

# **Wie schaffen wir die *Energiewende?***

*Hartmut Graßl*

*Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg*

*Vortrag im Umweltkommunikationszentrum*

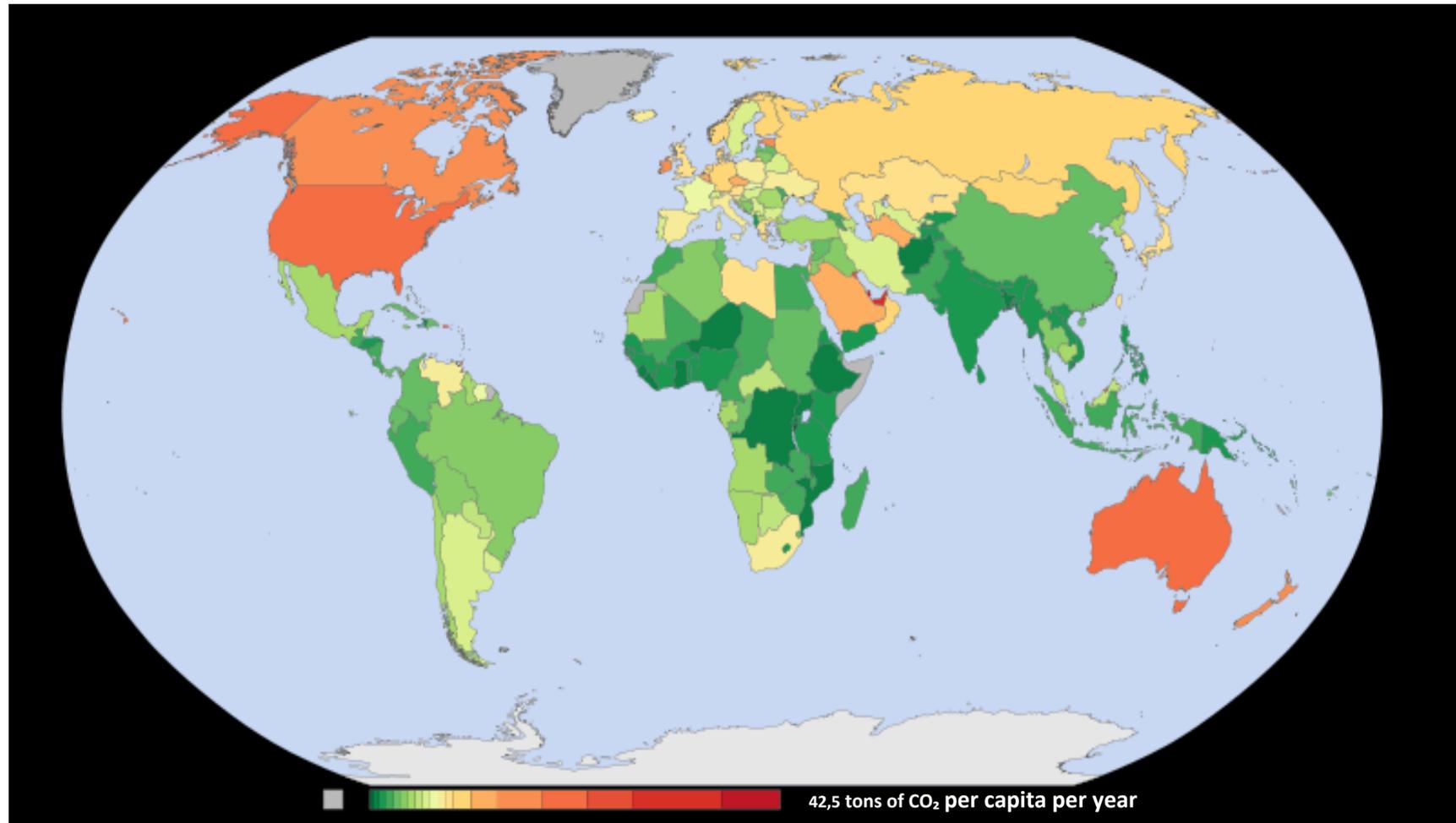
*Osnabrück, 26. Mai 2011*

***Die Energiewende zur  
Nachhaltigkeit wird von  
der Klimapolitik und den  
Risiken der Kernenergie  
erzwungen! (WBGU 2003)***

***Die Nutzung fossiler Brennstoffe macht alle Menschen zu Betroffenen des raschen Klimawandels und erhöht damit die Ungerechtigkeit gegenüber den Nichtschuldigen***

***Die Nutzung der Kernenergie zur Stromproduktion macht immer mehr Regionen für lange Zeit unbewohnbar***

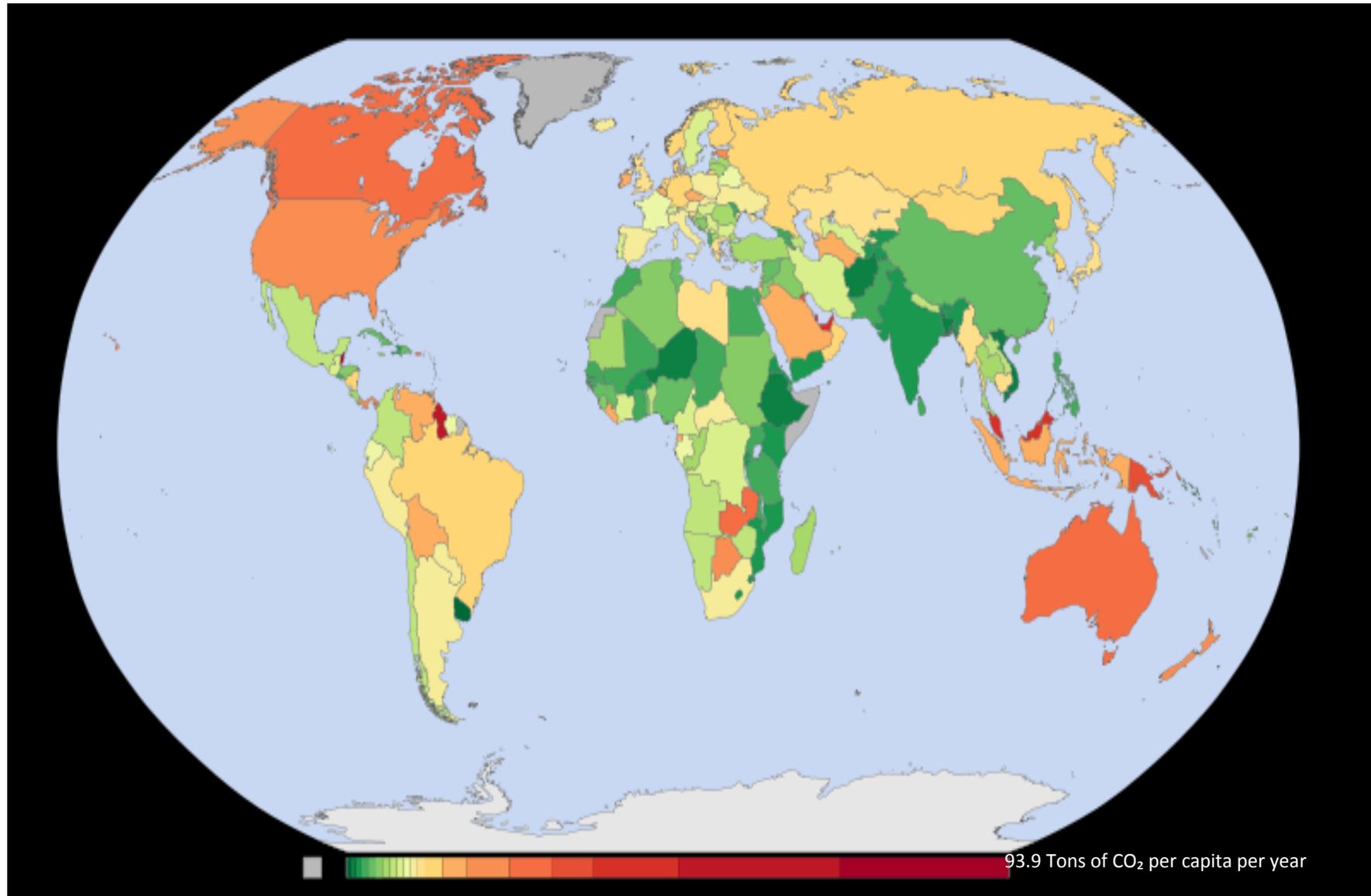
*Per capita emission in 2000 not including land use change*



Die Nutzung fossiler Energieträger macht Industrie- und Ölländer zu den Hauptverursachern des zusätzlichen Treibhauseffektes

Source: Wikipedia

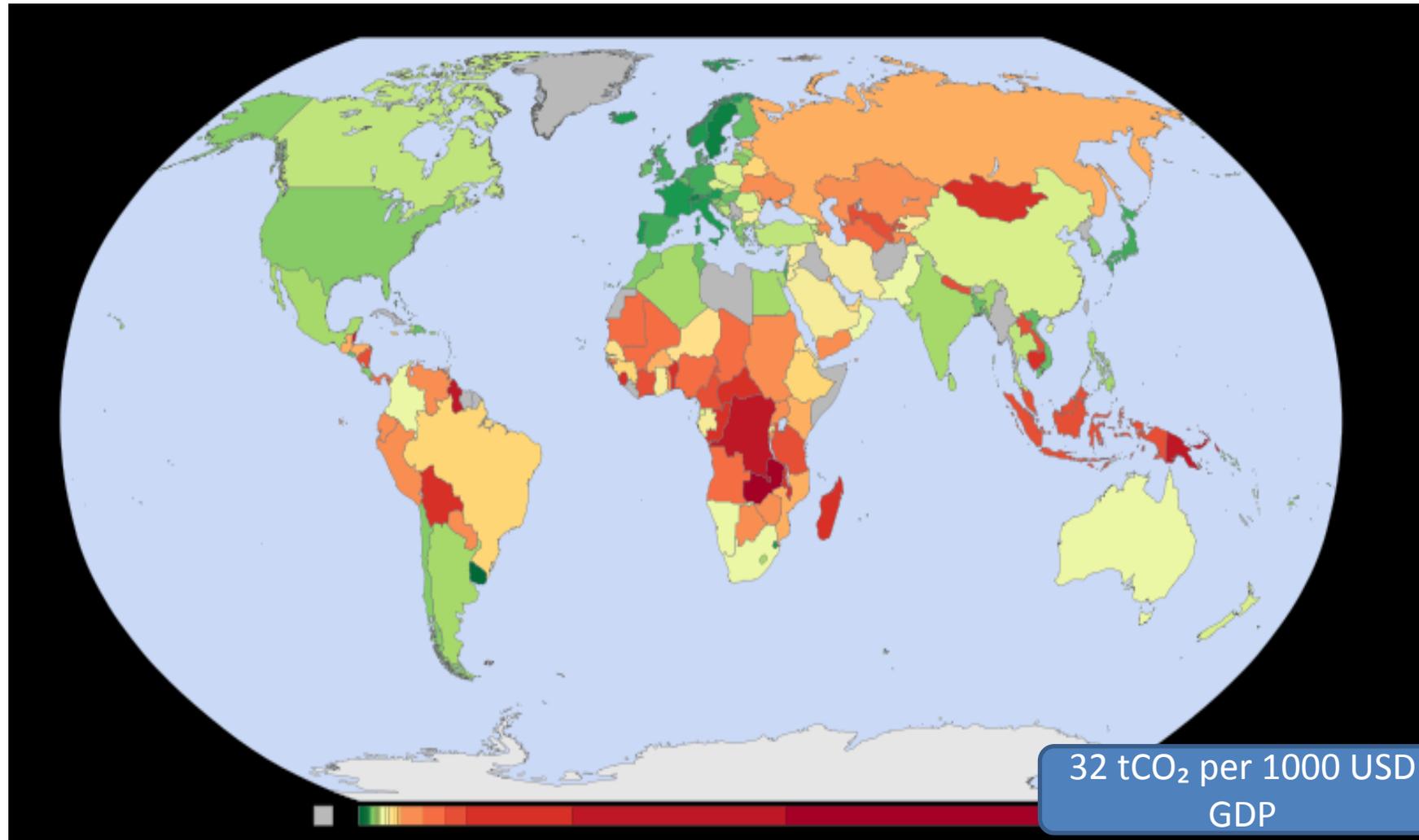
**Greenhouse gas per capita emissions in 2000 including land use change**



Source: Wikipedia

**Die Waldzerstörung macht manche Entwicklungsländer zu Hauptemittenten pro Kopf**

## Greenhouse gas intensity per 1000 USD GDP



32 tCO<sub>2</sub> per 1000 USD  
GDP

Source: Wikipedia

***Mit Effizienzsteigerung der Wirtschaft kann noch viel gewonnen werden***

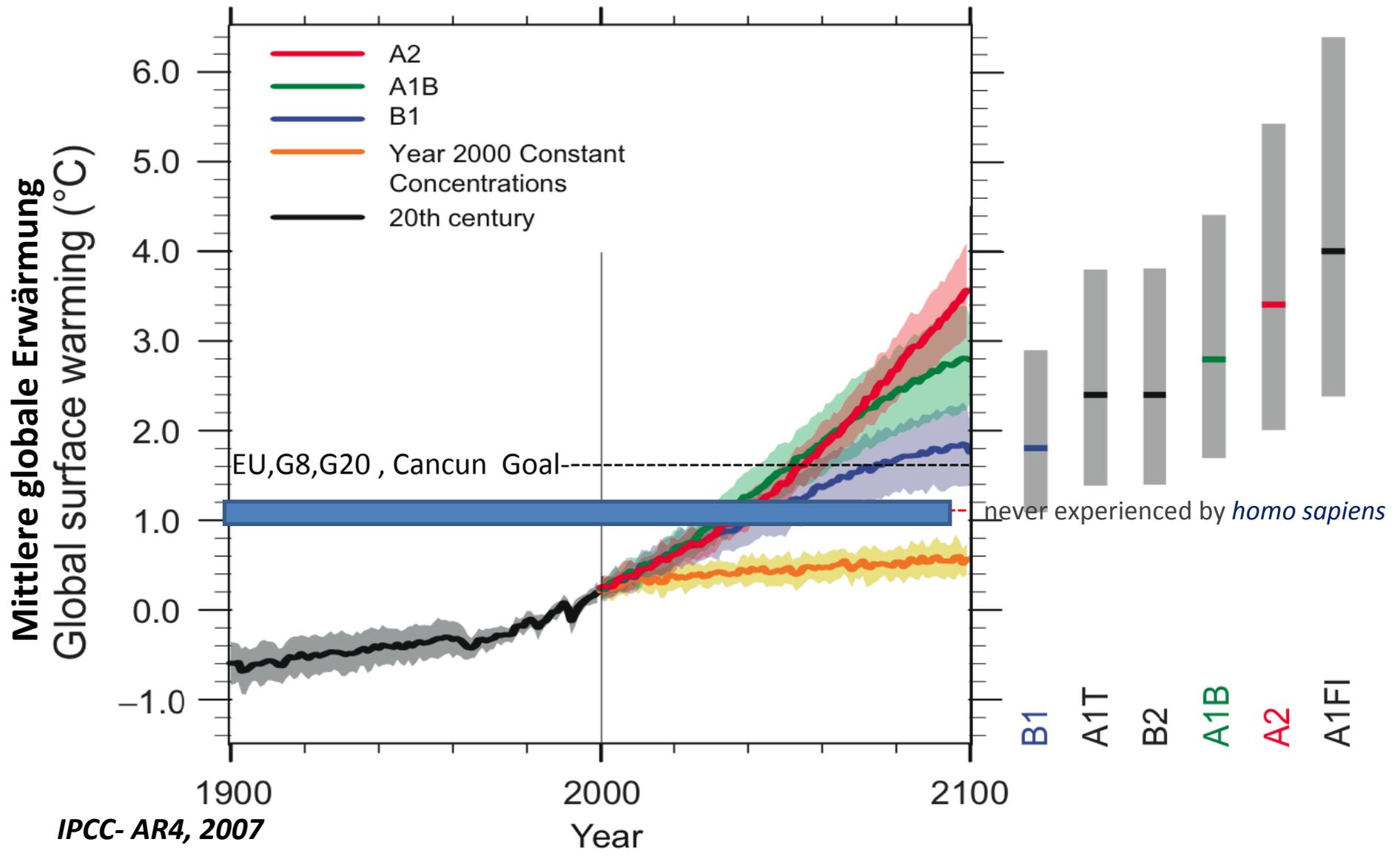
Die Folge:

Eine mittlere globale Erwärmung

0,8 °C sind bereits überschritten

(ca. ein Fünftel des Unterschieds zwischen Eiszeit und  
Zwischeneiszeit)

Mit Klimamodellen errechnete mittlere Erwärmung an der Erdoberfläche  
 (Modellmittel und Unsicherheitsbereiche der Klimamodelle)  
 Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



IPCC- AR4, 2007

# ***Warum sind die anthropogenen Klimaänderungen anders als die natürlichen?***

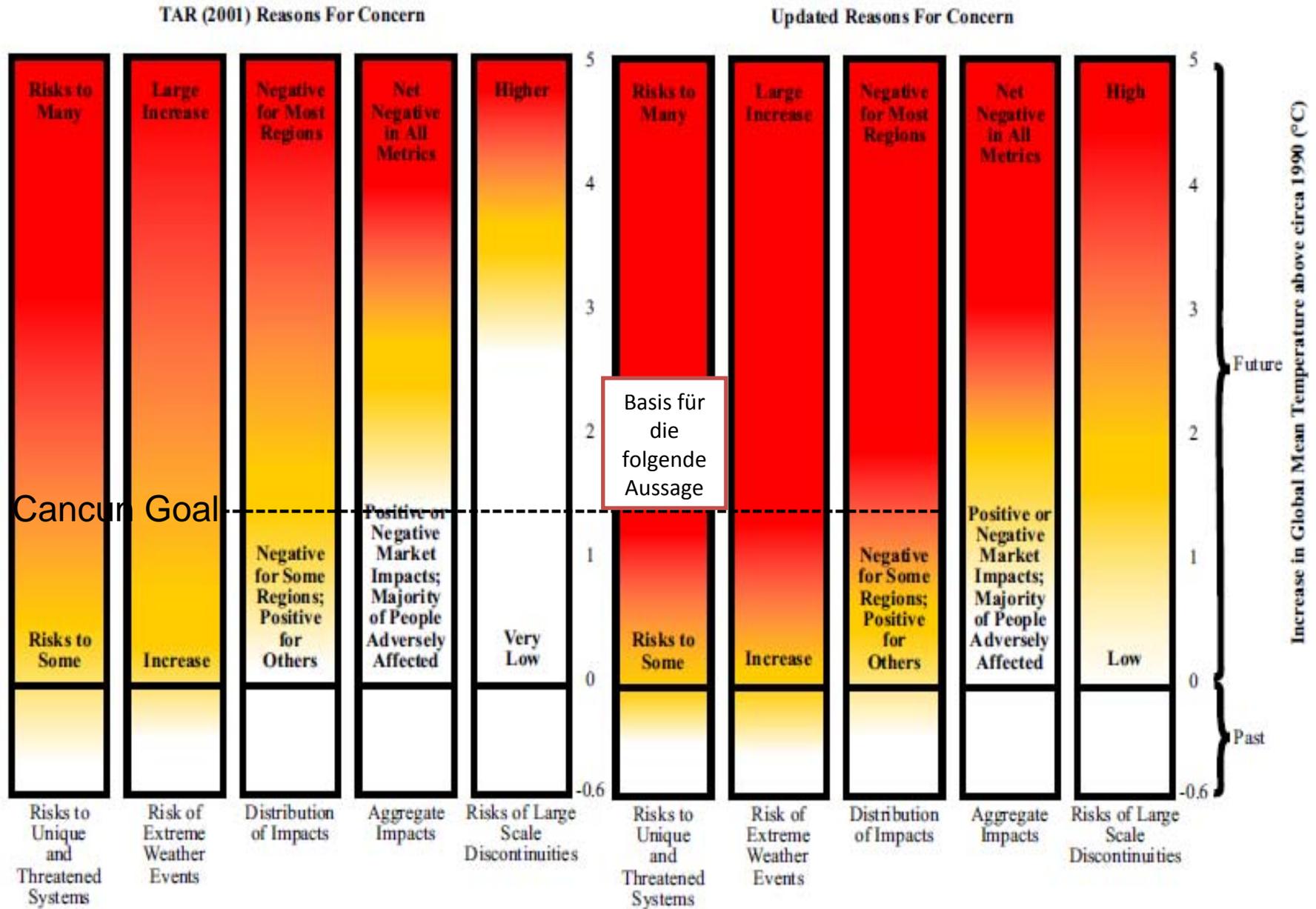
***Weil sie viel rascher ablaufen (Beschleunigung  
um Faktoren bis zu 100 gegenüber raschen  
globalen natürlichen Klimaänderungen in den  
letzten Millionen Jahren)!***

***Weil die Hauptbetroffenen (z.B. Arme und  
Subsistenzlandwirte) nicht die wesentlichen  
Verursacher sind und damit die Klimaänderungen  
die Ungerechtigkeit stark erhöhen***

# Erhöhte Verletzbarkeit

IPCC 2001

PNAS 2009



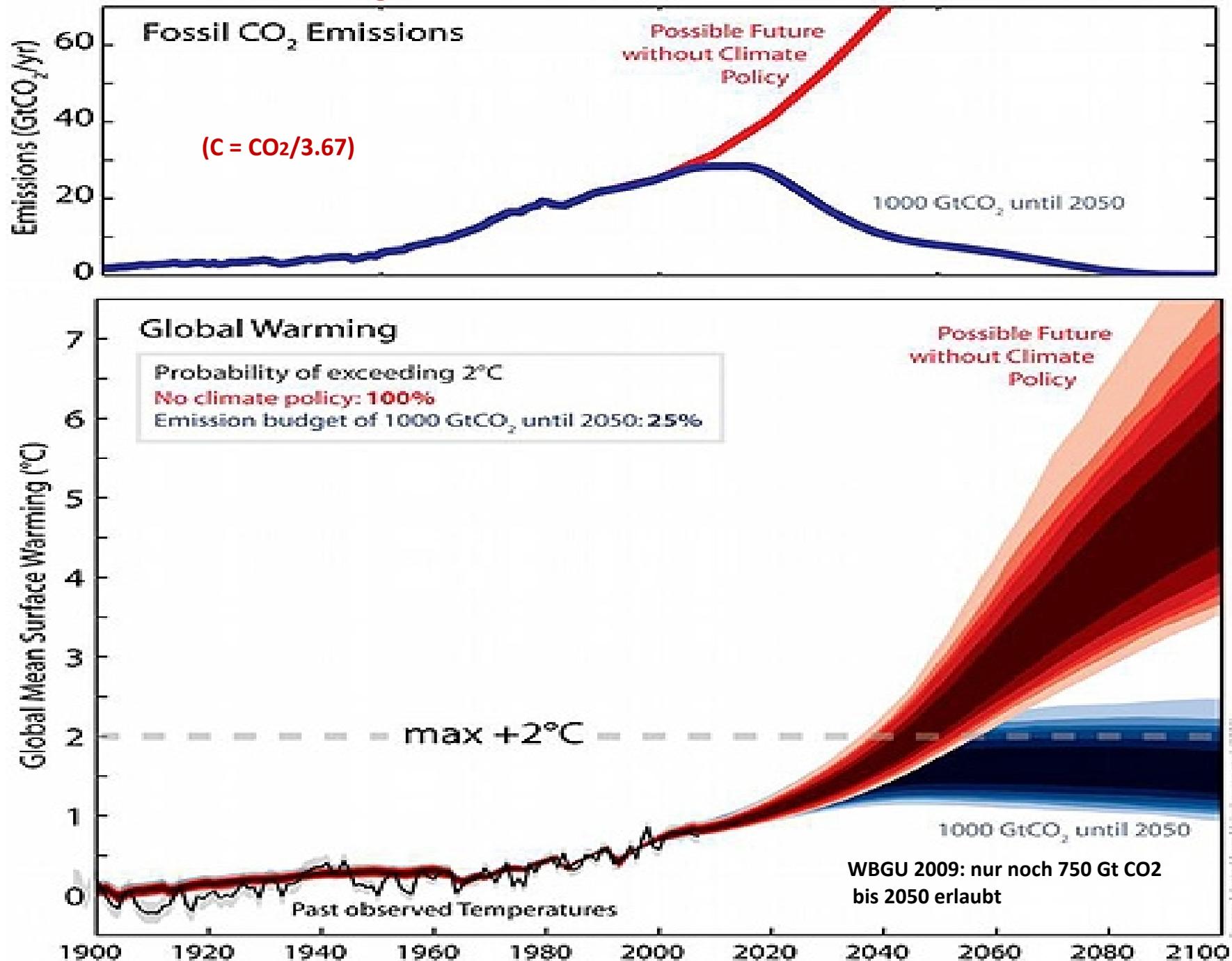
***Gibt es eine Politik, die diese Überforderung der Natur und andere Kipp-Punkte vermeiden hilft ?***

***Etwa das in Cancun fast weltweit akzeptierte 2°C-Ziel?***

***Haben die erneuerbaren Energien das Potential?***

***Wieviel Kohlenstoff darf  
noch verbrannt werden,  
um das 2°C-Ziel noch zu  
erreichen?***

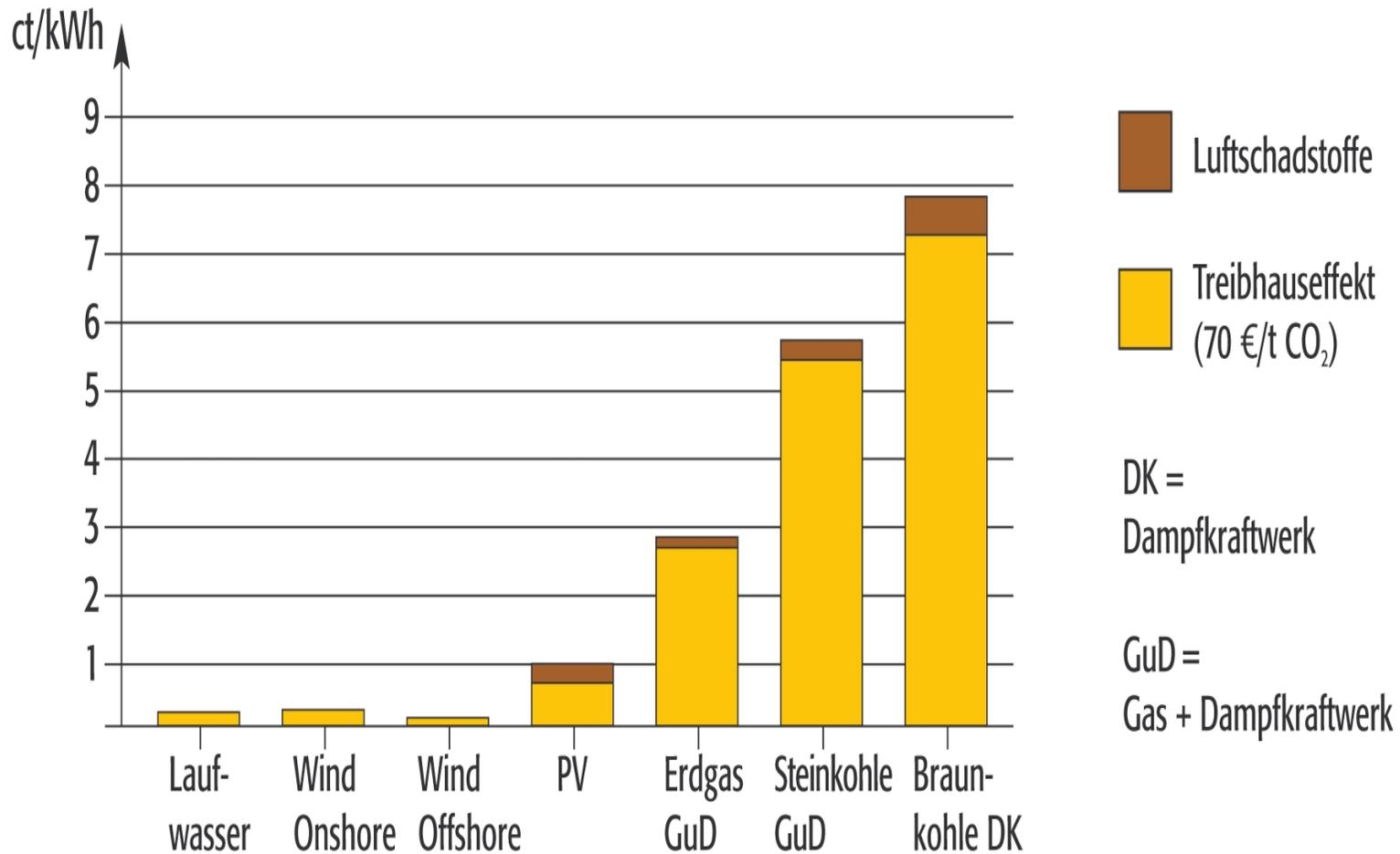
Nature 2009, Meinshagen et al.



# Hauptgrund für das Marktversagen: Nichteinhaltung des Verursacherprinzips

## Externe Kosten (Beispiel Stromerzeugung).

Quelle: BMU (2009)



# Rangliste der technischen Potenziale Erneuerbarer Energiequellen

## Ranking of technical potentials of renewable energy types

Energiequelle	Globaler Mittelwert	Deutschland/Germany	Angebotstyp/Type of offer
<b>Sonne</b> Sun	~ 165	~ 110	<b>stark schwankend, nur tagsüber;</b> strongly varying, daytime only
<b>Wind</b>	~ 3	~ 3	<b>unregelmäßig, Tag und Nacht;</b> variable, day and night
<b>Biomasse</b> Biomass	~ 0,1	< 0,3 Gedüngter Maisacker <0,5 Zuckerrohr	steuerbar, jedoch großer Flächenverbrauch, Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung; manageable, but low energy flux density, competition with food production
<b>Tiefe Geothermie</b> Deep Geothermal Energy	~ 0,1	~ 0,08	kontinuierlich, risikohafte Erkundung continuous, risky exploration
<b>Gezeiten</b> Tides	<< 0,1		regelmäßig, jedoch alternierend, nur wenige Küstenabschnitte; regularly alternating, only few coastal areas
<b>Ozeanwellen</b> Ocean waves	< 0,1		unregelmäßig, fast wie Wind, küstennah; irregular, nearly as wind, coastal areas
<b>Energieflussdichte heute</b> Energy flux density today	< 0,03	~ 1,5	
<b>Energieflussdichte in 2050</b> Energy flux density in 2050	< 0,06	< 1.5	

Globale Mittelwerte der Energieflussdichten an der Erdoberfläche, in Watt pro Quadratmeter ( $\text{Wm}^{-2}$ ), für verschiedene Quellen, gereiht nach Bedeutung; zum (Wasserkraft < 0,03 in D) Vergleich sind auch aktuelle Werte des Energieversorgungssystems mit angegeben.

***Können die Erneuerbaren  
Energien die Versorgung mit  
Energie sichern?***

***In Deutschland weder Wasserkraft  
noch Biomasse noch Geothermie!***

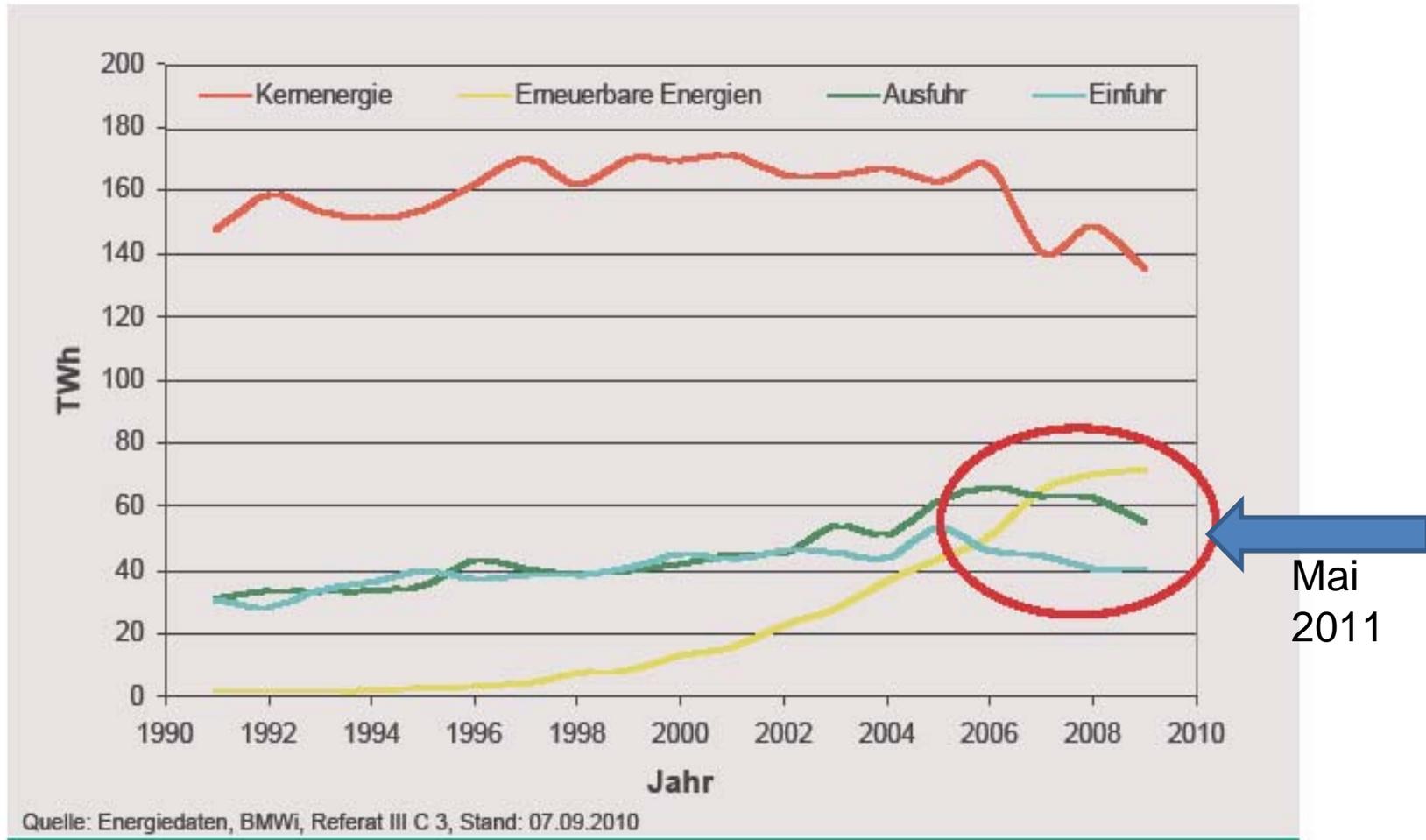
***Was dann?***

***Wir Deutschen stecken schon mitten in der Energiewende***

***Im Mai 2011 liefern die erneuerbaren Energieanlagen mehr Strom ins Netz als alle noch laufenden Kernkraftwerke (<6); die Stromlücke ist ein Märchen***

***Wichtige Personen dabei:  
Abgeordnete Scheer und Fell sowie MP Vogel***

## Bruttostromerzeugung in Deutschland



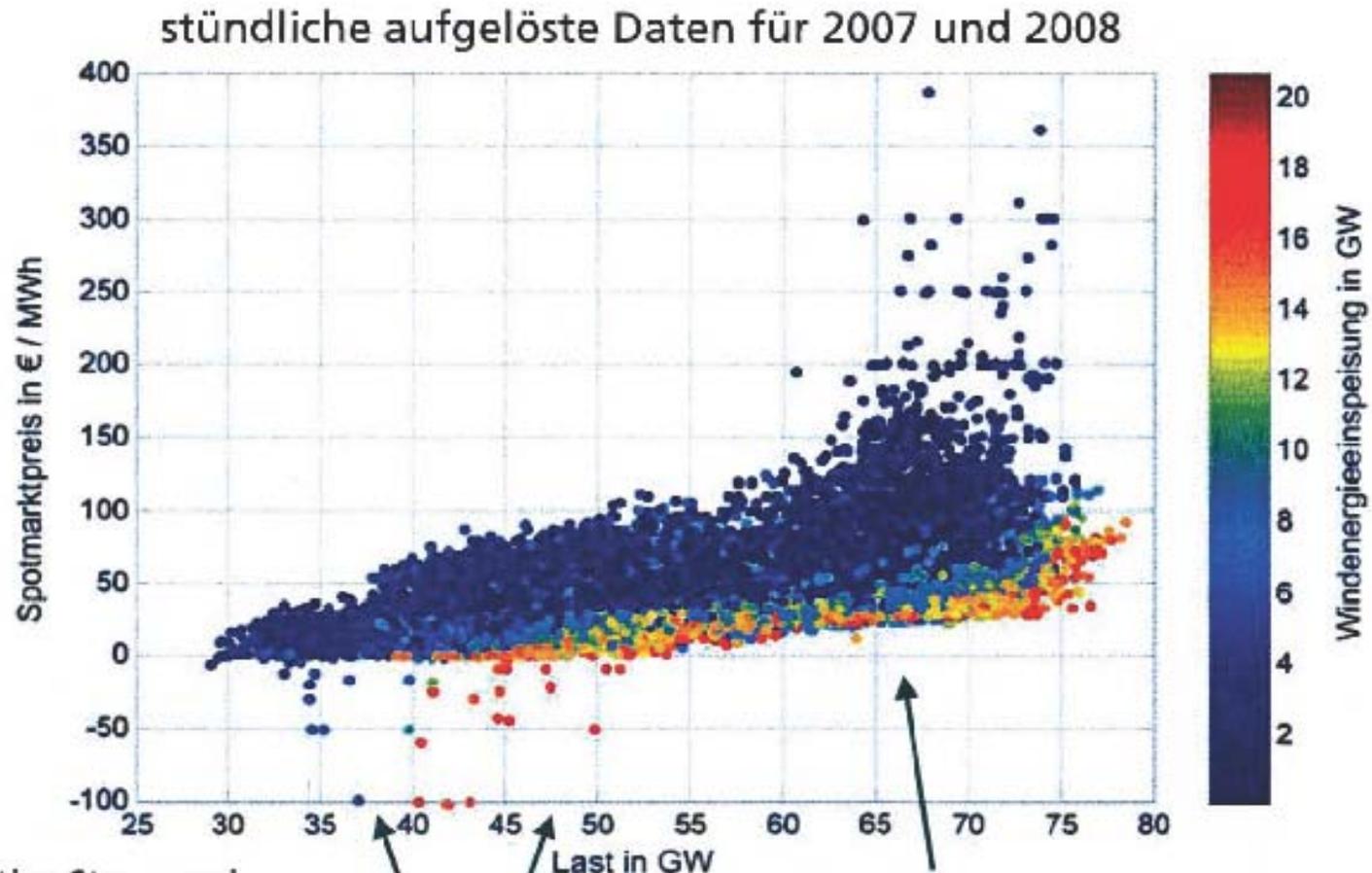
© Fraunhofer

Fraunhofer ISE

Erneuerbare Energien haben uns seit 2002 zum Netto-Stromexporteur gemacht. Im Mai 2011 liegt der Kernenergieanteil weit unter dem der erneuerbaren Energien

## Erneuerbare Energien senken schon heute oft den Strompreis

### Korrelation RE Einspeisung (Wind) vs. EEX Spotmarktpreis

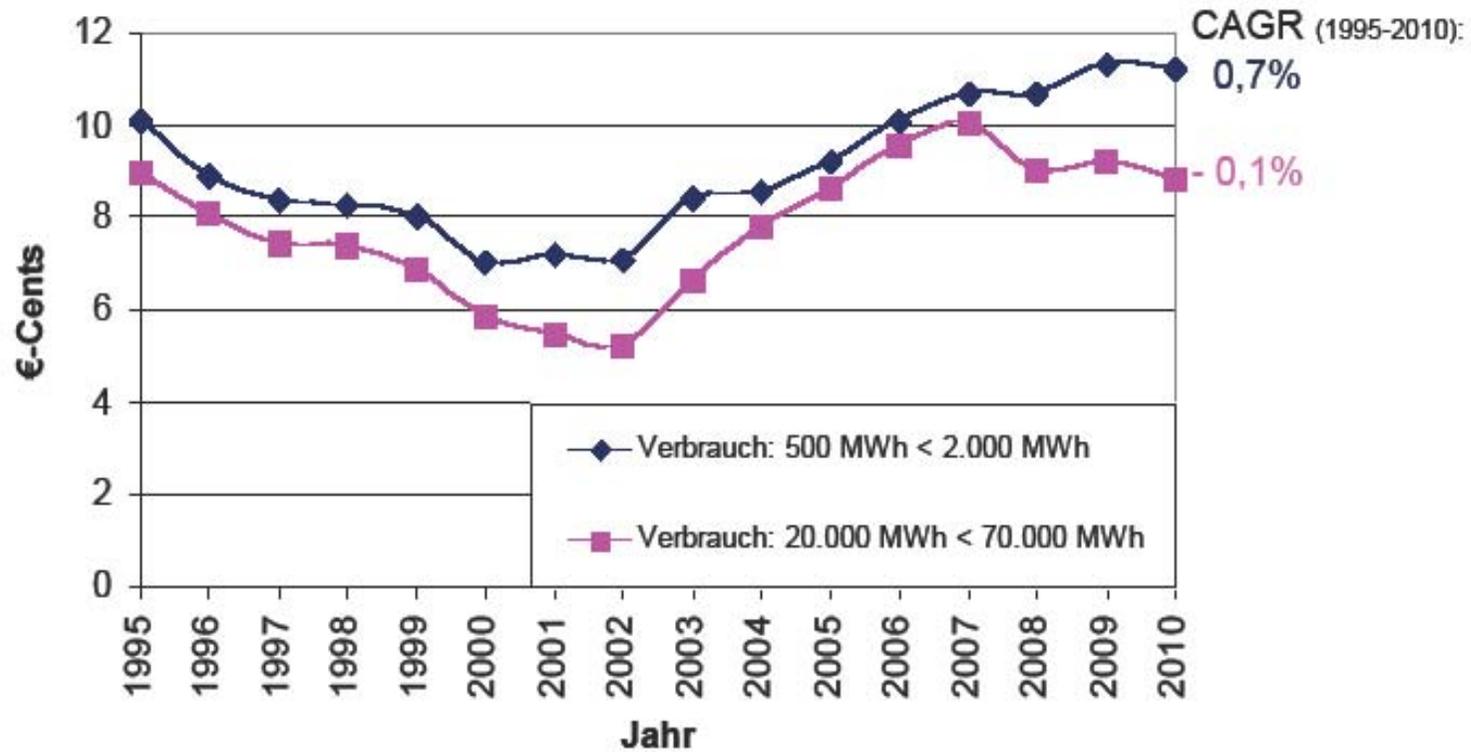


Negative Strompreise  
zu Schwachlastzeiten bei wenig / viel Wind

Quelle: IWES, 2010

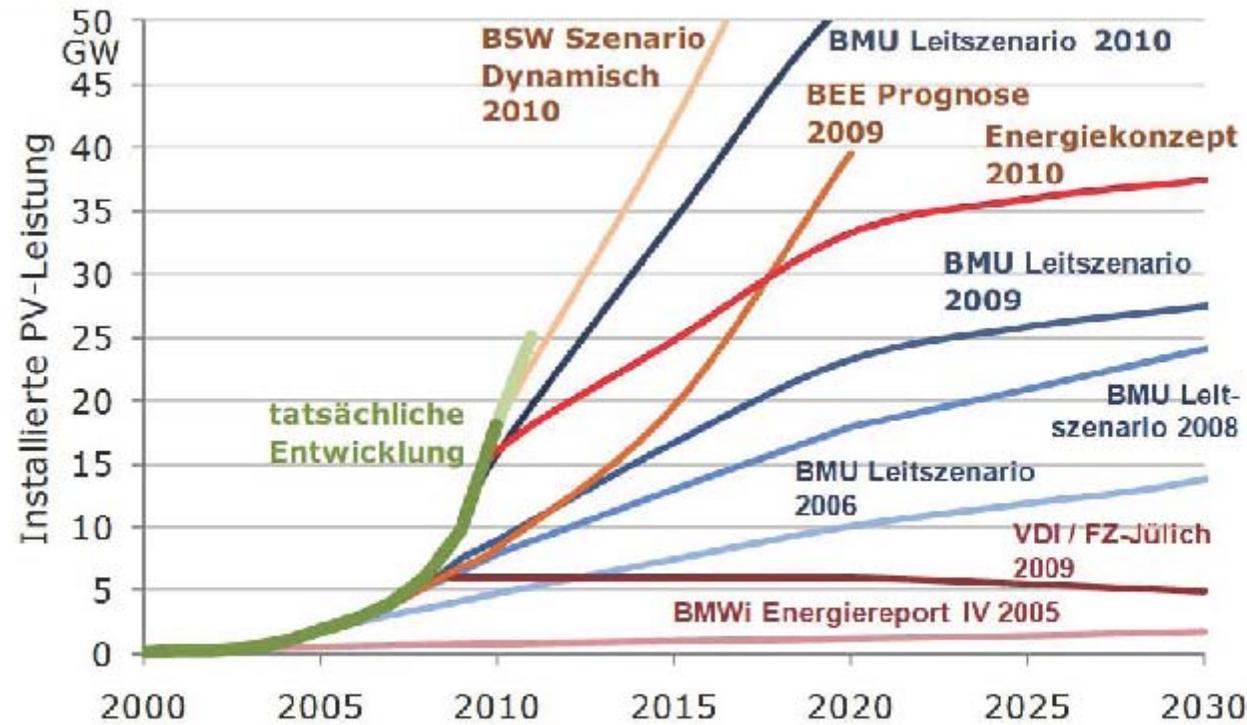
## Stromkosten der Industrie

Die Preise sind langfristig nicht gestiegen



Quelle: BMWi: Gesamtausgabe der Energiedaten, Stand: 13.01.2011

## Szenarien für den Ausbau der PV in Deutschland



Prof. Dr. Volker Quaschning

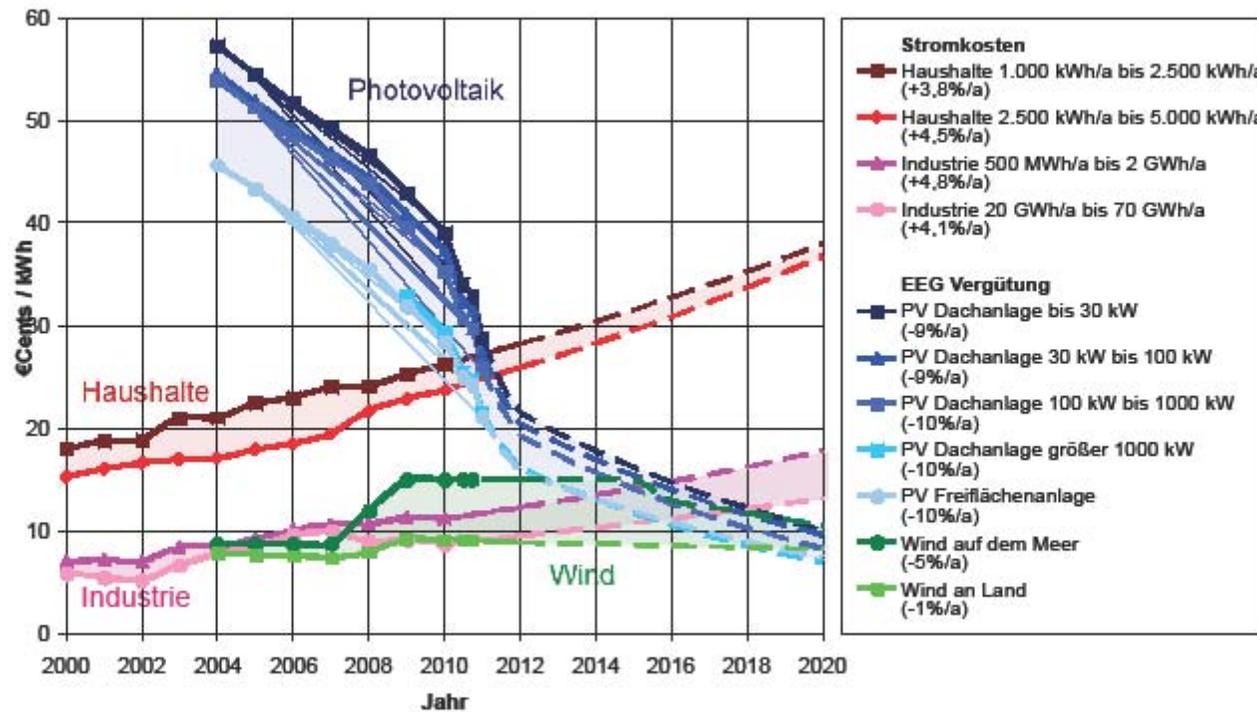
© Fraunhofer

Fraunhofer  
ISE

Die fehlerhaftesten Energieszenarien sind oft die der alten Industrien und des Wirtschaftsministeriums und seltener der NGOs

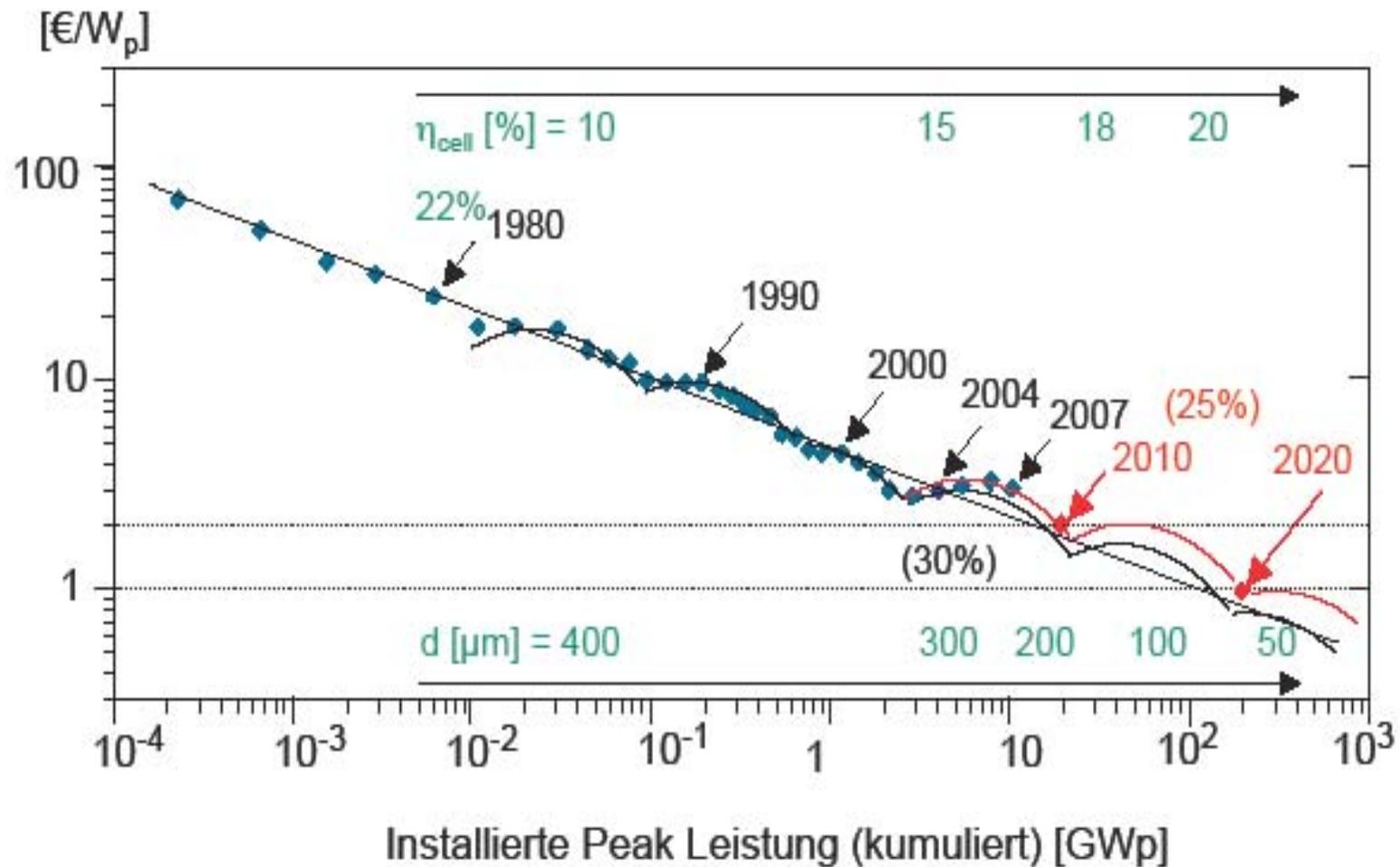
## Bald ist die sogenannte Grid Parity erreicht

### Stromkosten und EEG-Tarife in Deutschland



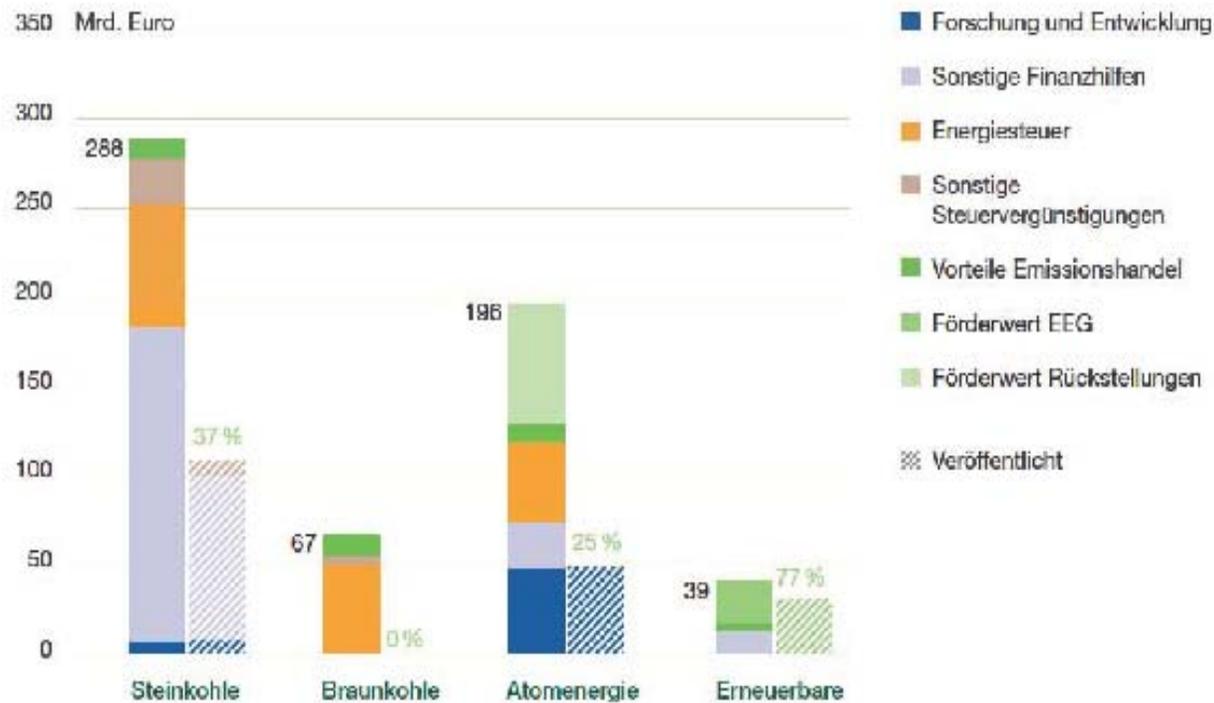
Quelle: B. Burger Fh-ISE, "Energiekonzept 2050", FVEE (7) Juni 2010, Update vom 09.02.2011

# Preis-Lernkurve von PV-Modulen aus kristallinem Si



Graph: G. Willeke, ISE

## Staatliche Förderung 1970-2010 in Mrd. Euro (real) und in den Berichten der Bundesregierung erfasste Förderung



**Wie unterschiedlich man berichten kann**

Quelle: Greenpeace-Energy 2011

## ***Gefordert sind:***

- ***Weltweit gültige Protokolle zur Einhaltung des 2°C-Ziels im Rahmen der UNFCCC***
- ***Zuverlässiger Emissionshandel einschließlich des Flugverkehrs und der Schifffahrt***
- ***Energiespeicher***
- ***Verändertes Stromnetz***
- ***Mindestens Passivhausstandard***
- ***Von der Tageszeit abhängige Stromtarife***
- ***Elektromobilität***
- ***Grundlagenforschung und Forschung zu allen obigen Punkten in der Industrie***

## **Schlussfolgerung:**

*1. Der starke politische Wille zur globalen Energiewende ist gefordert, also Weltinnenpolitik*

*2. Hoffentlich ist die Empfindlichkeit des Klimasystems etwas niedriger als bisher im Mittel von uns Wissenschaftlern abgeschätzt*

# Beitrag der heimischen erneuerbaren Energien zur sicheren Stromversorgung

HTW-Szenario: Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung

