

# Energieversorgung im Spannungsfeld

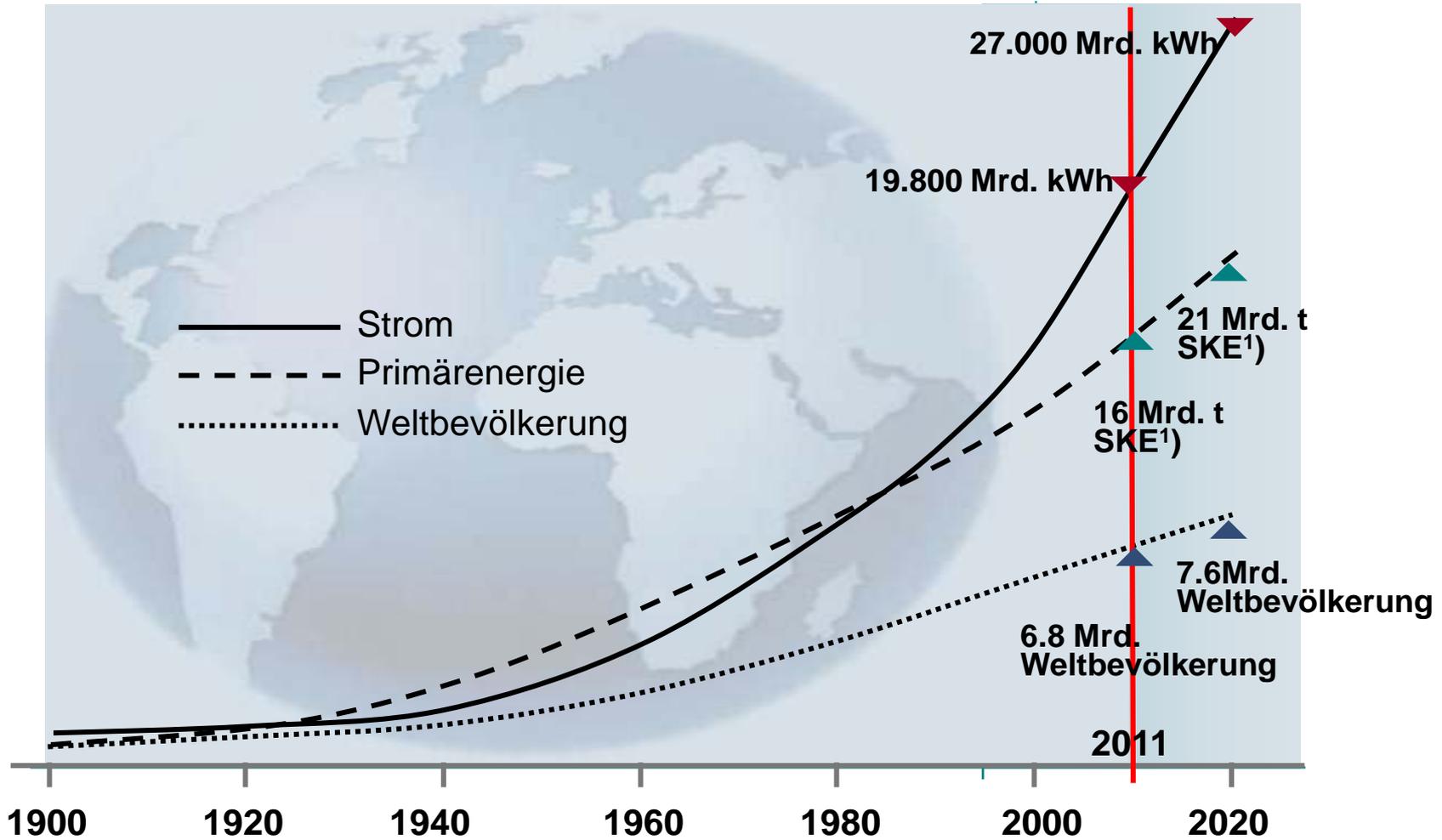
– Wie lösen wir die Energienachfrage bis 2050?

**Dr. Peter Fritz**

Vizepräsident für Forschung und Innovation



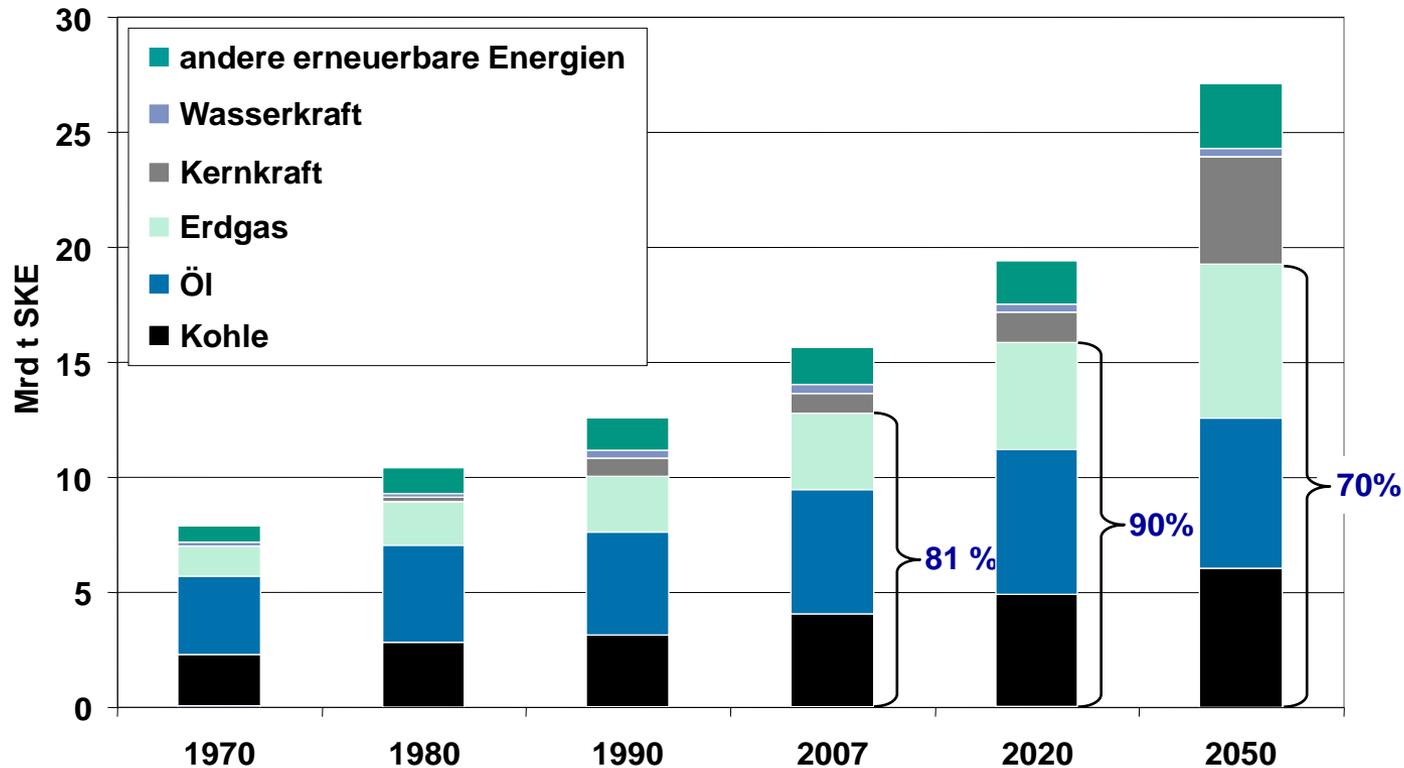
# Bevölkerungswachstum, Primärenergieverbrauch und Stromverbrauch



<sup>1)</sup> Steinkohleeinheiten

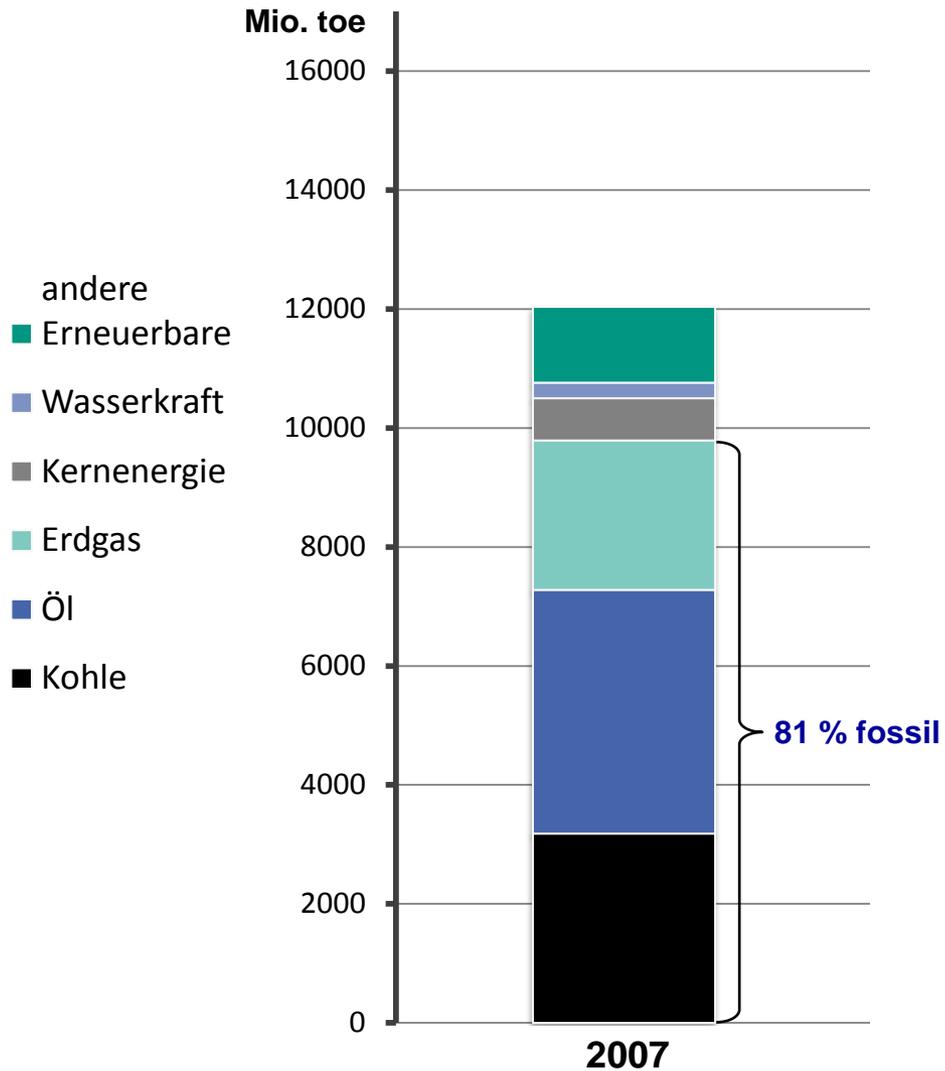
Quelle: WNA, UN, IEA, Siemens PG

# Globaler Energieverbrauch nach Primärenergieträgern



Daten: BP, IEA  
Prognose: World Energy Council

# Globaler Primärenergieverbrauch – Status Quo



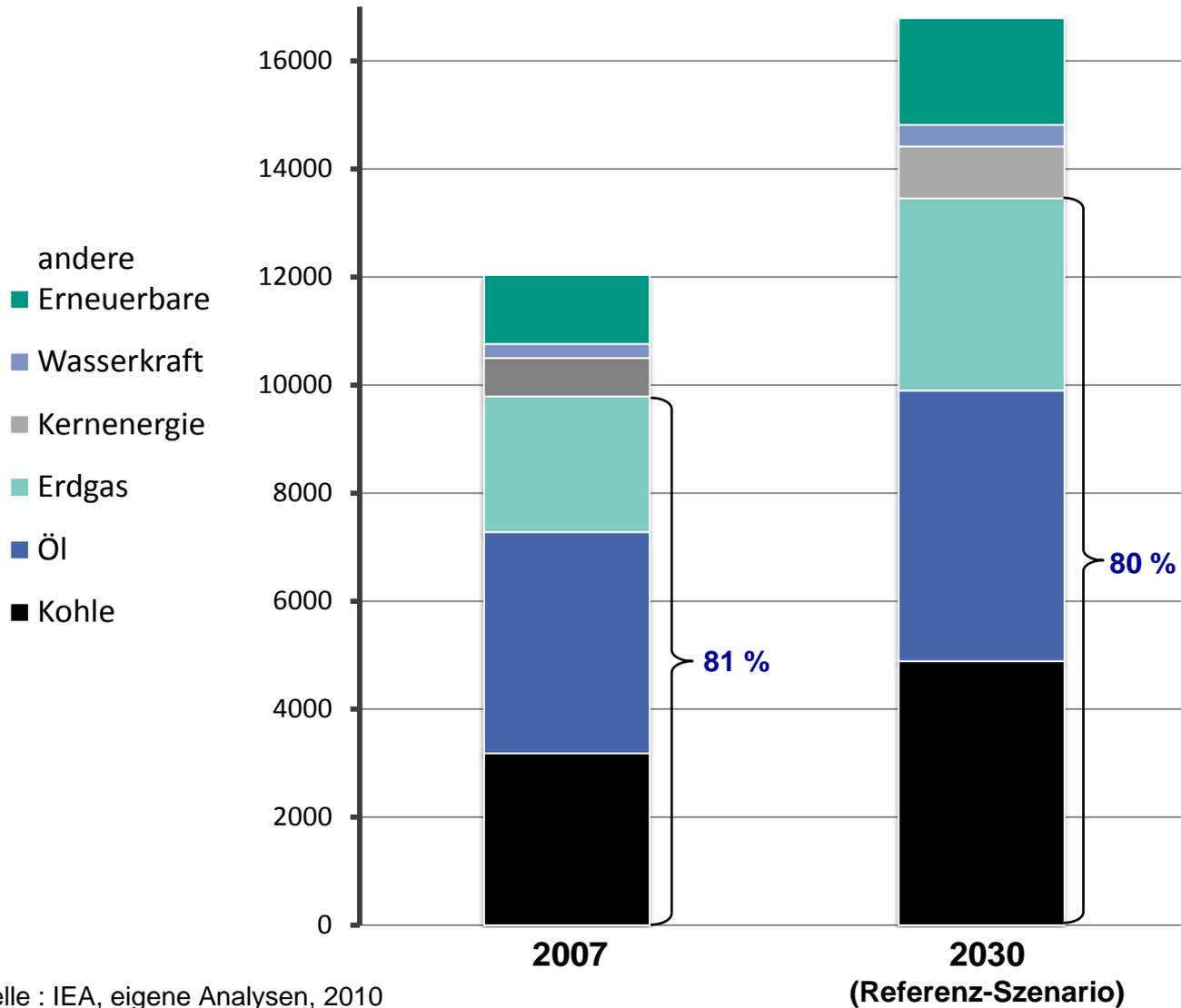
Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

# Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs bis 2030

## Referenz-Szenario (IEA, 2010):

Entwicklung der globalen Energiemärkte und die Treibhausgasemissionen, wenn die Regierungen keine zusätzlichen Politiken und Maßnahmen ergreifen.

# Globaler Primärenergieverbrauch



# Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs bis 2030

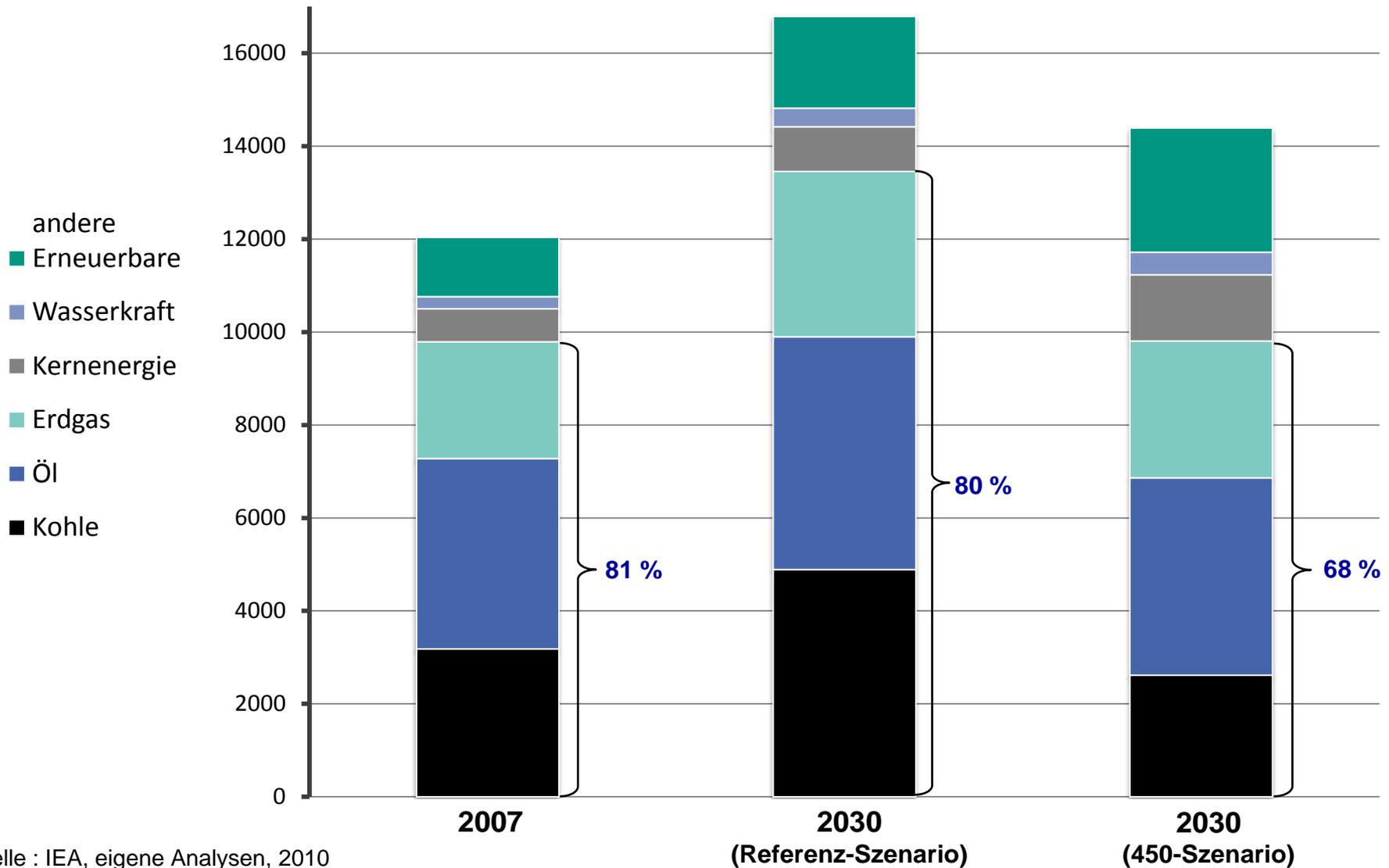
## Referenz-Szenario (IEA 2010):

Entwicklung der globalen Energiemärkte und die Treibhausgasemissionen, wenn die Regierungen keine zusätzlichen Politiken und Maßnahmen ergreifen.

## 450-Szenario (IEA, 2010):

Mit politischen Maßnahmen wird die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf 450 ppm CO<sub>2</sub>-Äquivalent begrenzt.

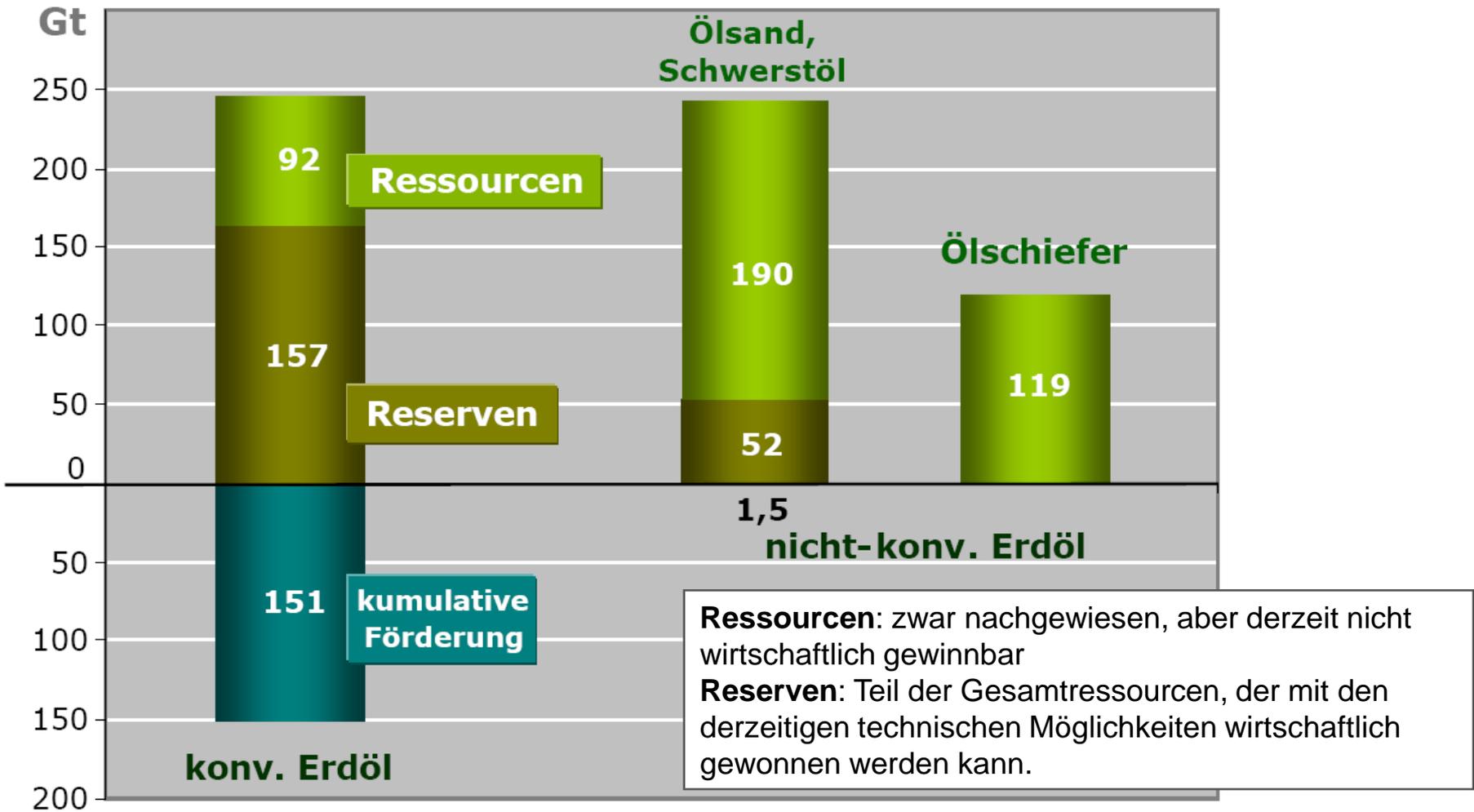
# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

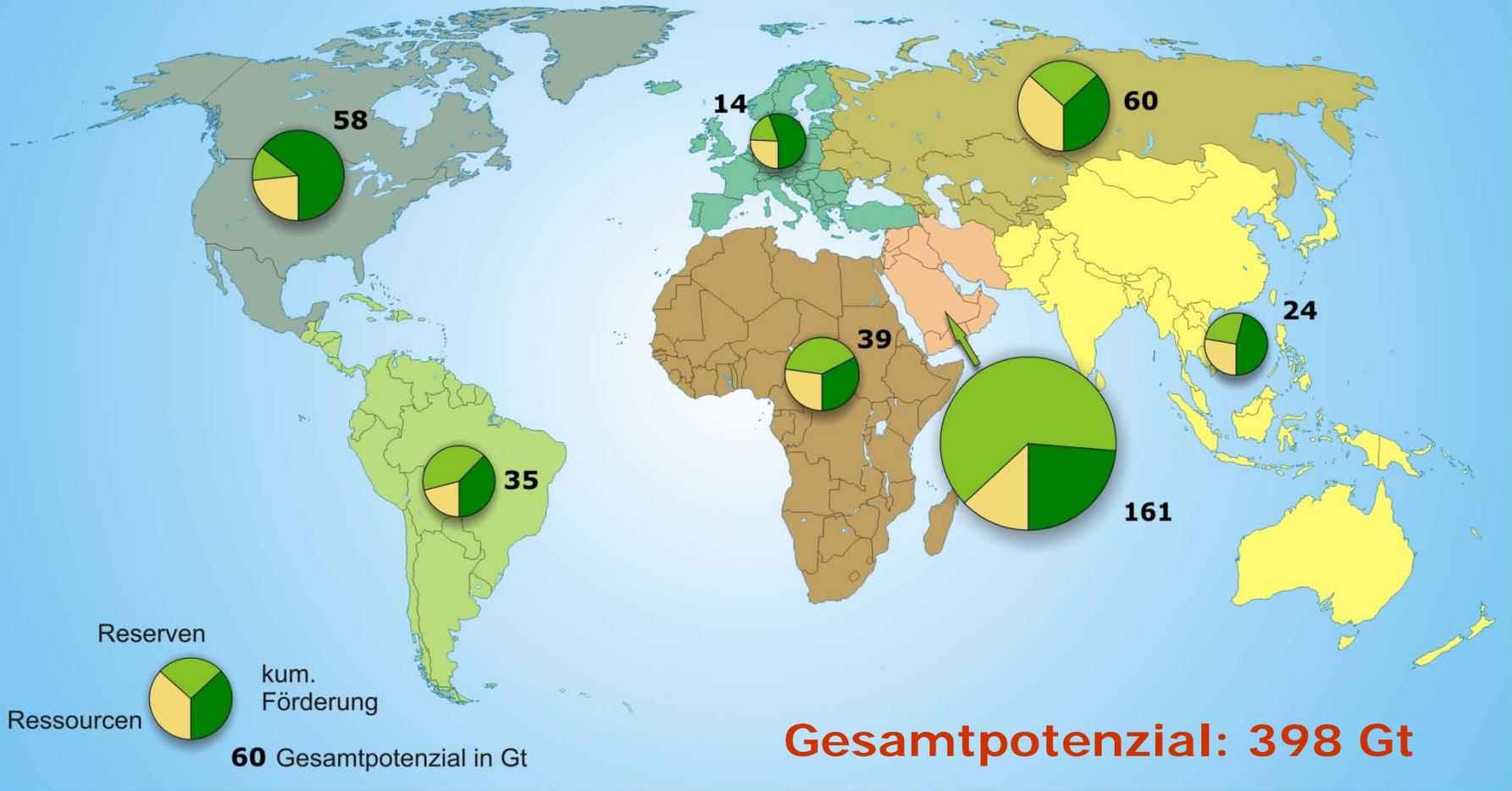


# Gesamtpotenzial an Erdöl



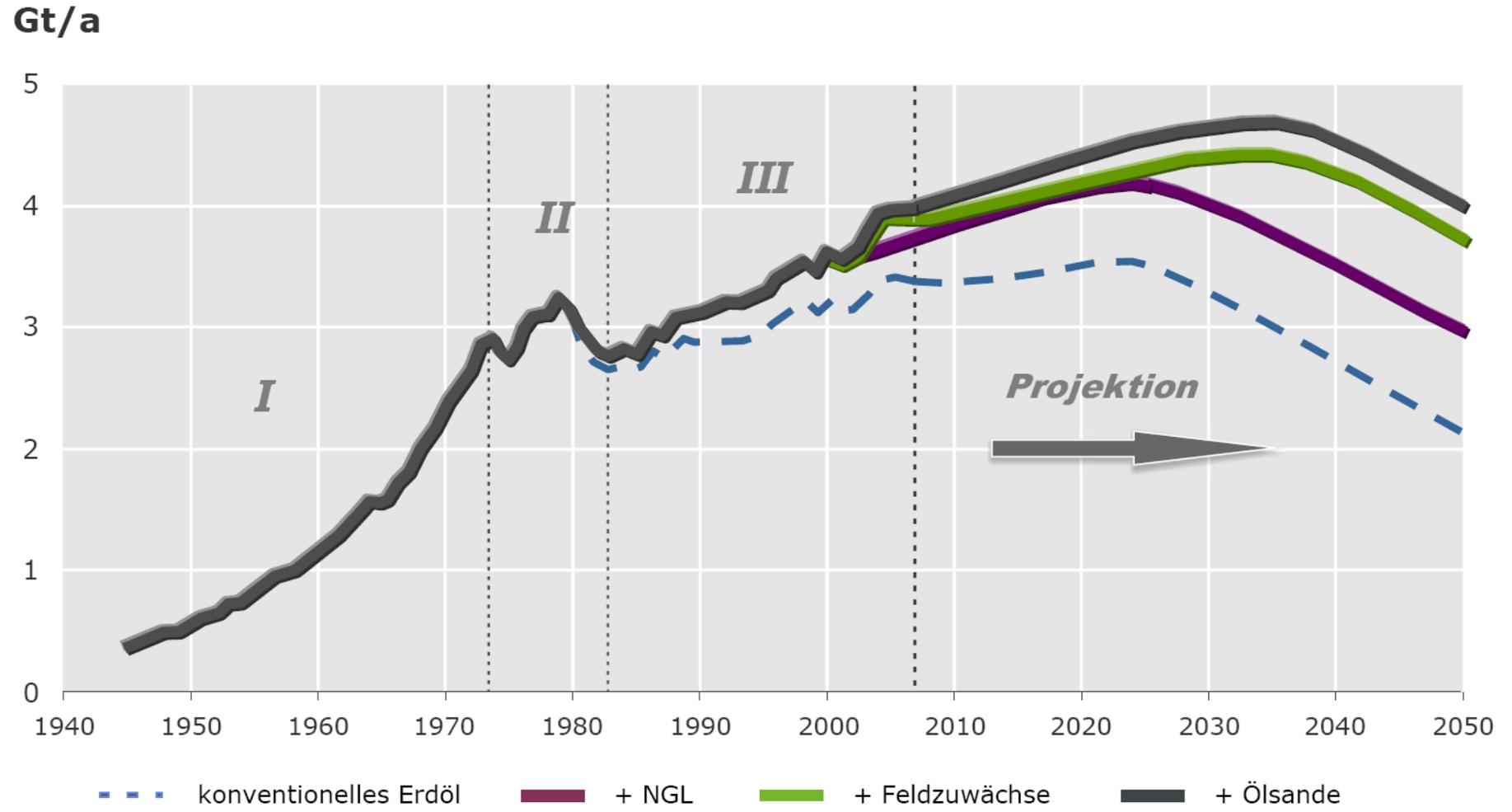
Quelle : Rempel, BGR

## Erdöl



Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007

# Projektion Erdölförderung

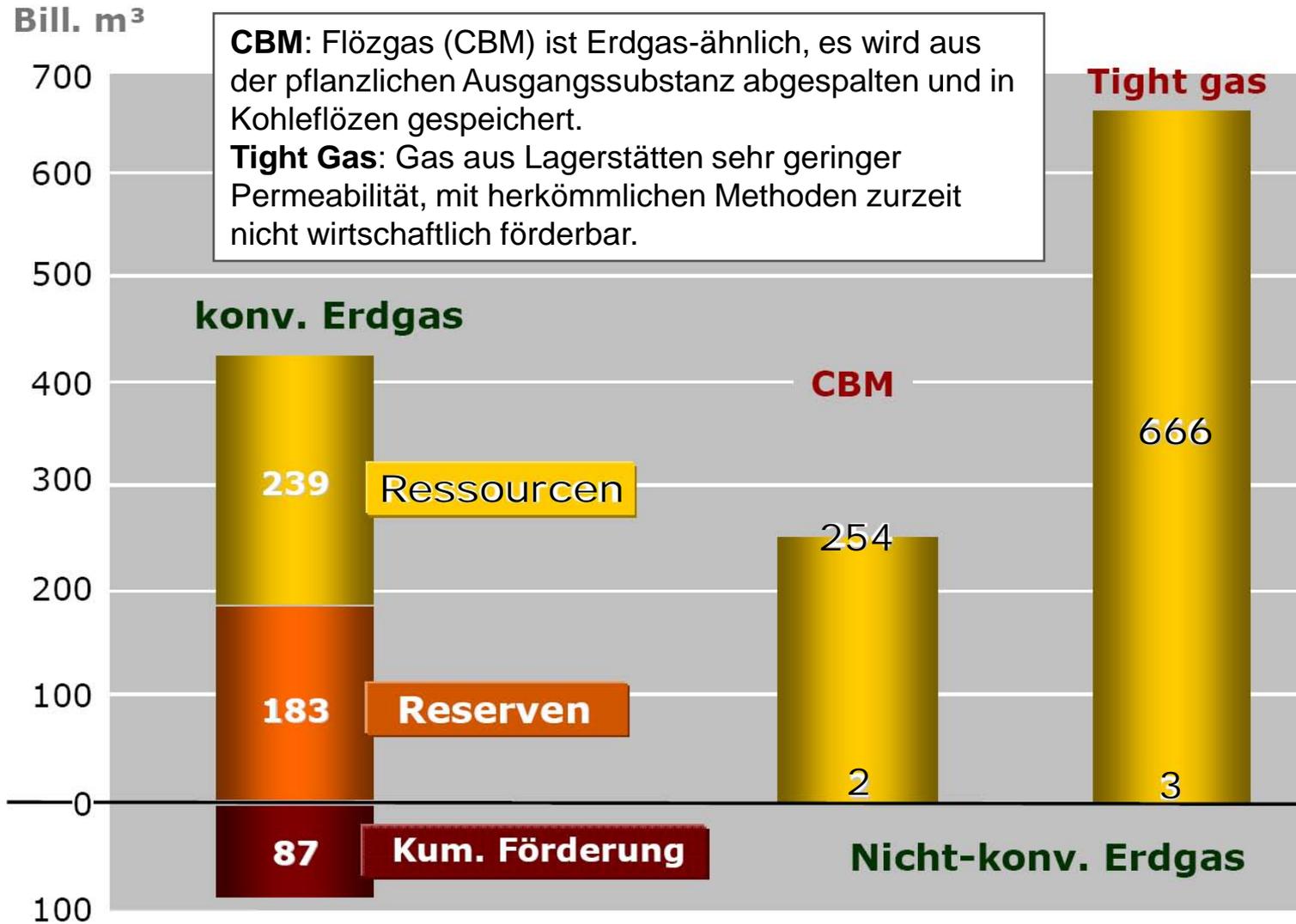


Quelle : Rempel, BGR

# Gas

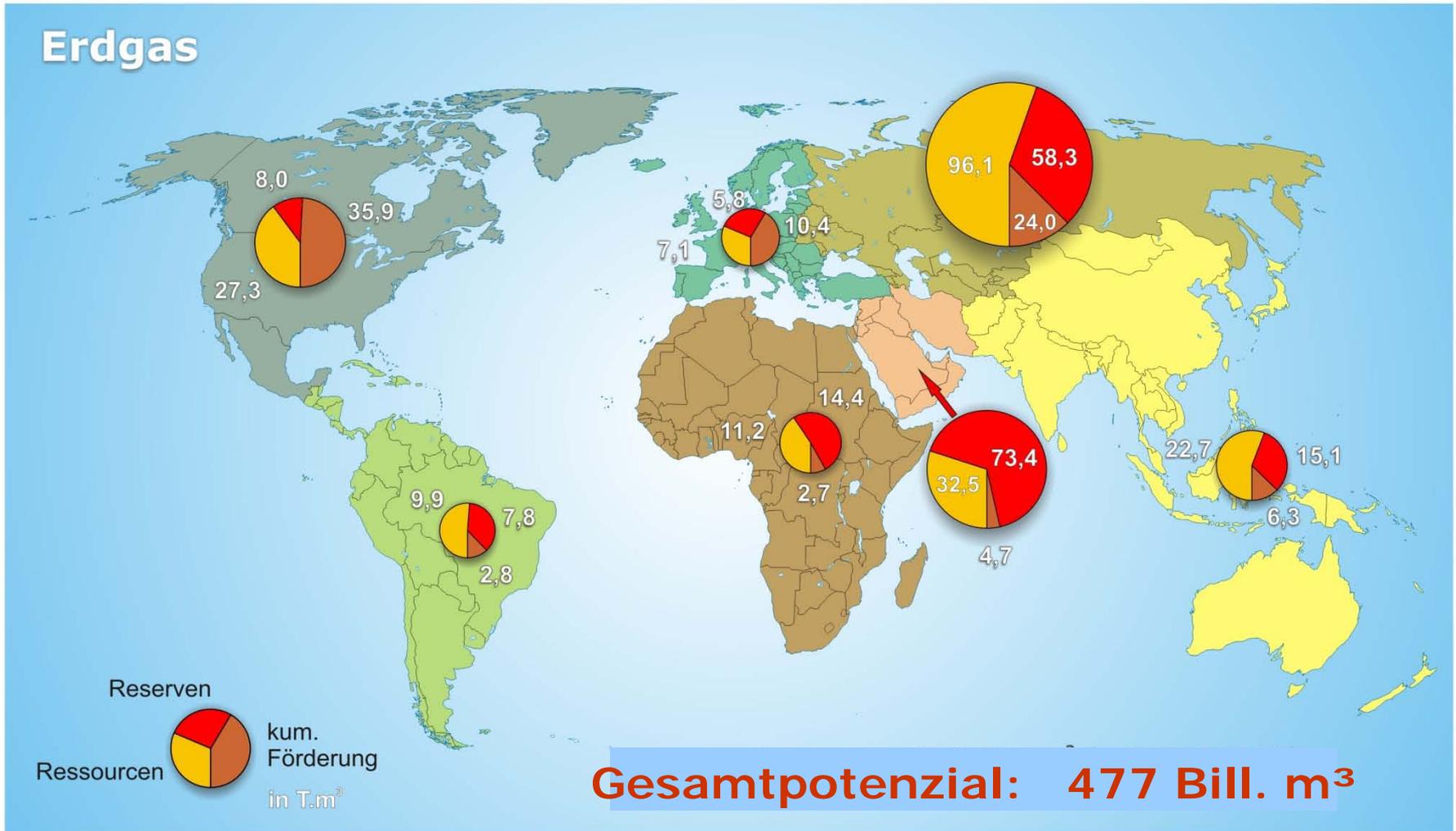


# Gesamtpotenzial an Erdgas

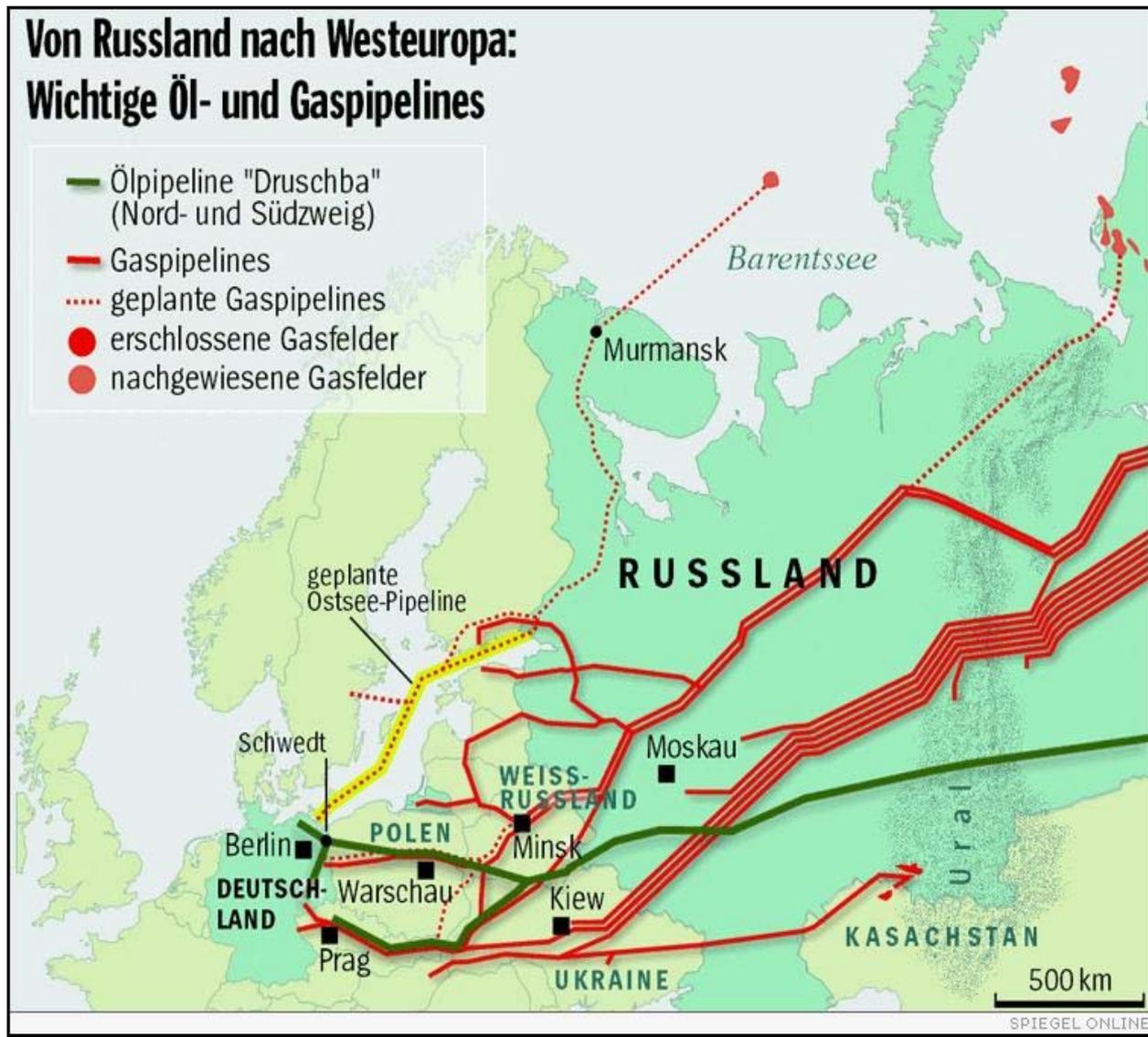


Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007

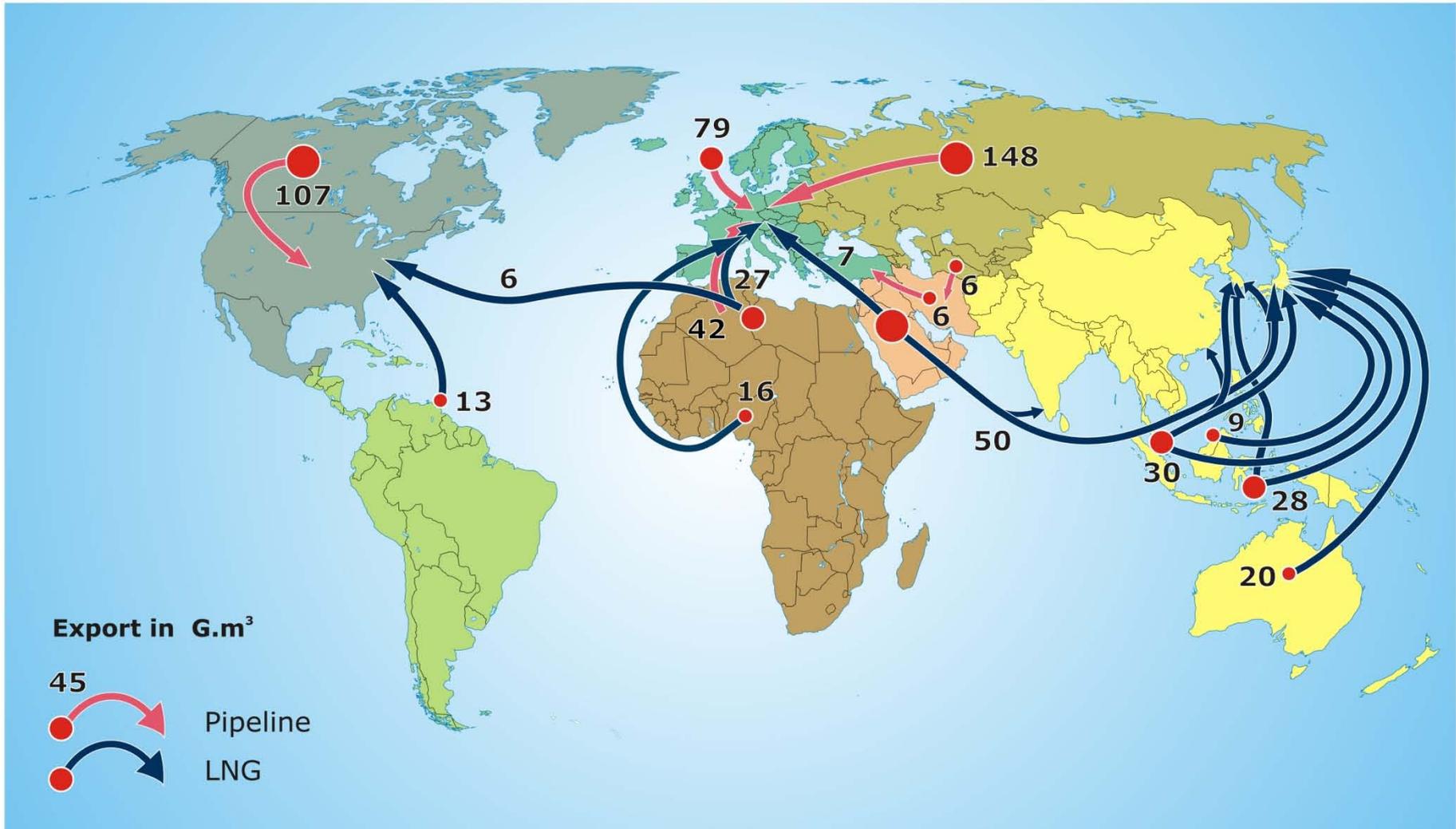
## Erdgas



Quelle : Rempel, BGR

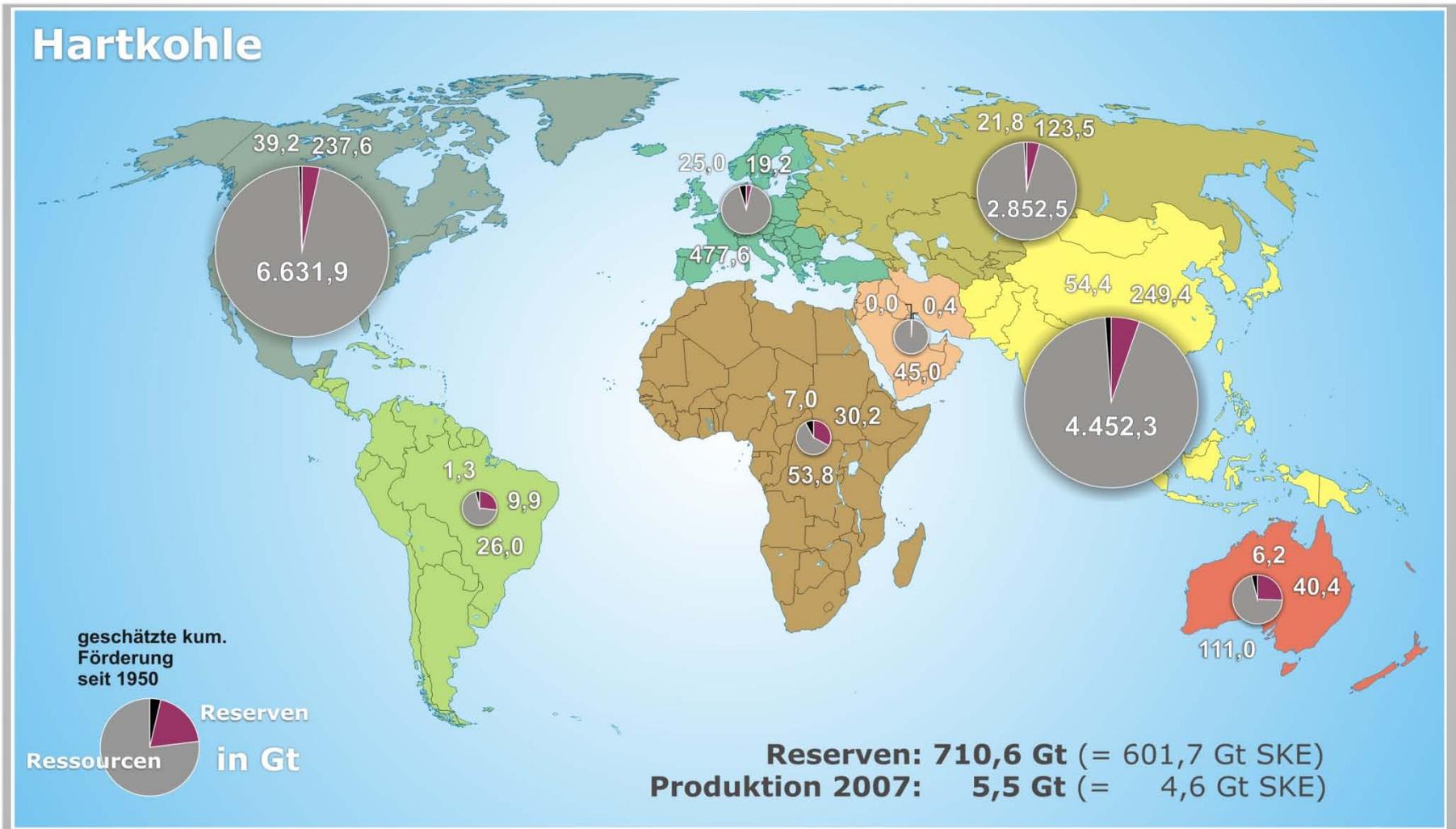


Quelle: Spiegel Online



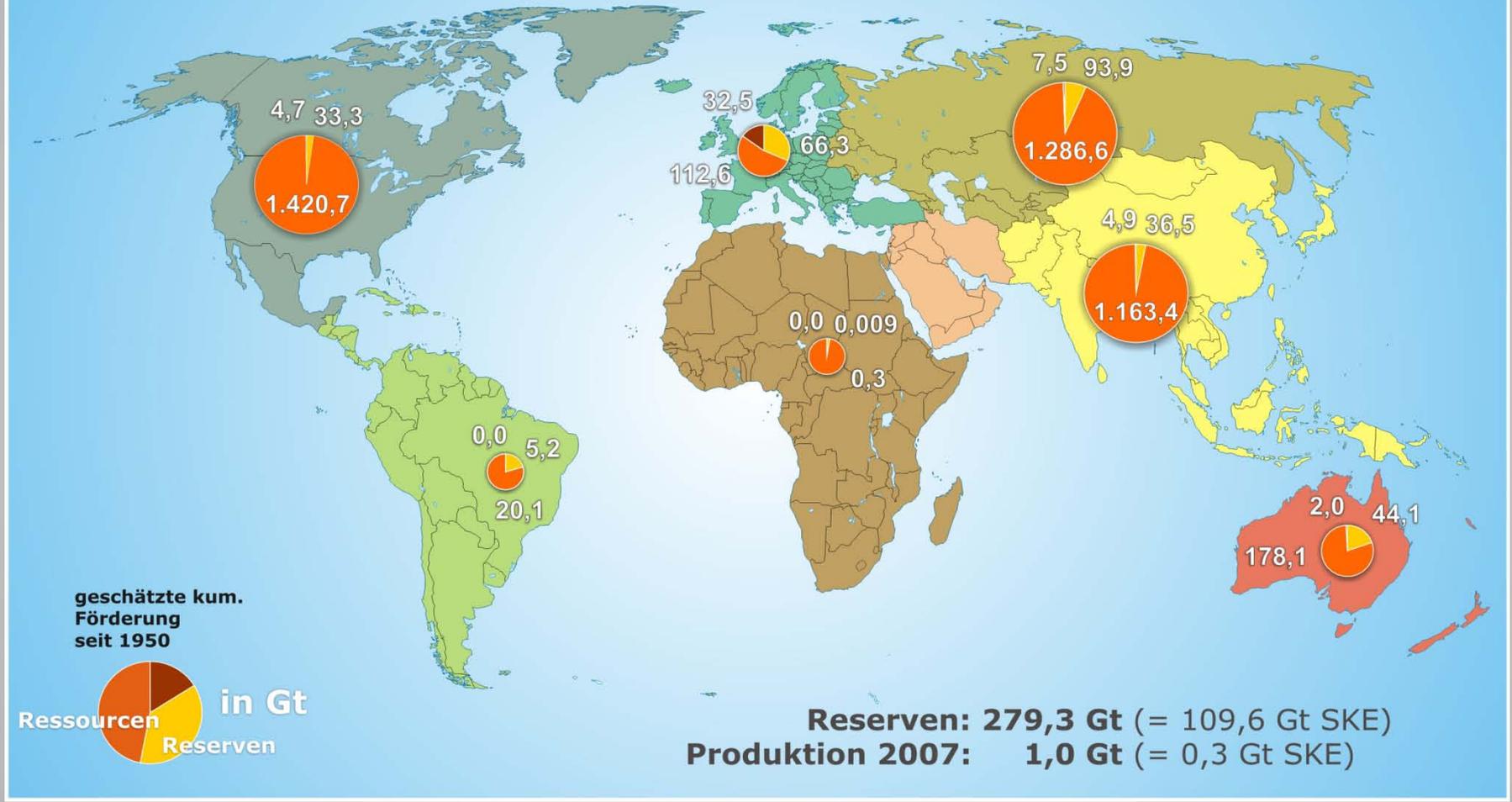
Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007





Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007

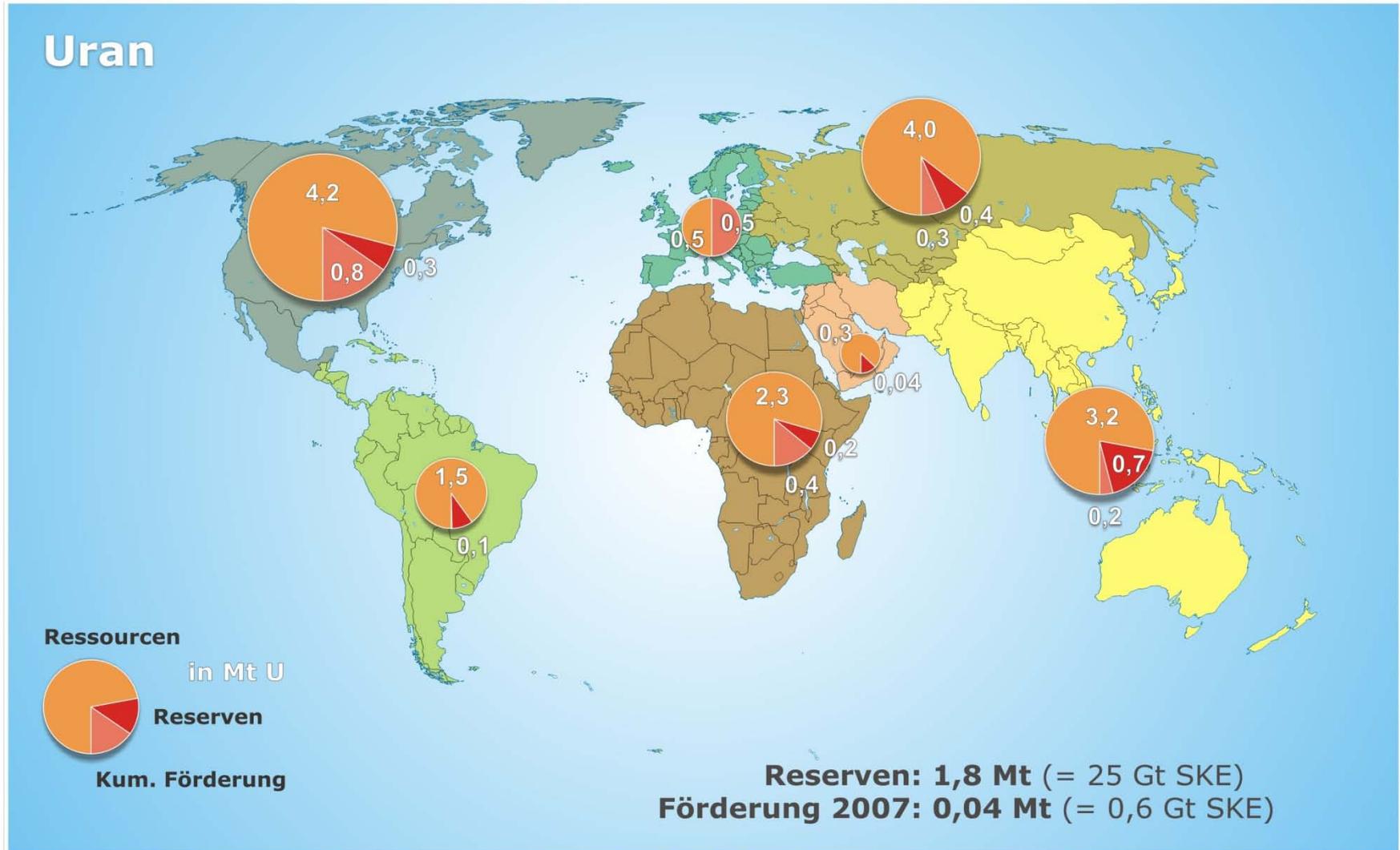
## Weichbraunkohle



Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007

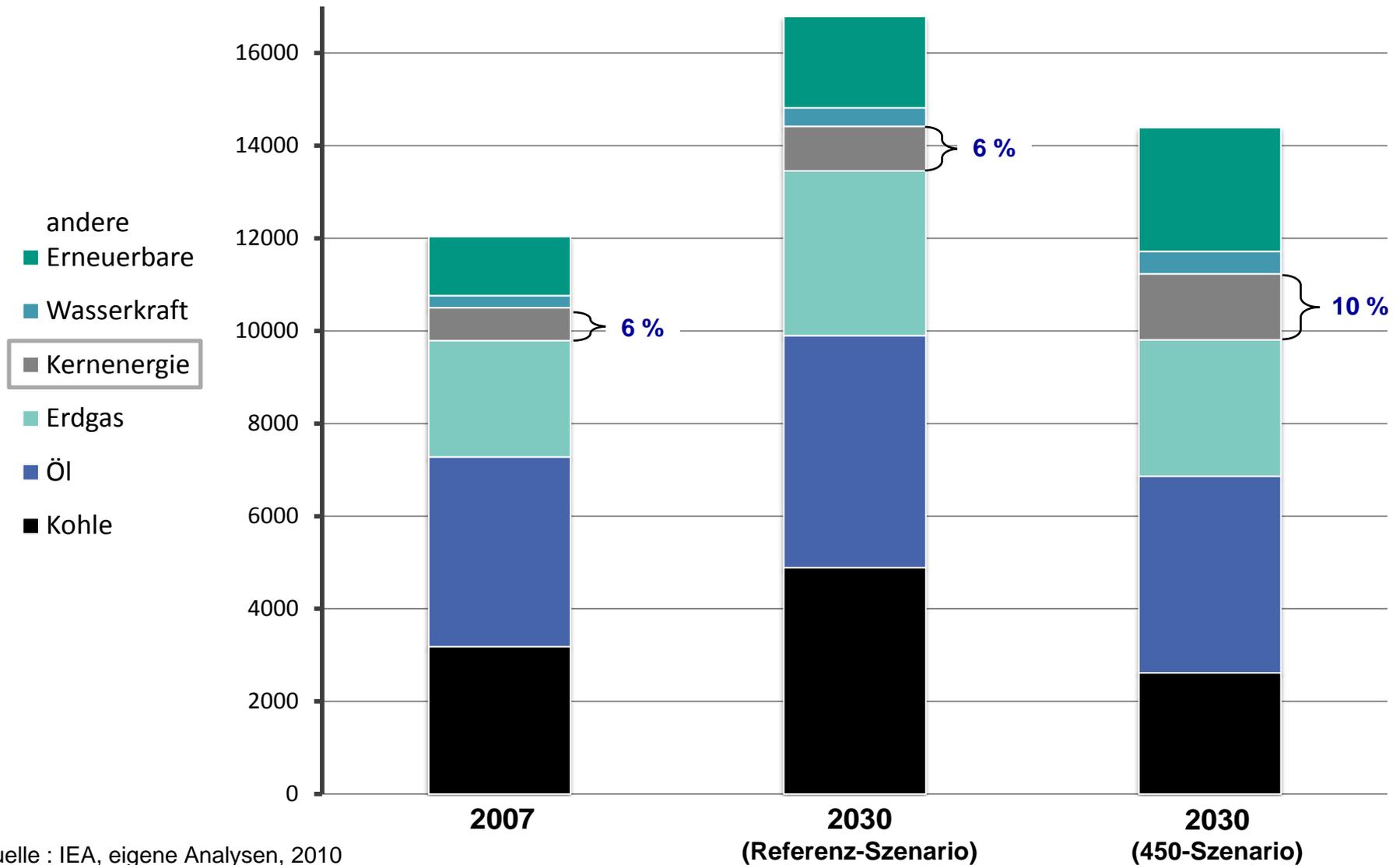
# Uran





Quelle : Rempel, BGR, Daten 2007

# Globaler Primärenergieverbrauch

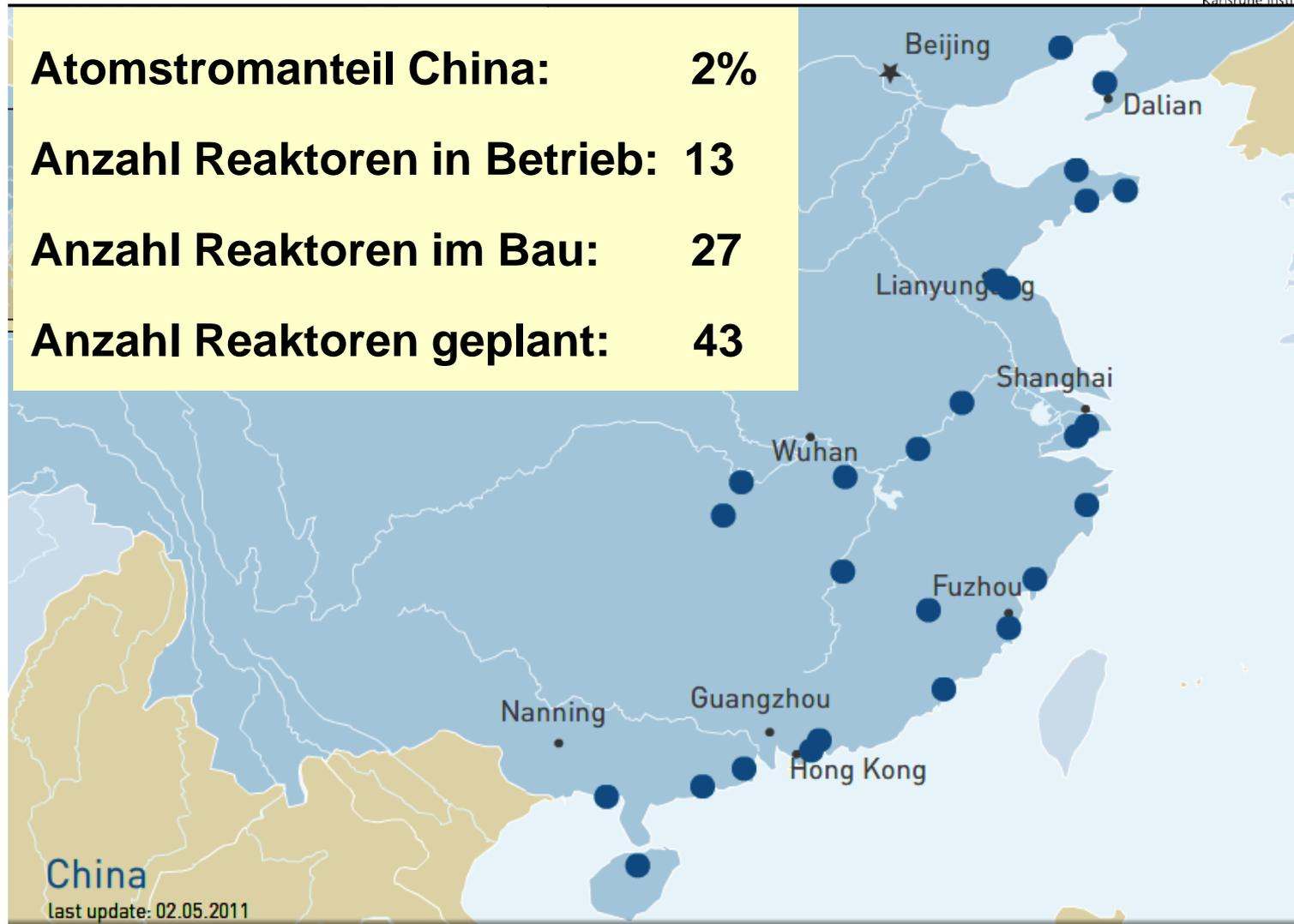


# Reaktoren in Bau



Quelle: S. Krüger, AREVA NP GmbH

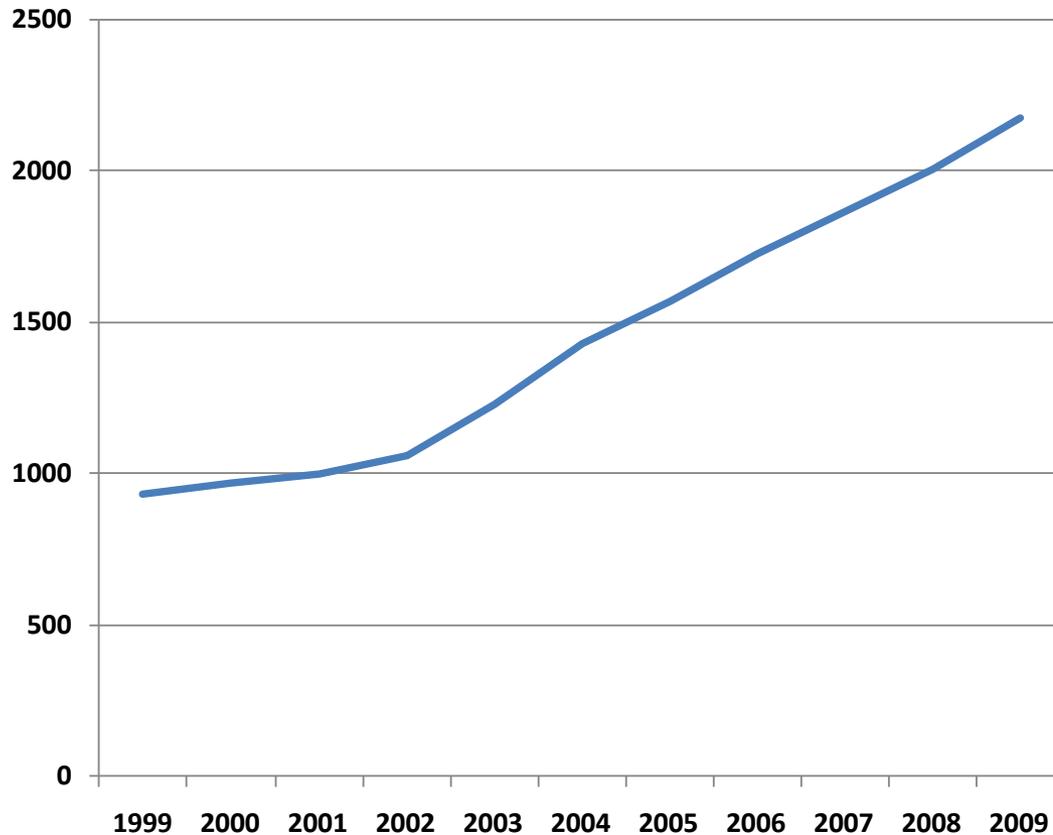
# Kernkraftanlagen in China (Mai 2011)



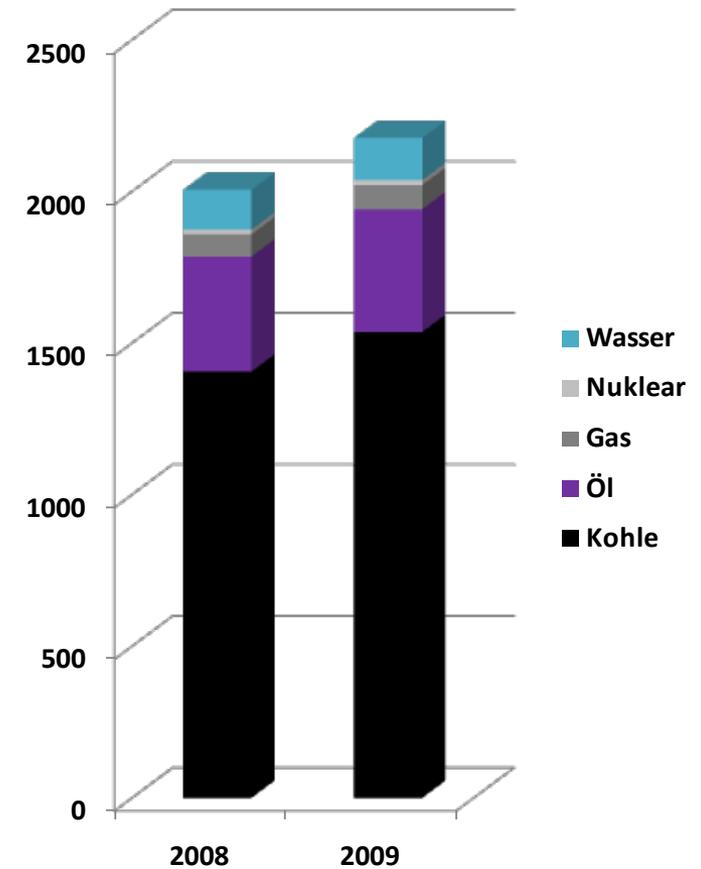
Quelle: Nuklearforum CH (2010)

# Energieversorgung in China (Mio. toe)

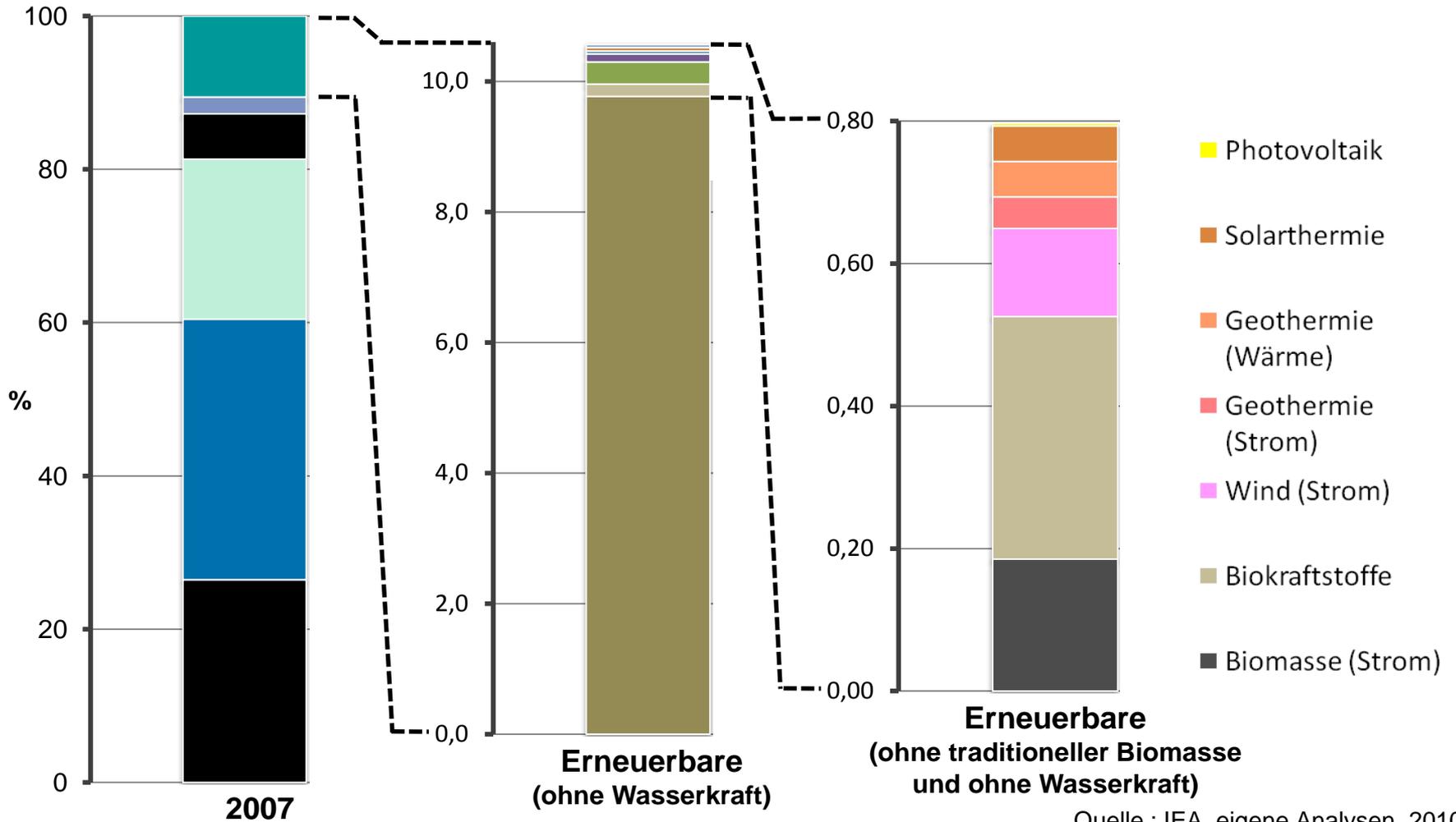
## Primärenergieverbrauch



## Energiemix

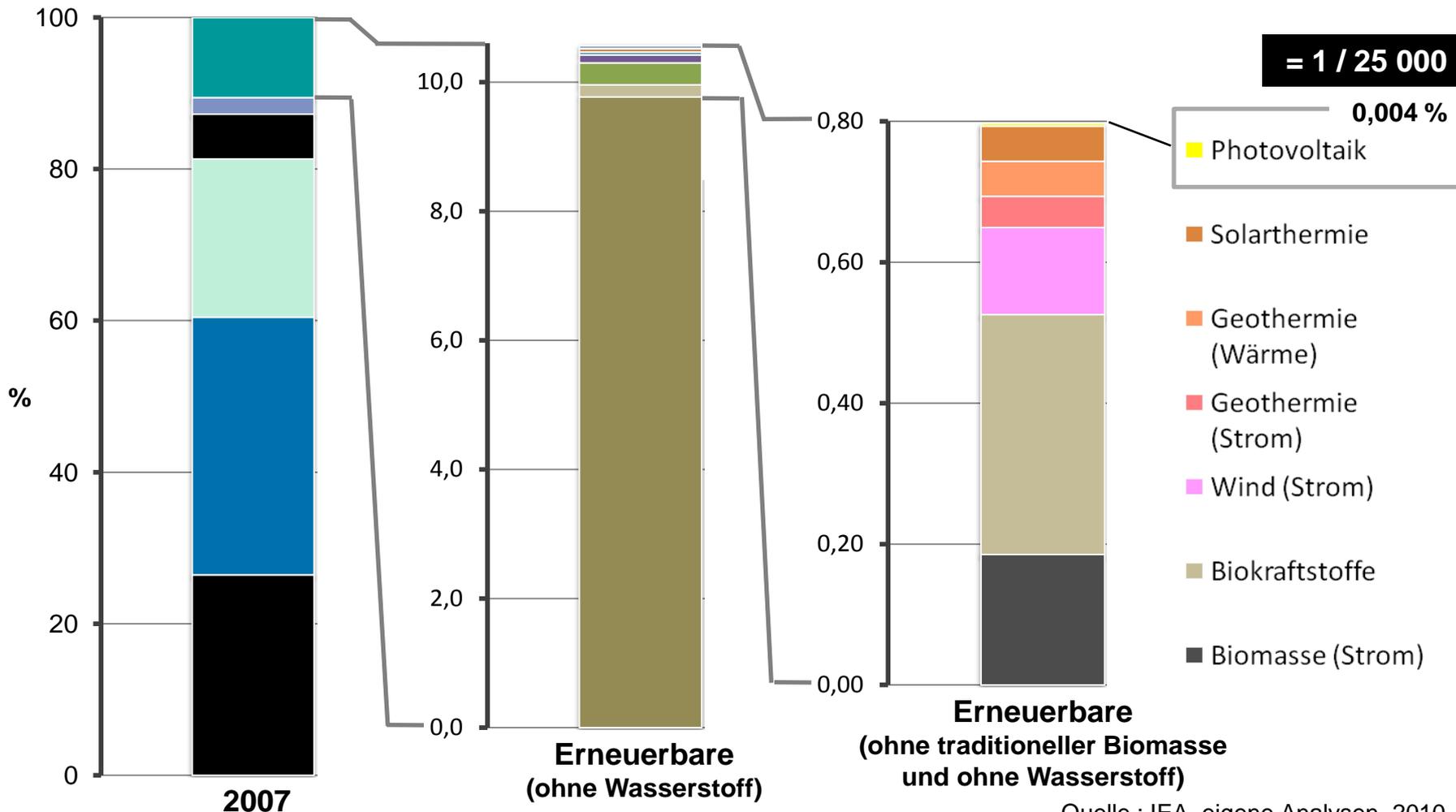


# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

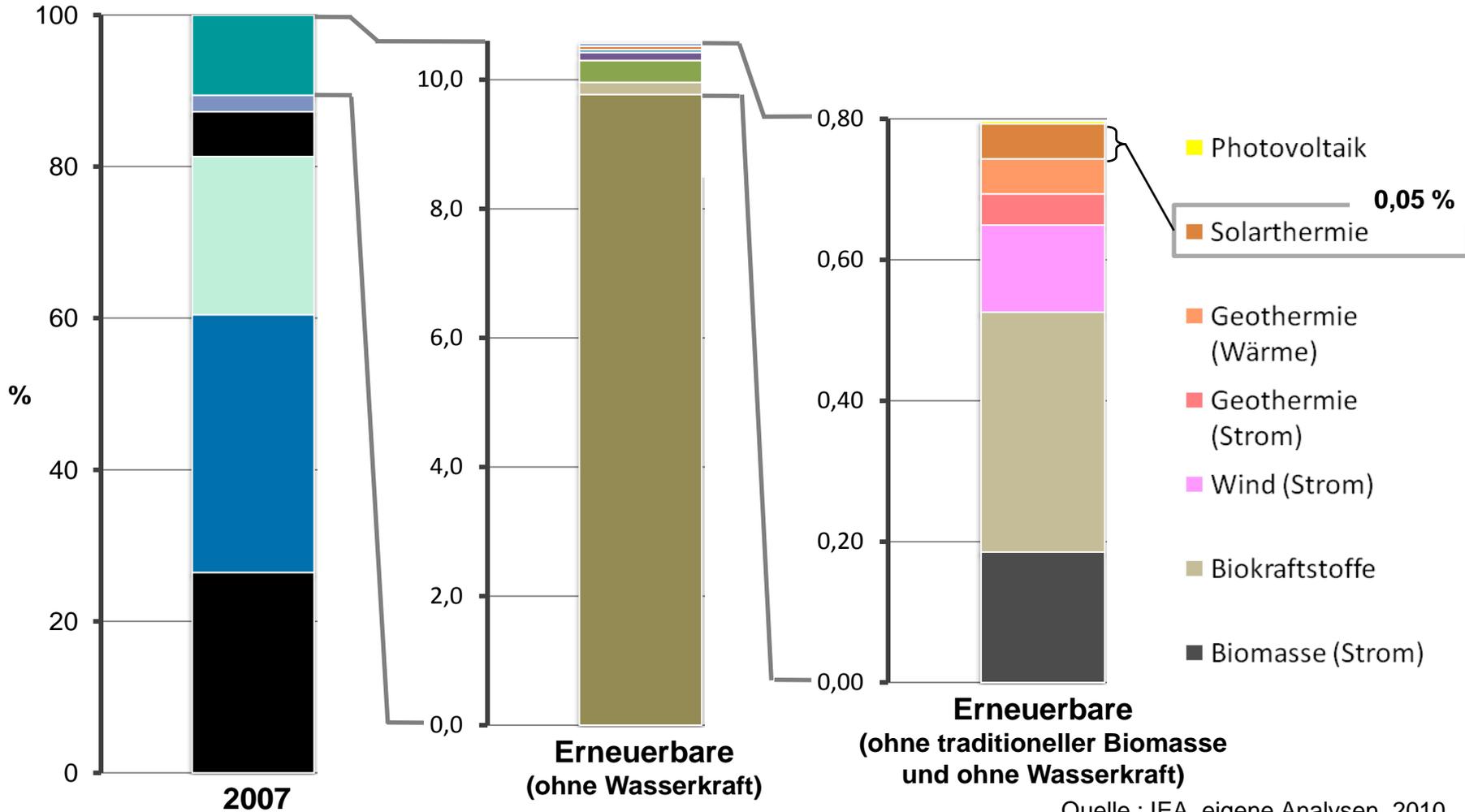
# Solarstromerzeugung in Deutschland

- In Deutschland wurden in 2010 ca. 50% aller weltweit installierten Photovoltaikanlagen betrieben.
- 2010 betrug der Anteil der Solarstromerzeugung in Deutschland ca. 1,9% der insgesamt erzeugten Strommenge.



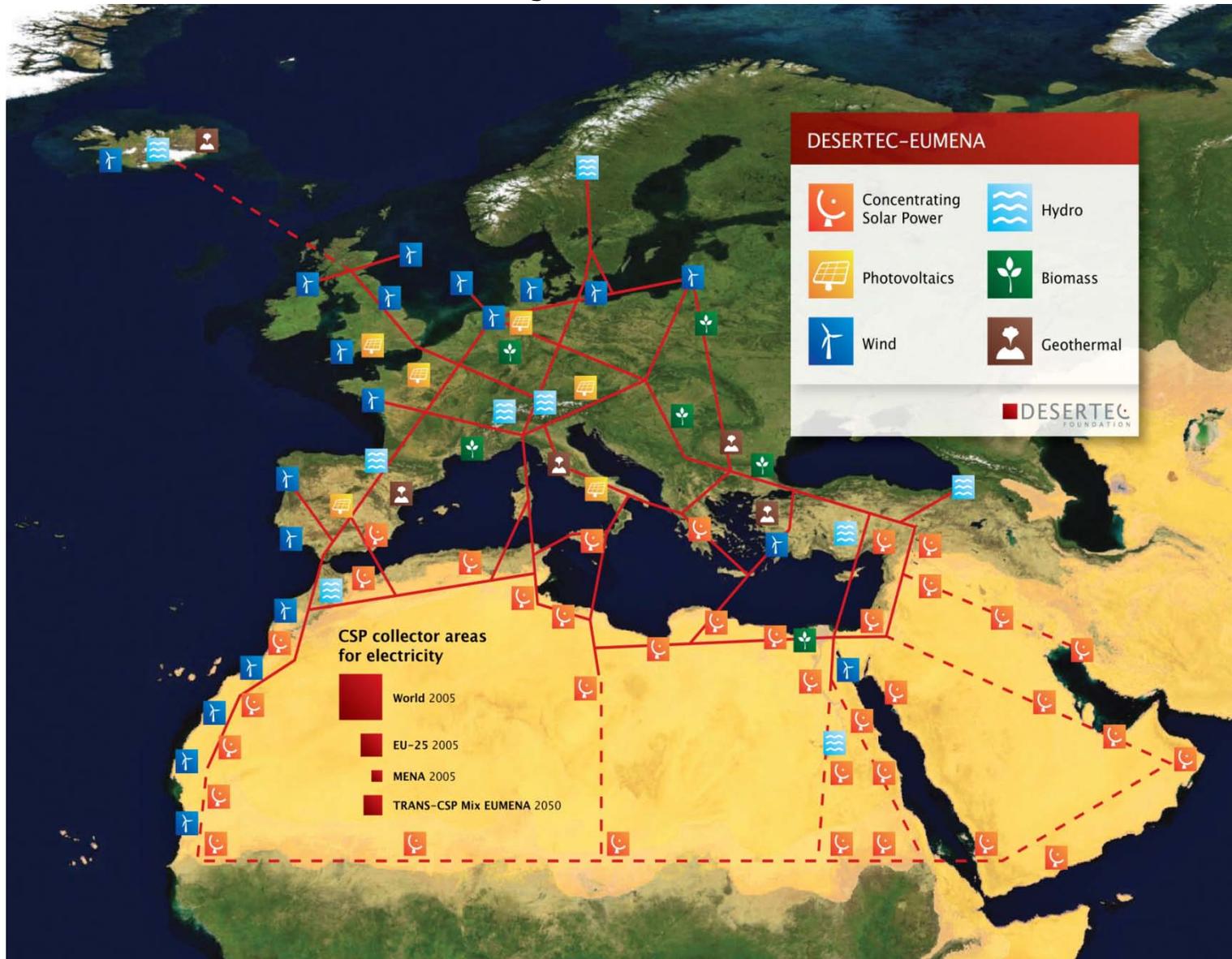


# Globaler Primärenergieverbrauch

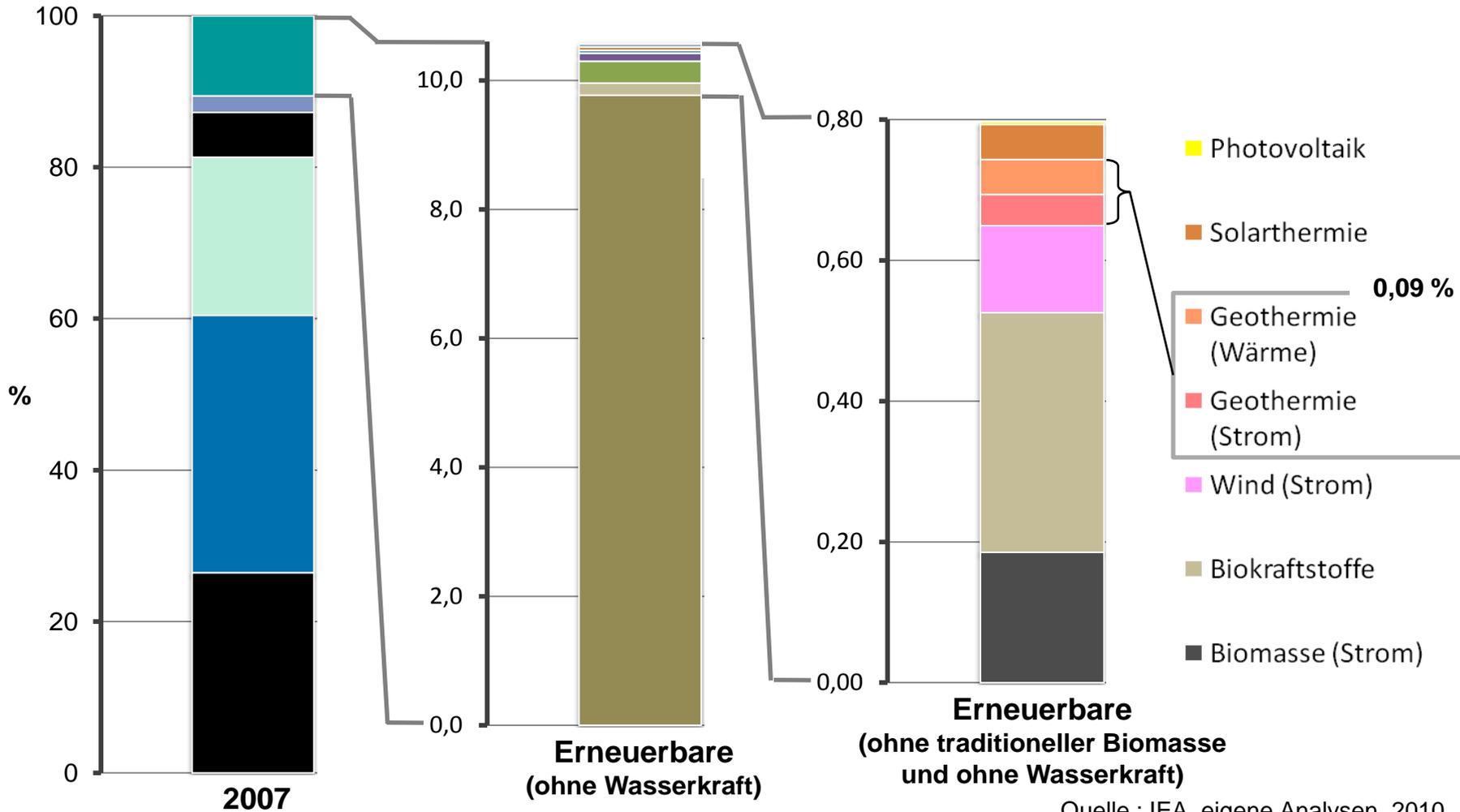


Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

# Das DESERTEC-Projekt



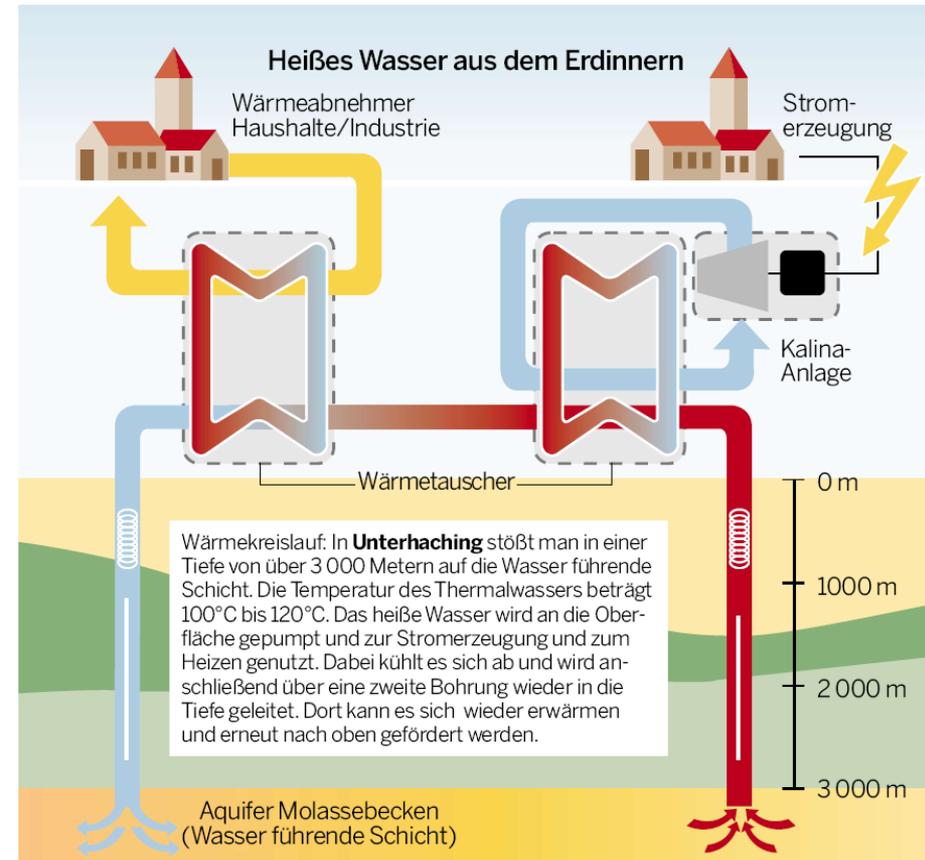
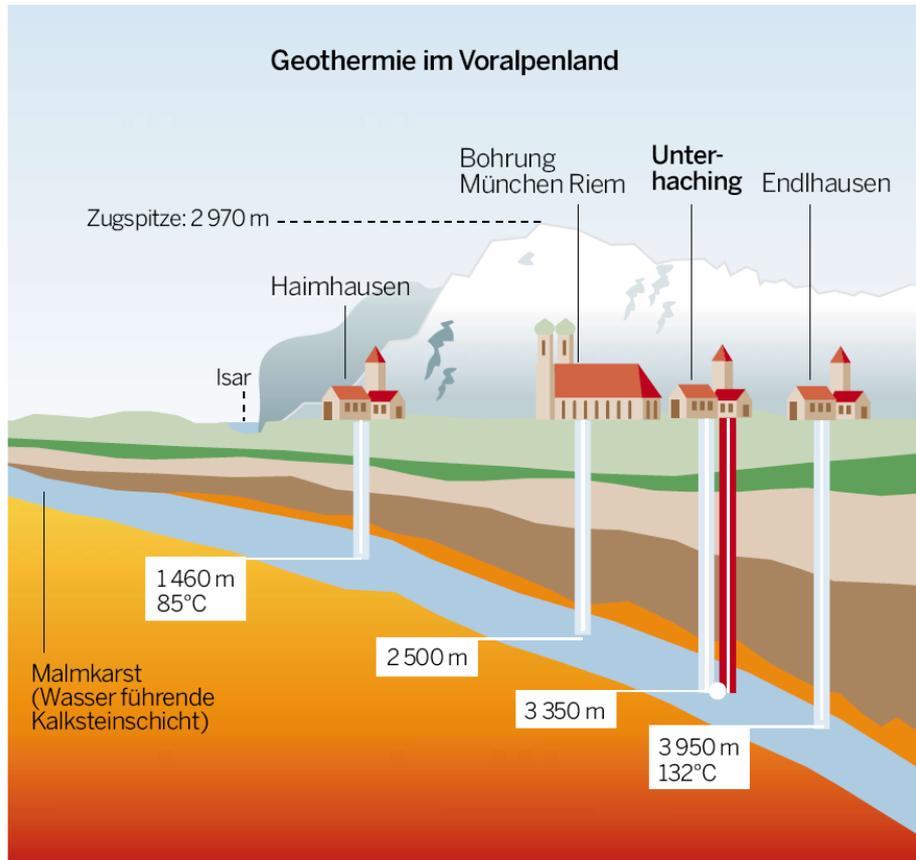
# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

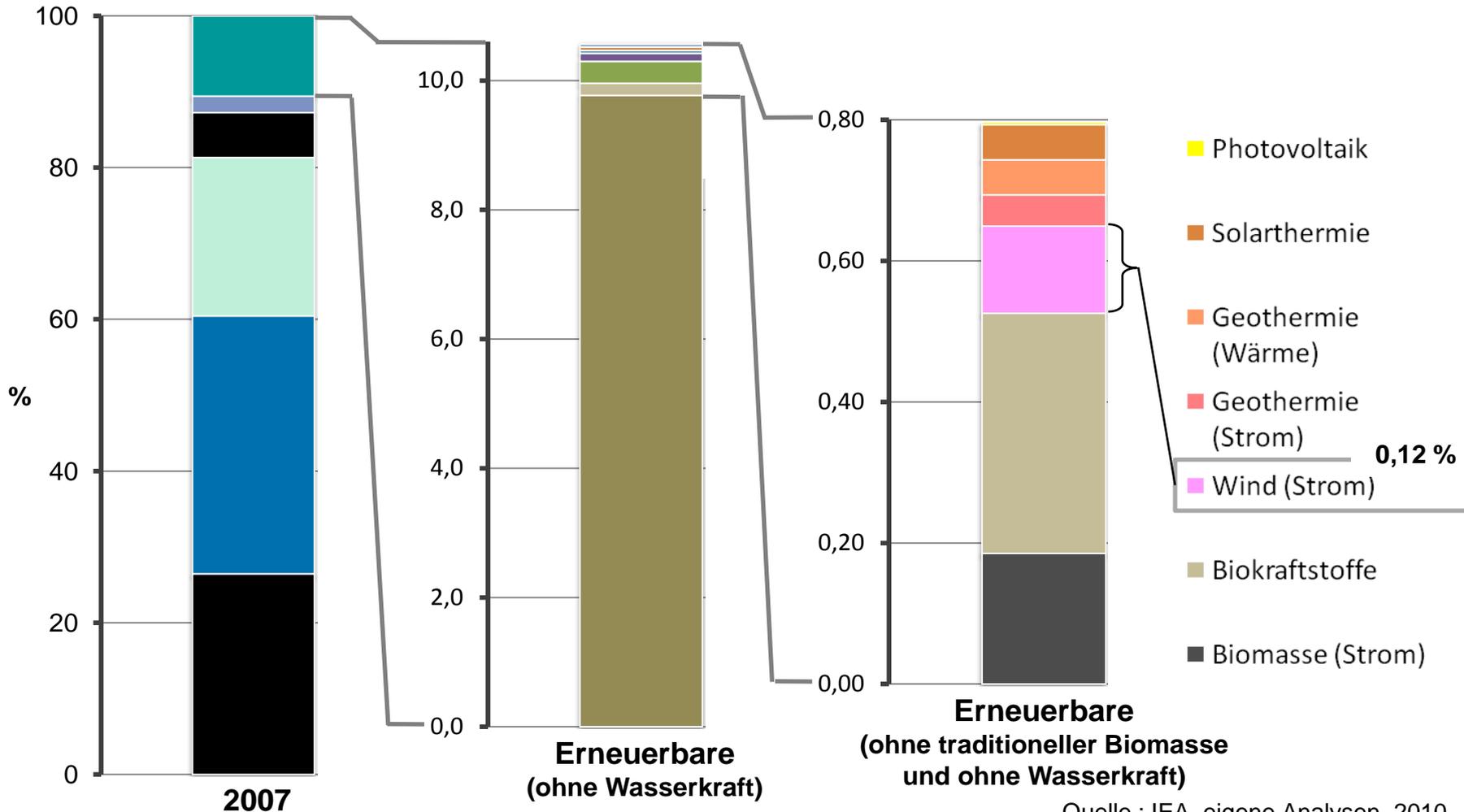
# Zwei Kraftwerke am Netz

Erdwärme versorgt Haushalte mit Heizenergie und Strom ( $38 \text{ MW}_{\text{thermisch}} / 3,4 \text{ MW}_{\text{elektrisch}}$ )



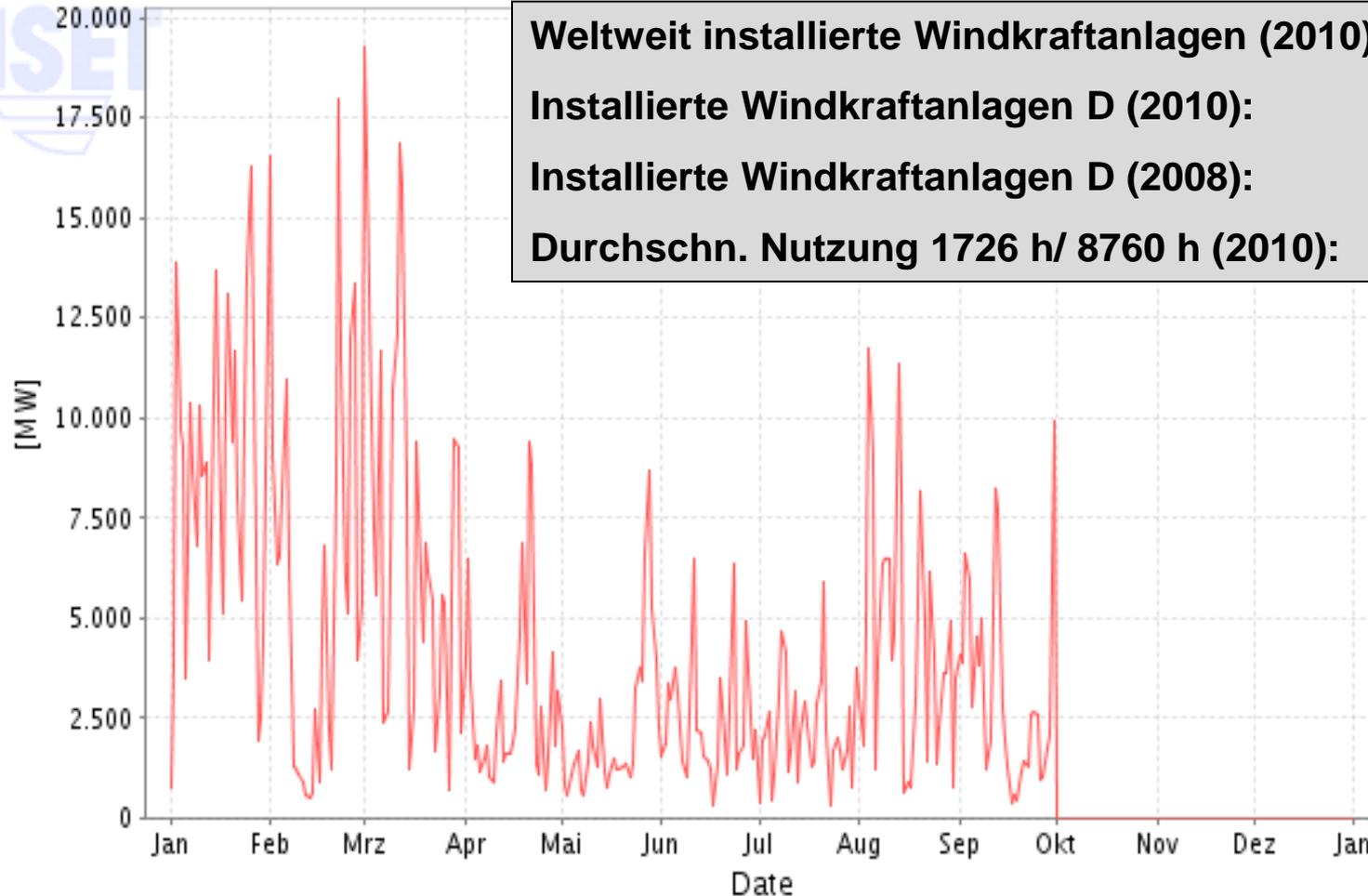
Quelle: Handelsblatt (19. April 2008)

# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

# Windstromeinspeisung in Deutschland

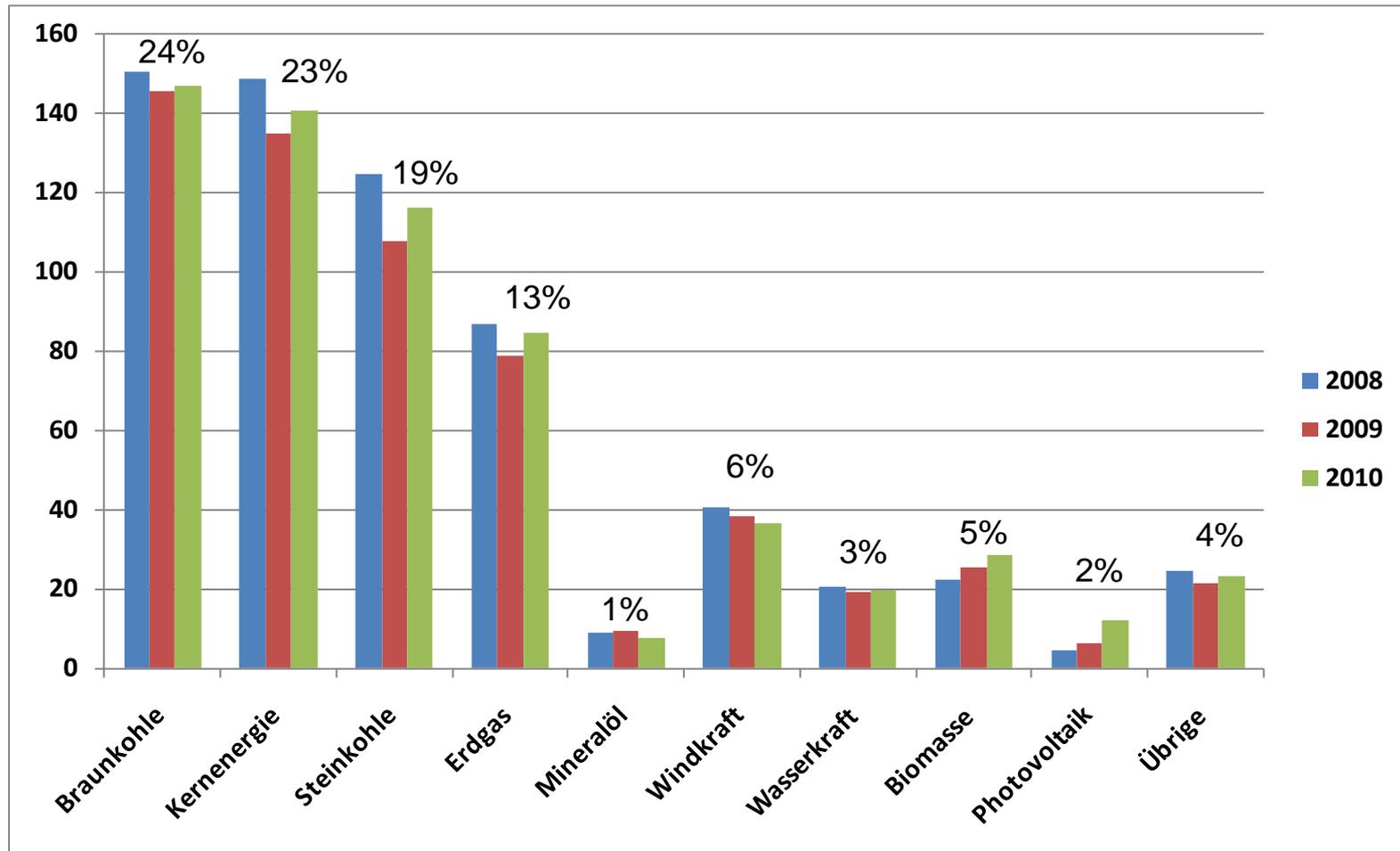


<b>Weltweit installierte Windkraftanlagen (2010):</b>	<b>120.000 MW</b>
<b>Installierte Windkraftanlagen D (2010):</b>	<b>26.387 MW</b>
<b>Installierte Windkraftanlagen D (2008):</b>	<b>23.700 MW</b>
<b>Durchschn. Nutzung 1726 h/ 8760 h (2010):</b>	<b>19,7 %</b>

— mittlere Leistung aller WEA

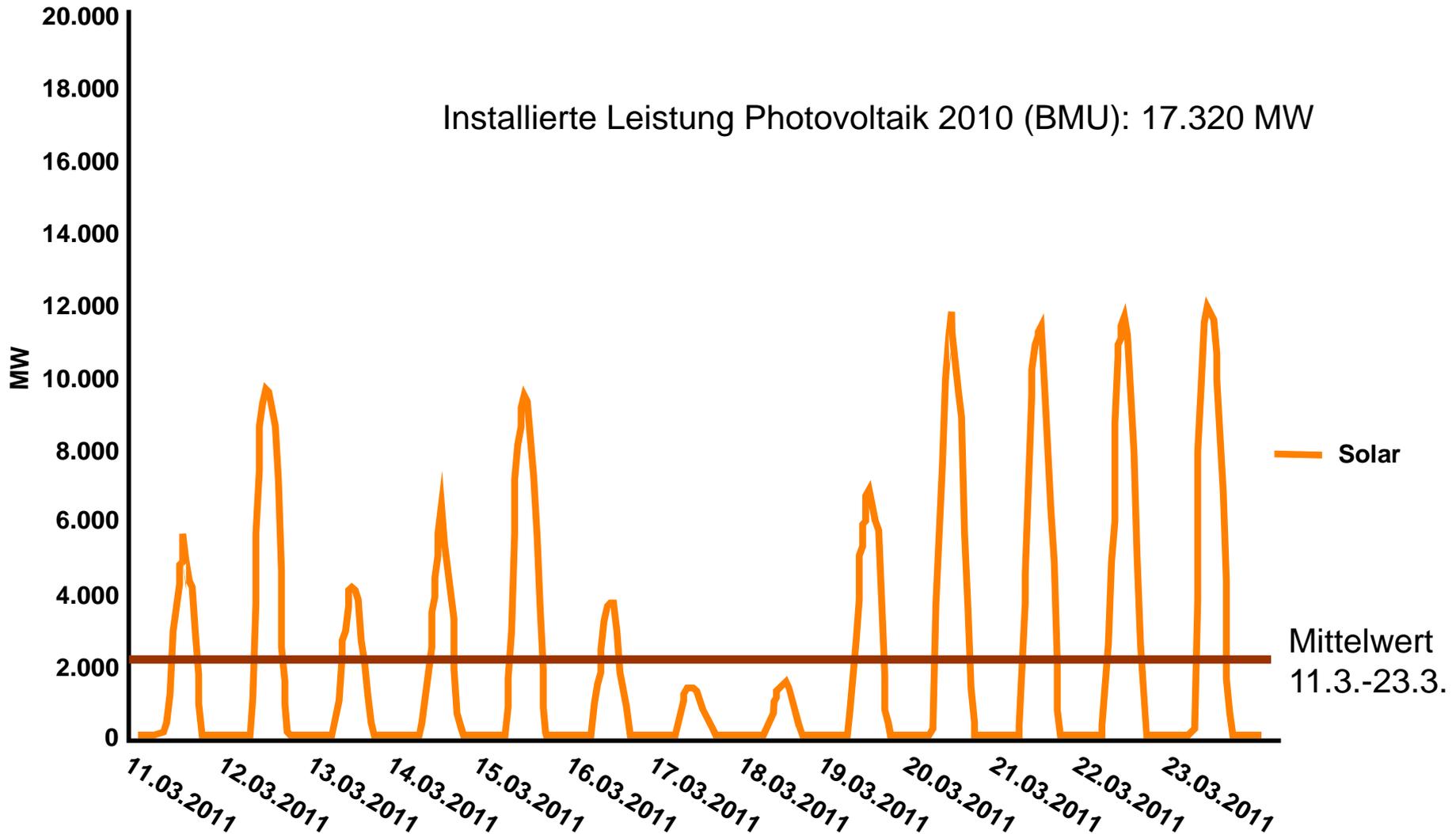
Quelle: ISET Beispiel 2008

# Brutto-Stromerzeugung D nach Energieträgern



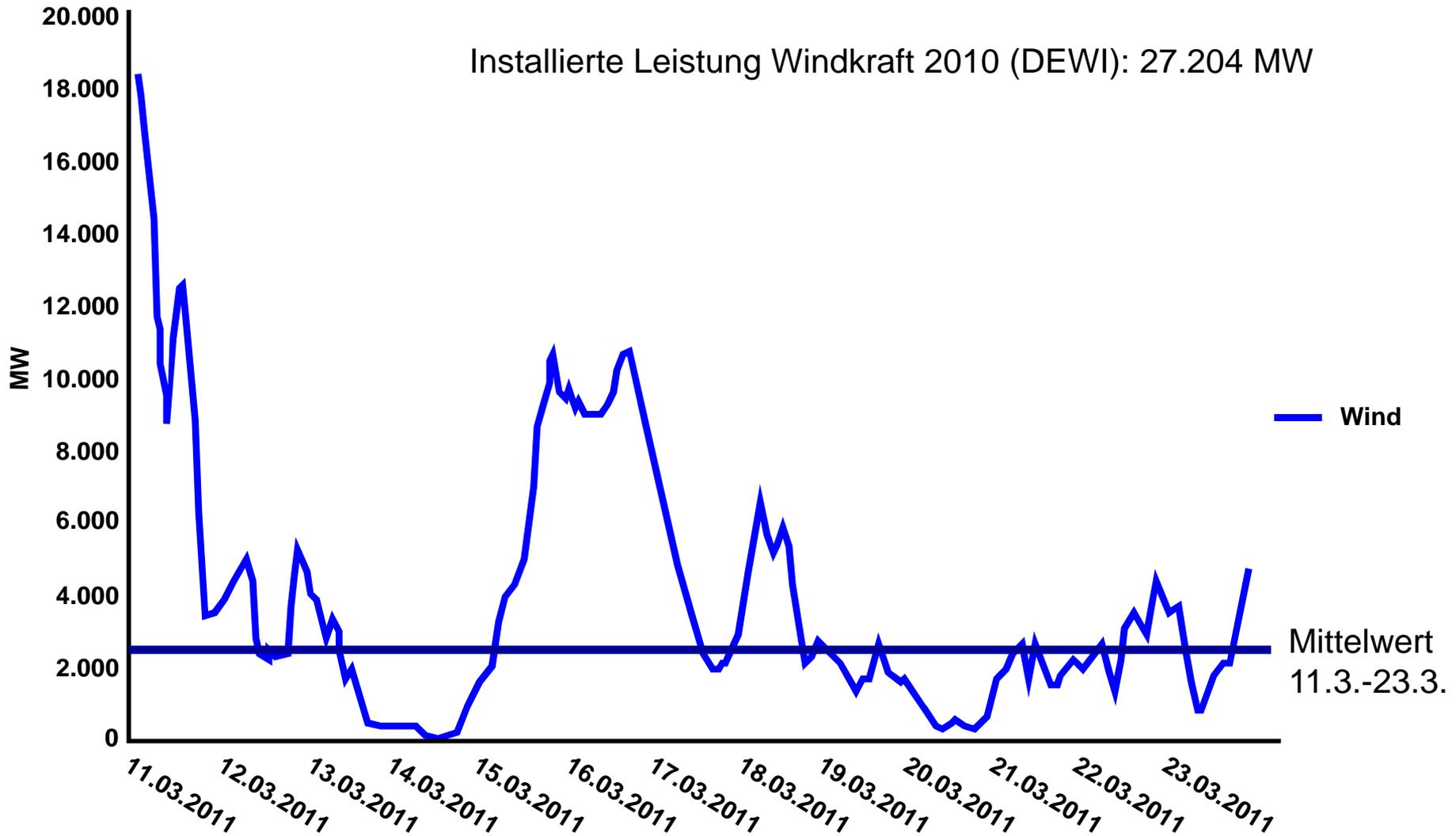
Angaben in GWh; Quelle: BDEW

# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D



Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D



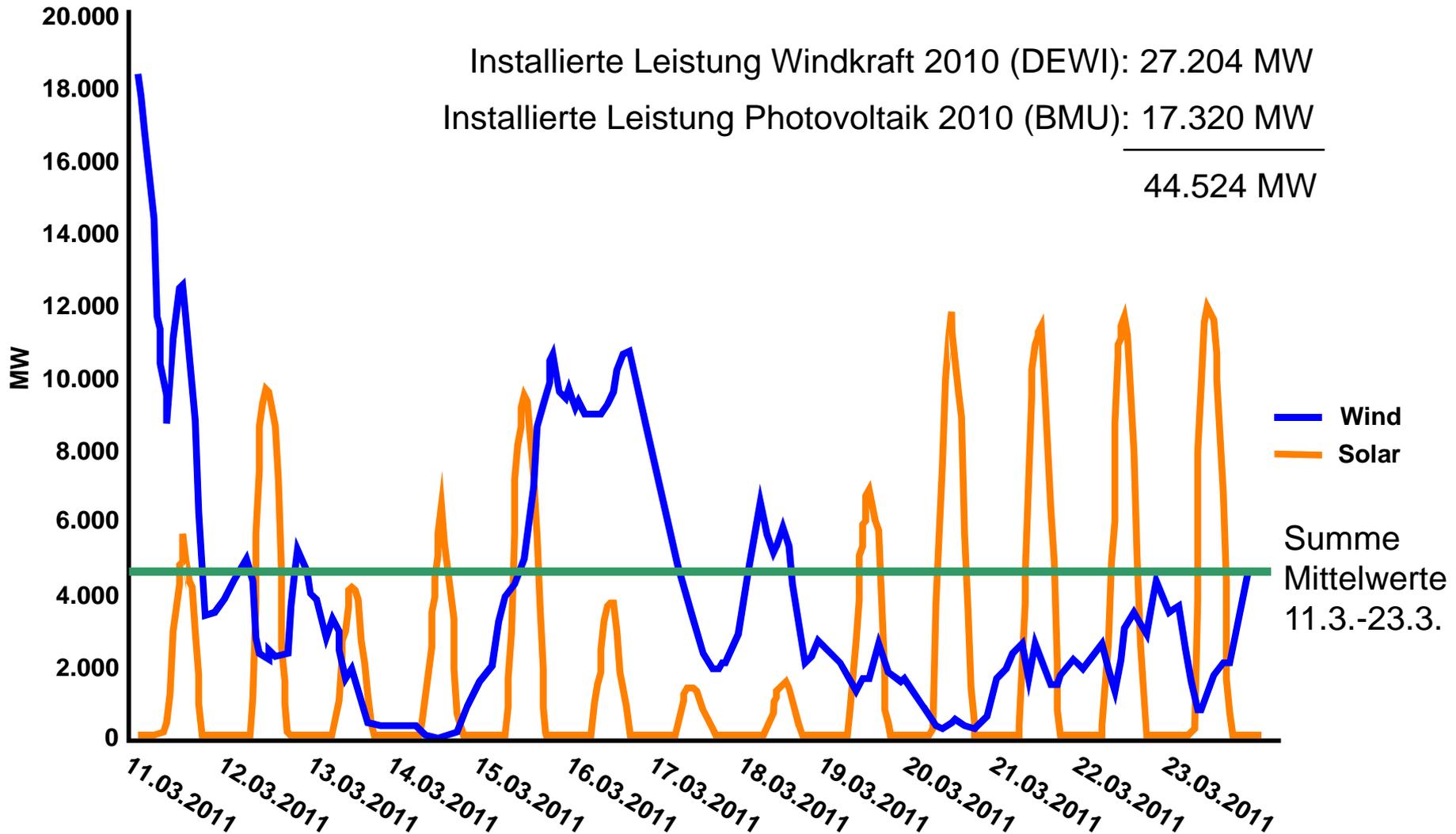
Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D

Installierte Leistung Windkraft 2010 (DEWI): 27.204 MW  
Installierte Leistung Photovoltaik 2010 (BMU): 17.320 MW  

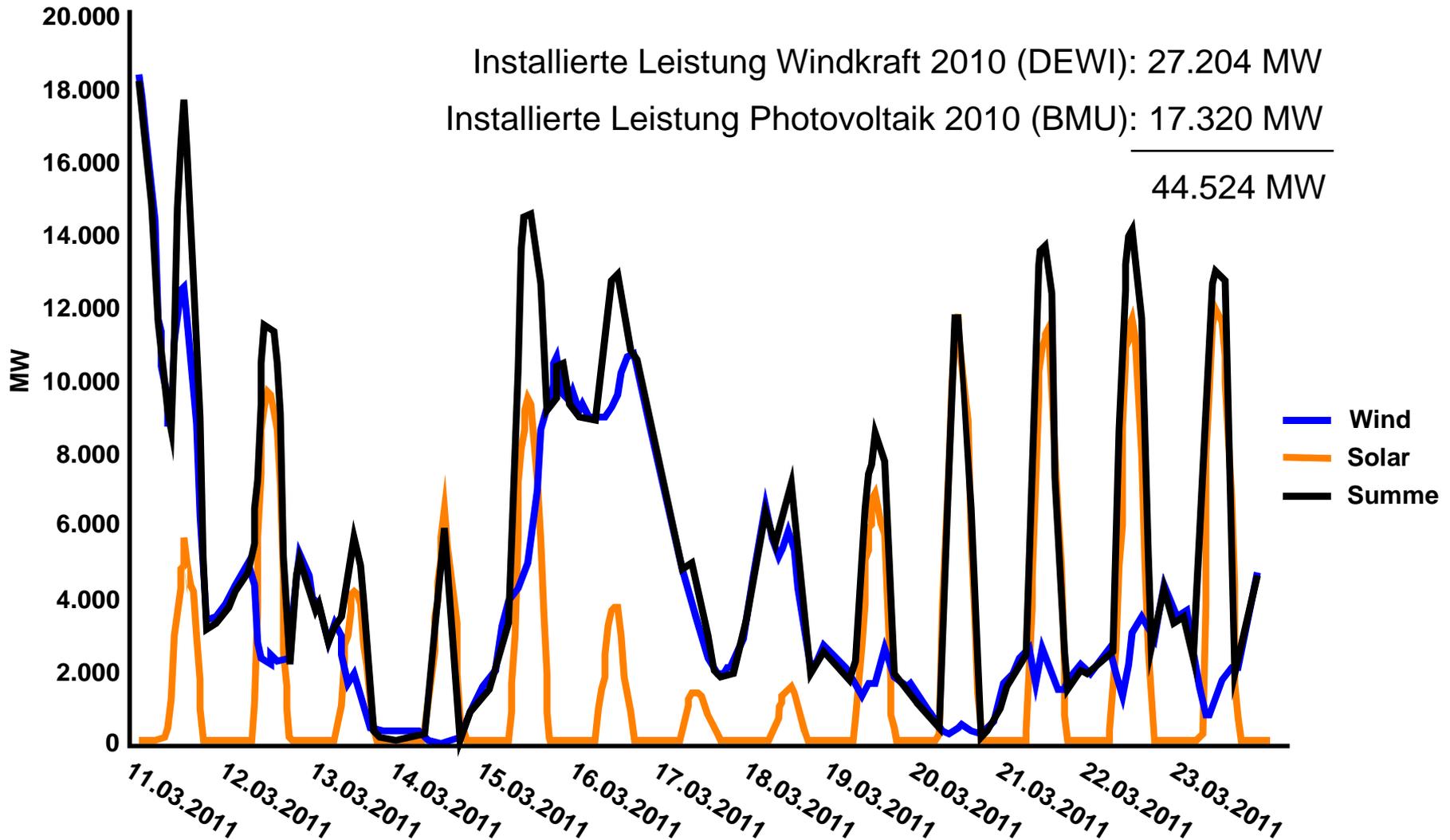
---

44.524 MW



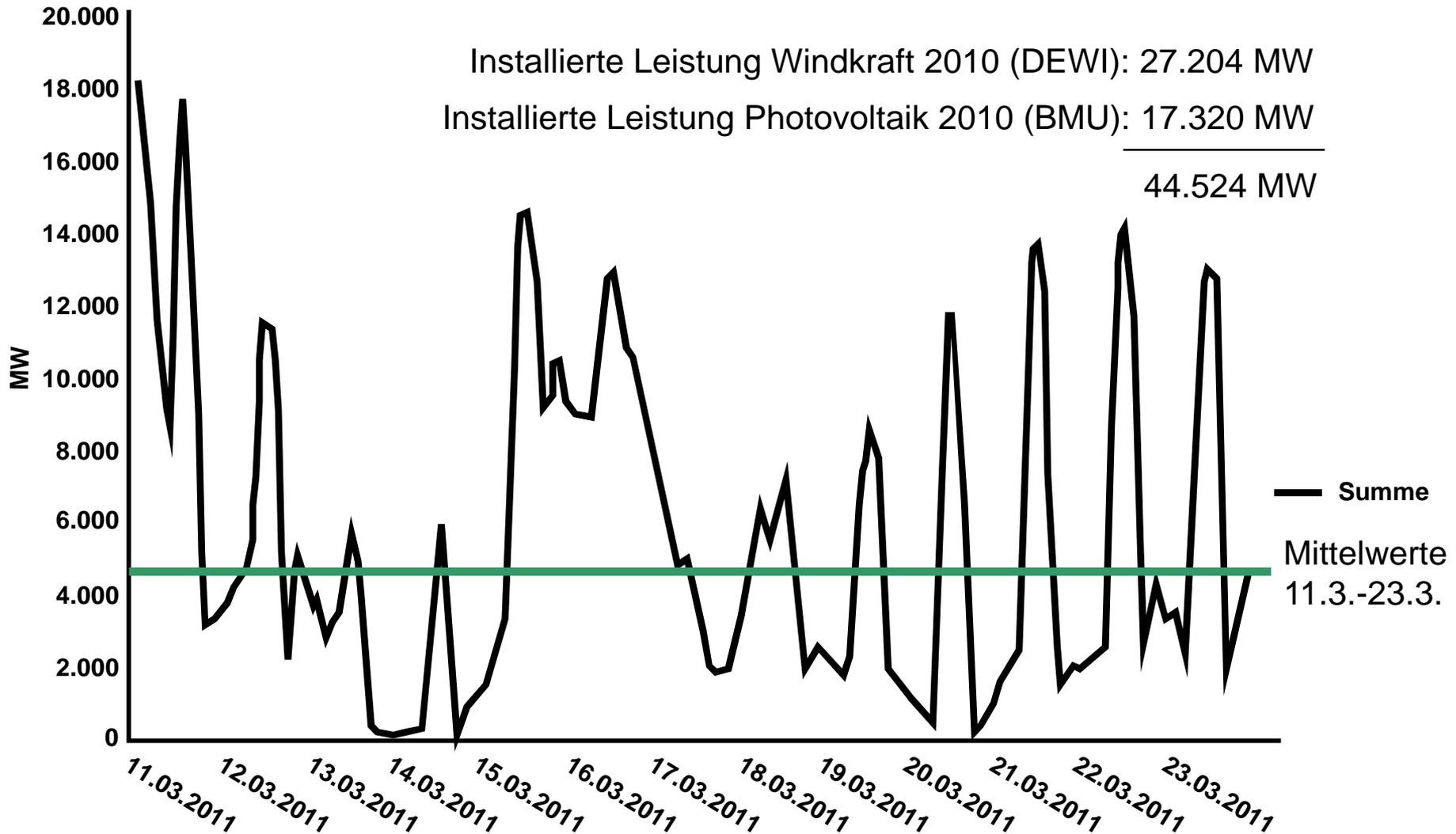
Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D



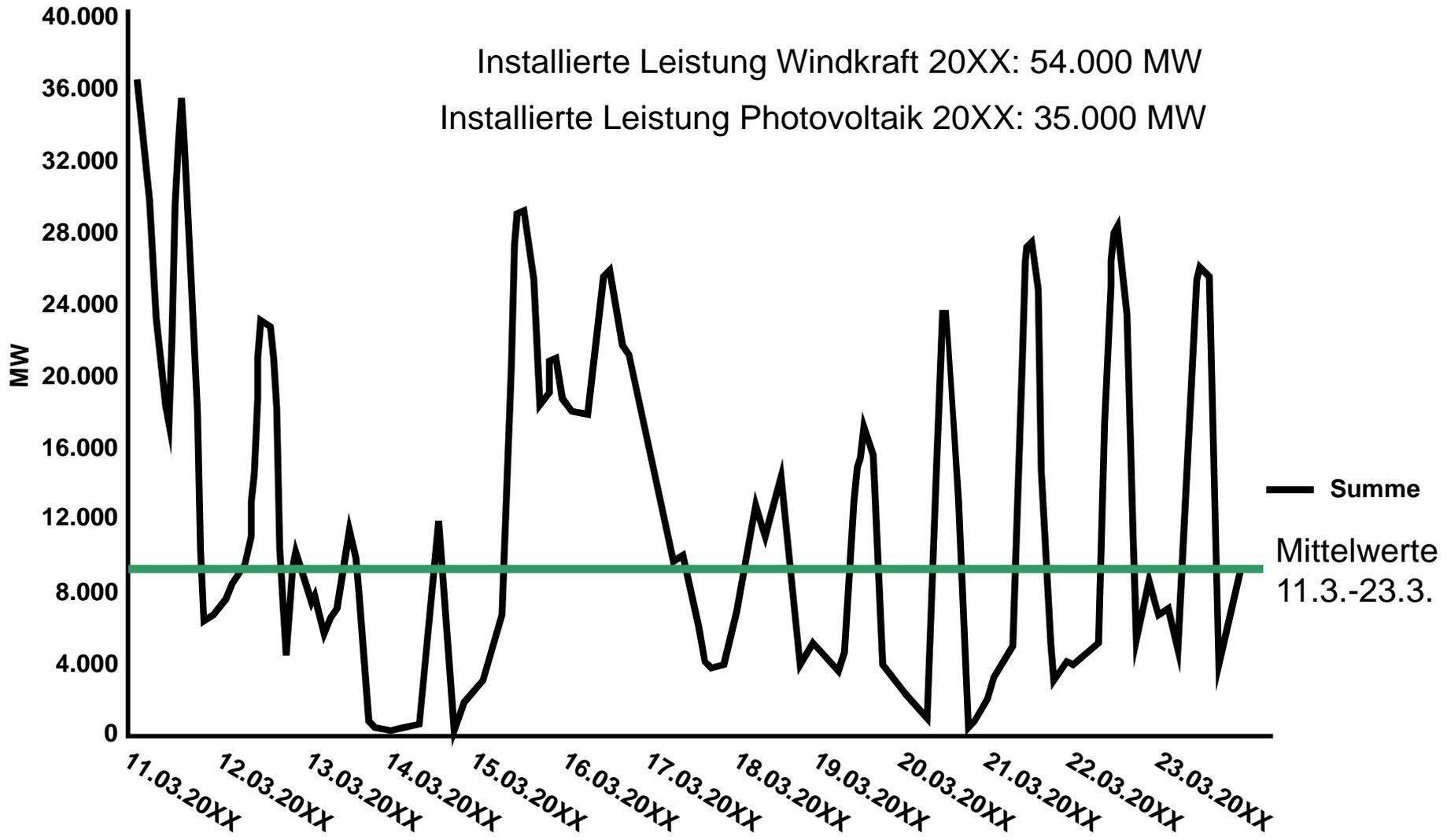
Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D



Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

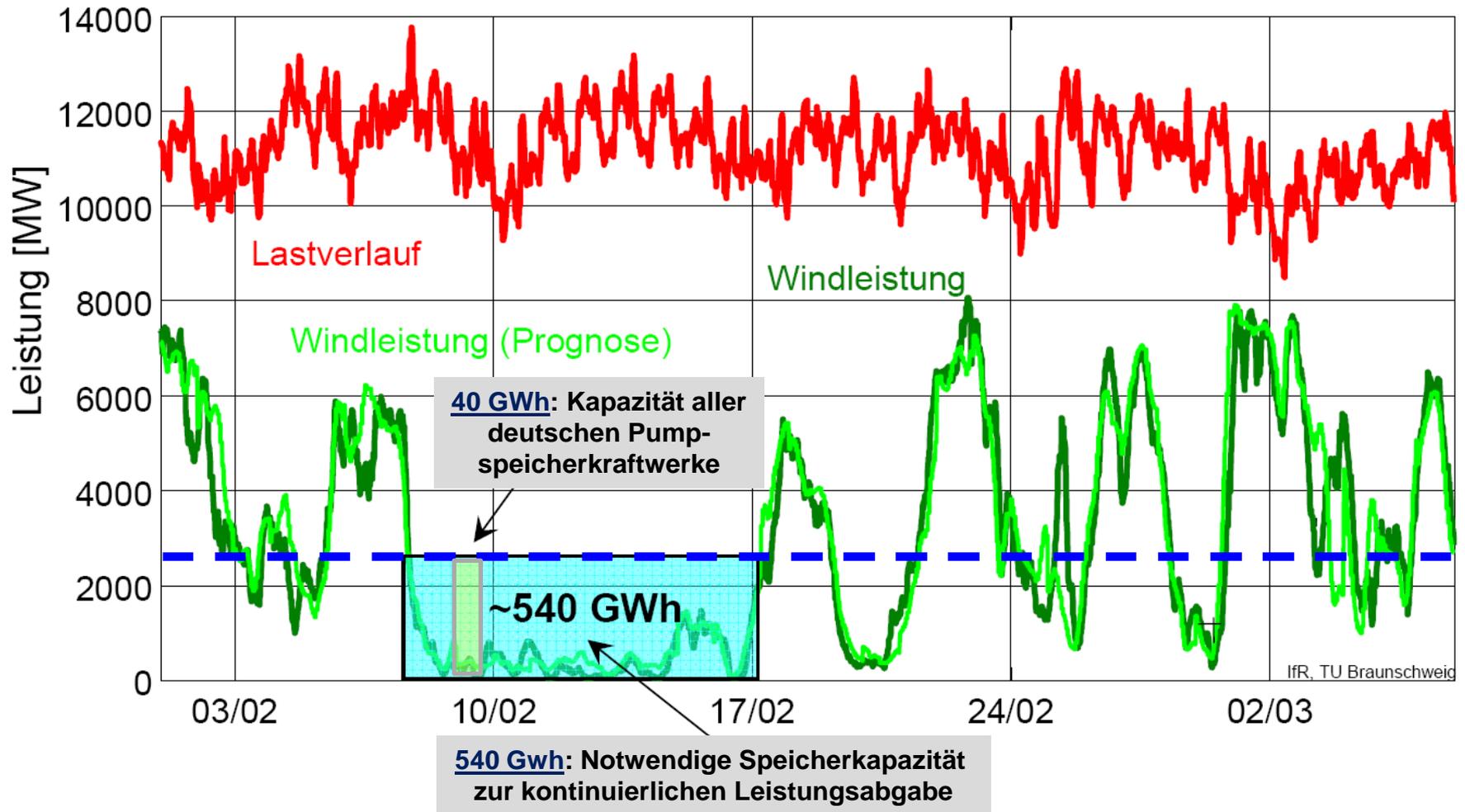
# Stromerzeugung aus Wind und PV-Anlagen in D



Quelle: Graphik nach Bundesnetzagentur 2011

# Windenergie und Speicherbedarf

Situation im Übertragungsnetz der Vattenfall Europe Feb. 2008



Quelle: IfR, TU Braunschweig, ABB

# Leisten Elektroautos einen Beitrag zur Energiespeicherung?

## Vergleich von Speicherkapazitäten

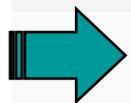
### Elektroauto

Annahmen:

- 1 Mio Fahrzeuge (Ziel 2020 in D) als Speicher im Netzverbund
- je 20 kWh Speicherkapazität der Batterie
- 70% Verfügbarkeit zur Speicherung
- 50% mittlerer freier Speicher



Quelle: [www.think.no](http://www.think.no)



**7.000 MWh Kapazität**

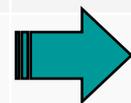
### Pumpspeicherkraftwerk

Annahme:

- Alle Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland summarisch betrachtet

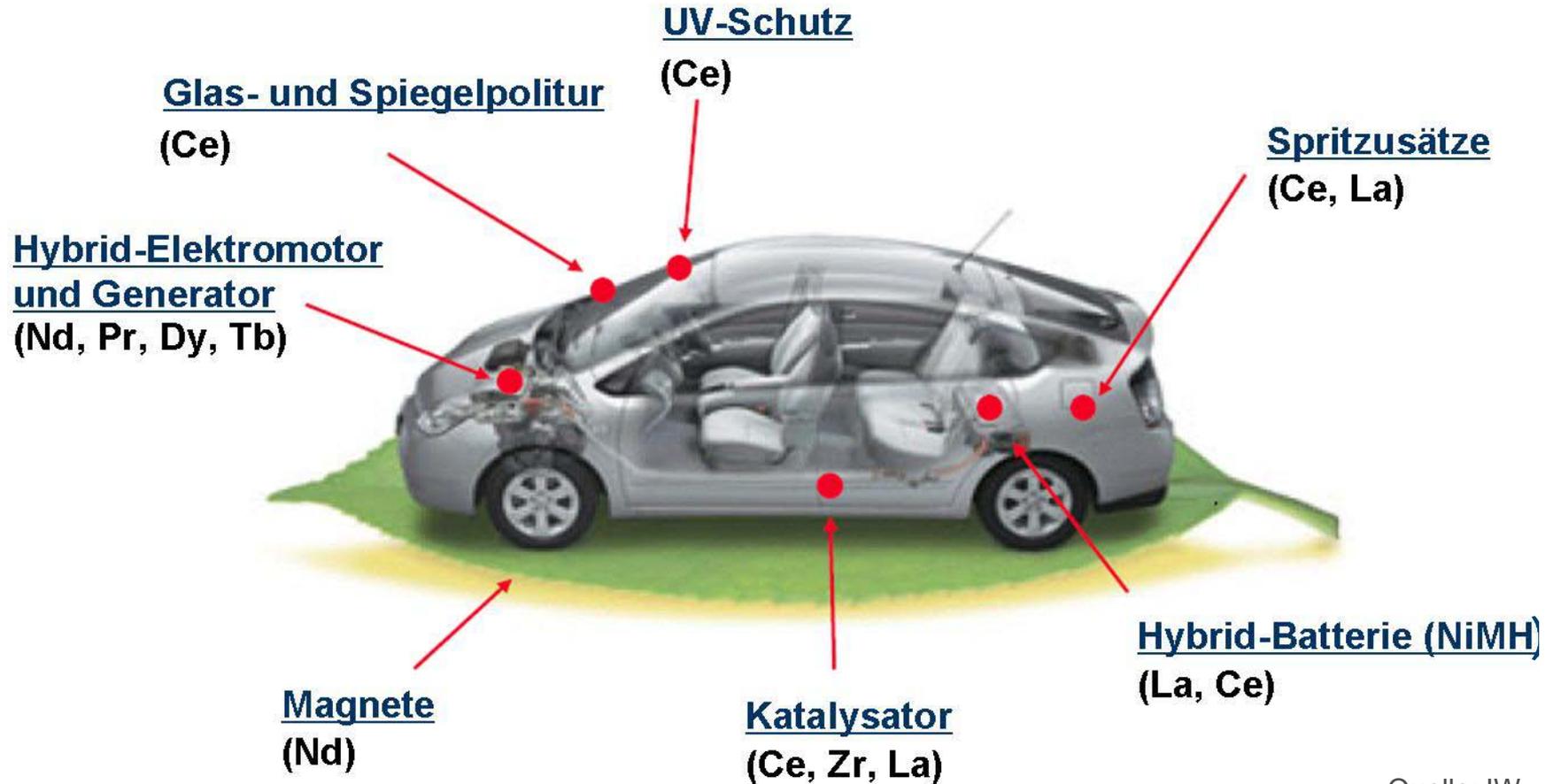


Quelle: Schluchseewerk AG



**40.000 MWh Kapazität**

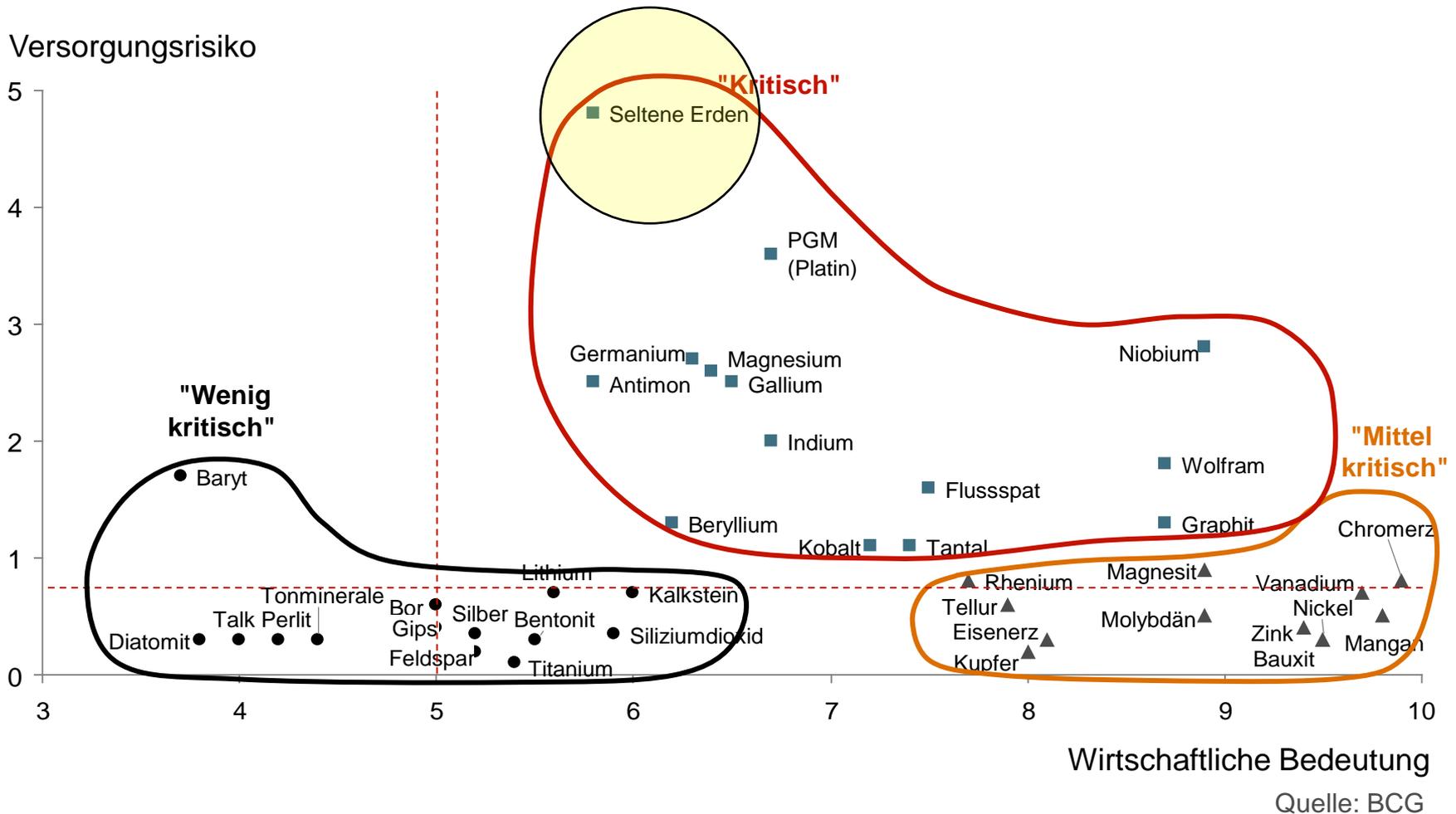
# SE-Einsatz in Fahrzeugen mit Hybridantrieb



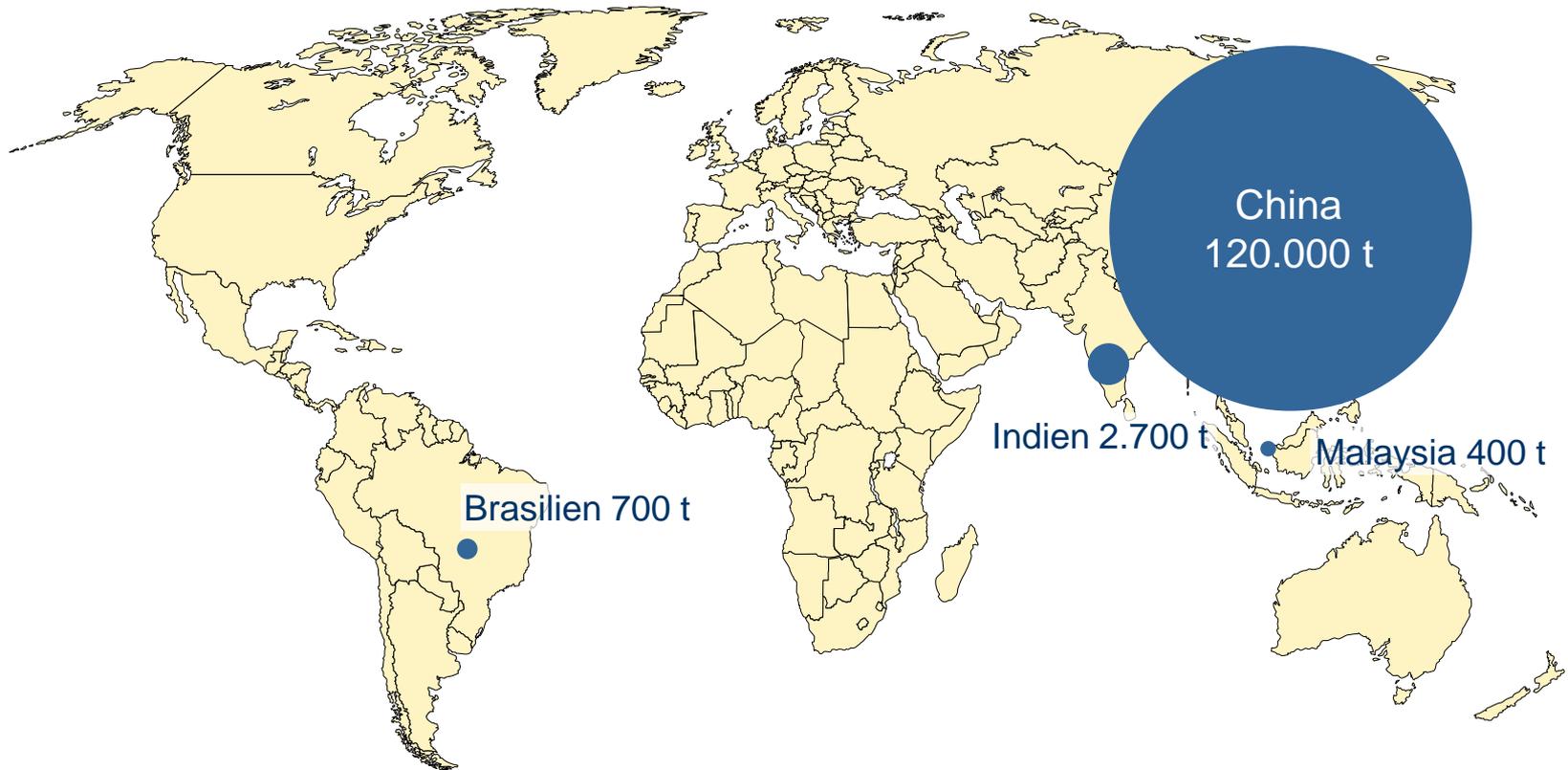
Quelle: IW

Seltene Erden: Nd, Pr, Dy, Tb, La, Ce

# Ergebnis EU-Studie „Kritische Rohstoffe“

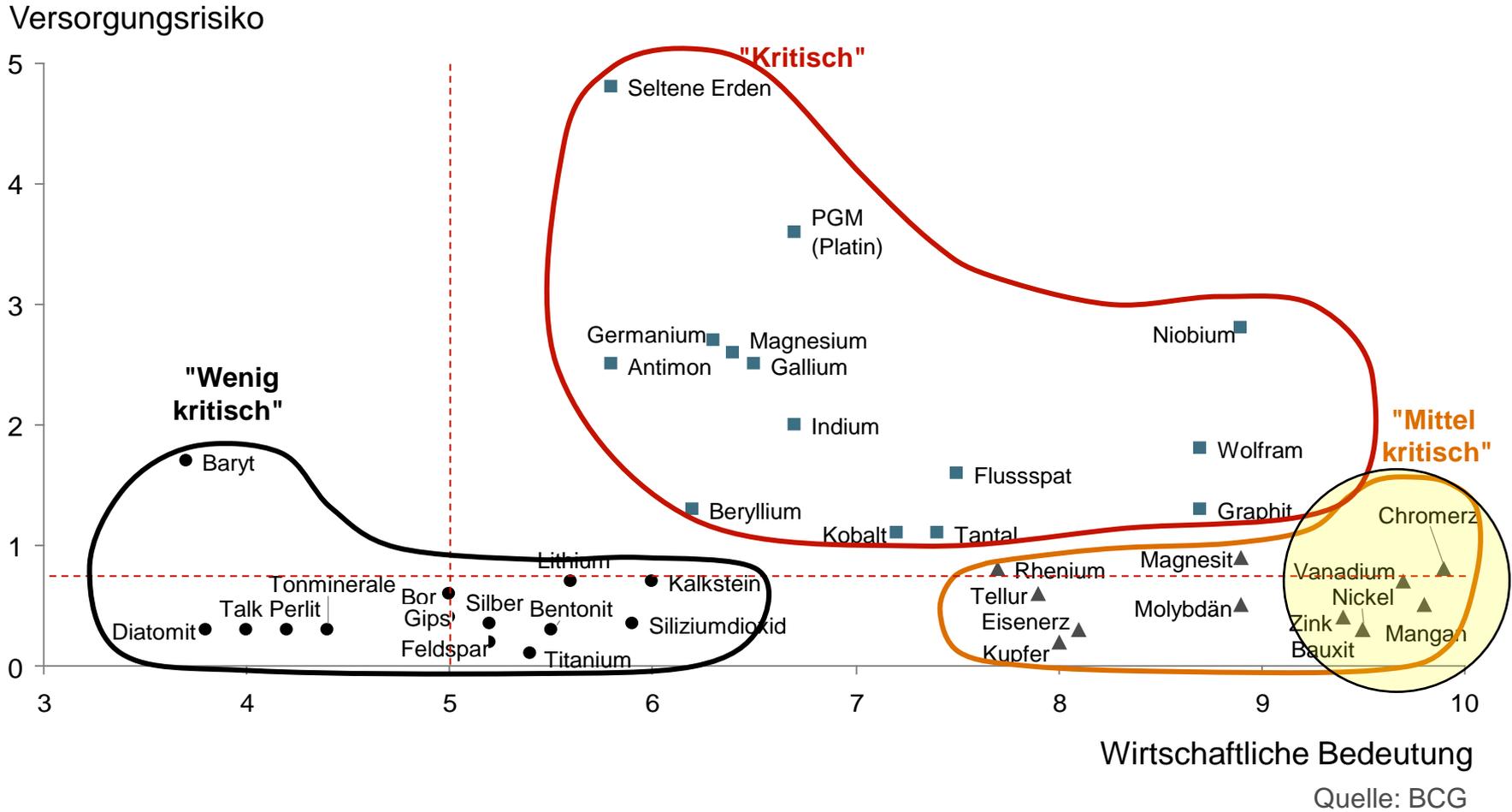


# Seltene Erden: Bergwerksförderung 2009

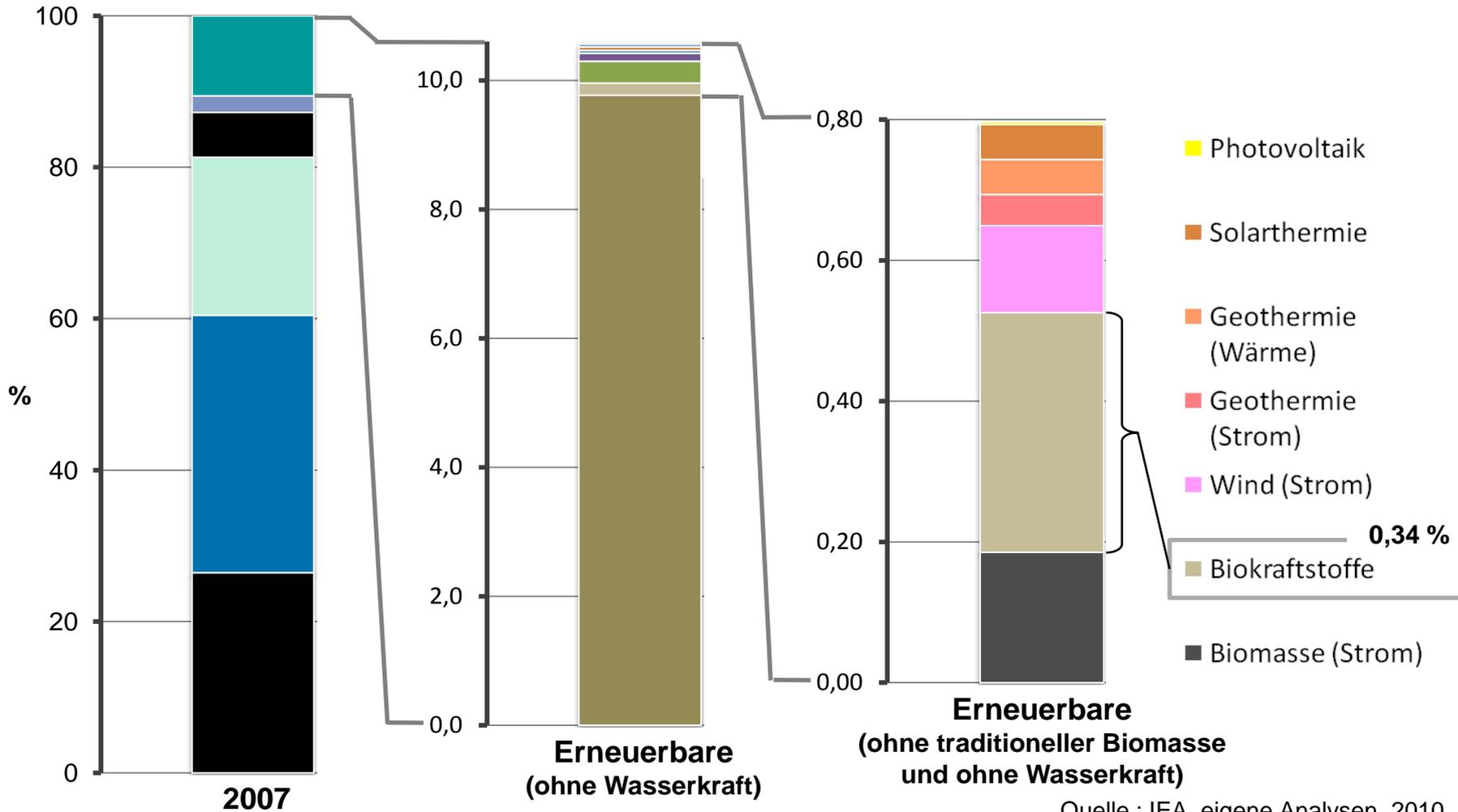


Quelle: BGR

# Ergebnis EU-Studie „Kritische Rohstoffe“



# Globaler Primärenergieverbrauch



Quelle : IEA, eigene Analysen, 2010

# Nachhaltige Nutzung von trockener Restbiomasse



 **-Pilotanlage**  
Biomass to Liquid Karlsruhe

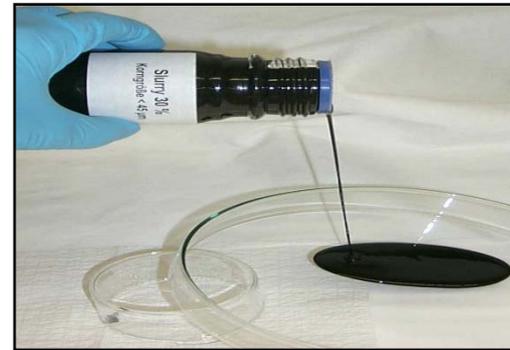
- Dezentrale Energieverdichtung
- Zentrale stoffliche Veredlung

## Stufenweiser Ausbau

**Biomasse-  
Konditionierung,  
Schnellpyrolyse,  
Slurry-Erzeugung  
2009/10**



**Vergasung  
2010/11**



**Gas-  
Konditionierung,  
Kraftstoffsynthese  
2011/12**



Energiedichte

**1,5 GJ/m<sup>3</sup>  
Stroh**

**20 GJ/m<sup>3</sup>  
Bioliq-  
Syncrude**

**36 GJ/m<sup>3</sup>  
Diesel**

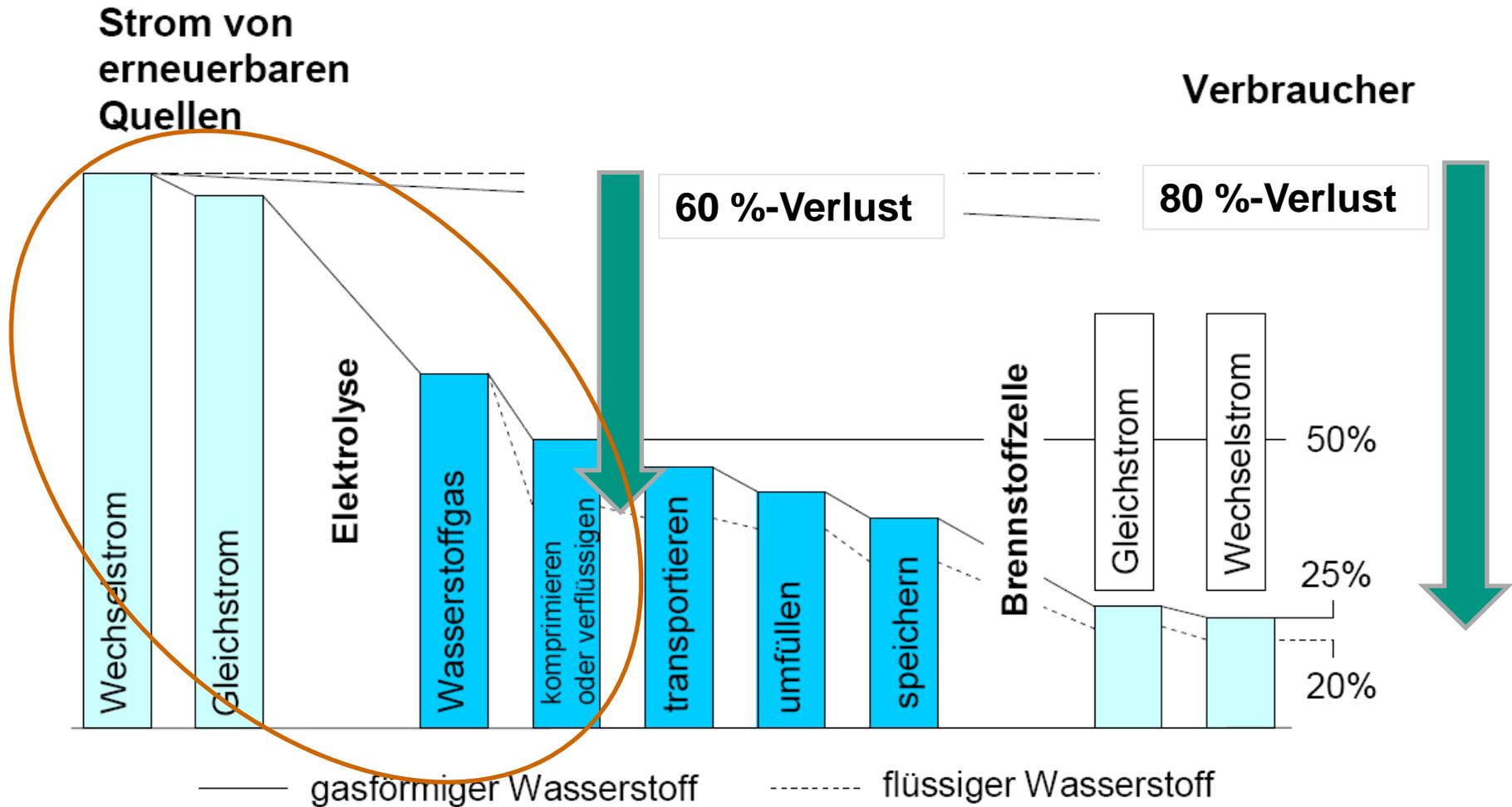
# Gesamtansicht der Pilotanlage



- **Erzeugung hochwertiger Syntheseprodukte**  
⇒ hohe Wertschöpfung, innovative Technologie
- **Verwendung jedweder Art von Biomasse**  
⇒ großes Einsatzstoff-Spektrum
- **Keine Konkurrenz zur Flächennutzung**  
⇒ Verwendung von biogenen Reststoffen
- **Dezentral/zentrales Konzept**  
⇒ Mobilisierung großer Mengen an Biomasse
- **Regional verteilte Anlagen zur Vorbehandlung**  
⇒ Einkommensquelle in der Landwirtschaft
- **Prozessenergie stammt aus der eingesetzten Biomasse**  
⇒ großes CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial
- **Großtechnische Synthesegaserzeugung**  
⇒ wirtschaftliche Großanlagen



# Die Energieverlustkaskade für Wasserstoff



Quelle: Bossel, European Cell Forum ; Technikfolgenabschätzung Nr. 1, 15 Jg. April 2006

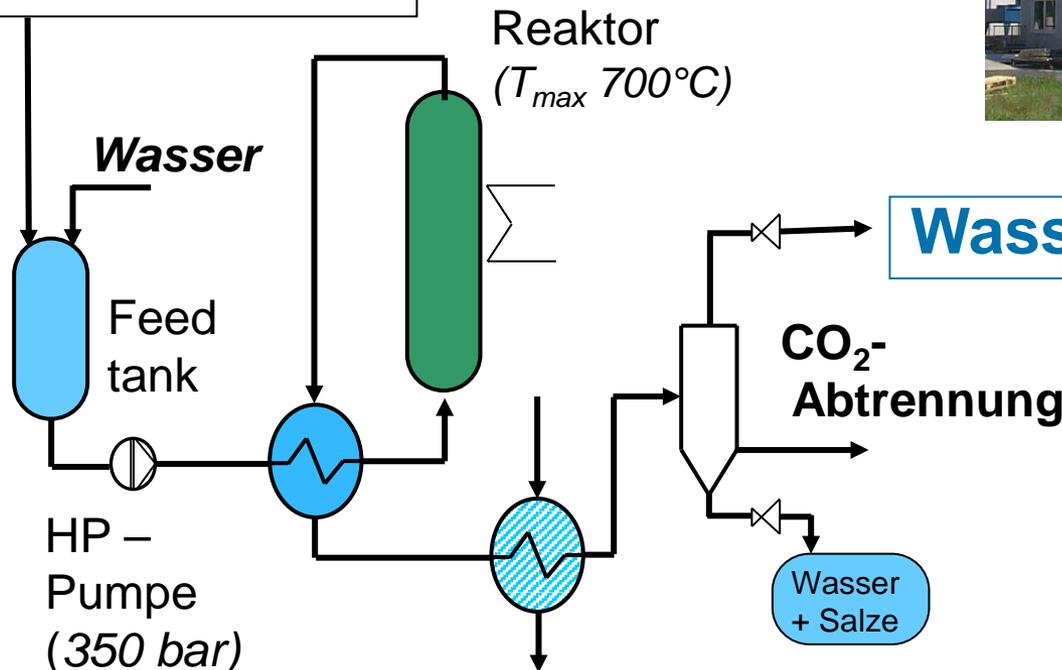
# Herstellung von Wasserstoff aus feuchter Restbiomasse

VERENA

Versuchsanlage zur energetischen  
Nutzung agrarwirtschaftlicher Stoffe



**Restbiomasse**



# Mobilität aus „Grüner Energie“

H<sub>2</sub>-Erzeugung aus Biomasse

Herstellung von Bioliq®-Synfuel

H<sub>2</sub>-Speicherung

„Grüne“ Tankstelle ab 2012

H<sub>2</sub>-Sicherheit

H<sub>2</sub>-Trennung

KIT-Shuttles



# Kleber aus Stein

Herstellung von  
**1 Tonne**  
Zementklinker



## herkömmlicher Zement

Kalk: **1200 kg**  
Sand: **100 kg**  
Ton: **190 kg**  
Eisenerz: **30 kg**

Freisetzung von  
**907 kg**  
CO<sub>2</sub>

## Celiment

Kalk: **380 kg**  
Sand: **690 kg**  
Wasser: **100 kg**

Freisetzung von  
weniger als **483 kg**  
CO<sub>2</sub>

**Energieeinsatz  
wird etwa halbiert**

Quellen: Dr. Peter Stemmermann;  
World Resources Institute

## Anteil am weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoß

**Zement-herstellung** **6,5%**

Chemische  
Industrie **5,3%**

Eisen- und  
Stahlindustrie **5,2%**

Luft-  
verkehr **2,2%**

DER SPIEGEL

Quelle: Der Spiegel, 02.08.10