

**“Energie, Effizienz und  
Nachhaltigkeit –  
Gedanken zur Energiefrage“**

## **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“.**

### **Ziel**

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

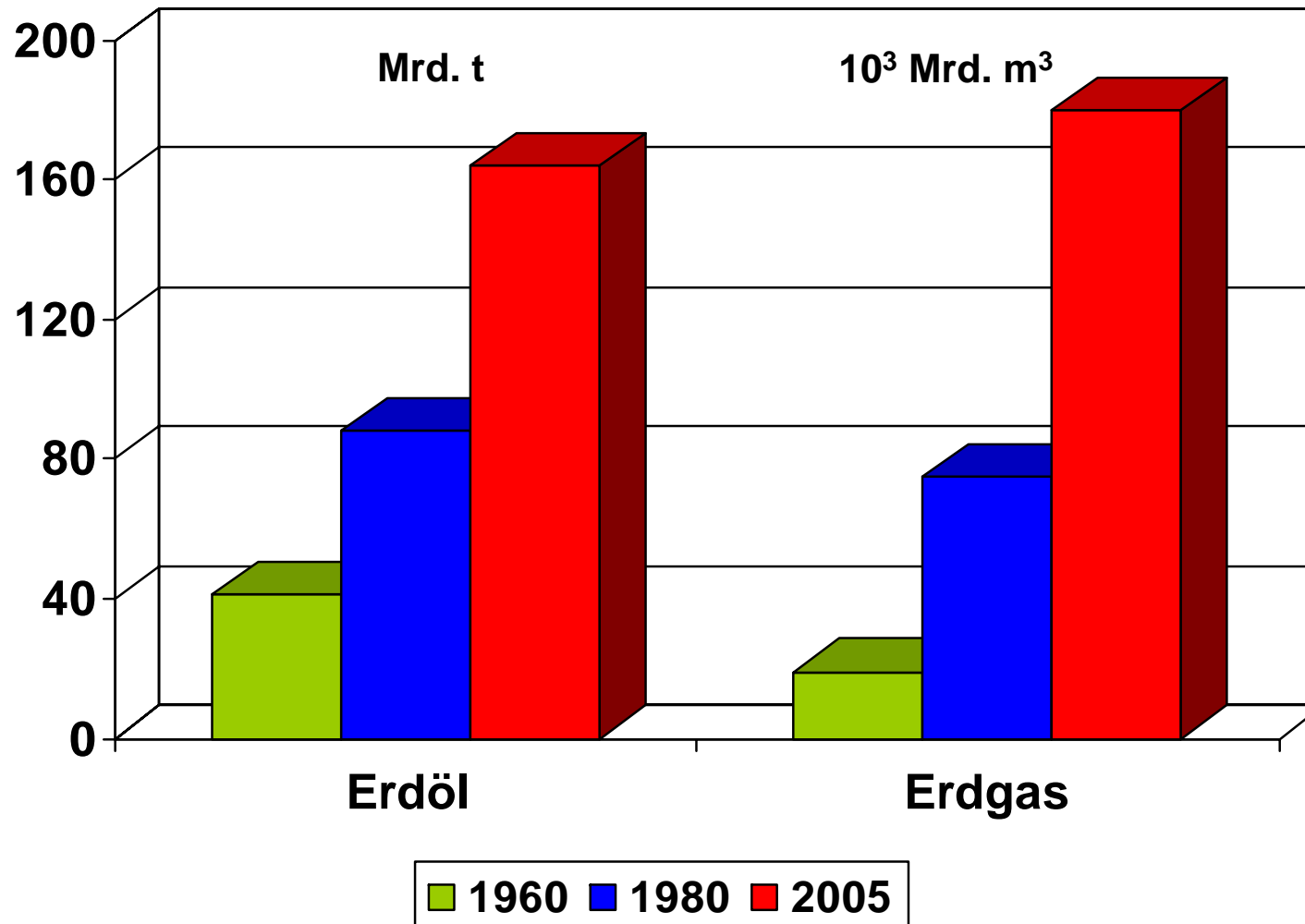
## Naturwissenschaftliche Grundlagen

- **2. Hauptsatz der Thermodynamik => Leben sowie die Entfaltung wirtschaftlicher und kultureller Leistungen bedürfen ständiger Zufuhr von arbeitsfähiger Energie und Materie.**
- **Wachsendes Wissen (Gestaltungsfähigkeit) und die damit mögliche Weiterentwicklung von Technik sind die Basis zur Erhaltung bzw. Erweiterung der Entfaltungsspielräume kommender Generationen.**
- **Energiebedingte Umweltbelastungen resultieren aus der mit der Stoffwandlung verbundenen Stofffreisetzungen in die Umwelt.**

## **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.**
- **Stand der Technik bestimmt die technisch-wirtschaftlich verfügbare Energie- und Rohstoffbasis.**
- **Eine Nutzung vorratsbegrenzter Ressourcen erfordert eine Gegenleistung:**
  - ⇒ **die Ausweitung der technisch-wirtschaftlich verfügbaren Ressourcenmenge.**

## Entwicklung der sicher gewinnbaren Reserven



## **Nachhaltige Energieversorgung: Handlungsregeln**

- 1. Die Nutzung erneuerbarer Energieressourcen darf auf Dauer nicht größer sein als ihre Regenerationsrate.**
- 2. Nicht-erneuerbare Energieträger und Rohstoffe sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein funktionell gleichwertiger wirtschaftlicher nutzbarer Ersatz verfügbar gemacht wird, in Form neu erschlossener Vorräte, erneuerbarer Ressourcen oder einer höheren Produktivität der Ressourcen.**
- 3. Stoffeinträge in die Umwelt dürfen auf Dauer die Aufnahmekapazität bzw. Assimilationsfähigkeit der natürlichen Umwelt nicht überschreiten.**

## **Effiziente Ressourcennutzung und Ökonomie**

- **Haushälterischer Umgang mit knappen Ressourcen ist ein zentraler Aspekt von Nachhaltigkeit.**
- **Auch das allgemeine ökonomische Prinzip zielt auf die Minimierung des Ressourcenverbrauchs ab.**
  - ⇒ **Kosten und Preise dienen dabei als Maß für die Ressourceninanspruchnahme.**
- **Kosten sind dann ein Maß für die relative Nachhaltigkeit von Energiesystemen wenn alle Kosten, auch die der Umweltinanspruchnahme erfasst sind.**
  - ⇒ **Internalisierung externer Kosten**

## Nachhaltige Energieversorgung

wenn

- **das Potenzial für die Bereitstellung von Energiedienstleistungen für die nächste Generation größer wird.**
  - ➔ **Ausweitung der wirtschaftlich nutzbaren Energie- und Rohstoffbasis**
- **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 sind Maß für relative Nachhaltigkeit**



- **Stromerzeugungssysteme auf dem Prüfstand der Nachhaltigkeit**

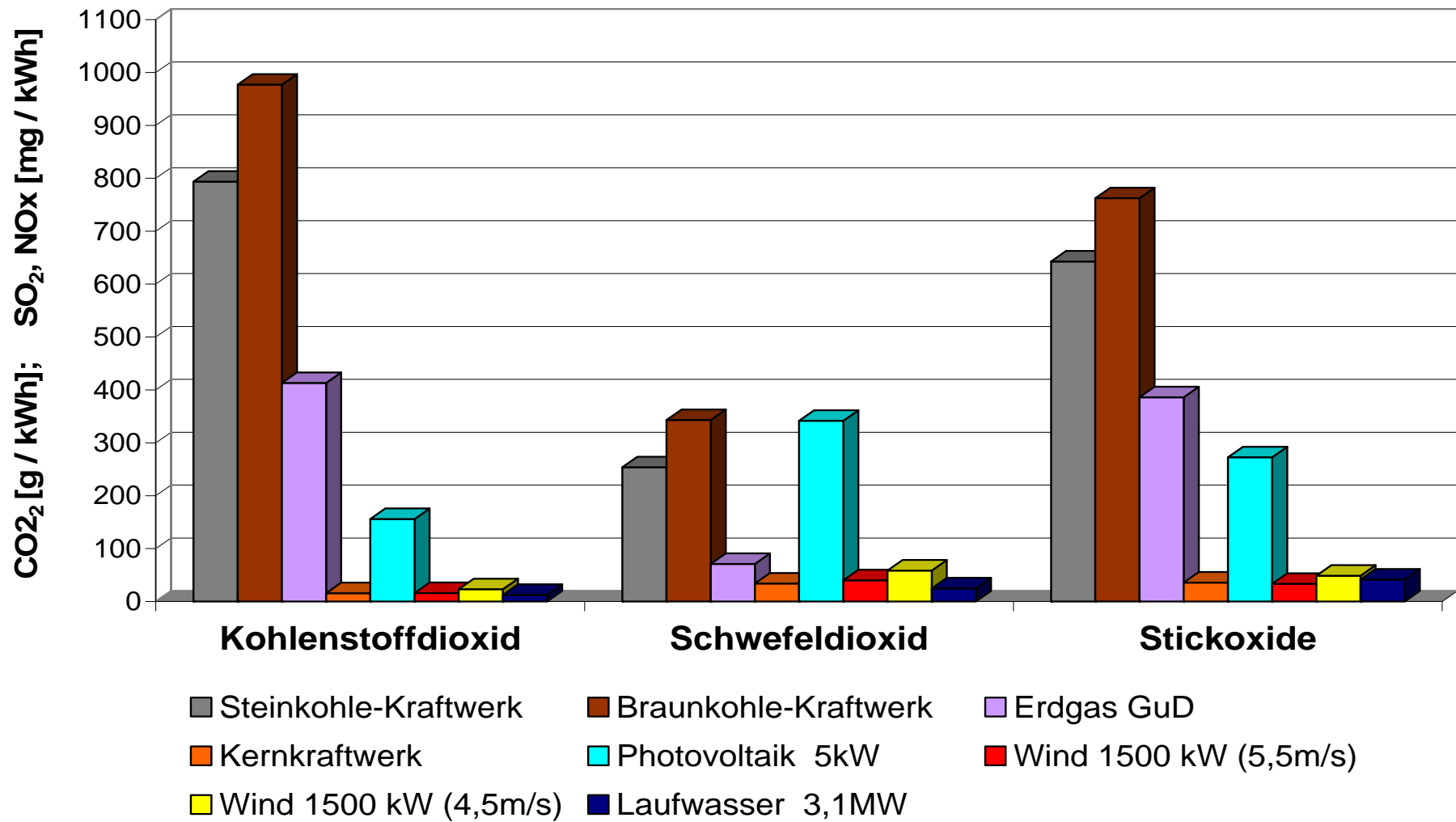
## Spez. kumulierter Energieaufwand (KEA) und energetische Amortisationszeit (EAZ)

	KEA ohne Brennstoffeinsatz (KEA - E <sub>B</sub> ) [kWh <sub>Prim</sub> / kWh <sub>el</sub> ]	Energetische Amortisationszeit (EAZ) [Monate]
Steinkohle-Kraftwerk	0,27	3,1
Braunkohle-Kraftwerk	0,16	3,2
Erdgas GuD	0,17	0,8
Kernkraftwerk	0,07	2,8
Photovoltaik 5 kW	0,61	66,3
Wind 1500 kW (5,5 m/s)	0,06	4,9
Wind 1500 kW (4,5 m/s)	0,08	7,2
Laufwasser 3,1 MW	0,04	11,0

## Gesamter Rohstoff- und Materialaufwand

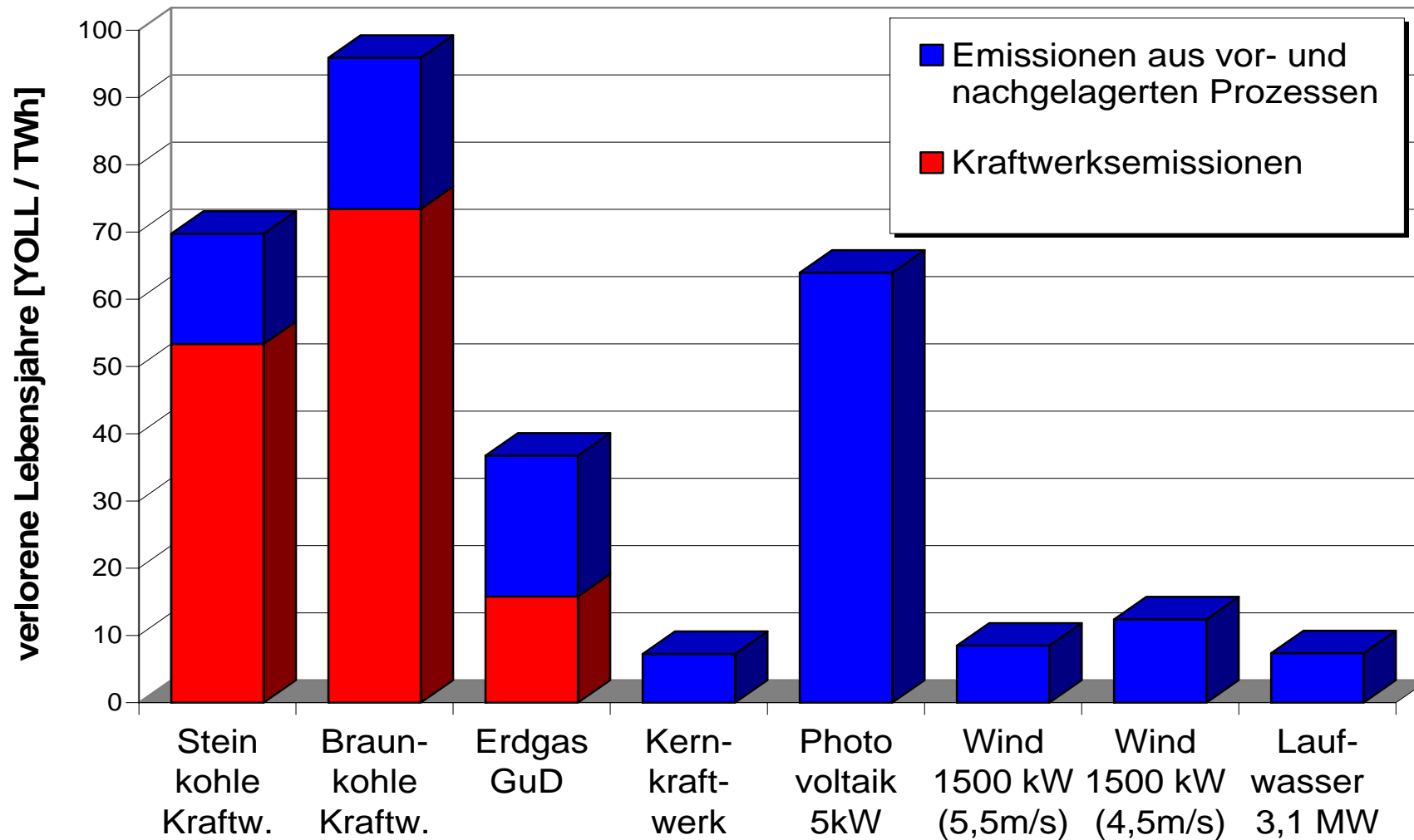
	Eisen [kg/GWh <sub>el</sub> ]	Kupfer [kg/GWh <sub>el</sub> ]	Bauxit [kg/GWh <sub>el</sub> ]
Steinkohle-Kraftwerk	1.700	8	30
Braunkohle-Kraftwerk	2.134	8	19
Erdgas GuD	1.239	1	2
Kernkraftwerk	457	6	27
Photovoltaik 5 kW	4.969	281	2.189
Wind 1500 kW (5,5 m/s)	3.066	52	35
Wind 1500 kW (4,5 m/s)	4.471	75	51
Laufwasser 3,1 MW	2.057	5	7

## Kumulierte Emissionen



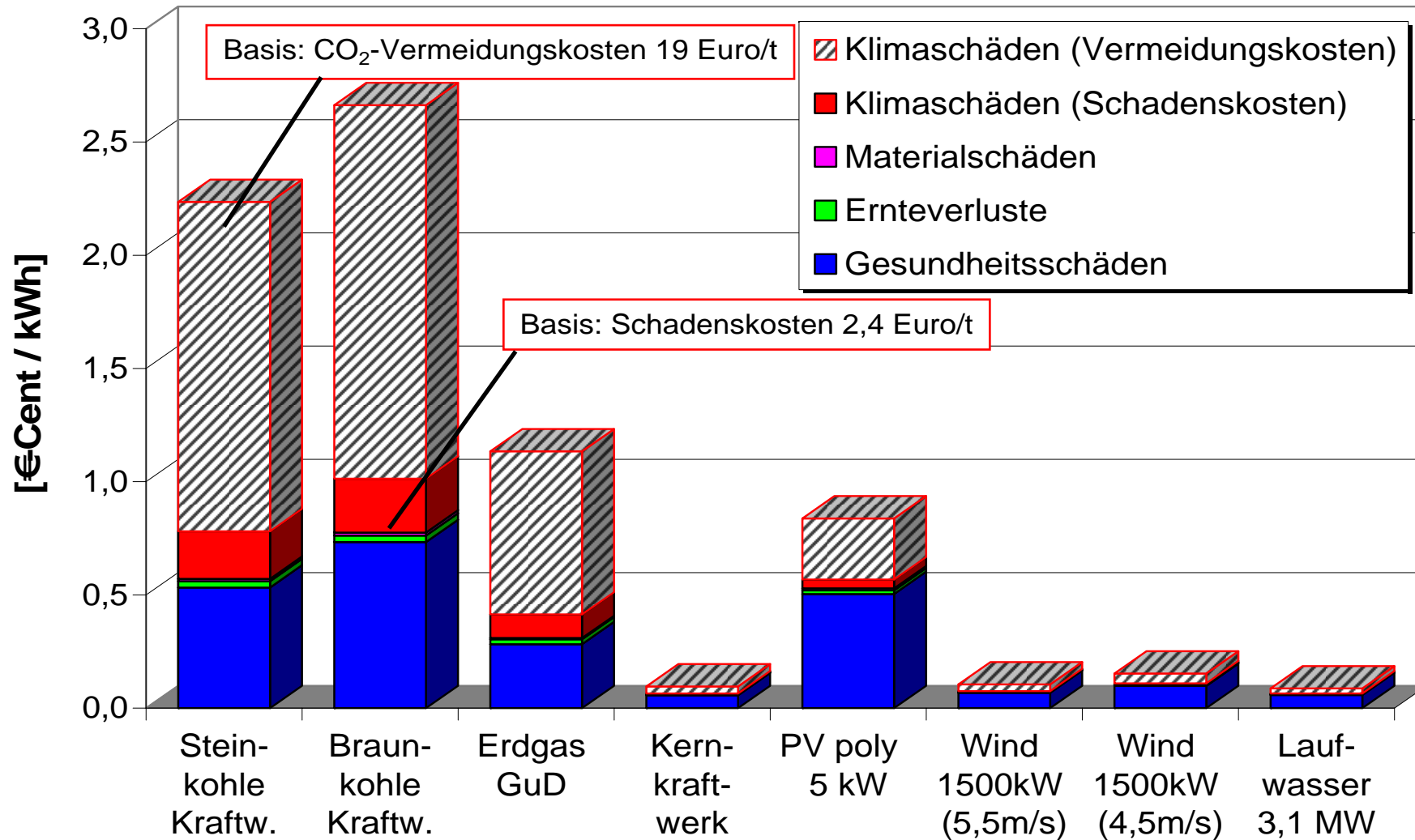
Quelle: IER 2005

## Gesundheitsrisiken

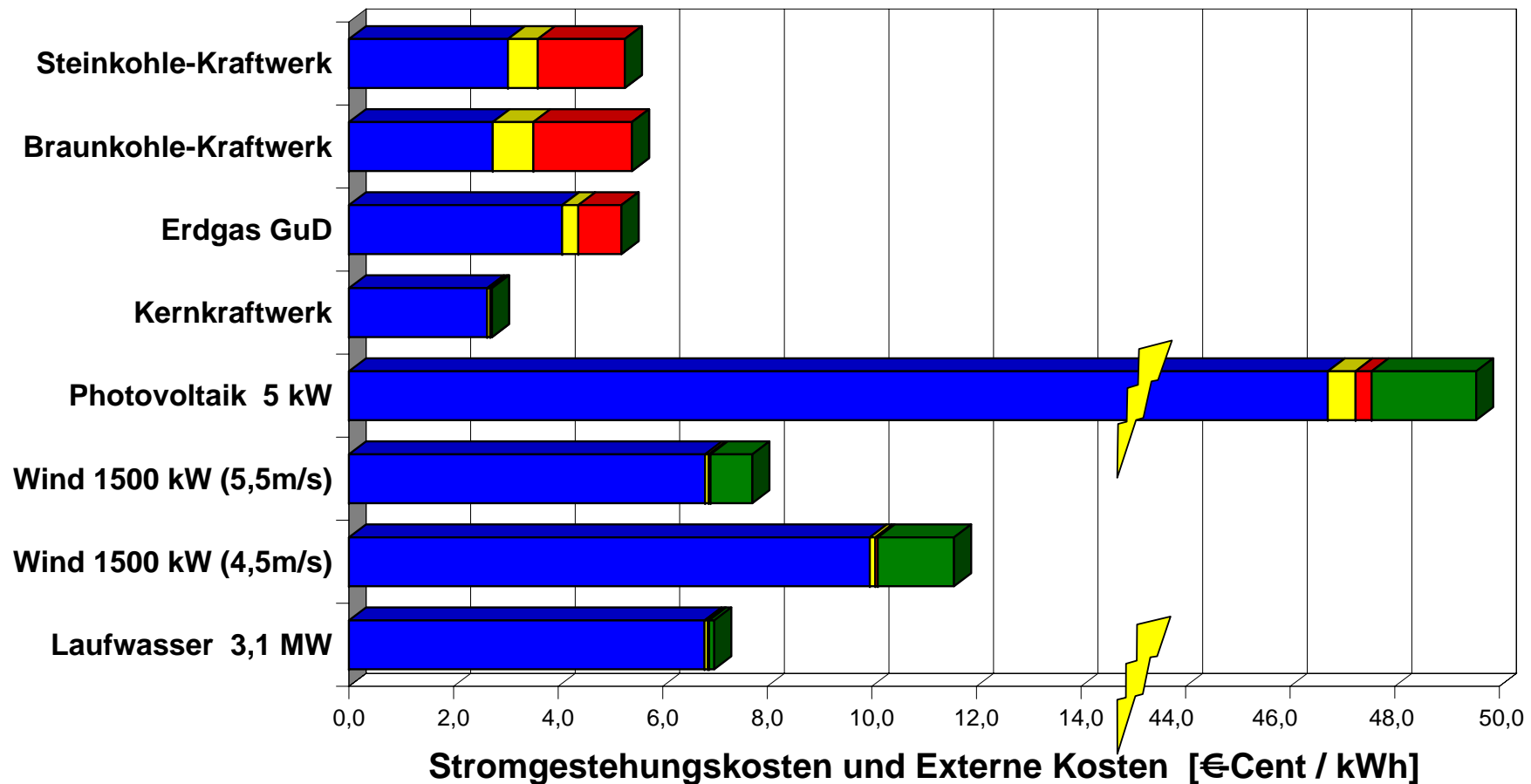


Quelle: IER 2005

## Externe Kosten



## Gestehungskosten und Externe Kosten der Stromerzeugung



■ Stromgestehungskosten                      ■ Externe Kosten (ohne Klimaschäden)  
■ Klimaschäden - Vermeidungskosten      ■ Back-up-Kosten

Quelle: IER 2005

## **Nachhaltige Entwicklung als Gestaltungsaufgabe und wirtschaftlicher Ordnungsrahmen**

- **Effiziente Nutzung knapper Ressourcen als konstitutives Element von Nachhaltigkeit**
  - ⇒ **Nutzung der preisgesteuerten Allokationsmechanismen von Märkten**
  
- **Externe Umwelteffekte sind Folge fehlender Märkte für Umweltgüter**
  
- **Vollkosten als Maß für die Inanspruchnahme von knappen Ressourcen sprechen für funktionierende Märkte als Steuerungsinstrument**



## **Handlungsfelder der Energiepolitik**

- **Schaffung und Sicherung funktionierender Märkte**
- **Verursachungsgerechte Internalisierung externer Kosten durch marktgemäße Instrumente**
- **Sicherstellung ausreichender, breit angelegter Forschung und Entwicklung**
- **Unterstützung der Markteinführung neuer marktnaher Energietechniken**



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**