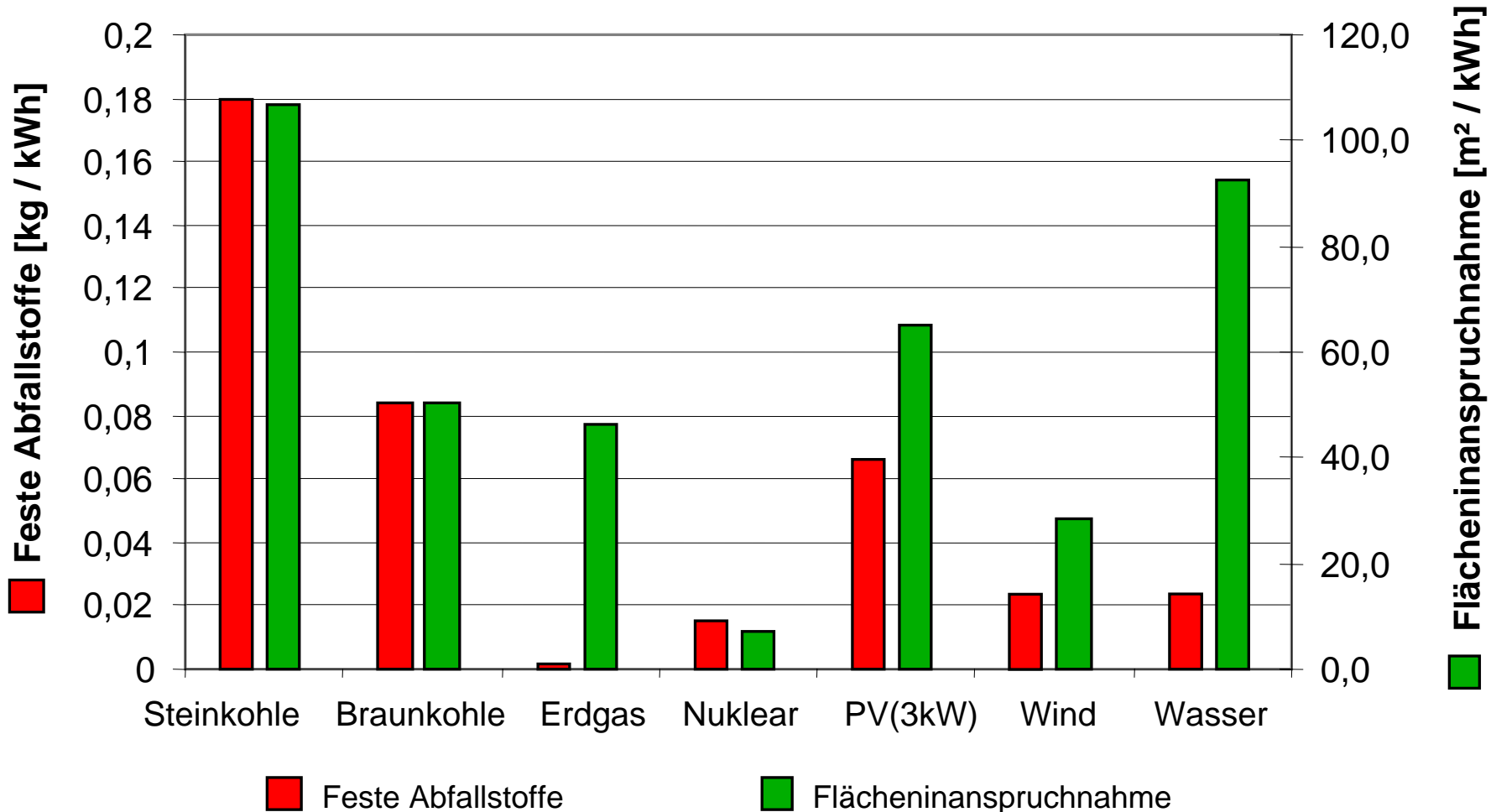


# Kumulierte Emissionen



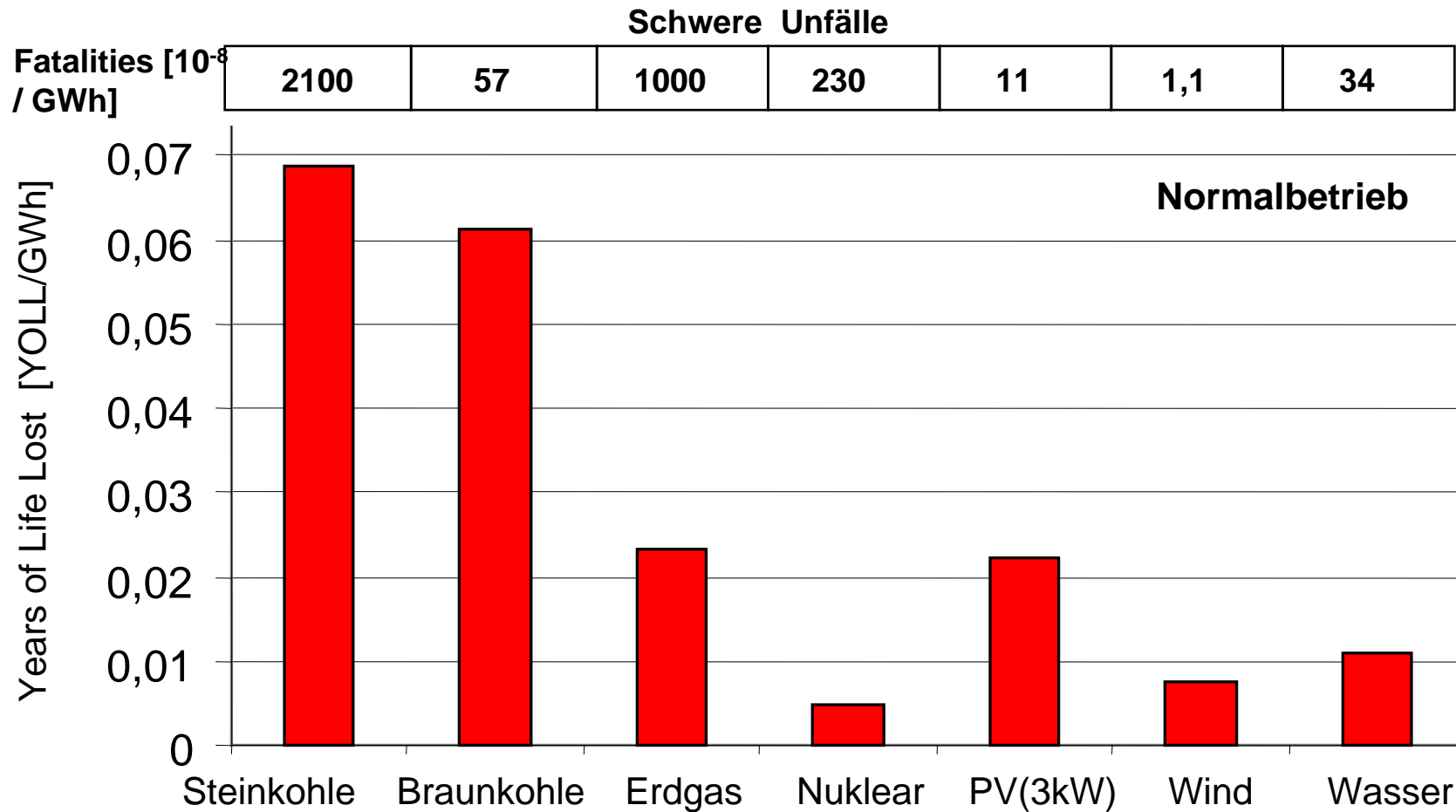
Quelle: Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions (PSI, 2004)

## Feste Abfallstoffe / Flächeninanspruchnahme



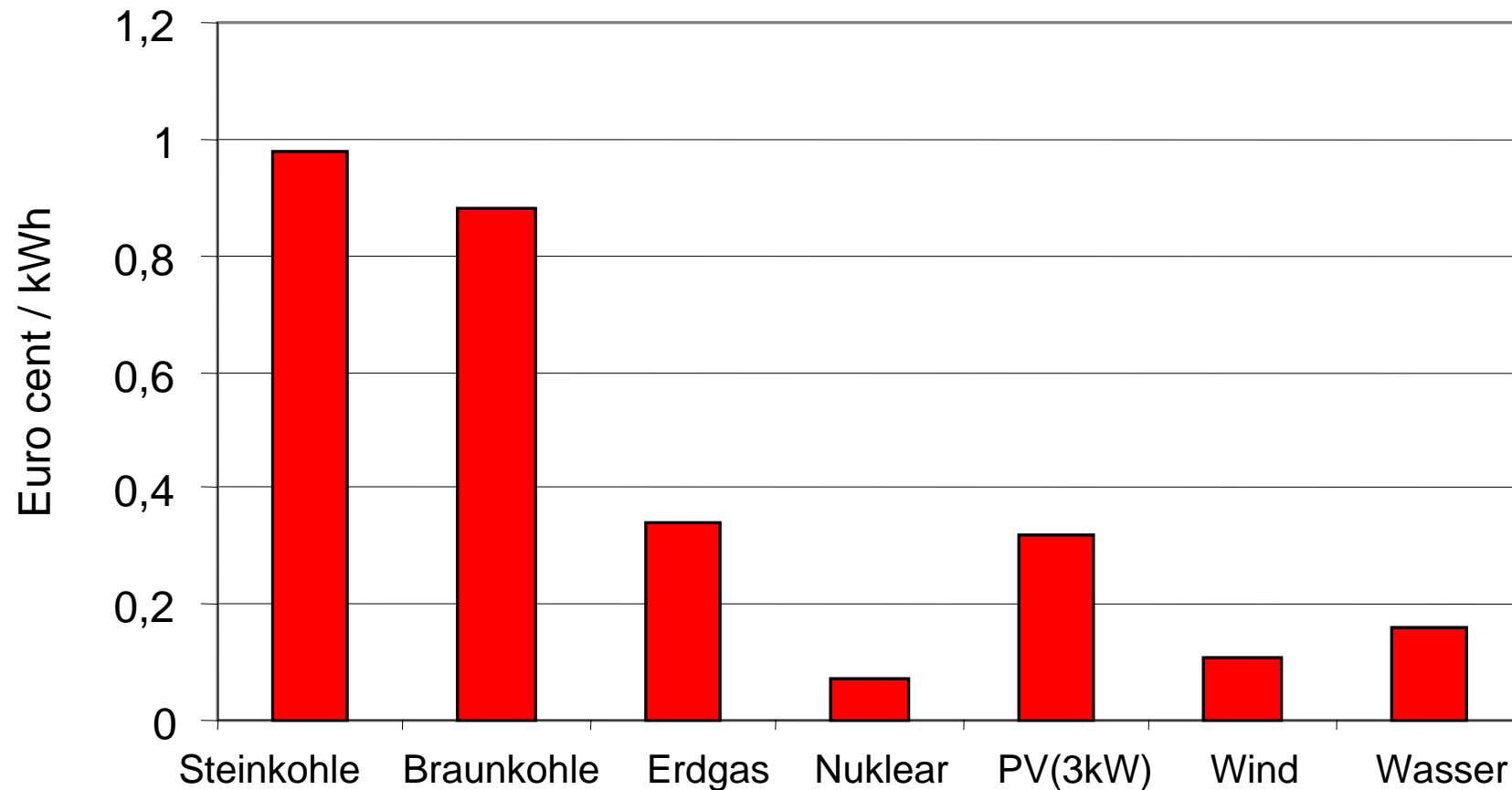
Quelle: Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions (PSI, 2004)

## Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Gesundheitsrisiken)



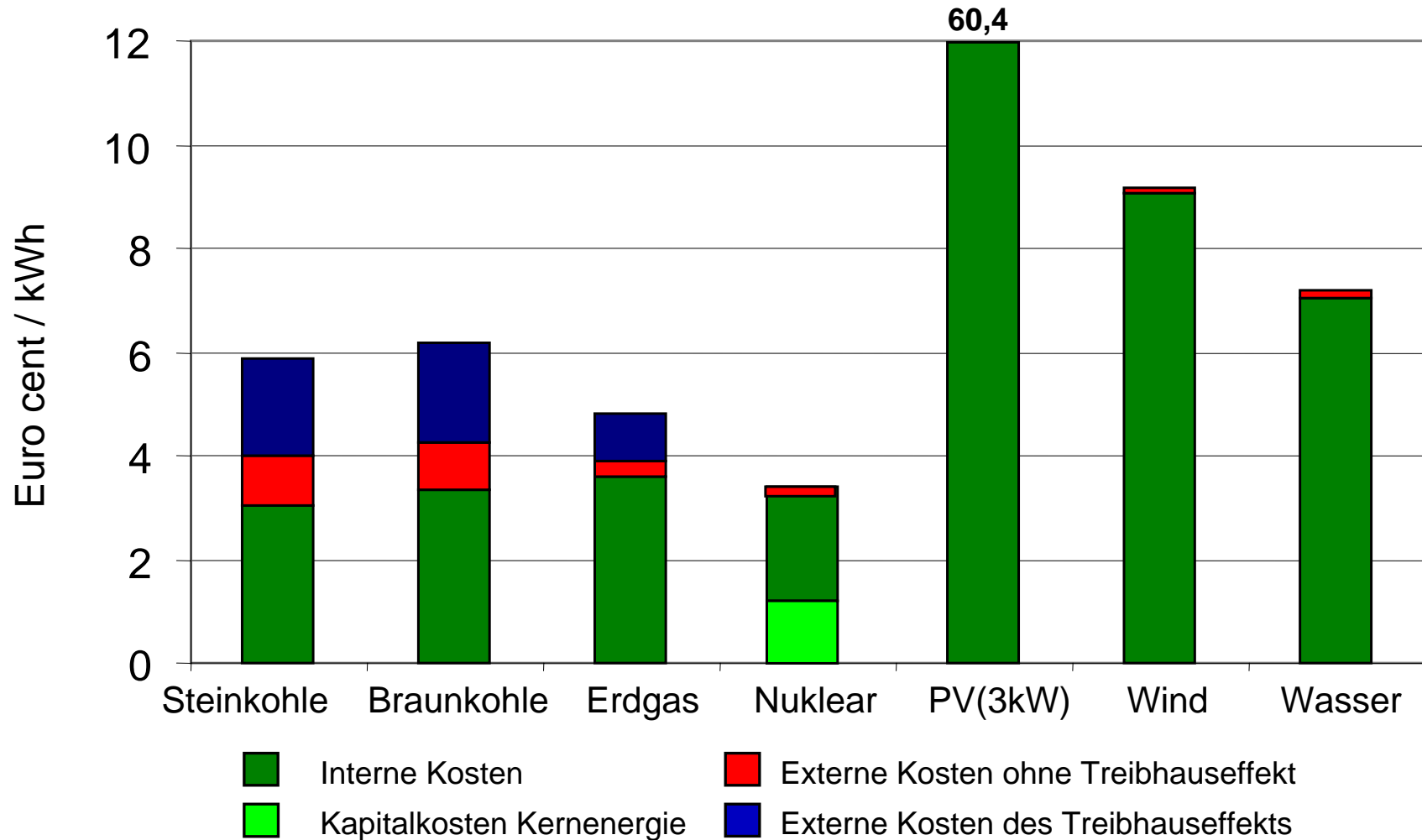
Quelle: Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions (PSI, 2004)

## Externe Kosten (ohne Treibhauseffekt)



Quelle: Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions (PSI, 2004)

# Gesamtkosten



Quelle: Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions (PSI, 2004)

## Perspektiven der Entwicklung der Energieversorgung Deutschlands

### Referenzszenario (REF)

- Fortschreibung der derzeitigen Energiepolitik
- Auslaufen der Kernenergienutzung
- keine Verschärfung der Klimaschutzziele

### Präferenz Erneuerbare Energien (PEE)

- Anteil Erneuerbarer Energien steigt auf 30 %
- Auslaufen der Kernenergienutzung
- Keine CO<sub>2</sub>-Abtrennung

### Clean Coal Technologies (CCT)

- CO<sub>2</sub>-Abtrennung u. Entsorgung zugelassen
- Auslaufen der Kernenergienutzung

### Effiziente Ressourcennutzung

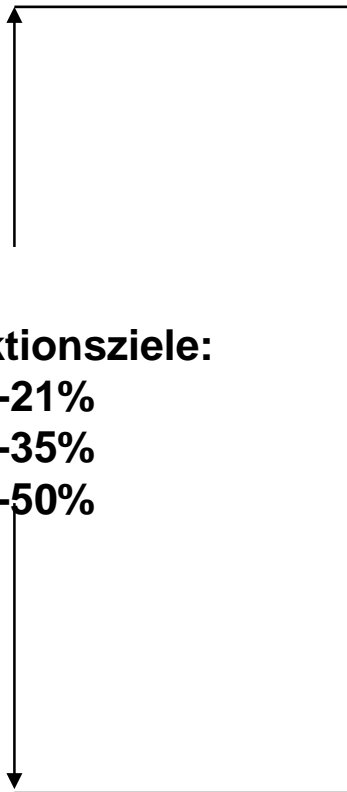
- Kosteneffiziente Erreichung der Reduktionsziele
- Kernenergie: Laufzeitverlängerung (ERL)
- Kernenergie: Ausbau möglich (ERA)

THG-  
Reduktionsziele:

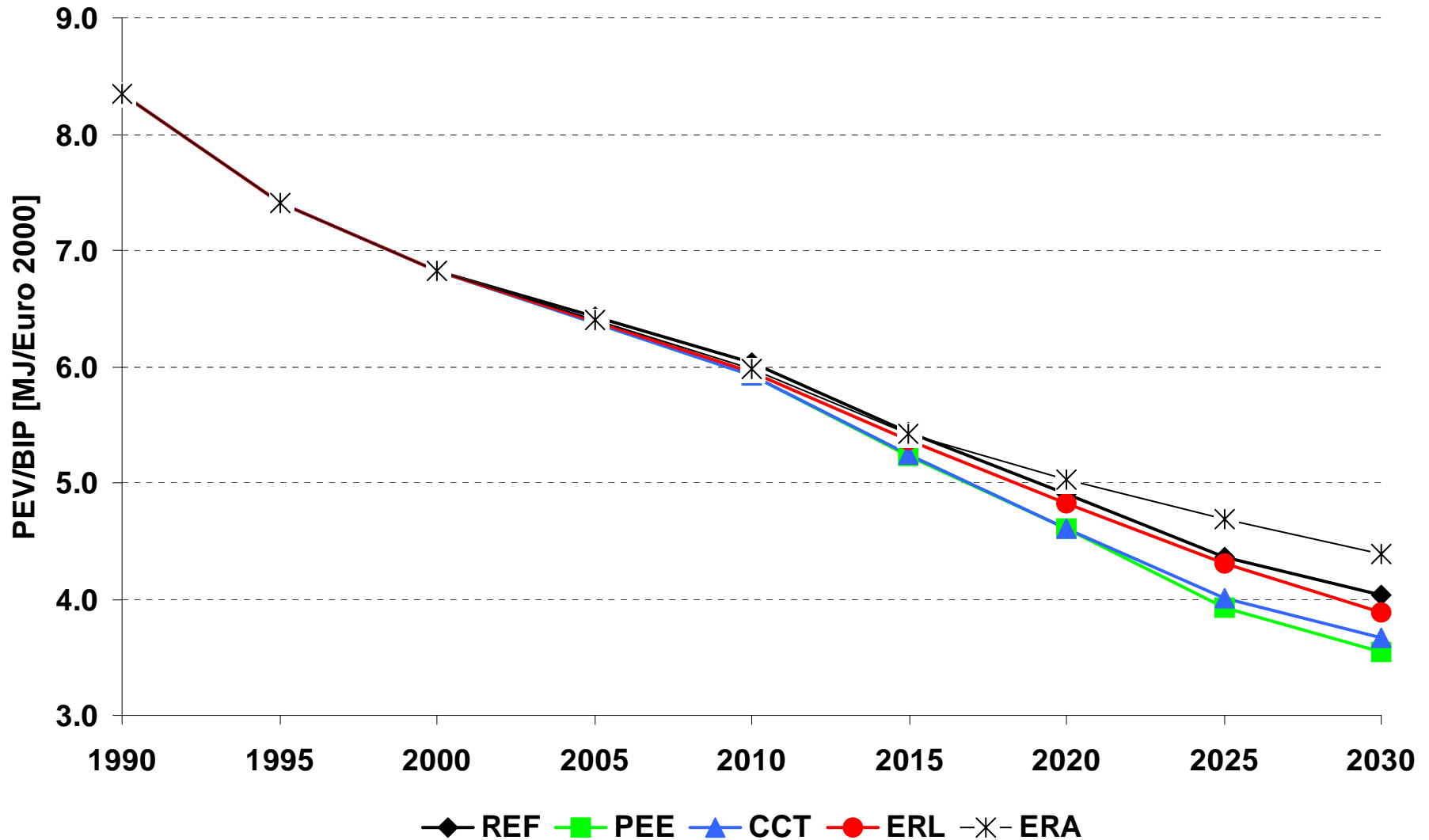
2010: -21%

2020: -35%

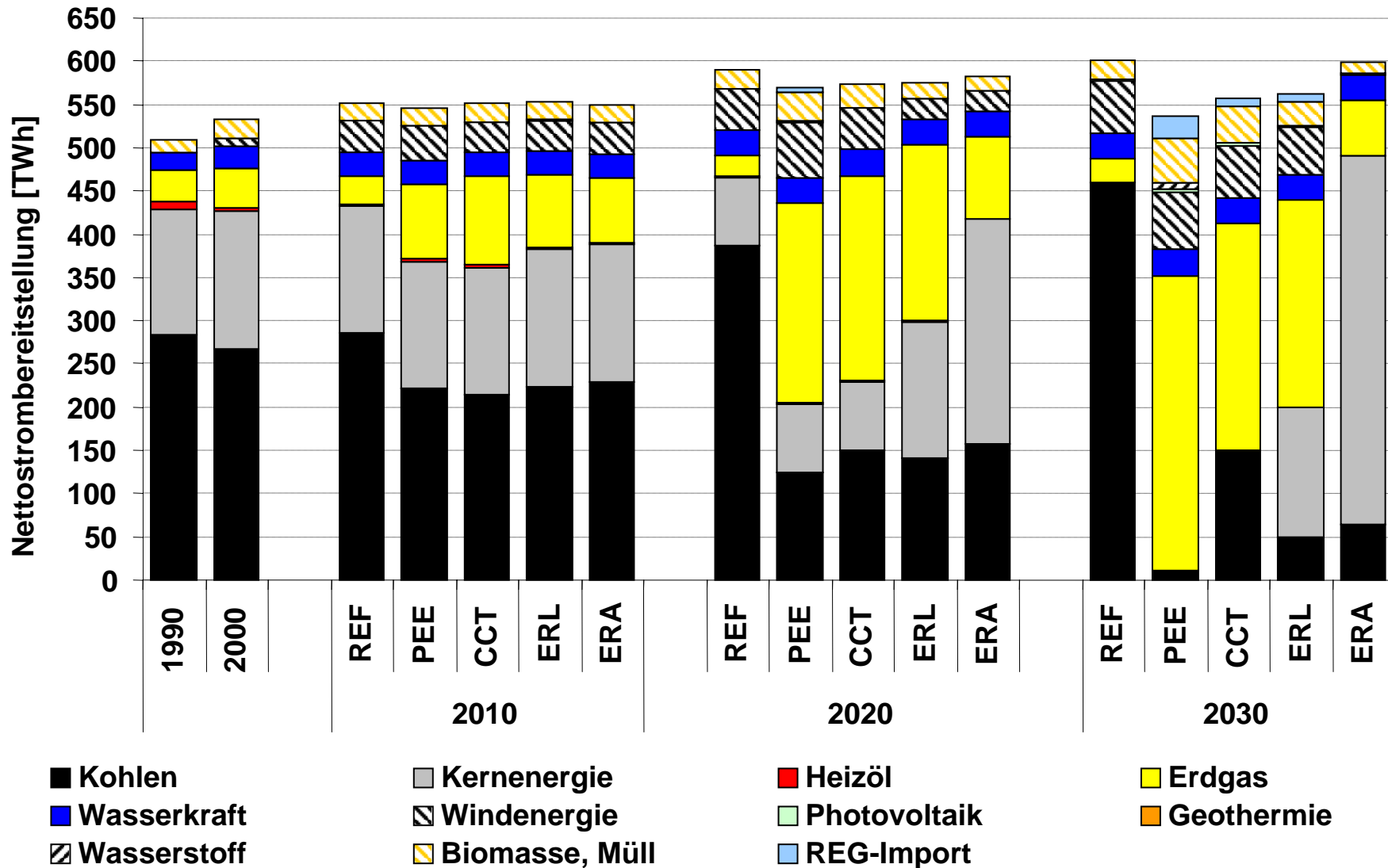
2030: -50%



## Entwicklung der Energieintensität des Bruttoinlandsproduktes



# Entwicklung der Stromerzeugungsstrukturen





## Kostenimplikationen

<b>Szenario</b>	<b>Kumulierte Minderungskosten bis 2030 [Mrd. Euro<sub>00</sub>]</b>	<b>Marginale Minderungskosten in 2030 [Euro<sub>00</sub>/t]</b>	<b>Mittlere Strom- gestehungskosten in 2030 [Cent<sub>00</sub>/kWh]</b>
<b>Referenzszenario (REF)</b>			<b>3.6</b>
<b>Präferenz Erneuerbare Energien (PEE)</b>	<b>110</b>	<b>79</b>	<b>5.5</b>
<b>Clean Coal Technologie (CCT)</b>	<b>86</b>	<b>57</b>	<b>5.0</b>
<b>Effiziente Ressourcennutzung: Laufzeitverlängerung (ERL)</b>	<b>-30</b>	<b>42</b>	<b>3.8</b>
<b>Effiziente Ressourcennutzung: Kernenergieausbau (ERA)</b>	<b>-113</b>	<b>27</b>	<b>2.5</b>



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**