

Ringvorlesung

# *Konflikte in Gegenwart und Zukunft*

Philipps-Universität Marburg, WS 2011/12

7. November 2011

**Säulen der Energiewende –  
Erneuerbare Energien, effiziente  
Nutzung, Speicherung, Akzeptanz  
und .... (ja welche denn wohl noch?)**

***Hans Ackermann, Marburg***

(AK Energie im



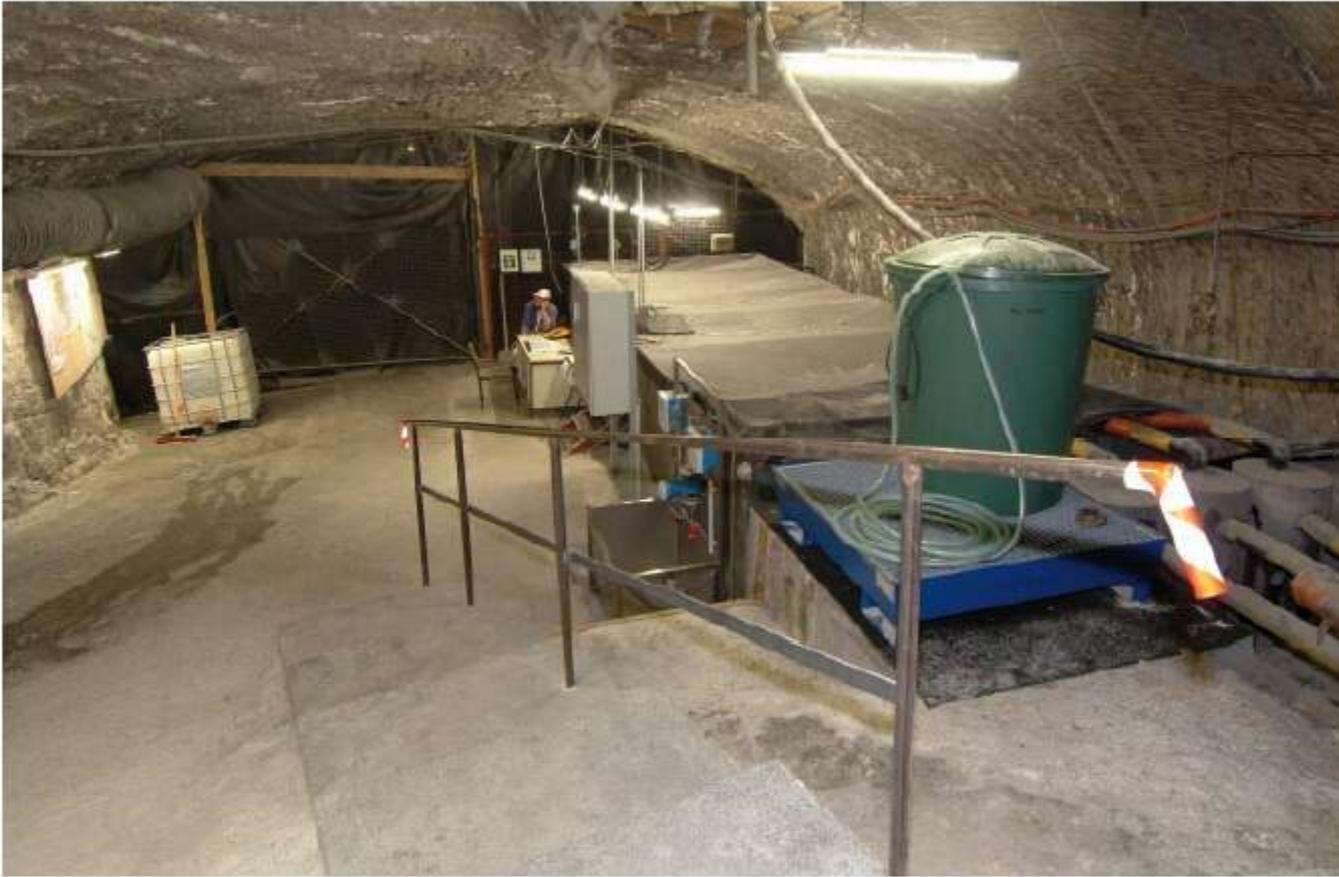
LV Hessen)

## ... klar, die 5. Säule ist: Atomausstieg

**Wir beschränken uns auf ein Eingangsrätsel aus dem Atommüllsektor (für leicht- und mittelaktiven Müll):**

- 1) Im Versuchsendlager **Asse II** lagern **126.000 Fässer**
- 2) Der Müll könnte etwa füllen **100 Einfamilienhäuser**
- 3) Er soll zurückgeholt werden, weil **Asse abzusaufen droht**
- 4) Gesamte Asse-Radioaktivität entspricht ca. **1 Castorbehälter**
- 5) Im Zwischenlager Gorleben lagern wie viele Castoren:  
**32 (2002), 56 (2004), 102 (11/2010)**
- 6) An AKW-Orten lagern wie viele weitere Castoren: **~ 1000**
- 7) Wann ist der nächste (13. und letzte?) Castortransport aus La Hague nach Gorleben? **Vermutlich November 2011**
- 8) Wie heißt das nächste „rückholbare“ Endlager? **Morsleben**
- 9) Zahl der Endlager weltweit für hochaktiven Atommüll? **0 (Null)**

## Versuchs-Endlager Asse II: Einlagerungen 1967 - 1978



### Und jetzt:

Täglich aufgefangene Menge 12.000 Liter, die nach oben gepumpt werden müssen.

Denkbarer Notfall: Wasserzutritt steigt über Abpumprate. Dann Umstieg auf Verfüllung mit Beton und Magnesium-Chloridlösung.

Hauptauffangstelle für Zutrittslösungen auf der 658-m-Sohle nach den Umbaumaßnahmen.

Asse droht unkontrolliertes Absaufen. Dort lagern 126.000 Fässer mit schwach- und mittelaktivem Müll. Gesamtaktivität entspricht etwa der eines **Castorbehälters**. Zustand vieler Fässer unklar. Plutonium-Menge wurde grob unterschätzt. Beschlusslage: **Vollständige Rückholung**. Zeit drängt!

# DIE SÄULEN UNTER DER ERDE

Die Arbeit der Bergleute im Atommülllager Asse ist ein Wettlauf gegen die Zeit und gegen das Wasser. Doch ohne diesen Kampf wird es keine Rückholung geben. Mit den fortschreitenden Arbeiten im Schacht wächst auch das Vertrauen der Beteiligten

VON STEFAN KRÜCKEN



SIE ACKERN FÜR DIE ZUKUNFT: DIE BERGLEUTE IN DER ASSE SORGEN FÜR STABILITÄT UND DAMIT FÜR DIE NOTWENDIGE ZEIT

FOTOS: ARNE WEYCHARDT

## Asse II: Ein Mini-Beispiel für die unterschätzte Entsorgungsmisere

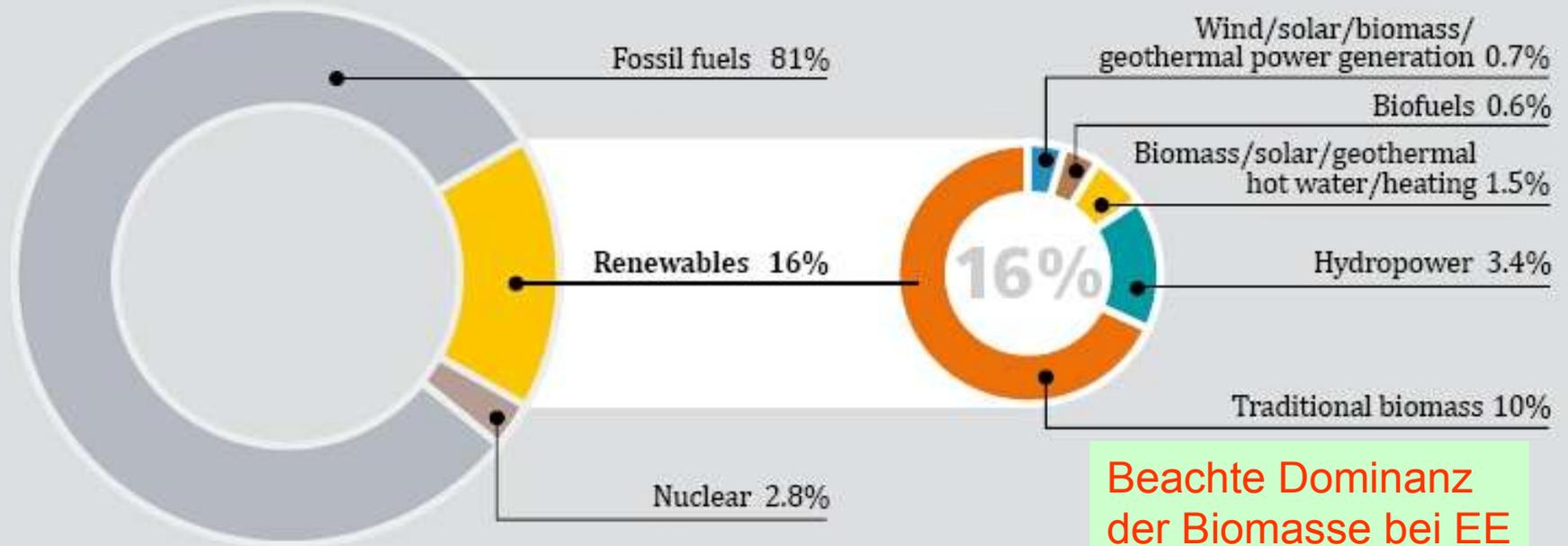
*Technischer Leiter*

Ihre Aufgabe nennt Hegemann „einen Wettlauf gegen die Zeit“. Wie lange der Zufluss des Wassers noch kontrollierbar bleibt? Jede konkrete Vorhersage ist so seriös wie ein Wetterbericht für den Juli 2024. Fakt ist, dass schon in den 1930er-Jahren, wenige Jahre nach Inbetriebnahme, erstmals Wasser in den Schacht Asse II eindrang, dass die Nachbarschächte schon nach kurzer Zeit „absoffen“, wie die Bergleute es nennen, und dass hier niemals Atommüll hätte eingelagert werden dürfen. Wasser greift das Salzgestein an .....

# **1. Säule: Erneuerbare Energien**

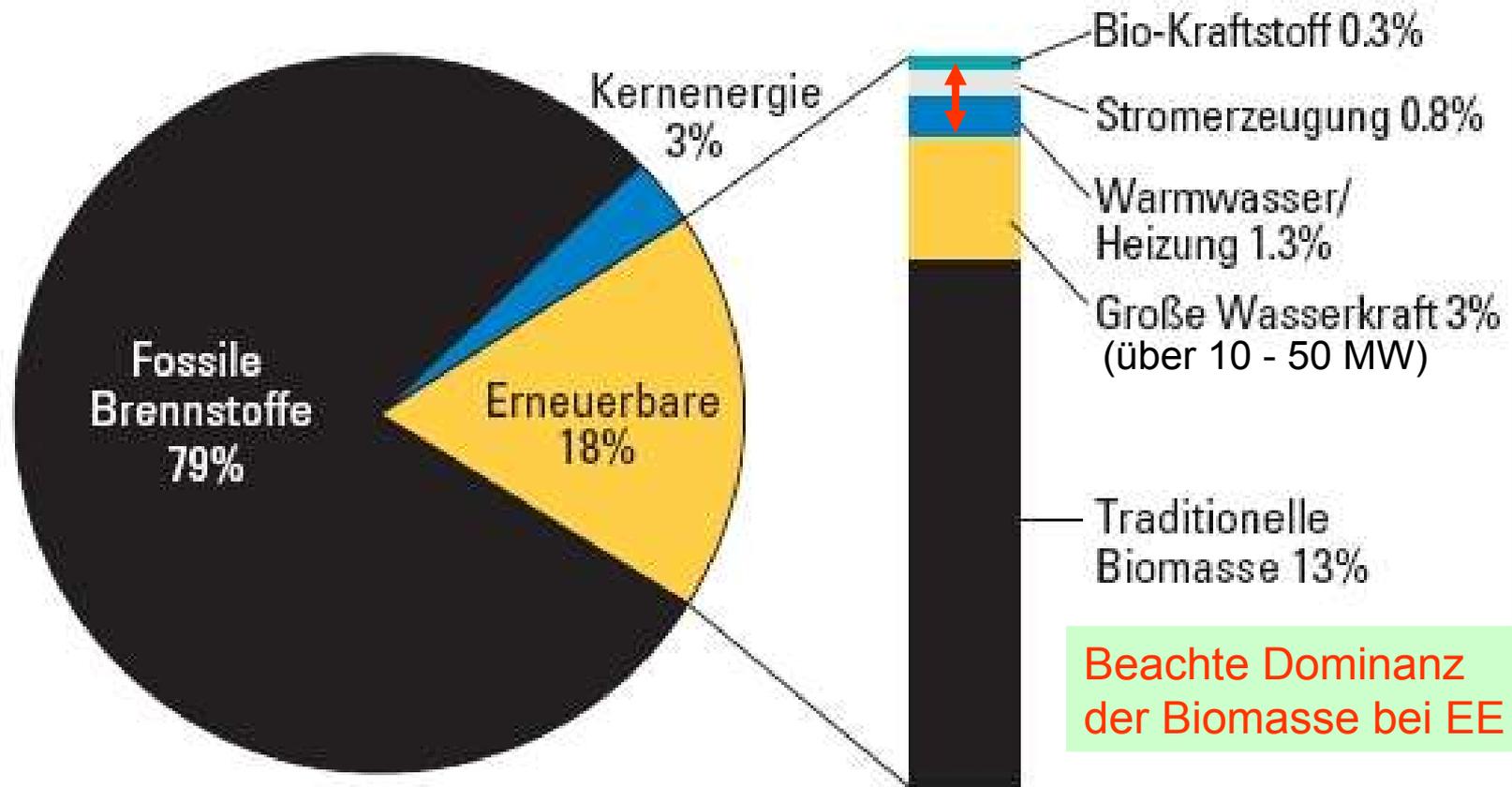
# Gewaltige Dominanz fossiler Energien im globalen Maßstab

Figure 1. Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2009



**...und wie war das drei Jahre zuvor mit den Anteilen Fossiles – EE – Nukleares? Raten Sie mal!**

# Abbildung 1. Anteil Erneuerbarer Energien an der weltweiten Nachfrage nach Endenergie, 2006

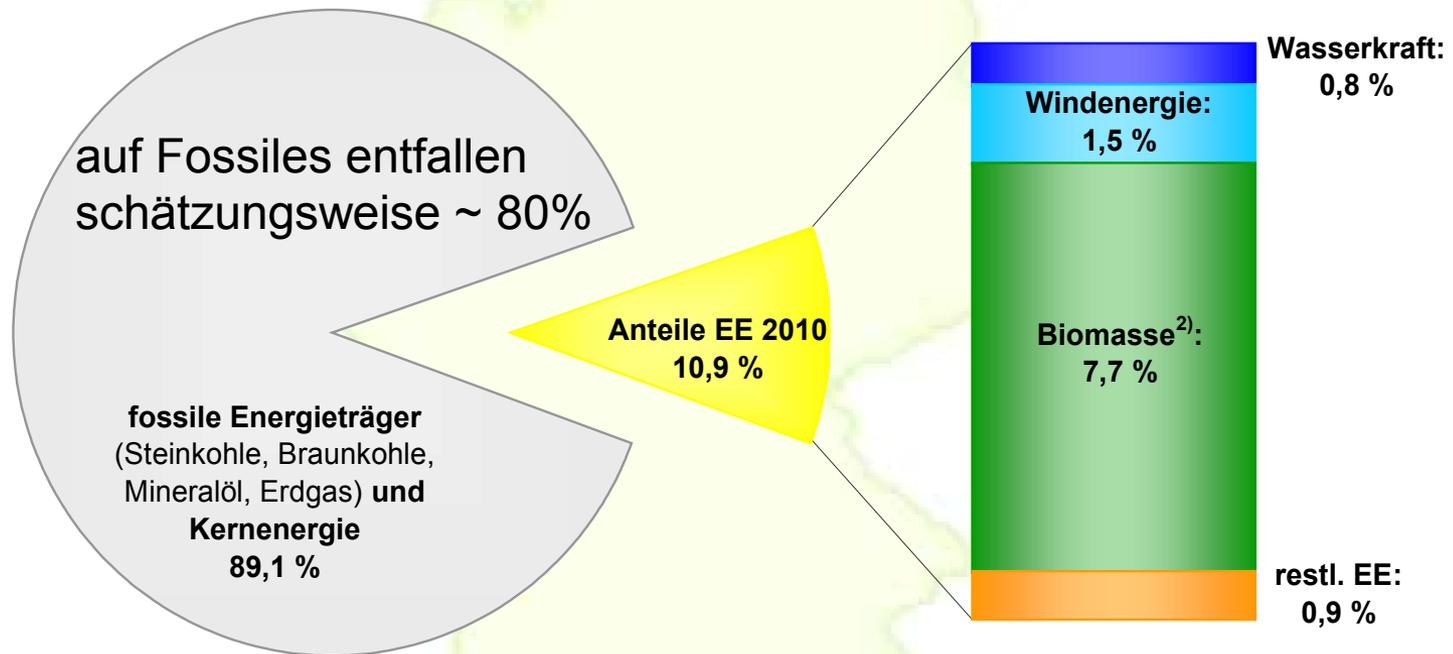


↑ Säule blau/grau/grün: 2,4% EE-Anteil: Sonne, Wind, Geothermie, kl. Wasserkraft, NaWaRo,...

# Auch in D gleiche Dominanz fossiler Energieträger: ca. 80% (Stand Juli 2011, vorläufig)

## Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland

Gesamt: 9.060 PJ<sup>1)</sup>



1) Quelle: Energy Environment Forecast Analysis (EEFA) GmbH & Co KG; 2) Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls, Biokraftstoffe;  
Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) und ZSW, unter Verwendung von Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB);  
EE: Erneuerbare Energien; 1 PJ = 10<sup>15</sup> Joule; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Stand: Juli 2011; Angaben vorläufig

# Die Windkraft ist ein globaler Hoffnungsträger

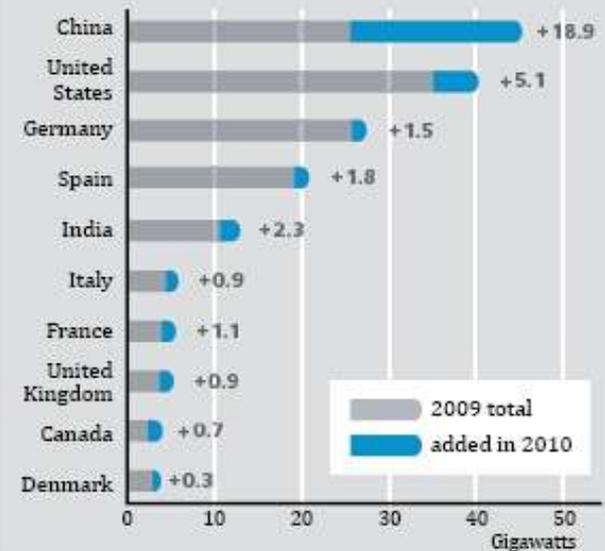
Figure 5. Wind Power, Existing World Capacity, 1996–2010



Deutschland ist im Zubau inzwischen auf Platz 5 hinter China, USA, Indien, und Spanien zurück gefallen.

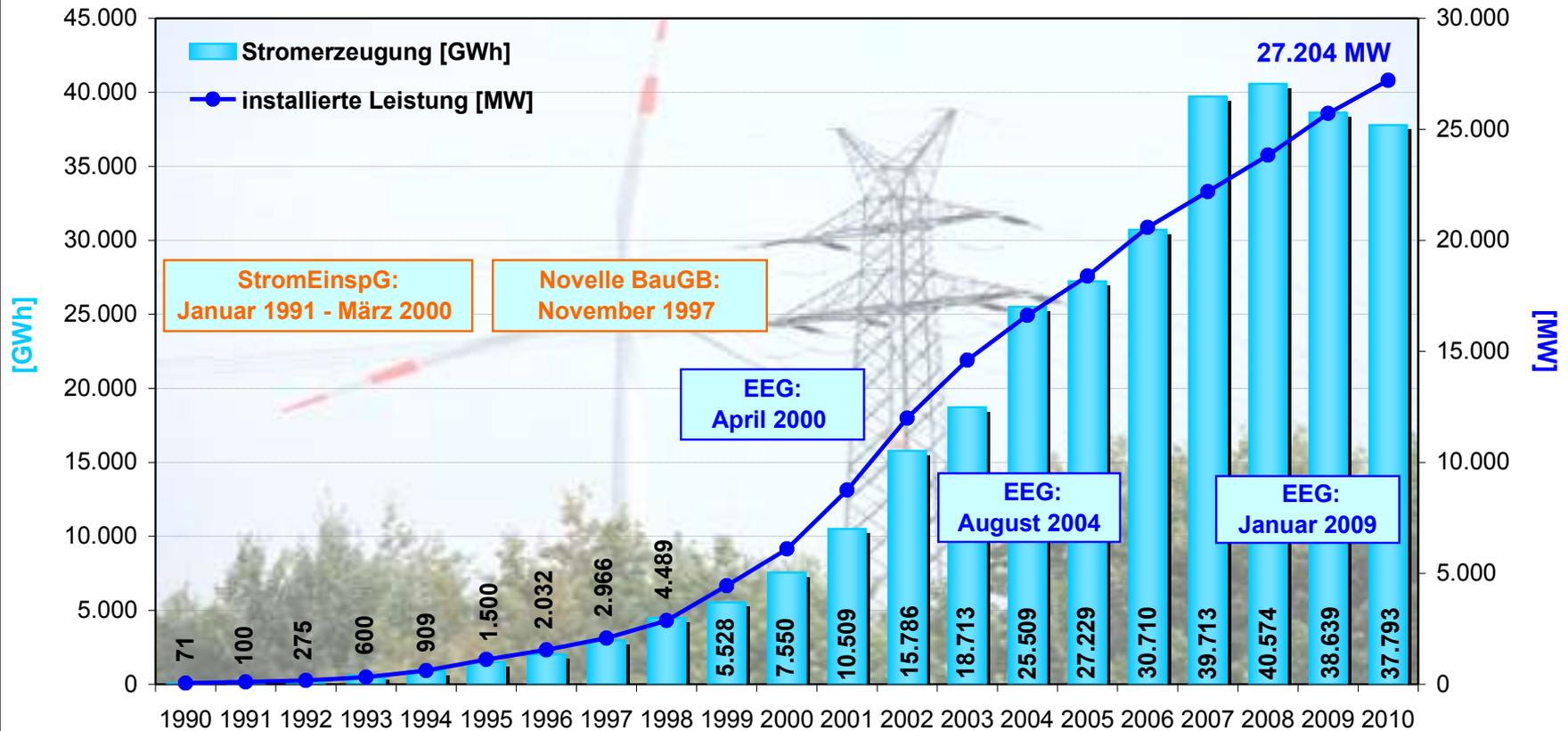
Auch das Atomland Frankreich bemüht sich.

Figure 6. Wind Power Capacity, Top 10 Countries, 2010



# Windkraft in D: Zubau mäßig, Ertrag hat sogar Delle

## Entwicklung der Stromerzeugung und installierten Leistung von Windenergieanlagen in Deutschland



StromEinspG: Stromeinspeisungsgesetz; EEG: Erneuerbare-Energien-Gesetz; BauGB: Baugesetzbuch; 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1 Mio. Watt;  
Quellen: C. Ender: "Windenergienutzung in Deutschland, Stand: 31.12.2010"; Deutsches Windenergie-Institut (DEWI);  
BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Christoph Edelhoff; Stand: Juli 2011; Angaben vorläufig

**Photovoltaik:  
ein zweiter  
globaler Hoff-  
nungsträger**

Figure 7. Solar PV, Existing World Capacity, 1995–2010

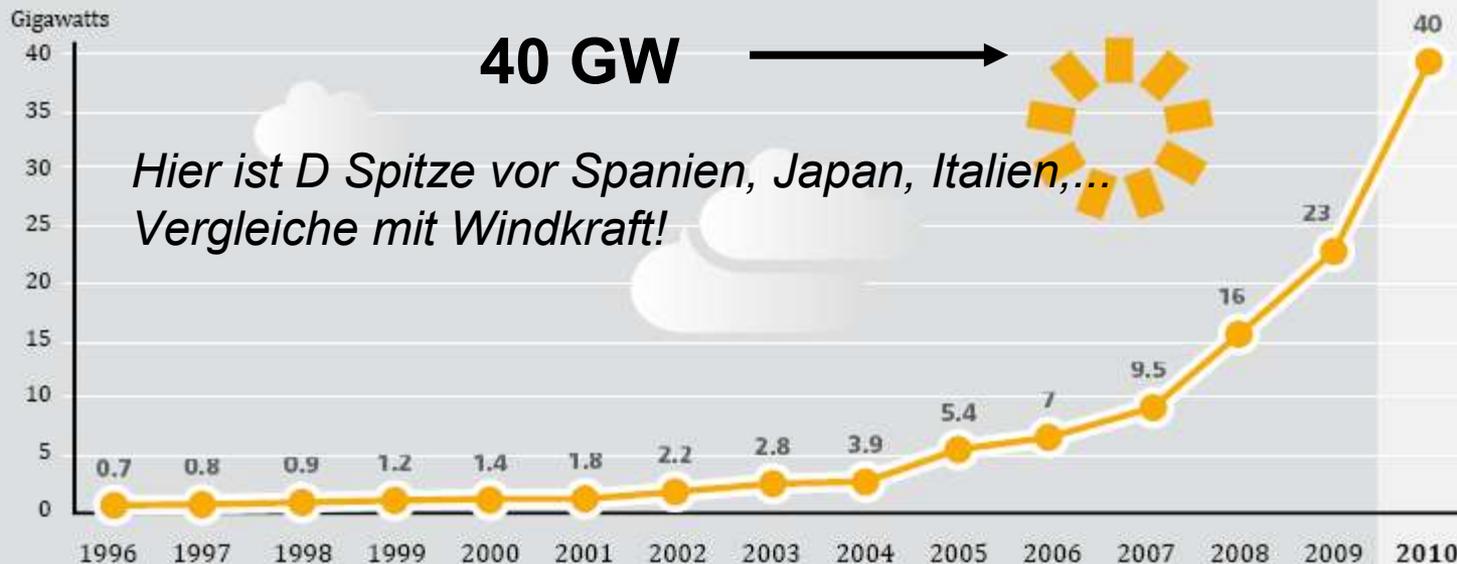


Figure 8. Solar PV Capacity, Top 10 Countries, 2010



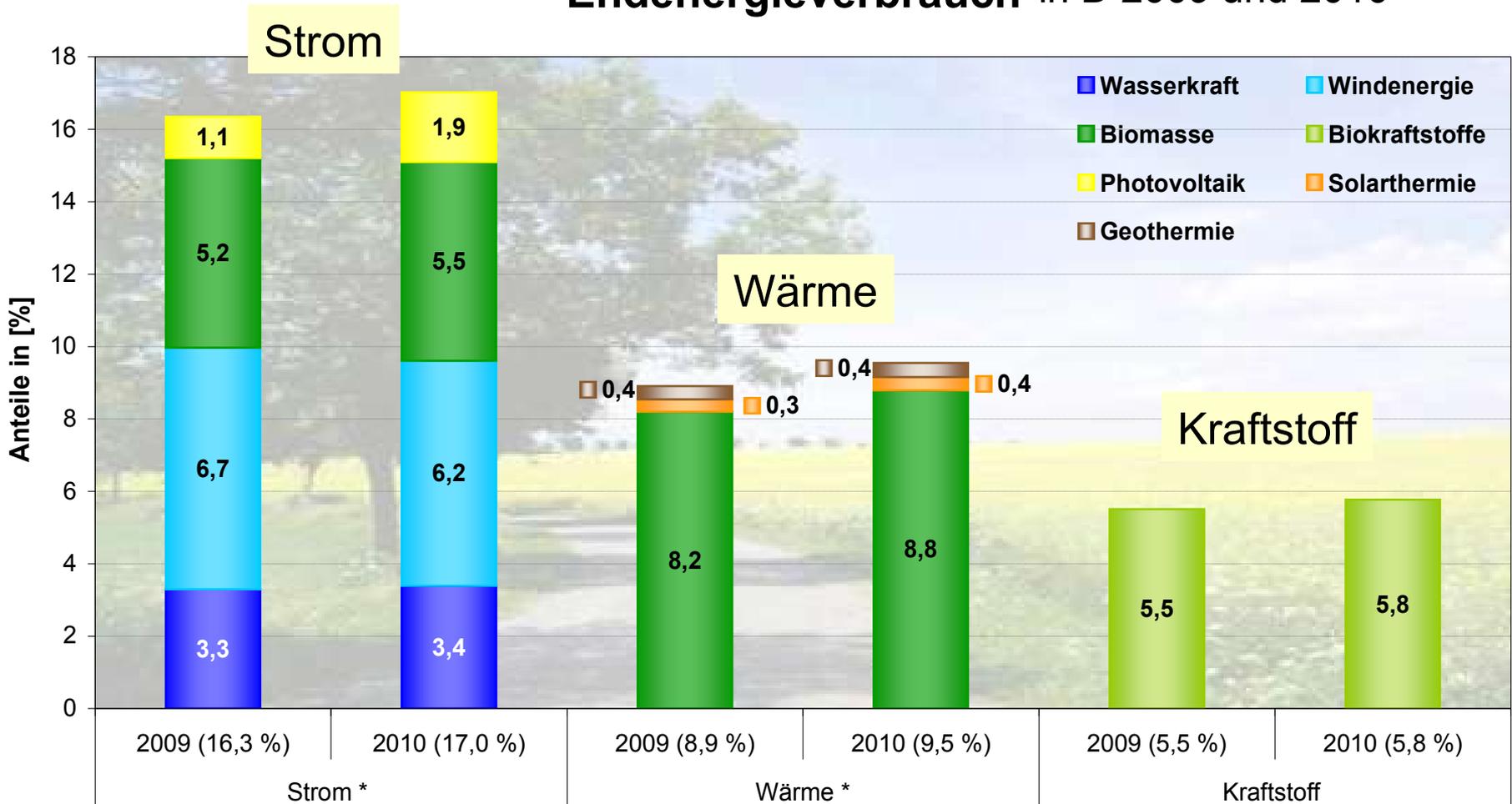
# Solarthermie: China dominiert die Welt, in D mäßig

Figure 10. Solar Heating Existing Capacity, Top 12 Countries, 2009



# Außer bei Strom, Dominanz der Biomasse. Das ist nicht gut.

## Anteile erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch in D 2009 und 2010



\* Biomasse: Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; aufgrund geringer Strommengen ist die Tiefengeothermie nicht dargestellt; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Bild: BMU / Dieter Böhme; Stand: Juli 2011; Angaben vorläufig

## Hessischer Energiegipfel

Da soll Bouffier  
Schlussbericht  
präsentieren

Startseite

Inhalte & Ziele

Termine

Arbeitsgruppen

Machen Sie mit!

Energieglossar

Hessischer Energiegipfel > Arbeitsgruppen

### Arbeitsgruppen für die "Energie der Zukunft"

Im Rahmen des Hessischen Energiegipfels wurden vier Arbeitsgruppen eingerichtet, die gemeinsame Positionen zu einzelnen Themenschwerpunkten entwickeln sollen.

1. AG „Ausbau eines zukunftsfähigen Energiemixes aus erneuerbaren und fossilen Energien in Hessen“

**AG 1: Energiemix aus EE + Fossilem**

2. AG „Identifizierung von Energieeffizienz- und Energieeinsparpotentialen in Hessen“

**AG 2: Energieeffizienz und Sparen**

3. AG „Anforderungen an eine verlässliche und versorgungssichere Energieinfrastruktur in Hessen“

**AG 3: Energieinfrastruktur (Netze)**

4. AG Gesellschaftliche Akzeptanz einer veränderten Energiepolitik in Hessen

**AG 4: Akzeptanz für Änderungen**

### Machen Sie mit!

direktzu

#### Ihre Meinung ist uns wichtig!

Die Arbeitsgruppen erarbeiten Vorschläge für die zukünftige Energieversorgung in Hessen. Sie können sich daran beteiligen und zu ganz konkreten Fragestellungen Ihre Vorschläge und Ideen einbringen. Die zwei am höchsten bewerteten Beiträge pro Frage werden dann in den jeweiligen AGs diskutiert und öffentlich beantwortet.

**Hier können Sie sich beteiligen.**

### Als Beispiel drei Hauptschlagworte im AG 1-Bericht:

- ◆ ~ 2% der Landesfläche als Windkraftvorranggebiete (*toll !!*)
- ◆ Fossile Brücke durch schnell regelbare Gas-Kraftwerke
- ◆ Akzeptanzkampagne zur EE-Nutzung

# In Marburg sind Wind und Sonne führende EE

## Erneuerbare Energie / Ist-Stand

	Anzahl	Leistung	Energie
PV-Anlagen	359	4.300 kWp	3 Mio. kWh
Windkraft	3	3.600 kW	5 Mio. kWh
Summe			8 Mio. kWh



Photovoltaik- und Windkraftanlagen im Stadtgebiet Marburg

Windkraftanlage Wehrda



Foto: A. Raatz

**In Marburg ca. 3% des Stromverbrauchs aus EE**

Entspricht dem Strombedarf von ca. 2.500 Haushalten

Vorläufige Berechnung

# Die Lahn trägt in Marburg nicht viel bei, weniger als 1 Windrad

## Erneuerbare Energie / Ist-Stand

	Anzahl	Leistung	Energie
Wasserkraft	3	350 kW	0,8 Mio. kWh

### Wasserkraftanlage Wehrda



Foto: Stadtwerke Marburg



Foto: A. Raatz

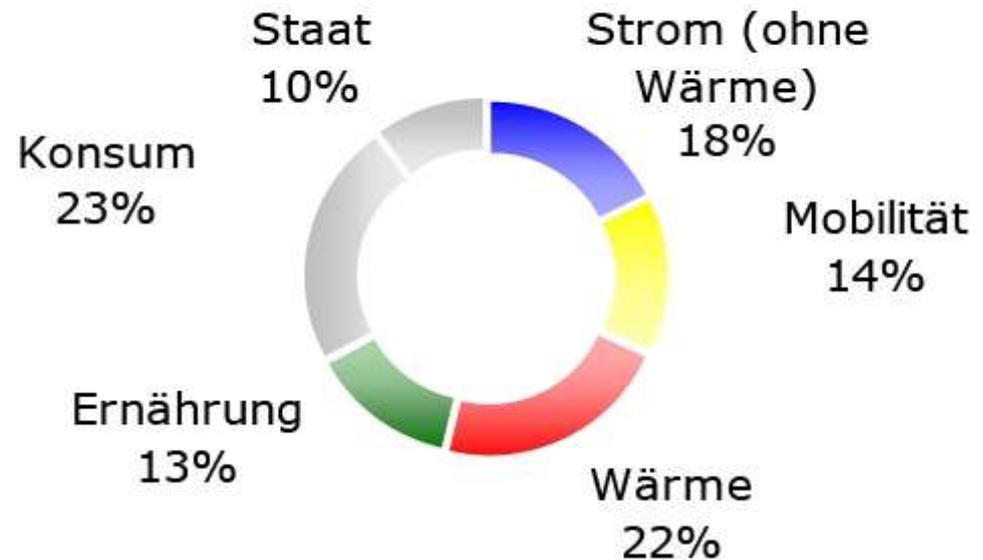
Entspricht dem Strombedarf von ca. 250 Haushalten

# CO<sub>2</sub>-Emissionen: So toll ist Marburg dann doch nicht!

## CO<sub>2</sub>-Emissionen / Ist

➤ Pro Einwohner werden  
in Marburg  
jedes Jahr ca. 12 t  
CO<sub>2</sub> ausgestoßen

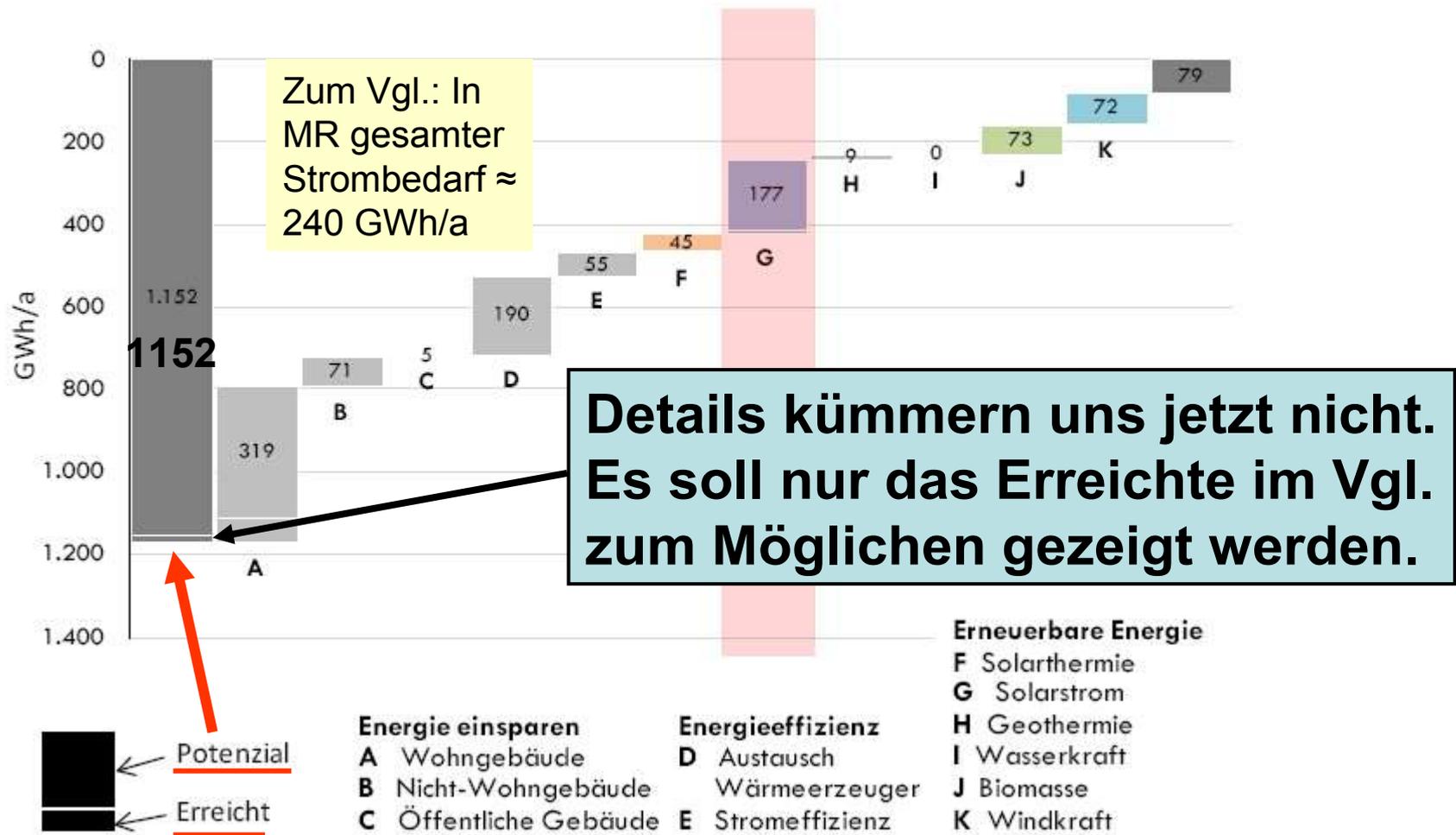
➤ Bundesdurchschnitt:  
ca. 10 t CO<sub>2</sub> pro  
Einwohner



*Vorläufige Berechnung*

# Das Aller-Allermeiste liegt in Marburg noch vor uns

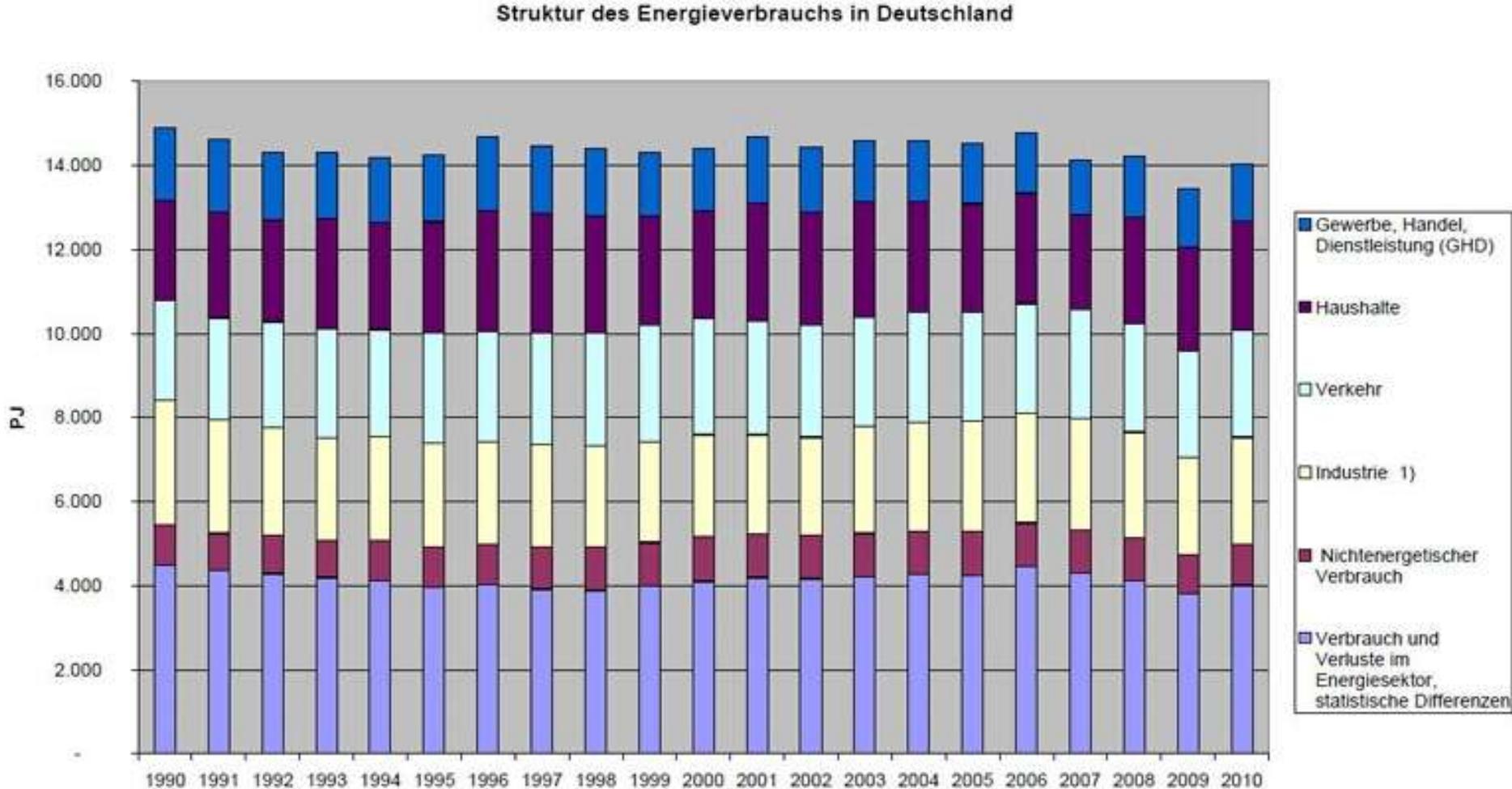
## Technisches Potenzial



Berechnung

# **2. Säule: Effiziente Energienutzung**

# Primärenergieverbrauch nach Nutzergruppen



Quelle: AG Energiebilanzen

1) übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe

**Von Energieeinsparung ist seit 1990 nicht viel zu merken**

Quelle: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de), Energiedaten: Energiegewinnung und Energieverbrauch, 18.10.11

**Nehmen wir als Beispiel die Ernährung.**

- ▶ **Sie ist ein dicker Energie- und Klimablock.**
- ▶ **Hier kann jede(r) leicht etwas tun.**
- ▶ **Sie tangiert den Lebensstil.**



# Ein Bild zur Entspannung



*Ein viel zu wenig bekanntes Beispiel zum effizienten Energieeinsatz in der Landwirtschaft:  
→ **Biolandbau***



Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Hrsg.):  
Lebensmittel: Regional = Gute Wahl. 2007

Energieeinsatz pro ha im Biolandbau auf  $\sim 1/3$  reduziert.  
Haupteffekte bei mineral. Dünger, Futtermittel, Trocknung, Pflanzenschutz  
**Fazit: Biolandbau ist hoch energieeffizient**

# Spezifischer Bedarf an Fläche (und Energie) bei Vegetariern niedriger

**Tabelle 5.2-5**

Flächenbedarf von Lebensmitteln bezogen auf den Energiegehalt des verzehrfähigen Produkts (basierend auf den Erträgen in den USA, Fallstudie Bundesstaat New York). Der Flächenbedarf berücksichtigt Acker- und Weideland.

Quelle: Peters et al., 2007

	Flächenbedarf/ Brennwert [m <sup>2</sup> /1.000 kcal]
<b>Tierische Nahrungsmittel</b>	
Rindfleisch	31,2
Geflügelfleisch	9,0
Schweinefleisch	7,3
Eier	6,0
Vollmilch	5,0
<b>Pflanzliche Nahrungsmittel</b>	
Ölfrüchte	3,2
Obst	2,3
Hülsenfrüchte	2,2
Gemüse	1,7
Getreide	1,1

**Beispiel für „verborgene“  
Verkopplung von Lebensstil  
und dem Verbrauch von  
Energie und Umweltgütern.**

# **3. Säule: Energiespeicherung**

**Beim Übergang auf EE-Versorgung ist schwierigstes und drängendstes Energiespeicherproblem die Speicherung elektrischer Energie über längere Zeiten von Tagen bis Wochen.**

**Was steht zur Verfügung?**

# In D größtes Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal/Thüringen



max. Leistung 1,06 GW; Kapazität 8,5 Mio. kWh (entspricht ca. 23% der PSK in D);  
Höhenunterschied 350 m; Abgabezeit bei max. Leistung 8h; könnte Stadt wie Leipzig  
einen Tag versorgen

# Schulz hofft auf Windenergiespeicher

Neben Windkraftanlagen bei Winnen könnte im Ebsdorfer Grund ein Pumpspeicherkraftwerk entstehen

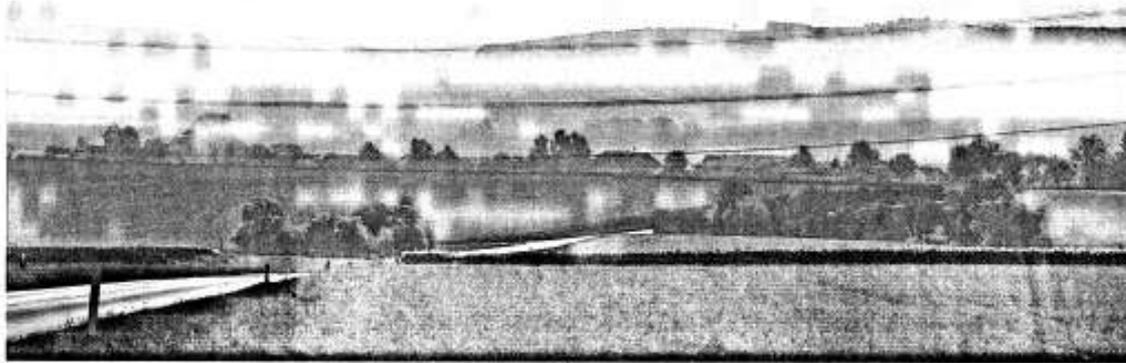
Bei der Vorstellung der Planungen für drei Windräder im Winner Feld oberhalb Leidenhofens brachte Bürgermeister Andreas Schulz ein Pumpspeicherkraftwerk als weiteres Projekt ins Spiel. Jetzt wird er konkret.

von Michael Agricola

**Leidenhofen.** Gemeinsam mit Geschäftsführer Michael Wahl von der planenden Firma Gaia aus Lambsheim und Stadtwerke-Geschäftsführer Norbert Schüren stellte Schulz Überlegungen vor, wie in der Gemeinde nicht nur Windstrom erzeugt, sondern wie er auch gespeichert werden könnte, wenn eine sofortige Einspeisung ins Netz nicht möglich ist.

Dass Wind- und Sonnenstrom nicht so steuerbar ist wie ein Kohle- oder Atomkraftwerk, liegt auf der Hand. Deshalb sind

**Auch im Landkreis ist die Speicherdiskussion angekommen**



Die Gemeinde Ebsdorfergrund hat zwar keine Schluchten zu bieten wie der Schwarzwald oder Bayern, doch der Höhenunterschied zwischen dem Winner Feld (hinter dem Wald am Horizont) und Ebsdorf (Vordergrund) könnte für ein profitables Pumpspeicherkraftwerk ausreichen.

Foto: Michael Agricola

Speicherlösungen mitentscheidend beim Ausbau der erneuerbaren Energieträger.

Gemeinsam mit der Gemeinde und den Stadtwerken sieht Gaia-

Chief Wahl zwischen dem Winner Feld und Leidenhofen (etwa 120 Meter Höhenunterschied) beziehungsweise Ebsdorf (etwa 140 Meter Unterschied) das

Potenzial, eine Speicheranlage mit zwei Wasserbecken zu errichten und profitabel zu betreiben (siehe Hintergrund). In der bisherigen Planung könnte auf diese Weise Windenergie in einer Größenordnung von 4 bis 8 Stunden unter Volllast gebündelt werden. Das entspreche einer Stromreserve von 7 bis 8 Stunden für die Gemeinde.

Auch für die Stadtwerke ist das ein interessantes Projekt. Im Landkreis sei bislang keine erfolgversprechende Idee für ein solches Pumpspeicherkraftwerk umgesetzt worden, aber die Planungen von Gaia im Ebsdorfer Grund könnten sich rechnen, meint Schüren. Die Stadtwerke

als künftiger Netzbetreiber hätten ein großes Interesse an einem solchen Projekt, sie ziehen laut Bürgermeister Schulz an einem Strang mit der Gemeinde und Gaia. Dieses Projekt – Windkraft und Speicherkraftwerk – sei von der Gemeinde gewollt und werde unterstützt. Er berichtete, dass auch ein anderer Bewerber derzeit versuche, in der Gegend Flächen zu übernehmen. Dies könnte das Projekt blockieren oder erschweren. Er bittet darum, dass interessierte Flächenbesitzer, aber auch Bürger, die investieren wollen, sich ausschließlich an Gaia als bereits langjährigen Partner der Gemeinde wenden.

**Gemeinde, Stadtwerke MR, Planungsbüro seien am überlegen**

Die Pumpspeichertechnik ist nicht neu, sie wird schon lange eingesetzt, vorwiegend an steilen Hängen wie beim Eon-Werk am Edersee oder beim klassischen Beispiel zwischen Walchen- und Kochelsee in Oberbayern, wo ein Höhenunterschied von 200 Metern genutzt wird. Das Prinzip der

durch Rohrleitungen verbundenen Ober- und Unterbecken ist leicht nachzuvollziehen. Wenn ein Überschuss an Energie herrscht, die nicht direkt ins Netz eingespeist werden kann, wird sie genutzt, um Wasser über Leitungen in einen höhergelegenen Obersee zu pumpen. Wird Strom benötigt, lässt man

Wasser aus dem vollen oberen Speicherbecken ab. Das Wasser treibt auf dem Weg nach unten eine Turbine an, diese einen Generator, der Strom erzeugt. Wenn Überschuss an Energie herrscht, wird das Wasser in das Oberbecken zurückgepumpt, damit es später zur Stromerzeugung bereit steht.

**Daten für mögliches Pumpspeicherkraftwerk: Höhenunterschied für Berg- und Talbecken 120-140m, Speicherkapazität könnte Gemeinde 7- 8 h versorgen.**

# Die neue Idee: PSK in Norwegen für D

Norwegen hat riesige Potenziale für Pumpspeicher-KW von ~ **80 TWh** Kapazität.

Ein Viertel davon könnte D etwa 2 Wochen versorgen.

**Aber:**

- **Was sagen Norweger?**
- **Was sagen andere interessierte Länder?**
- **Umbau von Speicher- in Pumpspeicher-KW nötig**
- **Leistungsstarke Übertragungsleitungen nötig**
- **Ökologische Aspekte (Vermischung von Süß- und Salzwasser, Eingriffe in Flora und Fauna)**

# Stromspeicherzahlen für D (2010)

- **Brutto-Stromverbrauch p.a. 615 TWh** (1 TWh = 1 Mrd. kWh)
- **Gesamte Pump- und Batteriespeicherkapazität  $\approx$  0,04 TWh**  
→ könnte BRD ~1 knappe Stunde versorgen
- **Falls Hälfte aller PKW Elektroantrieb mit Batteriespeichernutzung hätten kämen ~0,4 TWh dazu** → könnte BRD ~7 Stunden versorgen
- **Erdgasnetz kann  $\sim$ 200 TWh (thermisch) speichern, entspricht via GuD-Gas-Kraftwerke  $\sim$ 120 TWh (elektrisch)**  
→ könnte BRD ~2½ Monate mit Strom versorgen, also saisonal!

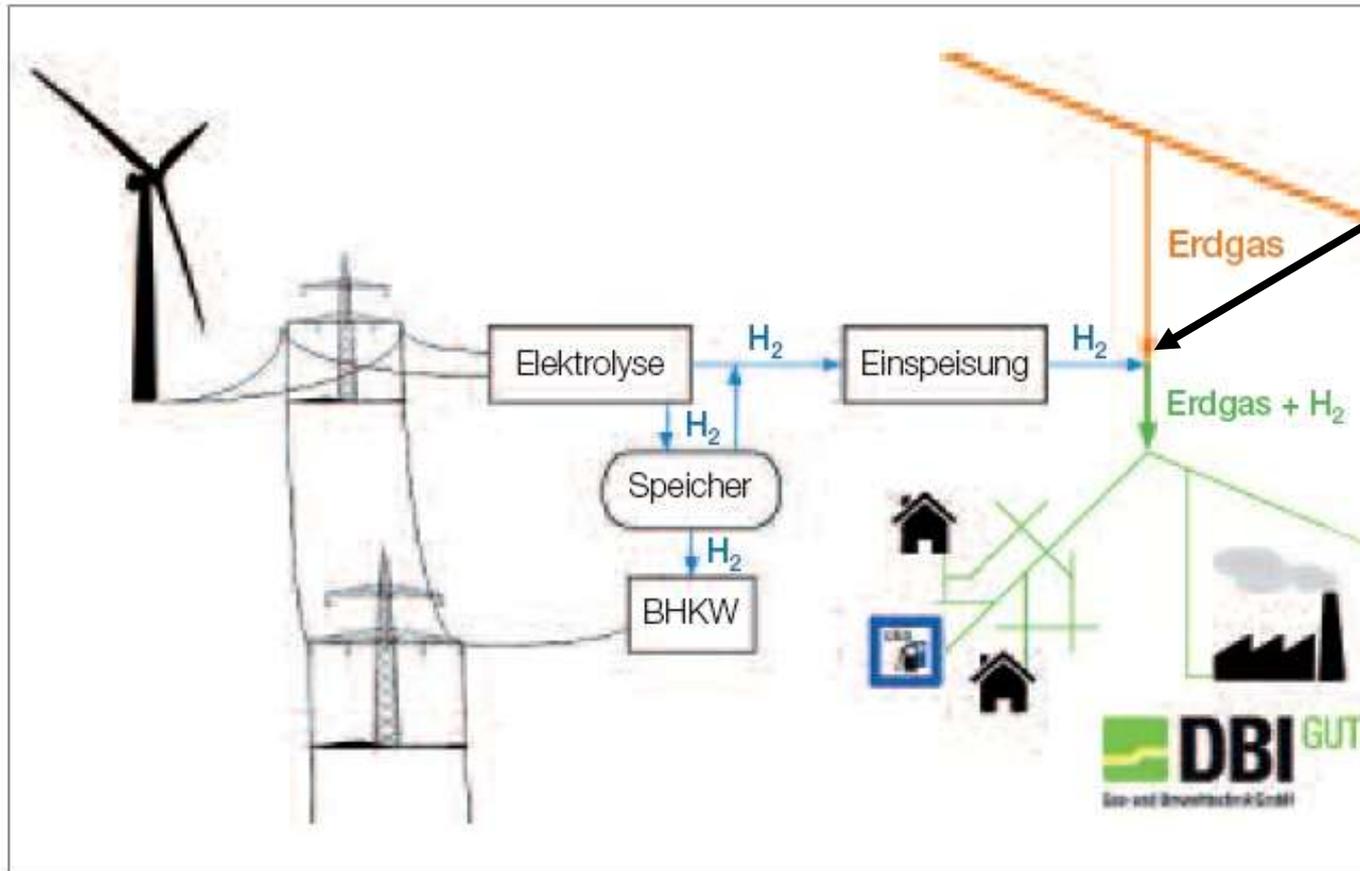
**Könnte das die Lösung sein?**

**Die zweite neue Idee:**

**Stofflich-chemische Speicherung  
unter Einsatz von Wasserstoff  
und Methan (Erdgas)**

*Es folgen dazu 3 komplizierter werdende Bilder.....*

# Wasserstoff (H<sub>2</sub>) als stofflicher Speicher



Derzeit bis 5 Vol.-%  
Zumischung ins  
Erdgasnetz zulässig.

Entspräche der  
45-fachen Kapazität  
aller Pumpspeicher-  
KW in D.

Früheres Stadtgas  
enthielt 50 Vol.-%  
Wasserstoff.

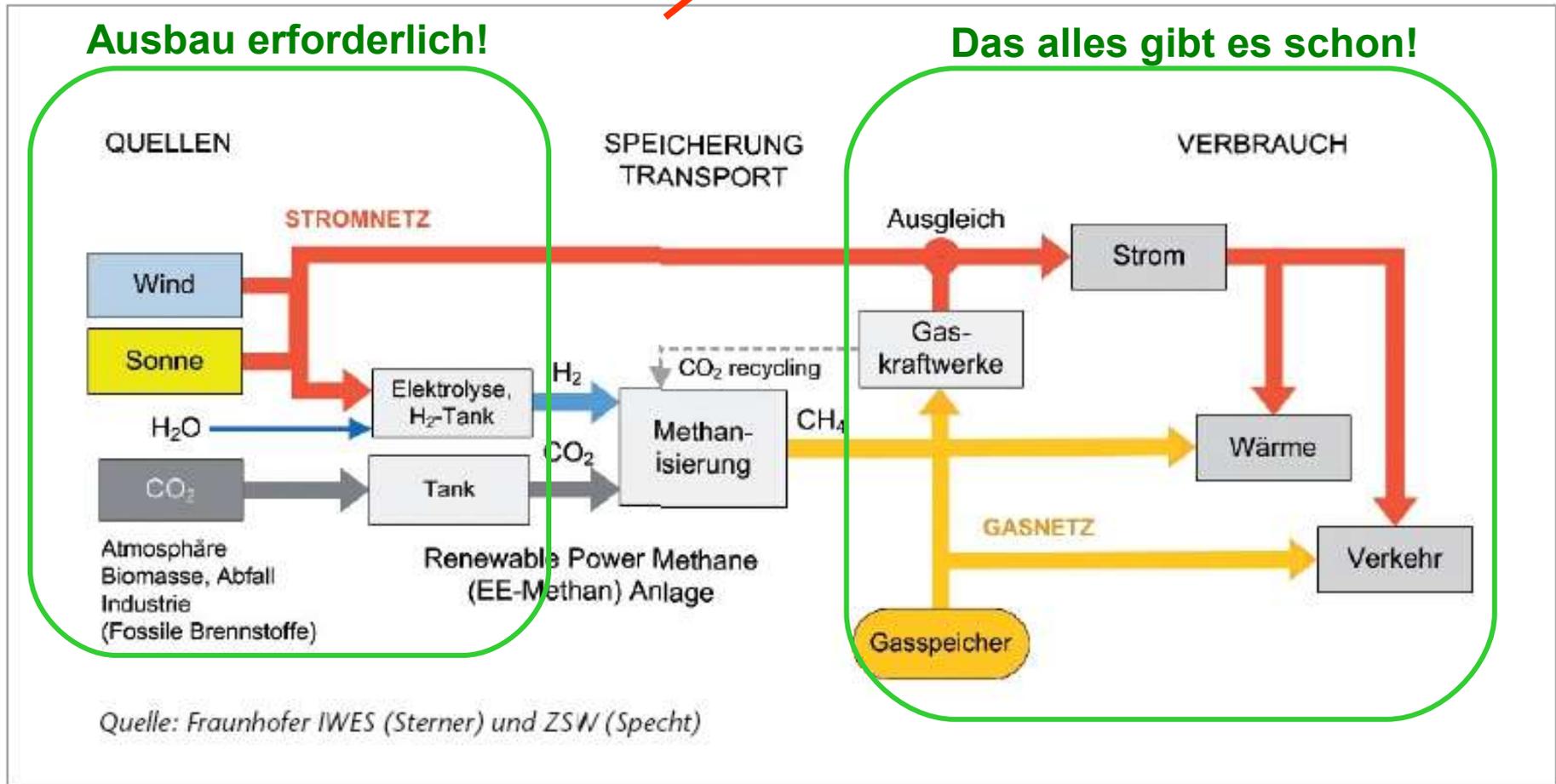
Abb. 1: Anlagenkonzept zur Wasserstoffherzeugung und Einspeisung

Quelle: DBI

**Eine noch höhere Speicherkapazität durch Methanisierung →**

# Chemische Langzeitspeicherung mit erneuerbarem Methan (synth. Erdgas)

Sabatier-Prozess:  $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$  (~100 a bekannt)

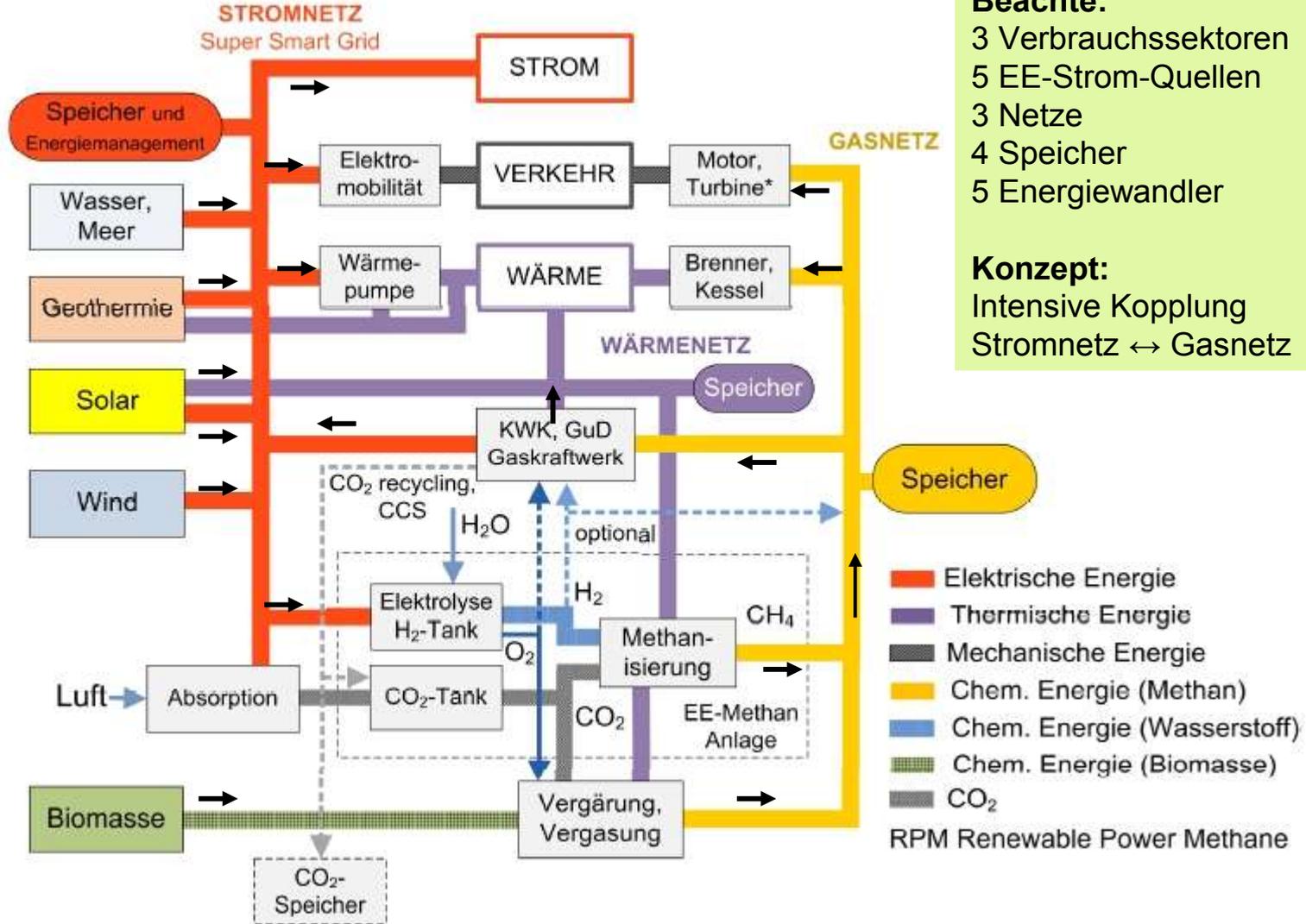


- Teilwirkungsgrad von Überschussstrom bis EE-Methan  $\approx$  **60%**
- Gesamtwirkungsgrad von Überschussstrom bis Rückverstromung mit GuD  $\approx$  **35%**

# Struktur einer 100%-EE-Versorgung mit Methangas-Herz

Abbildung 2-2:  
Entwurf einer 100% regenerativen Energieversorgungsstruktur für Strom, Wärme und Verkehr mit Speichern und Netzen für Strom, Wärme und Gas. \* Aus Wasserstoff und CO<sub>2</sub> können auch andere Kraftstoffe (z.B. Dimethylether (DME), Kerosin) hergestellt werden, die für den Langstreckenverkehr geeignet sind.

Quelle:  
(Sterner, 2009).



**Beachte:**  
3 Verbrauchssektoren  
5 EE-Strom-Quellen  
3 Netze  
4 Speicher  
5 Energiewandler

**Konzept:**  
Intensive Kopplung  
Stromnetz ↔ Gasnetz

# 4. Säule: Akzeptanz

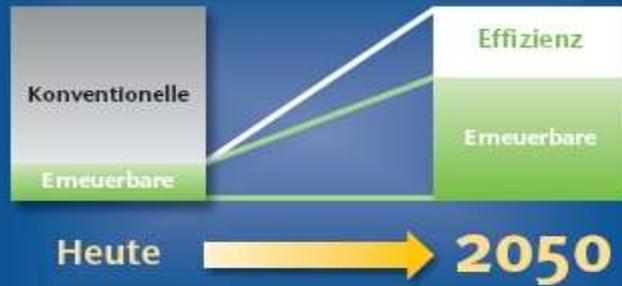
*Die Frage ist, Akzeptanz für was denn?*

Die Welt braucht Akzeptanz und Engagement für eine

▶ **große Transformation** ◀

zur nachhaltigen Entwicklung.

Dabei ist das Transformationsfeld „Energie“  
vermutlich das drängendste und wichtigste neben  
Urbanisierung und Landnutzung.



## Über die Große Transformation des Energiesystems wird schon intensiv geforscht und diskutiert.

**Beispiel: Konferenz FVEE** (Forschungsverband Erneuerbarer Energien, 11 Mitgliedsinstitute), Berlin, 12./13.10.2011; Themen:  
► **Technik (Hauptgewicht), Modellregionen, Politik, Gesellschaft, Ökonomie, Strategien, Transformation und Akzeptanz, ...**

■ Jahrestagung 2011  
des Forschungsverbands Erneuerbare Energien

12. – 13. Oktober 2011

Berlin • Umweltforum • Pufendorfstr. 11

Aktualisiertes Programm und Anmeldung:

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

Näheres: [www.FVEE.de](http://www.FVEE.de)

# Ausgeteilte Literatur (1)

(kostenlos bei WGBU anforderbar)



## Einige Schlagwörter daraus:

- ▶ neuer **Gesellschaftsvertrag** für Erhalt natürlicher Lebensgrundlagen,
- ▶ Sein zentrales Element ist der **gestaltende Staat**,
- ▶ Gesellschaftsvertrag soll **globale Reichweite** haben,
- ▶ **Klimaschutz** kommt besondere Bedeutung zu.

# Ausgeteilte Literatur (2)

(kostenlos bei WGBU anforderbar)



## Einige Schlagwörter daraus:

- ▶ **Transformation** erfolgt (primär) nicht aus Mangel an Ressourcen,
- ▶ **EE reichen aus** für globale, langfristige Versorgung,
- ▶ Intelligente **Netze** und **Speicher** für zuverlässige Versorgung nötig,
- ▶ Von **Kernenergienutzung** wird abgeraten,
- ▶ **Zusatznutzen** für Gesundheit und Versorgungssicherheit,
- ▶ Erfolge nur mit verstärkter **internationaler** Kooperation.

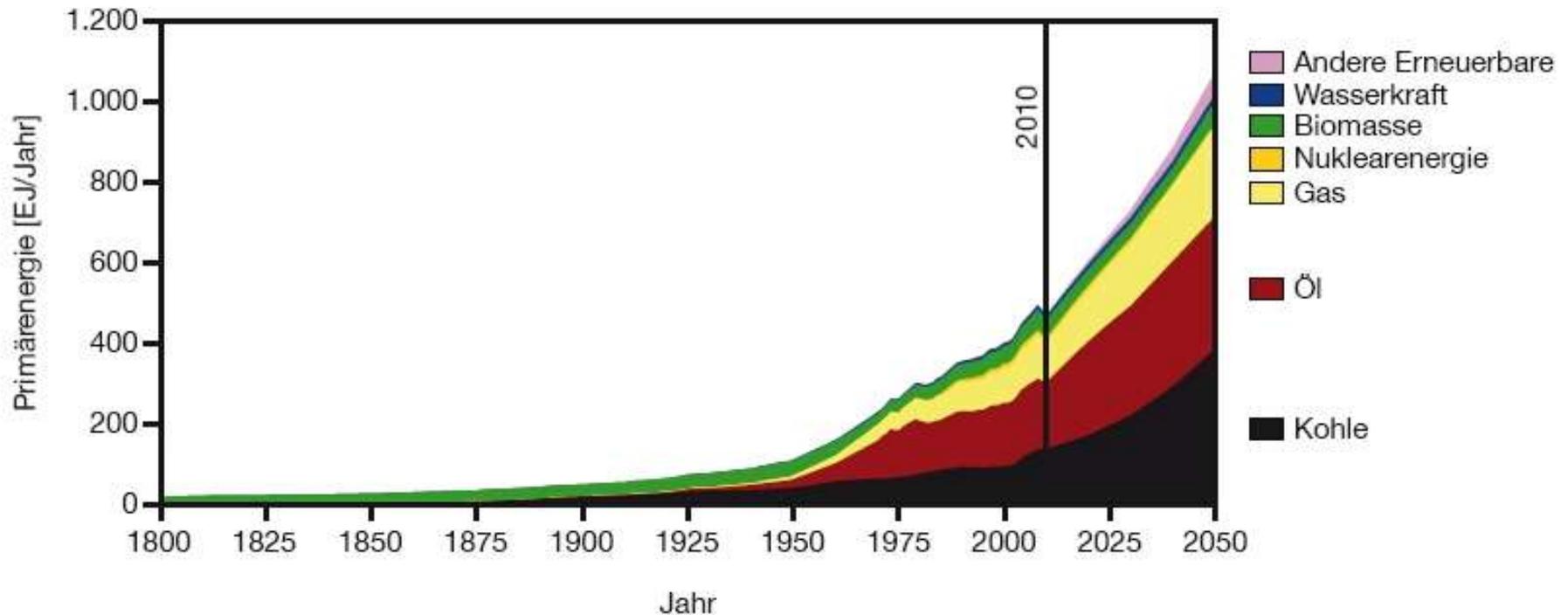
# Wer sich tiefer einarbeiten möchte...



....greift zum Hauptgutachten:

- ▶ **421 Seiten (Großformat)**
- ▶ **viele Bilder, Kästen, Tabellen**
- ▶ **sehr gut lesbar**
- ▶ **kostenlos bei [www.wbgu.de](http://www.wbgu.de)**

# Globaler Primärenergieverbrauch bei „business as usual“

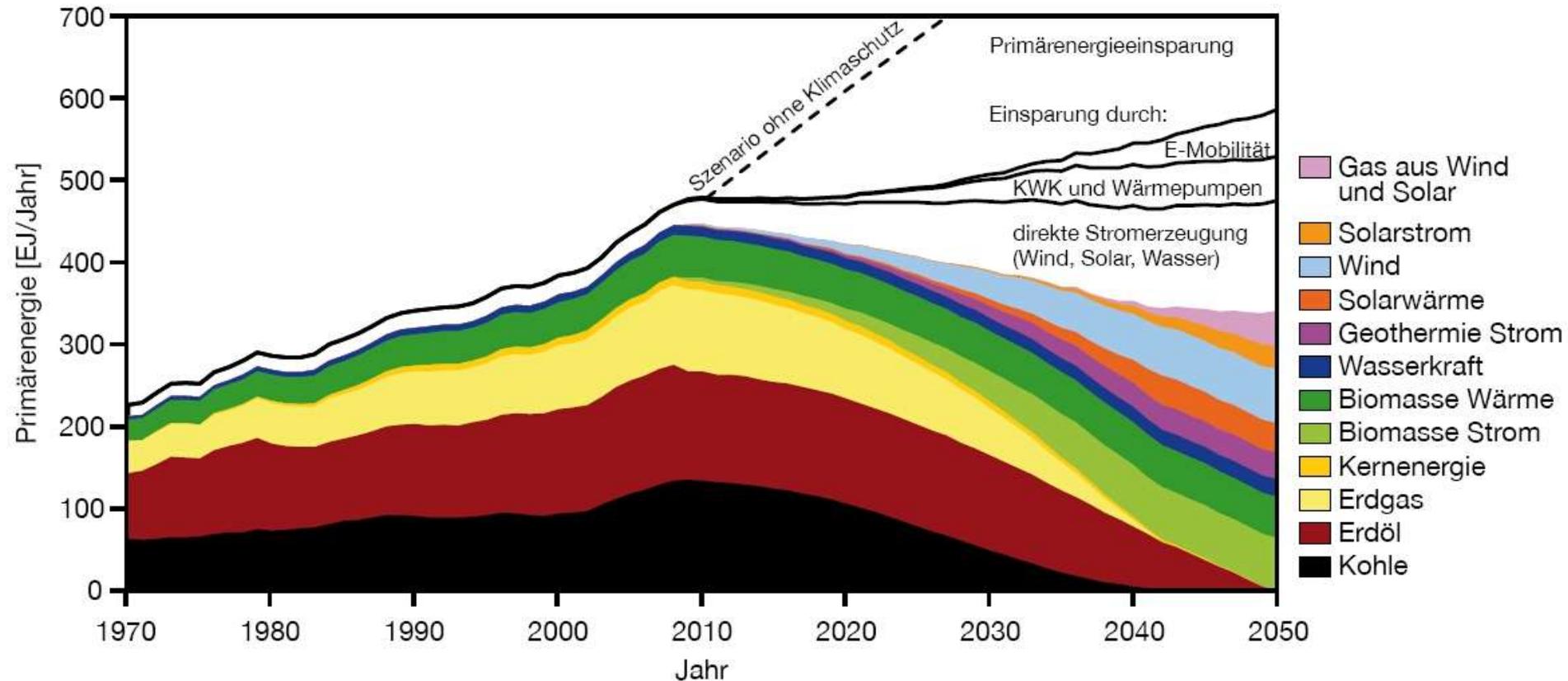


**Abbildung 1.2-4**

Entwicklung der globalen Primärenergienachfrage (business as usual) zwischen 1800 und 2050. Für den Zeitraum 1800–2008 ist der reale Primärenergiebedarf, ab dem Jahr 2010 der Bedarf nach dem GEA-Baseline-Szenario gezeigt. Die Emissionen, die mit einem solchen Szenario verbunden wären, würden mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 99% dazu führen, dass die 2°C-Leitplanke überschritten wird. Der Temperaturanstieg würde etwa 5°C betragen. Die hier dargestellte Entwicklung sollte daher unbedingt vermieden werden. Für den Klimaschutz muss gegenüber diesem Szenario sowohl die Primärenergienachfrage deutlich begrenzt als auch der Energiemix geändert werden (Kap. 4.6).

Quelle: WBGU nach Daten von GEA, 2011

# Vision für Übergang zu globaler EE- Vollversorgung



## Leitplanken:

- ▶ Technische Machbarkeit im Vordergrund (nicht ökonomische Optimierung)
- ▶ Effizienz senkt globalen Wärme- und Kältebedarf um 1% p.a.
- ▶ Energiebedarf für Verkehr und Strom steigen maximal um 1 % p.a.

*Ende*