



EIFER

## Email & Links

- [norbert.lewald@eifer.org](mailto:norbert.lewald@eifer.org)
- [norbert.lewald@kit.edu](mailto:norbert.lewald@kit.edu)
- [www.eifer.org](http://www.eifer.org)
  
- [www.dewi.de](http://www.dewi.de)
- [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)
- [www.iwes.fraunhofer.de](http://www.iwes.fraunhofer.de)
- [www.bmu.de](http://www.bmu.de)
- [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)
- [www.dena.de](http://www.dena.de)
- [www.windpower.org](http://www.windpower.org)
- [www.offshore-wind.de](http://www.offshore-wind.de)
- [www.kleinwindanlagen.de](http://www.kleinwindanlagen.de)
- [www.bundesverband-kleinwindanlagen.de](http://www.bundesverband-kleinwindanlagen.de)
- [www.windjournal.de](http://www.windjournal.de)



# Windenergie : Status und Entwicklungspotentiale





- Energie allgemein
- Energiedaten (BMWI, BMU)
- Winddaten (BWE)
- Probleme ?
- Entwicklungspotential
- Kleinwindkraft
- Visionen



# Leistung, Energie, Beispiele

## Beispiele für Leistungen:

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| Armbanduhr                      | 0,02 mW        |
| Fahrradbeleuchtung              | 3 W            |
| Mensch (Dauerleistung)          | etwa 100 W     |
| Mittlere Leistung eines Pferdes | etwa 500 W     |
| Mofa                            | 1-2 kW         |
| PKW                             | 40-200 kW      |
| LKW (15 t)                      | etwa 250 kW    |
| Diesellokomotive                | bis zu 3000 kW |
| Kernkraftwerk                   | 1300 MW        |

## Beispiele für Energiemengen:

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| 1 J     | 1 Liter Wasser um 10 cm anheben       |
| 1 kJ    | 1 Liter Wasser um 0,2 °C erwärmen     |
| 0,5 MJ  | 1 Liter Wasser von 0 °C zum Kochen    |
| 22,6 MJ | 1 Liter kochendes Wasser verdampfen   |
| 250 MJ  | Mittelklassewagen für 100 km Autobahn |

## Erneuerbare Energien: in kW/m<sup>2</sup>

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Wellenenergie                     | < 100   |
| Extraterrestrische Solarstrahlung | < 1,35  |
| Windenergie                       | < 0,5   |
| Wasserkraft                       | < 0,05  |
| Gezeitenkraft                     | 0,002   |
| Biomasseverbrennung               | 0,0002  |
| Geothermie                        | 0,00006 |

## Konventionelle Energien:

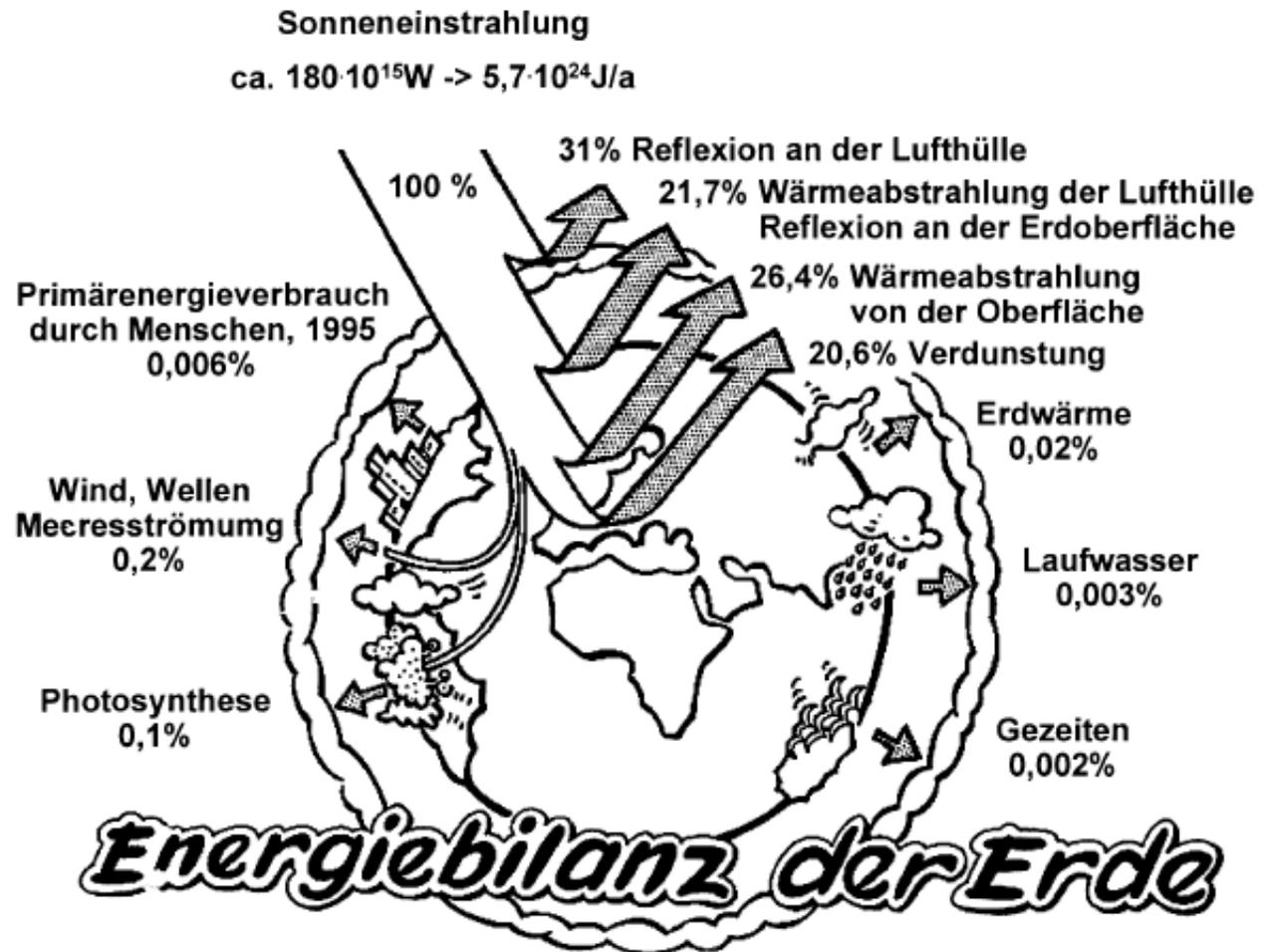
|  |     |
|--|-----|
| Kohle<br>(Verbrennungskammer, Großkraftwerk)       | 500 |
| Kernenergie<br>(Verbrennungskammer, Großkraftwerk) | 650 |

## Zum Vergleich:

|            |           |
|------------|-----------|
| Kochplatte | 100       |
| Stromkabel | 1.000.000 |

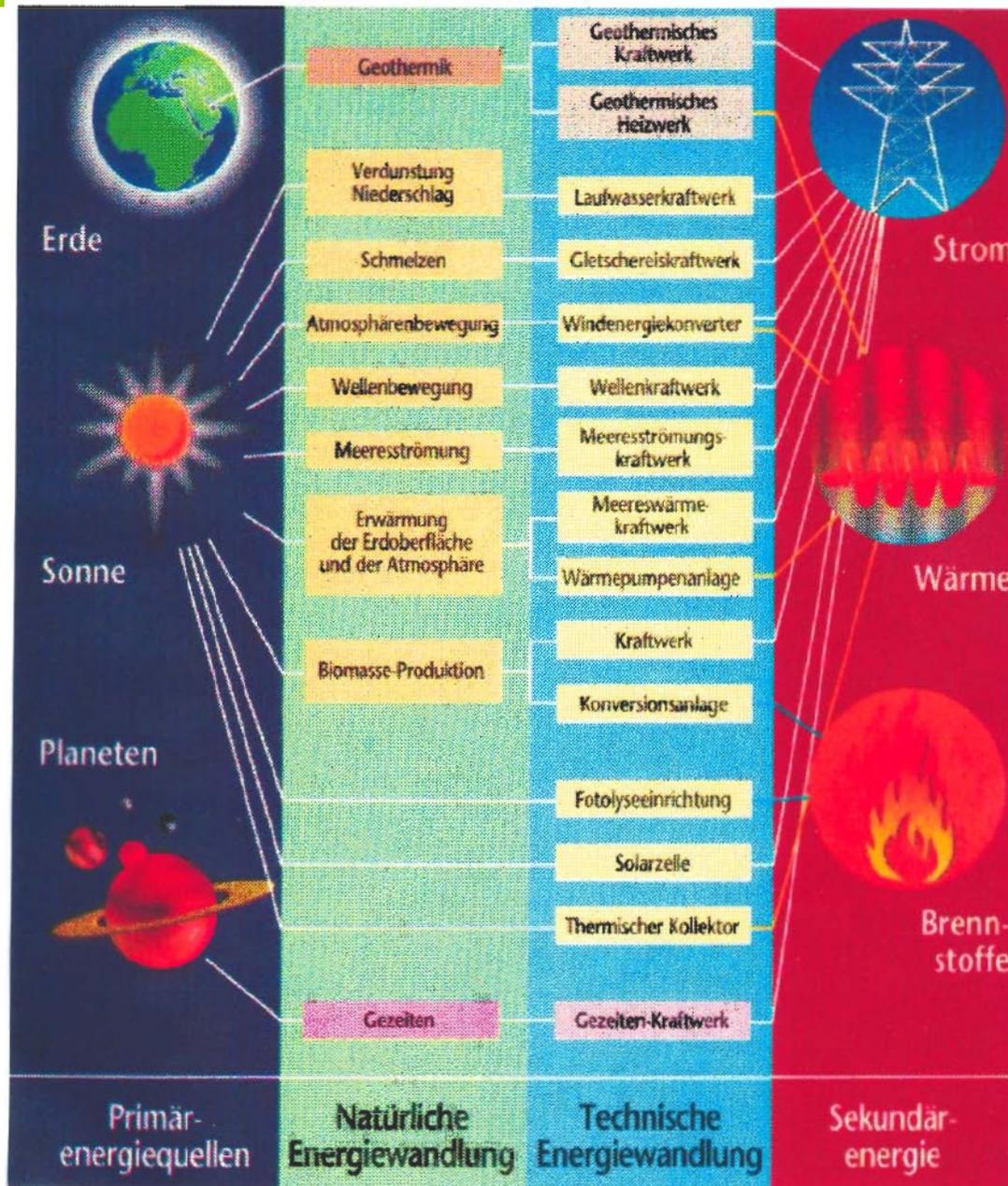


# Energiebilanz der Erde





# Regenerative Energiequellen





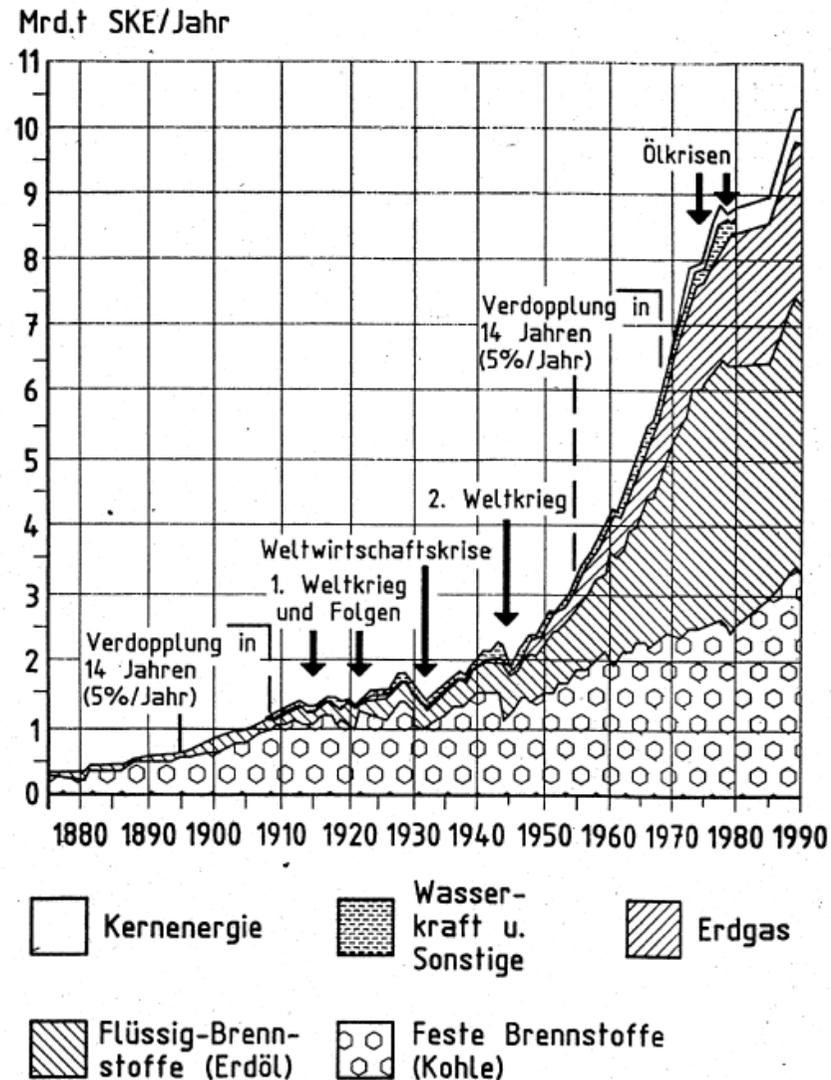
## Welt-Primärenergieverbrauch

1995: 11.700 Mrd t SKE = 345 EJ  
(SKE = Steinkohleeinheiten;  
EJ = 10<sup>18</sup> J)

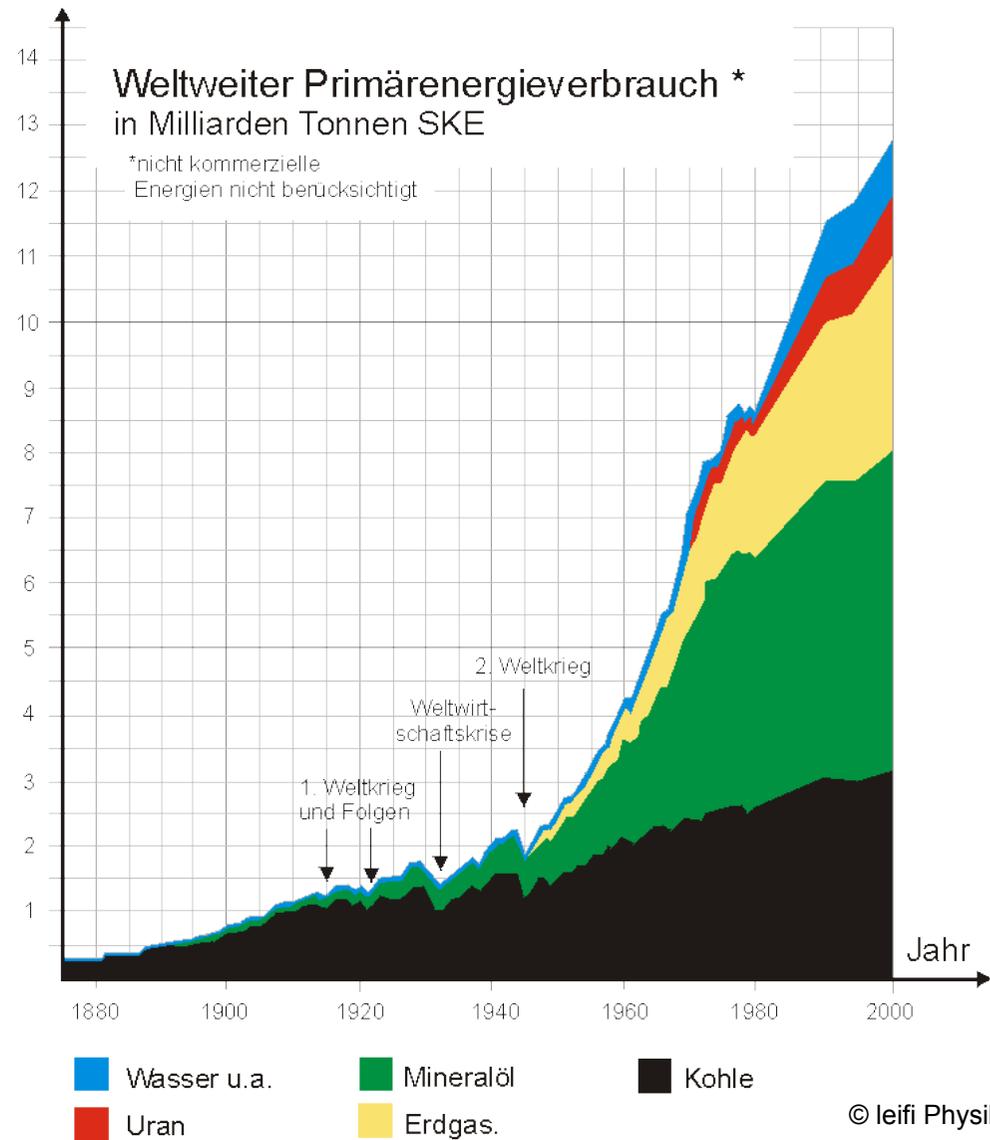
nicht enthalten:

- nicht kommerziell gehandelte Energieträger wie Holz, Holzkohle, Biomasse (pflanzliche und tierische Abfallstoffe)
- vor allem in Entwicklungsländern
- ca. 45 EJ in 1995

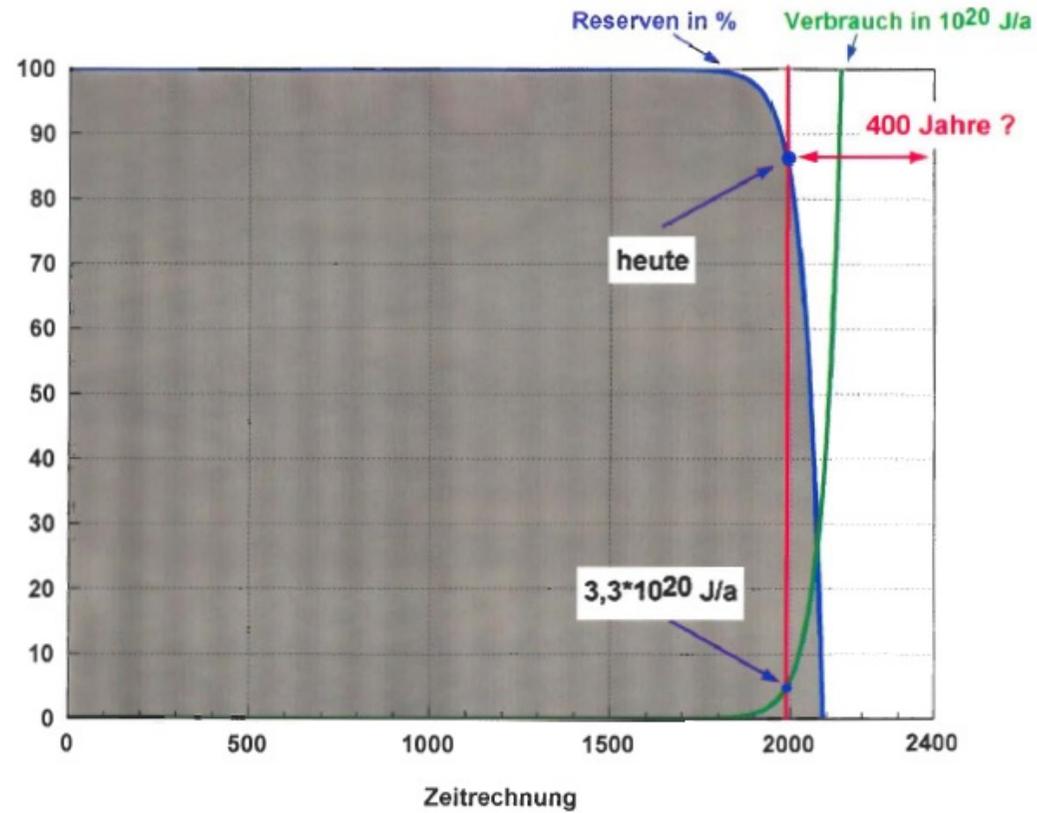
Quelle: LTT RWTH Aachen /Statistik EW VIK



# Welt Primärenergieverbrauch



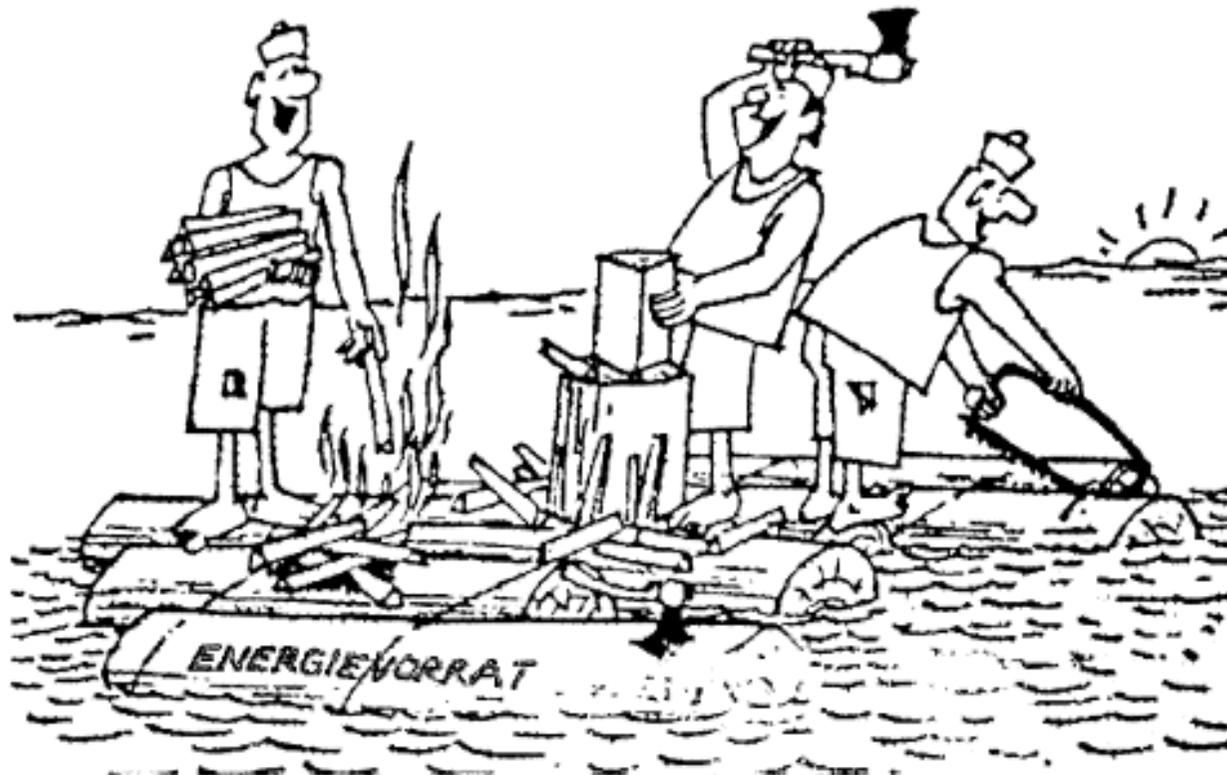
# Reserven auf der Zeitachse





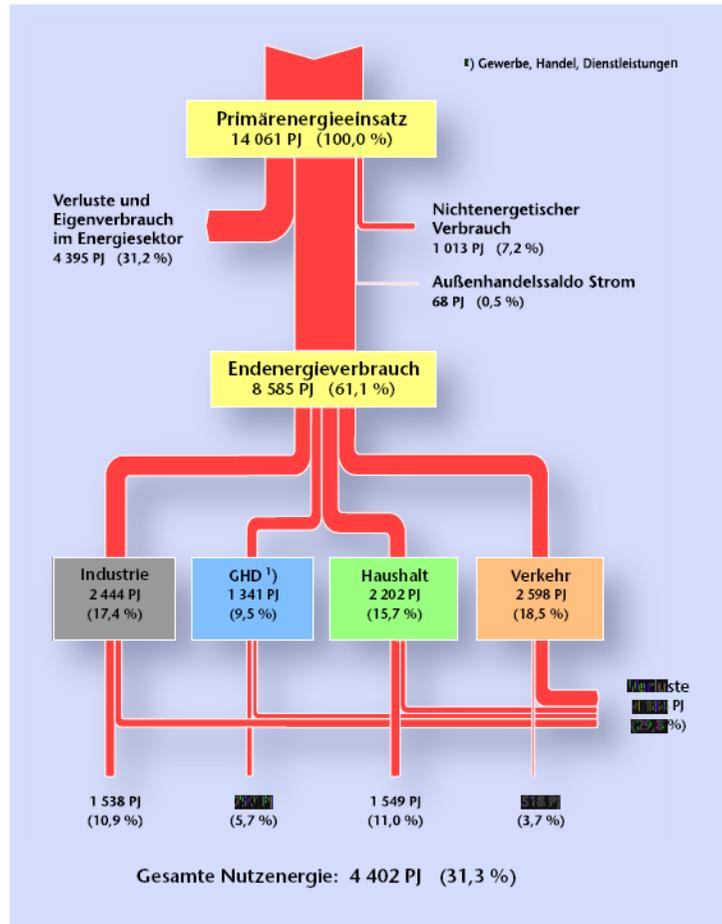
EIFER

# Unsere Grundlage der Energienutzung

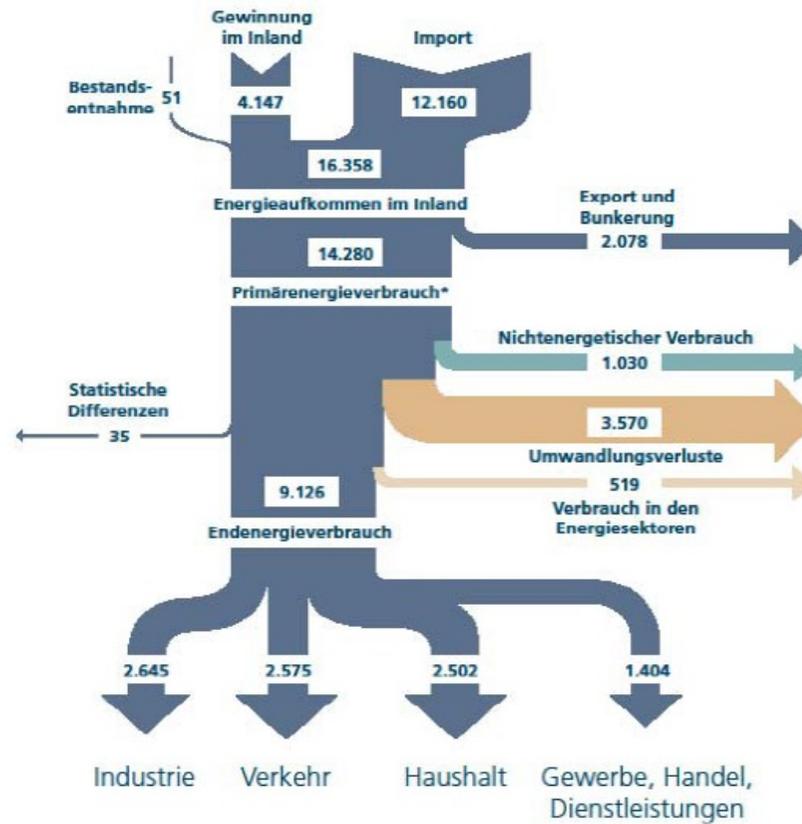


Quelle: Gasch R.

# Energieflussbild D



## Energieflussbild 2008 für die Bundesrepublik Deutschland in Petajoule



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 8,7 %.

\* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt.

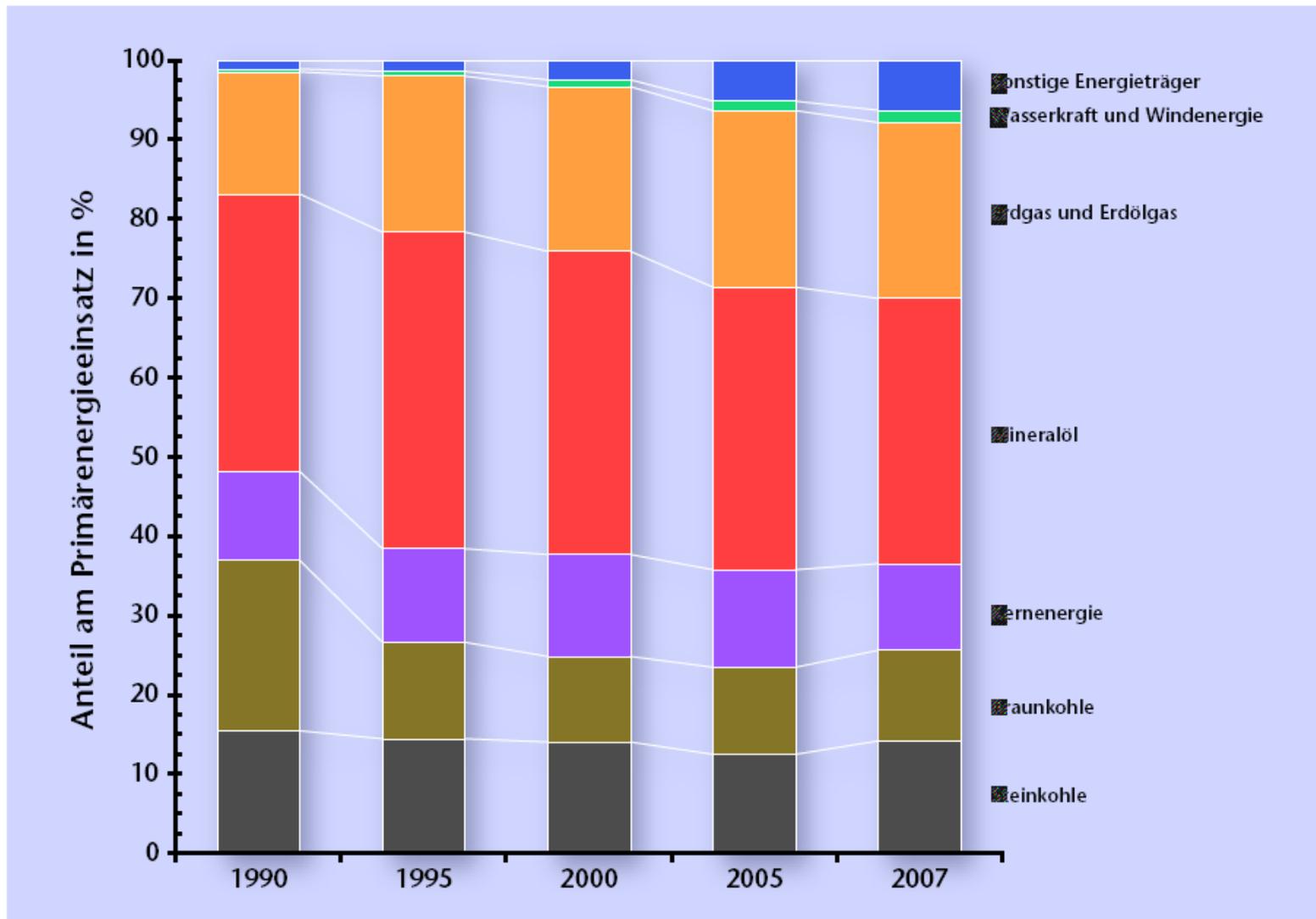
29,308 Petajoule (PJ)  $\hat{=}$  1 Mio. t SKE

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 09/2009



EIFER

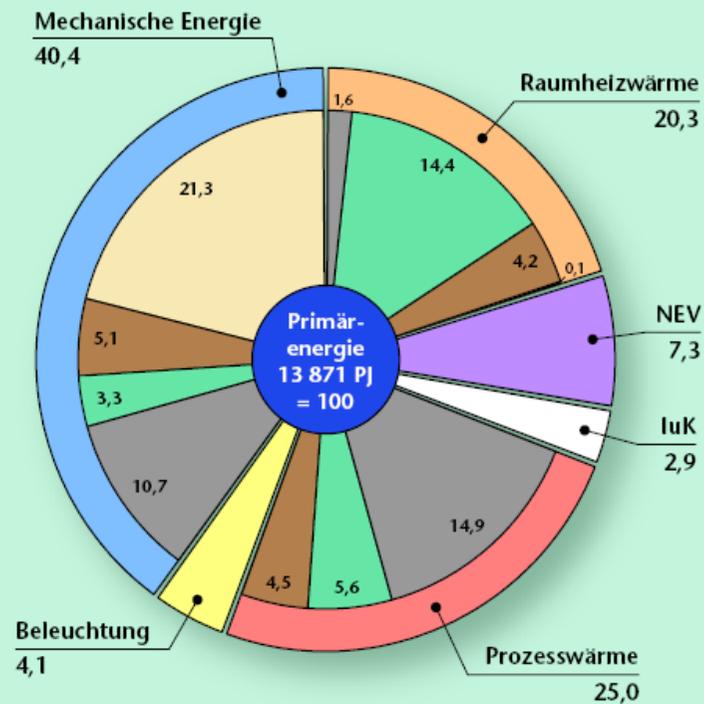
## Primärenergieträger D



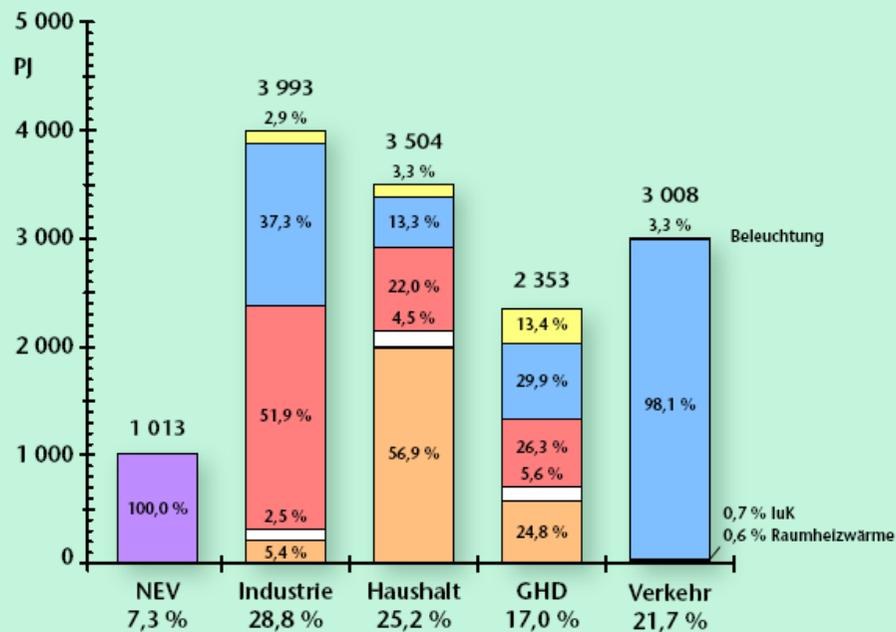


# Primärenergie D

Industrie Haushalte GHD<sup>1)</sup> Verkehr NEV<sup>2)</sup>



Beleuchtung  
Mechanische Energie  
Prozesswärme  
LuK<sup>3)</sup>  
Raumheizwärme

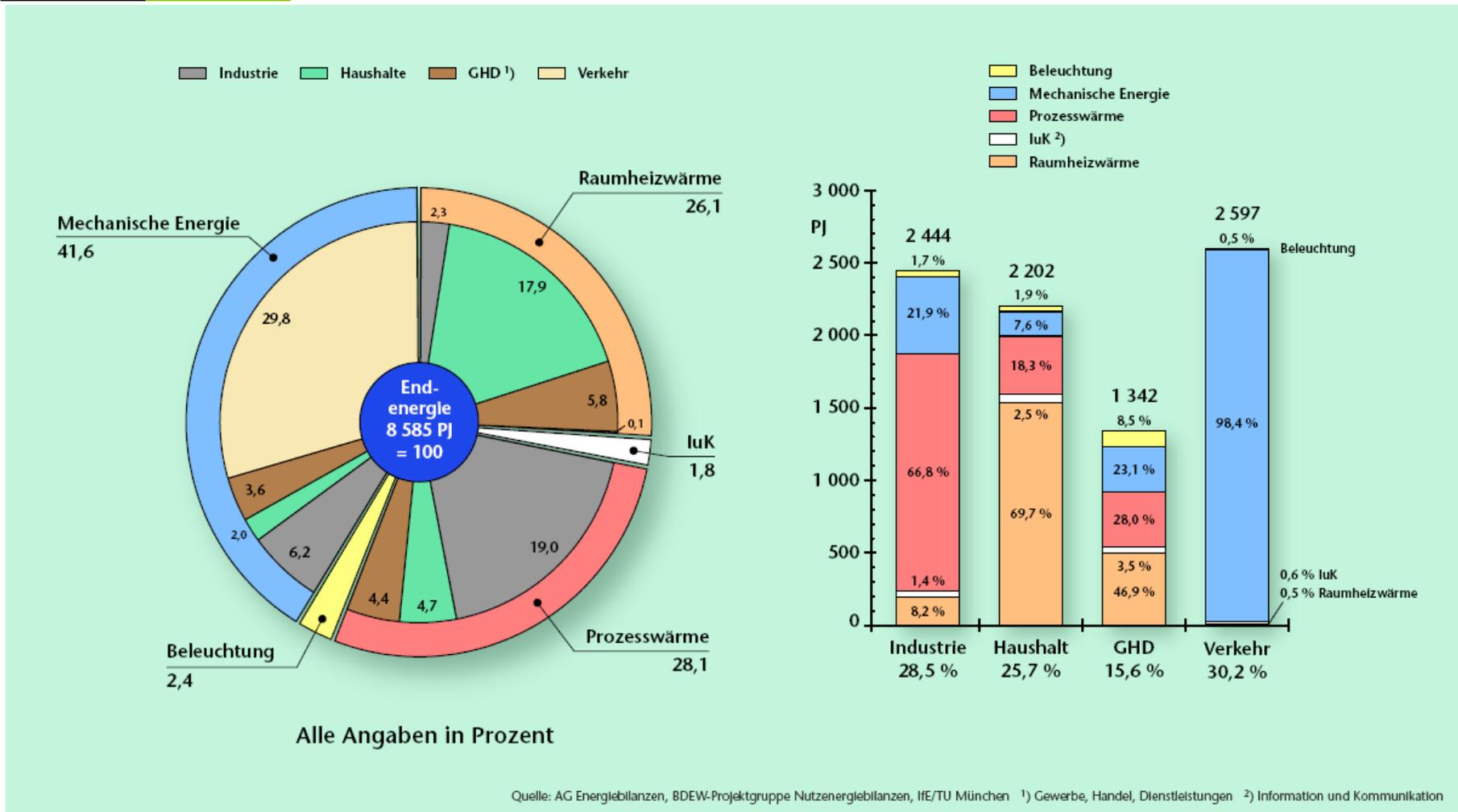


Alle Angaben in Prozent

Quelle: AG Energiebilanzen, BDEW-Projektgruppe Nutzenergiebilanzen, IfE/TU München <sup>1)</sup> Gewerbe, Handel, Dienstleistungen <sup>2)</sup> Nichtenergetischer Verbrauch <sup>3)</sup> Information und Kommunikation

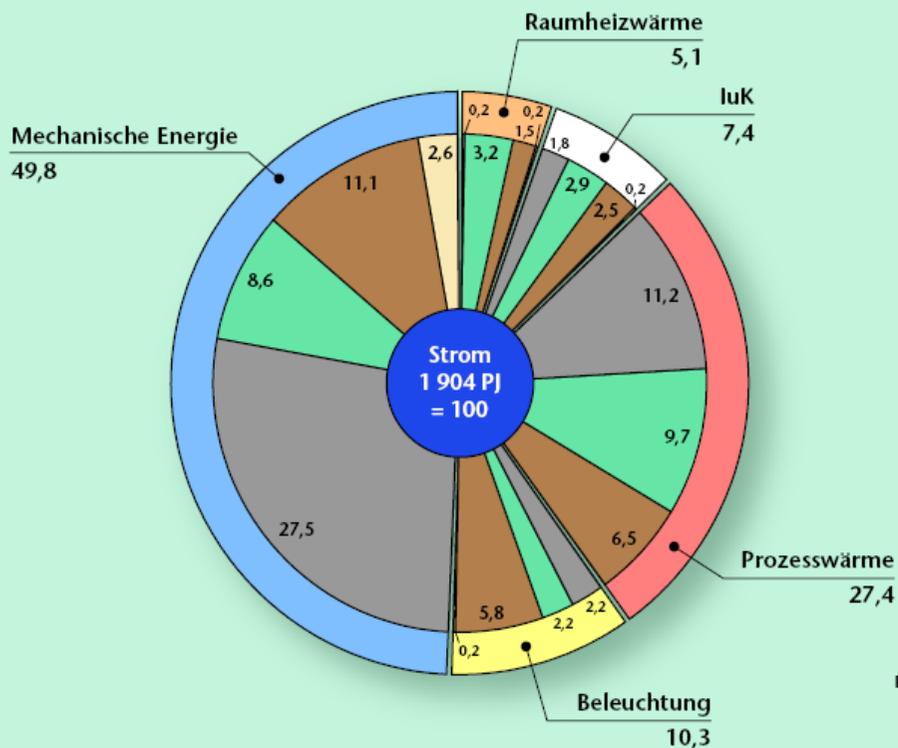


# Endenergieverbrauch D



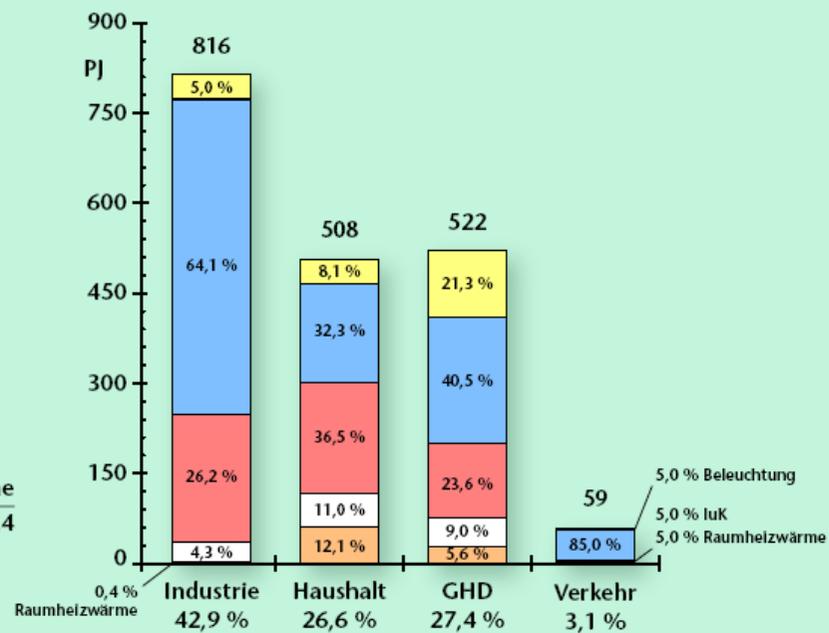


Industrie Haushalte GHD<sup>1)</sup> Verkehr



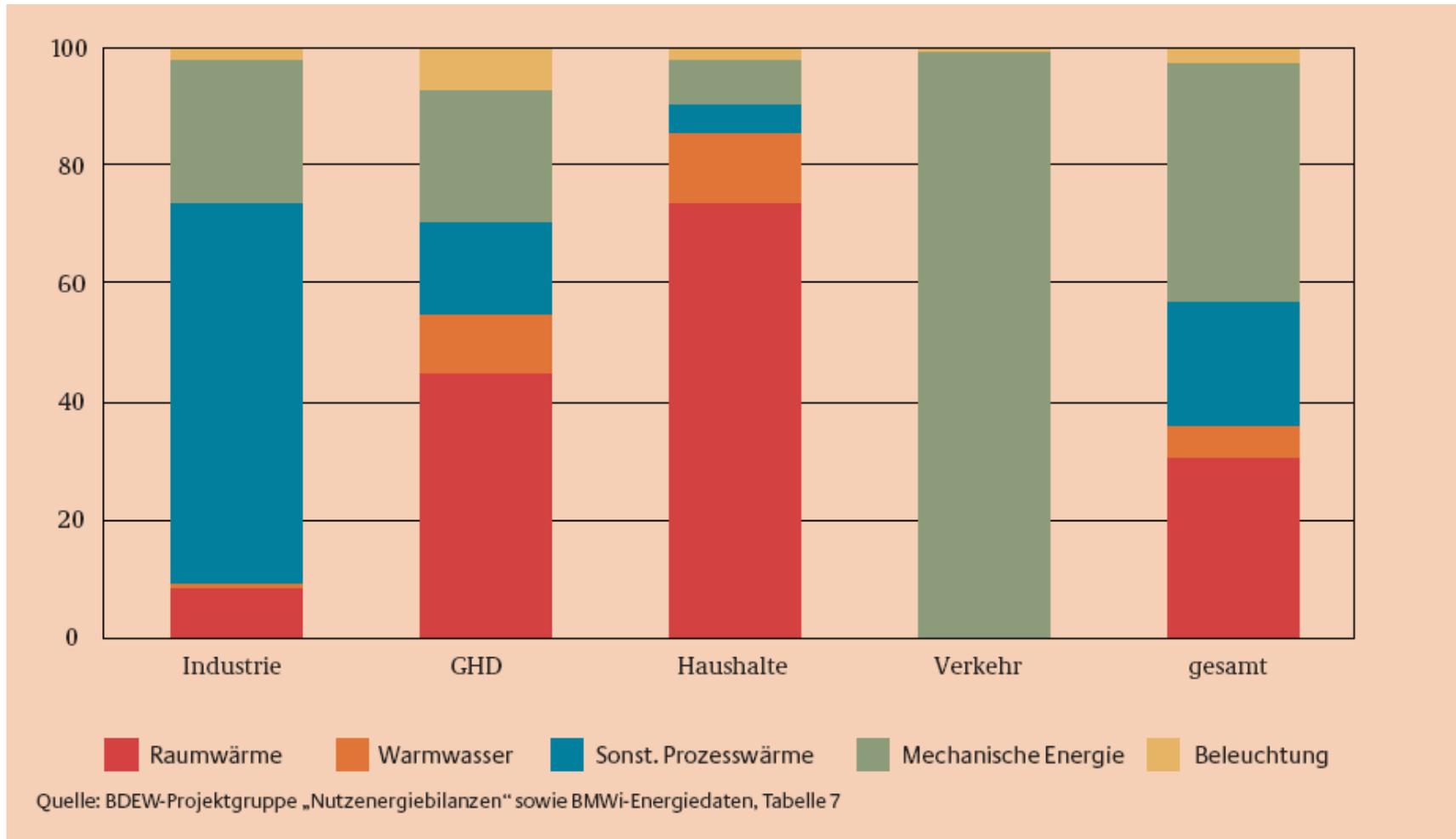
Alle Angaben in Prozent

Beleuchtung  
Mechanische Energie  
Prozesswärme  
LuK<sup>2)</sup>  
Raumheizwärme



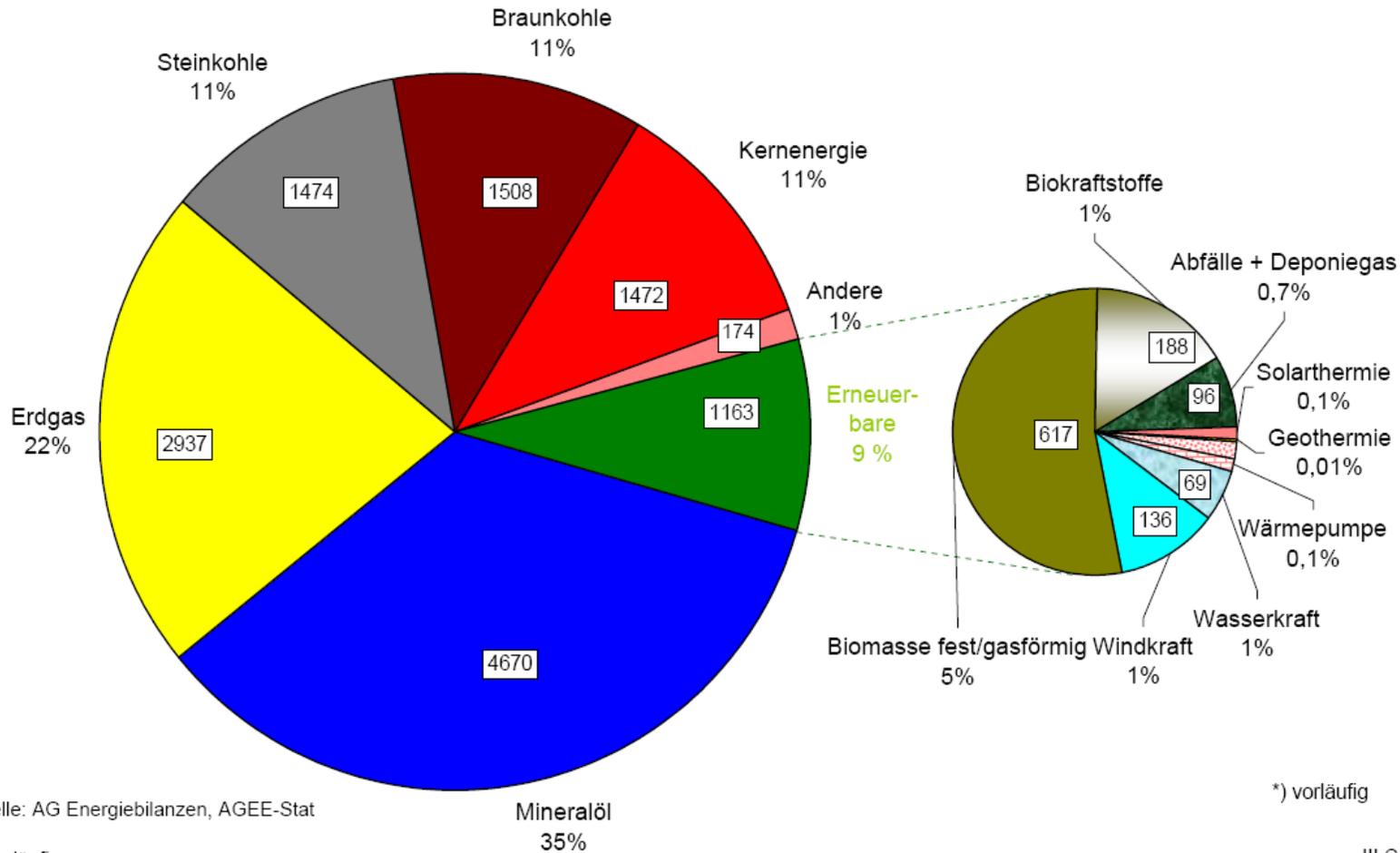
Quelle: AG Energiebilanzen, BDEW-Projektgruppe Nutzenergiebilanzen, IFE/TU München <sup>1)</sup> Gewerbe, Handel, Dienstleistungen <sup>2)</sup> Information und Kommunikation

# Energie nach Anwendung



# Primärenergieverbrauch

Primärenergieverbrauch in Deutschland 2009  
13398 PJ \*



Quelle: AG Energiebilanzen, AGEE-Stat

\*) vorläufig

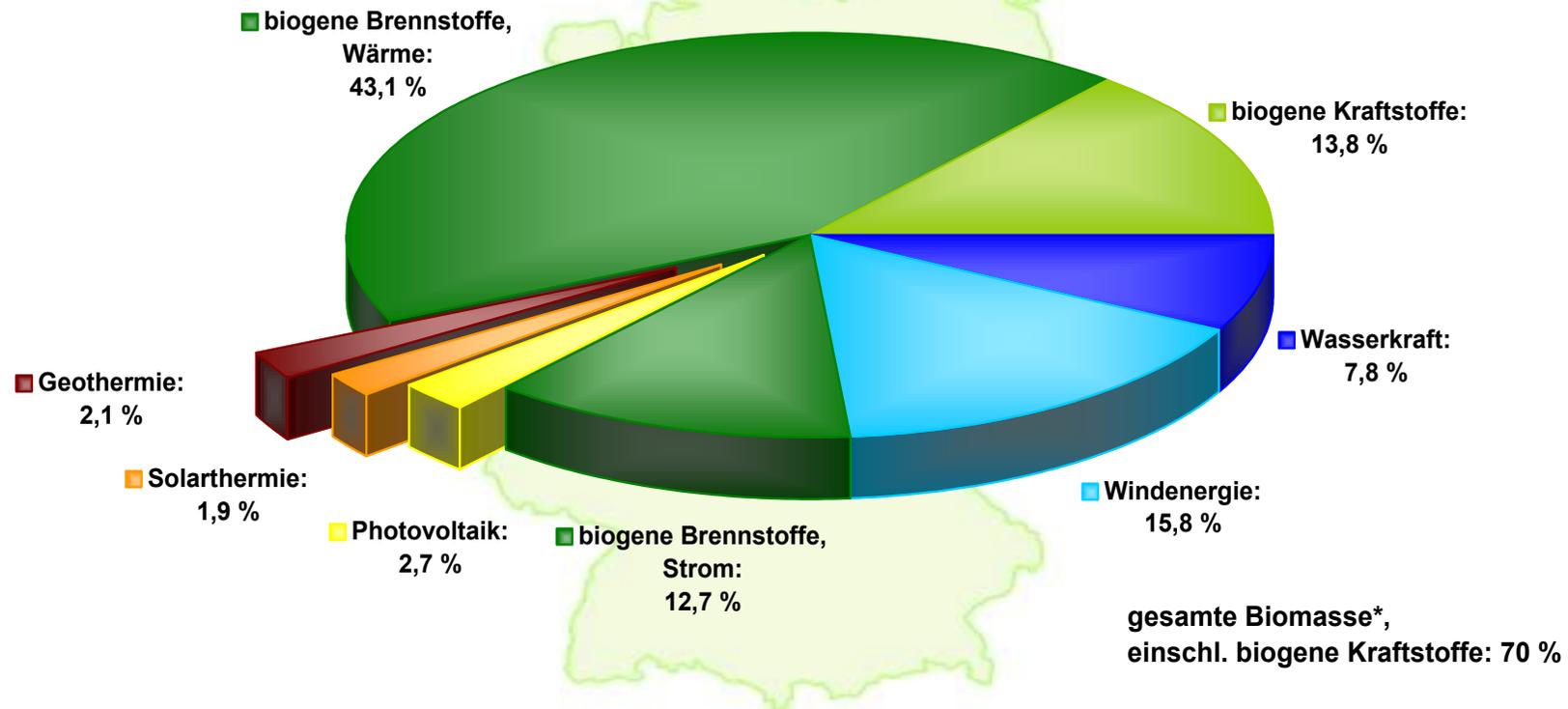
\*) vorläufig

III C 3



## Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009

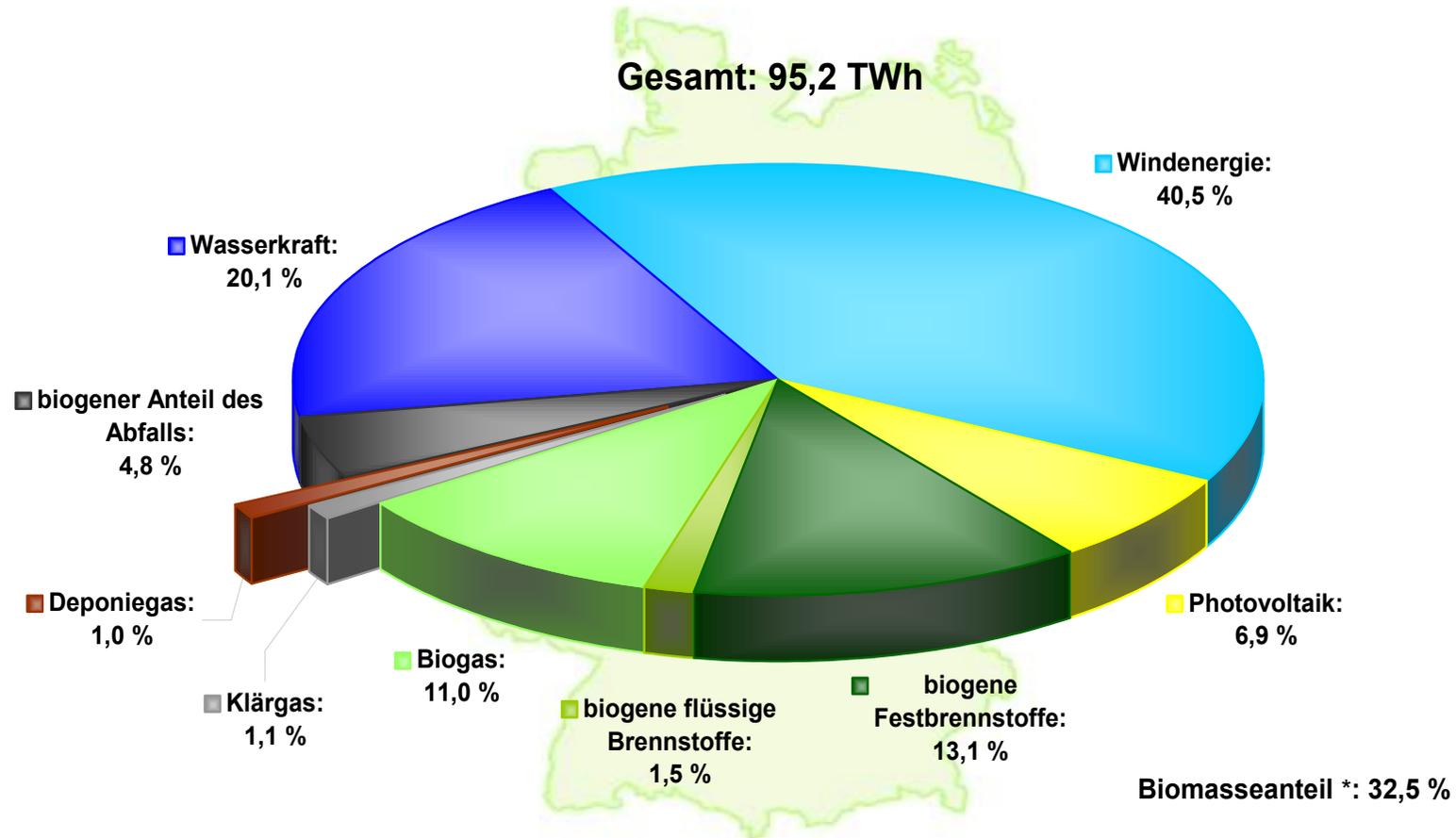
Gesamt: 244,0 TWh



\* feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; Abweichungen in den Summen durch Rundungen;  
Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: September 2010; Angaben vorläufig



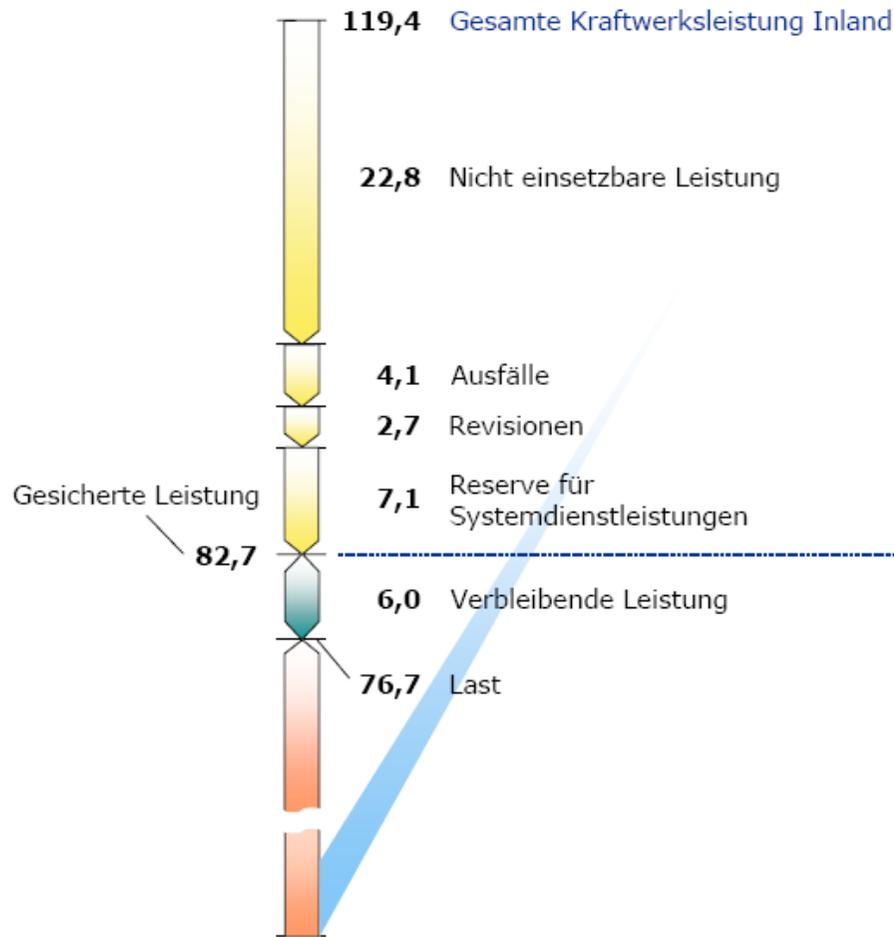
## Struktur der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009



\* feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; Strom aus Geothermie aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: September 2010; Angaben vorläufig



# Höchstlast und elektrischer Energiebedarf

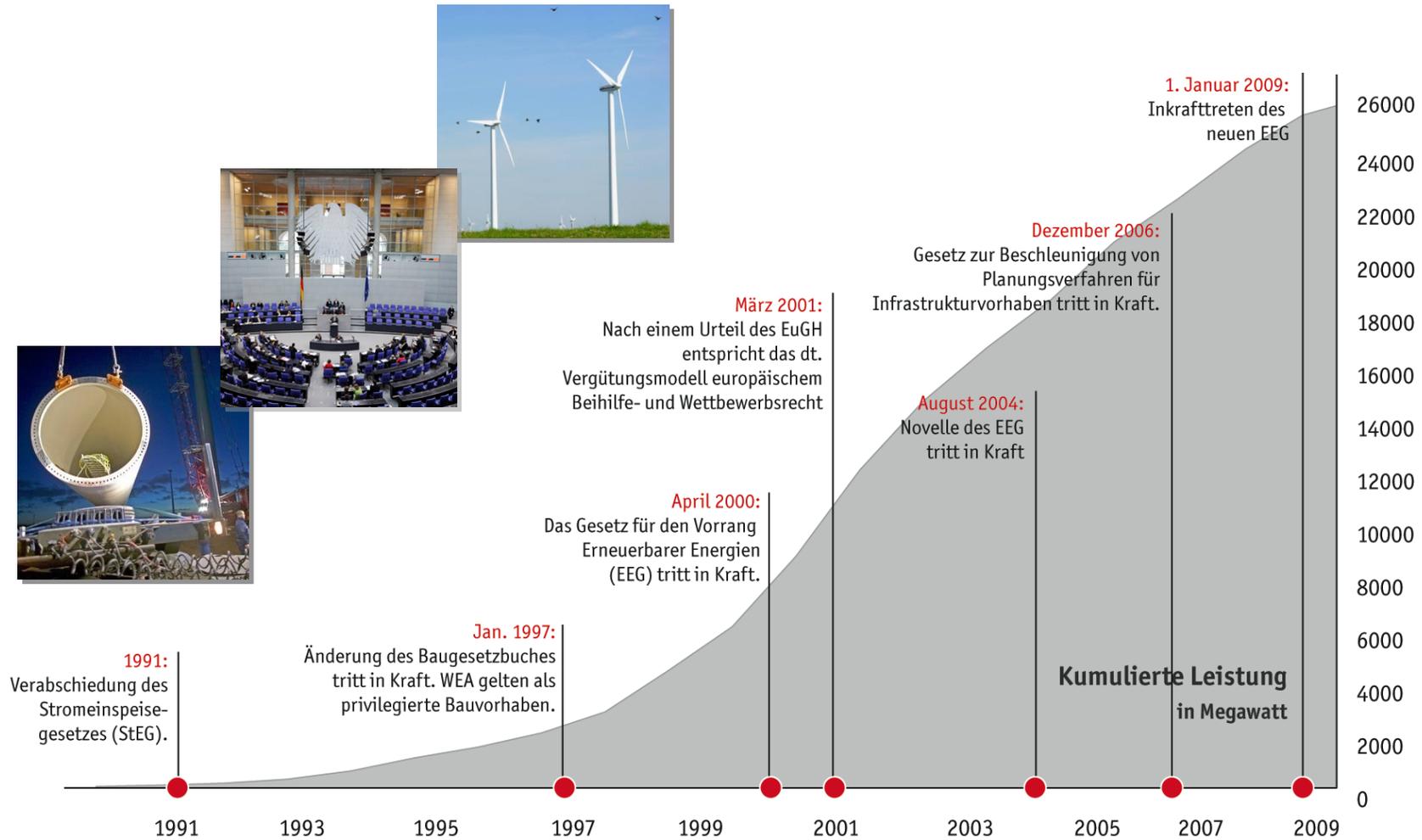


15.12.2005, 17:45 Uhr

- Die Methodik für die Erstellung der Leistungsbilanz ist für Deutschland und Europa kohärent und in Detailelementen unter [www.vdn-berlin.de/publikationen.asp](http://www.vdn-berlin.de/publikationen.asp) bereit gestellt.
- Die Versorgungssicherheit wird auch durch Lieferungen an das Ausland und Bezüge aus dem Ausland beeinflusst. Zum Zeitpunkt der Jahreshöchstlast 2005 ergab sich ein Importüberschuss von 0,5 GW.

- **Elektrizität (2007)**
  - Brutto 617 TWh/a
  - 14,2% Erneuerbare
  - Netto 540 TWh/a
  - 39,5 TWh/a Wind
  - 6,4% Wind

# Geschichtliche Entwicklung seit 1990

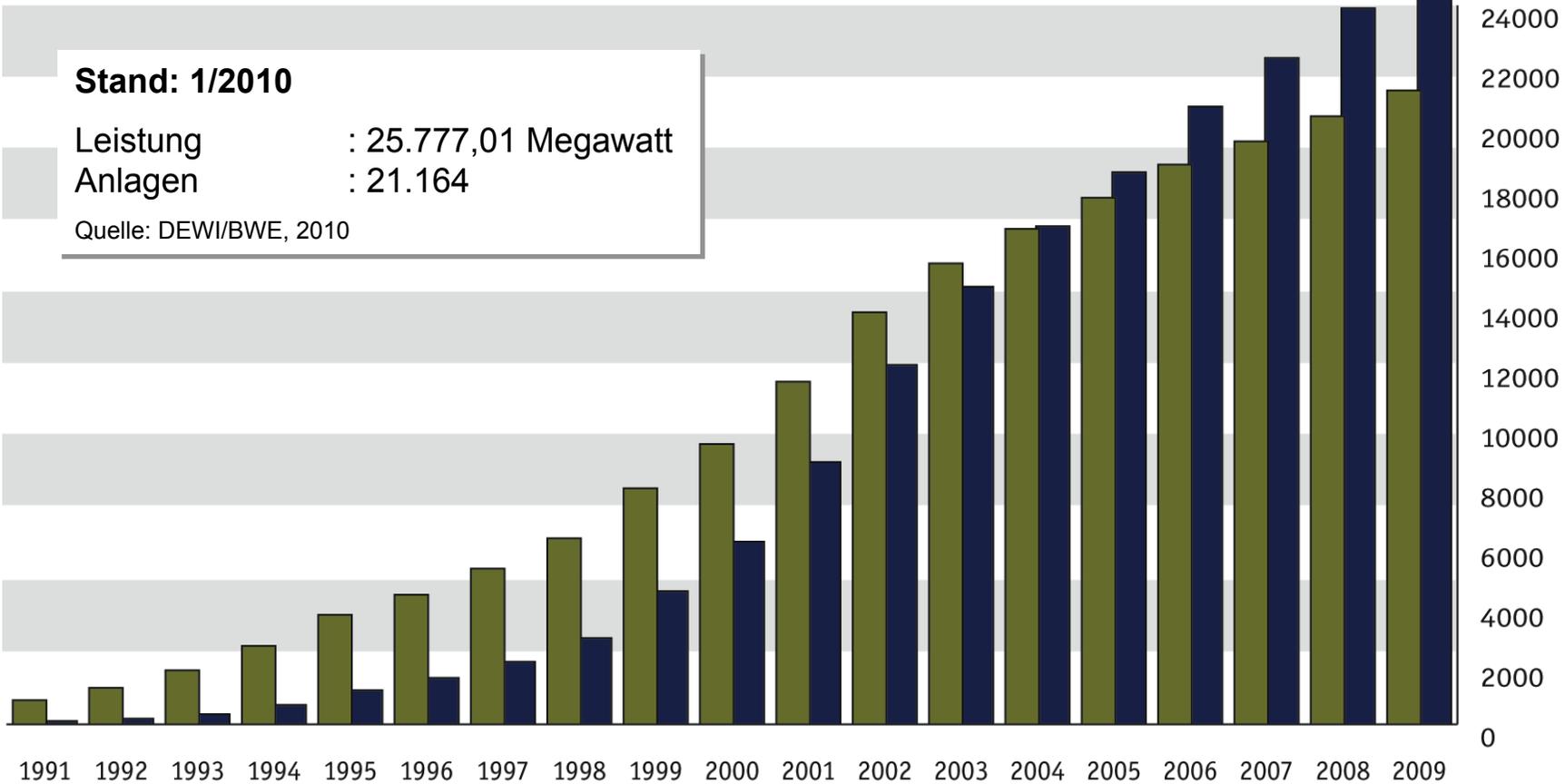




EIFER

# Entwicklung der Windkraft Installierte Leistung / Anzahl der Anlagen

- Gesamte installierte Leistung in Megawatt
- Anzahl der Anlagen



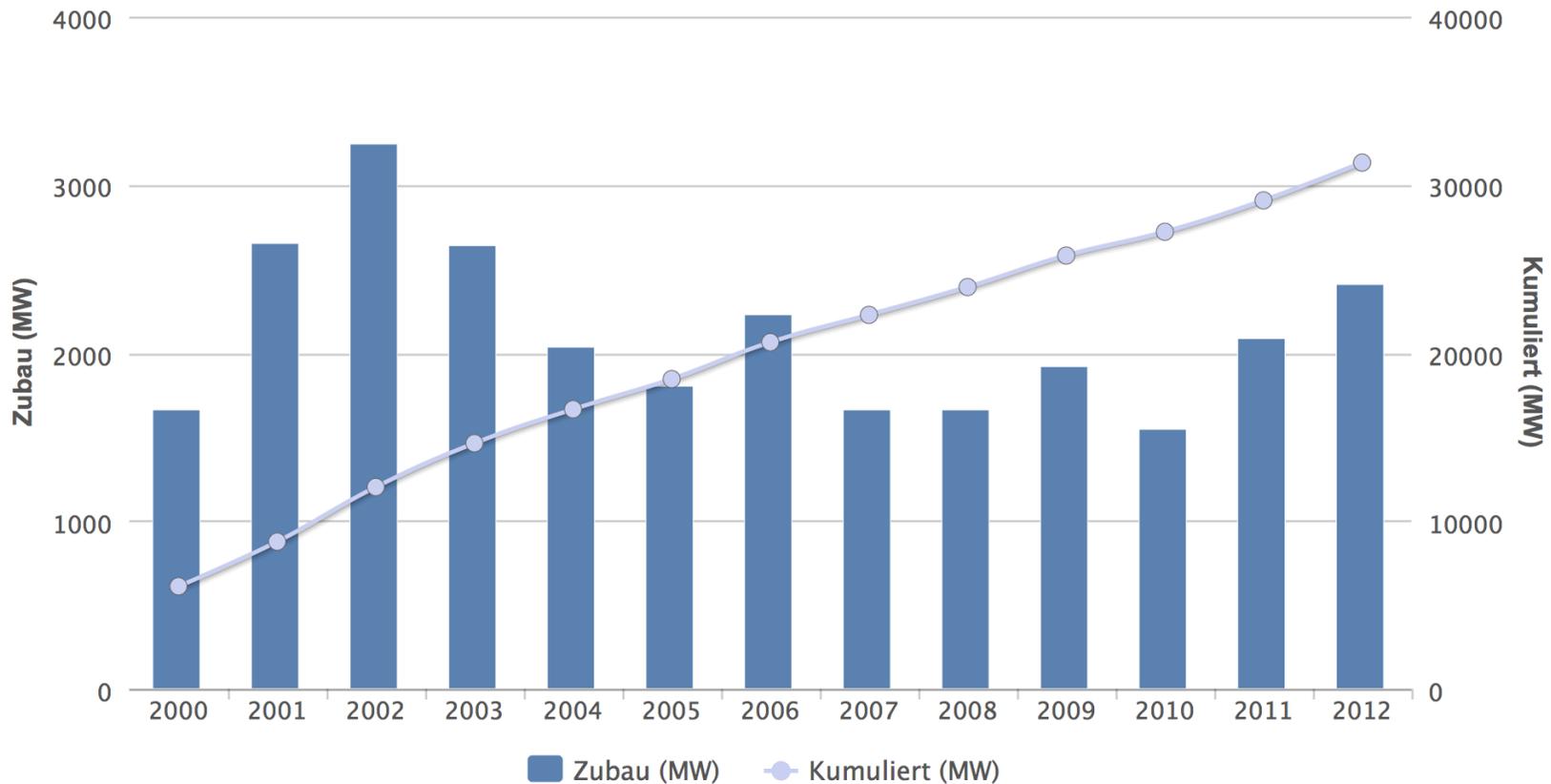
**Stand: 1/2010**

Leistung : 25.777,01 Megawatt  
Anlagen : 21.164

Quelle: DEWI/BWE, 2010



## Installierte Windenergieleistung in Deutschland



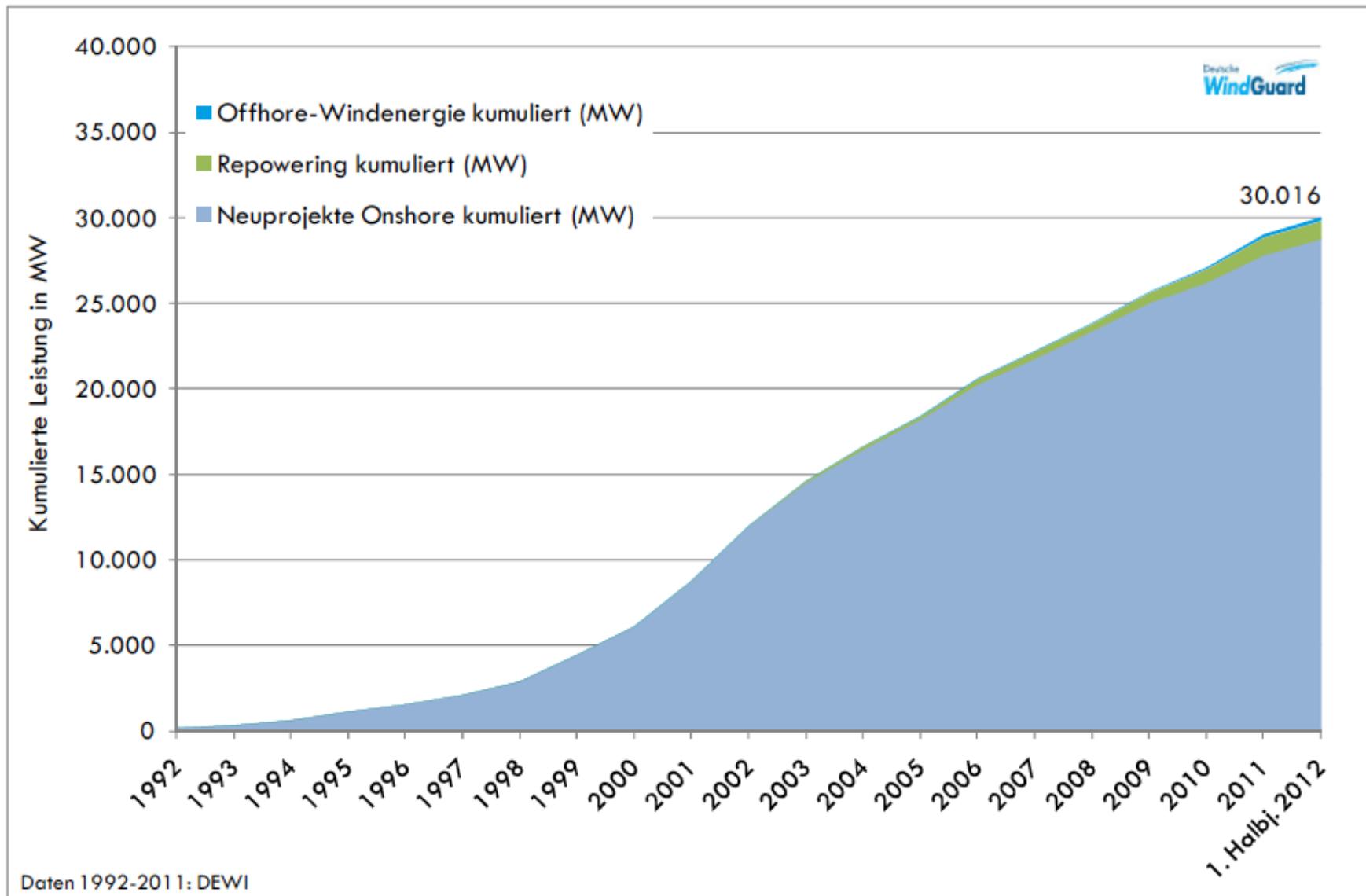
**2.415,16 MW Windleistung wurden im Jahr 2012 neu installiert. Die installierte Gesamtleistung aus Windenergie beträgt damit 31.307,60 MW.**



EIFER

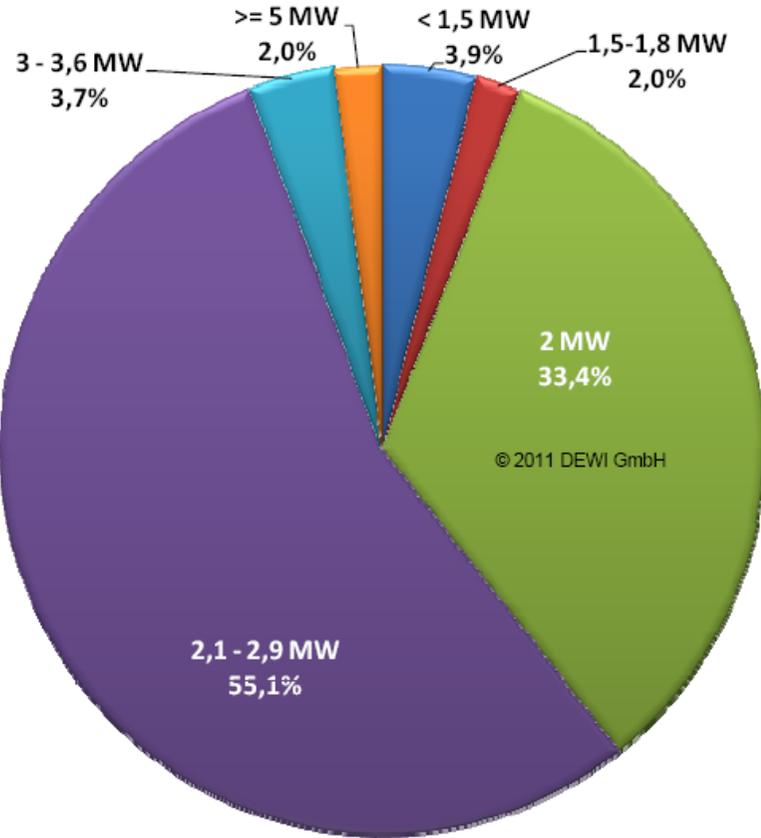
# Aktuell installierte Leistung

## Aufteilung



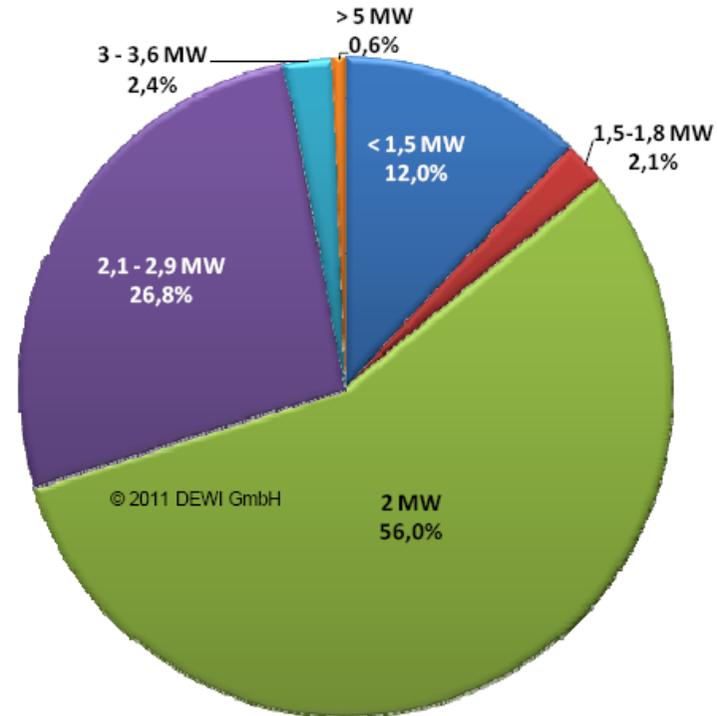


## Verkaufte WEA-Klassen im ersten Halbjahr 2011/2010



Basis: 356 neu errichtete WEA in 2011

[www.dewi.de](http://www.dewi.de)

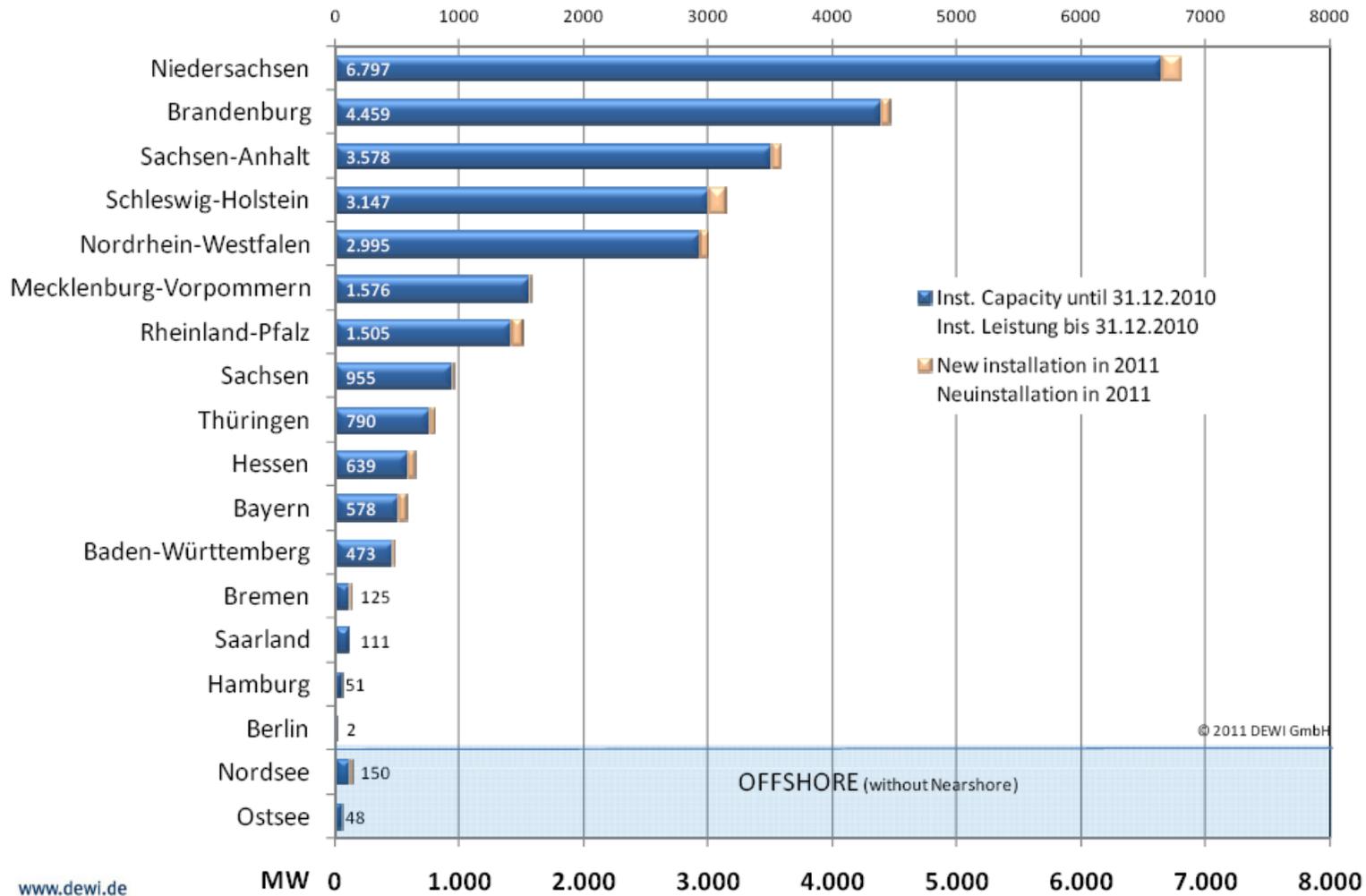


Basis: 332 neu errichtete WEA in 2010





## Regionale Verteilung der installierten Windleistung

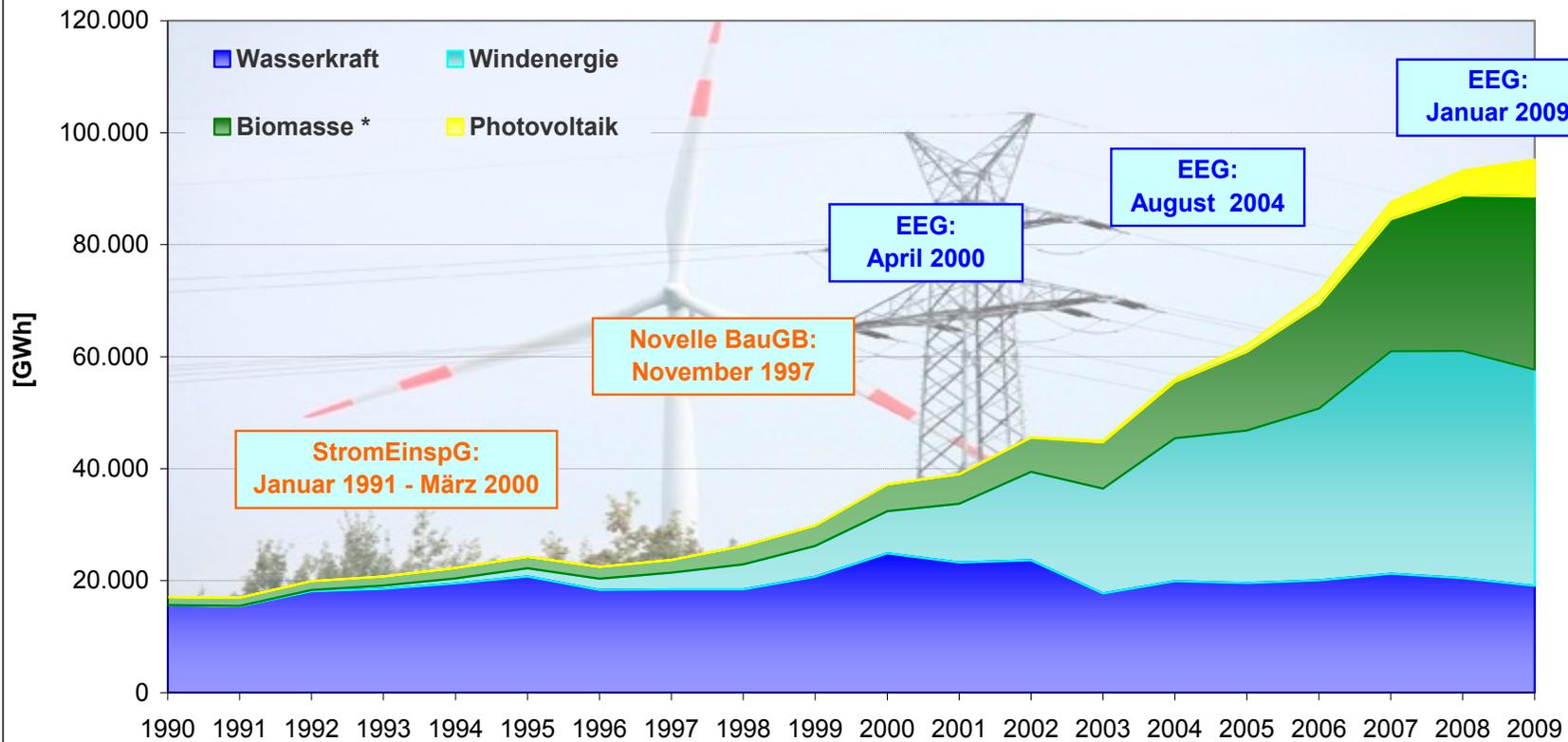




Tab. 1 Status des Windenergieausbaus am 30.06.2012

|                      | Status Windenergieausbau                         | Leistung in MW   | Anlagenanzahl |
|----------------------|--|------------------|---------------|
| Zubau 1. Halbj. 2012 | <b>Zubau 1. Halbjahr 2012</b>                    | <b>1.003,82</b>  | <b>414</b>    |
|                      | davon Repowering                                 | 26,30            | 10            |
|                      | davon Offshore-Windenergie (erste Einspeisung)   | 45,00            | 9             |
|                      | Abbau  | 8,67             | 15            |
| Kumuliert 30.06.2012 | <b>Installierte Gesamtleistung 30. Juni 2012</b> | <b>30.016,47</b> | <b>22.664</b> |
|                      | davon Repowering                                 | 1.037,18         | 475           |
|                      | davon Offshore-Windenergie (erste Einspeisung)   | 200,30           | 52            |
|                      | darin berücksichtigter Abbau                     | 456,88           | 761           |

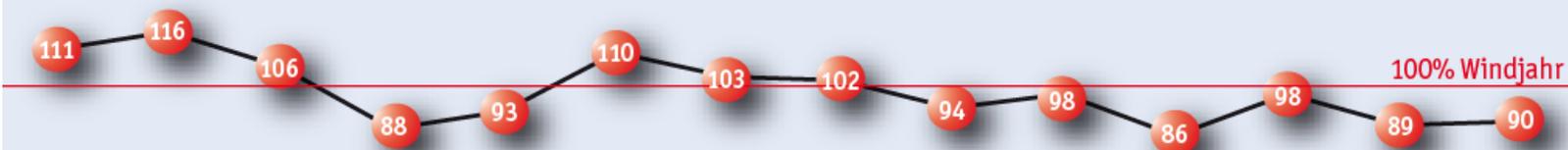
## Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 1990 - 2009



\* feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls;  
 Strom aus Geothermie aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt; StromEinspG: Stromeinspeisungsgesetz; BauGB: Baugesetzbuch; EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz;  
 Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Christoph Edelhoff; Stand: September 2010; Angaben vorläufig



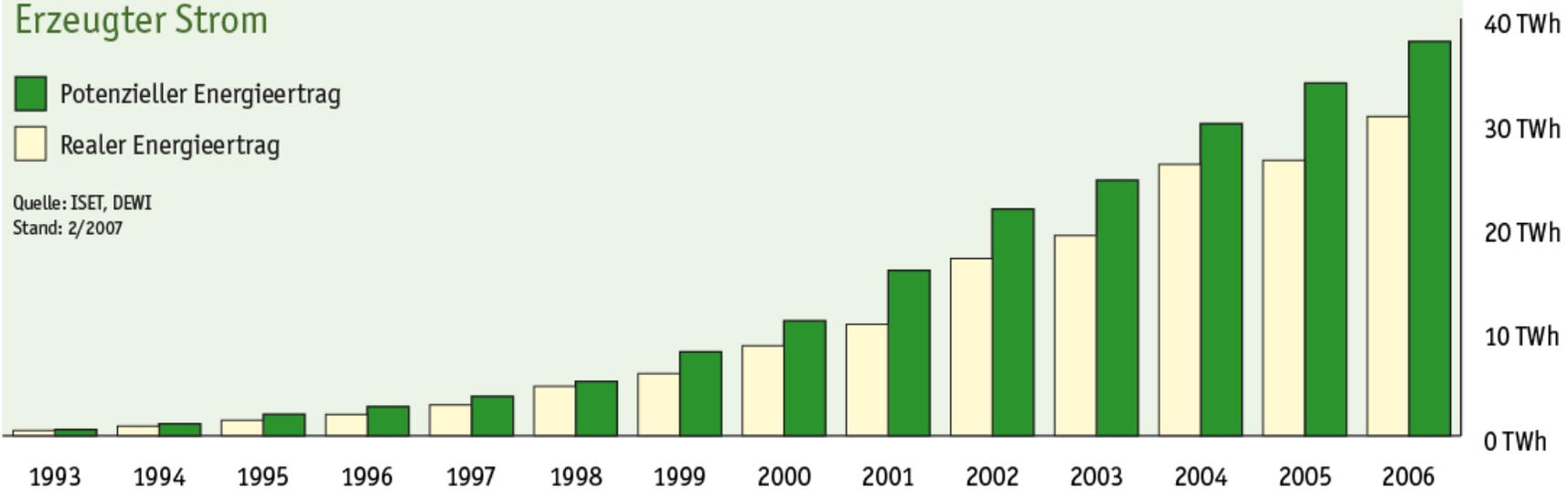
## Windjahre in Prozent



## Erzeugter Strom

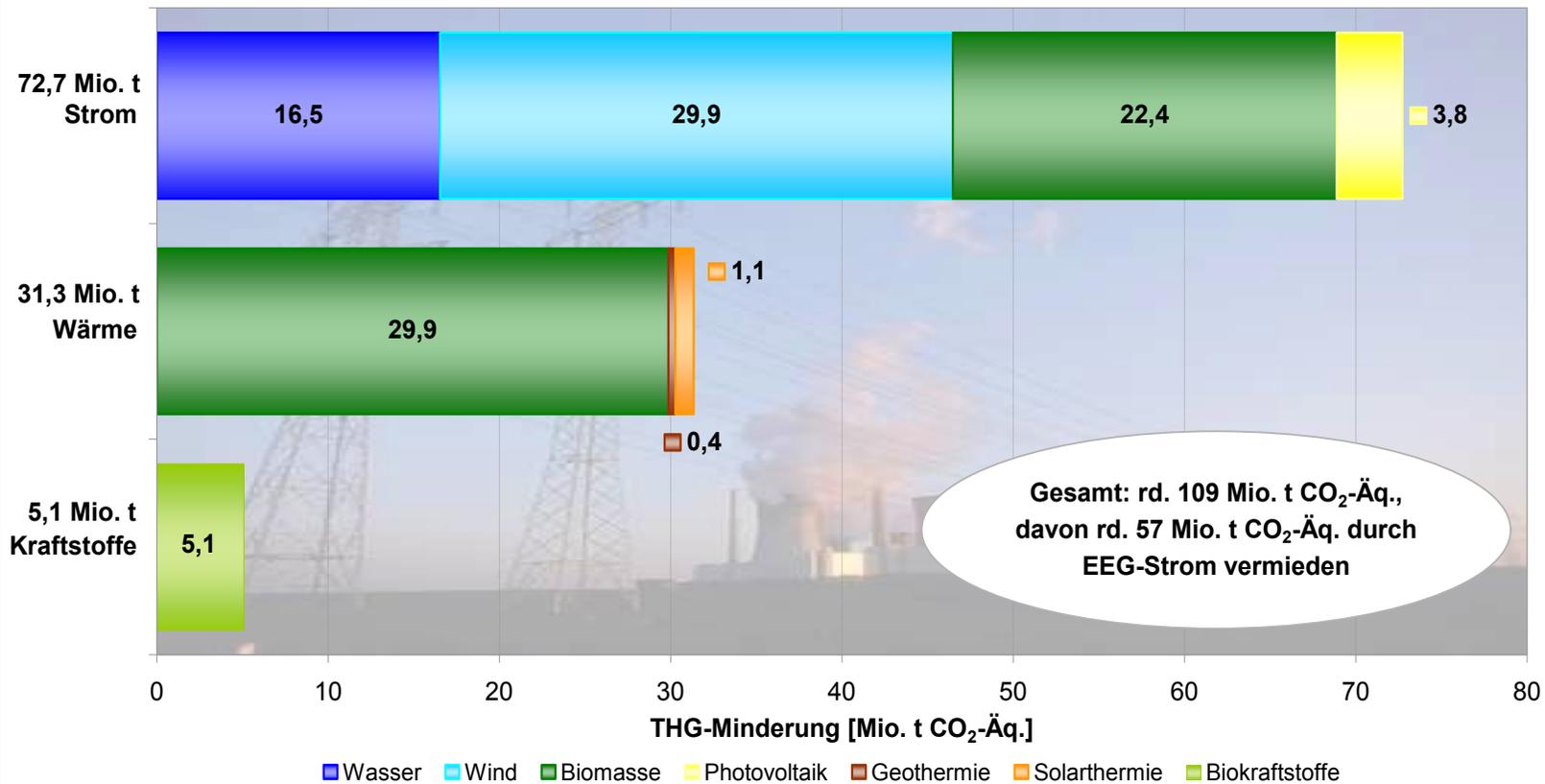
- Potenzieller Energieertrag
- Realer Energieertrag

Quelle: ISET, DEWI  
Stand: 2/2007





## Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2009

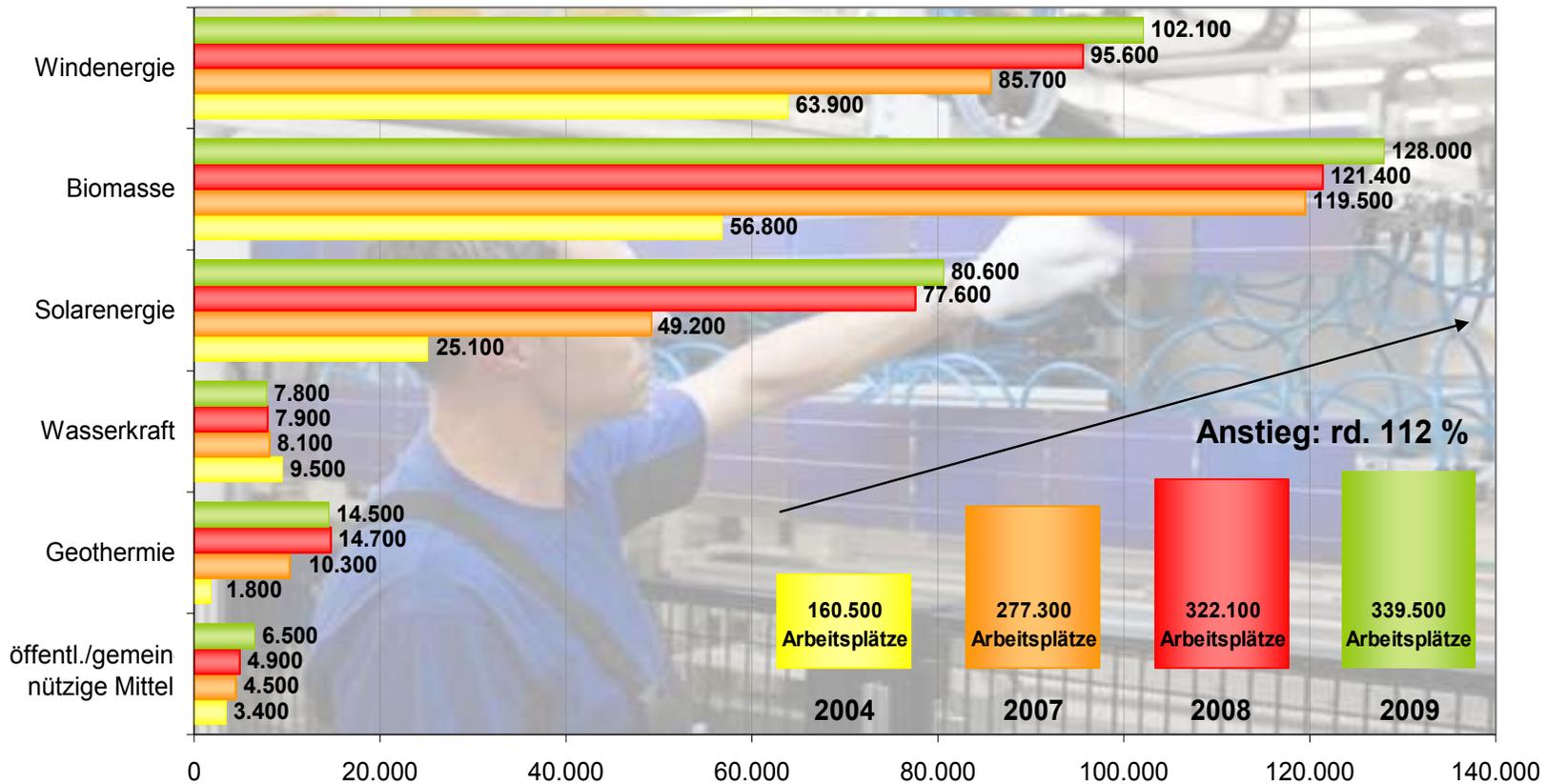


Gesamt: rd. 109 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.,  
davon rd. 57 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. durch  
EEG-Strom vermieden

THG: Treibhausgas; Abweichungen in den Summen durch Rundungen;  
Quelle: UBA nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: H. G. Oed; Stand: September 2010; Angaben vorläufig

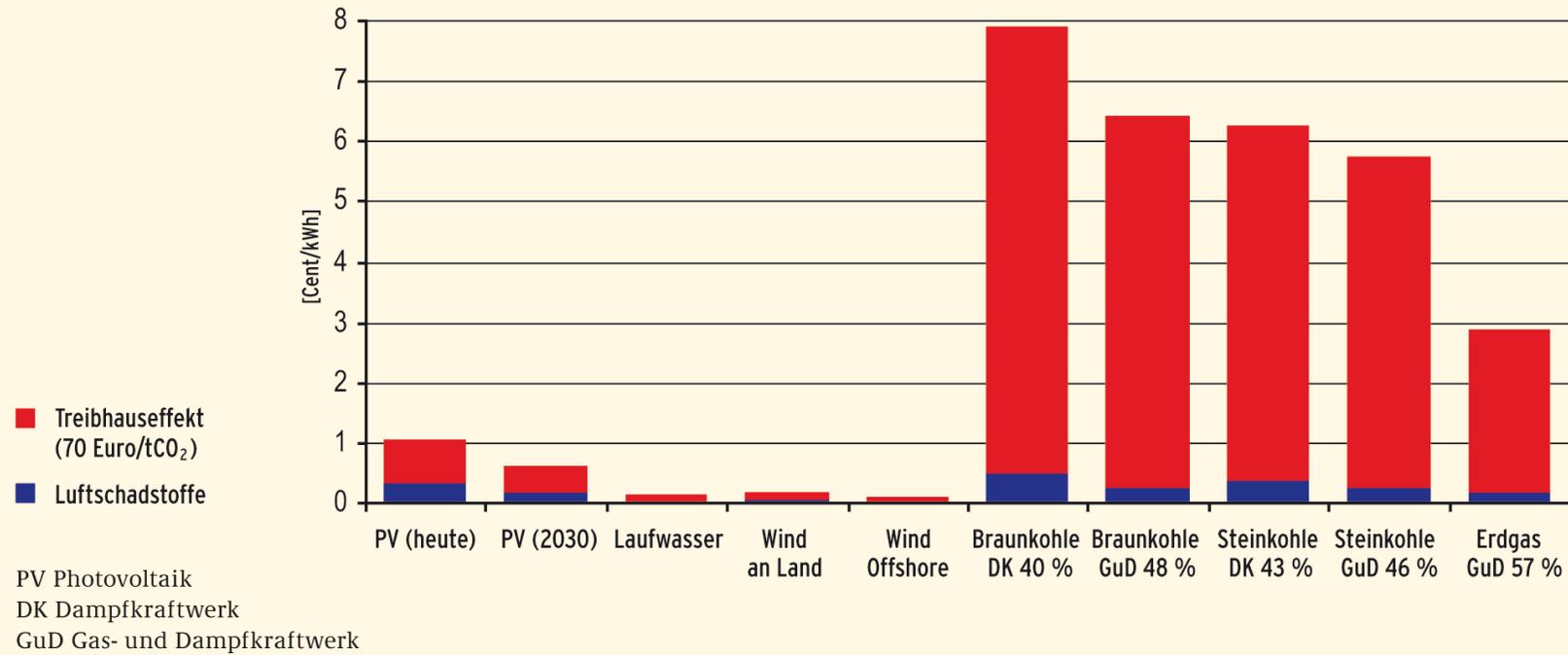


## Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien 2004, 2007, 2008 und 2009 in Deutschland



Angaben für 2008 und 2009 vorläufige Schätzungen; Abweichungen in den Summen durch Rundungen;  
 Quelle: BMU-KI III 1; "Erneuerbar beschäftigt! Kurz- und langfristige Arbeitsplatzwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland";  
 Bild: BMU / Christoph Busse / transit; Stand: September 2010;

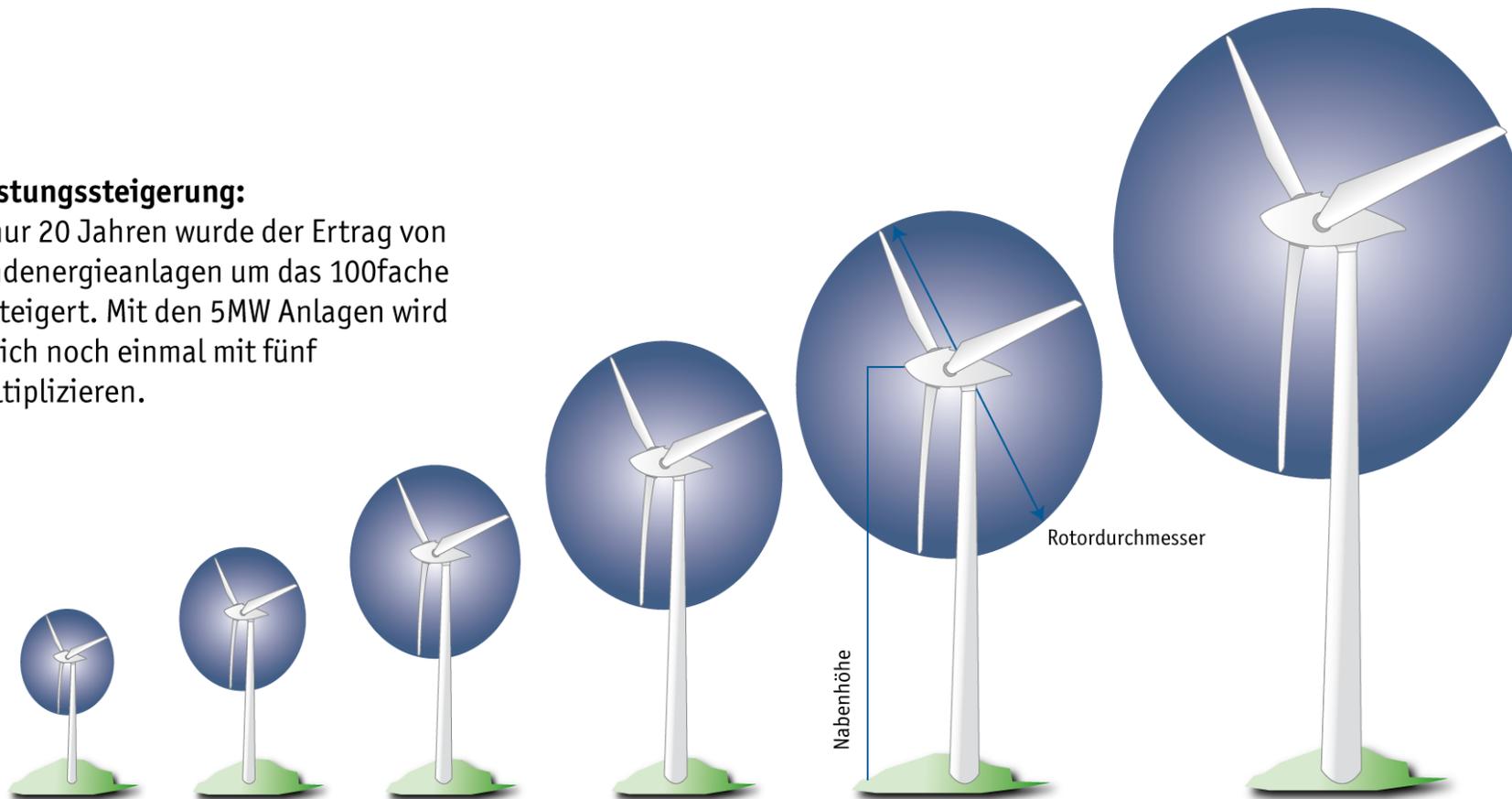
## Externe Kosten der Stromerzeugung für verschiedene Stromerzeugungsoptionen in Deutschland



Quelle: BMU-Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung“, KI III 1, Stand Juni 2008

### Leistungssteigerung:

in nur 20 Jahren wurde der Ertrag von Windenergieanlagen um das 100fache gesteigert. Mit den 5MW Anlagen wird er sich noch einmal mit fünf multiplizieren.



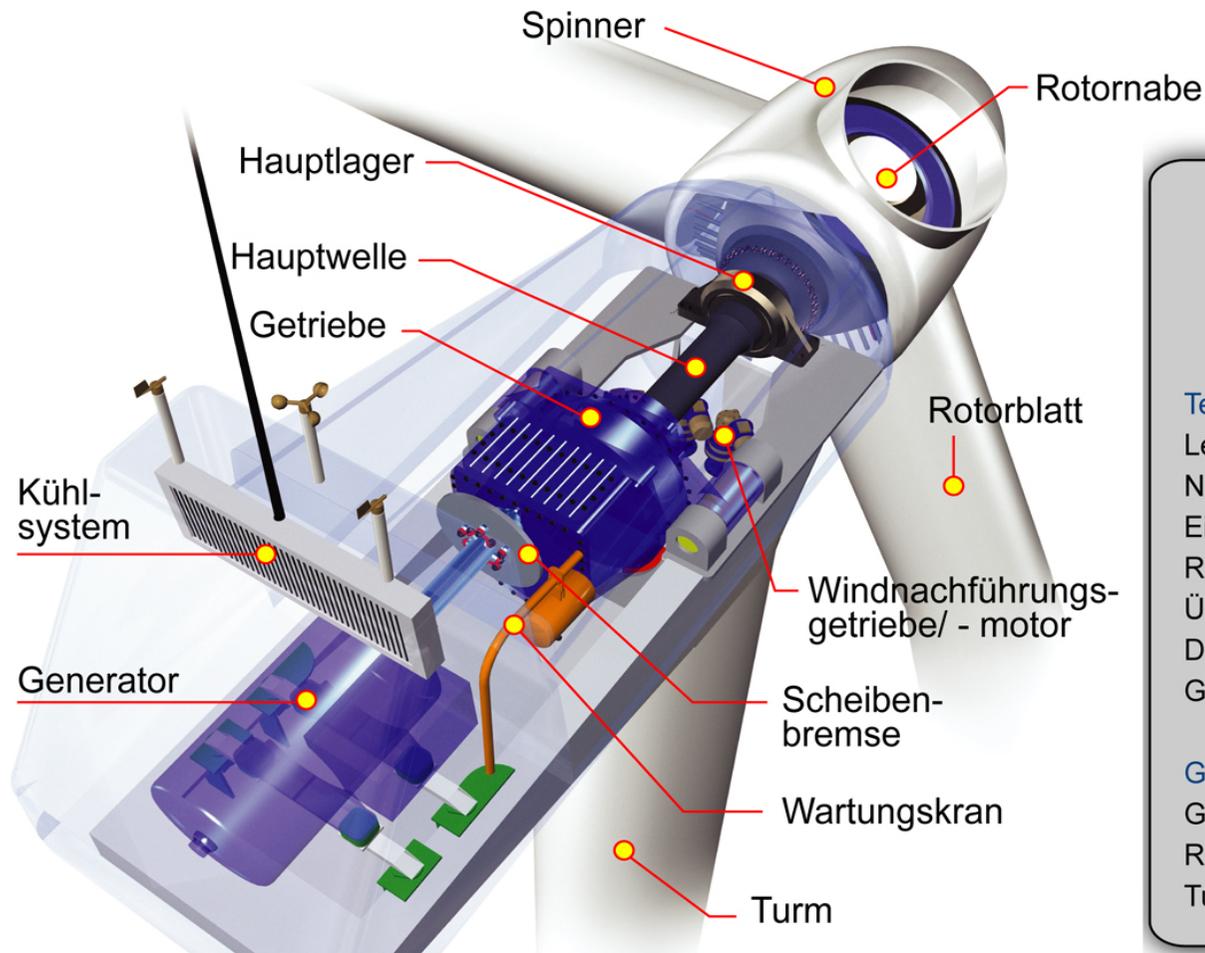
|                     | 1980         | 1985       | 1990        | 1995          | 2000          | 2005          | 2008               |
|---------------------|--------------|------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| Nennleistung        | : 30 kW      | 80 kW      | 250 kW      | 600 kW        | 1.500 kW      | 3.000 kW      | 6.000 kW           |
| Rotordurchmesser    | : 15 m       | 20 m       | 30 m        | 46 m          | 70 m          | 90 m          | 126 m              |
| Nabenhöhe           | : 30 m       | 40 m       | 50 m        | 78 m          | 100 m         | 105 m         | 135 m              |
| Jahresenergieertrag | : 35.000 kWh | 95.000 kWh | 400.000 kWh | 1.250.000 kWh | 3.500.000 kWh | 6.900.000 kWh | ca. 20.000.000 kWh |



EIFER

# Technik

## Asynchron Generator mit Getriebe



### Modell NEG Micon 52/900 - technische Daten -

#### Technik

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| Leistung                | : 900 kw               |
| Nennwindgeschwindigkeit | : 16,0 m/s             |
| Einschaltwindgeschw.    | : 3,5 m/s              |
| Rotordurchmesser        | : 52,0 m               |
| Überstrichene Fläche    | : 2.140 m <sup>2</sup> |
| Drehzahl                | : 15-22 U/min          |
| Generator               | : asynchron            |

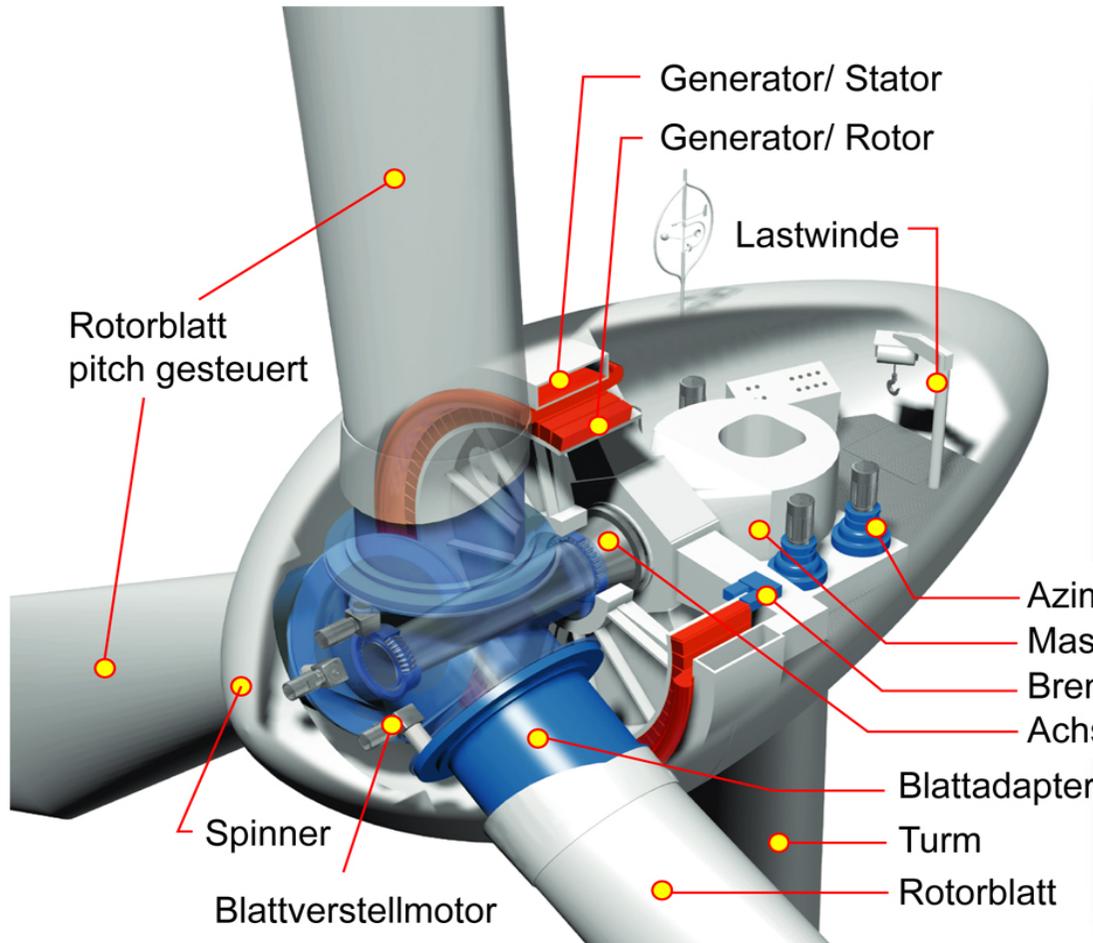
#### Gewicht

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Gondel                | : 26,5 t |
| Rotor (incl. Nabe)    | : 16,5 t |
| Turm (74m, Stahlrohr) | : 97,0 t |



# Technik

## Synchrongenerator ohne Getriebe



### Modell Enercon E-66 - technische Daten -

#### Technik

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Leistung                | : 1,8 MW                  |
| Nennwindgeschwindigkeit | : 12,0 m/s                |
| Einschaltwindgeschw.    | : 2,5 m/s                 |
| Rotordurchmesser        | : 70,0 m                  |
| Überstrichene Fläche    | : 3.848 m <sup>2</sup>    |
| Drehzahl                | : 10-22 U/min             |
| Generator               | : synchron, Ringgenerator |
| Getriebe                | : ohne                    |

#### Gewicht

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Gondel                | : 68,8 t |
| Rotor (incl. Nabe)    | : 31,7 t |
| Turm (98m, Beton)     | : 861 t  |
| Turm (86m, Stahlrohr) | : 219 t  |



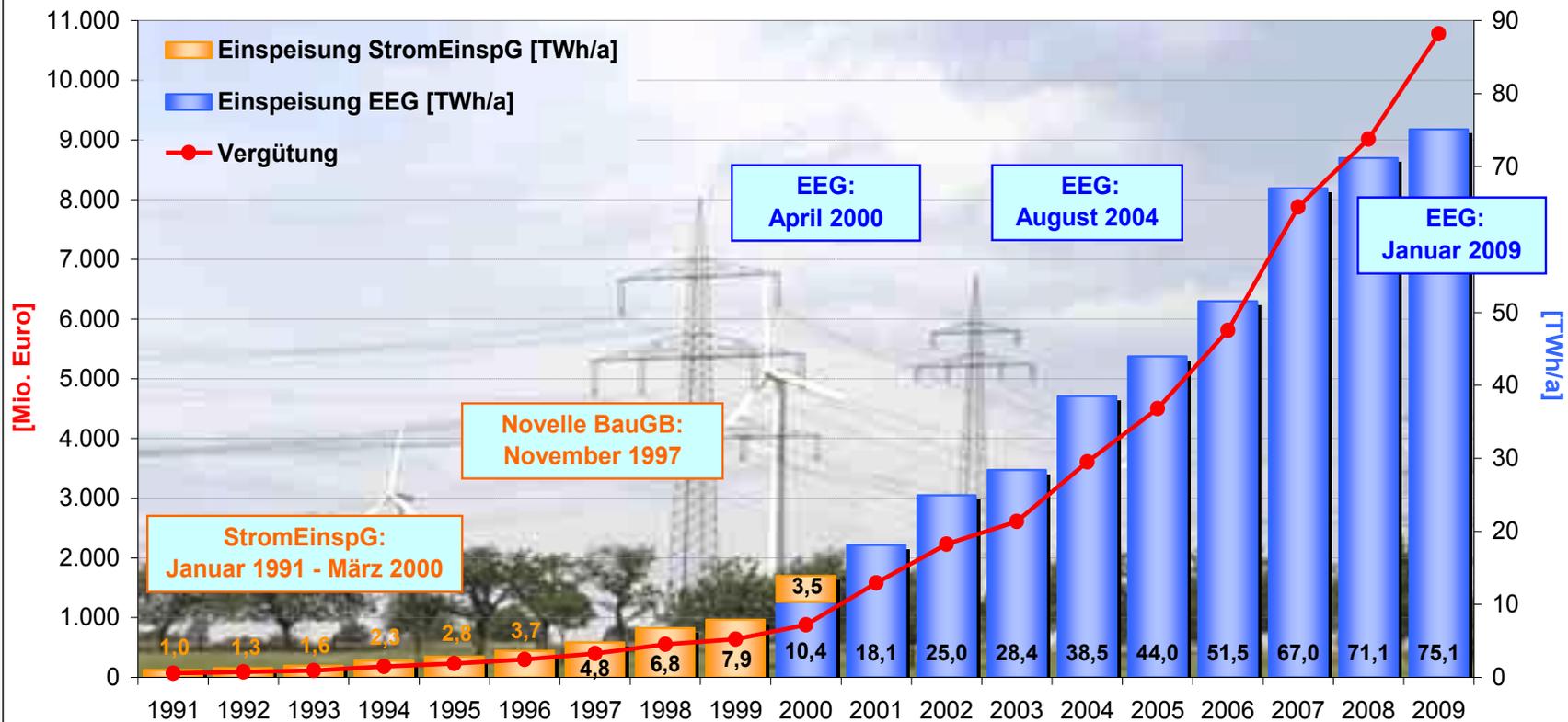
# Stand der Technik



| Typ                  | Enercon E-126 | Repower 5M | Multibrid M5000 | Bard VM |
|----------------------|---------------|------------|-----------------|---------|
| Leistung             | 6 MW          | 5 MW       | 5 MW            | 5 MW    |
| Rotor<br>durchmesser | 126 m         | 126 m      | 126 m           | 122 m   |
| Nabenhöhe            | 135 m         | 120 m      | 102,6 m         | 99 m    |



## Einspeisung und Vergütung nach Stromeinspeisungsgesetz (StromEinspG) und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland

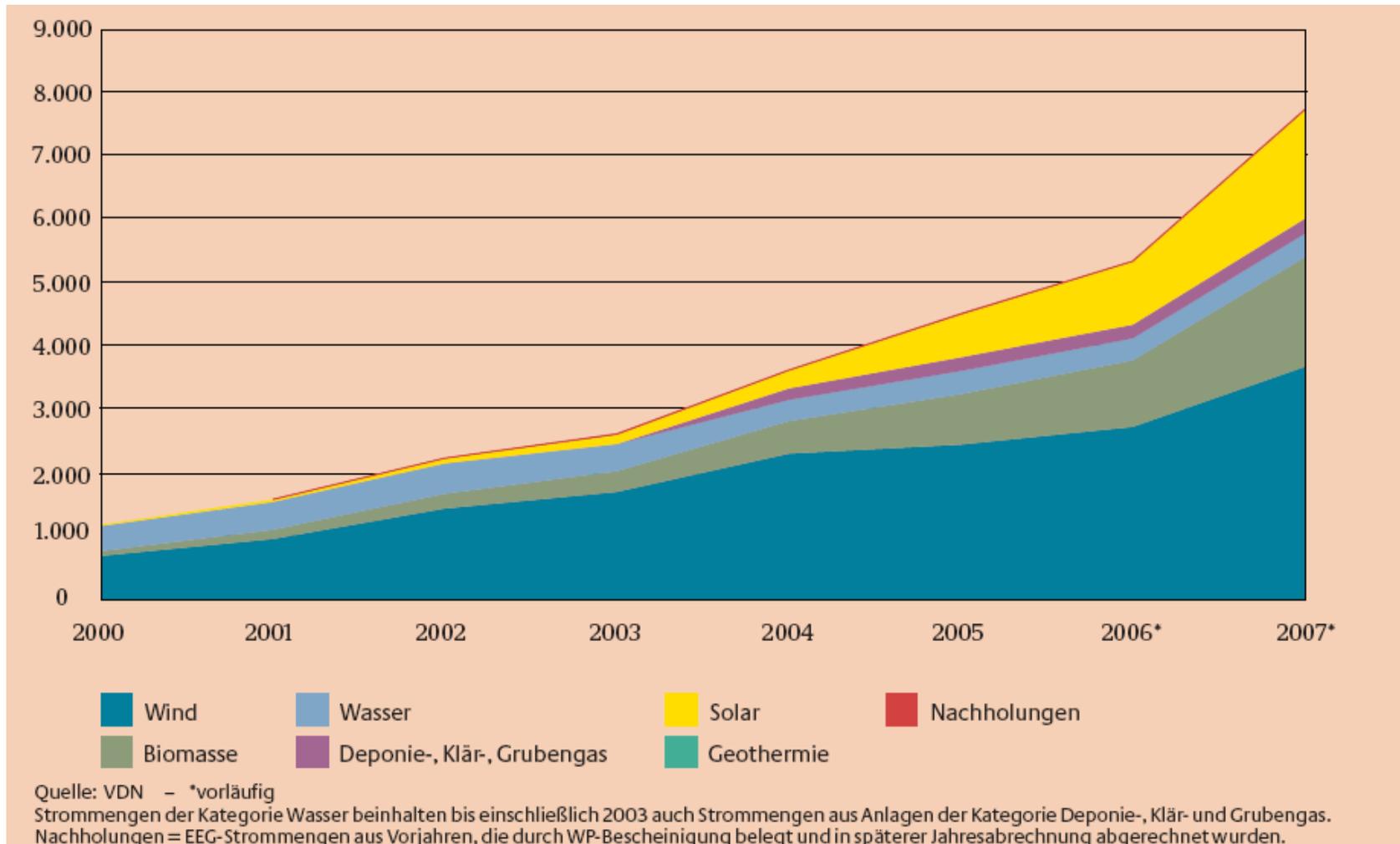


StromEinspG: Stromeinspeisungsgesetz; BauGB: Baugesetzbuch; EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz;  
 Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Bernd Müller; Stand: September 2010; Angaben vorläufig



EIFER

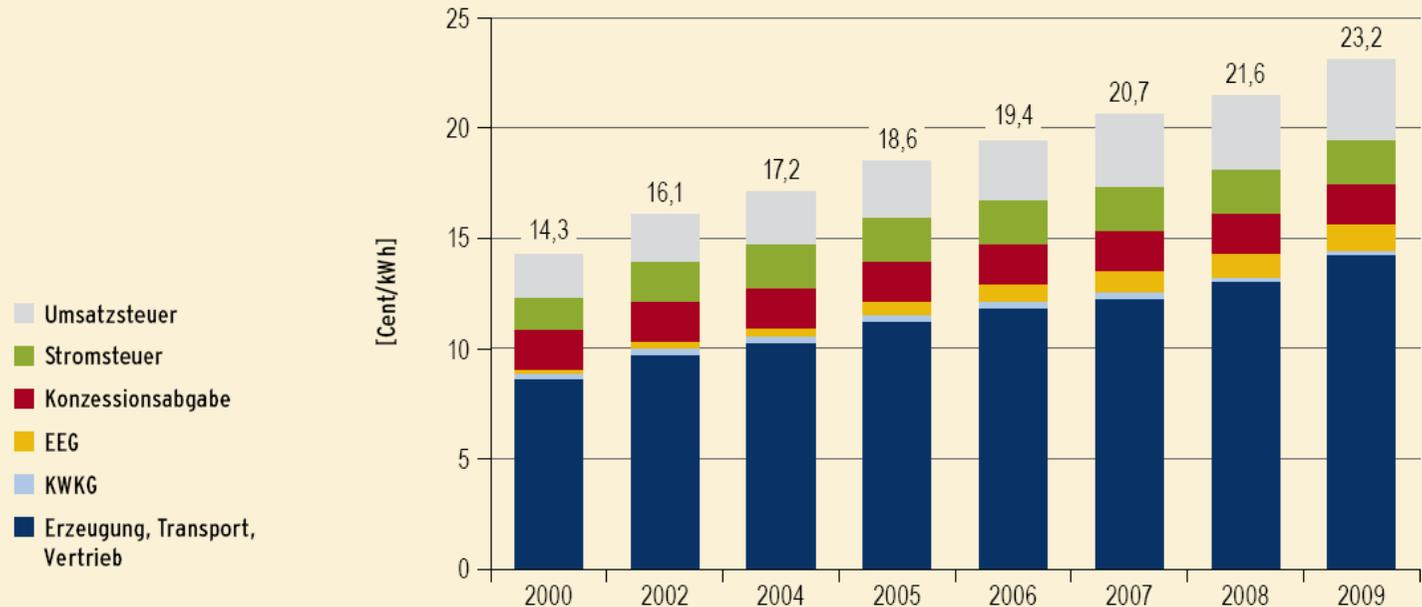
# EEG Kosten





# Zusammensetzung des Strompreises

Zusammensetzung des durchschnittlichen Strompreises für eine Kilowattstunde (kWh) Strom für Haushaltskunden in Deutschland



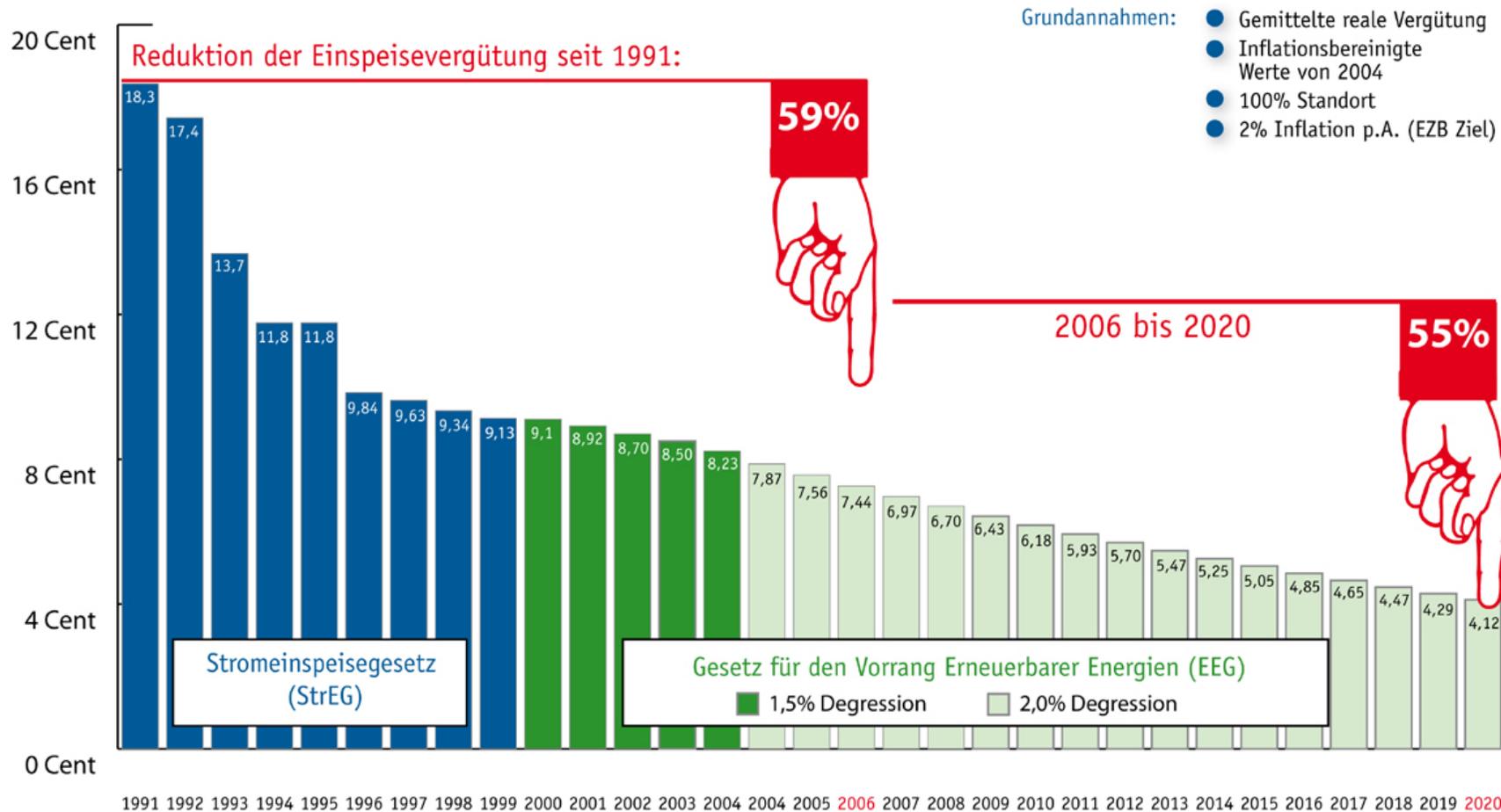
|                                |             |             |             |             |             |             |             |             |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Umsatzsteuer                   | 2,0         | 2,2         | 2,4         | 2,6         | 2,7         | 3,3         | 3,4         | 3,7         |
| Stromsteuer                    | 1,5         | 1,8         | 2,0         | 2,0         | 2,0         | 2,0         | 2,0         | 2,0         |
| Konzessionsabgabe              | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         |
| EEG                            | 0,2         | 0,3         | 0,4         | 0,6         | 0,8         | 1,0         | 1,1         | 1,2         |
| KWKG                           | 0,2         | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0,2         | 0,2         |
| Erzeugung, Transport, Vertrieb | 8,6         | 9,7         | 10,2        | 11,2        | 11,8        | 12,2        | 13,0        | 14,2        |
| <b>gesamt</b>                  | <b>14,3</b> | <b>16,1</b> | <b>17,2</b> | <b>18,6</b> | <b>19,4</b> | <b>20,7</b> | <b>21,6</b> | <b>23,2</b> |

Quellen: BMU [36] und [102]; IfnE [7]





# Entwicklung der Einspeisevergütung



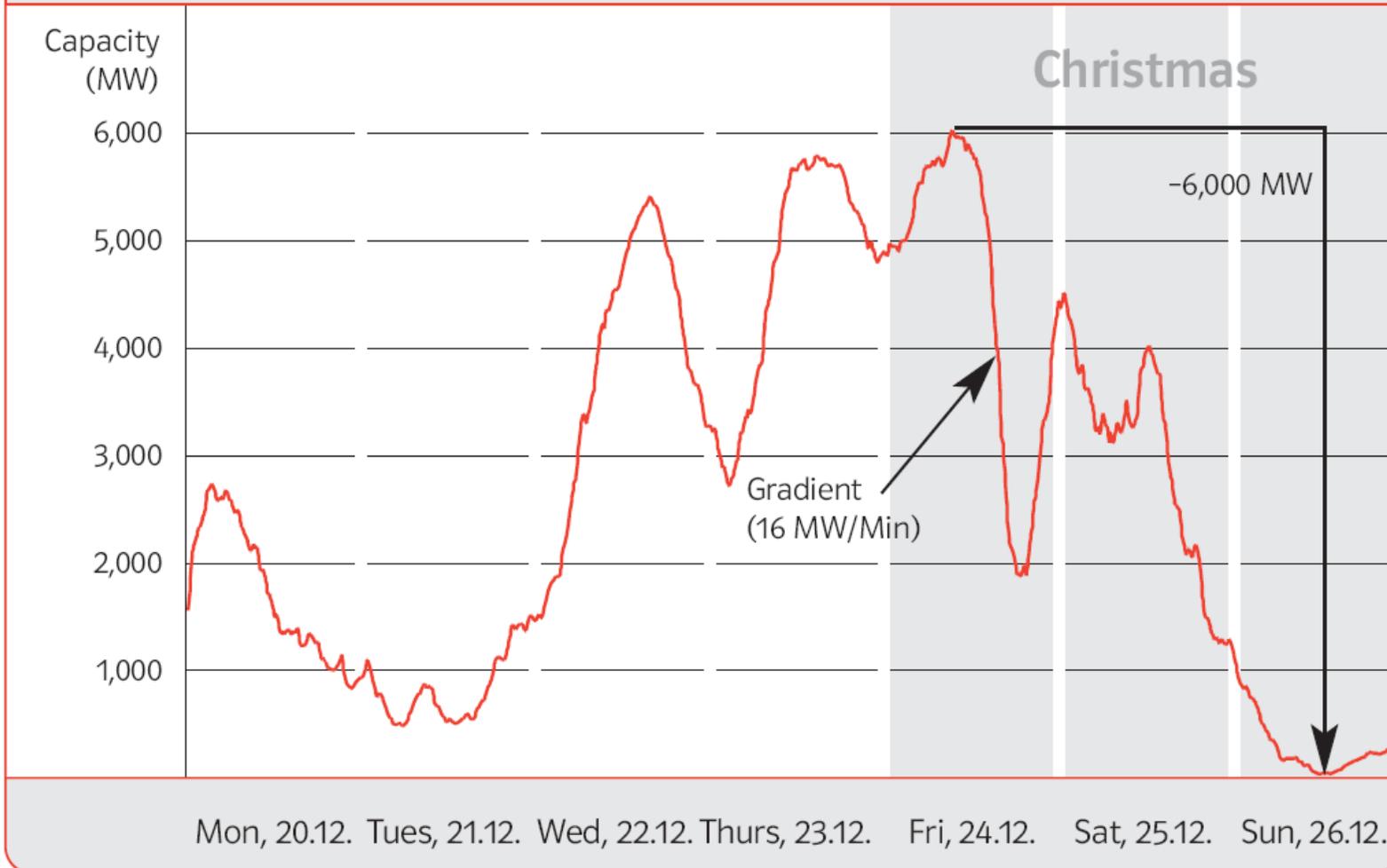


- Netzerweiterung
  - Transparenz ? (Standard – Wind)
  - > 1 Mrd. €/a in 2030 ?
- Ersatzkapazität
  - kW (Leistung) [ 14% für Wind ]
  - kWh (Energie) [Verdrängung]
- Regelenergie
  - Reduktion ?
  - Investment ?



## 6. Short-term drop

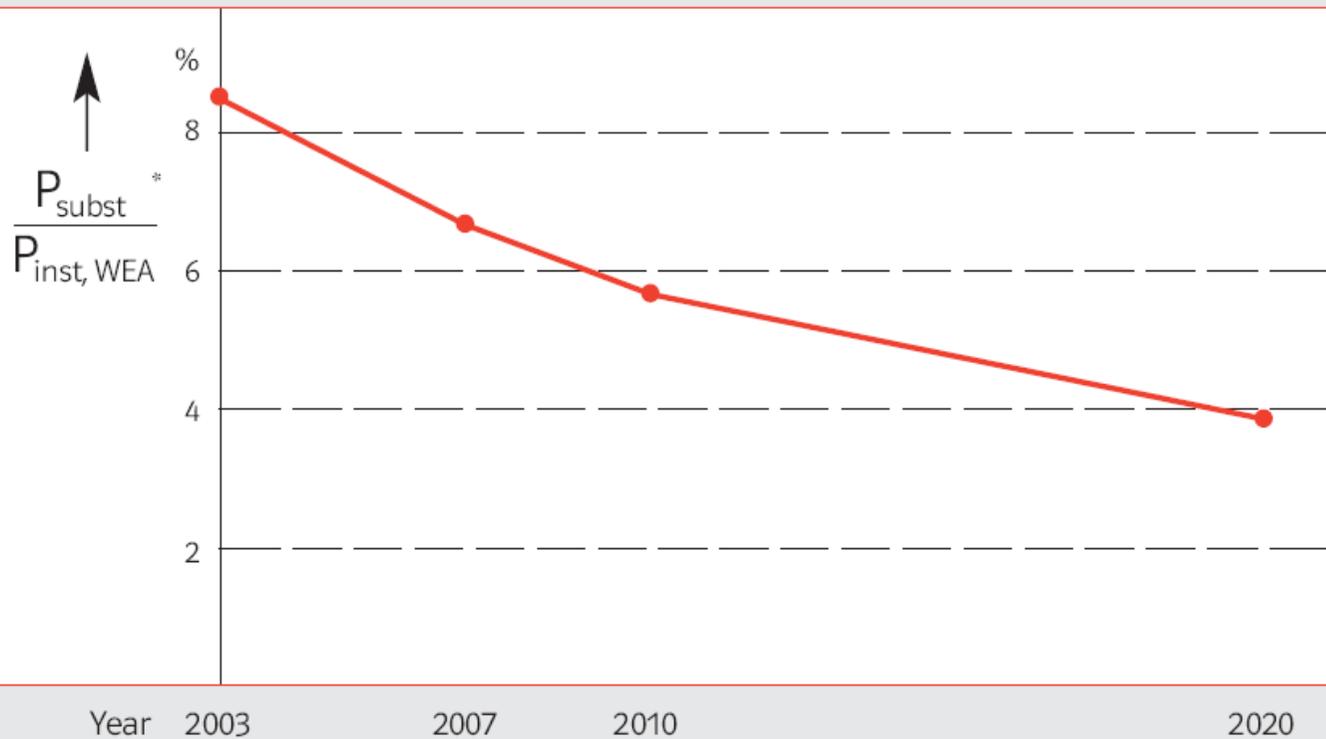
in wind power feed-in over Christmas 2004





## 7. Falling substitution capacity

The more wind power capacity is in the grid, the lower the percentage of traditional generation it can replace.



Source: Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, RWTH Aachen

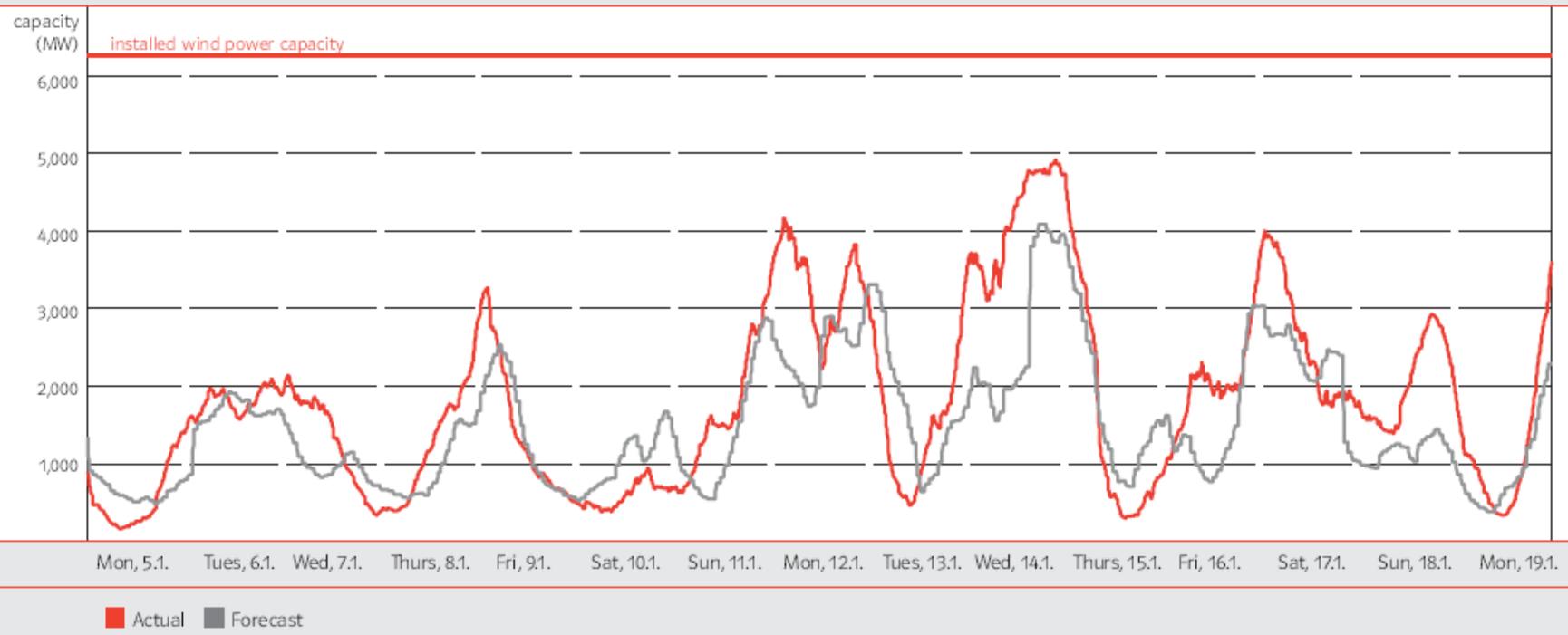
\*  $P_{subst}$ : power station capacity that can be substituted by wind power

$P_{inst, WEA}$ : installed wind power capacity



## 8. Limited accuracy of the weather forecast

limits the accuracy of the wind power forecast - example: E.ON control area, 5 to 19 January 2004



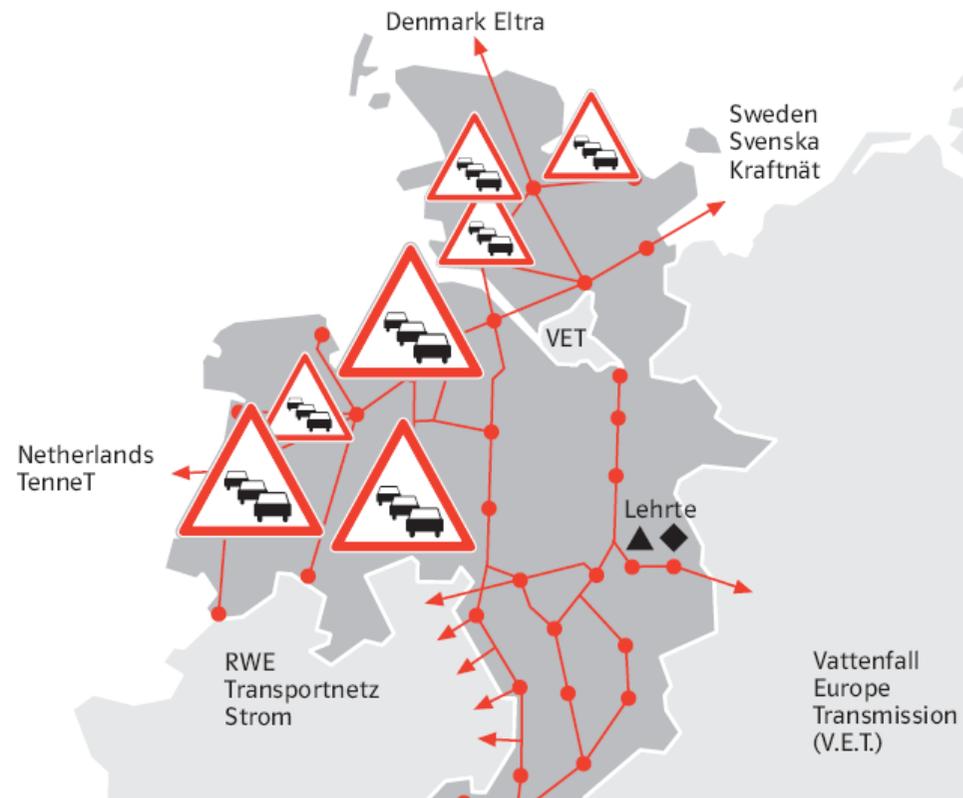


## 13. Wind power induced grid congestions

in the E.ON control area necessitate grid expansion in Schleswig-Holstein and Lower Saxony

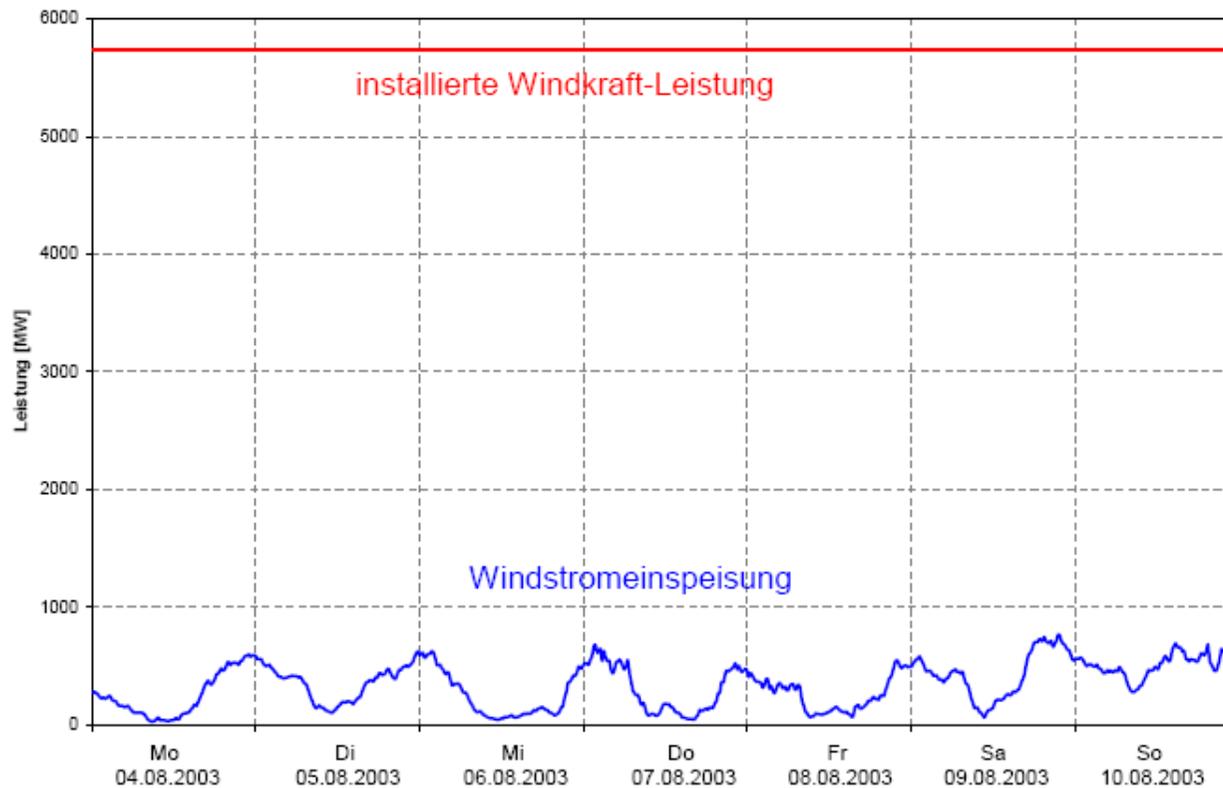
**Schleswig-Holstein:**  
110km new high-voltage lines,  
cost approx. 70 million Euro

**Lower Saxony:**  
180km of new extra-high and high-voltage lines,  
cost approx. 120 million Euro





## Kaum Beitrag der Windkraft während Hitzeperiode 2003

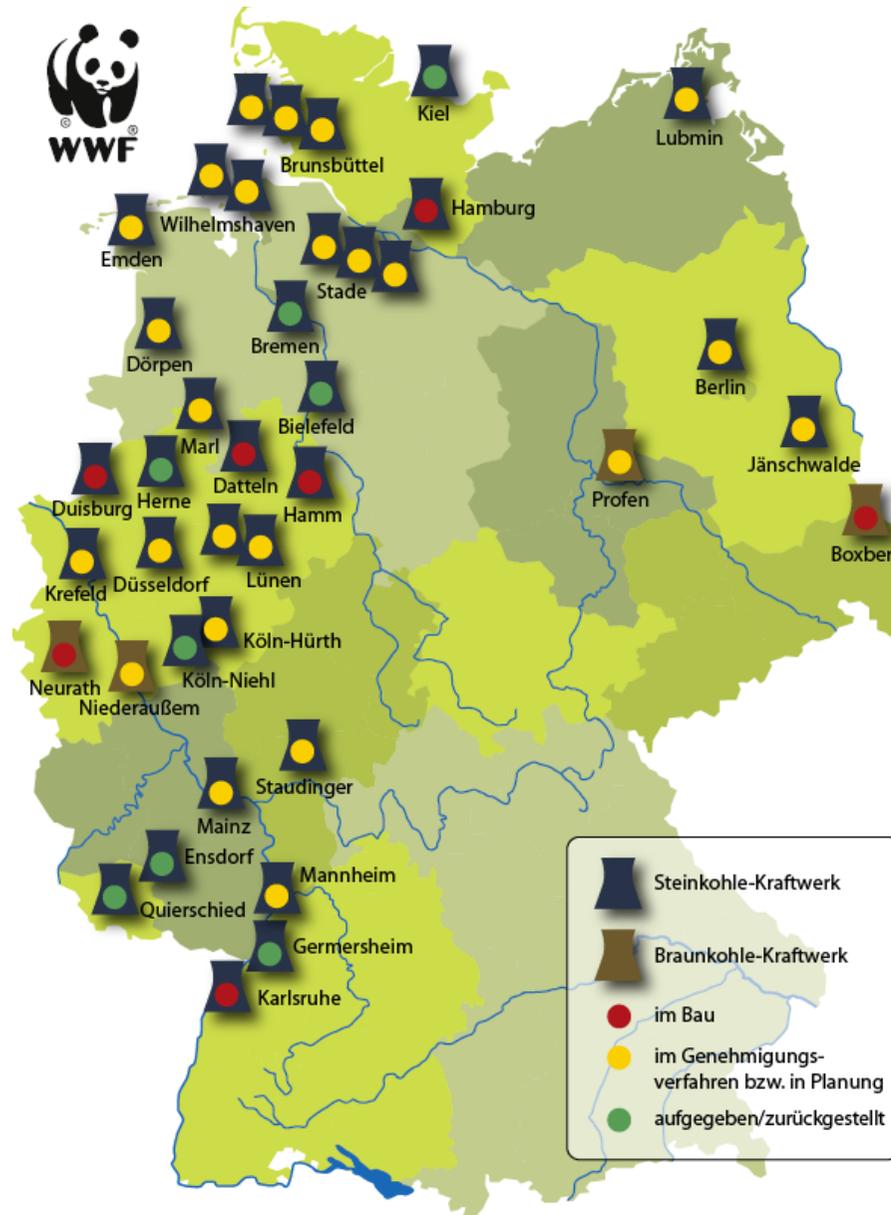


maximale Netzlast in diesem Zeitraum: ca 18.000 MW



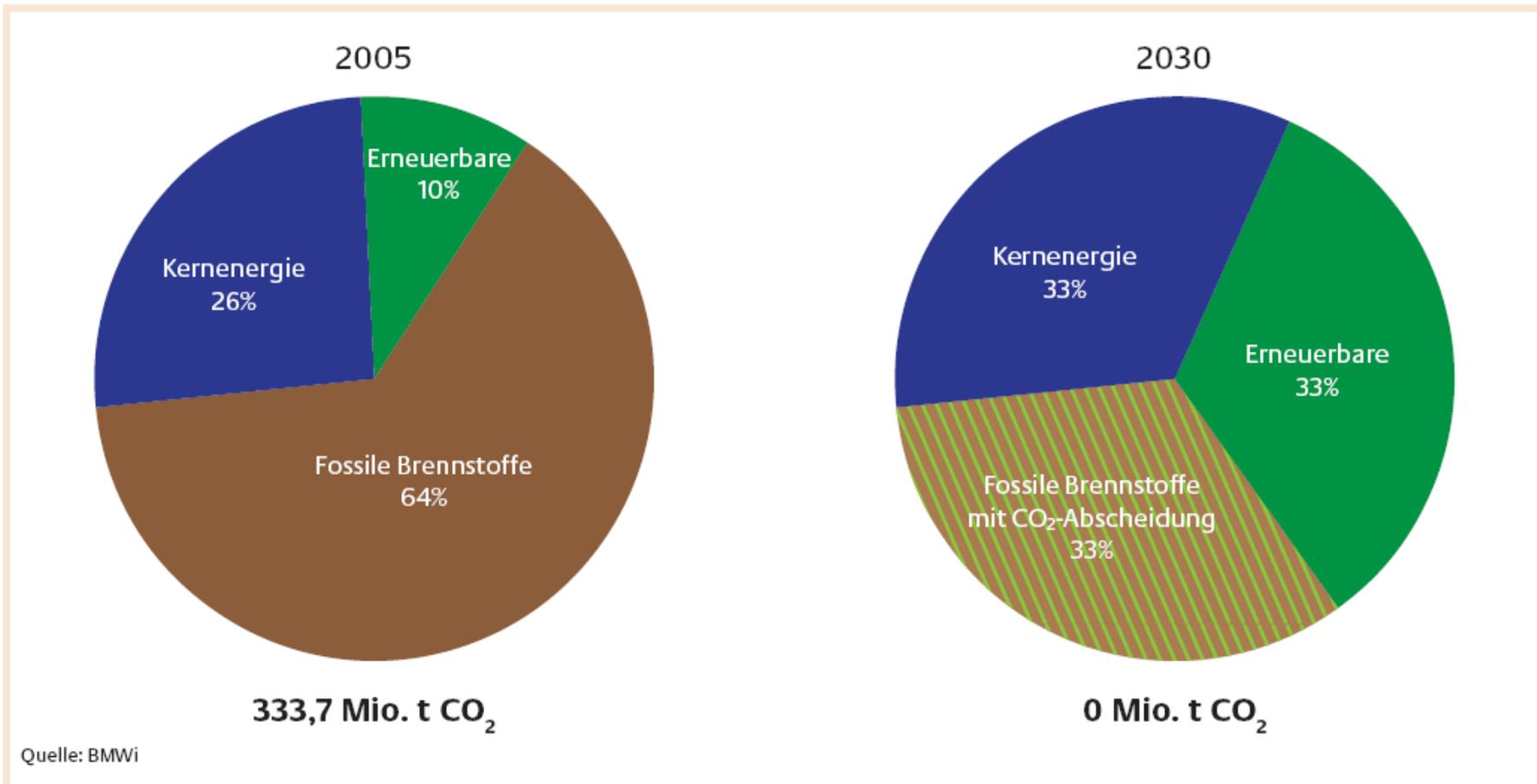
EIFER

# Zukunft mit Kohle ?





# Sicher Versorgung laut BMU !



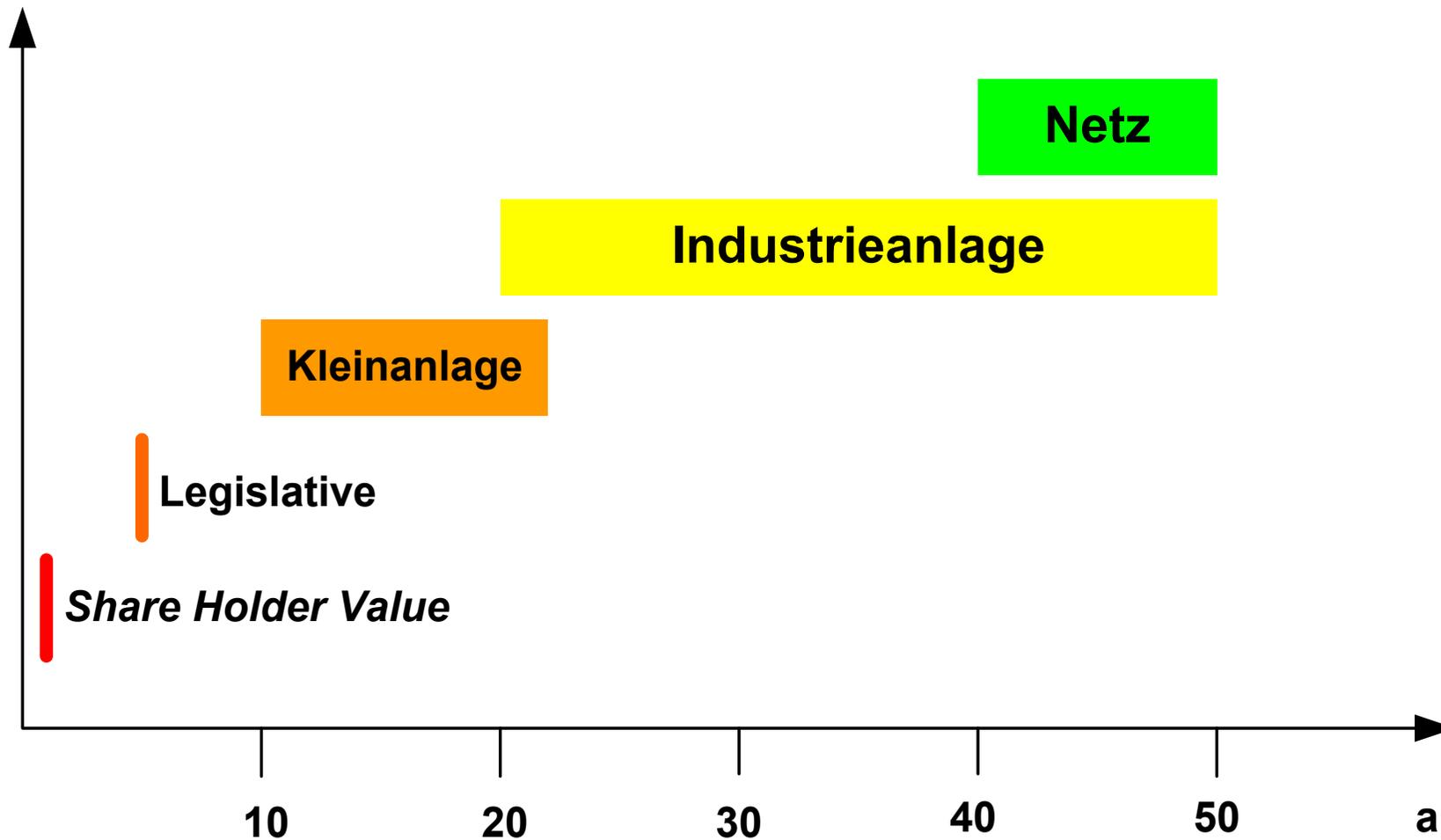


- Fehlende ganzheitliche Planung
  - Netz - Erzeugung
  - Harmonisierung der Zeitfaktoren
  - National – Transnational – Regional - Lokal
- Fehlende Kooperation
  - Konkurrenz als Grundprinzip seit Liberalisierung
- Kosten
  - Externe Kosten ?
  - Nuklearprogramm ?
- Marktmodell ?
  - Ausnahmeregelungen
  - Marktprämie
  - Differenzkosten
- Grundlegend sind alle Probleme lösbar ...



EIFER

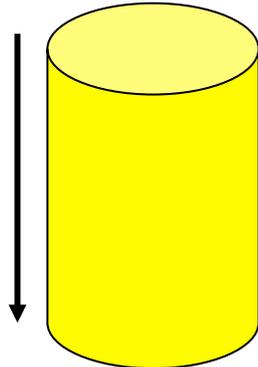
# Faktor Zeit !





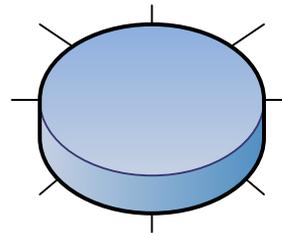
# Zwei Märkte für ein Ziel ?

Keine Investitionssicherheit  
Unklare Rendite  
Ökonomisch darstellbar  
Ökologisches Auslaufmodell

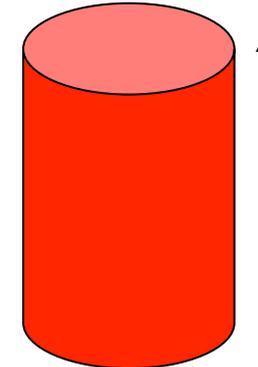


**Liberalisierter  
Erzeugermarkt**

Investitionssicherheit  
„gesicherte“ Rendite  
Ökonomisch nicht darstellbar  
Ökologisch zukunftsorientiert



**Netzbetreiber**

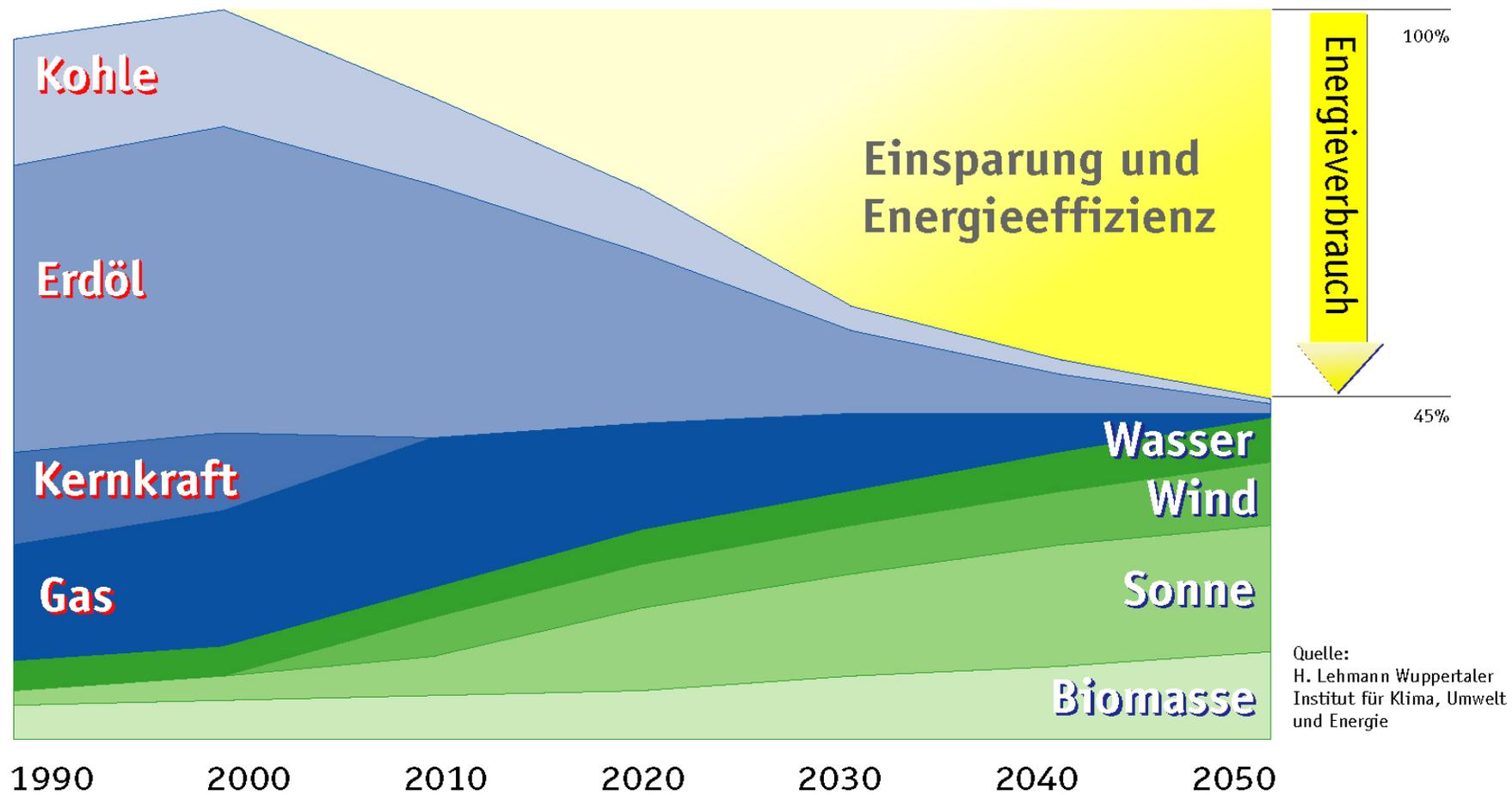


**Geschützter  
Erzeugermarkt**

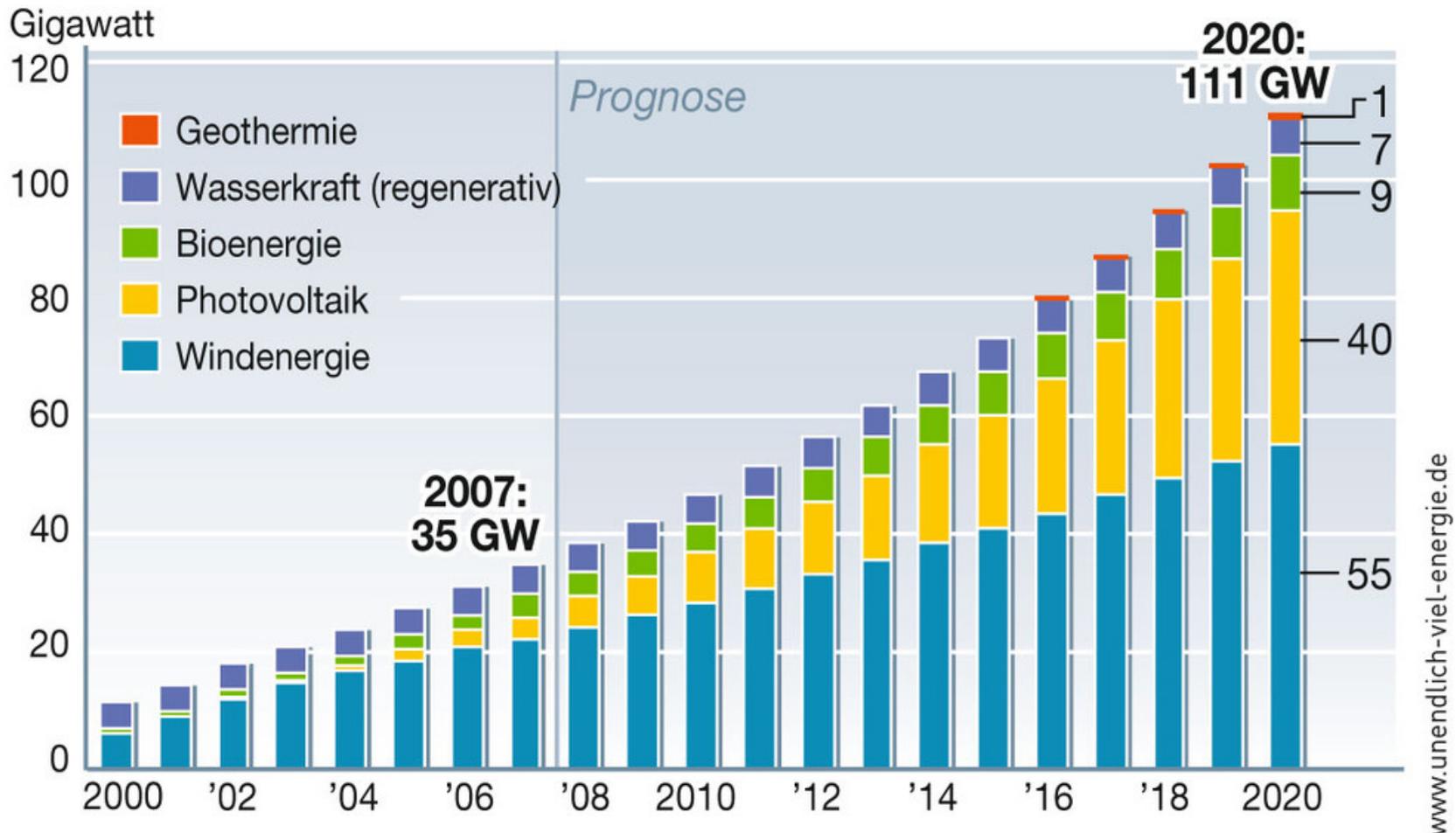
40-60 GW WKA  
in 2030



# Visionen der Energieversorgung ?



Quelle:  
H. Lehmann Wuppertaler  
Institut für Klima, Umwelt  
und Energie

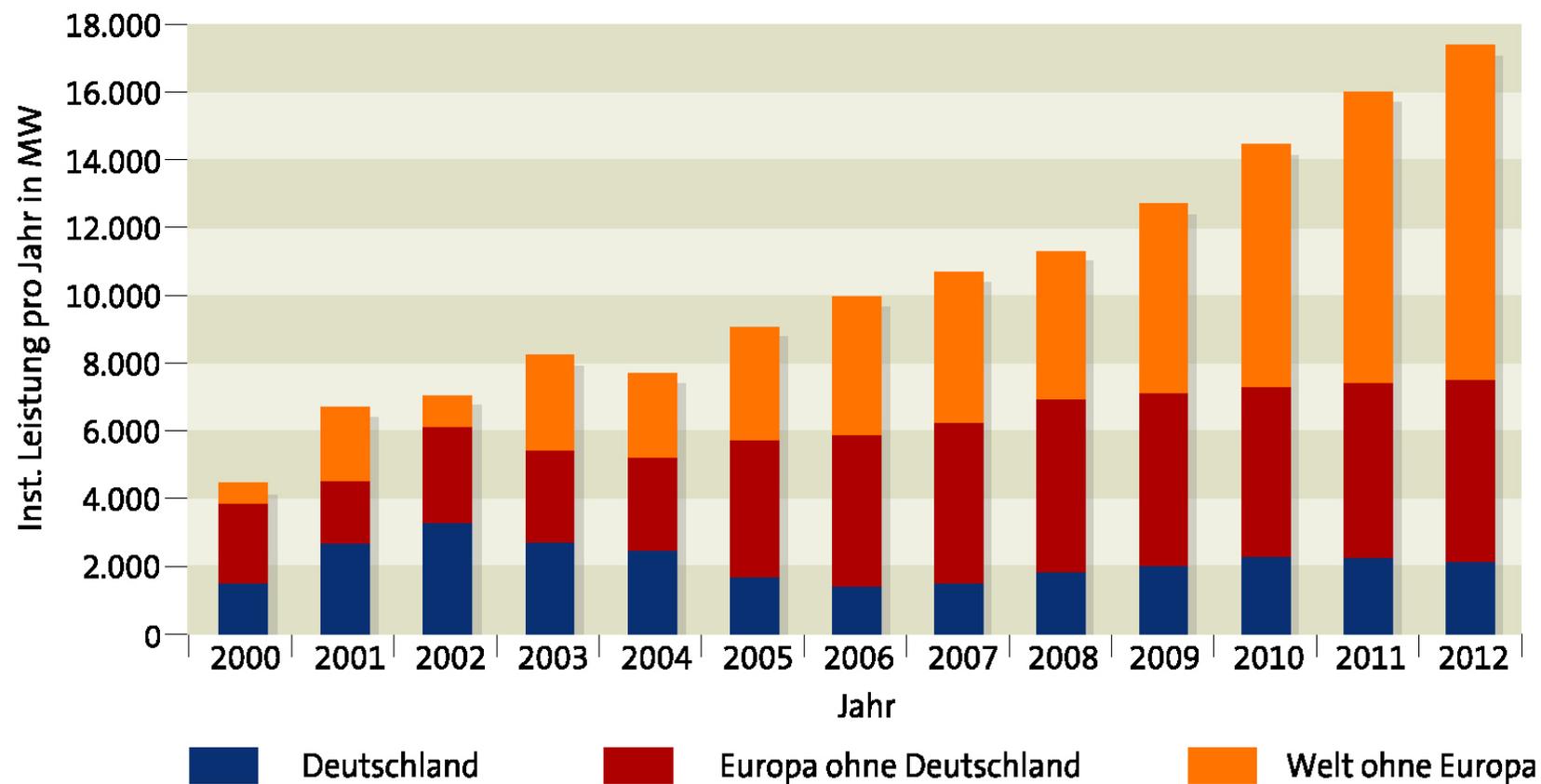


Quelle: Branchenprognose 2020  
Stand: 1/2009





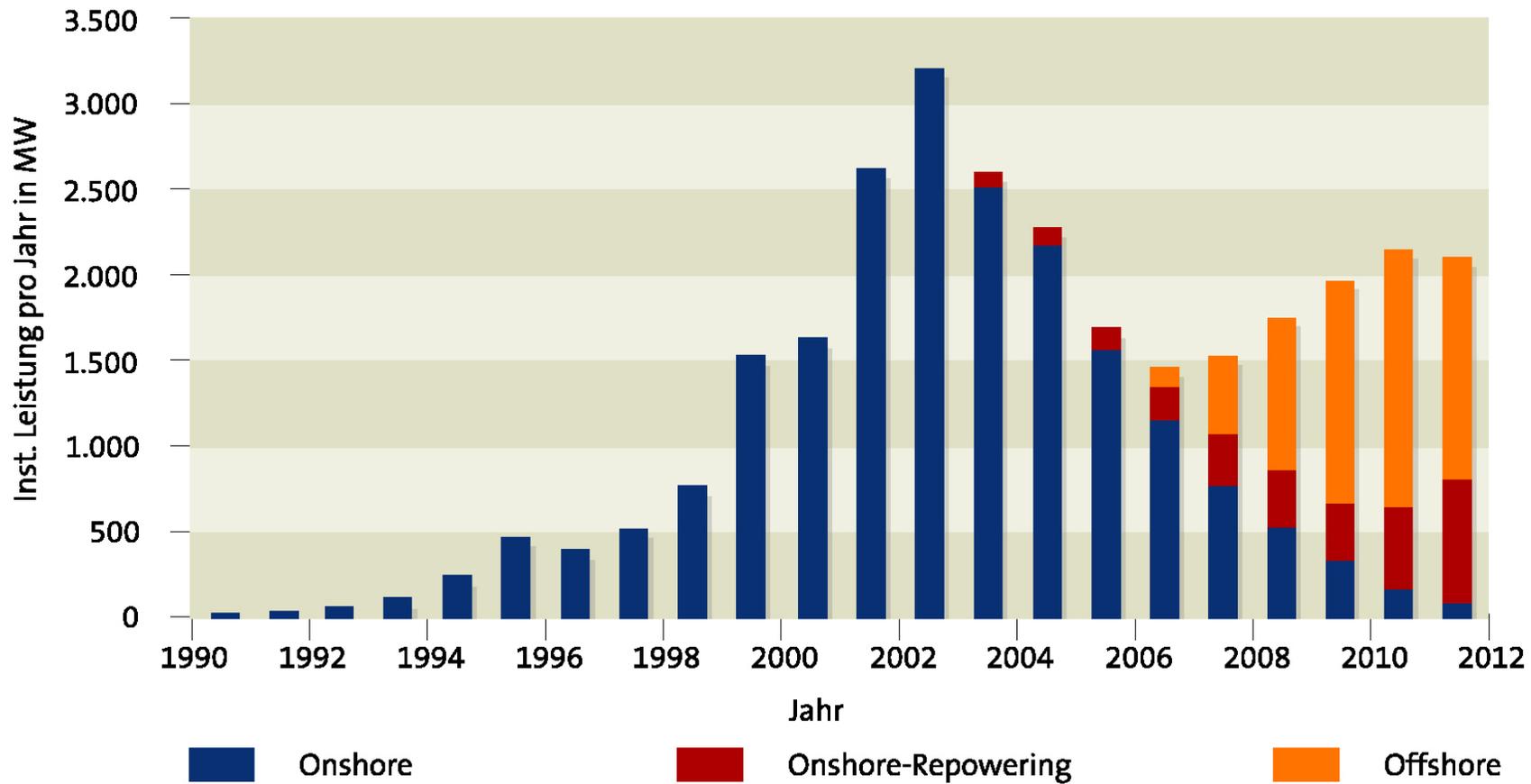
# Entwicklungspotential Kurzfristig Weltweit





# Entwicklungspotential

## Kurzfristig Deutschland





EIFER

# Offshore Alpha Ventus



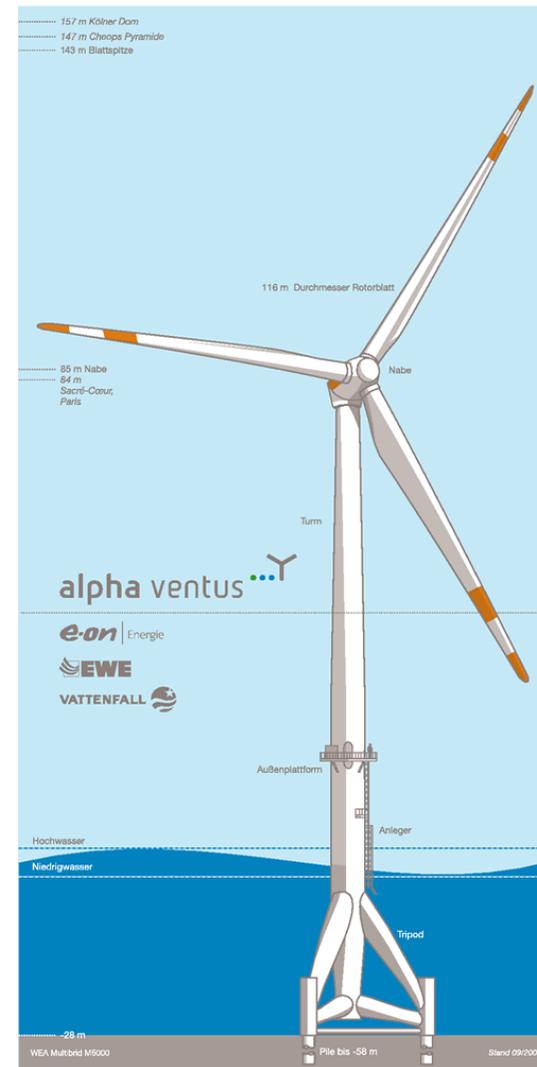
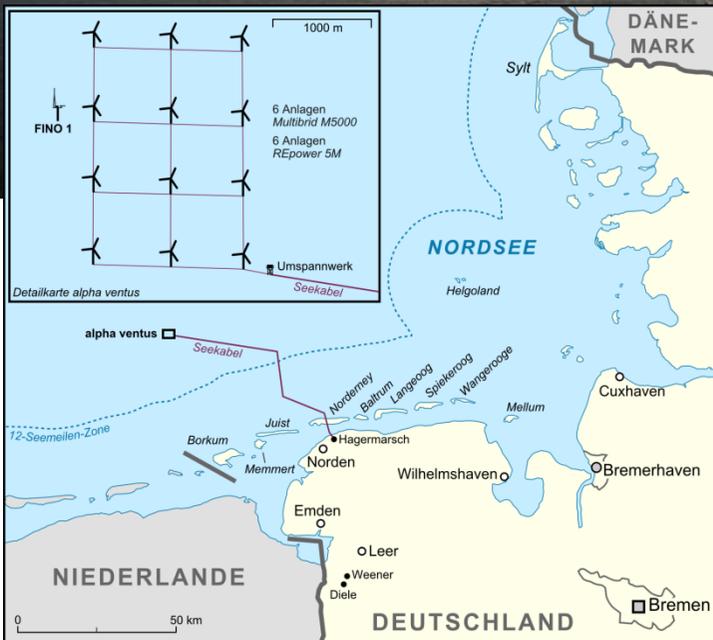
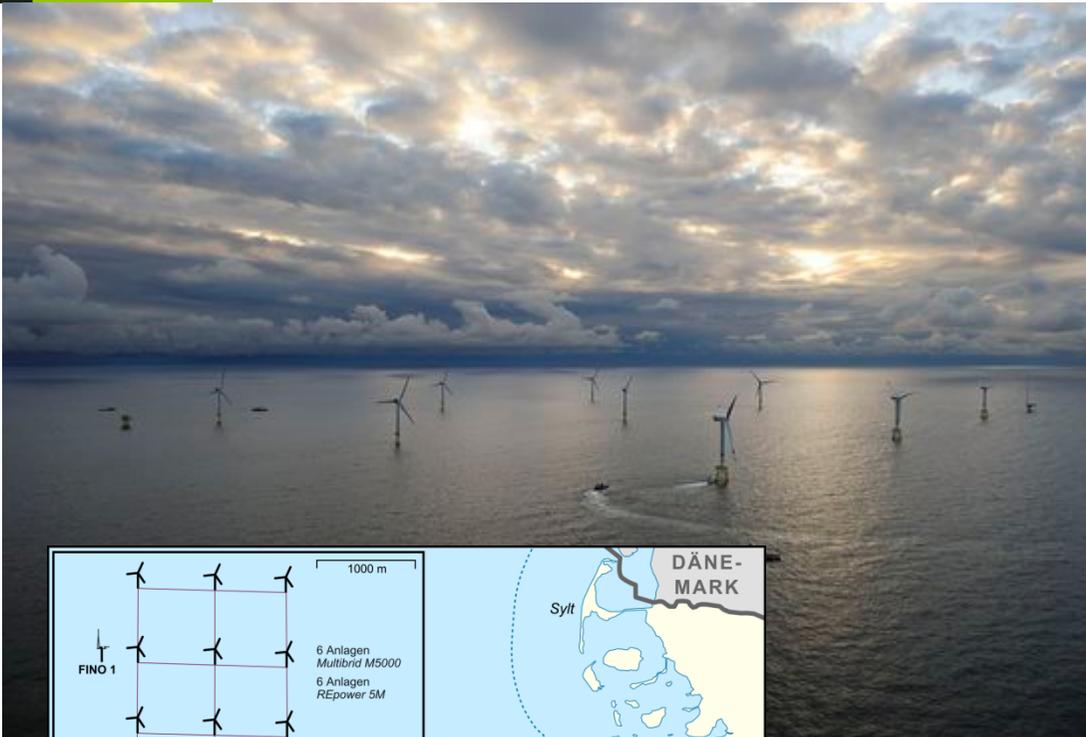
BMU-Forschungsplattform FINO 1, ©Germanischer Lloyd





EIFER

# Alpha Ventus aktuell



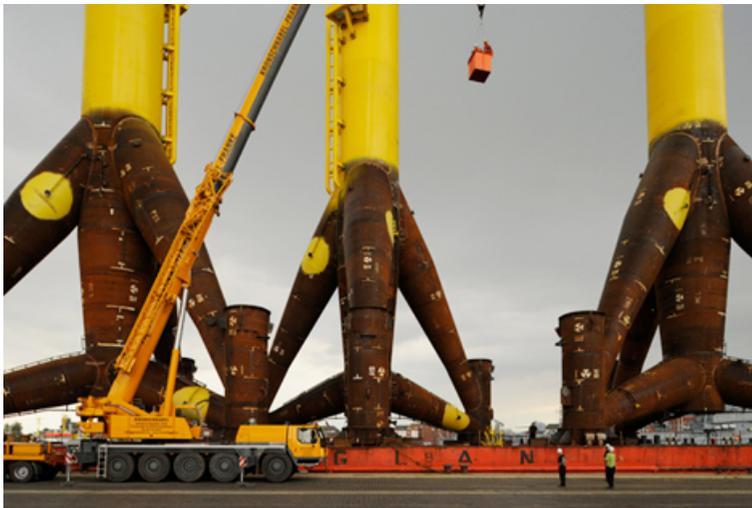


EIFER

# Offshore Deutschlandspezifisch



- 45-60 km vor der Küste
- 30-40 m Wassertiefe
- 5 MW Klasse als Einstieg

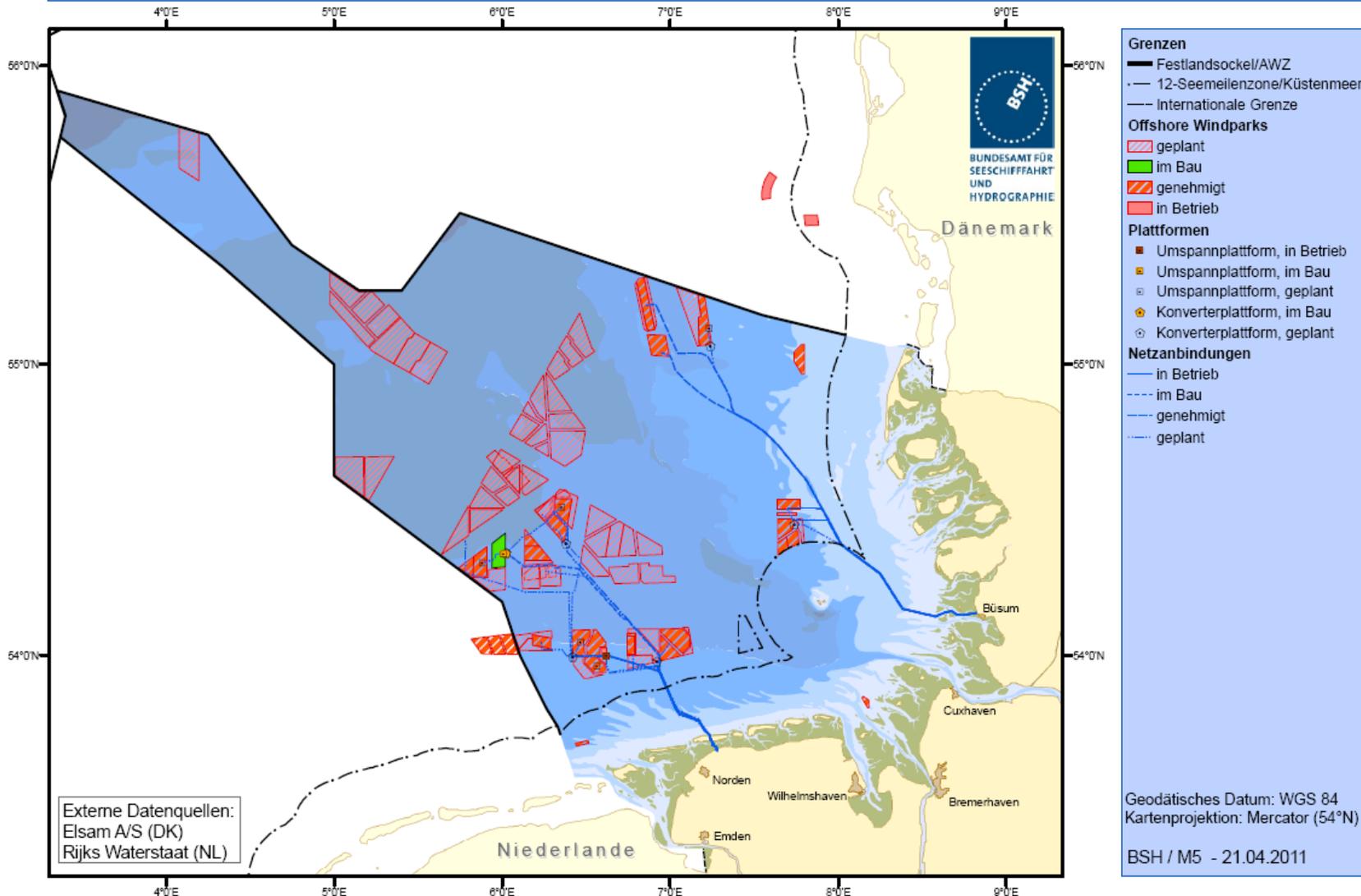




EIFER

# Offshore Deutschland - Nordsee

## Nordsee: Offshore Windparks

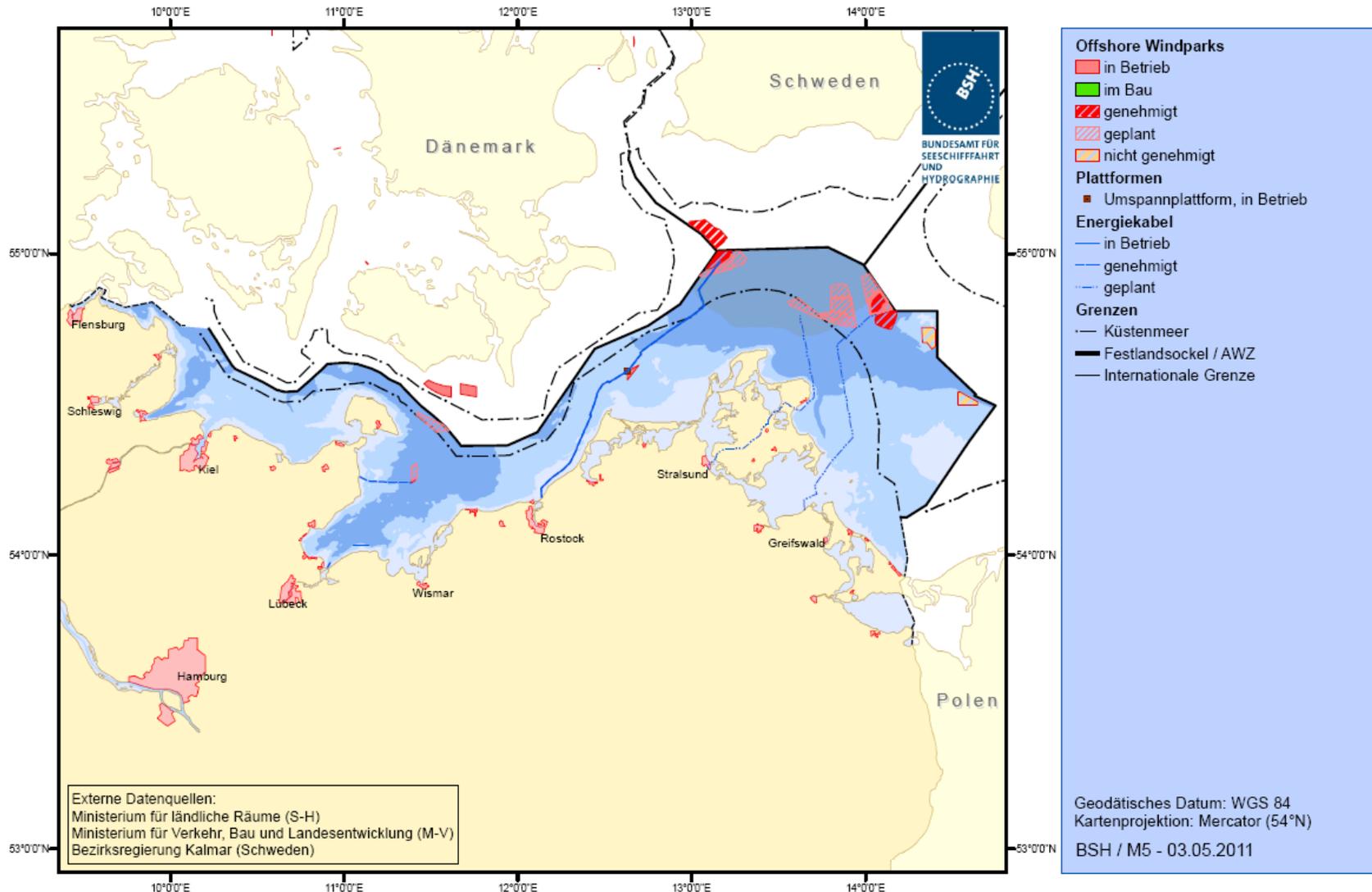




EIFER

# Offshore Deutschland - Ostsee

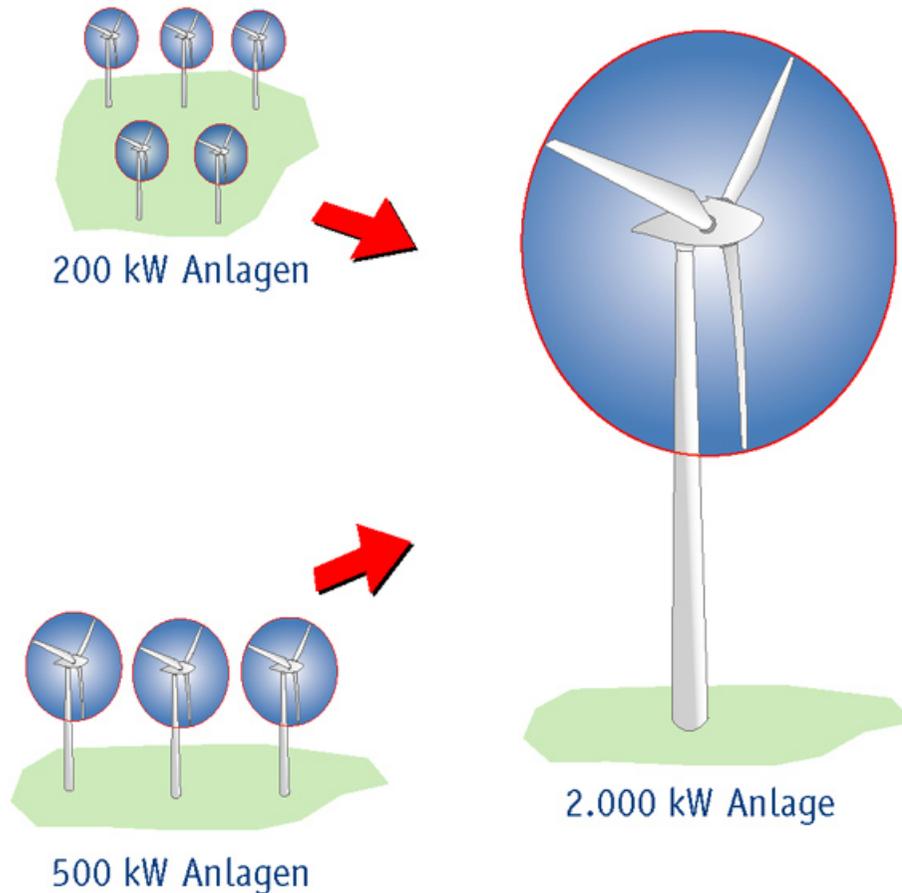
## Ostsee: Offshore Windparks





EIFER

# Repowering



## Standortoptimierung durch Anlagenerneuerung

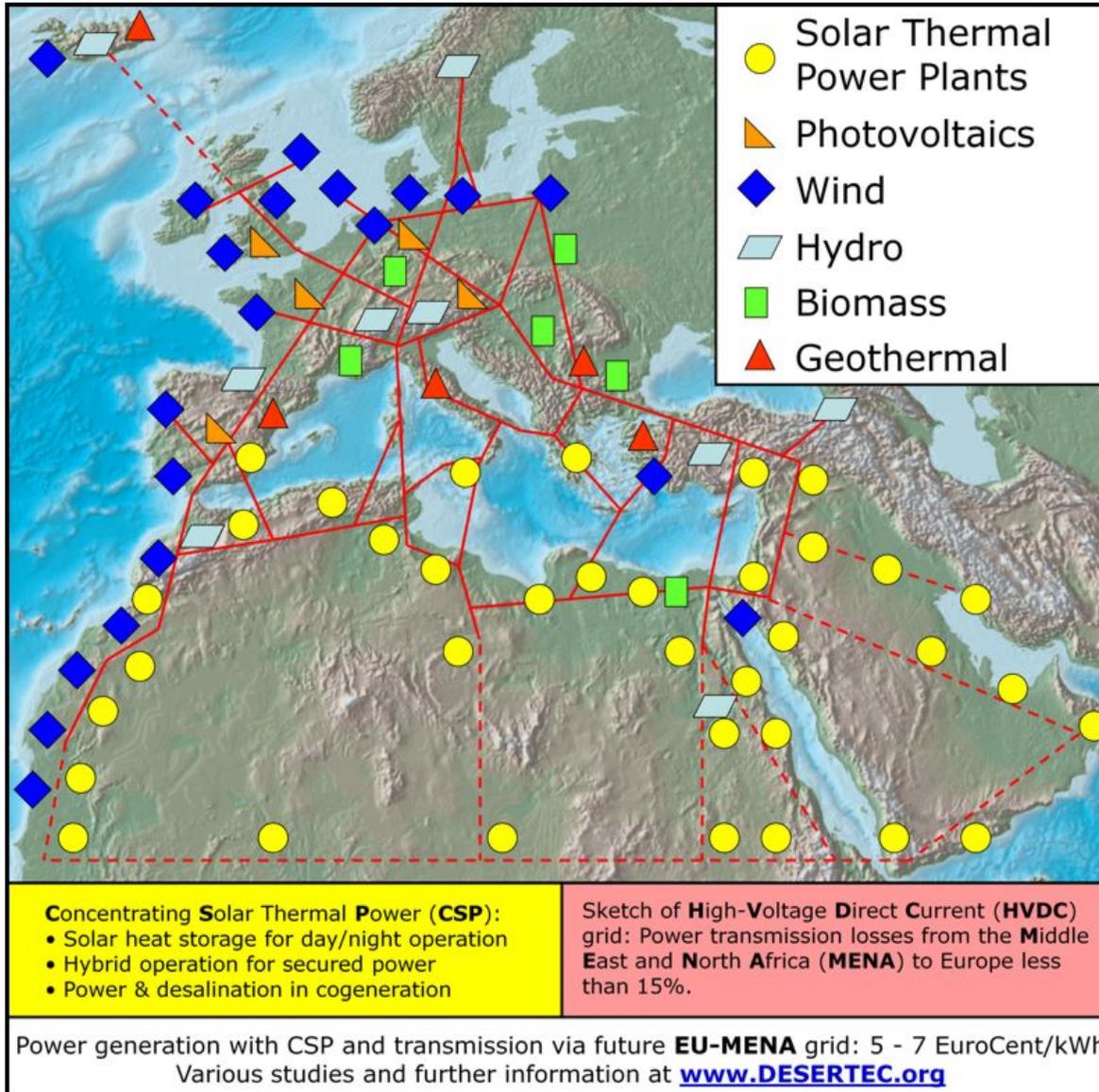
- Mindestens eine Halbierung der Anlagenzahl
- Verdopplung bis Verdreifachung der Leistung
- Verdreifachung bis Vervielfachung der Stromerträge



EIFER

# Supergrids ?

## Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation TREK

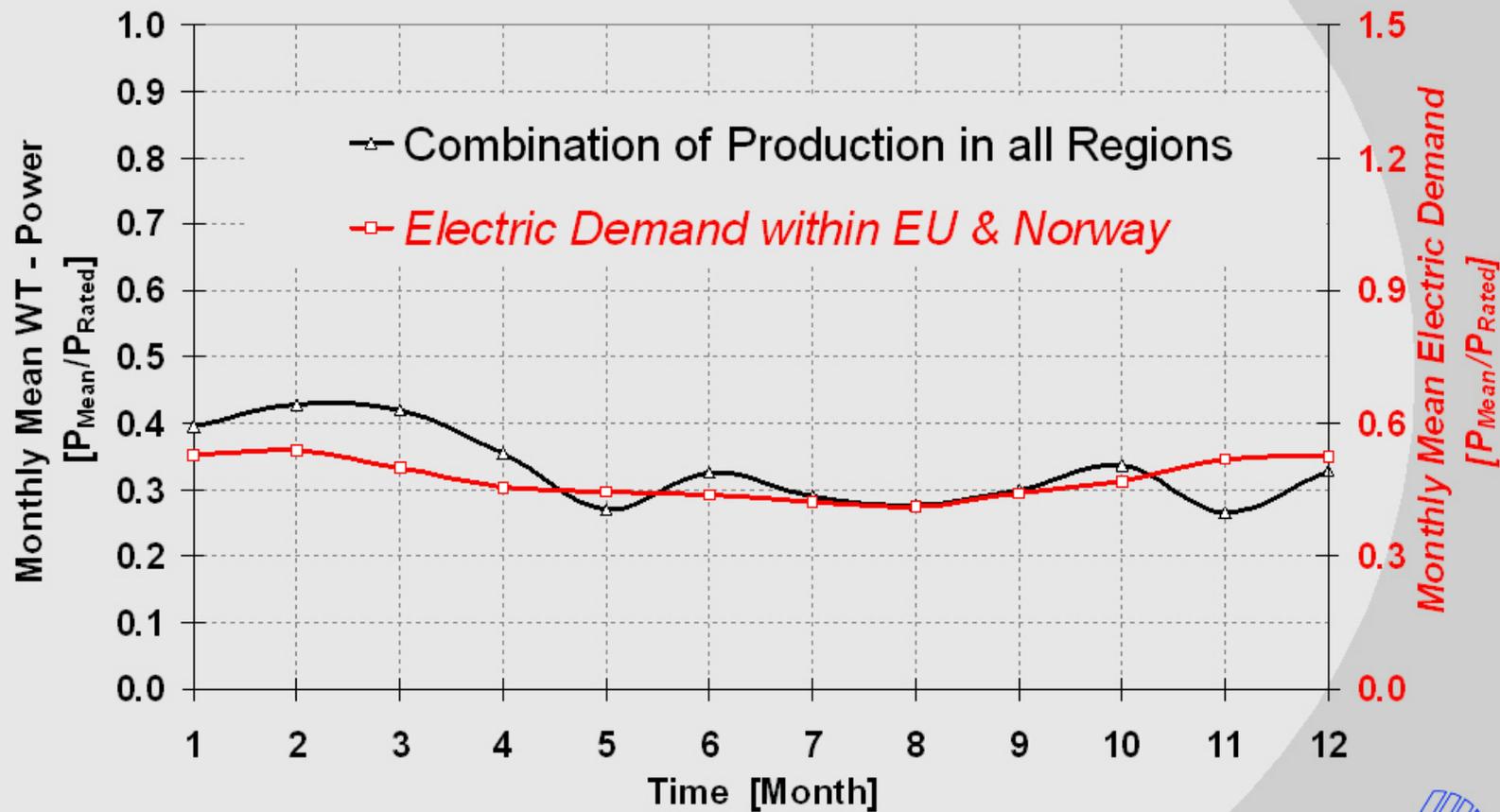




# Supergrids ?

Gregor Czisch

## Monthly Mean Electricity Production of Wind Power within Selected Favourable Regions at Land Sites and Electricity Demand



Meteorological data: ECMWF, ERA-15, 1990

G. Czisch 2000





EIFER

## Kleinstwindkraft ?

### **Aero6Gen-F**

Rotor: 6 Blatt

Durchmesser: 1,55

Generator: Permanent

Spannung: 12/24 Volt

Nennleistung: 240 Watt

Nennleistung bei ca.: 20,7 m/s

**Leistung bei 8 m/s: ca. 90 Watt**

Anlauf bei ca.: 2,8 m/s

Gewicht: ca. 16,0 kg

Sturmsicherung: Azimut

Kosten: 1.300 €





EIFER

## Kleinwindkraft ? Kosten ?

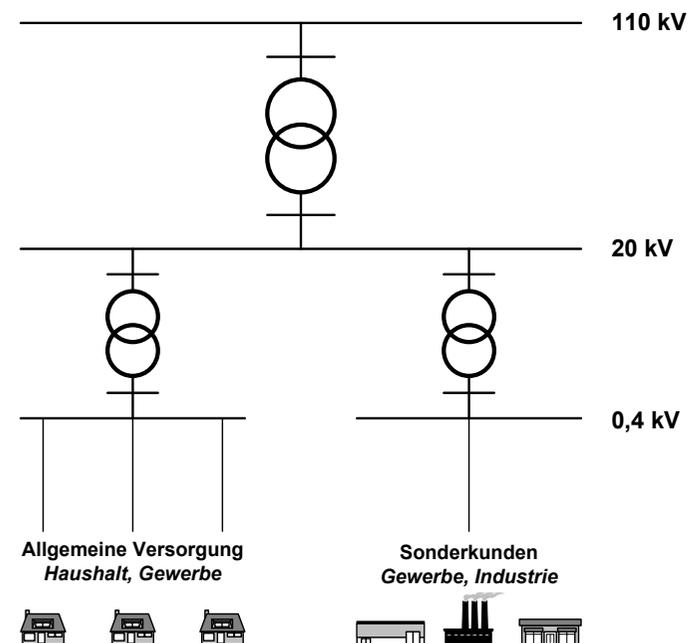
- Maschine
  - 1.500-5.000 €/kW
- Netzanschluss/Mast
  - 1.000 – 3.000 €
  - Genehmigung
- Gesamt
  - 2.500 – 8.000 €/kW
- Vergleich Großanlage
  - 1.000 €/kW
- Vorbilder ?
  - Großbritannien
  - USA



**Windenergieanlage Rappenecker Hof  
1,8 kW mit Ladegleichrichter  
für 48 V DC Sammelschiene**



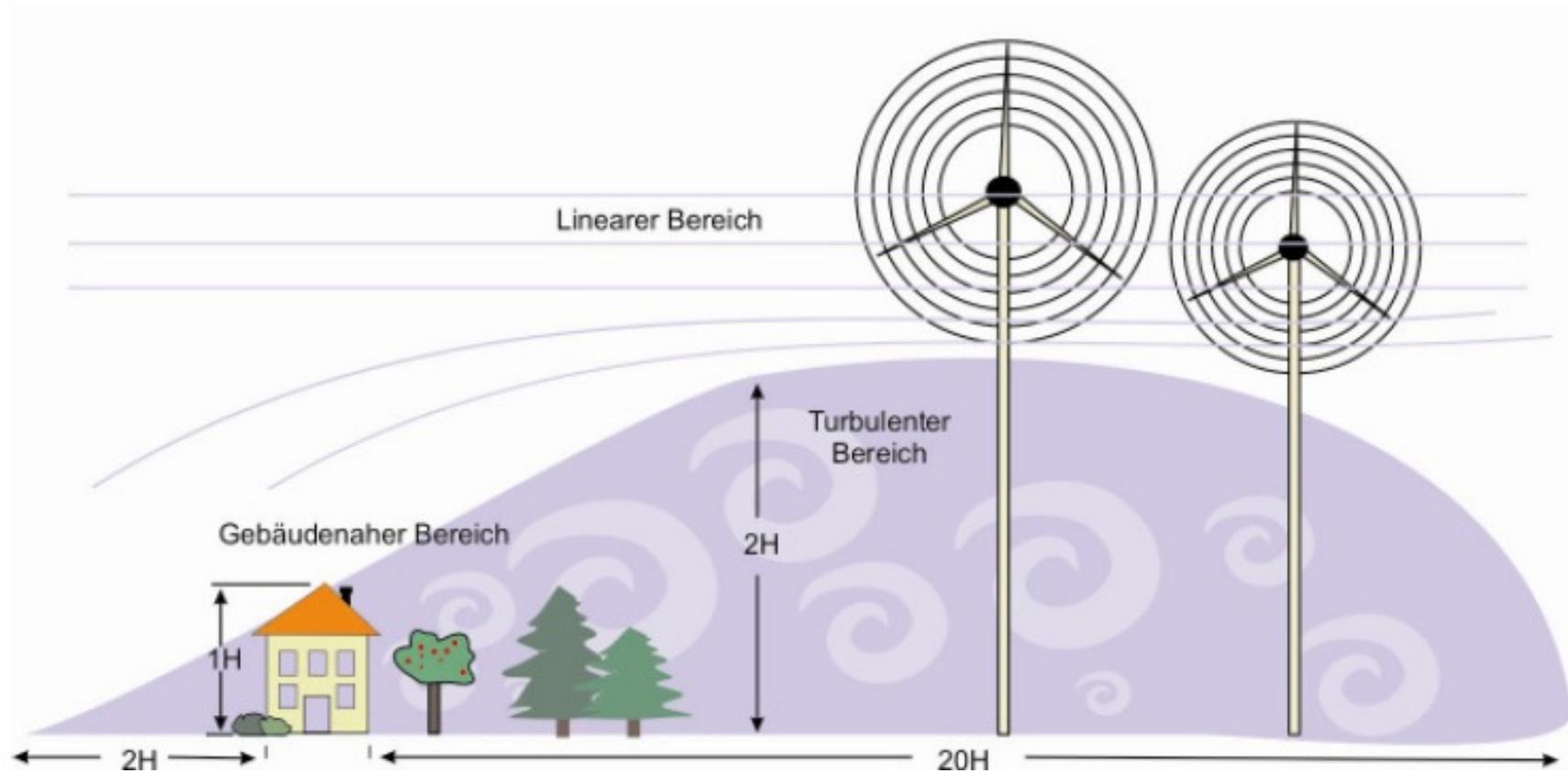
- Netzkosten sind Fixkosten
  - Ausnahme Verluste (I)
  - Thermische Überbeanspruchung
- Netznutzungsentgelte sind die praktikierbare Form einer Fixkostenumlage
- Aus dem Namen resultieren wirklichkeitsfremde Ansätze





# Kleinwindkraft in bebautem Gebiet

## Aufstellungsproblematik





## Kleinwindkraft LT 200 / 3dd

- 200 W
- 1,8 m
- Kosten ?





- Quite Revolution qr5
- 5m x 3.1m
- 6.000 – 10.000 kWh/a
- **50.000 € + Support + VAT**
- 8 k€/kWp
- 6 kW at 12 m/s (4.2 kW at 11 m/s)
- Start-up 4.5 m/s Shut-down 16 m/s
- *PV 1.000 kWh/(kWp\*a) / „5 k“€/kWp*





EIFER

## Kleinwindkraftanlagen

Aktuelle japanische Visionen Loopwind  $\mu$



- 2kW – 11kW
- 2 m/s – 14 m/s
- $P_N$  bei 12,8 m/s

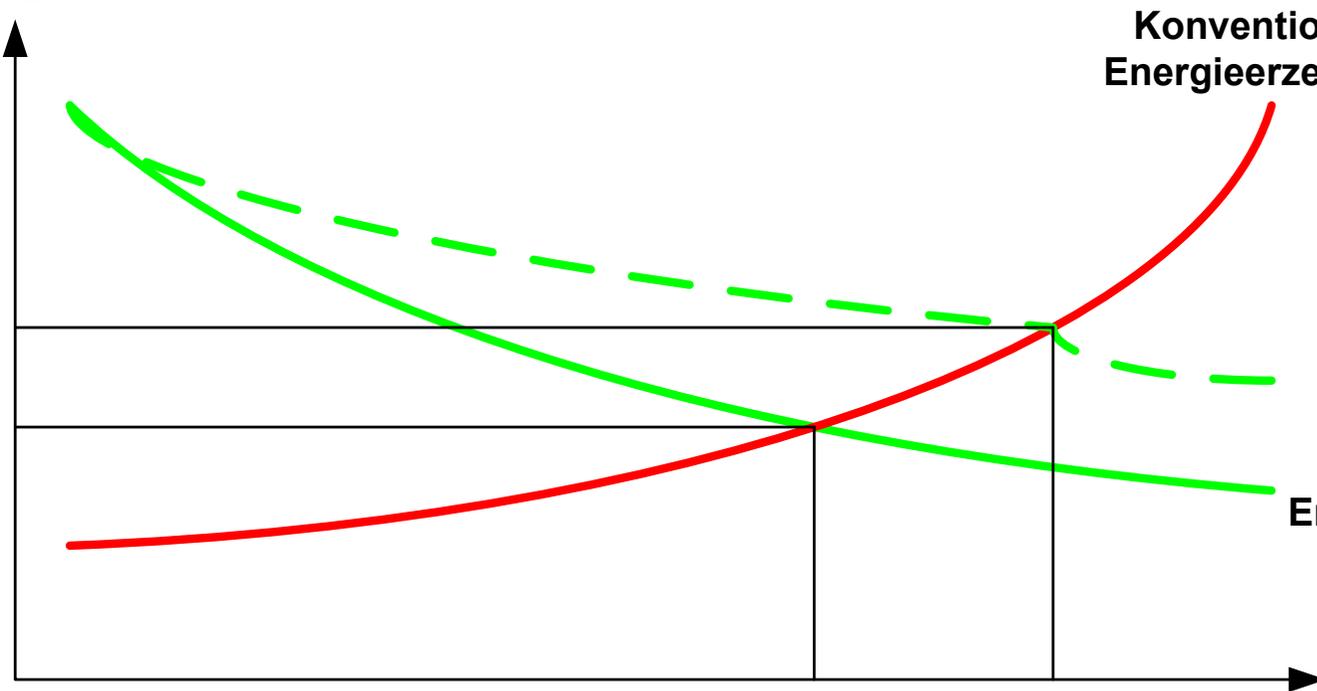




EIFER

# Die Zukunft ?

Gestehungskosten



Konventionelle  
Energieerzeugung

Regenerative  
Energieerzeugung

Zeit