

**Fachhochschule Südwestfalen**

Hochschule für Technik und Wirtschaft

# **Wege zu einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Energieversorgung**

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail**

**Vortrag bei den Stadtwerken Soest, 13.03.2012**

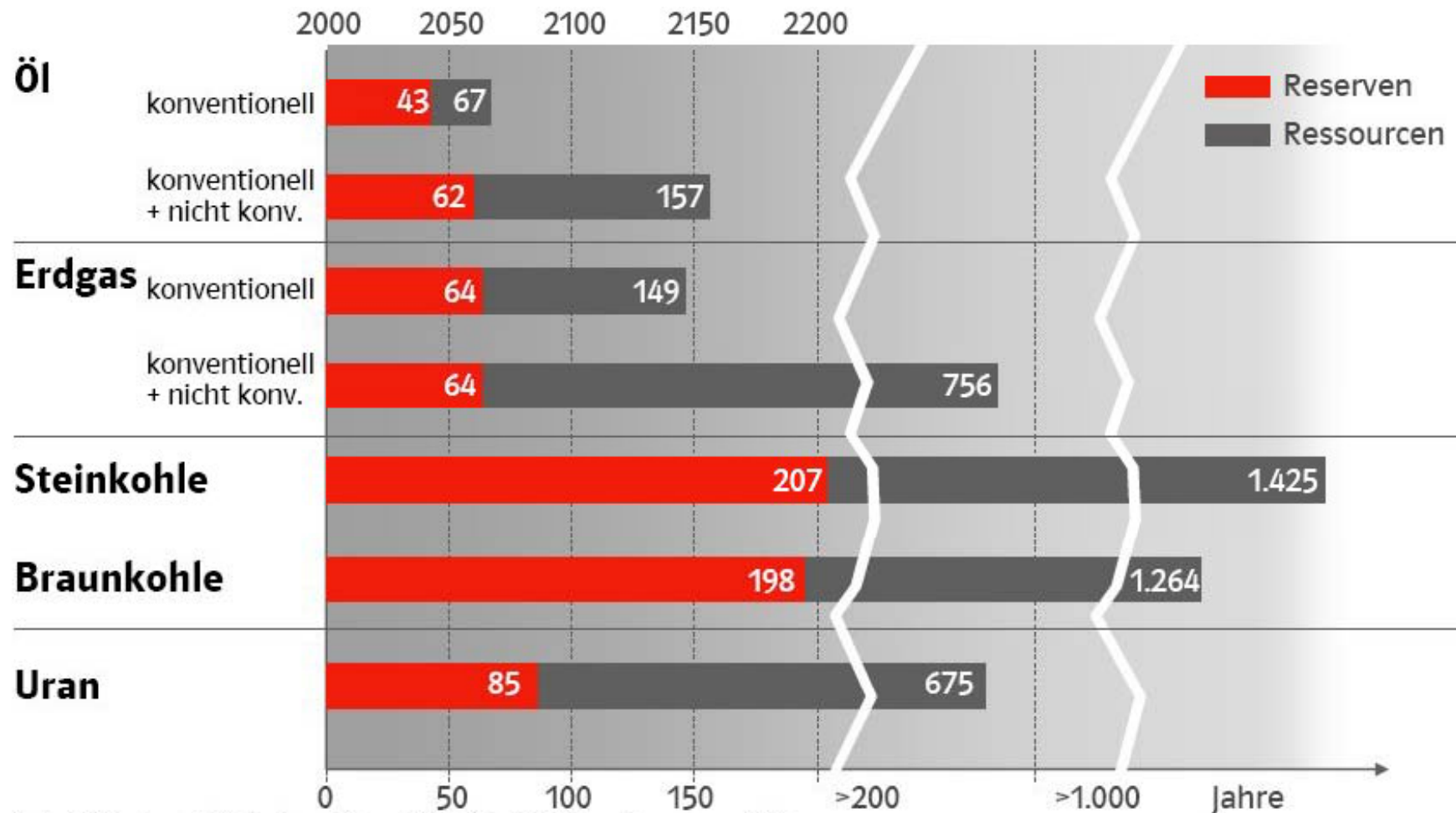




# Herausforderungen für die Energiewirtschaft

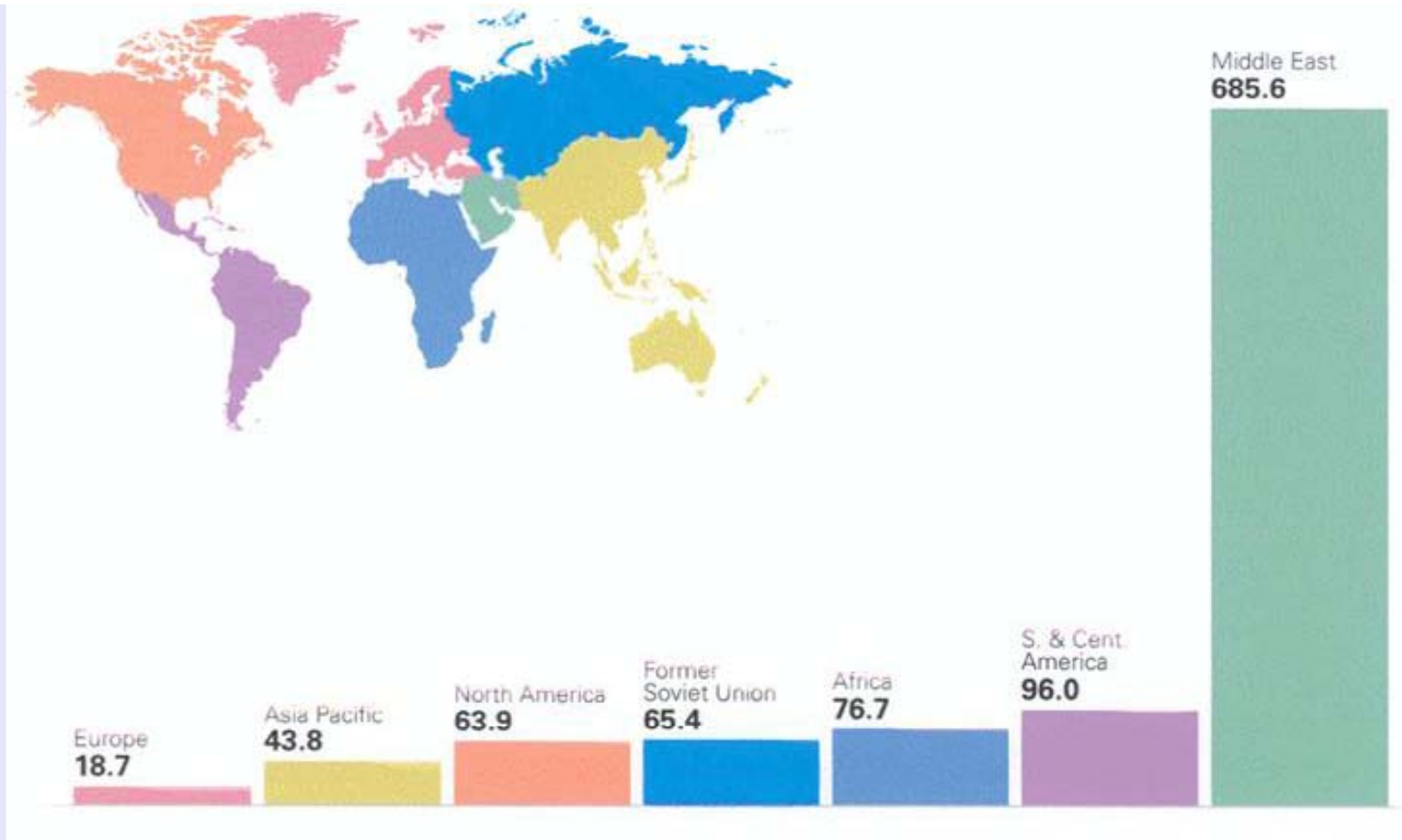
- Endlichkeit der Ressourcen fossiler Energieträger
- weltweit zunehmender Energieverbrauch
- Abhängigkeit Deutschlands von Brennstoffimporten
- Klimaänderung durch die Emission von Kohlendioxid
- Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland bis 2022

# Reserven, Ressourcen und Reichweiten der Primärenergieträger



Quelle: BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, in: VGB, Zahlen zur Stromerzeugung 2007

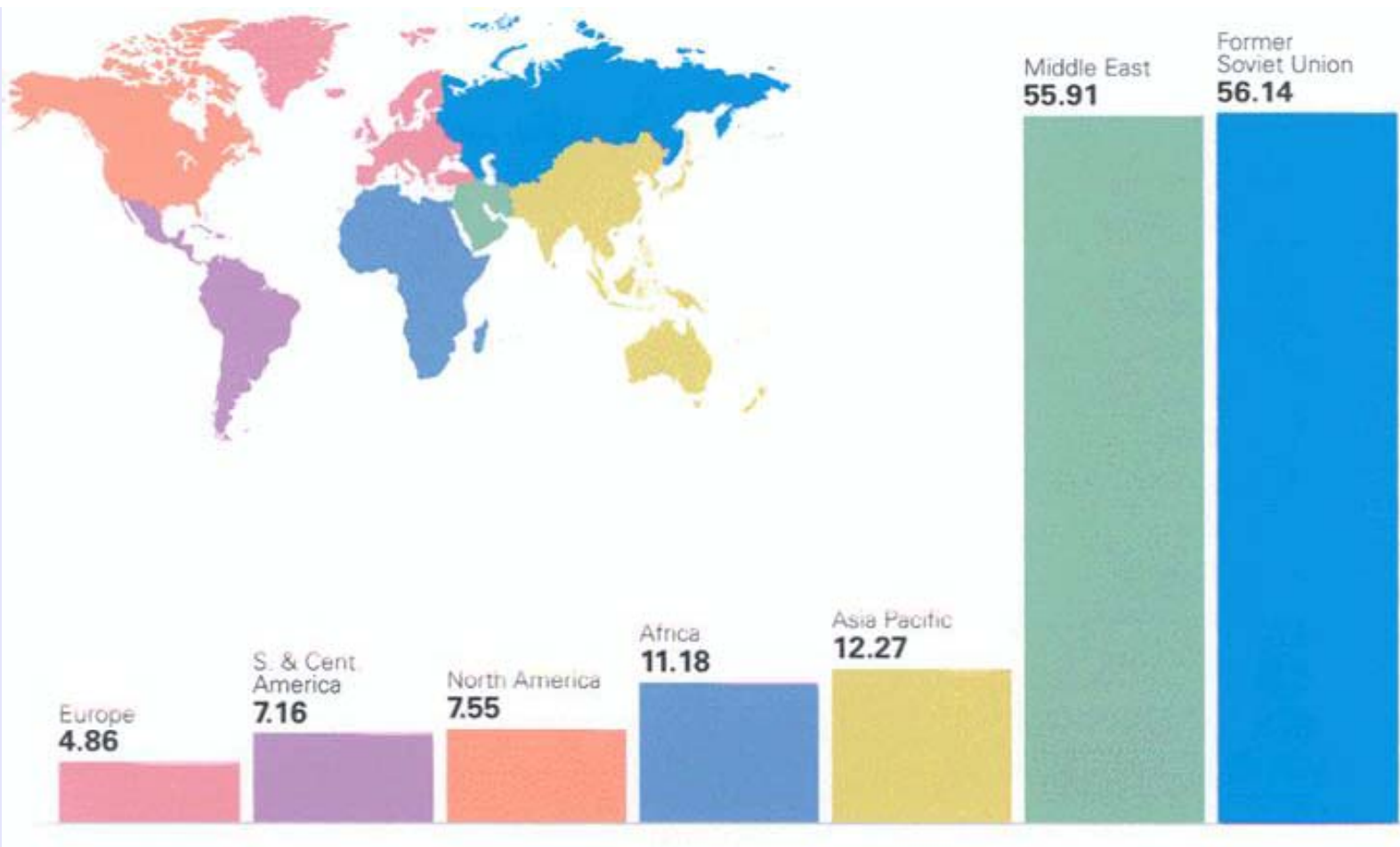
# Öl-Reserven in Gigabarrel (1 barrel $\approx$ 159 l)



Quelle: BP Statistical Review of World Energy, 2002

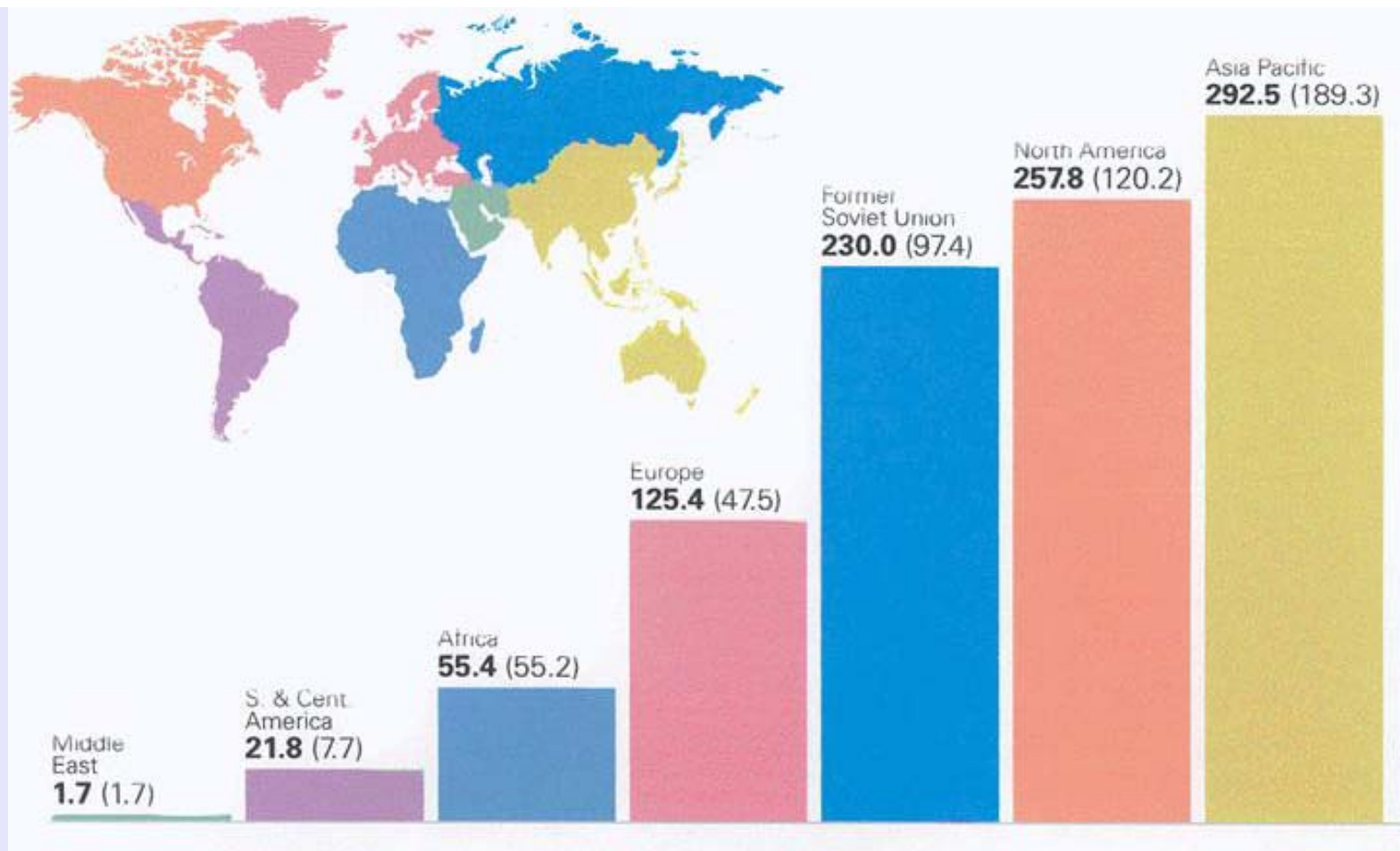


# Erdgas-Reserven in Terakubikmeter



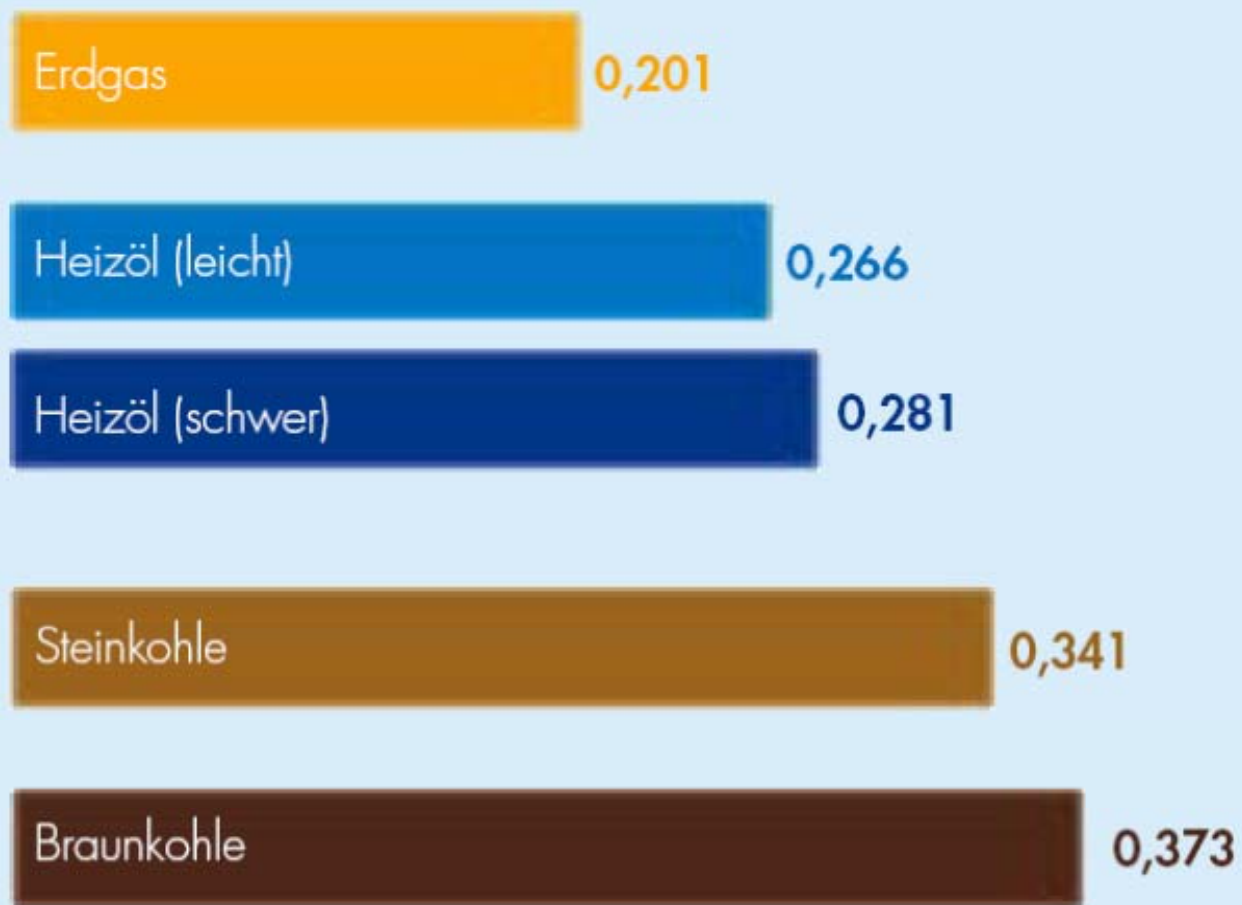
Quelle: BP Statistical Review of World Energy, 2002

# Kohle-Reserven in Gigatonnen (Anteil der Steinkohle in Klammern)



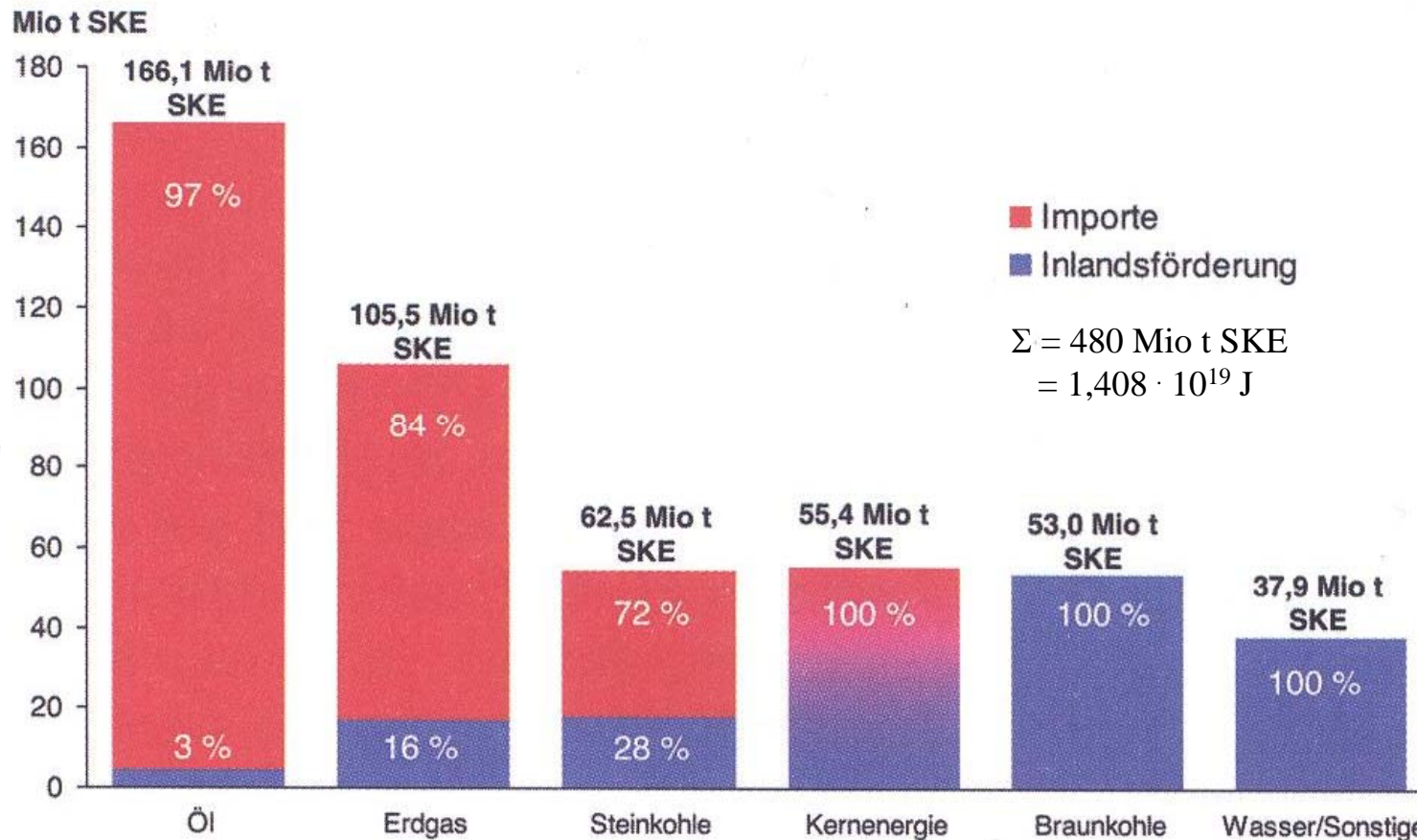
Quelle: BP Statistical Review of World Energy, 2002

## CO<sub>2</sub>-Emissionen fossiler Energieträger in kg/kWh (H<sub>i</sub>)



Quelle: UBA / DEHST

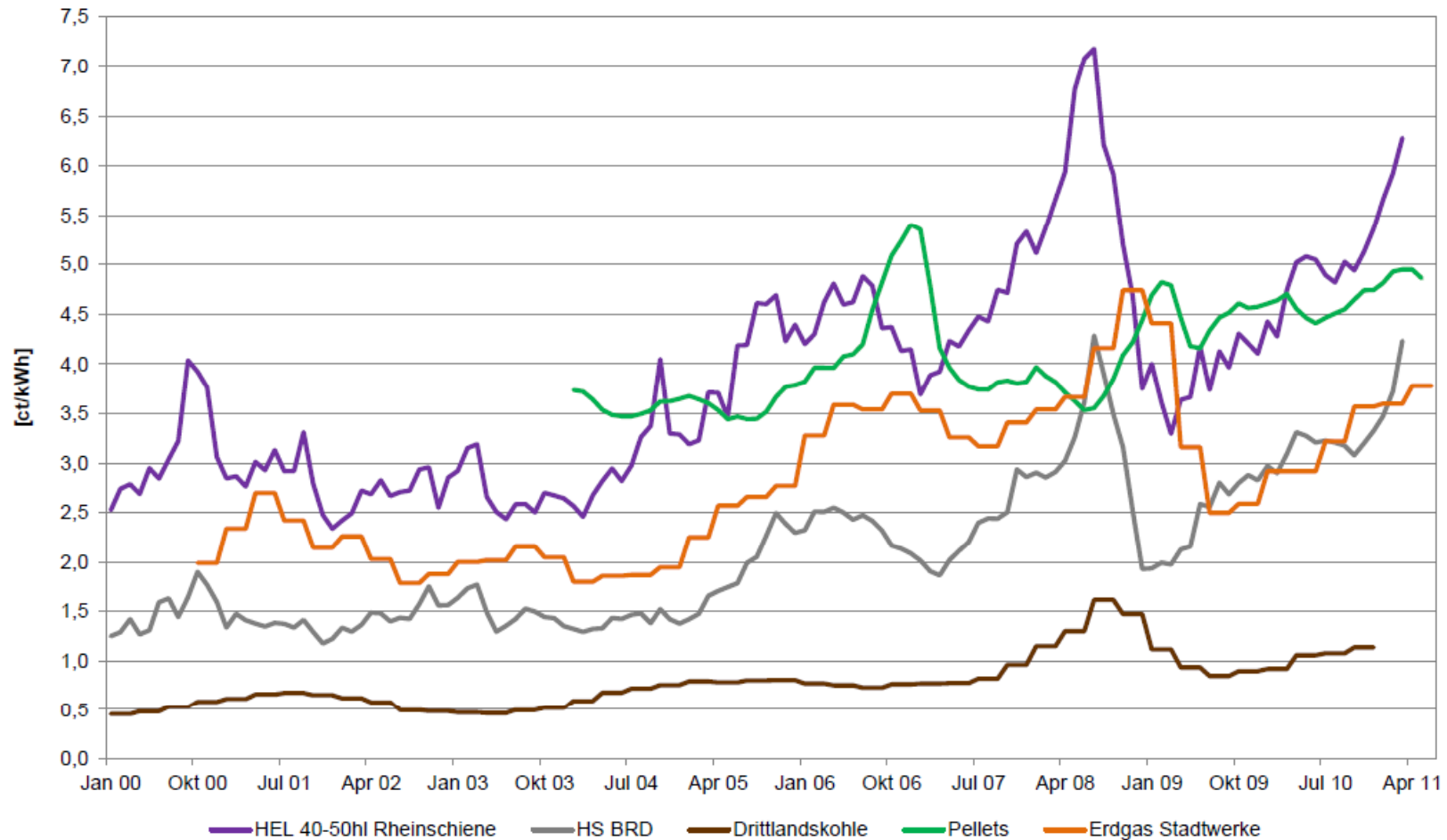
# Primärenergieverbrauch Deutschlands und Abhängigkeit von Energieimporten im Jahr 2008



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 02/2009 (Prozentzahlen als Anteile der jeweiligen Inlandsgewinnung am jeweiligen Primärenergieverbrauch errechnet)

# Entwicklung der Brennstoffpreise für Gewerbe- und Industriekunden in Deutschland von 2000 bis 2011

Nominale Preissteigerung in den letzten 10 Jahren: rund 8 %/a

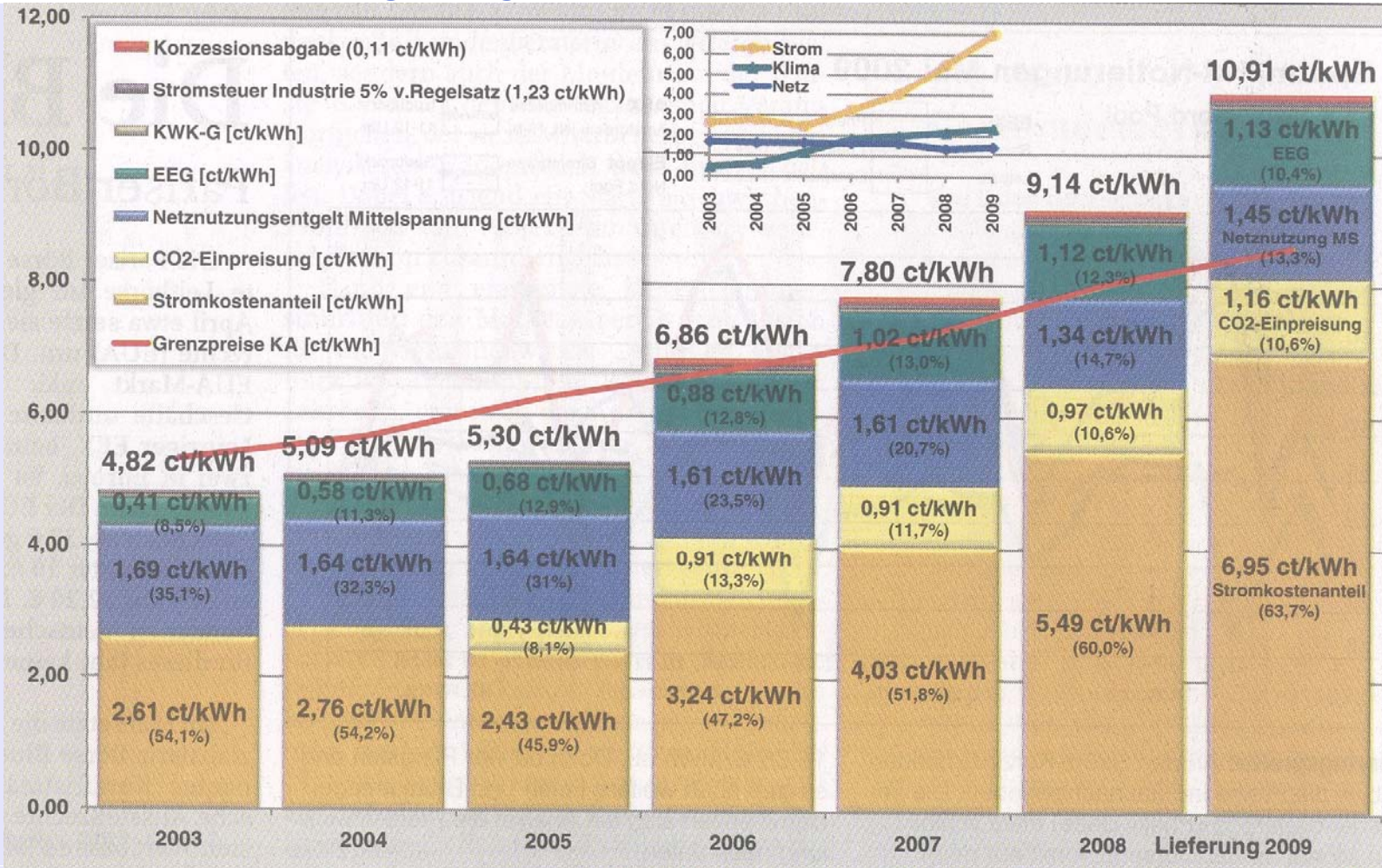


Quelle: Mitteilung von ECOTEC, Meschede, April 2011



# Entwicklung der Strompreise für Gewerbe- und Industriekunden in Deutschland von 2003 bis 2009

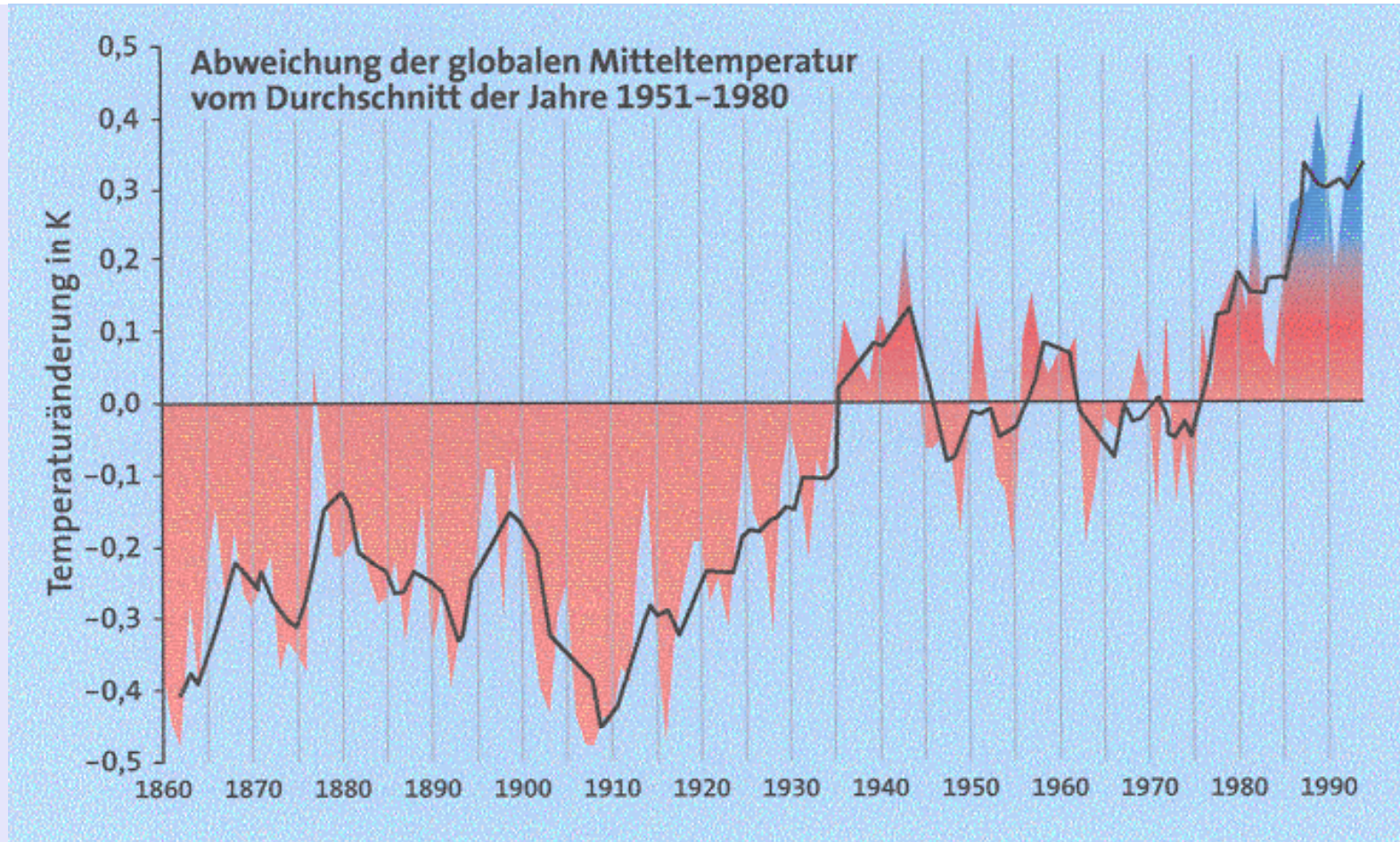
Nominale Preissteigerung in den letzten 10 Jahren: rund 8 %/a



Quelle: ZfK, Juni 2009



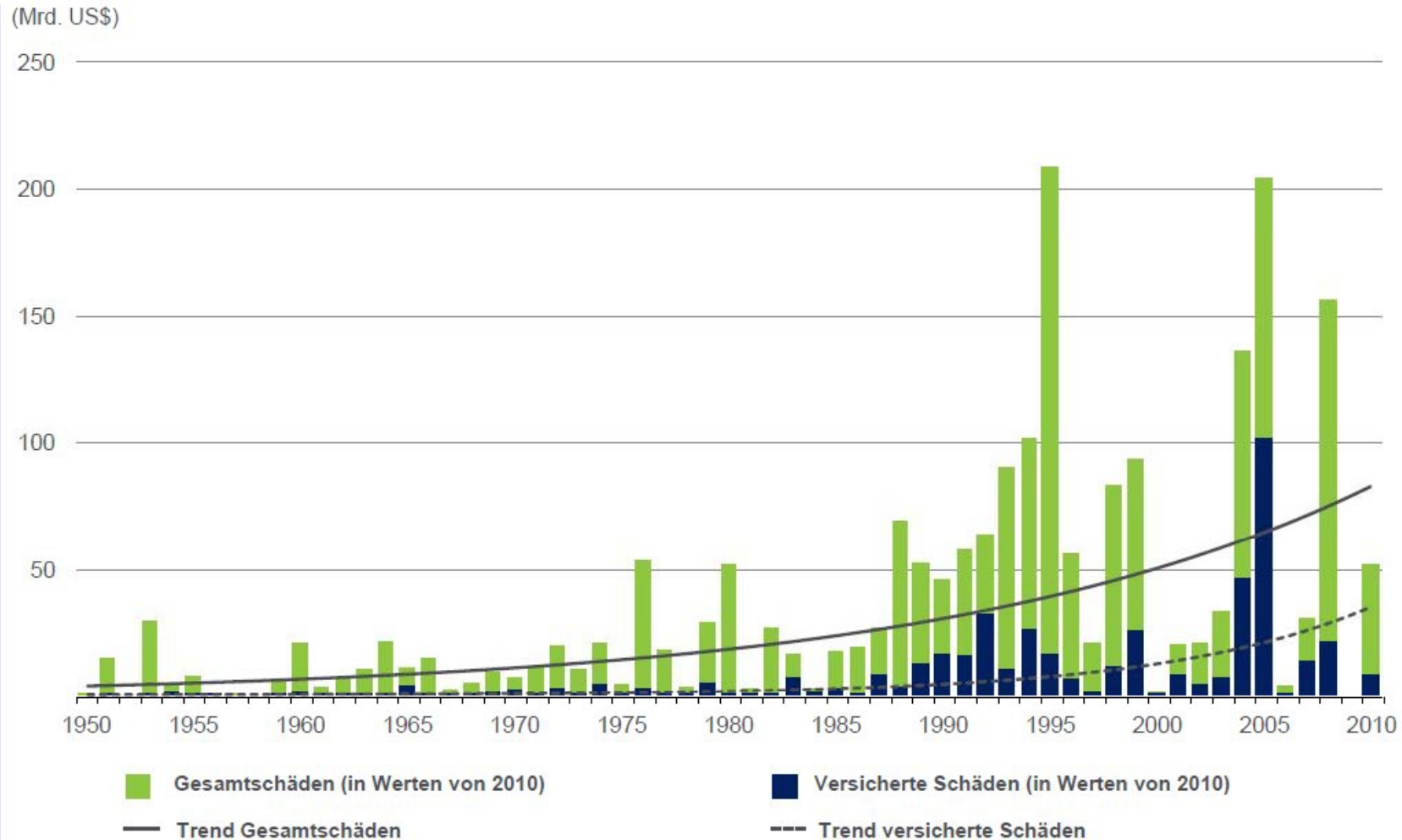
# Anstieg der globalen Mitteltemperatur



Quelle: Energien für das neue Jahrtausend, Studie von RAG und STEAG, 2002



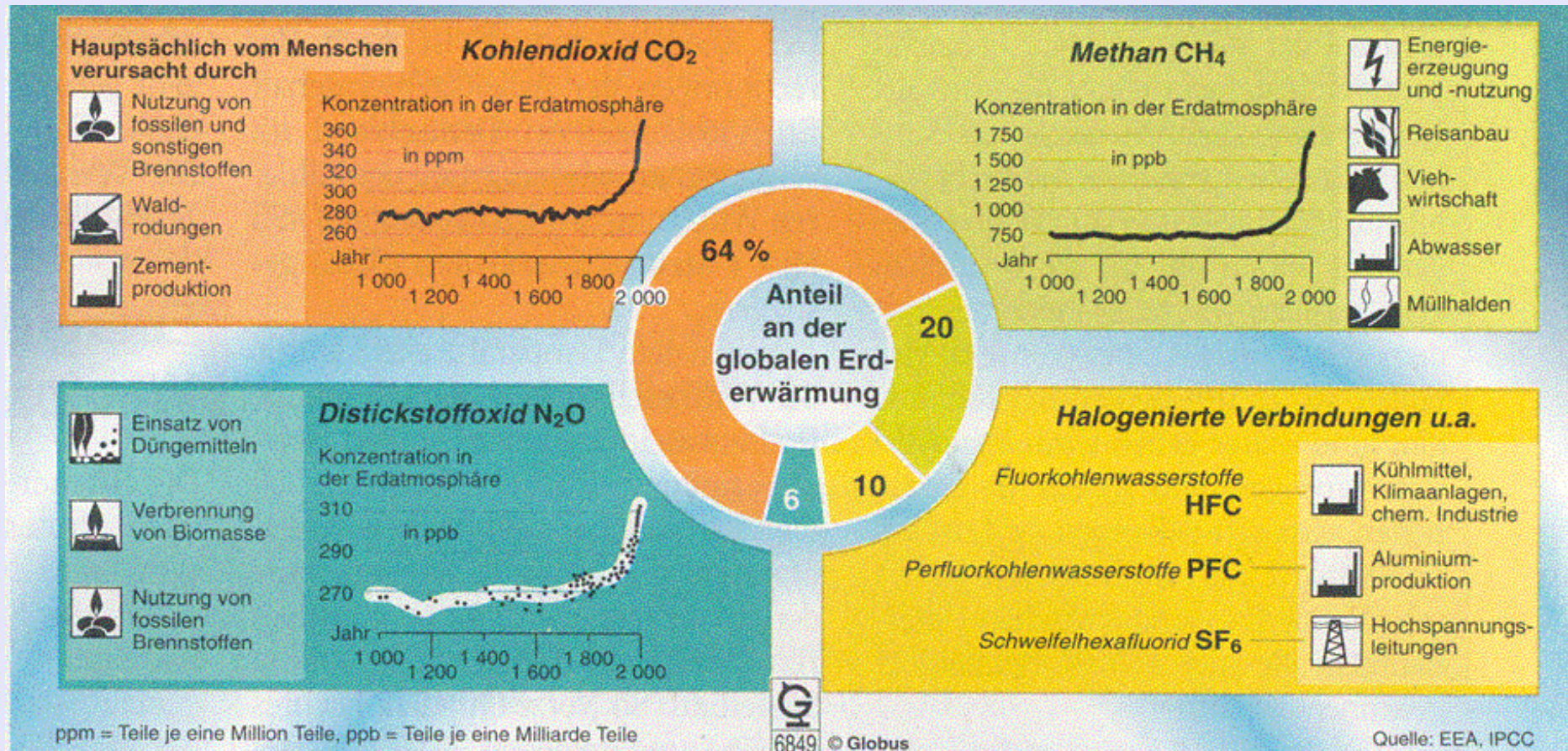
# Volkswirtschaftliche und versicherte Schäden durch große Naturkatastrophen 1950 – 2010, weltweit



Quelle: Münchener Rück AG, 2011

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Anteile verschiedener Gase am Treibhauseffekt

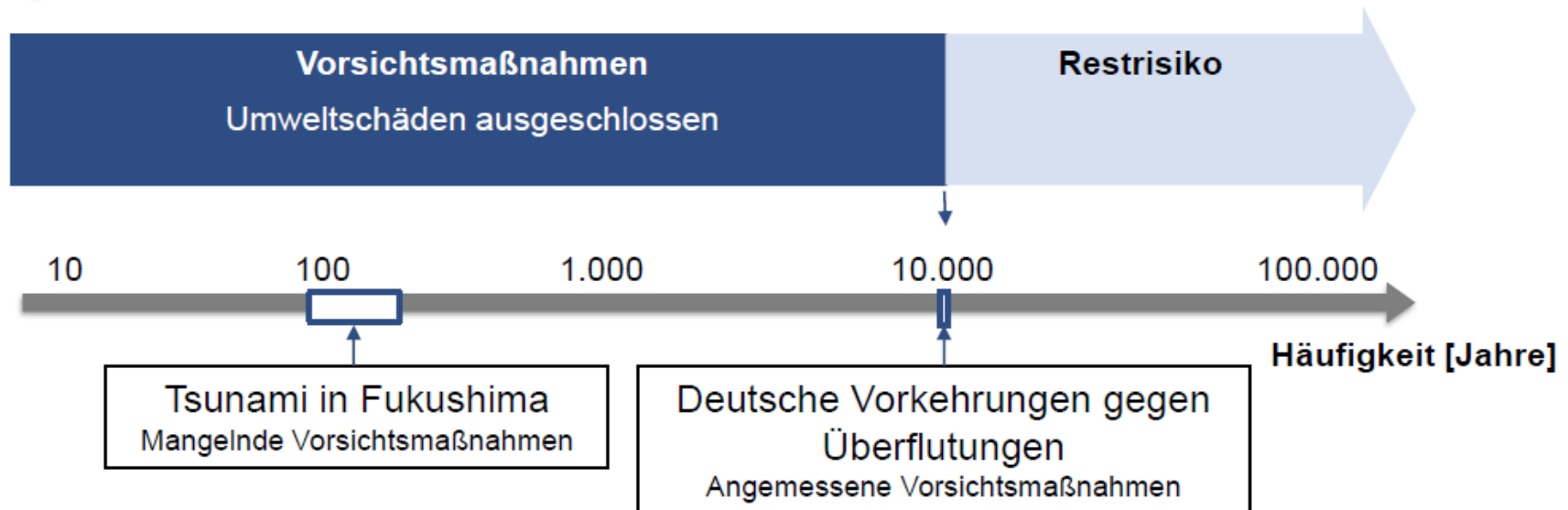




## Der Störfall im KKW Fukushima im März 2011 war Anlass für einen schnellen Ausstieg aus der Atomkraft in Deutschland

- > Das Unglück in Fukushima wurde durch einen Tsunami ausgelöst.
- > Tsunamis solchen Ausmaßes hätten in der Region Fukushima vorausgesehen werden müssen.
- > Folglich wiesen die beschädigten Kraftwerksteile erhebliche Mängel bei den Vorkehrungen gegen Auslegungstörfälle auf.

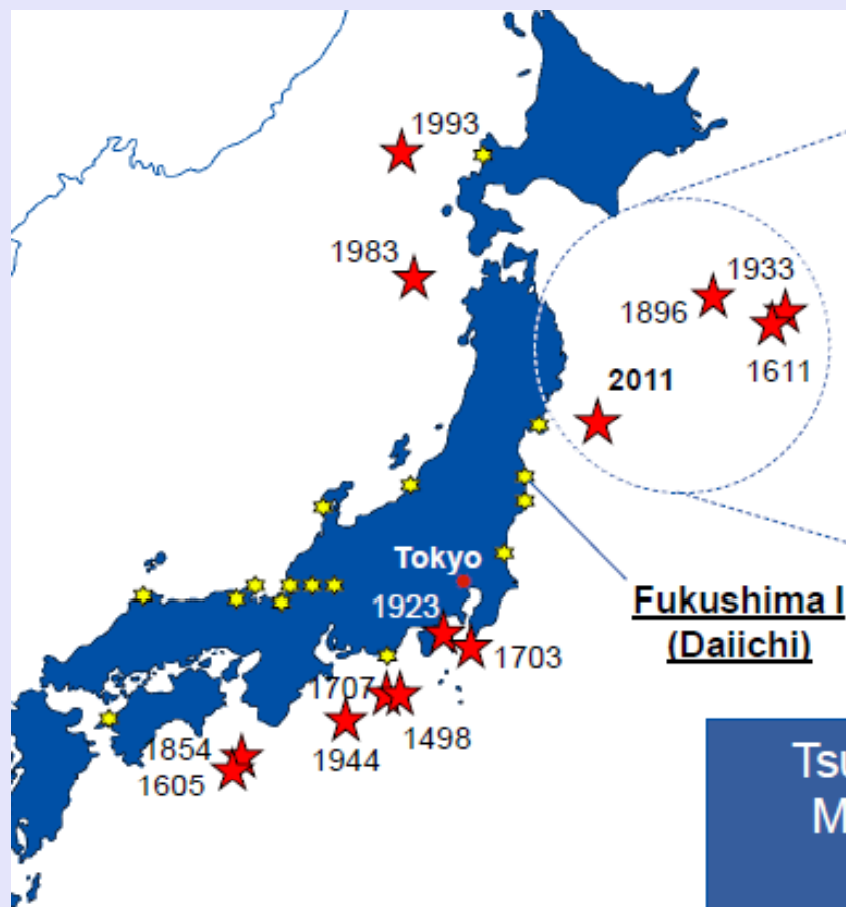
**Der Unfall in Fukushima lag nicht im Bereich des Restrisikos!**



Quelle: RWE AG, 2011

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Gewaltige Tsunamis sind an Japans Ostküste kein Einzelfall



## Frühere Tsunamis an der Ostküste

Erdbeben	Max. Höhe [m]	Todesopfer
Sanriku 1611	25,0	5.000
Sanriku 1896	38,2	27.122
Sanriku 1933	29,0	3.022
Tohoku 2011	23,0	> 15.000

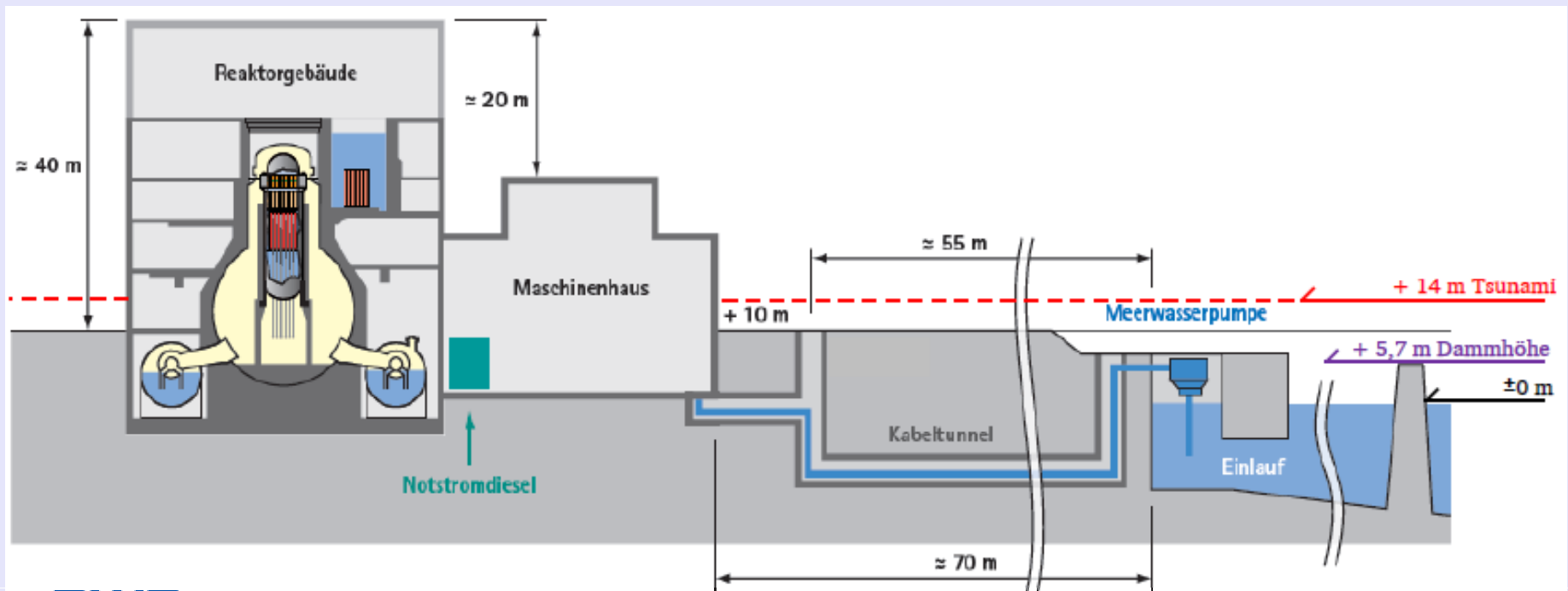
Tsunamis in einer Höhe von mehr als 10 Metern werden in Japan alle 30 Jahre beobachtet!

Quelle: RWE AG, 2011

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Auslöser der tragischen Ereignisse im KKW Fukushima waren das Tohoku-Beben und der folgende Tsunami

- Das Ausmaß des Tsunamis vom 11. März 2011 überstieg deutlich die Vorkehrungen gegen Auslegungsstörfälle.
- Die Betriebsanlagen wurden mehrere Meter überflutet.
- Der Ausfall der Notstromgeneratoren wurde durch eine Unterbrechung der Brennstoffzufuhr, der Luftversorgung oder durch Kurzschlüsse verursacht.



Quelle: RWE AG, 2011

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

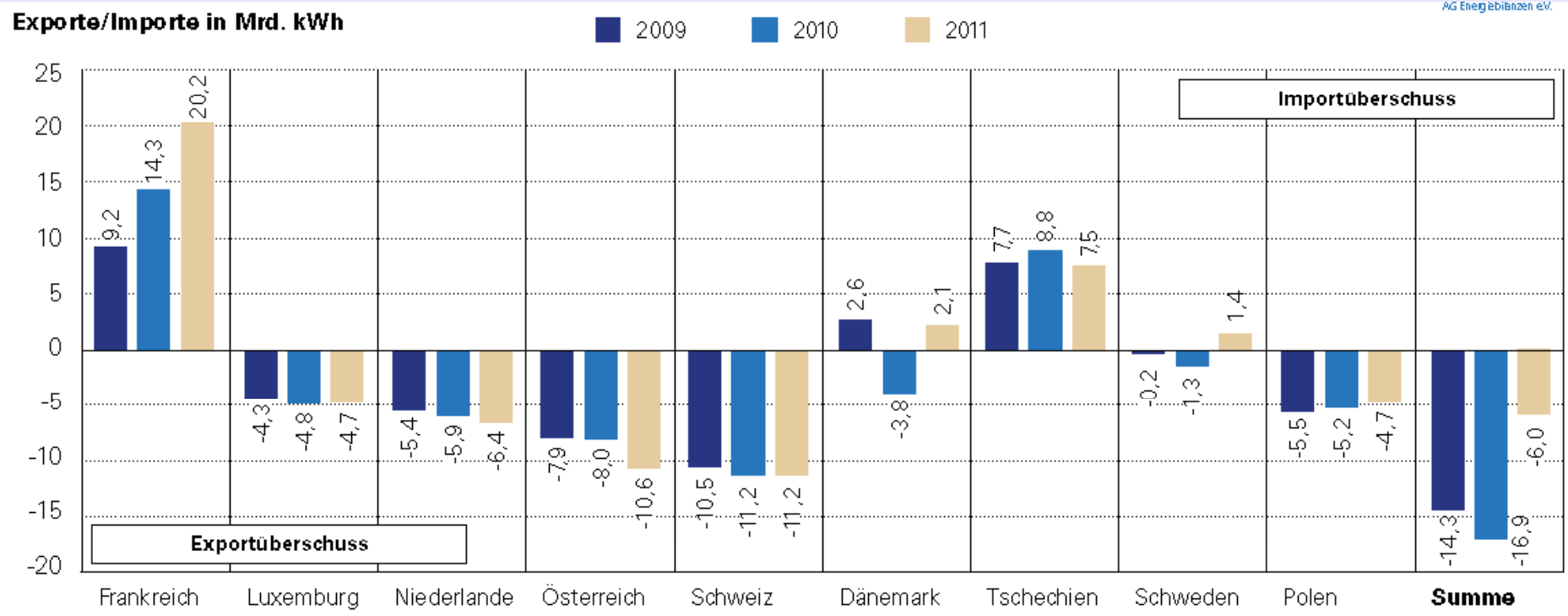
# Flutung der Notstromdiesel des KKWs in Fukushima



Quelle: RWE AG, 2011

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Durch die Abschaltung der 7 ältesten Kernkraftwerke in 2011 ist der Strom-Exportüberschuss Deutschlands gesunken und es wurde vermehrt Atomstrom aus Frankreich importiert



Quelle: AG Energiebilanzen, 2012



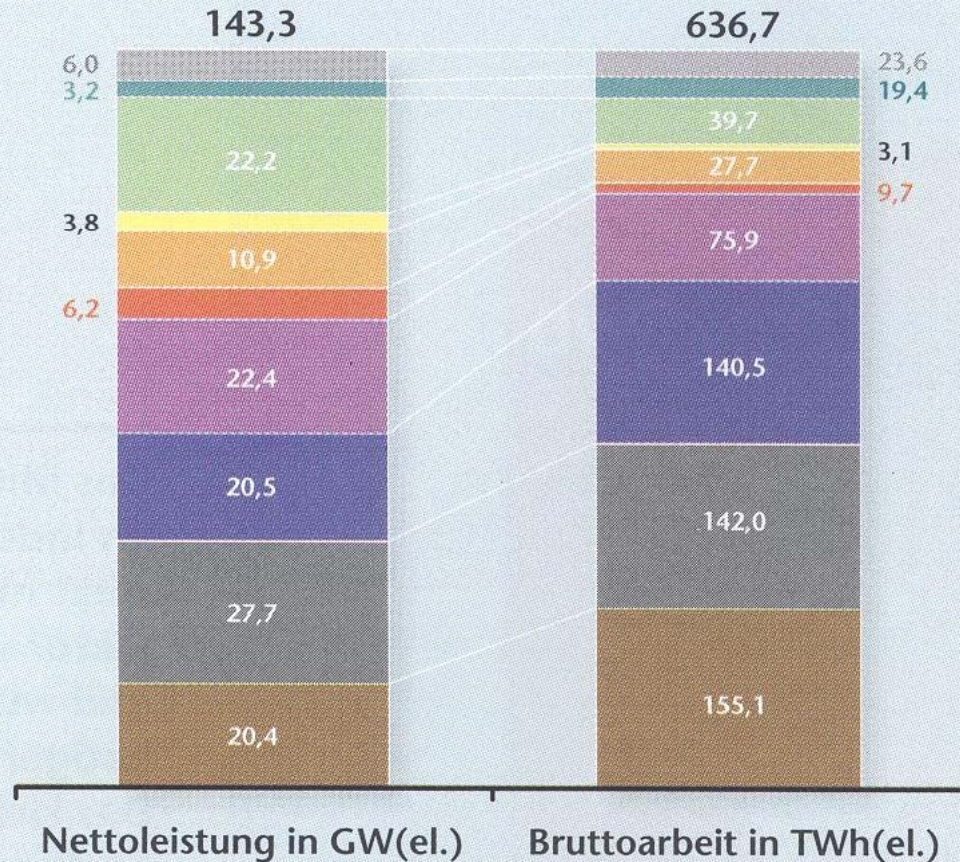
# Die Abschaltung der 7 ältesten Kernkraftwerke hat den EEX-Terminmarkt für Strom nur kurzzeitig beeinflusst

Phelix-Base- und Phelix-Peakload-Year-Future in EUR/MWh



# Installierte elektr. Leistung, Stromerzeugung und jährl. äquivalente Volllastbetriebsstunden der versch. Kraftwerkstypen in Deutschland im Jahr 2007

- Sonstige
- Biomasse
- Windenergie
- Photovoltaik
- Wasserkraft
- Heizöl
- Erdgas
- Kernenergie
- Steinkohle
- Braunkohle



## Jährliche äquivalente Volllastbetriebsstunden

= jährliche Stromerzeugung / Nennleistung

Biomasse	6062 h/a
Windenergie	1788 h/a
Photovoltaik	816 h/a
Wasserkraft	2541 h/a
Heizöl	1565 h/a
Erdgas	3388 h/a
Kernenergie	6854 h/a
Steinkohle	5126 h/a
Braunkohle	7603 h/a

Quellen: BDEW, BMU, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 2007



# Strategien für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Energieversorgung

- Verminderung des Nutzenergieverbrauches
- Erhöhung der Effizienz von Energiewandlung und -anwendung
- Vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien
- Verstärkter Einsatz kohlenstoffarmer Energierohstoffe
- Rückhaltung und Speicherung von Kohlendioxid

# Magisches Dreieck der Energiepolitik

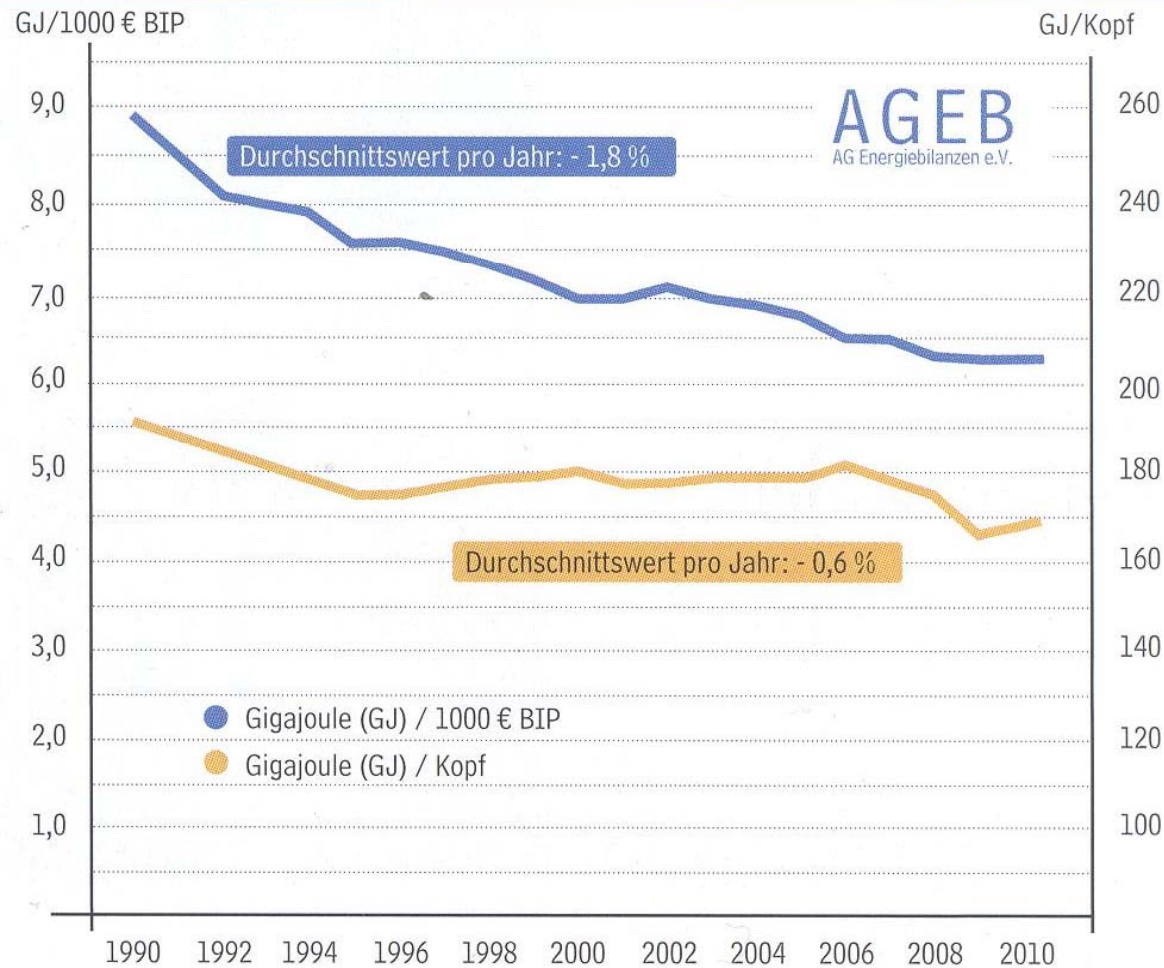
**Umwelt / Nachhaltigkeit**

**Wettbewerbsfähigkeit  
/ Markt**

**Versorgungssicherheit  
/ Geopolitik**



# Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz in Deutschland von 1990 bis 2010



Quelle: BWK Bd. 63 (2012) Nr. 1/2

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Erdgas-GUD-Kraftwerk Irsching

Block 4, Neubau 2011, 578 MW<sub>el</sub>, Wirkungsgrad 60,75 %, CO<sub>2</sub> 330 g/kWh<sub>el</sub>



Bild: Siemens AG

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Steinkohlekraftwerk Westfalen (Hamm-Uentrop)

Block D und E, Neubau 2011, 2 x 765 MWel, Wirkungsgrad > 46%,  
Dampfzustände FD 285 bar / 600 °C, ZÜ 62 bar / 610 °C



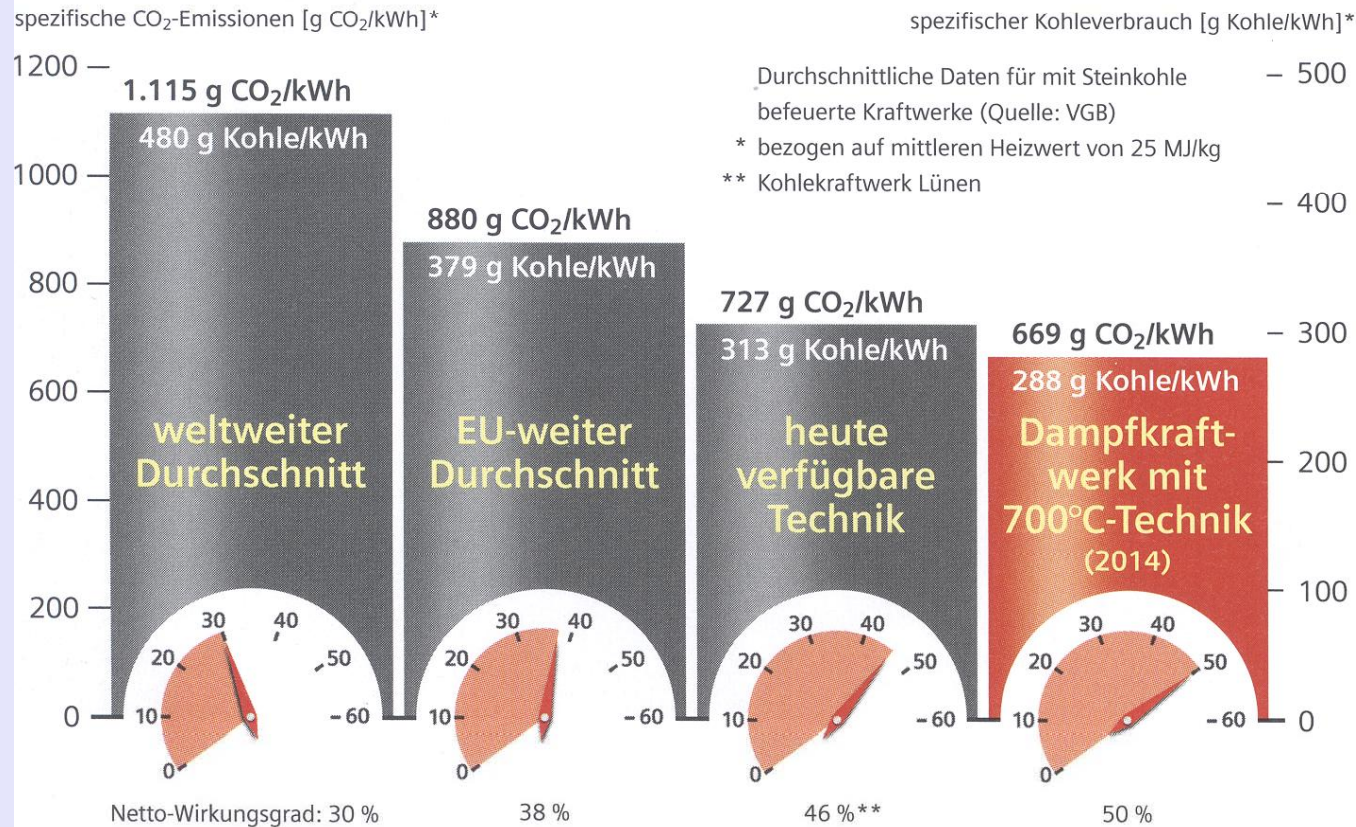
Bild: RWE

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail



# Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen steinkohlebefeuerteter Dampfkraftwerke

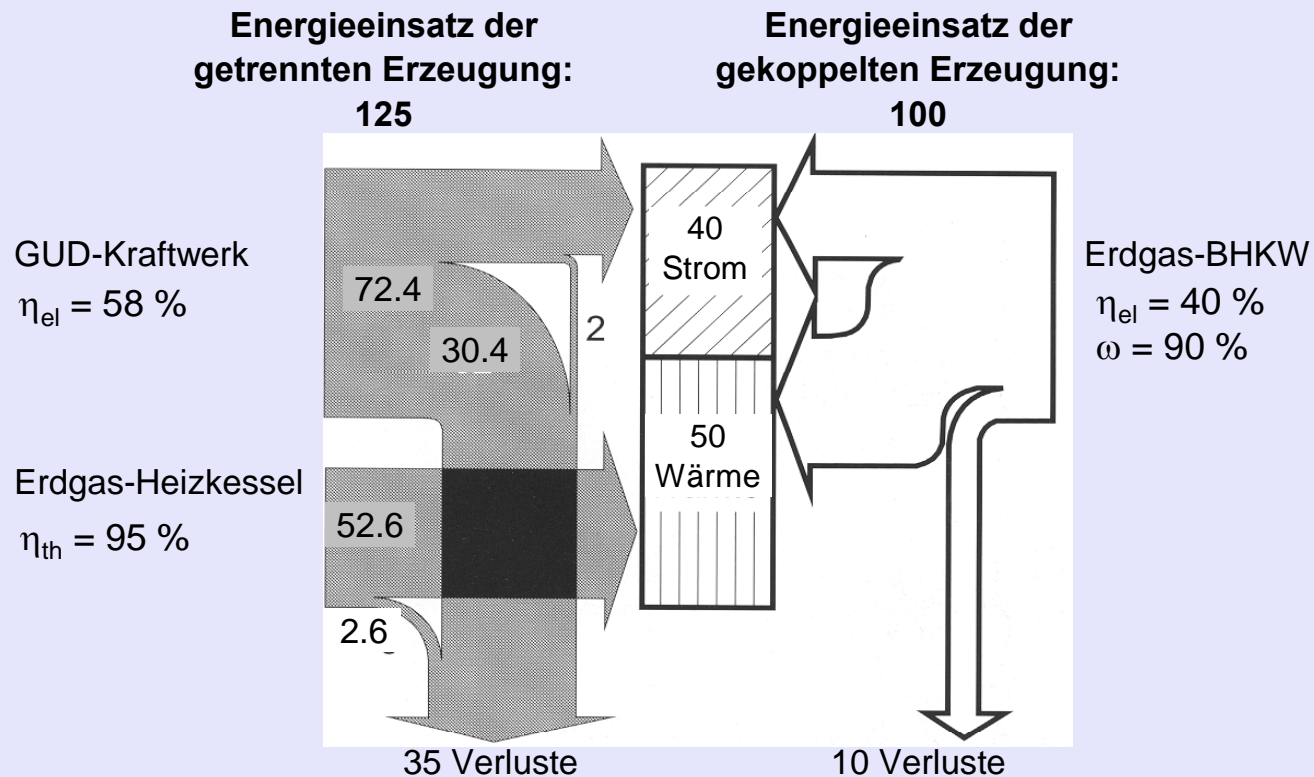
## Effizienzgewinn bei Kohlekraftwerken



Klimafreundlich: Mit steigendem Wirkungsgrad sinken der Kohleverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Quelle: Siemens AG, Pictures of the Future, Frühjahr 2008

# Primärenergieeinsparung durch Kraft-Wärme-Kopplung am Beispiel eines Blockheizkraftwerkes (BHKW)



⇒ **Primärenergieeinsparung:  $(125 - 100) / 125 = 20\%$**



# Studie über den Einsatz eines BHKWs am Standort Soest der FH Südwestfalen

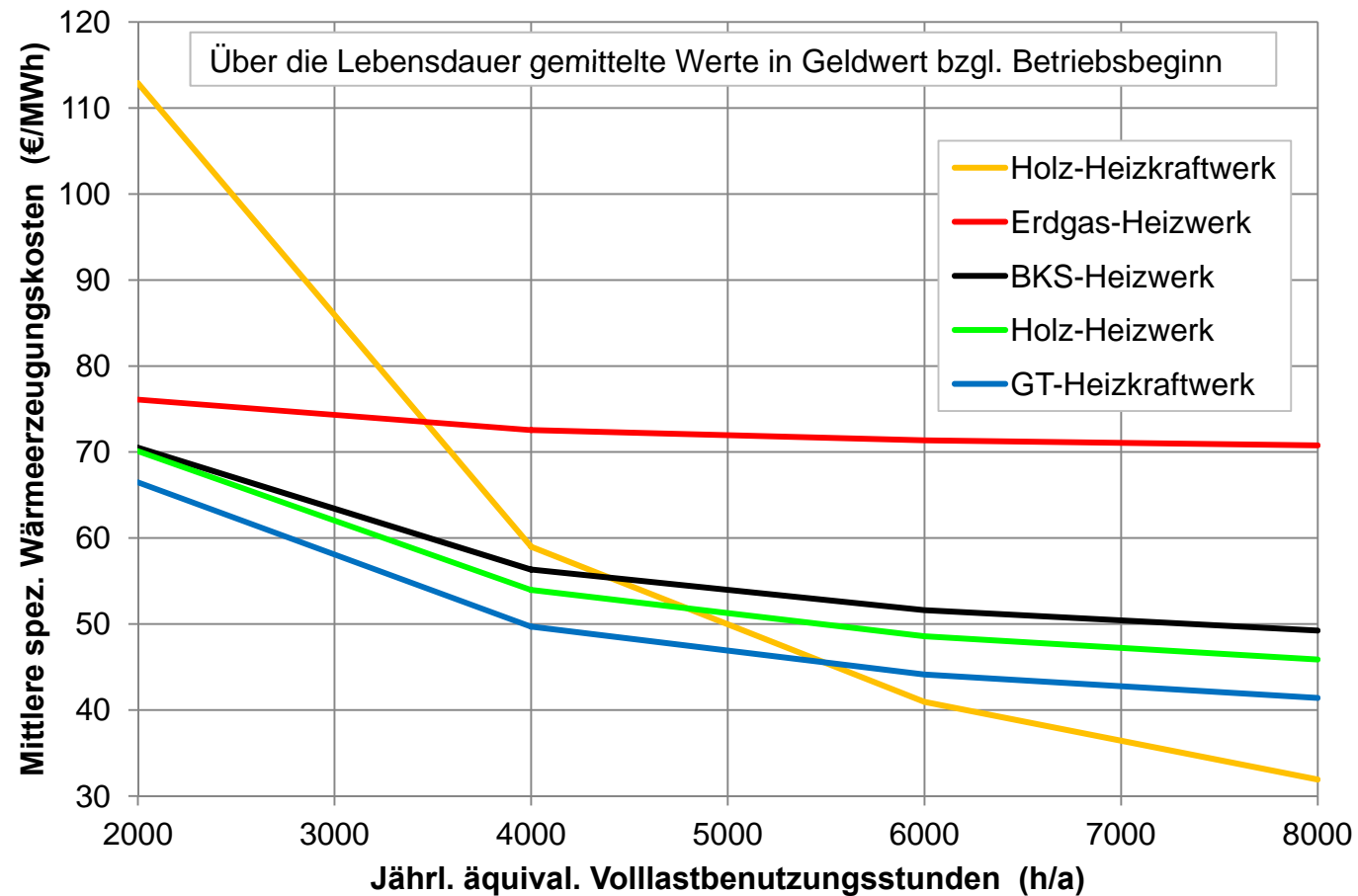
## Daten des Blockheizkraftwerkes

- elektr. Leistung: 50 kW
- Wärmeleistung: 82 kW
- elektr. Wirkungsgrad: 34 %
- Gesamtwirkungsgrad: 90 %
- Gesamtinvestition: 100 000 €

## Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung

- Amortisationszeit: 6 Jahre
- Kumulierter Kostenvorteil nach 15 Jahren Laufzeit: 200 000 €
- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen: 84 t/a

# Studie über die optimale Energieversorgung eines Industriebetriebs (Feuerungsleistung 10 MW – 20 MW)





# Zukunftstechnologie Brennstoffzelle

(Bsp.: MCFC,  $P = 345 \text{ kW}_{el}$ ,  $Q = 230 \text{ kW}_{th}$ ,  $\eta = 47 \%$ ,  $\omega = 87 \%$ )



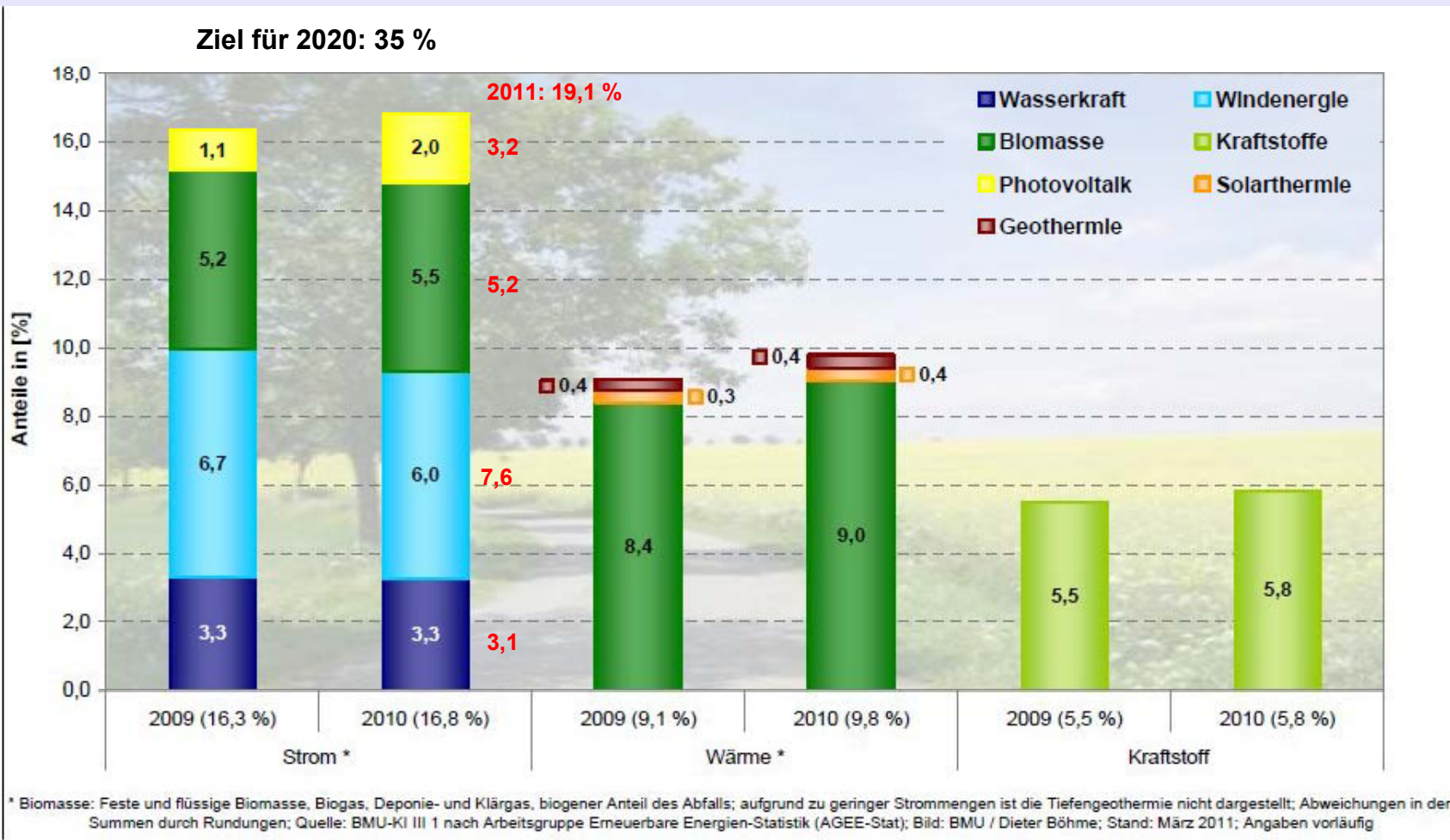
Einstellung der Geschäftstätigkeit des Brennstoffzellenbereichs von Tognum Ende 2011

# Flächenbedarf in der Sahara für die Erzeugung der benötigten Nutzenergie aus Solarenergie





# Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland 2009/2010

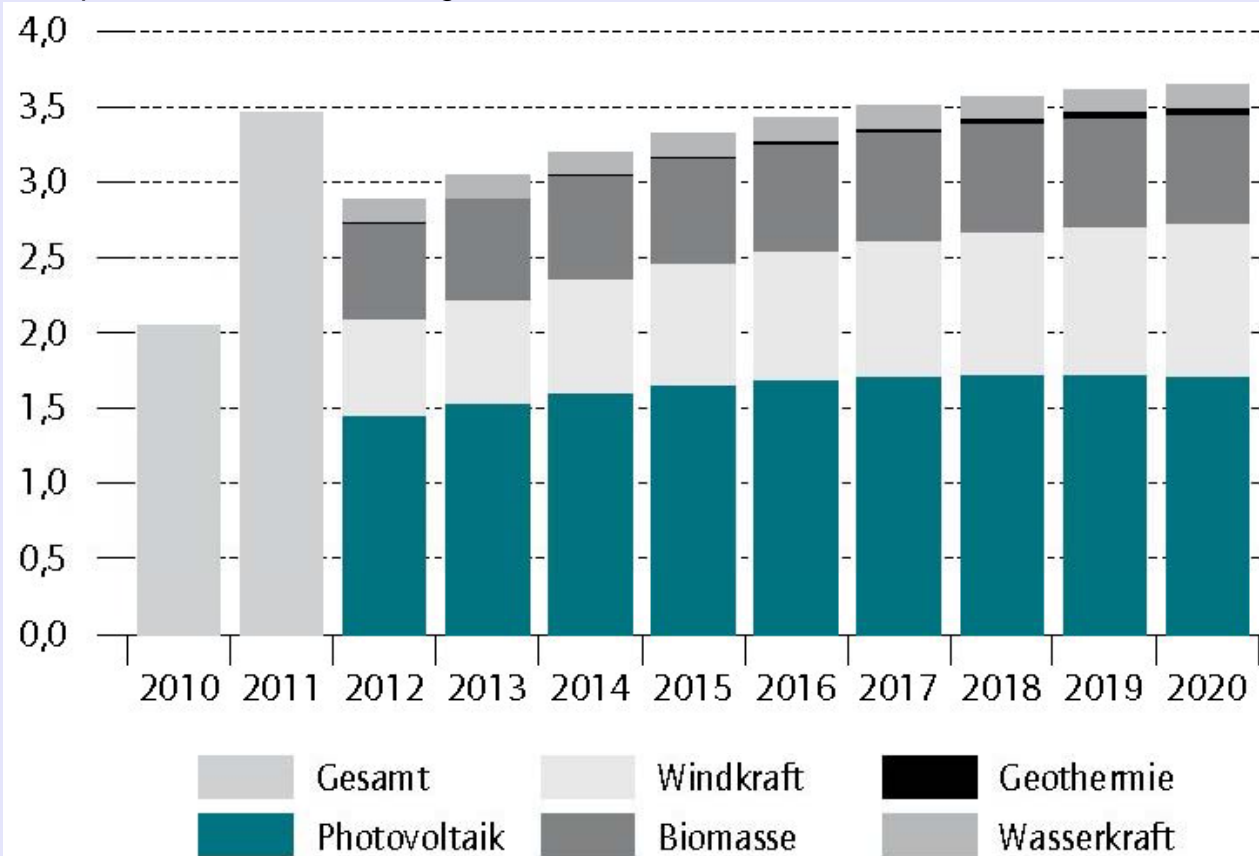


Quelle: BMU, Erneuerbare Energien 2010



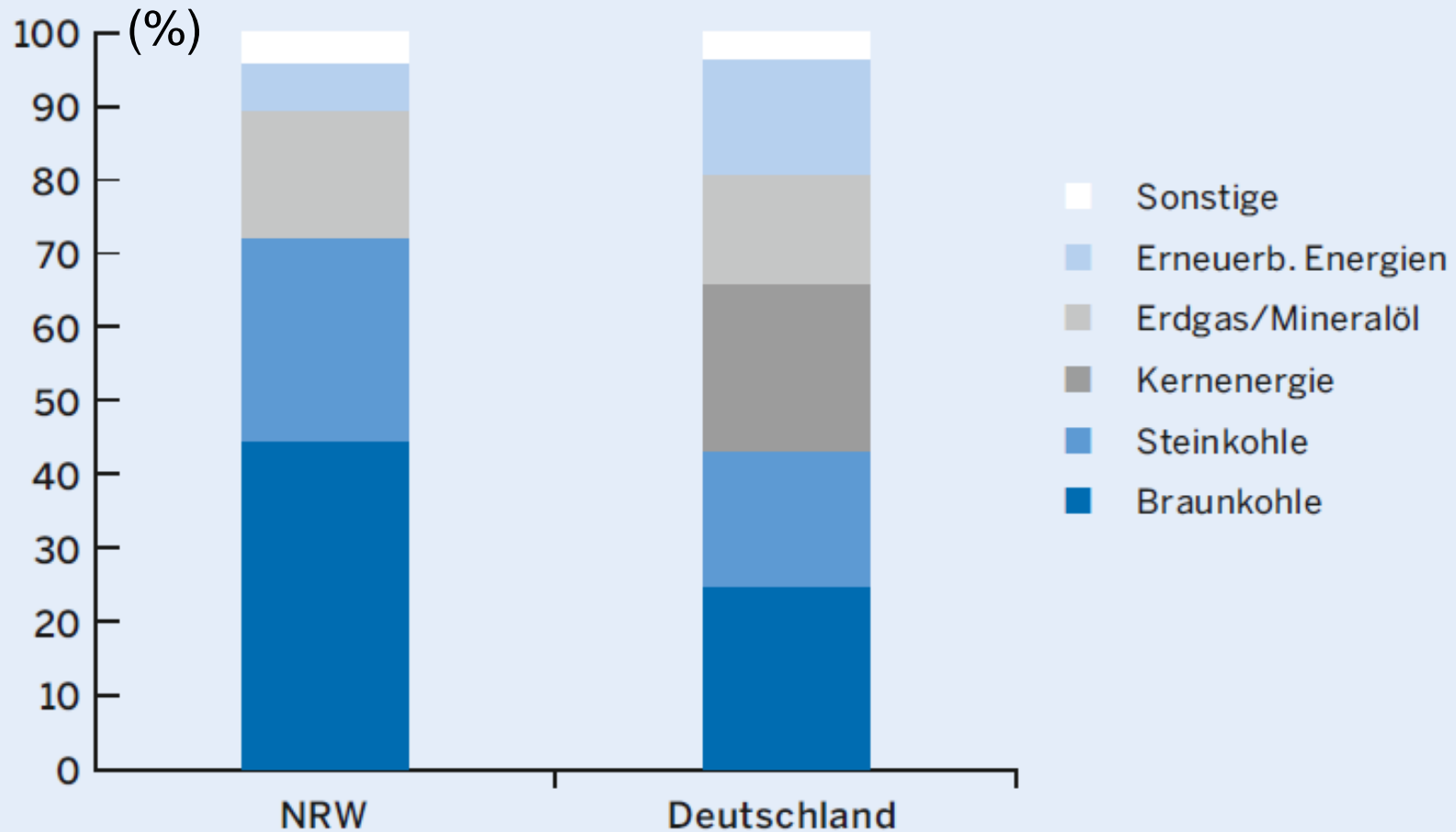
# Entwicklung der EEG-Umlage 2010 und 2011 sowie Vorausschätzung bis 2020

Cent pro kWh, inflationsbereinigt



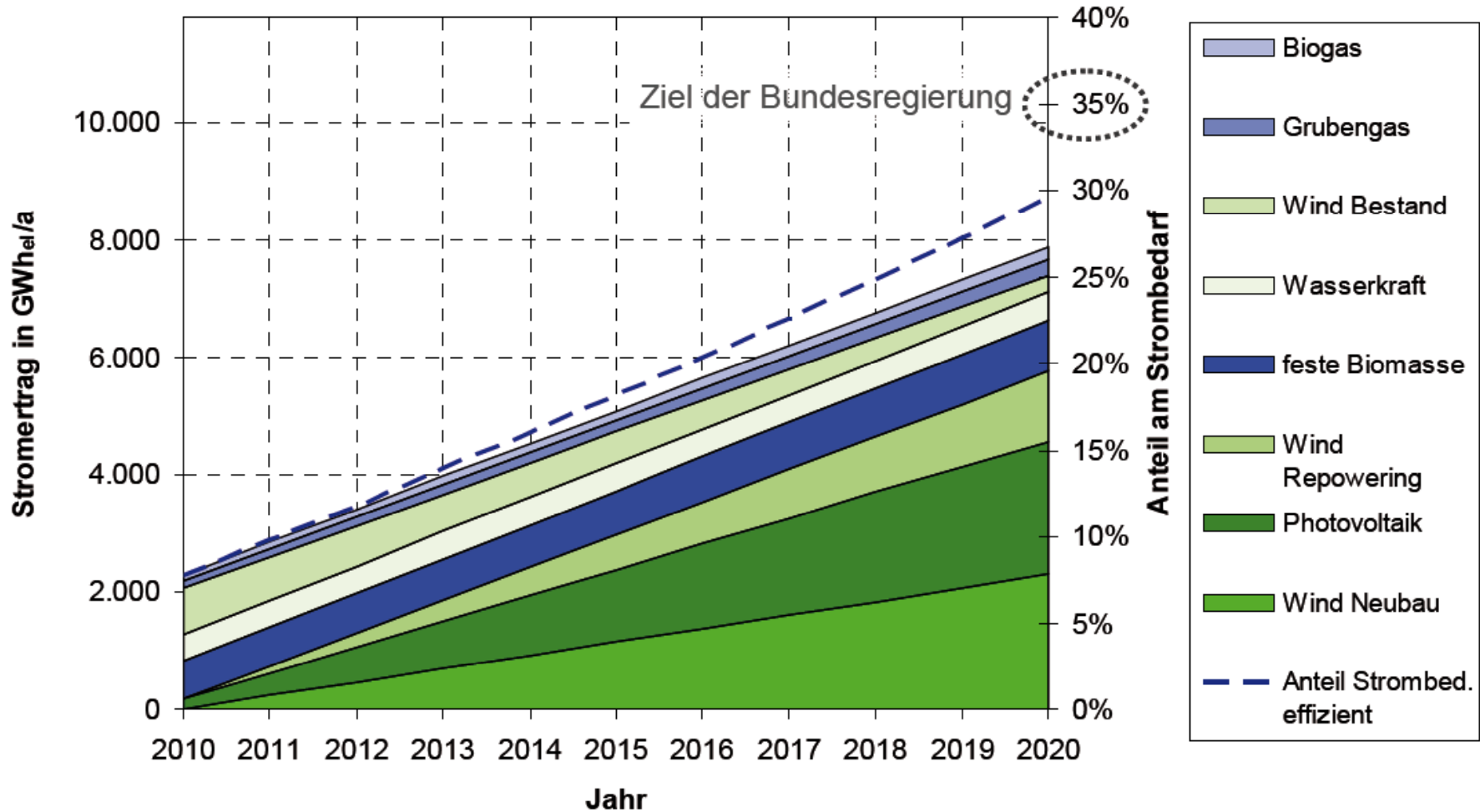
Quellen: Übertragungsnetzbetreiber (für 2010 und 2011); Berechnungen des DIW Berlin (für 2012 bis 2020).

# Struktur der Stromerzeugung in NRW und Deutschland im Jahr 2009



Quelle: EnergieAgentur.NRW, 2011

# Beitrag und Ausbau der erneuerbaren Energieträger zur Stromerzeugung im Regierungsbezirk Arnsberg



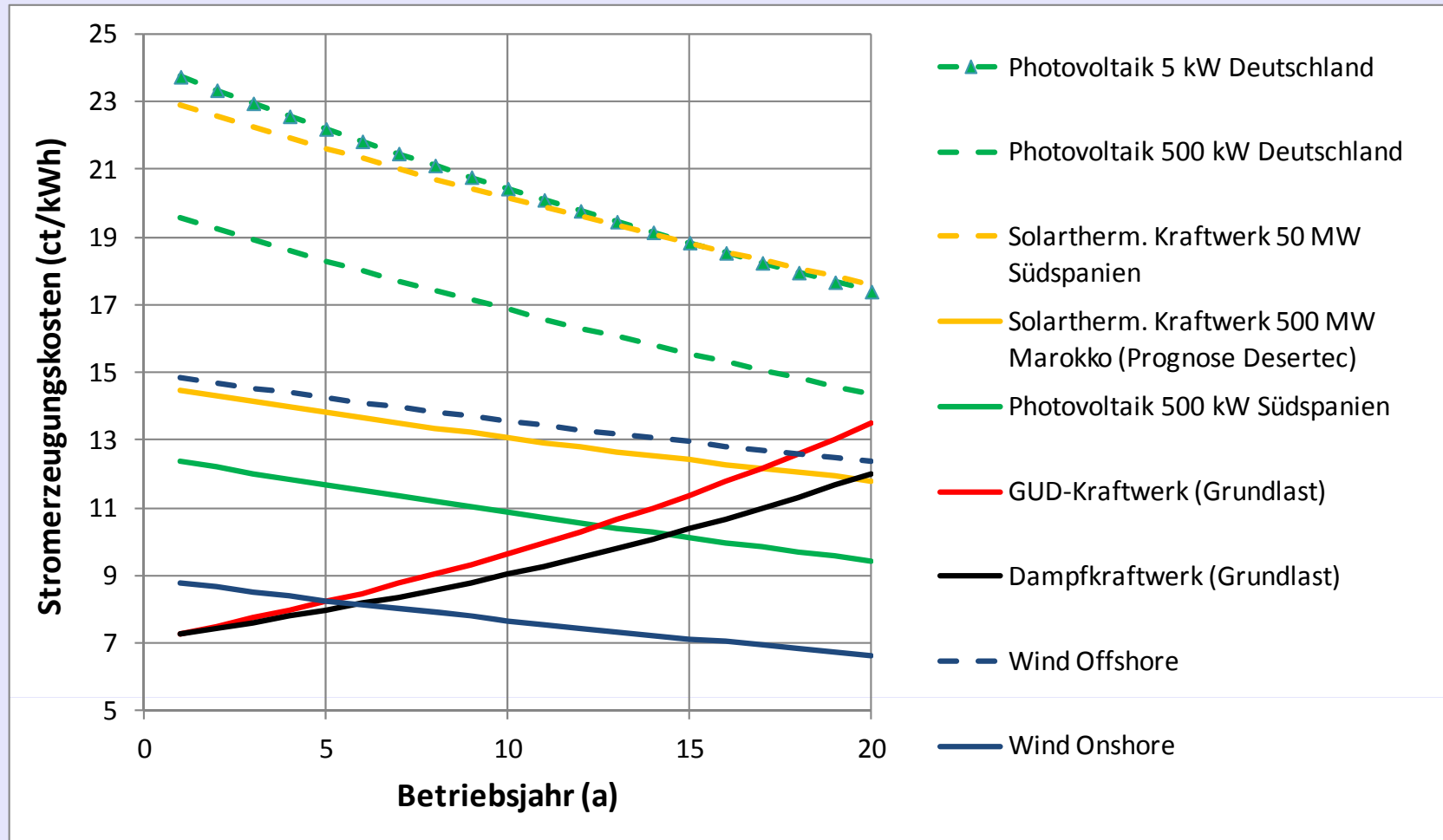
Quelle: Studie von Siemens für die Bezirksregierung Arnsberg, 2011

# Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit verschiedener Kraftwerkstypen (Neubau 2012)

Kraftwerkstyp	Elektr. Leistung (MW)	Elektr. Wirkungsgrad (%)	Spez. Investition (€/kW)	Äquival. Volllaststunden (h/a)	Nutzungsdauer (a)	Kapitalkosten (ct/kWh)	Brennstoffkosten (ct/kWh-H <sub>i</sub> )	CO <sub>2</sub> -Kosten (30 €/t CO <sub>2</sub> ) (ct/kWh-el)	Kosten f. Betrieb u. Wartung (ct/kWh)	Stromerzeugungskosten 1. J. (ct/kWh)
<b>GUD-Kraftwerk</b> (Erdgas)	800	60	750	<b>4000 - 7500</b>	25	0,8 - 1,5	3,0	1,0	0,5	<b>7,3 - 8,0</b>
<b>Dampfkraftwerk</b> (Steinkohle)	800	46	1500	<b>4000 - 7500</b>	30	1,5 - 2,7	1,2	2,2	1,0	<b>7,3 - 8,6</b>
<b>Wind Onshore</b>	3		1400	<b>1800</b>	20	6,8			2,0	<b>8,8</b>
<b>Wind Offshore</b>	5		3600	<b>4000</b>	20	7,8			7,0	<b>14,8</b>
<b>Photovoltaik</b>										
Deutschland	0,005		2200	<b>850</b>	25	20,2			3,5	<b>23,7</b>
Deutschland	0,5		1800	<b>850</b>	25	16,6			3,0	<b>19,6</b>
Südspanien	0,5		1800	<b>1500</b>	25	9,4			3,0	<b>12,4</b>
<b>Solarthermisches Kraftwerk mit Speicher</b>										
Südspanien	50		8000	<b>3700</b>	25	16,9			6,0	<b>22,9</b>
Marokko (Prognose Desertec)	500		4000	<b>3700</b>	25	8,5			6,0	<b>14,5</b>



# Inflationsbereinigter Verlauf der Stromerzeugungskosten verschiedener Kraftwerkstypen (Neubau 2012)



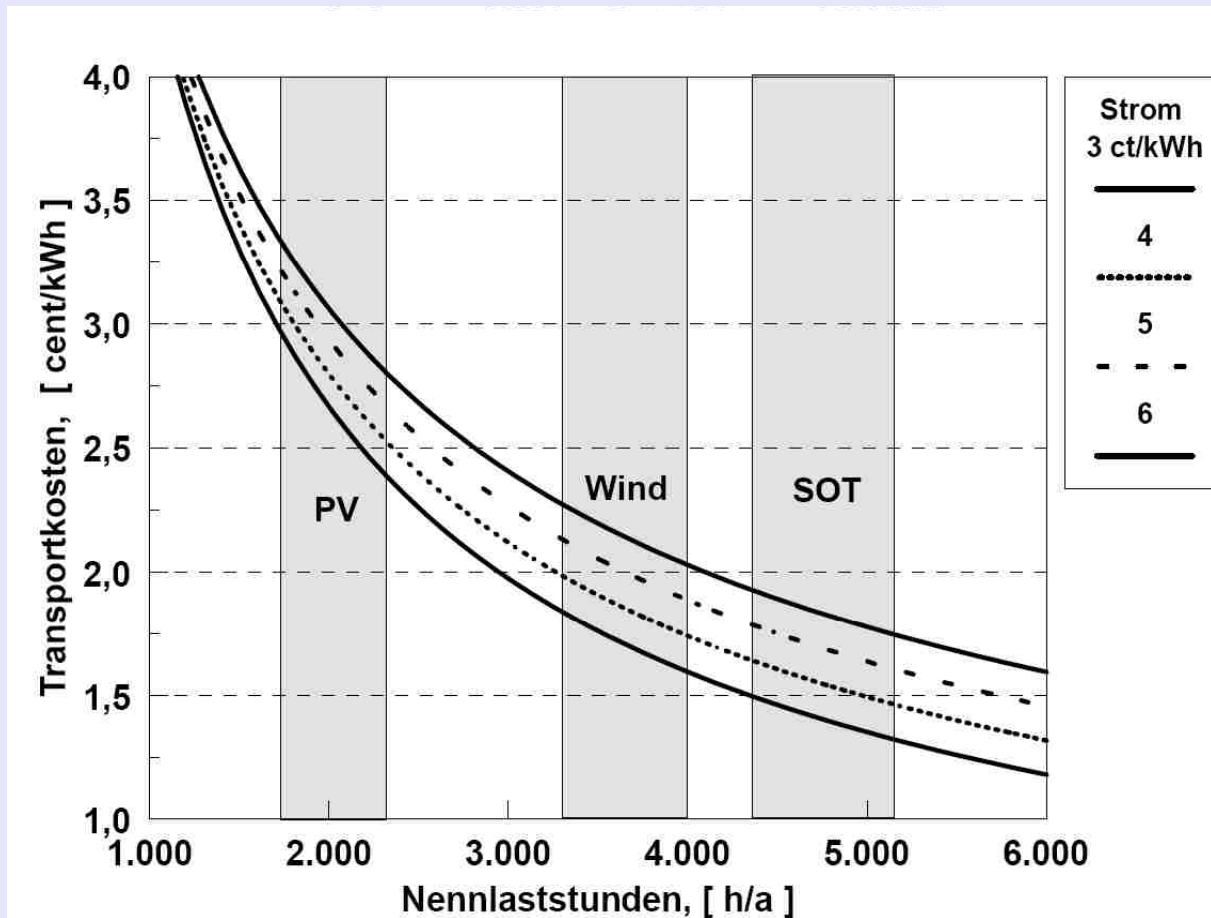
# Die fluktuierende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erfordert Maßnahmen zur Verstärkung

- **Weiträumiger Ausbau der Stromnetze von Skandinavien bis zum Mittelmeer, um Windenergie, Wasserkraft und Solarenergie verbinden zu können**
- **Bau von Stromspeichern**
- **Bau von flexiblen Gas- und Kohle-Kraftwerken mit hohen zulässigen Laständerungsgeschwindigkeiten und kurzen Startzeiten**
- **Speicherung von Strom in Elektrofahrzeugen (notw. Voraussetzung: Smart Grid)**
- **Ausbau von Smart Grid und Smart Home, um den Stromverbrauch in Abhängigkeit von der Stromerzeugung steuern zu können**

# Vernetzung der erneuerbaren Energien zur Kompensation der fluktuierenden Stromerzeugung



# Stromtransportkosten einer Hochspannungsgleichstromübertragung mit 3000 km Entfernung



Bruttoleistung 4 800 MW, Transportverluste 12 %

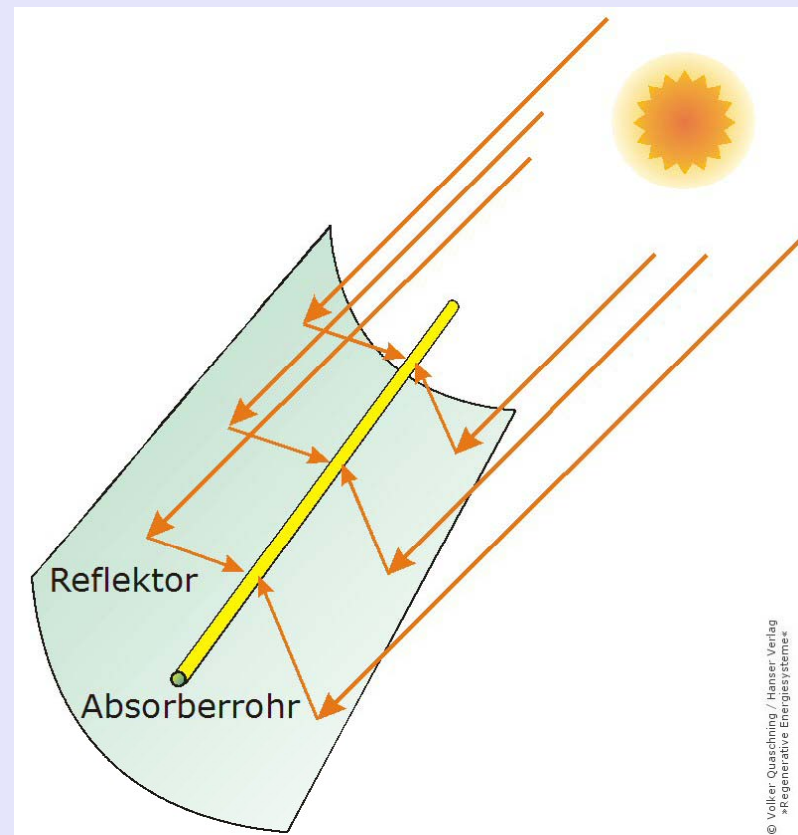
Quelle: BMU, Ökologisch optimierter Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland, 2004



# Parabolrinnenkollektor eines solarthermischen Dampfkraftwerkes



© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail



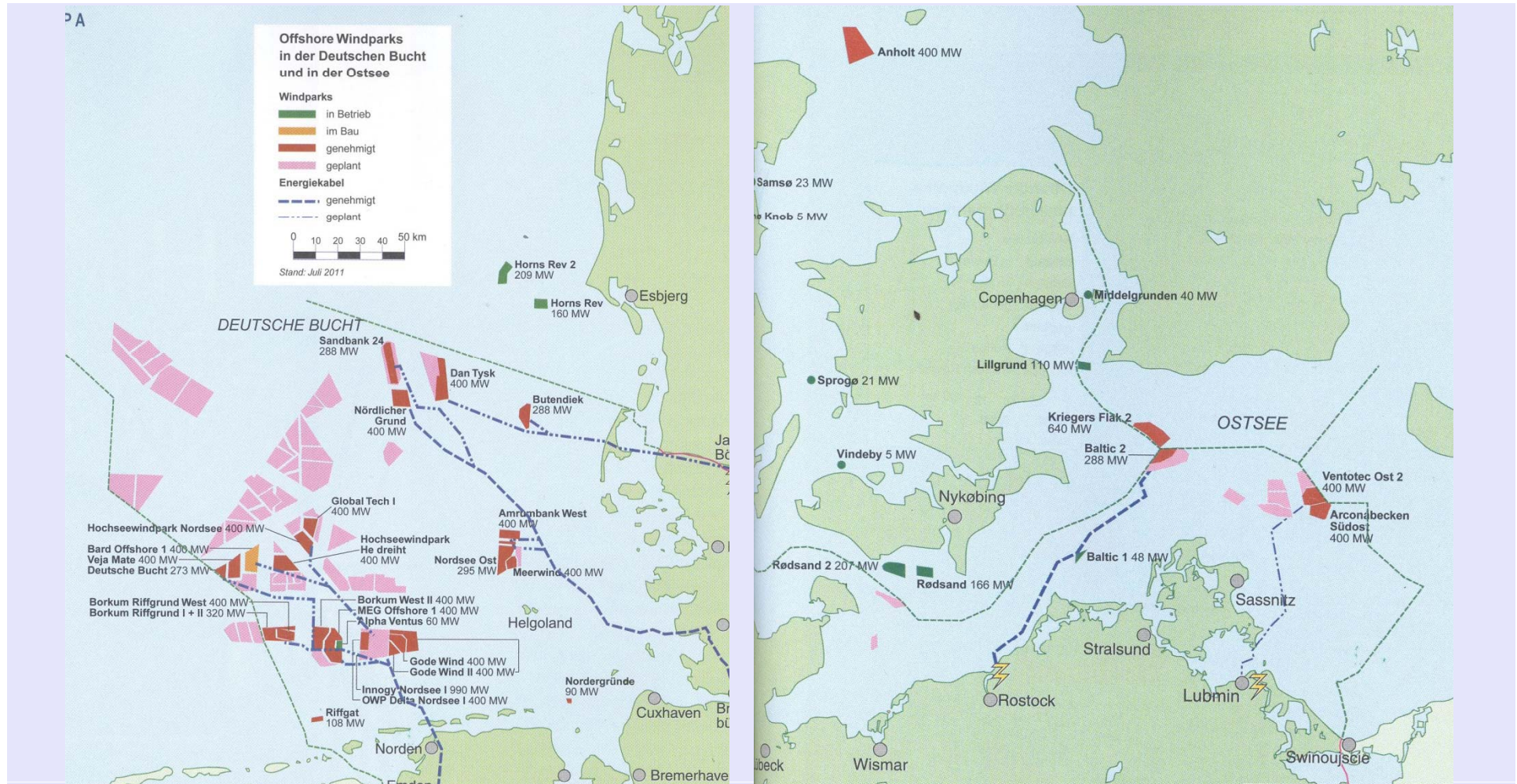
© Volker Quaschning / Hanser Verlag  
»Regenerative Energiesysteme«

# Offshore-Windpark





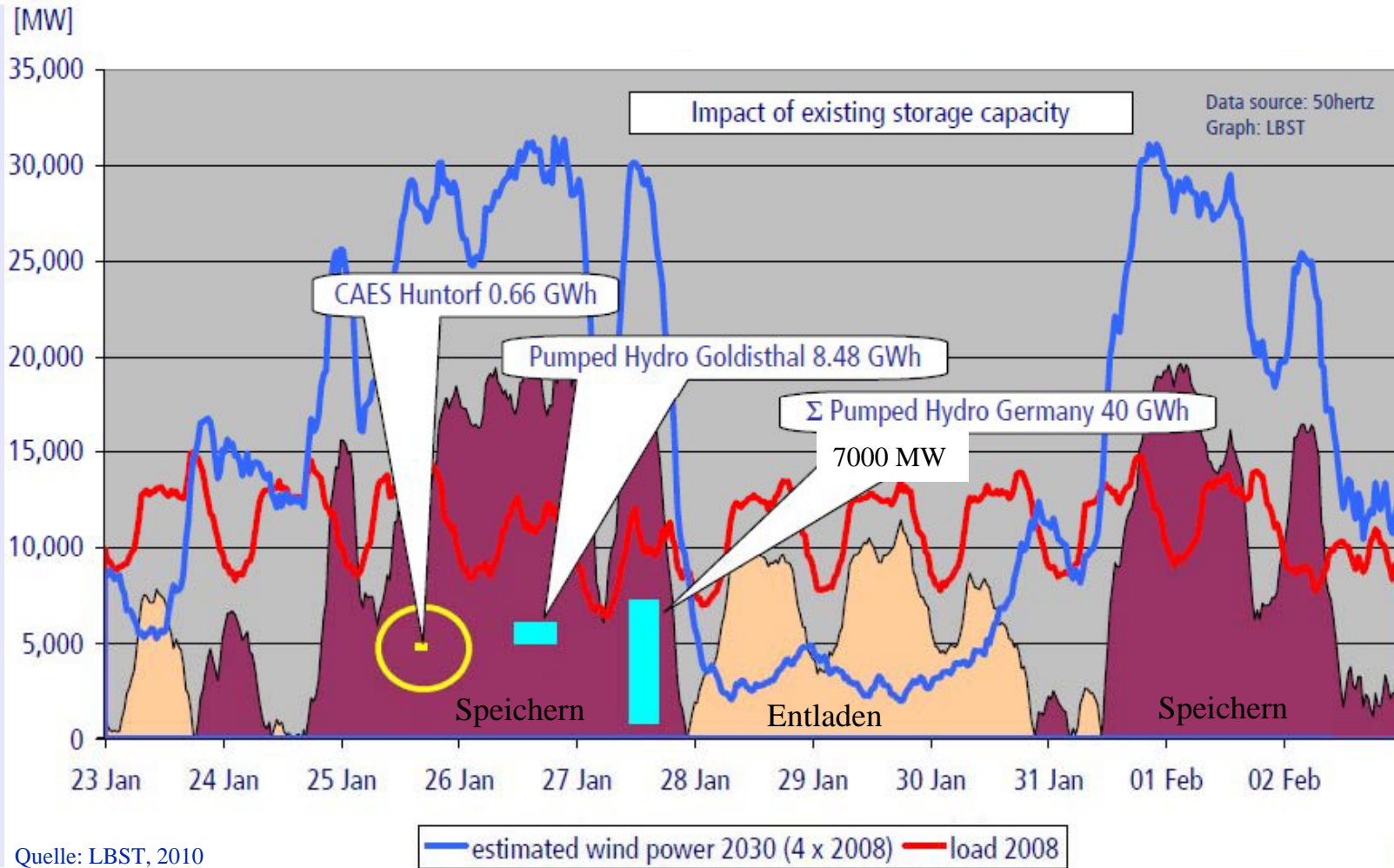
# Offshore-Windinstallationen in der Nord- und Ostsee



Quelle: Sonne, Wind & Wärme, 29.07.2011



# Prognose über die Einspeisung von Windstrom ins Vattenfall-Netz im Jahr 2030 und die Notwendigkeit der Speicherung von Strom





# Pumpspeicherkraftwerk Herdecke (153 MW, 590 MWh, Wirkungsgrad 78 %, Anfahrzeit 60 s)



Quelle: RWE

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Bestehende und geplante Pumpspeicherkraftwerke (>50 MW) in Deutschland



Gesamtinvestition eines Pumpspeicherkraftwerks:  
rund 1100 €/kW

Quelle: ZfK, Sept. 2011

# Druckluftspeicherkraftwerk CAES (A-CAES)

## Zentrale Speicherkraftwerke

### Bsp.: CAES Huntorf

321 MWel für 2 Stunden,  
Anfahrzeit 8 min,  
300 000 m<sup>3</sup> in 700 m Tiefe,  
Druck 70 bar



© EON – Druckluftspeicherkraftwerk Huntorf

## Technologie

- Drucklufterzeugung mittels (adiabater) elektr. Kompressoren
- Druckluftspeicherung in Erdkavernen, (Wärmespeicherung)
- Rückverstromung mittels Erdgas-Turbinen (Turbinen)

## Vorteile

- CAES: mäßiger Gesamtwirkungsgrad (42 - 54 %)
- A-CAES: voraus. guter Gesamtwirkungsgrad (60 - 70 %)
- freie Skalierbarkeit von Ein-/Auspeicherleistung, Kapazität

## Nachteile

- geringe Energiedichte
- Kavernenbau notwendig

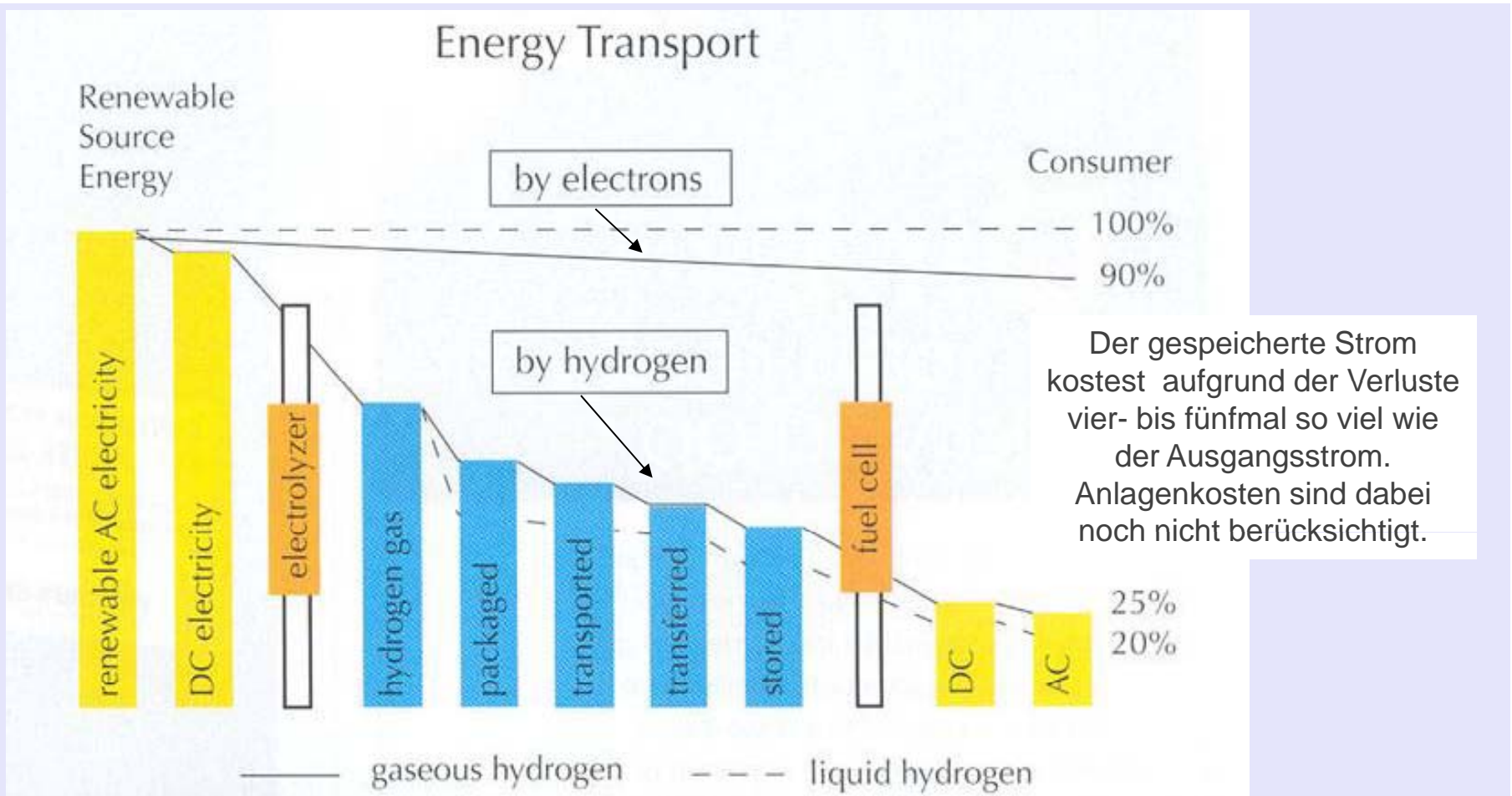
## Anwendung

- kurz-/mittelfristig: tageszyklische Speicherdienstleistung
- mittel-/langfristig: Anstatt Windparks abzuregeln, speichern im Tageszyklus

Quelle: Fraunhofer UMSICHT, 2011



# Wirkungsgradkette der Speicherung von Strom in Wasserstoff

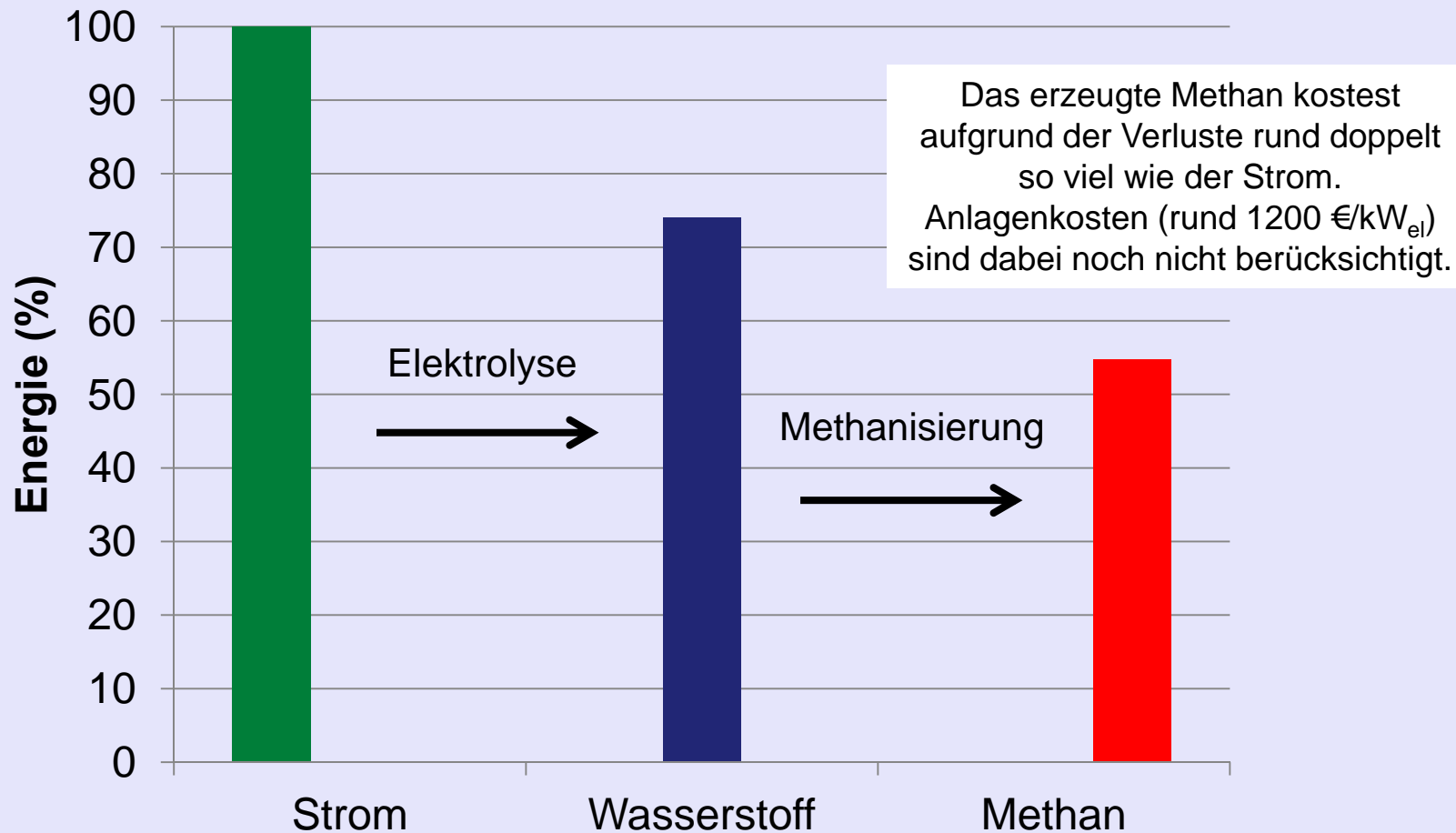


Der gespeicherte Strom kostet aufgrund der Verluste vier- bis fünfmal so viel wie der Ausgangsstrom. Anlagenkosten sind dabei noch nicht berücksichtigt.

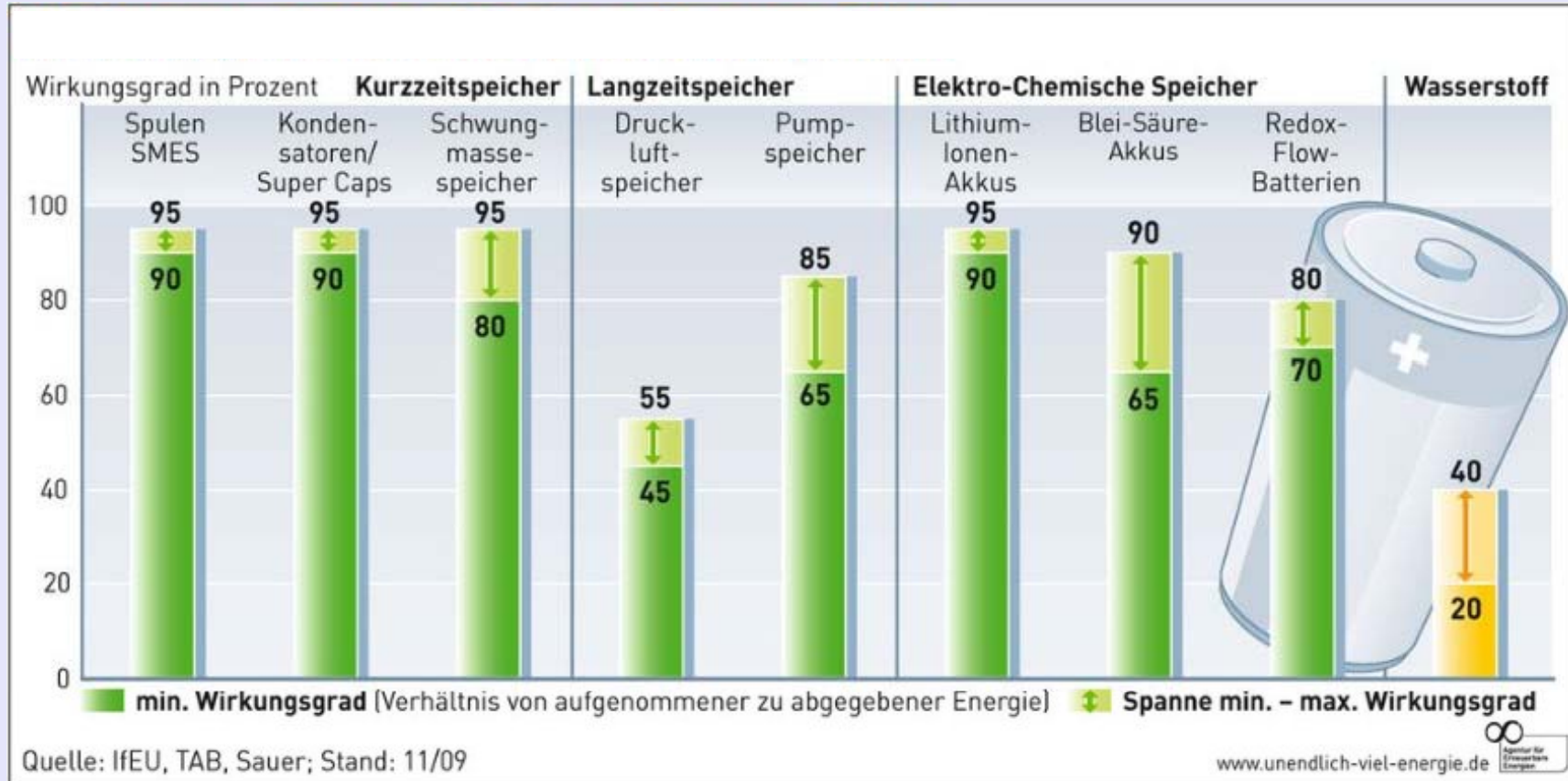
Quelle: PEI, September 2004



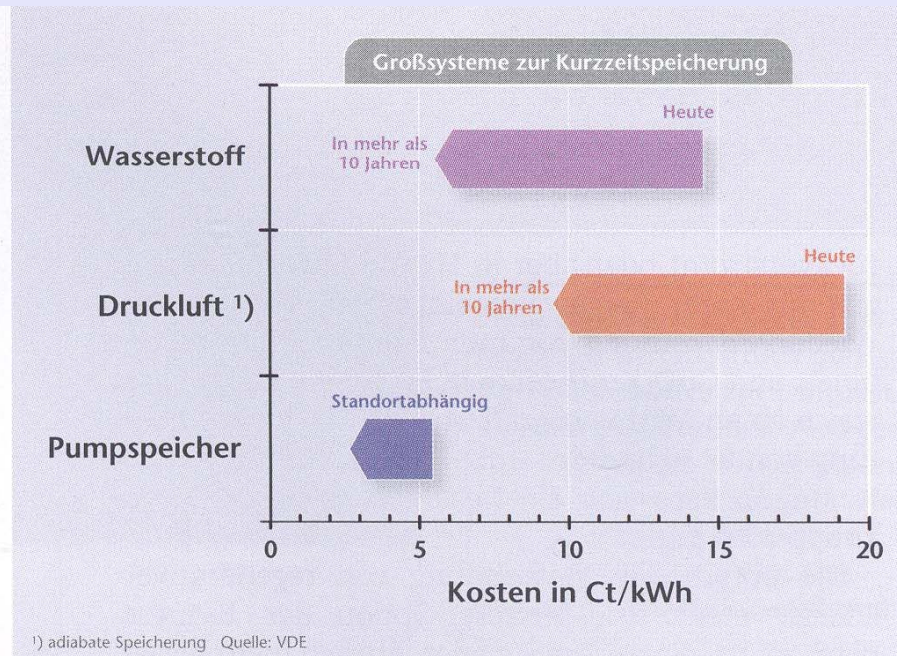
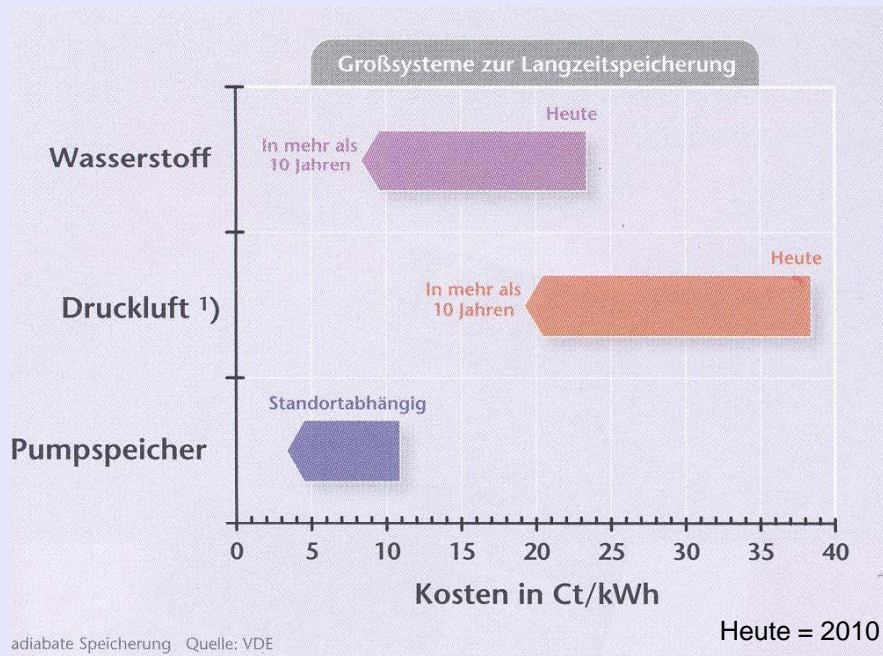
# Wirkungsgradkette der Erzeugung von Methan aus Strom (Power-to-Gas)



# Wirkungsgrade verschiedener Stromspeicher

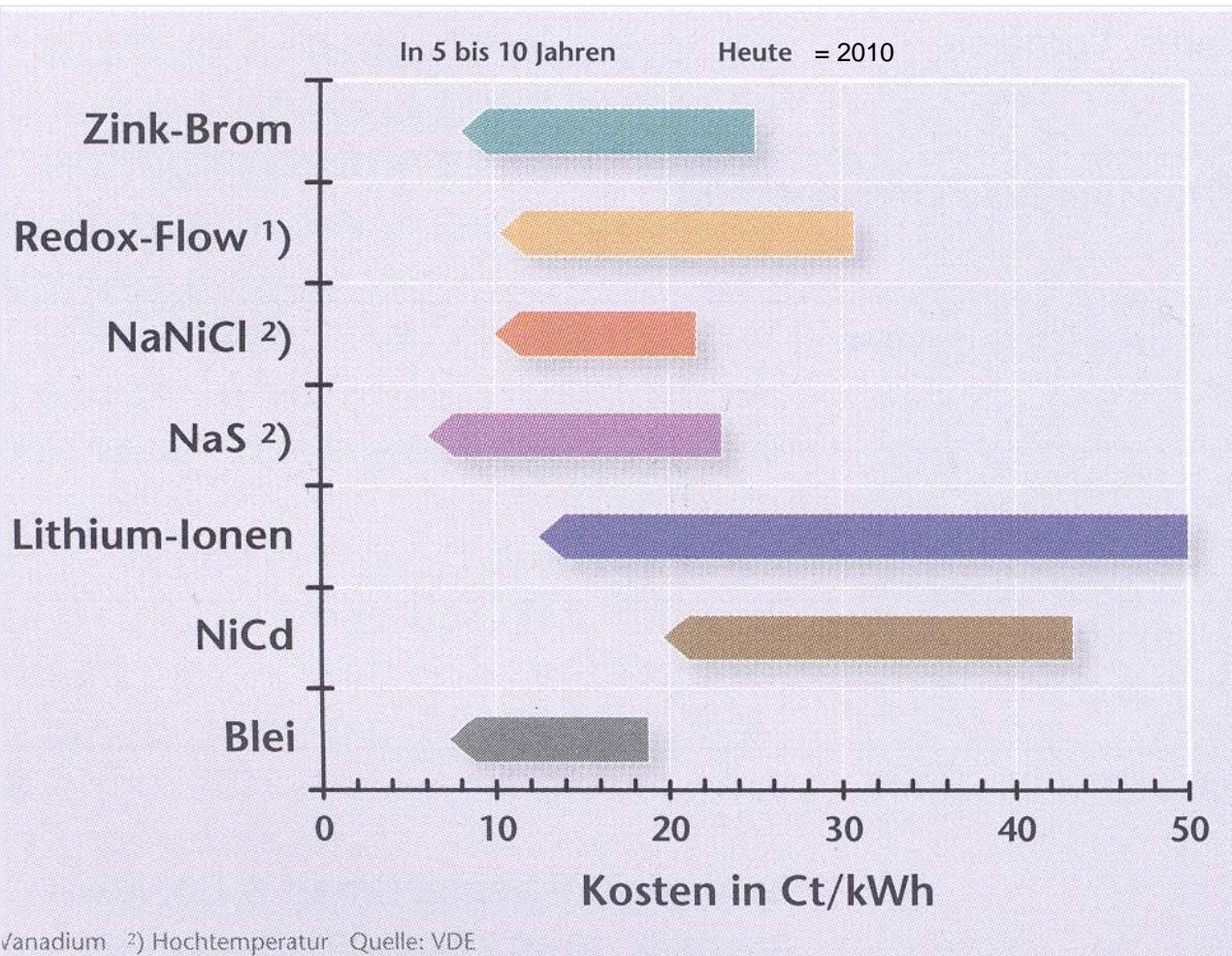


# Kosten der Lang- und Kurzzeitspeicherung von elektrischer Energie



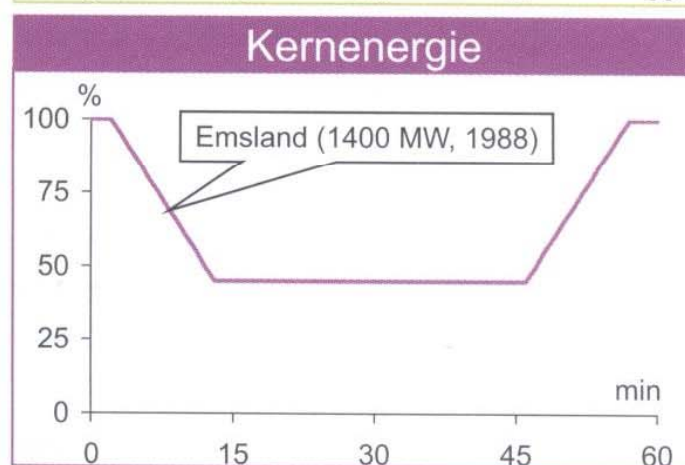
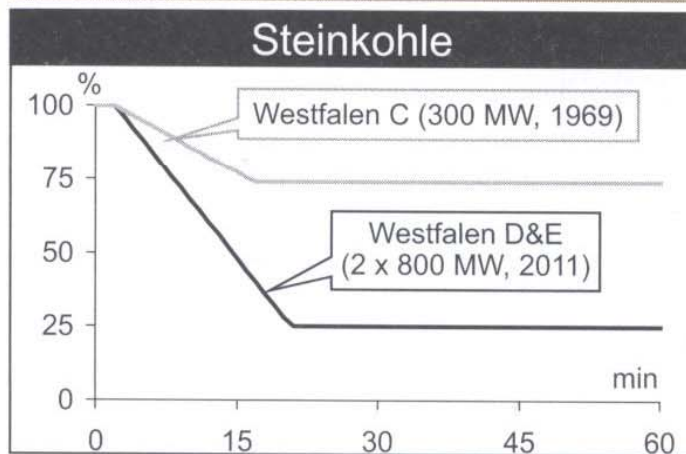
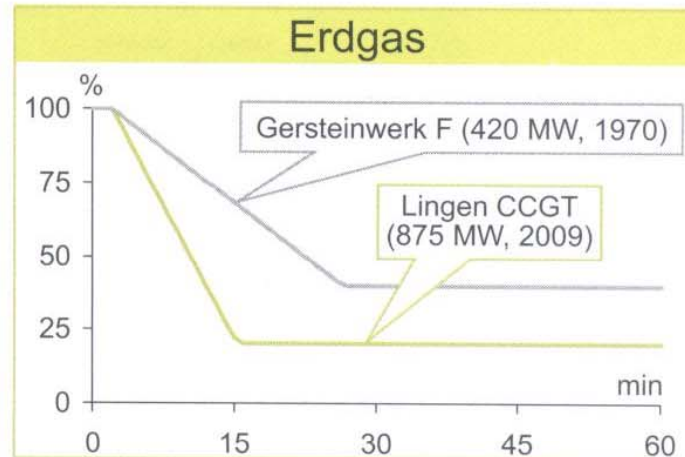
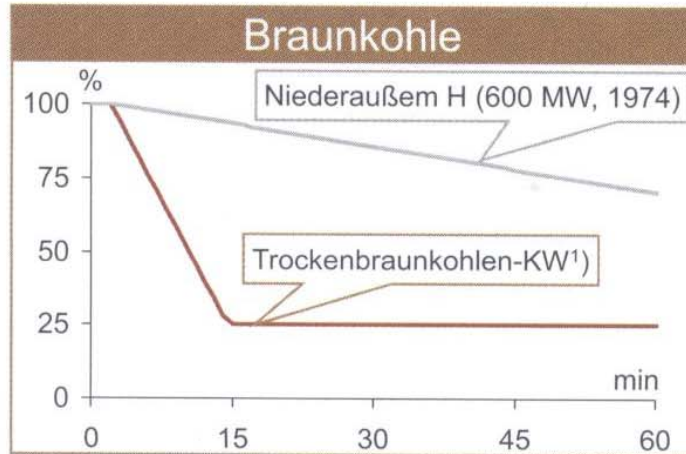


# Kosten der Speicherung von elektrischer Energie in Akkumulatoren





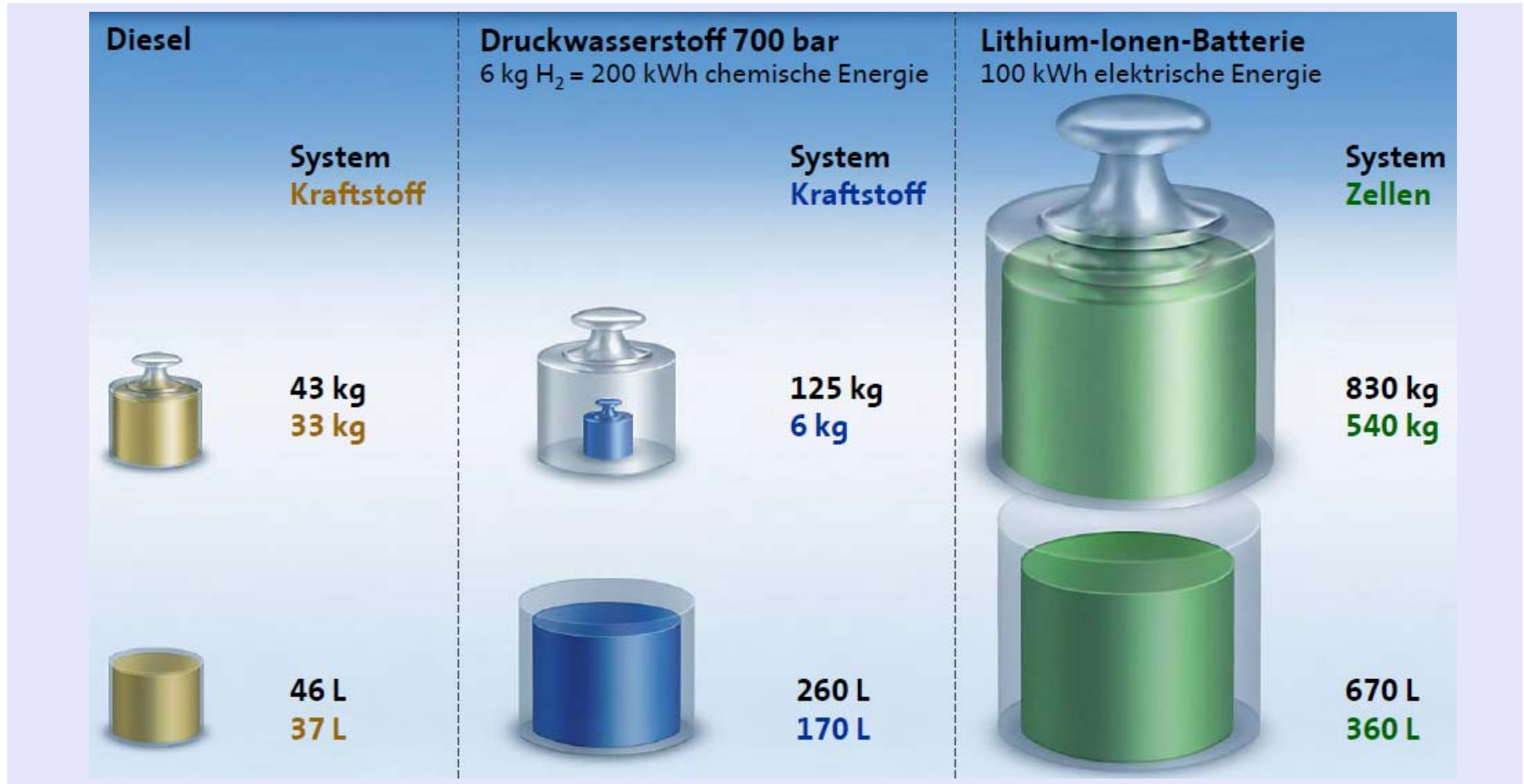
# Moderne, flexible Großkraftwerke zur Kompensation der fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



¹) in der Entwicklungsphase

Quelle: BWK Bd. 62 (2010) Nr. 11

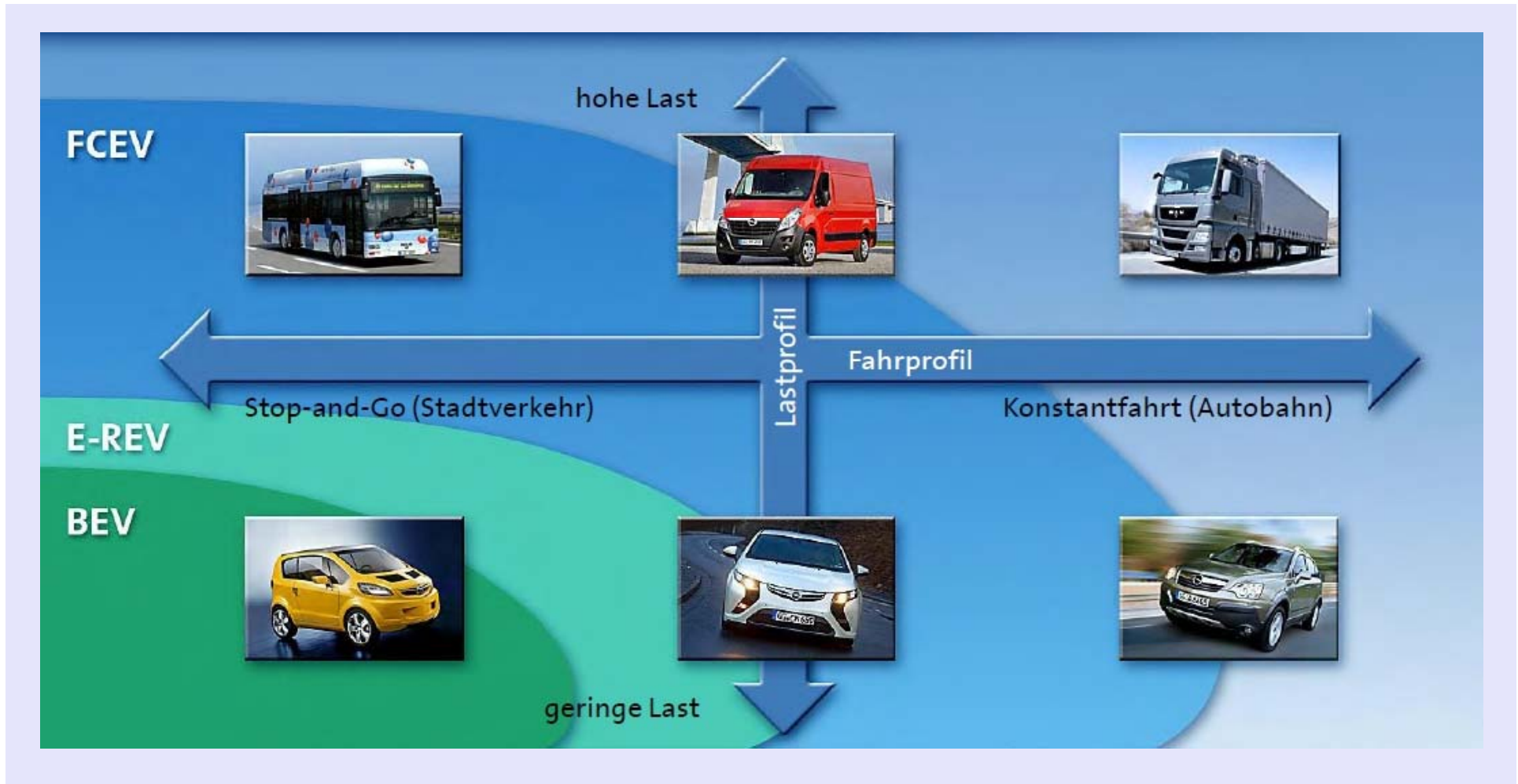
# Energiespeicherung im Fahrzeug für 500 km Reichweite



Quelle: Opel, 2010

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

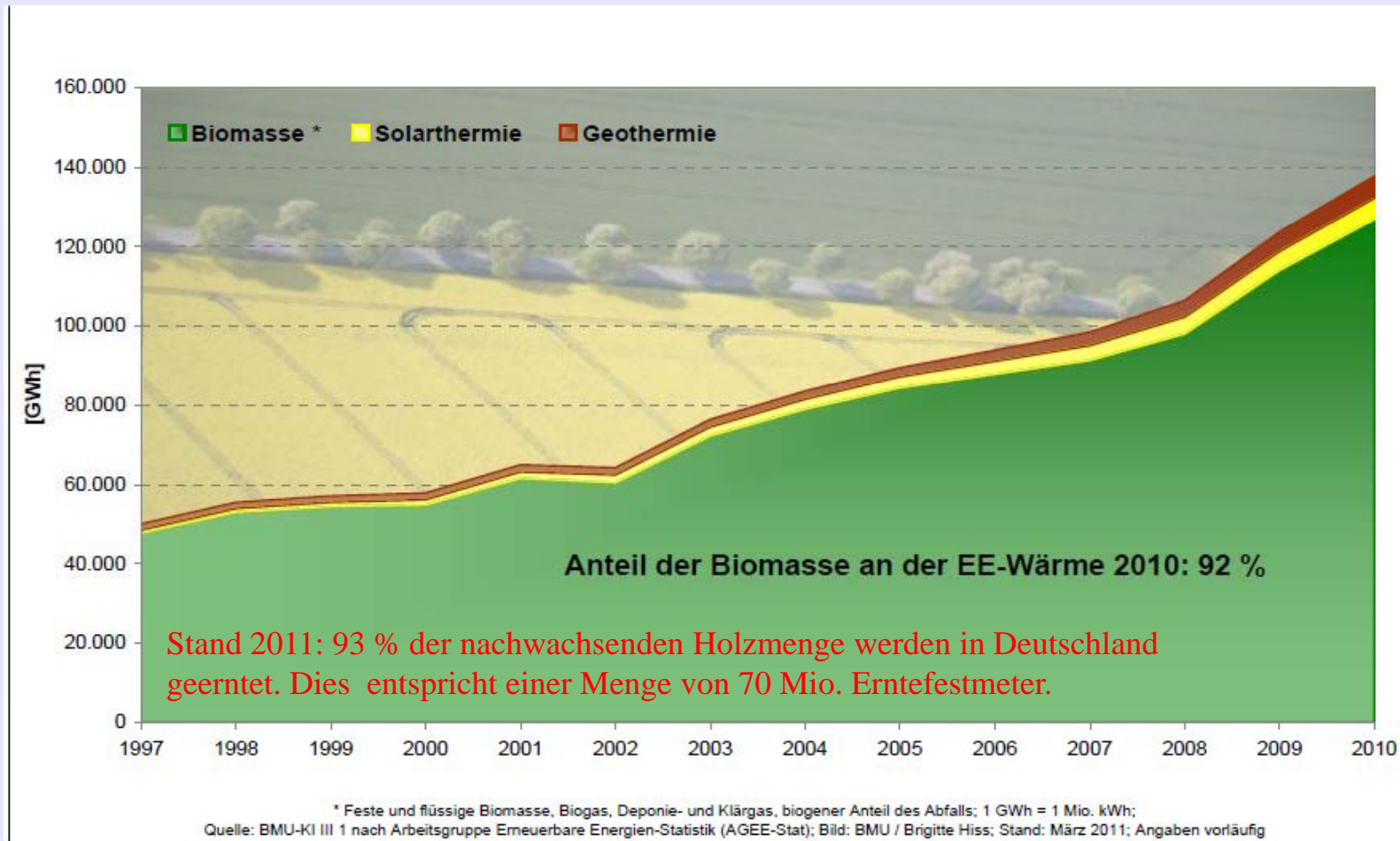
# Anwendungsfelder für verschiedene Antriebskonzepte



Quelle: Opel, 2010

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

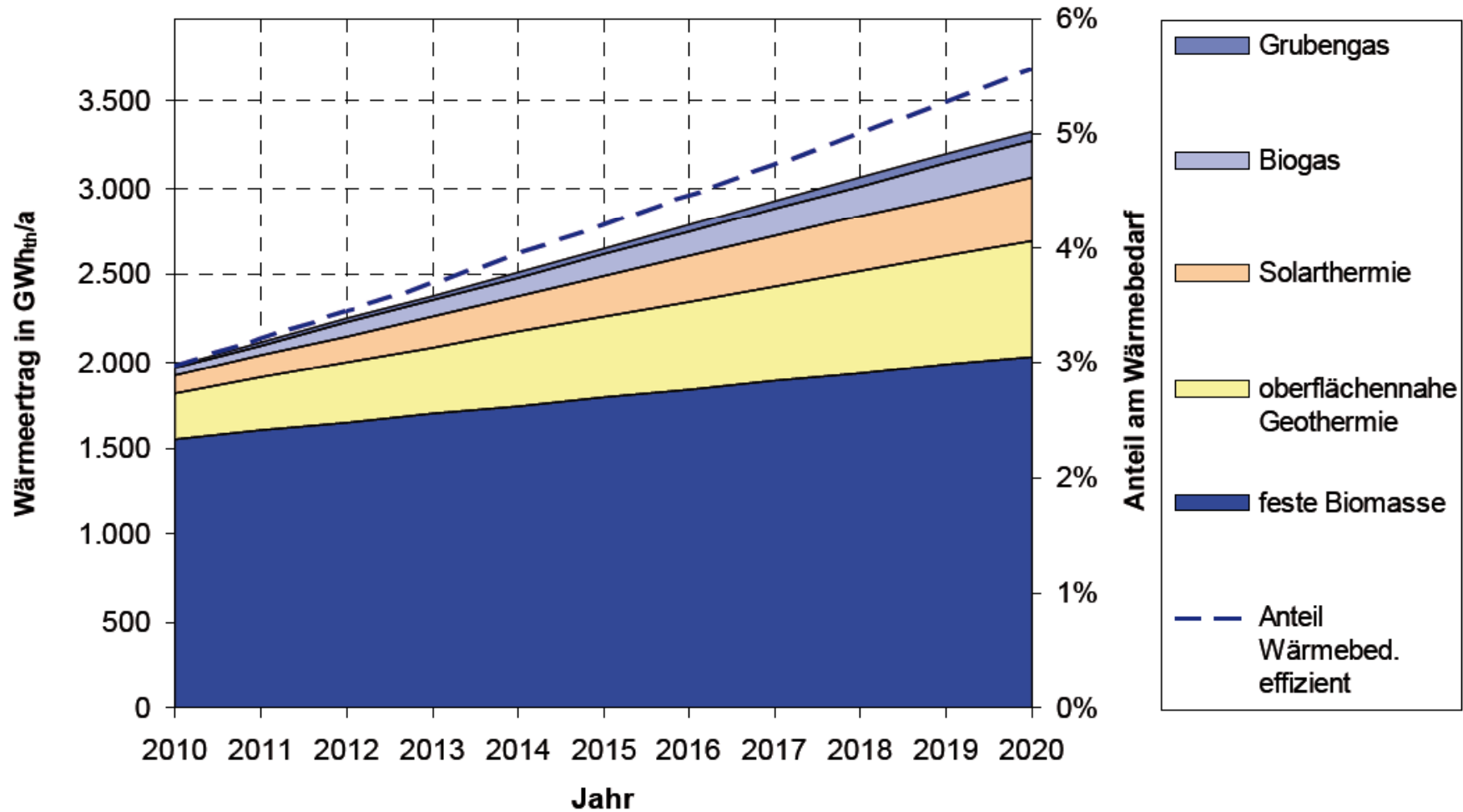
# Zeitliche Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien



Quelle: BMU, Erneuerbare Energien 2010 + VDI nachrichten vom 07.10.2011

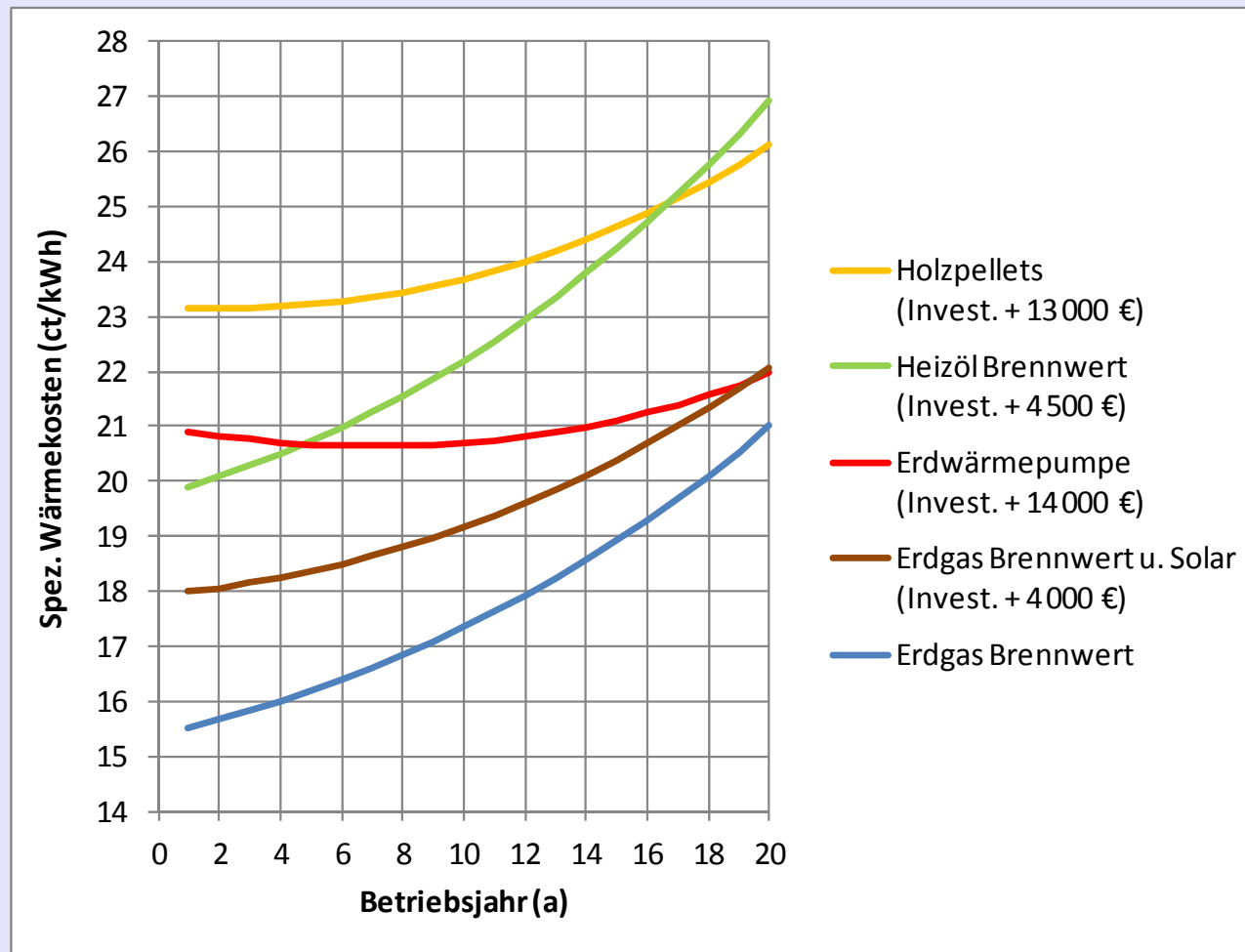


# Beitrag und Ausbau der erneuerbaren Energieträger zur Wärmeerzeugung im Regierungsbezirk Arnsberg



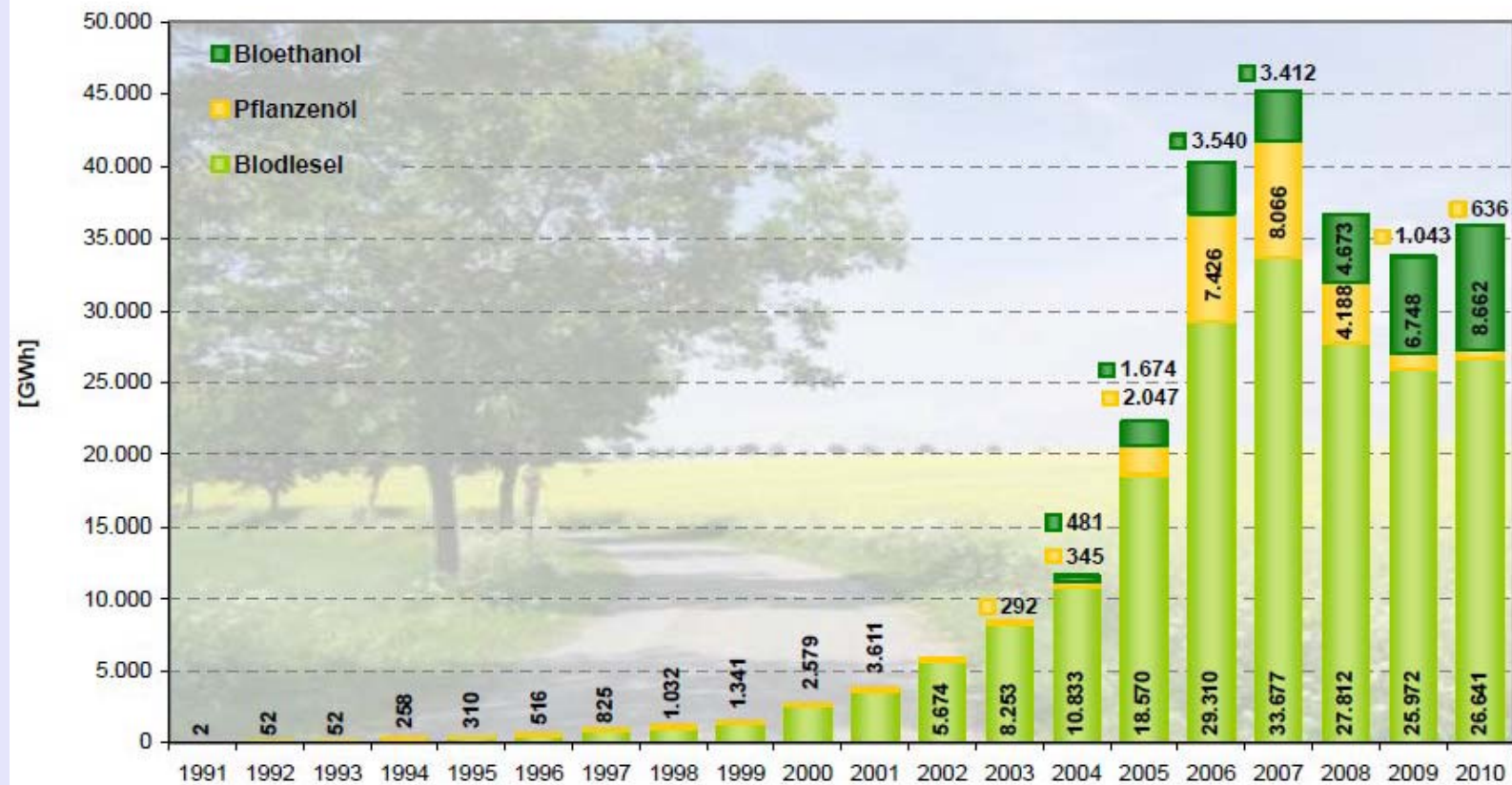
Quelle: Studie von Siemens für die Bezirksregierung Arnsberg, 2011

# Spezifische Wärmeerzeugungungskosten verschiedener Heizsysteme für ein Einfamilienhaus (Neubau 2012)



Die solare Wärme-  
erzeugung mit Photo-  
voltaik wird schon bald  
günstiger sein als die  
mit Solarkollektoren.  
Unkomplizierter ist sie  
ohnehin.

# Beitrag erneuerbarer Energien an der Kraftstoffbereitstellung in Deutschland

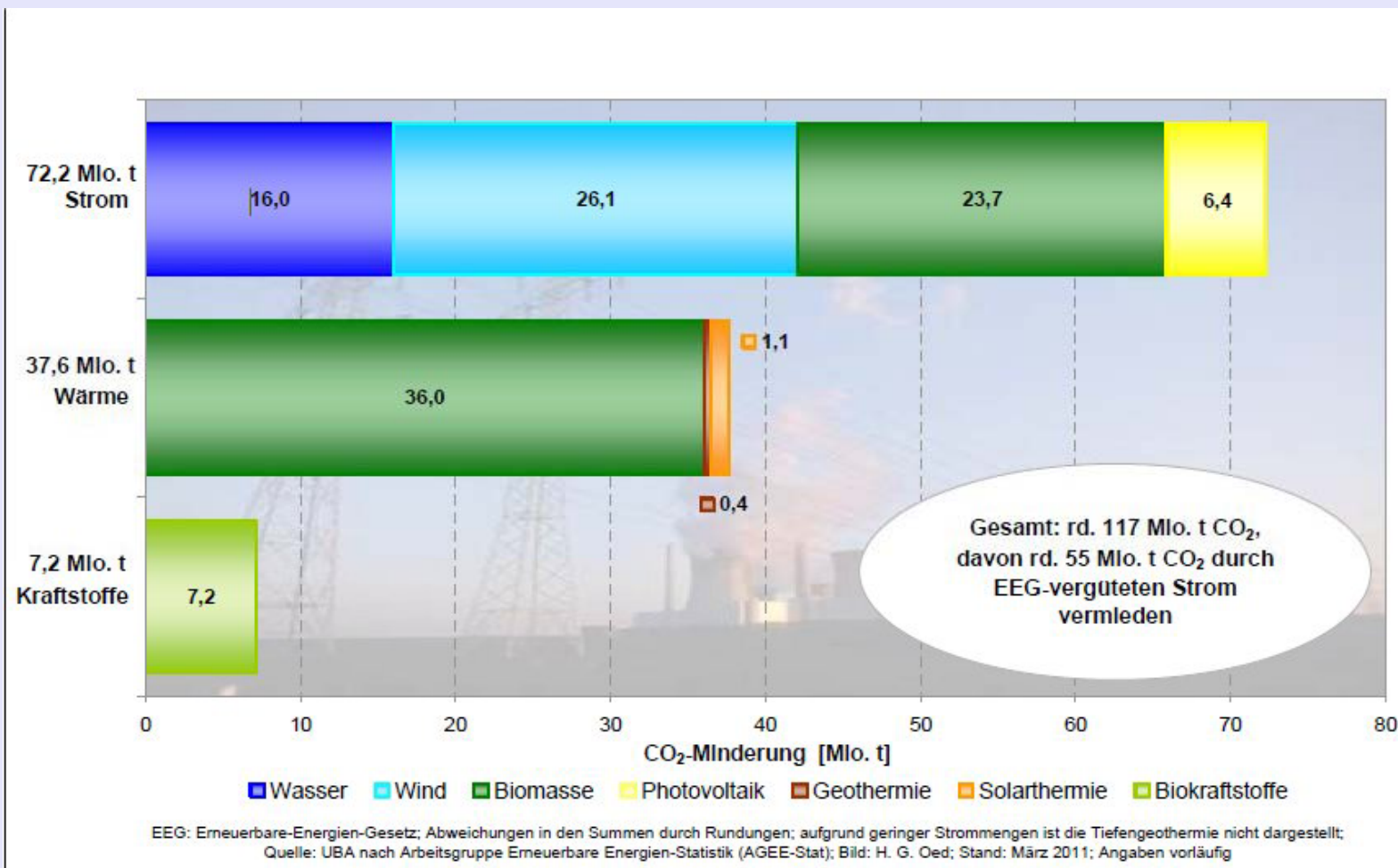


Keine Biokraftstoffe im Jahr 1990; Pflanzenöl bereits seit 1992 für biogene Kraftstoffe verwendet, Bioethanol seit 2004; 1 GWh = 1 Mio. kWh;  
 Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Dieter Böhme; Stand: März 2011; Angaben vorläufig

Quelle: BMU, Erneuerbare Energien 2010

© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010

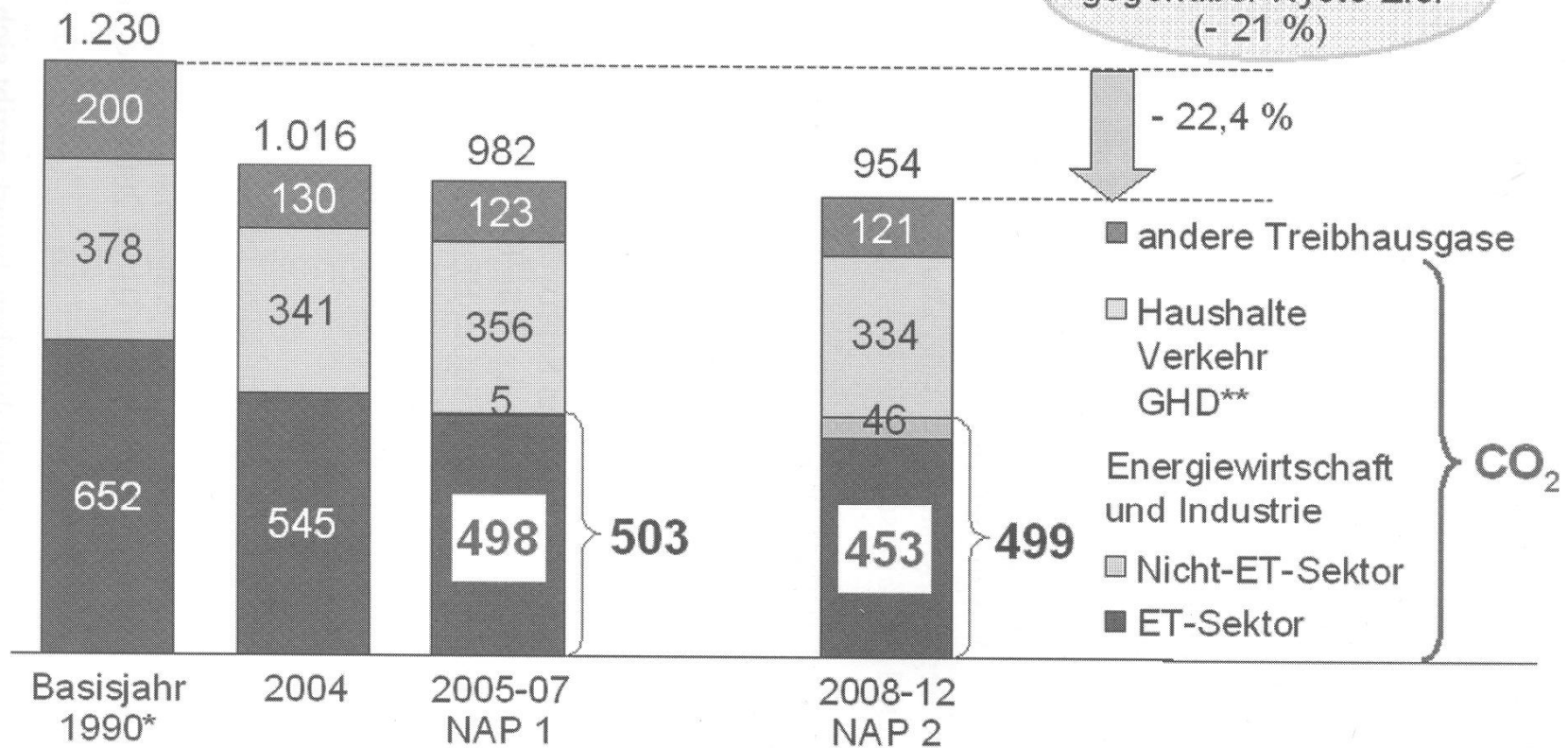


Quelle: BMU, Erneuerbare Energien 2010



# Treibhausgas-Emissionsbudgets in Deutschland

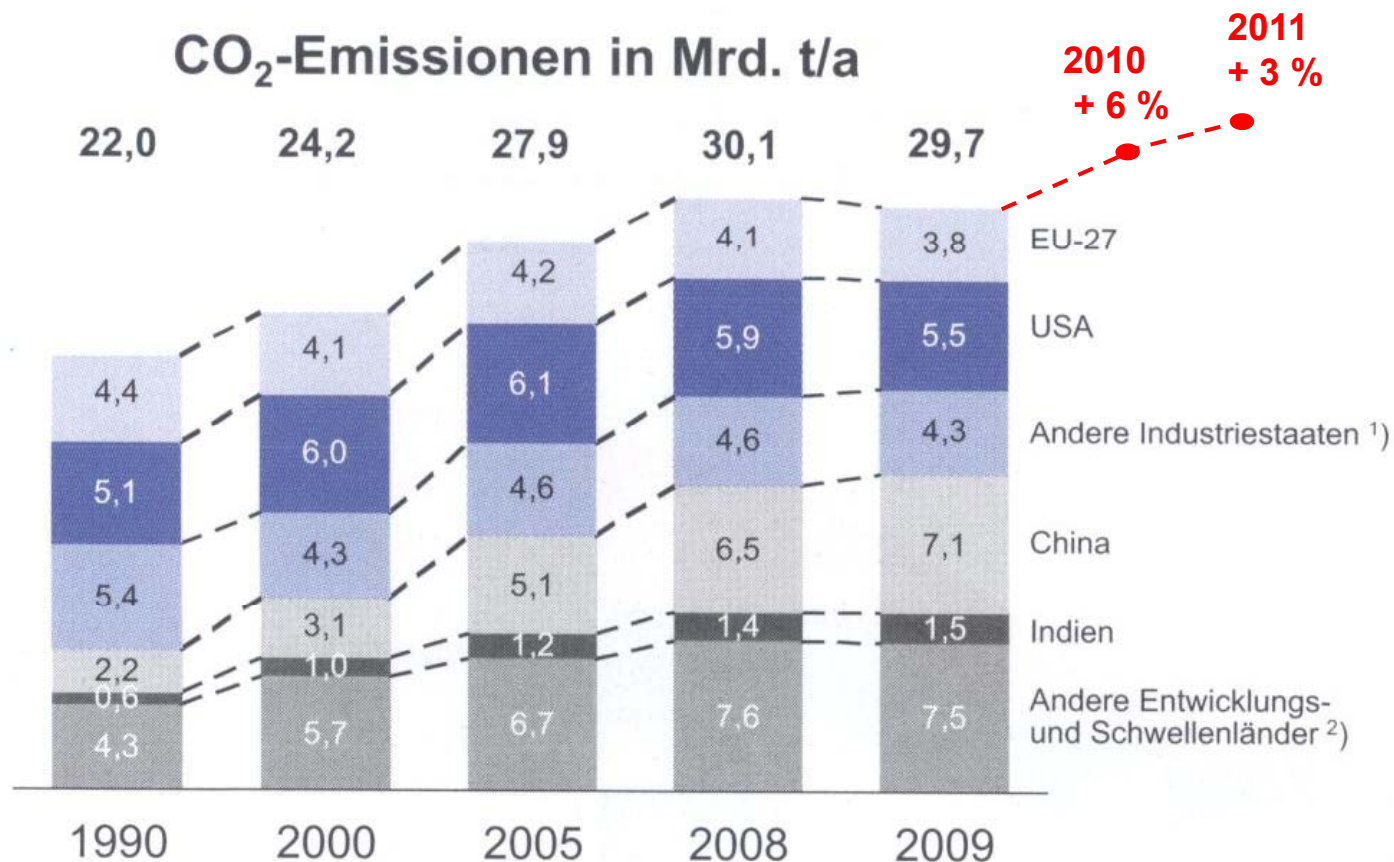
Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr



\* für HFC, PFC und SF<sub>6</sub> Basisjahr 1995

\*\* Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

# Weltweite energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2009



<sup>1)</sup> Annex-I-Staaten <sup>2)</sup> Nicht-Annex-I-Staaten Quelle: H.-J. Ziesing, ET 09/2010

Quelle: BWK Bd. 62 (2010) Nr. 11



## Neuregelungen der dritten Handelsperiode des EU-Emissionshandels ab 2013

- nur noch ein gemeinsames europäisches CO<sub>2</sub>-Emissionsbudget
- Jahr für Jahr wird dies um 1,74 Prozent reduziert
- Energiesektor muss CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte vollständig erwerben
- Auktionsquote für die Industrie steigt von 20 % in 2013 auf 70 % in 2020

# Eckdaten des RWE-Projekts „450 MW CO<sub>2</sub>-freies Kraftwerk“ (IGCC-CCS: Integrated Gasification Combined Cycle – Carbon Capture and Storage)



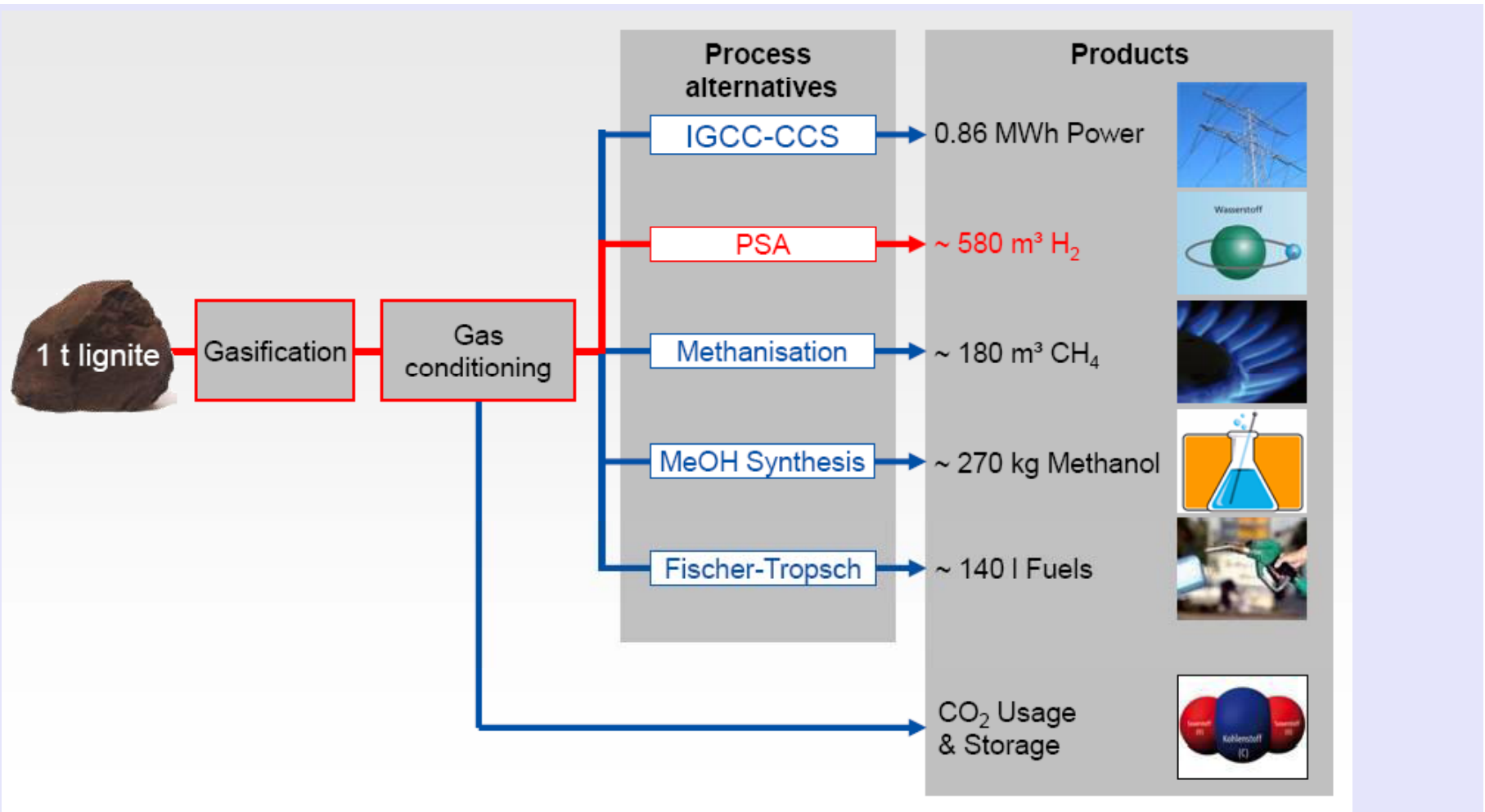
- Basic technology: IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle)
- Capacity: 450 MW<sub>gross</sub>, 320 MW<sub>net</sub>
- H<sub>2</sub> production: ~ 21 t/h (~ 230,000 Nm<sup>3</sup>/h)
- CO<sub>2</sub> capture rate: > 90% of produced CO<sub>2</sub>
- CO<sub>2</sub> storage: ~ 2.6 m t/a
- CO<sub>2</sub> pipeline: ~ 500 km from power plant to the storage

Gesamtinvestition: 2,2 Mrd. € (Kraftwerk: 1,6 Mrd. €, Pipeline: 0,4 Mrd. €, Speicher: 0,2 Mrd. €)

Quelle: RWE AG



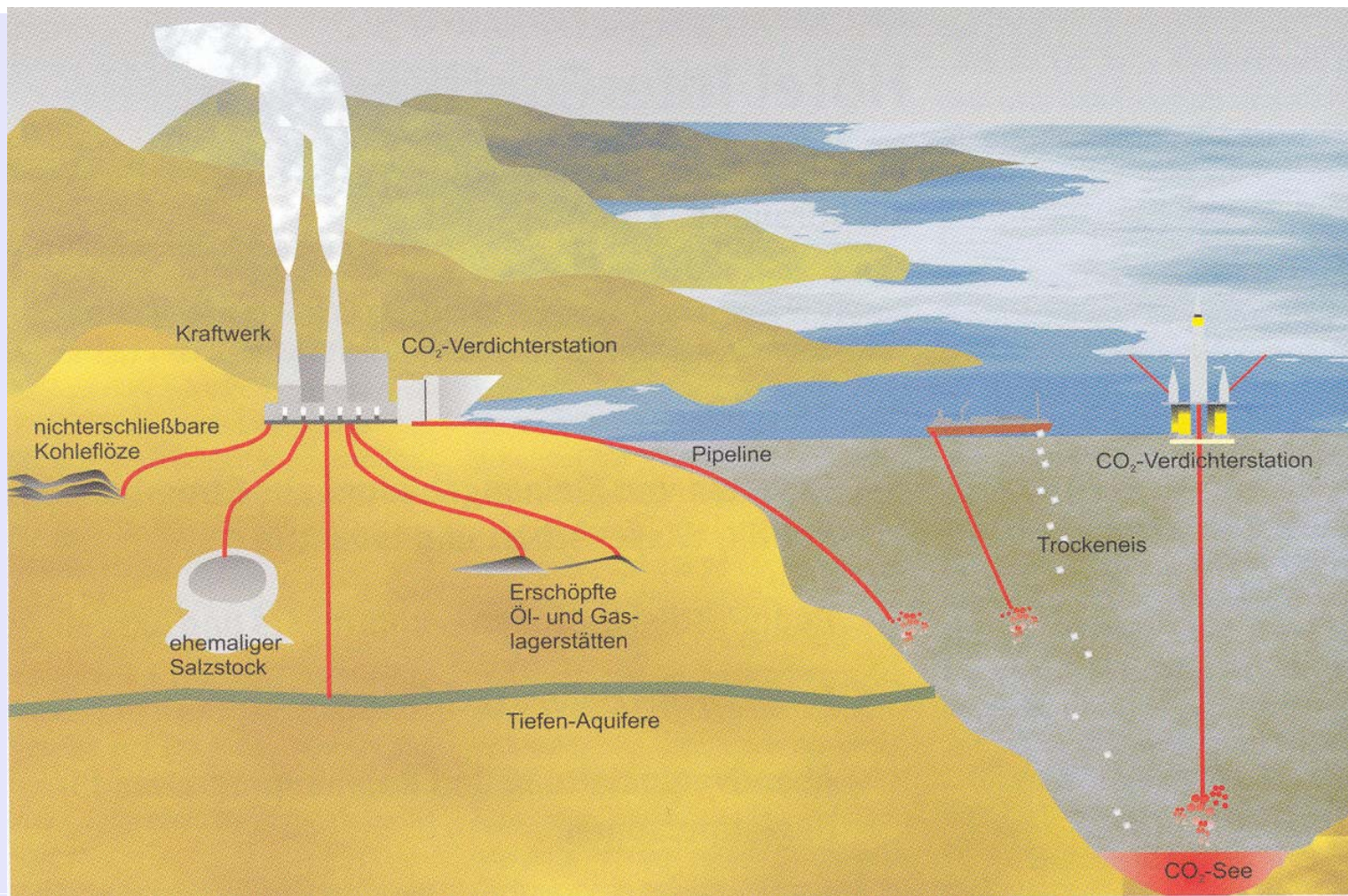
# Zusätzliche Optionen der Kohlevergasung für Zeiten unsicherer und teurer Gas- und Ölimporte



Quelle: RWE AG, 2010

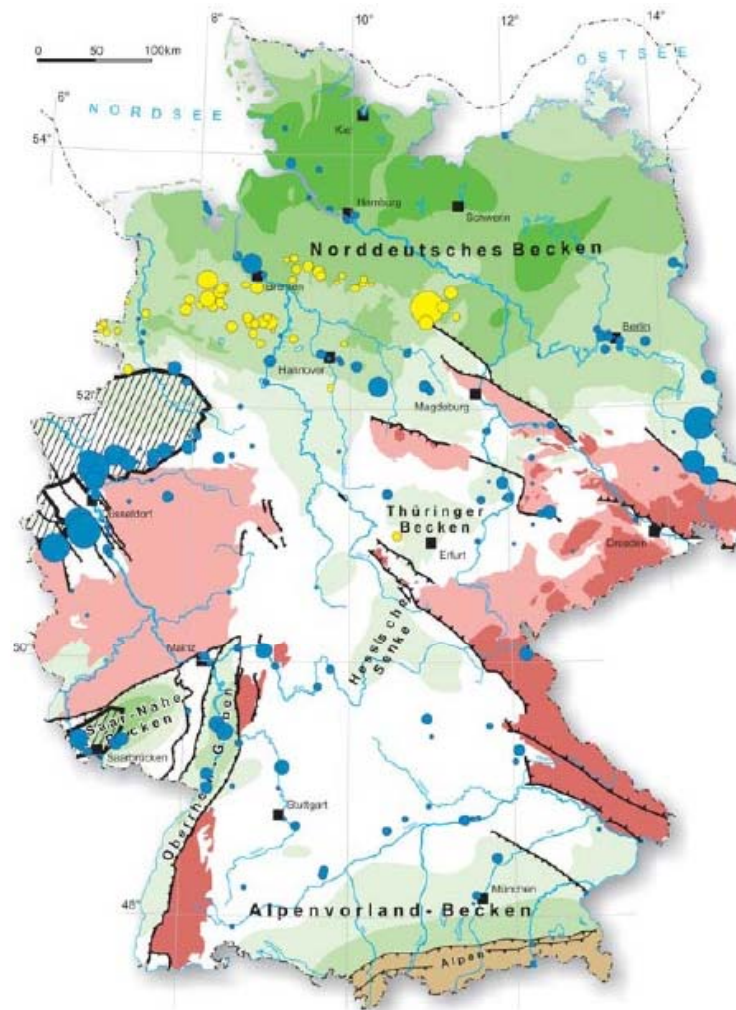
© Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail

# Varianten der Speicherung von Kohlendioxid





# CO<sub>2</sub>-Quellen und -Senken in Deutschland



**Bedeutende CO<sub>2</sub>-Quellen** ● Kraftwerke, Hütten- und Zementwerke, Raffinerien u.a. ● 0,2 → ● 20 Mt/a

**Regionen mit Speichermöglichkeiten**



▨ Steinkohle - Flöze

● Erdgas - Felder

**Regionen ohne bedeutende Speichermöglichkeiten**

■ metamorphe Gesteine

■ magmatische und hoch-metamorphe Gesteine

□ Speichergesteine nicht oder in zu geringen Tiefen vorhanden

Quelle: BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2008



## Fazit 1/2

- Windenergie ist diejenige erneuerbare Energie, die in Deutschland, NRW und Südwestfalen das größte Ausbaupotenzial bietet und relativ niedrige Stromerzeugungskosten aufweist.
- Wasserkraft und Biomasse weisen bei guter Verfügbarkeit ebenfalls günstige Kosten auf, haben jedoch nur beschränkte Ausbaupotenziale (25 % bis 50 %).
- Solarenergie führt aufgrund der eher geringen Solarstrahlung in Deutschland, NRW und vor allem in Südwestfalen bei mäßiger Verfügbarkeit zu relativ hohen Erzeugungskosten.
- Ein weiträumiger Ausbau der Netze ist erforderlich, um die steigenden Anteile „erneuerbaren Stroms“ aufnehmen zu können und der fluktuierenden Erzeugung entgegenzuwirken.





## Fazit 2/2

- Die Fluktuation der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sollte auch durch den Bau von Stromspeichern sowie von neuen Gas- und Kohlekraftwerken kompensiert werden. Die Themen Smart Grid und Smart Home sollten darüber hinaus vorangetrieben werden.
- Effizienztechnologien (z. B. Kraft-Wärme-Kopplung) sollten verstärkt eingesetzt und weiterentwickelt werden.
- Die Abtrennung und Speicherung des Kohlendioxids aus Kraftwerken sollte vorangetrieben werden, da auf Gas- und Kohlekraftwerke mittelfristig (> 50 Jahre) nicht verzichtet werden kann.
- Gelingt die Energiewende, die erst einmal erhebliche Kosten verursacht (ca. 175 Mrd. € von 2011 bis 2020), so eröffnen sich neue Exportmöglichkeiten für die deutsche Industrie.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gerne stehe ich für Fragen zur Verfügung, jetzt  
oder später unter [kail@fh-swf.de](mailto:kail@fh-swf.de)

Der Vortrag steht auf meiner Internetseite  
([www.fh-swf.de](http://www.fh-swf.de)) zum Download zur Verfügung.