

# „Energiesysteme der Zukunft“ –

Der Beitrag der Wissenschaft zur Ausgestaltung der  
Energiewende

**13. Mai 2013**  
**Nürnberg**

**Reinhard F. Hüttl**

Deutsche Akademie der Technikwissenschaften – acatech

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ



# acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

> 1

## acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Die **Stimme der Technikwissenschaften**  
im In- und Ausland

### Die Institution:

- 2002: Gründung als „Konvent für Technikwissenschaften der Union“
- seit Januar 2008 durch Bund und Länder geförderte nationale Akademie

### Das Leitbild:

„Nachhaltiges Wachstum durch Innovation“

### Der Anspruch:

„Verändern, nicht nur veröffentlichen.“



Geschäftsstelle München



Hauptstadtbüro Berlin



Brüssel-Büro

## acatech: Ein Experten-Netzwerk aus Wissenschaft, Wirtschaft und gesellschaftlichen Institutionen

Mitgliederversammlung	Senat	Kooperationen
<p>Mitglieder:</p> <p><b>399</b></p>	<p><b>Wissenschaftsorganisationen:</b></p> <p>DFG · FhG · HGF · MPG · TU9 · WGL</p> <hr/> <p><b>Unternehmen:</b></p> <p><b>70</b></p> <hr/> <p><b>Politik/Gesellschaft:</b></p> <p>GWK*, Gewerkschaften, Stiftungen, Stifterverband</p>	<p>Ständiger Ausschuss Nationale Akademie</p> <p>Euro-CASE</p> <p>CAETS</p> <hr/> <p>Forschungsunion</p> <p>STS forum</p> <hr/> <p>Wissensfabrik</p> <p>Nationales MINT-Forum</p>

\* Vertreten durch Frau BM'in Schavan (BMBF) und Frau Ministerin Ahnen (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur, Rheinland-Pfalz)

## Ableitung der Kooperation der Akademien aus deren Kompetenzprofilen

	acatech	Leopoldina	BBAW (Union)
Koordination der Akademien und inhaltliche Steuerung übergreifender Themen	Koordination durch Ständigen Ausschuss der Nationalen Akademie Leopoldina		
<i>Treiben fachspezifischer Themen</i>			
▪ Technikwissenschaften	■	□	□
▪ Naturwissensch. und Medizin	□	■	□
▪ Geistes- und Sozialwissensch.	□	□	■

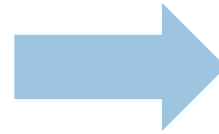
■ = Verantwortung  
□ = Zuarbeit / Unterstützung

## Drei Themenschwerpunkte – ein übergreifendes Ziel

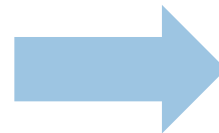
**Bildung und  
Technikkommunikation**



**Technologien**



**Energie, Ressourcen  
und Nachhaltigkeit**



**Wertschöpfung  
und  
Beschäftigung  
in Deutschland**



## **Impulse der Akademie** Auswahl

- > Innovationsdialog
- > Die Energiewende finanzierbar gestalten
- > Anpassungsstrategien in der Klimapolitik

> 2

## Impulse der Akademie Innovationsdialog zwischen Bundesregierung, Wirtschaft und Wissenschaft



- > **Internationales Benchmark Innovationssysteme –  
Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich?**

Paten: Harhoff | Hellwig

09/2010 ✓



- > **Finanzierung innovativer Unternehmensgründungen**

Pate: Terhart

- > **Analyse der Clusterlandschaft**

Paten: Barner | Bullinger

04/2011 ✓



- > **Technologiefelder und DL-Innovationen  
mit hohem Potenzial für Wertschöpfung  
und Beschäftigung in Deutschland**

Paten: Gruss | Sommer | Zetsche

02/2012 ✓



- > **Internationale Dimensionen der  
deutschen Innovationspolitik am Beispiel Asiens**

Paten: Braun | Hacker | Wittenstein

10/2012 ✓





## Impulse der Akademie Innovationsdialog zwischen Bundesregierung, Wirtschaft und Wissenschaft



## Impulse der Akademie Die Energiewende finanzierbar gestalten

### acatech POSITION zur Energiewendepolitik

- > Leitung: Prof. Christoph M. Schmidt
- > Ergebnispräsentation u.a. mit J. Homann, Munich RE, A.T. Kearney (Sept. 2012)
- > Veranstaltung in Brüssel u.a. mit G. Oettinger, RWE, BASF (Nov. 2012)



### Wichtigste Handlungsempfehlungen (national–europäisch–international)

- > EEG durch marktbasierende Förderung ersetzen (z.B. Quotenmodell)
- > EU-ETS als Leitsystem der Förderung einer kohlenstoffärmeren Energieversorgung revitalisieren
- > EU-ETS durch ein Fondsmodell schrittweise globalisieren, um mit der Energiewende einen effektiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten

## Impulse der Akademie **Anpassungsstrategien in der Klimapolitik**

- > Abschlussveranstaltung am 22. Oktober mit StS Katherina Reiche (BMU)
- > Gäste aus Wirtschaft, Politik und Verbänden
- > Breite Berichterstattung, u.a. durch DIE ZEIT, Süddeutsche Zeitung, Deutschlandradio, Handelsblatt, taz, dapd, Stuttgarter Zeitung, Tagesspiegel,
- > Auch acatech-kritische Berichterstattung: Die vier ausgestiegenen Wissenschaftler wählen Medien als Forum für ihre Kritik
- > Spektrum.de und F.A.Z. veröffentlichen ausführliches Interview mit Reinhard F. Hüttl über Entstehung und Hintergründe des Projekts





# Der globale Wandel und die Rahmenbedingungen der Energiewende

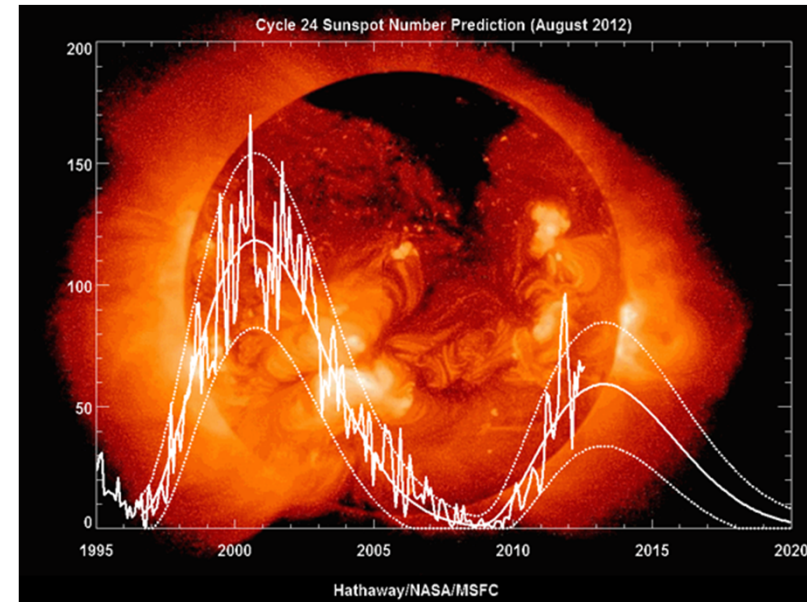
**> 3**

# Klimadynamik

## Anthropogene Faktoren



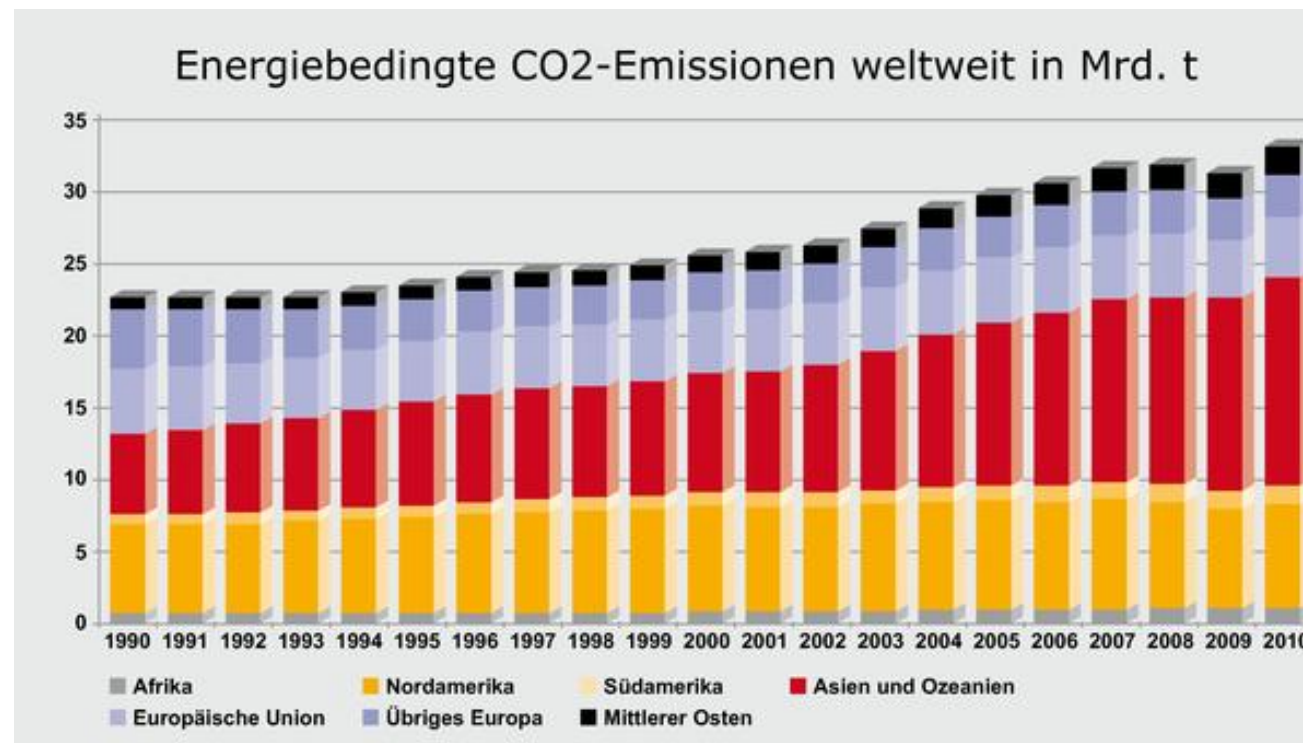
## Natürliche Faktoren



**Klimawandel heute und in Zukunft**

## Klimadynamik – CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit

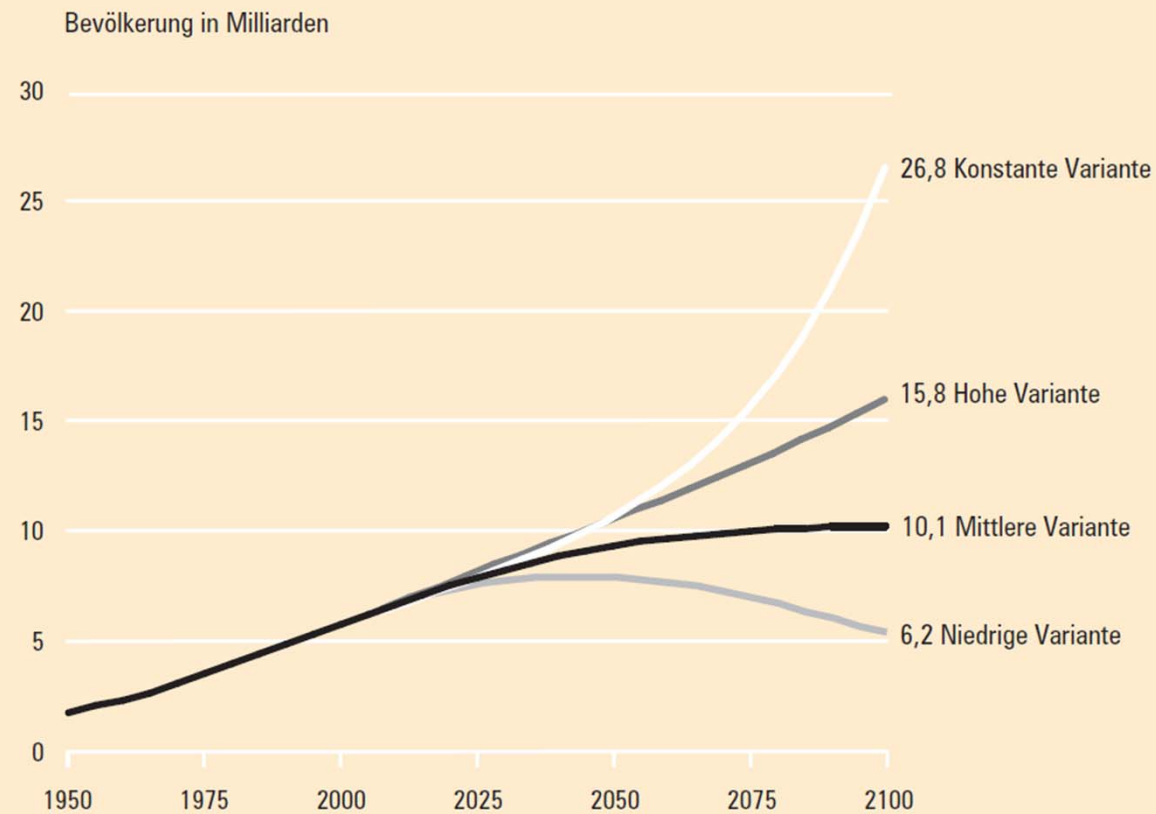
- > Global betrachtet sind seit 1990 die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich angestiegen.
- > Aktuelle Szenarien zeigen für die den kommenden Jahre kaum Hinweise auf eine Umkehr dieses Trends. Grund dafür ist nicht zuletzt die wirtschaftliche Entwicklung in Schwellenländern.



Quelle: BP Statistical Review of World Energy 2011

# Gesellschaftspolitische Herausforderung: Wachstum der Weltbevölkerung

**Weltbevölkerungsprojektionen bis 2100**

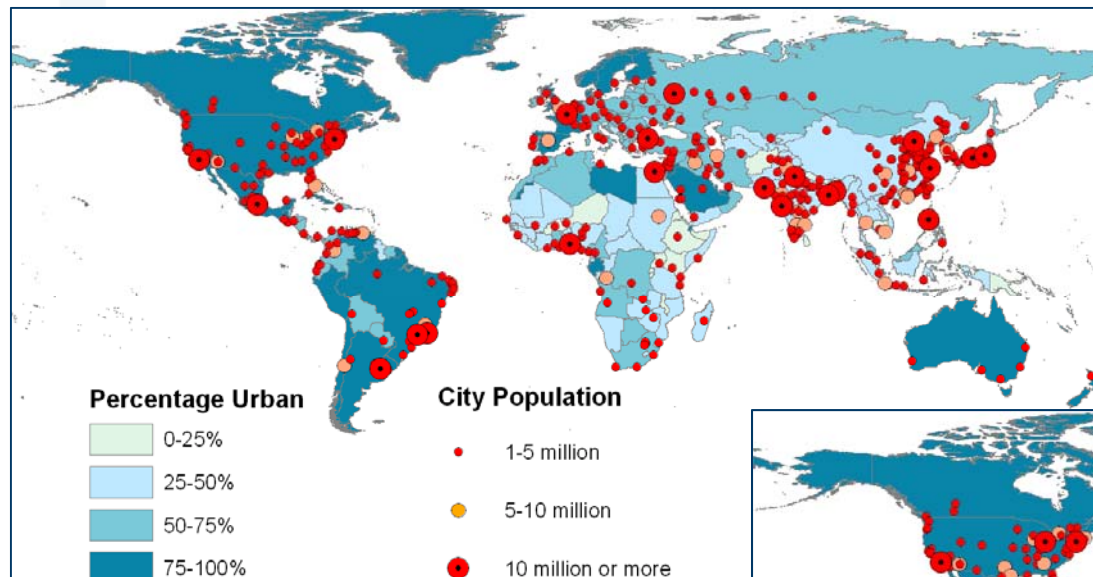


Grafik: Stiftung Weltbevölkerung

Quelle: Vereinte Nationen, *World Population Prospects: The 2010 Revision*, 2011.

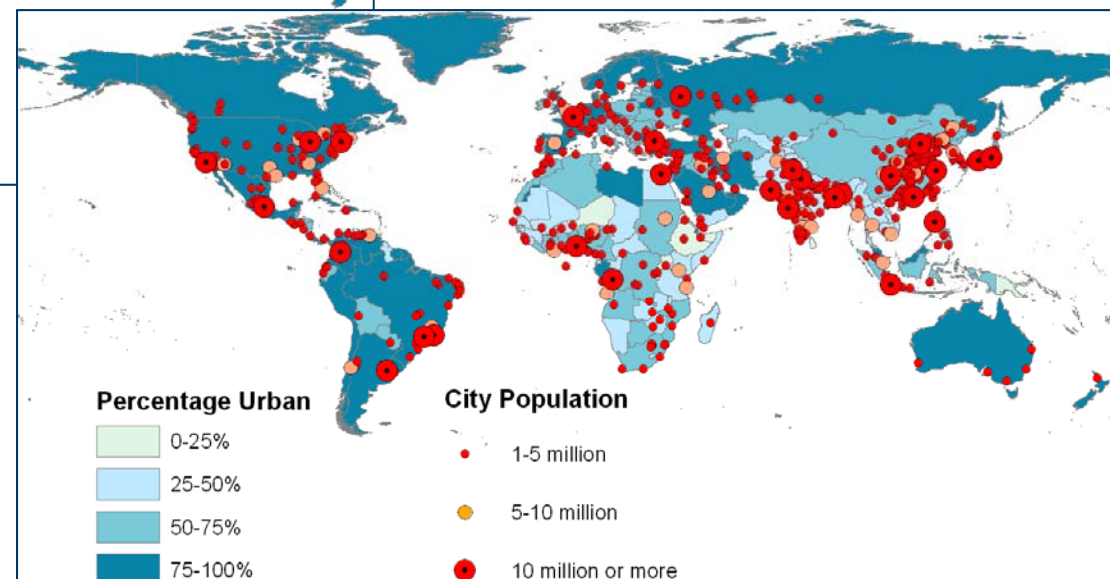
## Urbanisierungstrend

- > Heute leben erstmals mehr als 50 % der Weltbevölkerung in Städten, bis 2030 werden es voraussichtlich fünf Milliarden Menschen sein.
- > Das städtische Wachstum wird hauptsächlich in Afrika und Asien stattfinden.
- > Dieser Trend hat Auswirkungen auf die globale Nachfrage nach Rohstoffen und Energie.



Ballungsräume 2009

Ballungsräume 2025

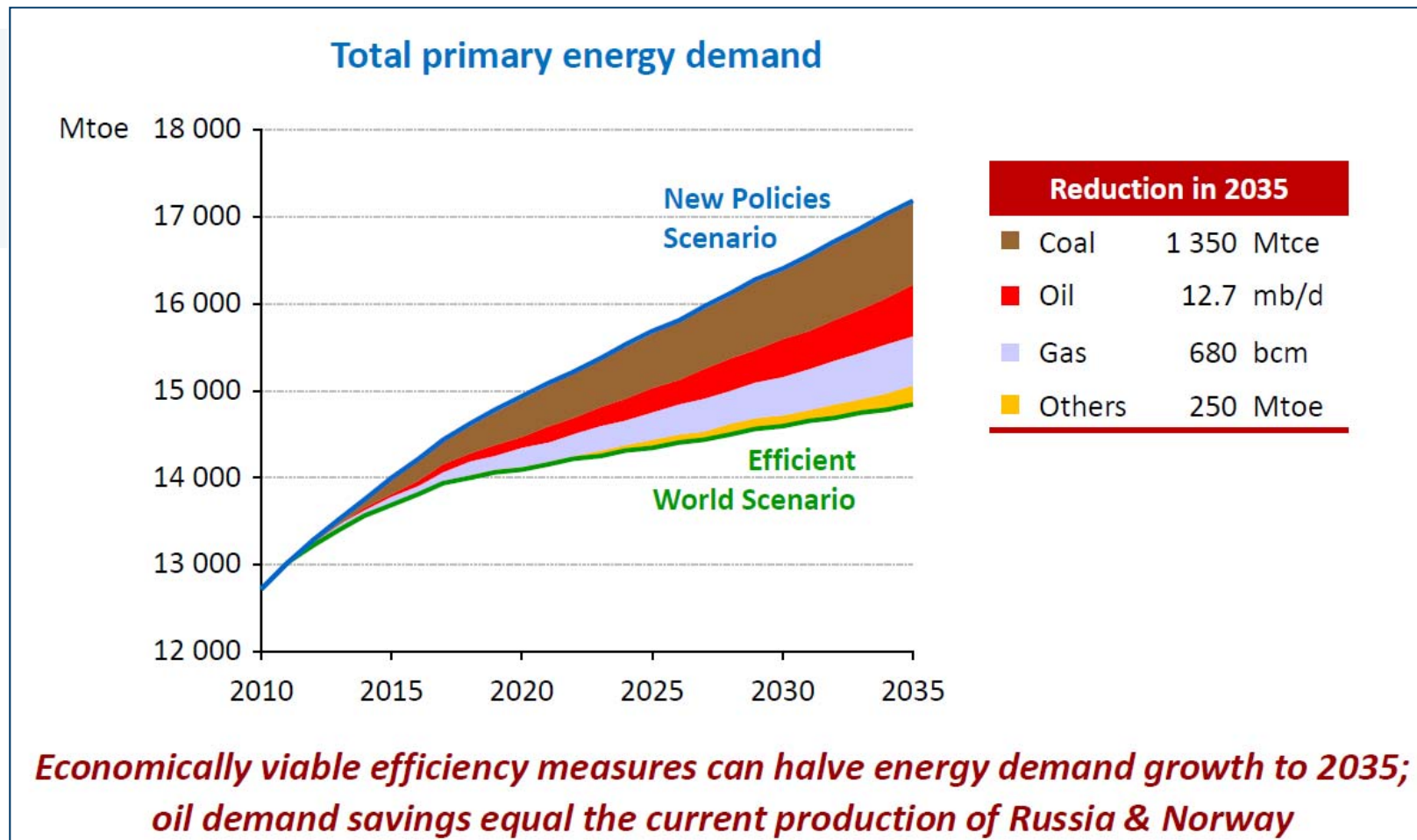


Quelle: United Nations, Department of Economic and Social Affairs



## Szenarien: Globaler Energieverbrauch

Bei Berücksichtigung neuer energiepolitischer Rahmenbedingungen kann der globale Energieverbrauch im Zeitraum bis 2035 um mehr als ein Drittel steigen.



Quelle: IEA 2012, „World Energy Outlook 2012“

# Die (Neu-)Bewertung von Risiken

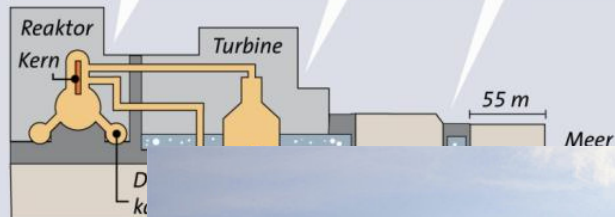
11. März 2011:

## Fukushima Eins – Radioaktive Lecks in Block 2

Radioaktives Material könnte durch beschädigte Druckausgleichskammer ausgetreten sein

Radioaktives Leck in Kabelschacht des Turbinengebäudes

Kontaminiertes Wasser in Tunnel unter Reaktor und Turbine



Grafik: © APA, Quelle



### International Herald Tribune

Airstrikes change the equation in Libya conflict

Radiation rises sharply at Japan reactor

Merkel loses key state on nuclear power fears



- > Das Tōhoku-Erdbeben vor der japanischen Küste vom 11. März 2011 und der durch den nachfolgenden Tsunami ausgelöste Reaktorunfall von Fukushima haben zu einer Neubewertung der Kernkraft-Risiken geführt.
- > Die Diskussion über dieses Ereignis stieß Entscheidungen zur Neuausrichtung der sicheren Energieversorgung für Deutschland an.

# Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung



## Deutschlands Energiewende –

Ein Gemeinschaftswerk  
für die Zukunft

### Anlass und Mandat:

- > Berufung der Kommission durch die Bundesregierung am 22.03.2011, um die verantwortungsethischen Entscheidungsgrundlagen ganzheitlich zu betrachten.

### Ziele:

- > Beschleunigter Ausstieg aus der Kernenergie
- > Beschleunigter Einstieg in Erneuerbare Energien
- > Verbesserte Energieeffizienz

### Aufgabe:

- > Prüfung der Machbarkeit der Ziele in Bezug auf Zeit und Rahmenbedingungen in Deutschland

## Ergebnisse

### Zeitraumen der Umsetzung:

- > Ein Jahrzehnt

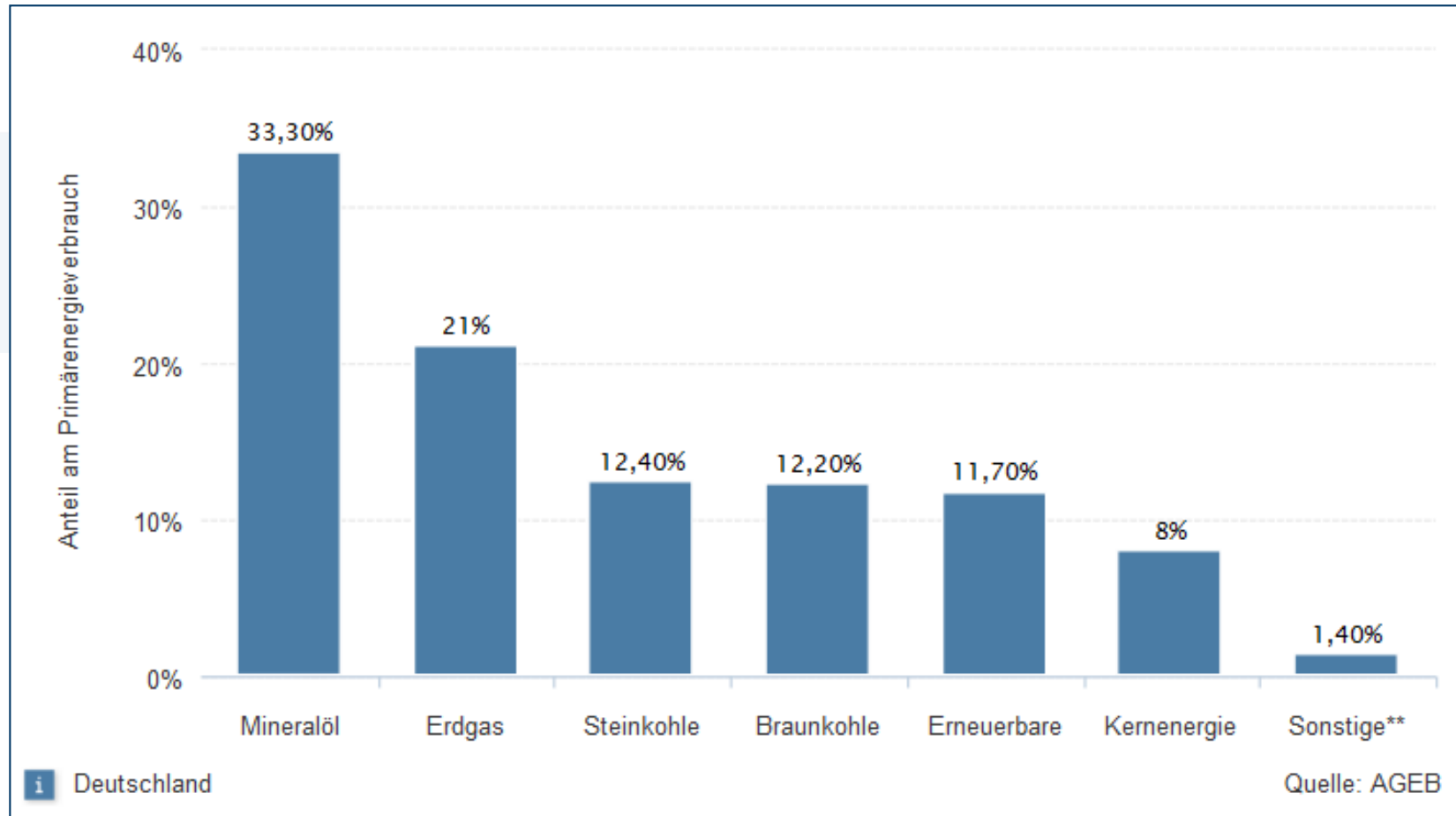
### Eckpunkte:

- > Gemeinschaftsaufgabe (z. B. beim Ausbau von Netzen und Speichern)
- > Beachtung des „Energiedreiecks“ (günstig, sicher, umweltverträglich, v.a. Klimaschutz) bzw. des „Energievierecks“ (bei zusätzlicher Berücksichtigung der gesellschaftlichen Akzeptanz)
- > Förderung von erneuerbaren Energieträgern und Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz
- > Energiewende-Beauftragte/Beauftragter beim Bundestag
- > Monitoring (striktes Projektmanagement)
- > Energieforen (national/regional)

### Fazit:

**„Die Energiewende ist Chance und Herausforderung zugleich!“**

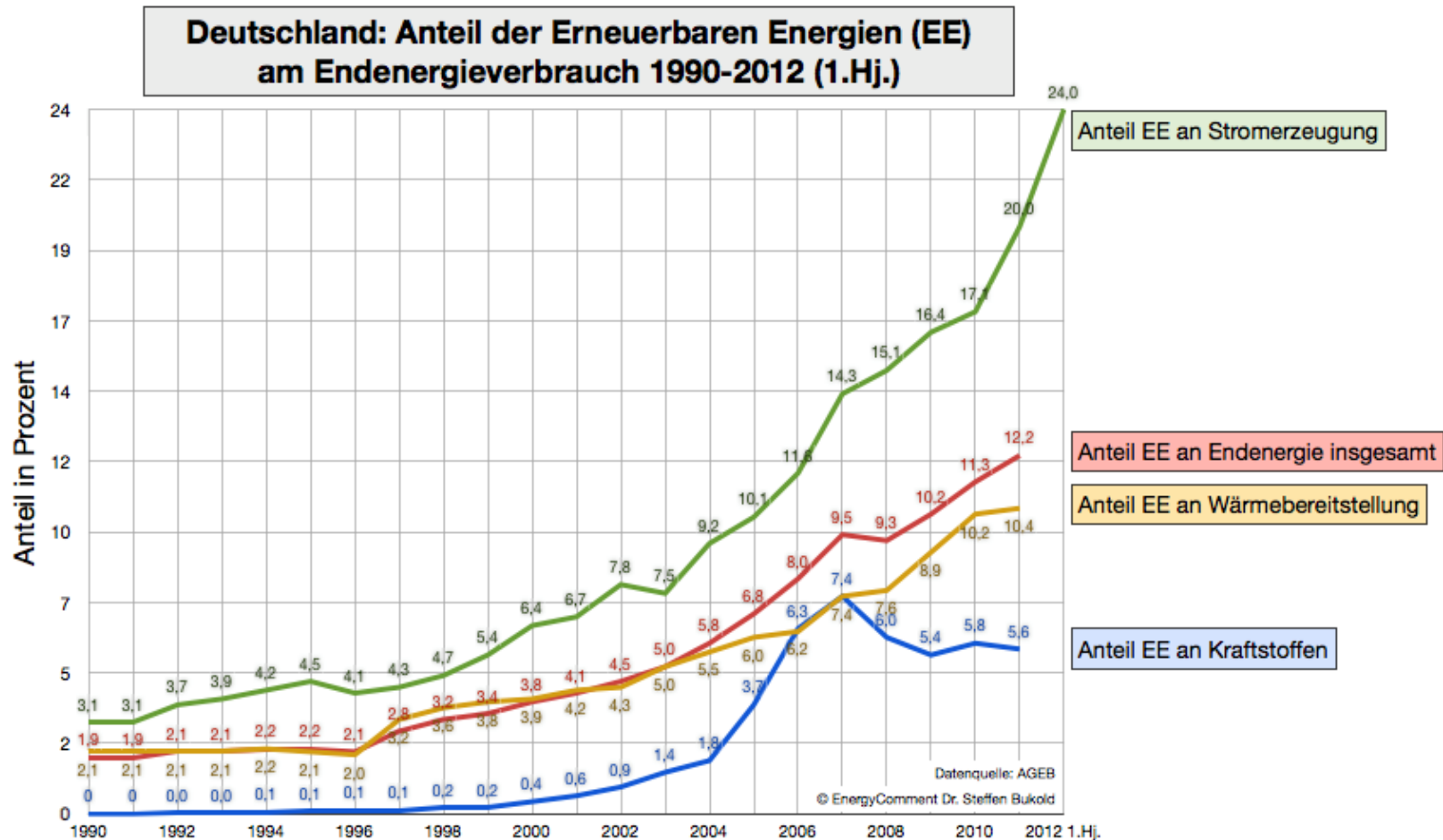
## Der Energiemix in Deutschland



Quelle: AG Energiebilanzen

### Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2012

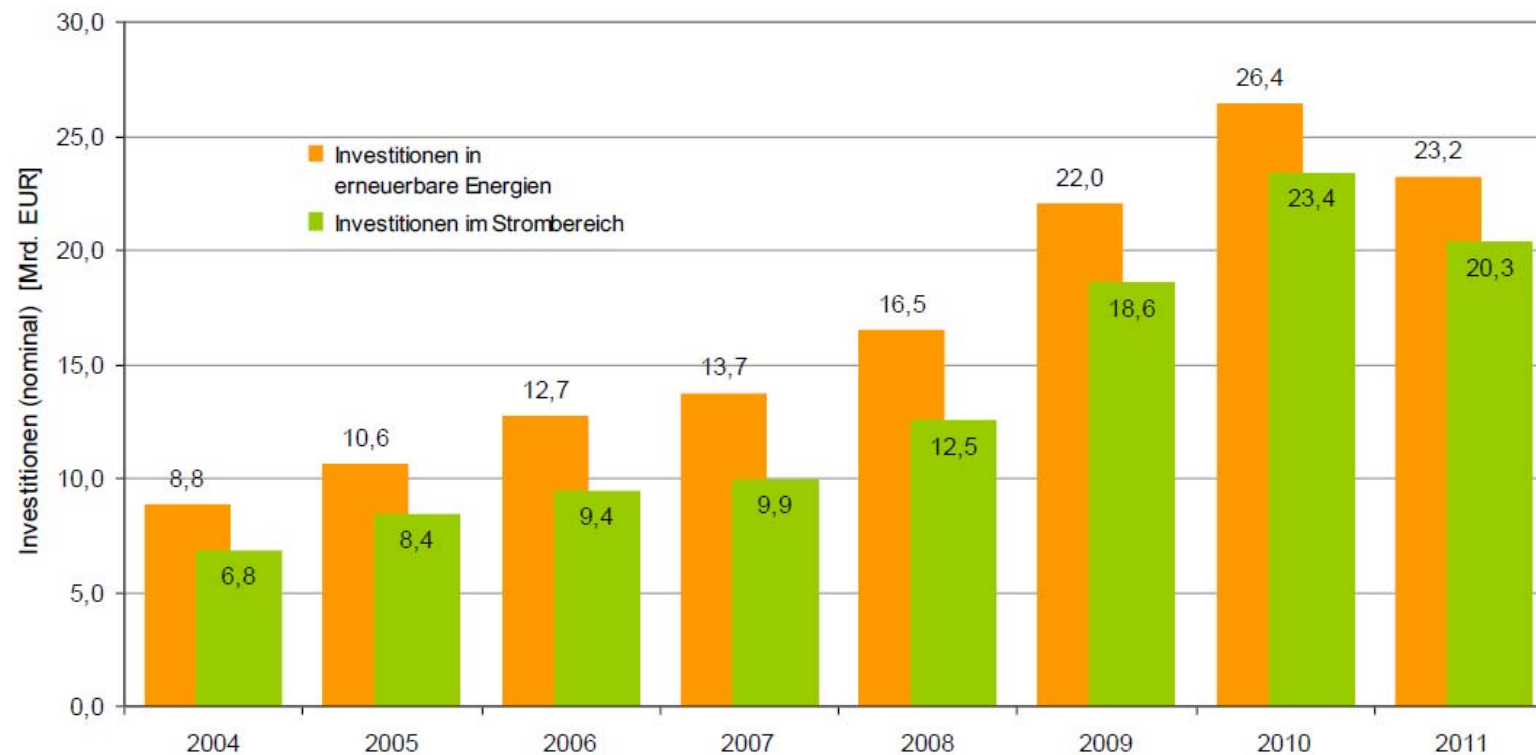
# Erneuerbare Energien



Quelle: AGEB, © EnergyComment Dr. Steffen Bukold

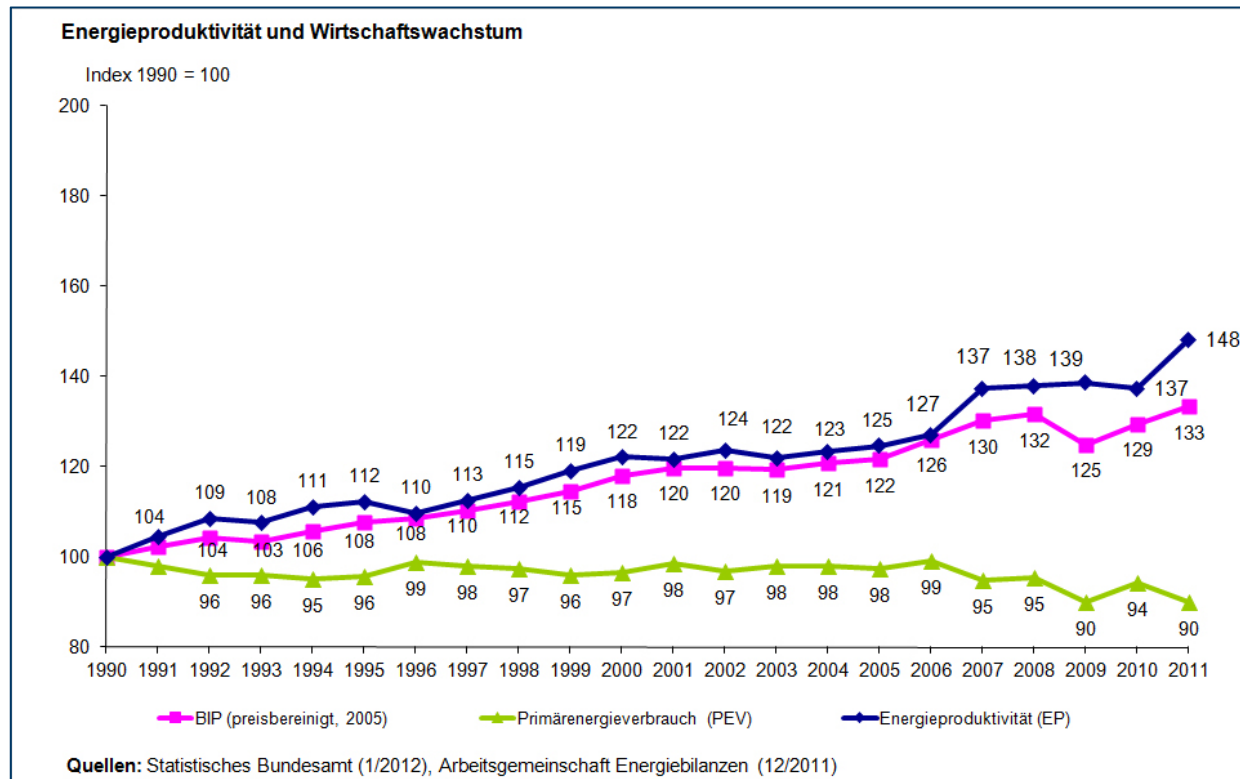
# Erneuerbare Energien – Investitionen

Entwicklung der Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien  
und deren induzierter Anteil im Strombereich in Deutschland bis zum Jahr 2011



Quelle: BMU nach ZSW, „Erneuerbare Energien in Zahlen“ (2012)

# Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum: Das Gebot der Energieeffizienz



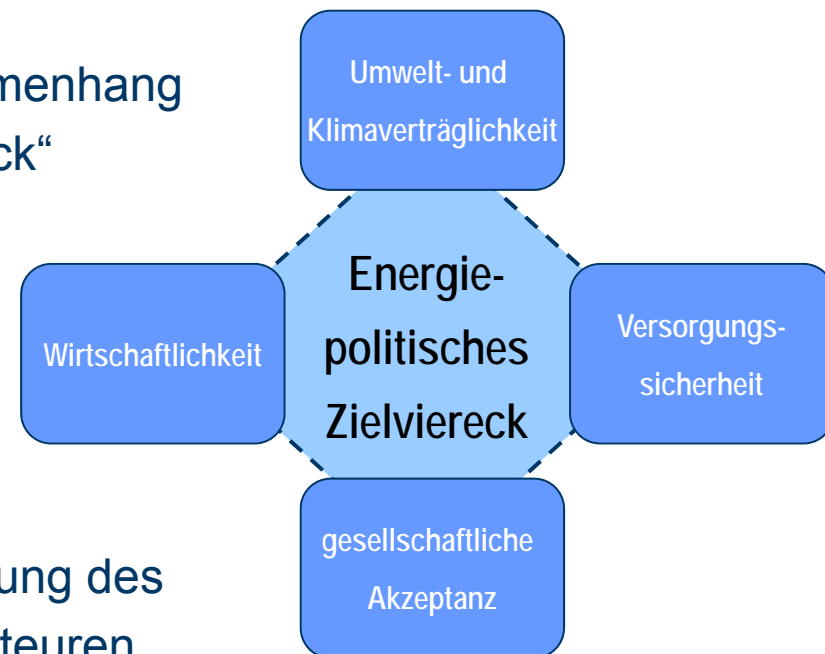
Quelle: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.

- > Ziele: Anhaltender Trend der Entkopplung von BIP und Energieverbrauch. Die Energieproduktivität soll um durchschnittlich 2,1 % pro Jahr bis 2050 gesteigert werden.
- > Eine Fortsetzung des bisherigen durchschnittlichen Entwicklungstempos würde zum Erreichen der quantitativen Ziele bislang nicht ausreichen.



## Akzeptanz und Transparenz

- > Neben technischer Innovation ist eine breite gesellschaftliche Akzeptanz der zu treffenden Maßnahmen für den Umbau des Energiesystems eine wichtige Voraussetzung.
- > In der Energiepolitik wird in diesem Zusammenhang beispielsweise bereits von einem „Zielviereck“ gesprochen:
  - Umwelt- und Klimaverträglichkeit
  - Wirtschaftlichkeit
  - Versorgungssicherheit
  - + gesellschaftliche Akzeptanz
- > Im Zentrum der Bemühungen um eine Öffnung des Dialogs zwischen den gesellschaftlichen Akteuren muss hier auch die Erforschung der Gründe für eine Annahme bzw. eine Ablehnung einer konkreten Innovation durch die potenziellen Nutzer bzw. Betroffenen stehen.





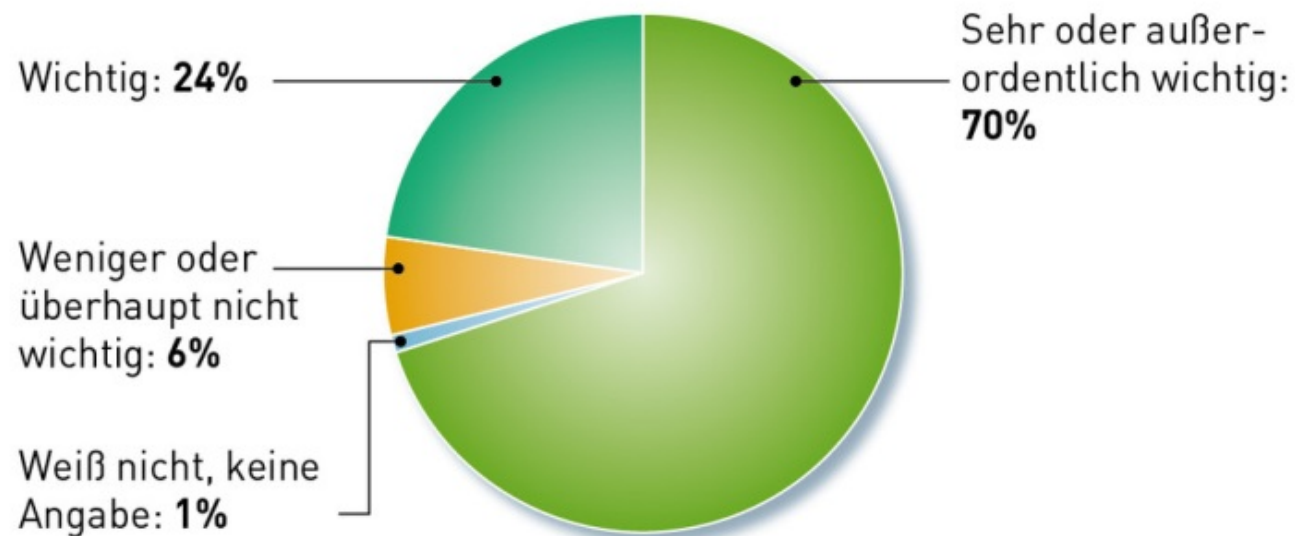
## (Technik-)Akzeptanz

- > *Akzeptanz* bezeichnet die empirisch gemessene Bereitschaft der Menschen, eine Technik in ihrem Umfeld zu tolerieren.
- > *Akzeptabilität* beschreibt dagegen ein an Werten orientiertes Urteil über die Akzeptanzwürdigkeit einer Technologie unter Abwägung der Vor- und Nachteile.
- > *Technikakzeptanz* kann demnach verstanden werden als grundsätzliche Aufgeschlossenheit gegenüber technischen Innovationen. Sie ist also Voraussetzung für einen sachlich-aufgeklärten Meinungsbildungsprozess.

## Beispiel: Akzeptanz erneuerbarer Energiequellen

### 93 Prozent der Deutschen unterstützen den verstärkten Ausbau Erneuerbarer Energien

„Nutzung und Ausbau Erneuerbarer Energien sind ...“



Quelle: Umfrage von TNS Infratest 2012, 3.798 Befragte,  
im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien. Stand: 10/2012

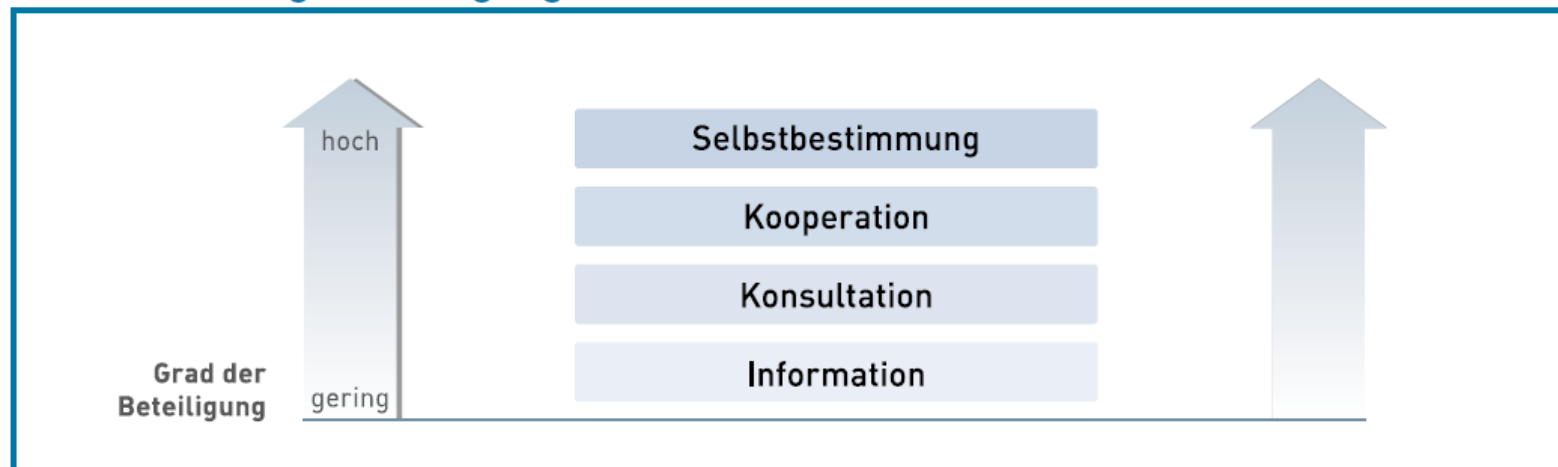
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



## Beispiel: Akzeptanz erneuerbarer Energiequellen

Mehr Bürgerbeteiligung kann einen Schlüssel zur Erhöhung der Akzeptanz darstellen.

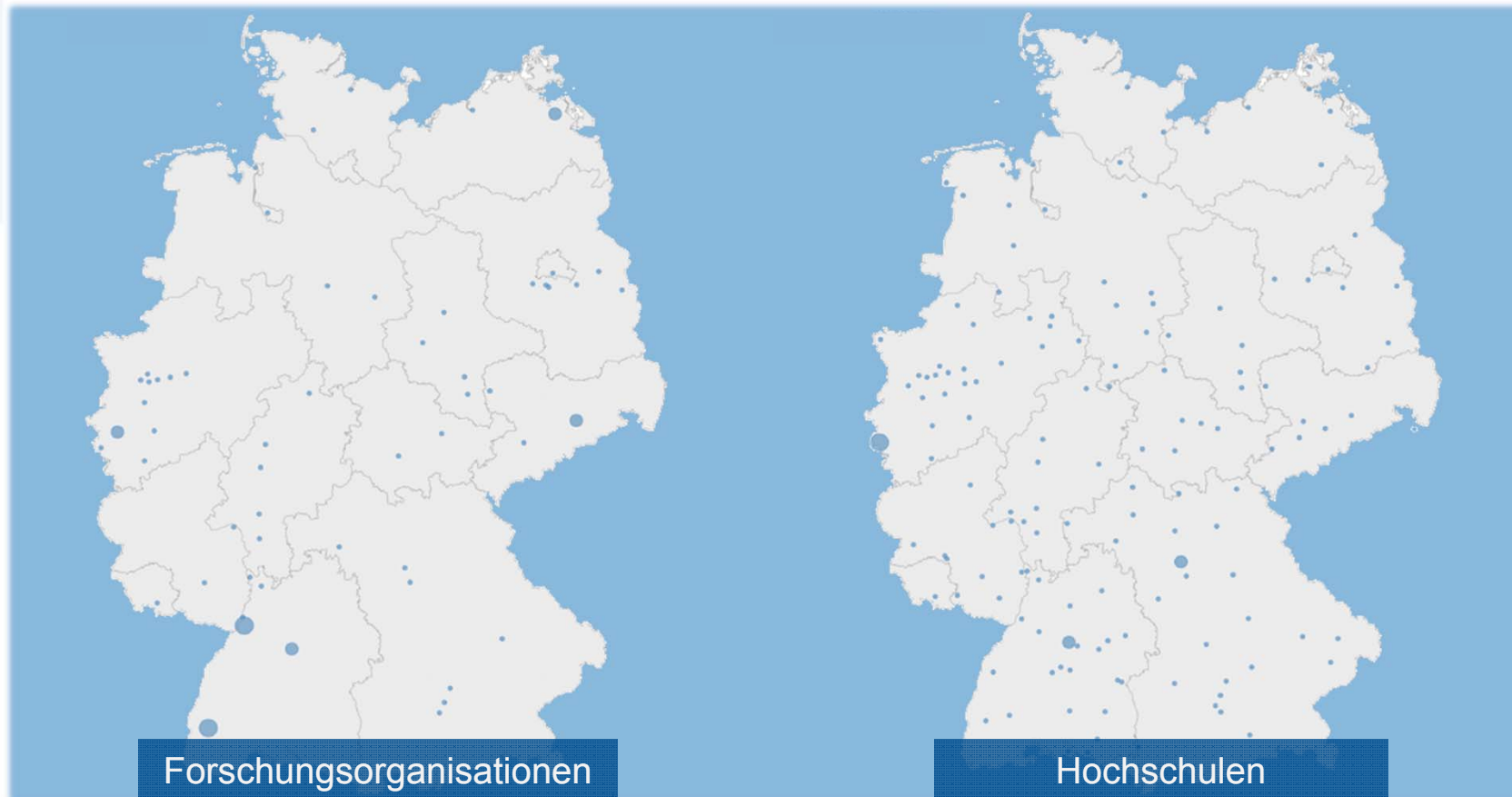
### Stufen der Bürgerbeteiligung



Quelle: Renew's Spezial 60, Agentur für Erneuerbare Energien e. V.

## Energieforschung in Deutschland

In den deutschen Forschungsorganisationen, den deutschen Universitäten und Fachhochschulen arbeiten exzellente Forscherinnen und Forscher an einer Vielzahl hoch relevanter Themen für die Energiewende.



Standorte der in Deutschland mit Energieforschung beschäftigten Institutionen  
(Die Größe der Standortkreise gibt den Anteil des jeweiligen Standorts am Gesamtbudget für die Energieforschung wieder)



## Das Projekt „Energiesysteme der Zukunft“

> 4

## Gemeinsame Initiative der deutschen Wissenschaftsakademien



- > Rund **50 Top-Wissenschaftler** in acht thematischen Arbeitsgruppen
- > **Kuratorium** zur strategischen Steuerung unter Vorsitz von acatech Präsident R. Hüttl
- > **Steuerkreis** zur fachlichen Leitung unter Vorsitz von R. Schlögl (MPG)
- > **Koordinierungsstelle** unter Federführung von acatech
- > Projektlaufzeit: **2013 bis 2016**
- > Förderung durch das **BMBF**

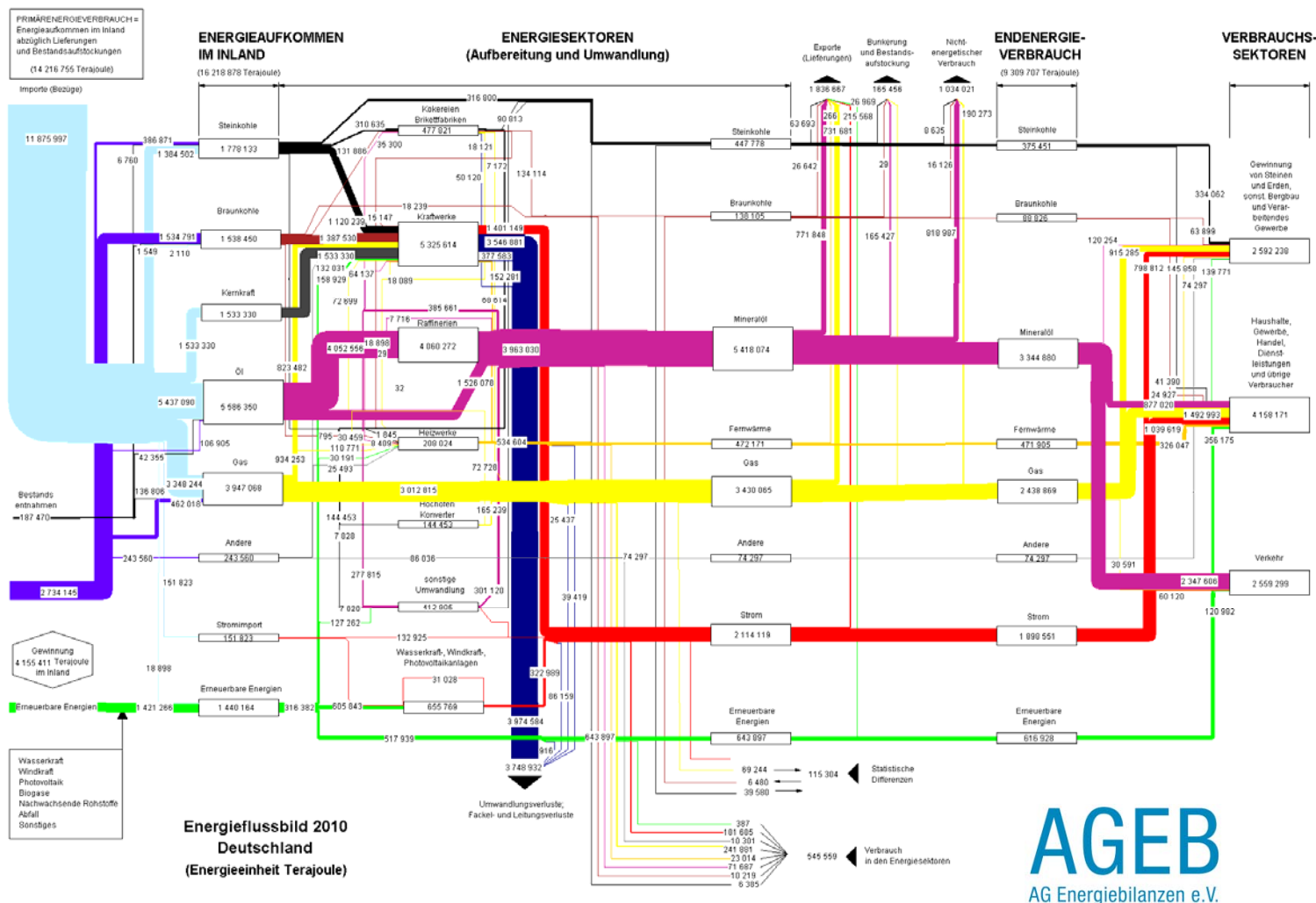
## Herausforderungen

- > Umsetzung der Energiewende in Deutschland ist eine **gesamtgesellschaftliche** Aufgabe
- > Umbau der Energieversorgung erfordert umfassende Kenntnis des **hochkomplexen** und **dynamischen** Energiesystems
- > Balance zwischen **Kontinuität und Flexibilität** bei den Steuerungsinstrumenten und –maßnahmen
- > Wissenschaftsbasierte Politikberatung muss bei der Erarbeitung von Handlungsoptionen eine **Systemperspektive** einnehmen
- > Integration und Abstimmung des nationalen Projekts „Energiewende“ in **Europa**



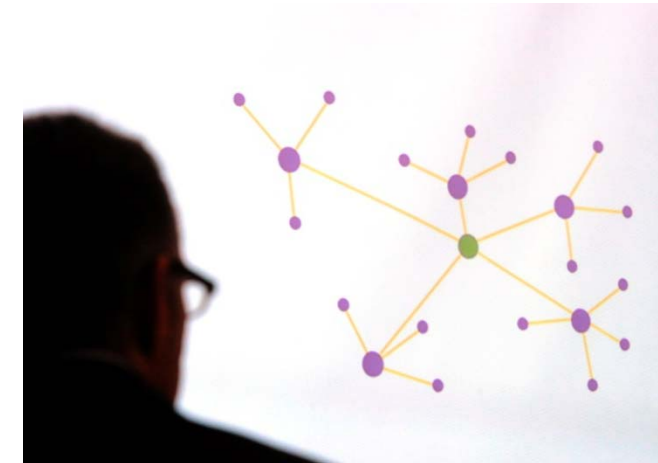


# Komplexität des Energiesystems

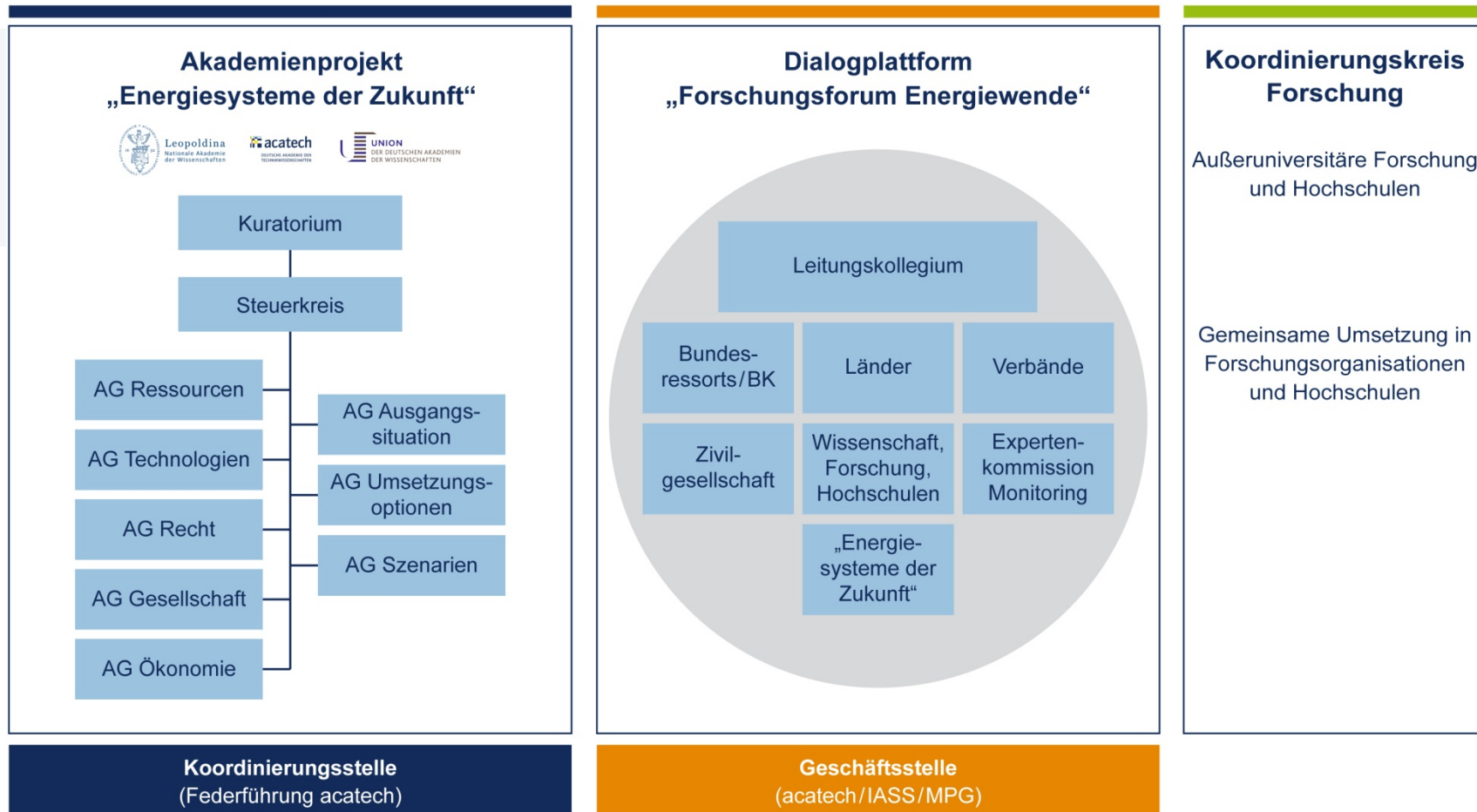


## Ziele

- > Wissenschaftliche Kompetenzen für die Energiewende in Deutschland **bündeln**
- > Systemisch gedachte **Lösungswege** in Form von **Handlungsoptionen** erarbeiten
- > Wissenschaftliche Erkenntnisse in einen Dialog der Stakeholder einbringen, um **Handlungsempfehlungen** abzuleiten
- > Zur **Versachlichung der Debatte** um die Energiewende und zur Sicherung ihrer mittel- bis langfristigen **Akzeptanz** beitragen



# Organisationsstruktur



## Die Köpfe im Steuerkreis



**Prof. Dr. Robert Schlögl**  
Max-Planck-Gesellschaft



**Prof. Dr. Eberhard Umbach**  
Karlsruher Institut für Technologie



**Prof. Dr. Christoph M. Schmidt**  
Rheinisch Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung RWI



**Prof. Dr. Ortwin Renn**  
Universität Stuttgart



**Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum**  
Max-Planck-Gesellschaft



**Prof. Dr. Peter Elsner**  
Fraunhofer-Gesellschaft



**Prof. Dr. Ferdi Schüth**  
Max-Planck-Gesellschaft



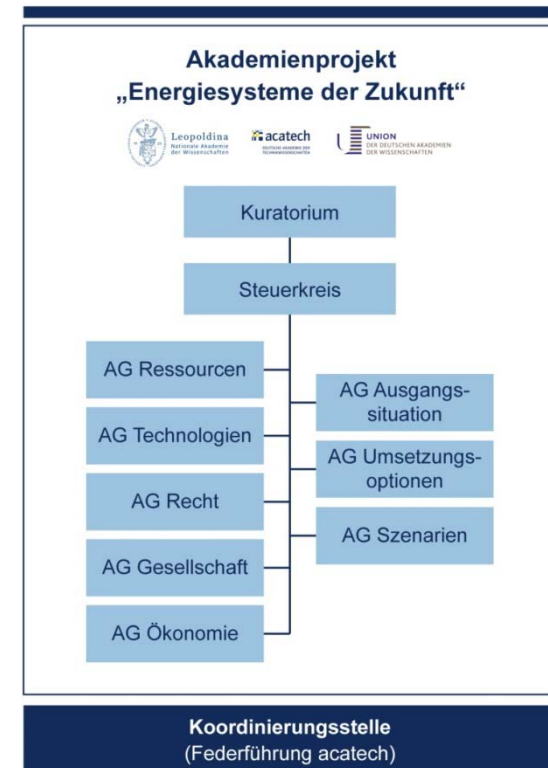
**Prof. Dr. Armin Grunwald**  
Karlsruher Institut für Technologie



**Prof. Dr. Peter Herzig**  
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung

## Arbeitsweise

- > **8 Arbeitsgruppen** bündeln fachliche Kompetenzen und identifizieren relevante Problemstellungen
- > **Interdisziplinäre Projektgruppen** erarbeiten Handlungsoptionen zu ausgewählten Problemstellungen
  - 4 Gruppen pro Jahr
  - Projektberichte dokumentieren Ergebnisse
- > **Fast-Track-Programm** kann auf kurzfristigen Beratungsbedarf der Politik reagieren
- > **Ausgangspunkt**
  - Energieziele der Bundesregierung
  - Atomausstieg ist gesetzt



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**