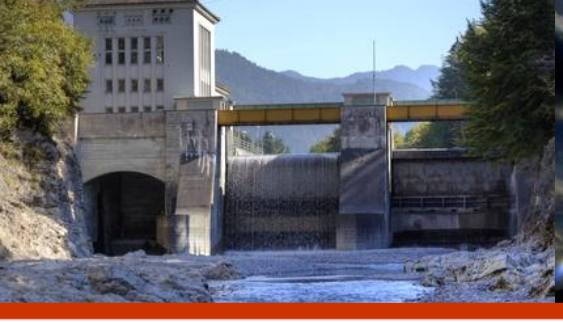
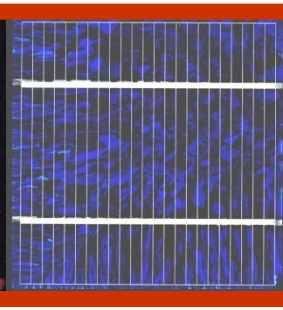


Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Energiewende mit Erneuerbaren Energien und Effizienz

Vortrag im Rahmen des Treffens des ÖKOPROFIT®-Klubs
10 Jahre ÖKOPROFIT®-Mülheim an der Ruhr
am Montag, 11. März 2013,
16:00 Uhr im Rathaus Mülheim an der Ruhr

Dr. Kurt Berlo, Wuppertal Institut



Wer ist das Wuppertal Institut?

- Gründungspräsident:
  Prof. Dr. Ernst Ulrich v. Weizsäcker (1991)
- Vorheriger Präsident
  Prof. Dr. Peter Hennicke
- Aktueller Präsident (seit März 2010):
  Prof. Dr. Uwe Schneidewind
- Personal: über 150 Beschäftigte, multidisziplinär
- Rechtsform: GmbH, Non-Profit-Organisation
- Eigentümer: Land Nordrhein-Westfalen
- Projekte: 80 - 100 Projekte pro Jahr
- Budget 2009:
  ca. 2,3 Mio. Euro Landesförderung
  (mit zunehmender Tendenz)
  ca. 8 Mio. Euro von Drittmittelgebern
  (z.B. UN, EU, Ministerien, Wirtschaft, NGOs)

Was macht das Wuppertal Institut?

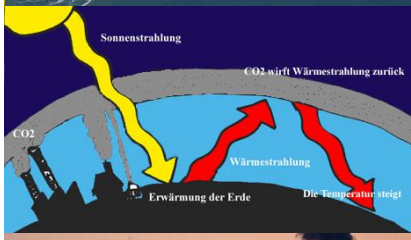
Anwendungsorientierte Nachhaltigkeitsforschung

- Das Wuppertal Institut erforscht und entwickelt Leitbilder, Strategien und Instrumente für eine nachhaltige Entwicklung auf regionaler, nationaler
und internationaler Ebene.
- Im Zentrum steht die Ökologie und deren Wechselbeziehung mit Wirtschaft und Gesellschaft.
- Innovationen, Naturverbrauch und Wohlstandsentwicklung bildet einen Schwerpunkt seiner Forschung.

Die Welt nach Fukushima

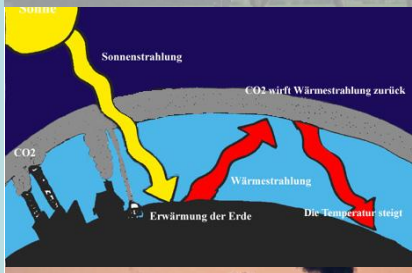
Defizite der heutigen Energieversorgung

1. **Nukleare Gefährdung durch Kernenergie** (beim Betrieb und bei der ungeklärten Entsorgung der radioaktiven Abfälle)
2. **Globale Klimaerwärmung**
3. **Hoher Anteil an fossilen Energieträgern** (starke Importabhängigkeit bei Erdöl, Erdgas und Steinkohle und zusätzliche Gefahr der Verknappung und Verteuerung)
4. **Dominanz der vier großen Stromerzeuger**
5. **Starkes Gefälle des Energieverbrauchs zwischen Industrie- und Entwicklungsländern**



Mythen und Behauptungen,
um die Energiewende in Deutschland zu bremsen oder zu verhindern

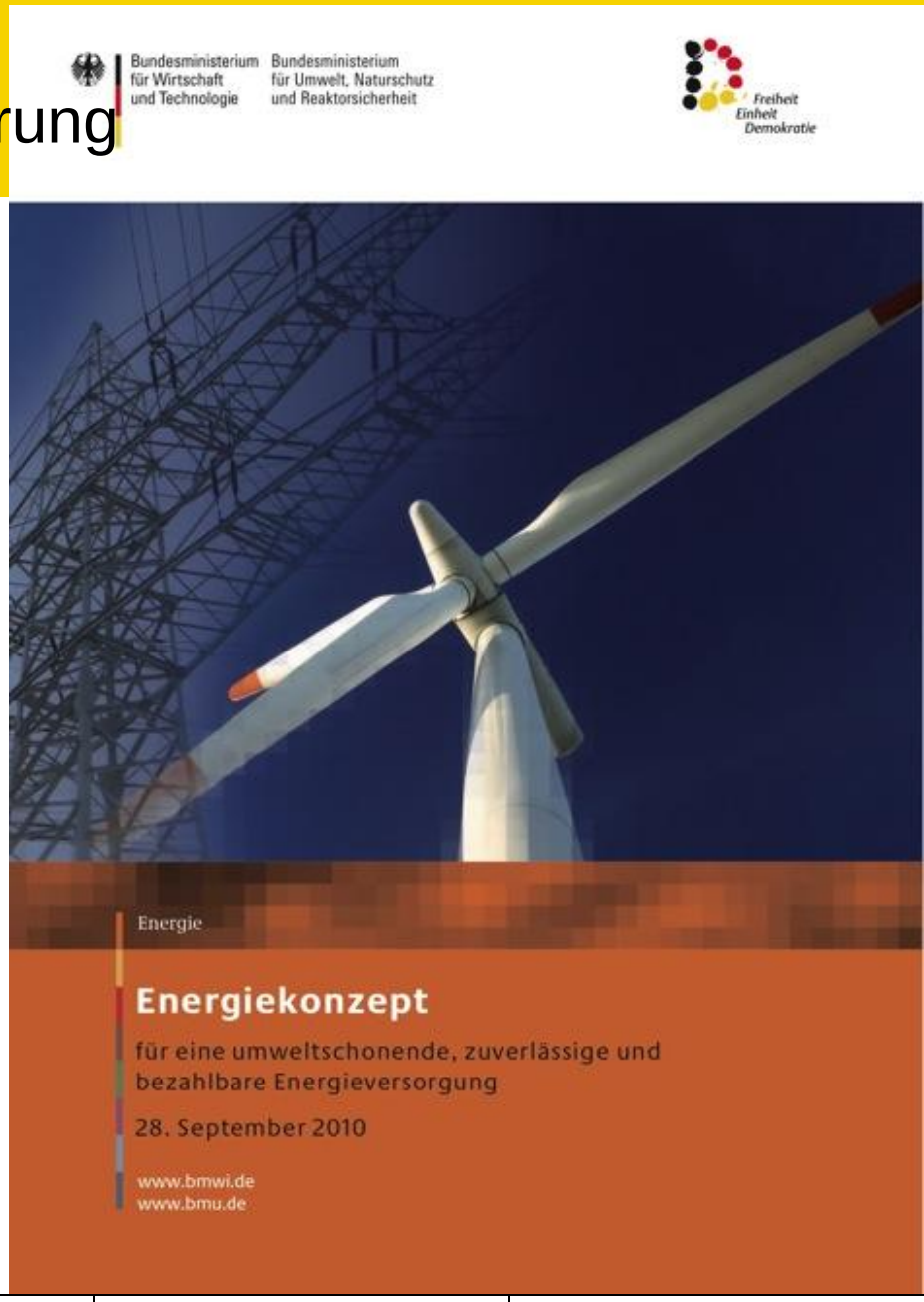
1. Ausstieg aus der Kernenergie ist bis 2022 nicht zu schaffen
2. Zielmarke 2050: So lange im Voraus kann man doch gar nicht planen
3. Erneuerbare Energien brauchen ein Tempolimit
4. Es drohen Blackouts
5. Energiewende lässt die Strompreise explodieren
6. Es droht ein Kosten-Tsunami
7. Energiewende führt zu einer Deindustrialisierung in Deutschland
8. Wir brauchen keine Planwirtschaft – die Energiewirtschaft braucht Markt
9. Energiewende führt zur sozialen Verelendung
10. Mit seinem Alleingang isoliert sich Deutschland und gerät international ins Abseits



Klimaschutzziele laut Energiekonzept der Bundesregierung

Laut Koalitionsvereinbarung sollen **bis 2020** die Treibhausgasemissionen um **40%** und entsprechend der Zielformulierung der Industriestaaten **bis 2050** um mindestens **80%** – jeweils gegenüber 1990 – reduziert werden.

Entwicklungspfad bis 2050:
minus 55 % bis 2030,
minus 70 % bis 2040,
minus 80 % bis 95 % bis 2050.



Klimaschutzziele laut Energiekonzept der Bundesregierung

	Treibhaus-gas-Emissionen	Erneuerbare Energien		Minderung Energiebedarf				Kern-energie
		Brutto-Endenergie	Strom-erzeugung	Primär-energie	Gebäude-Wärme	End-energie Verkehr	Strom-verbrauch	
2011								**-41%**
2015								**-47%**
2917								**-54%**
2019								**-60%**
2020	**-40%**	**18%**	**35%**	**-20%**	**-20%**	**-10%**	**-10%**	
2021								**-80%**
2022								**-100%**
2030	**-55%**	**30%**	**50%**					
2040	**-70%**	**45%**	**65%**					
2050	**-80 bis -95%**	**60%**	**80%**	**-50%**	**-80%**	**-40%**	**-25%**	
Basis	1990	-	-	2008	2008	2005	2008	2010

Quelle: BMWI, BMU, Öko-Institut

Klimaschutzziele laut Energiekonzept der Bundesregierung

	Treibhaus-gas-Emissionen	Erneuerbare Energien		Minderung Energiebedarf				Kern-energie
		Brutto-Endenergie	Strom-erzeugung	Primär-energie	Gebäude-Wärme	End-energie Verkehr	Strom-verbrauch	
2011								-41%
2015								-47%
2917								-54%
2019								-60%
2020	-40%	18%	35%	-20%	-20%	-10%	-10%	
2021								-80%
2022								-100%
2030	-55%	30%	50%					
2040	-70%	45%	65%					
2050	-80 bis -95%	60%	80%	-50%	-80%	-40%	-25%	
Basis	1990	-	-	2008	2008	2005	2008	2010

Zielsetzungen der Deutschen Bundesregierung im Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) bis zum Jahr 2020

- **Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien im Strombereich von derzeit 17 % auf 35 % (schon nach oben hin korrigiert)**
- **Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien im Wärmebereich auf 14 %**
- **Verdopplung des derzeitigen Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung von 12 % auf 24 %**
- **Effizienz: Einsparziel im Strombereich von 11 %**
- **Reduktion der CO_2-Emissionen um 40 %**

Erforderliche Umgestaltung der Strukturen auf dem deutschen Erzeugungsmarkt:

- umfangreiche Kapazitäten fossiler Kraftwerke und Kernkraftwerke müssen in einem überschaubaren Zeitrahmen ersetzt werden
- Angebot und Verbrauch von Energie fallen zeitlich häufig auseinander
- der dynamische Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert einen flexibleren Kraftwerkspark und fortentwickelte Netzinfrastrukturen
- die Erzeugungsmarktstruktur wird dezentraler und die Zahl der Kraftwerke – vom GuD-Großkraftwerk über jede einzelne Windenergieanlage bis zum Mikro-BHKW im Keller des Einfamilienhauses – wird zunehmen

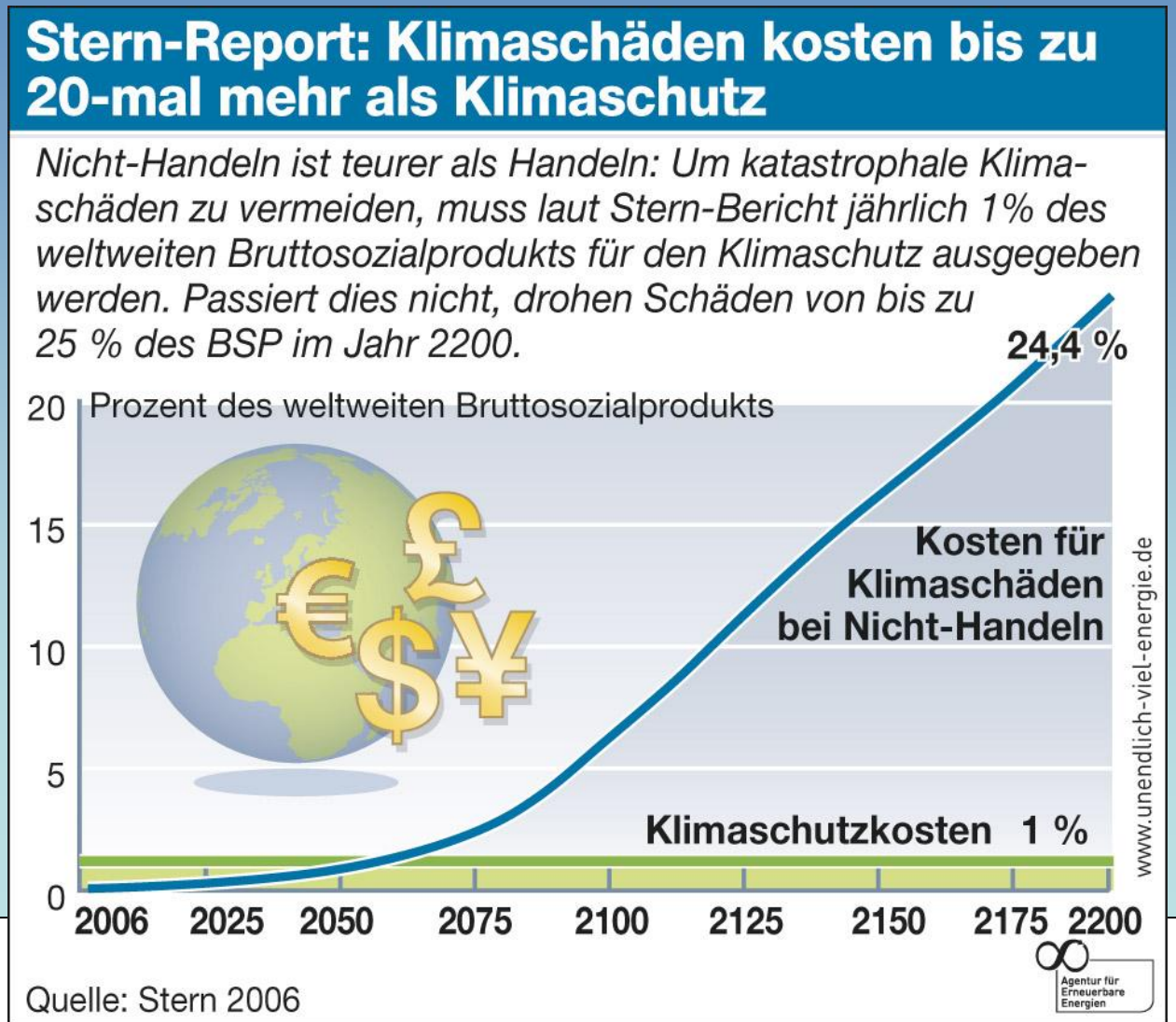
Quelle: VKU-Positionspapier Energiewende 2011

Der Stern-Report von 2006

Nicholas Stern, ehemaliger Weltbank-Chefökonom

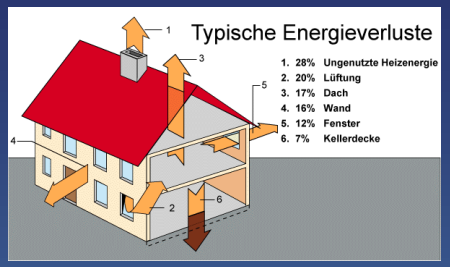
Zentrale Botschaft:

Nichtstun wird für die Volkswirtschaften teurer als aktiver Klimaschutz



Strategien einer nachhaltigen Entwicklung im Energiebereich

- **Markteinführung der rationellen Energienutzung - Steigerung der Endenergie-Effizienz**
- **Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**
- **forcierter Ausbau der regenerativen Energien**

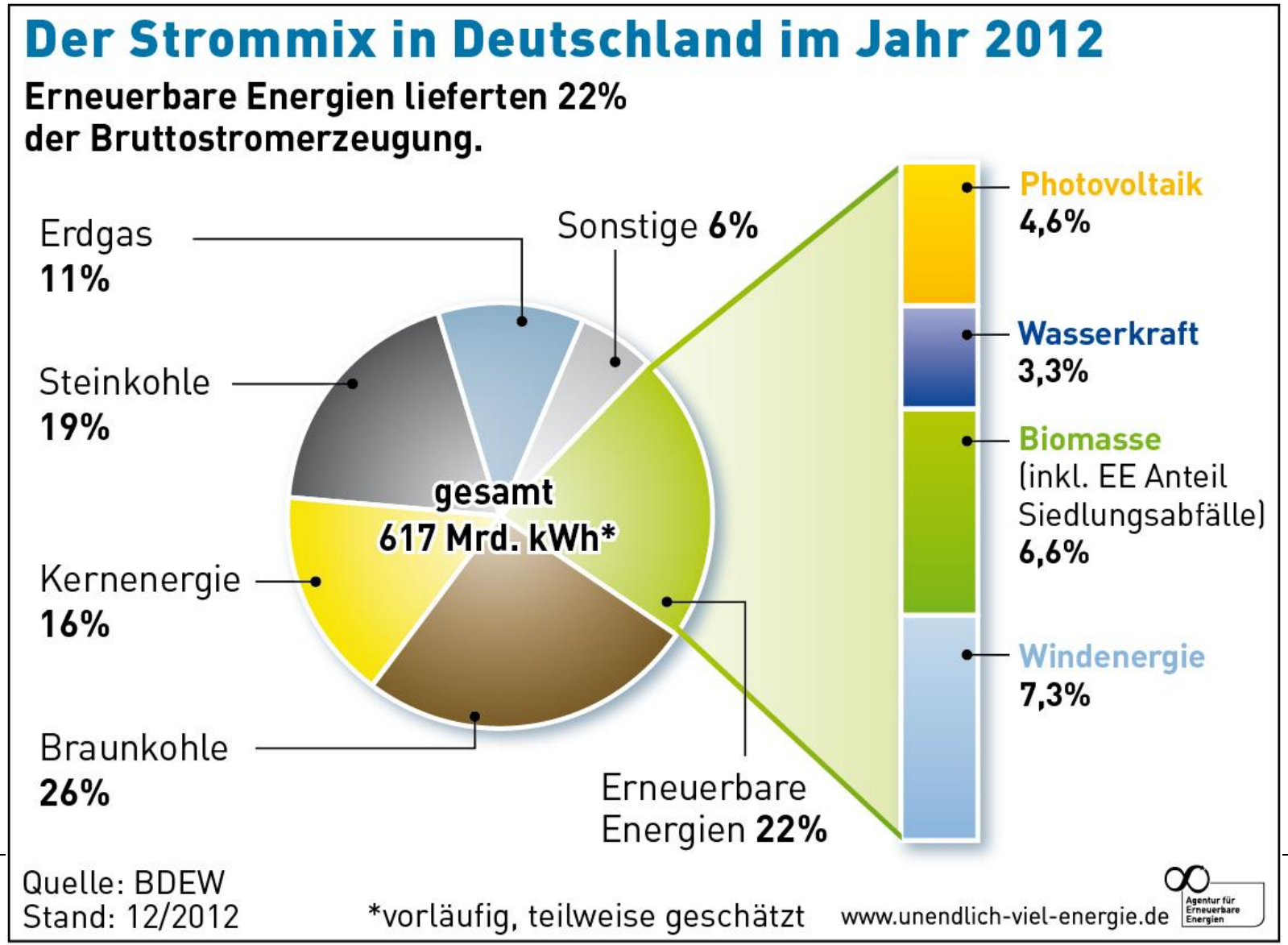


Handlungsfeld
Erneuerbare Energien

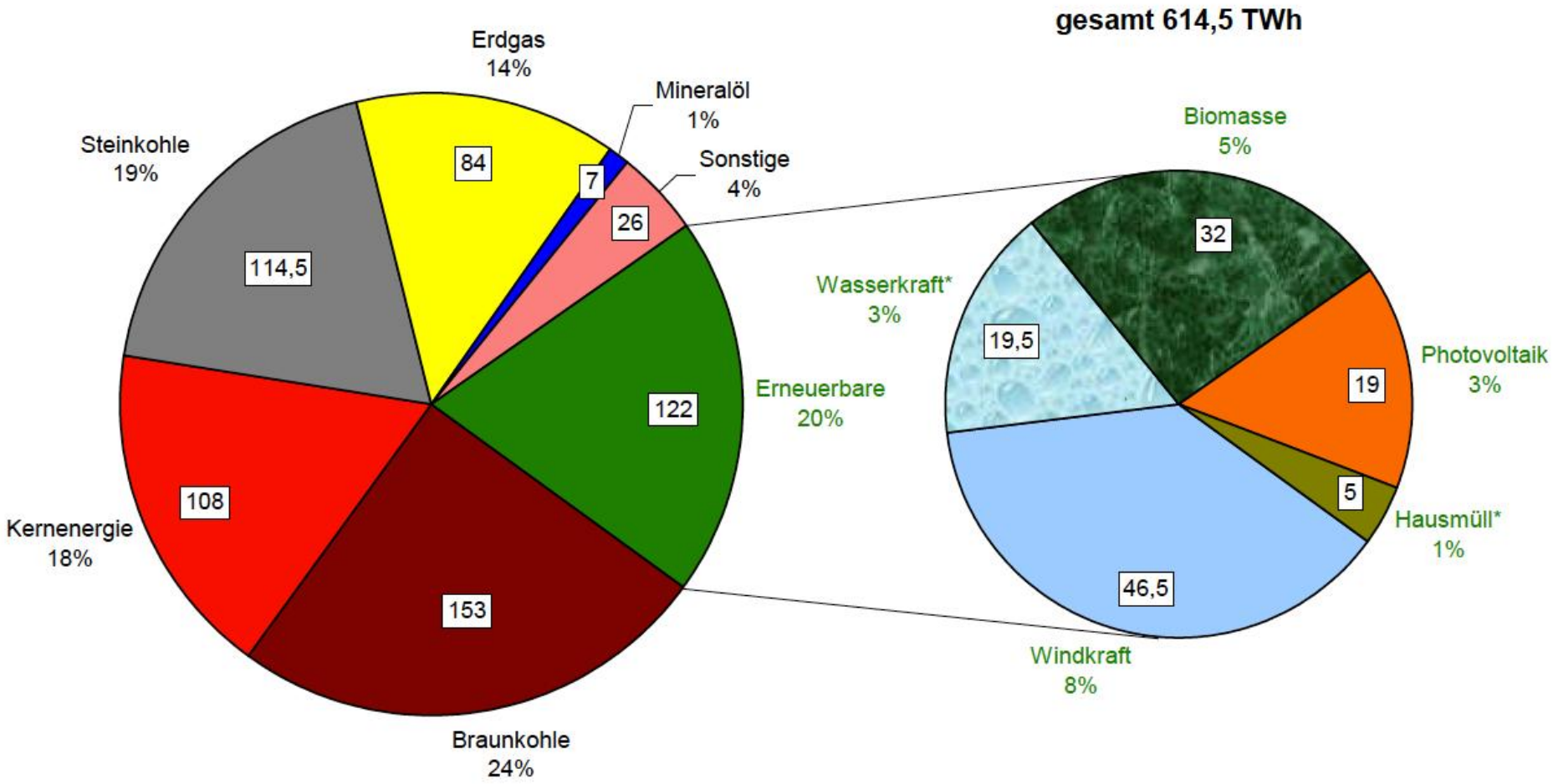
- Solare Stromerzeugung
- Solare Warmwasserbereitung
- Wasserkraft
- Windkraft
- Biomasse
- Geothermie (Erdwärme)

Strommix im Jahr 2012

Gesamtstromverbrauch in Höhe von **617 Mrd. kWh**



EE-Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland 2011 +)

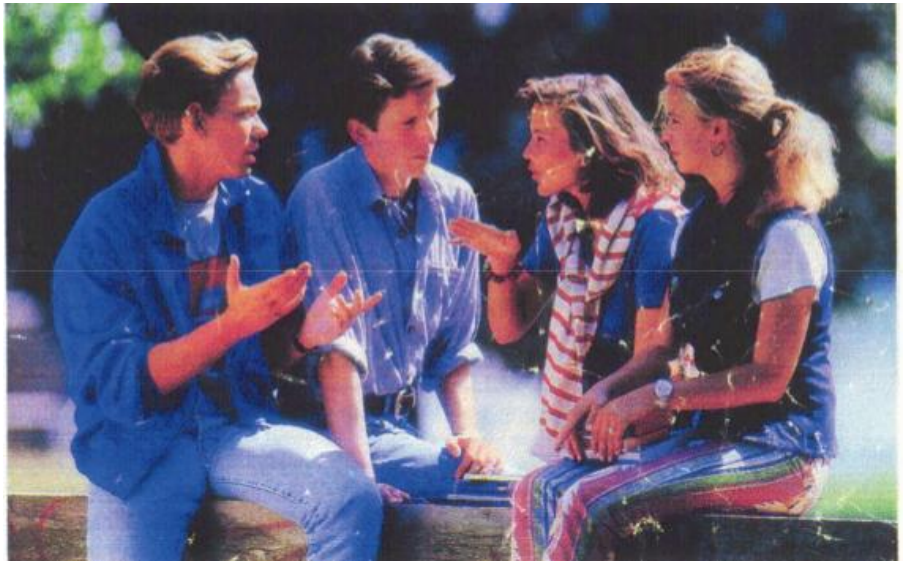


Quelle: AG Energiebilanzen, Stand Febr. 2012

*) regenerativer
+) vorläufig

Anzeige in der Süddeutschen Zeitung 1993 Nr. 152

... regenerative Energien, wie Sonne, Wasser oder Wind können auch langfristig nicht mehr als 4 % unseres Strombedarfs decken.



Viele junge Leute empfinden Kernkraftwerke als bedrohlich. Wir, die deutschen Stromversorger, haben ihre Kritik nie leichtfertig abgetan. Im Gegenteil: Wir stellen uns dieselben Fragen, die sie bewegen.

Kann Deutschland aus der Kernenergie aussteigen? Ja. Die Folge wäre allerdings eine enorme Steigerung der Kohleverbrennung, mithin der Emissionen des Treibhausgases CO_2. Denn regenerative Energien wie Sonne, Wasser oder Wind können auch langfristig nicht mehr als 4 % unseres Strombedarfs decken.

Können wir ein solches Vorgehen verantworten? Nein. Der steigende Energiebedarf der dritten Welt verpflichtet die reichen Staaten, ihre CO_2-Emissionen zu mindern.

Schaffen wir das ohne Kernkraft, allein durch Energiesparen? Nein. Kernkraftwerke liefern 34 % des deutschen Stroms und ersparen der Atmosphäre jährlich 160 Mio. Tonnen CO_2 – bei einem international vorbildlichen Sicherheitsstandard. Also: Treibhaus oder Kernkraft? Das ist hier die Frage!

Viele junge Leute stellen kritische Fragen. Wir auch. Denn unsere schärfsten Kritiker sind wir selbst.

Ihre Stromversorger

Badenwerk Karlsruhe · Bayernwerk München · EVS Stuttgart · Isar-Amperwerke München · Neckarwerke Esslingen · PreussenElektra Hannover · RWE Energie Essen · TWS Stuttgart · VEW Dortmund

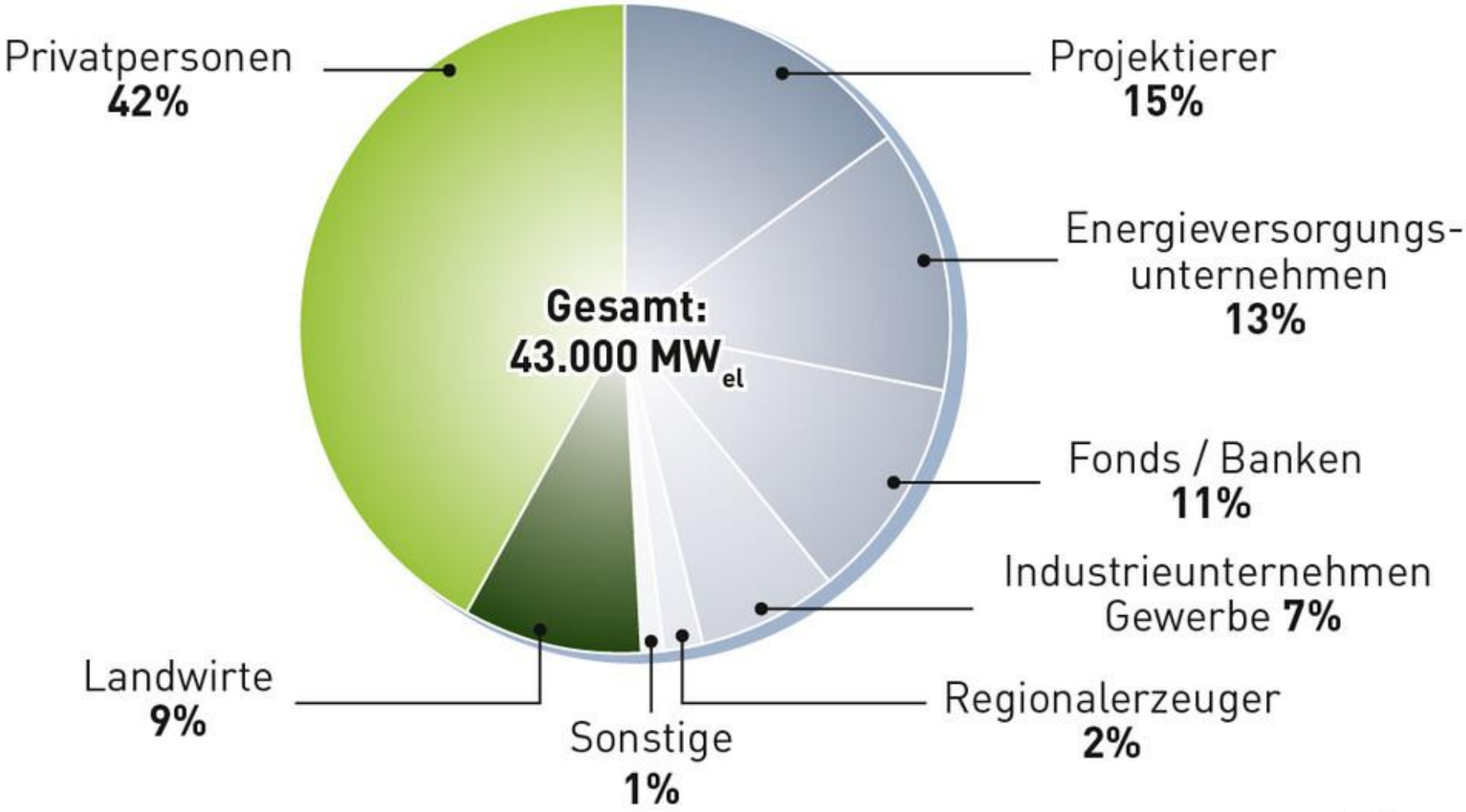
Anteil erneuerbarer Stromerzeugung deutscher KKW-Konzerne: Der bisherige Beitrag zu nachhaltiger Energie ist marginal! (Quelle: IÖW 2009)

	E.ON 2007	RWE 2007	EnBW 2007*	Vattenfall 2007	Deutsch-land 2007
EE-Strom	7,2%	2,4%	11,4%	1,2%	14,2%
EE-Strom ohne (alte) Wasserkraftanlagen	1,4%	0,4%	0,1%	1,1%	10,8%

* Konzernwert

In der Hand der kleinen Leute

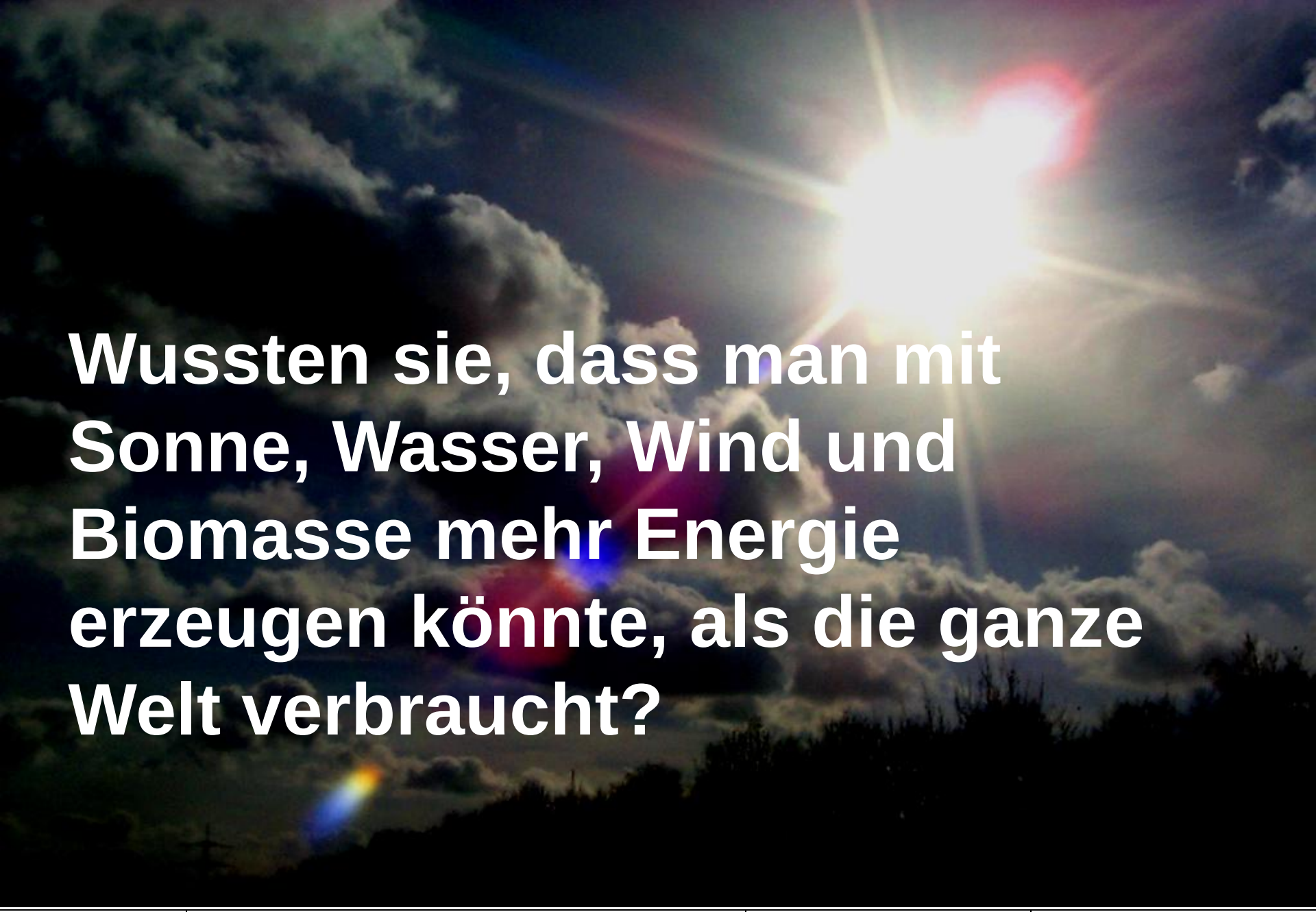
Anteile der verschiedenen Gruppen an der bundesweit installierten Leistung zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen (43.000 MW Ende 2009).



Quelle: trend research 2010; Stand: 10/2010

www.unendlich-viel-energie.de

Agentur für Erneuerbare Energien

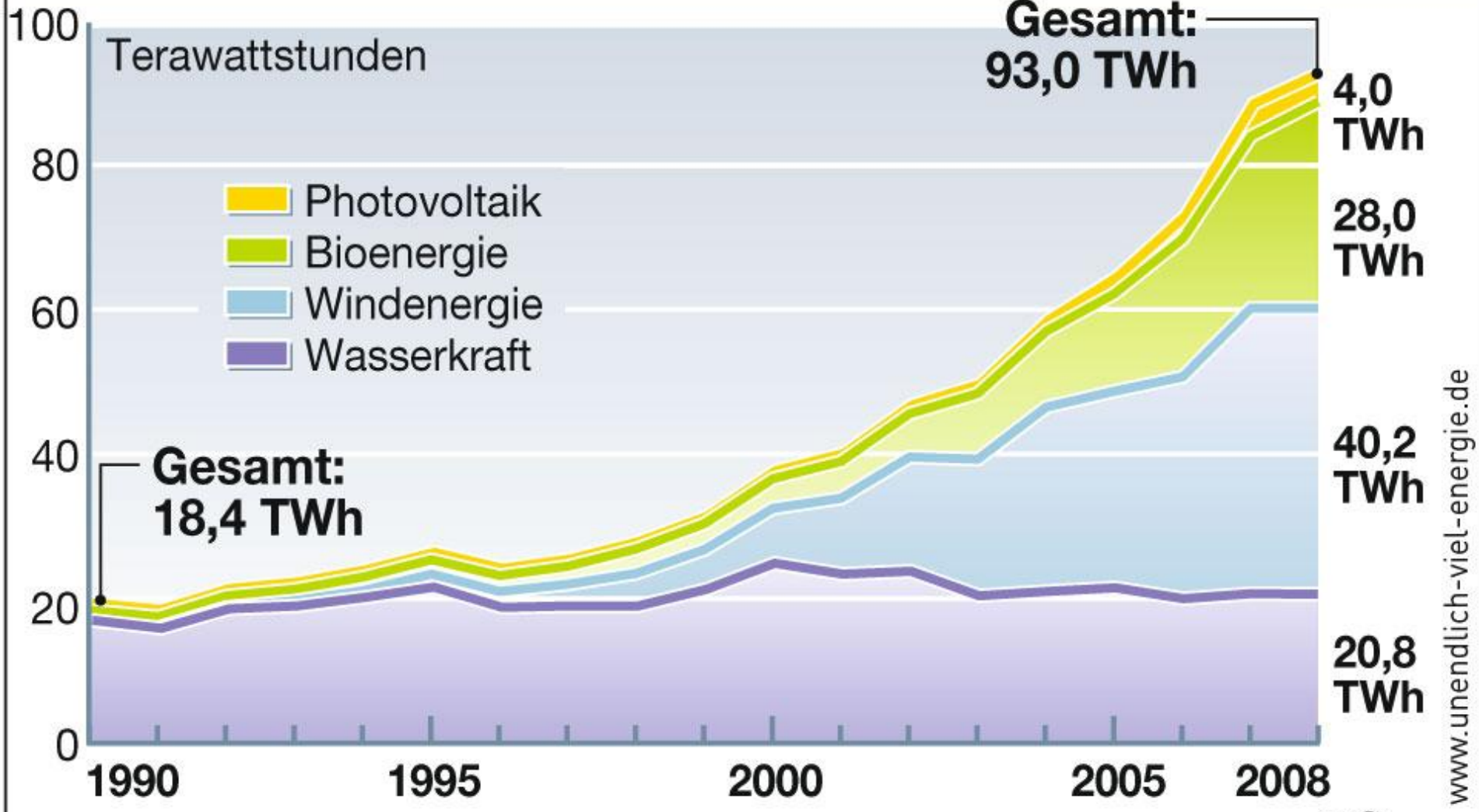


Wussten sie, dass man mit Sonne, Wasser, Wind und Biomasse mehr Energie erzeugen könnte, als die ganze Welt verbraucht?

Das Potenzial der Sonne ist viel größer, als allgemein bekannt ist oder angenommen wird

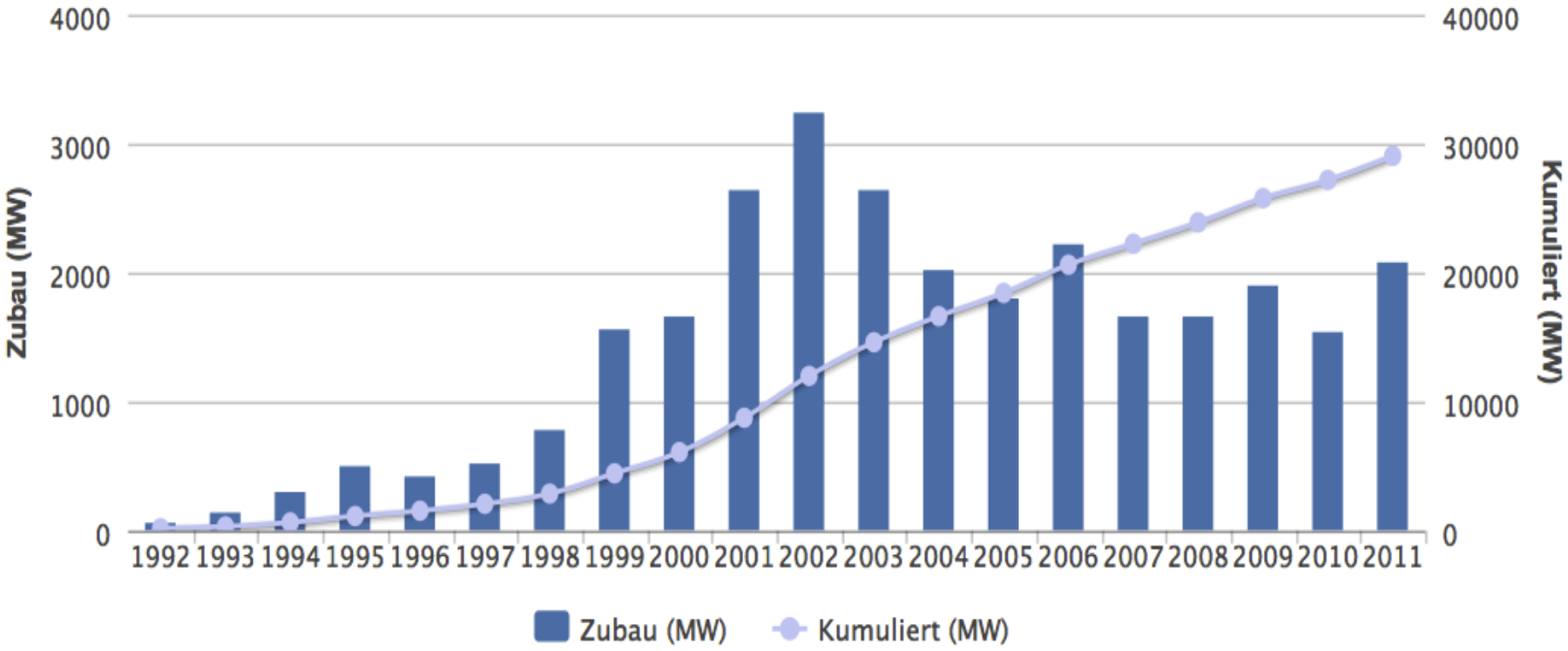
Quelle: Energiedepesche

Strom aus Erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2008

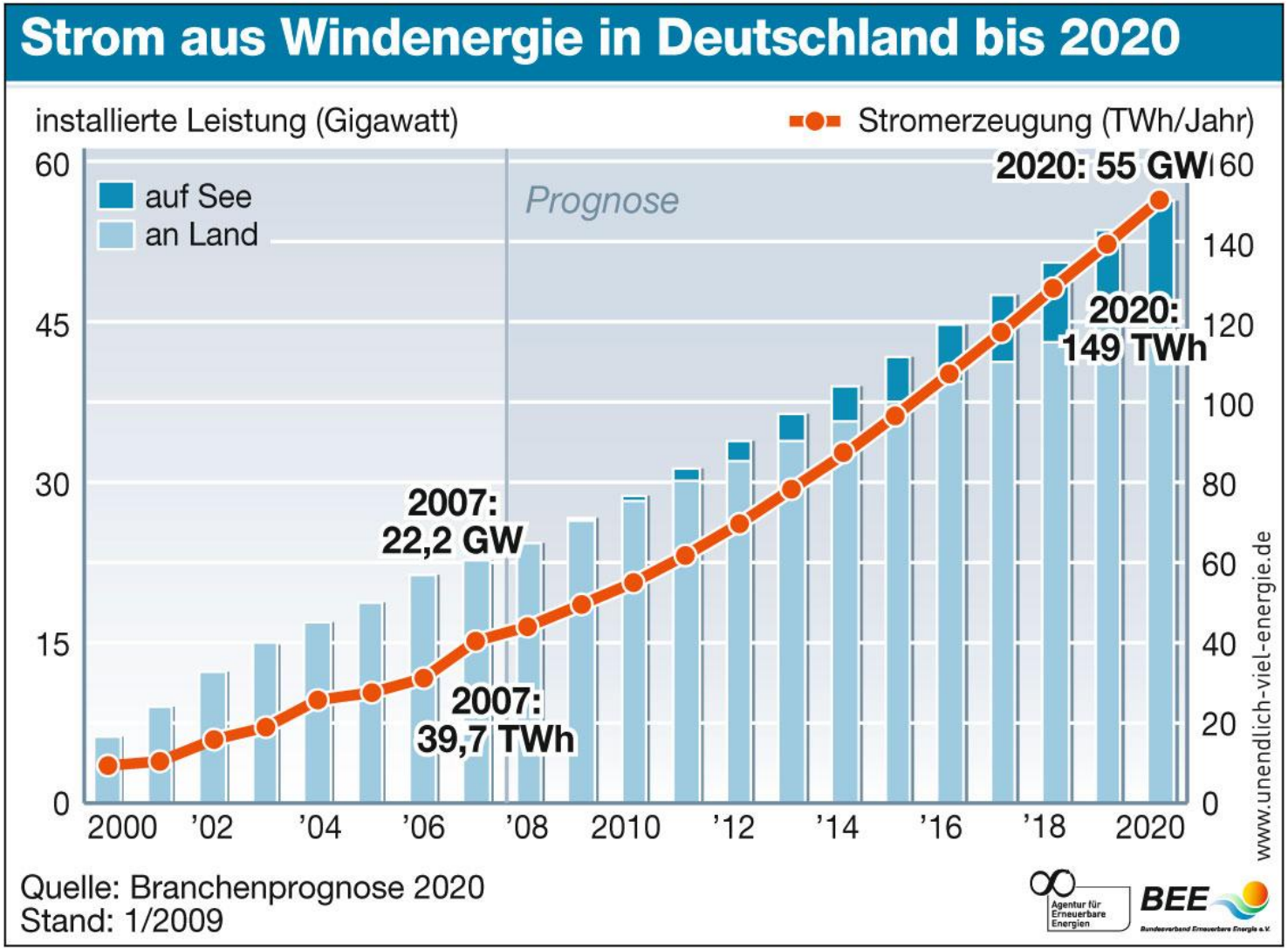


Quelle: BDEW, BMU/AGEE-Stat; Stand 2/2009

Agentur für Erneuerbare Energien



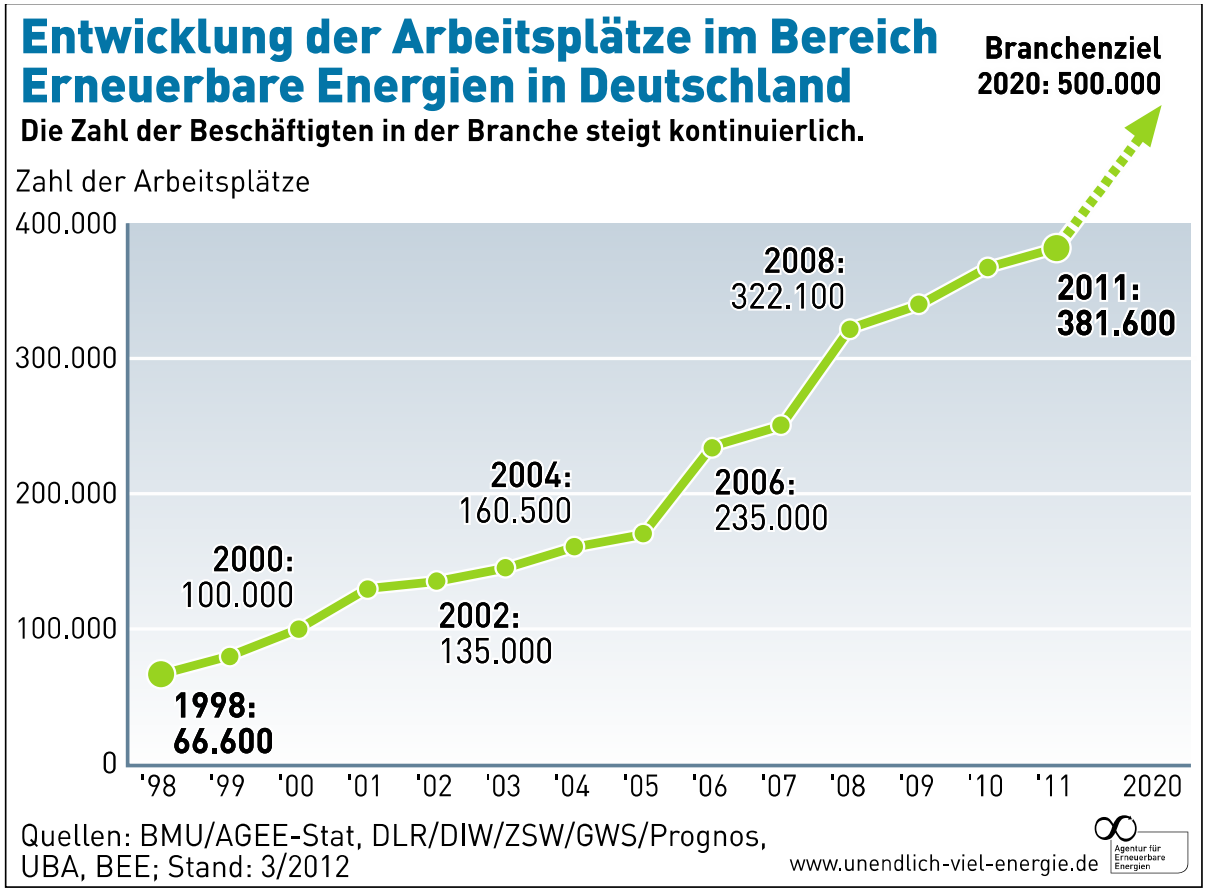
Quelle: Deutsches Windenergie-Institut (DEWI)


Strom aus Windenergie in Deutschland bis 2020
installierte Leistung (Gigawatt)
Stromerzeugung (TWh/Jahr)
auf See
an Land
Prognose
2020: 55 GW
2020:
149 TWh
2007:
22,2 GW
2007:
39,7 TWh
60
45
30
15
0
160
140
120
100
80
60
40
20
0
2000
'02
'04
'06
'08
2010
'12
'14
'16
'18
2020
www.unendlich-viel-energie.de
Quelle: Branchenprognose 2020
Stand: 1/2009
Agentur für Erneuerbare Energien
BEE

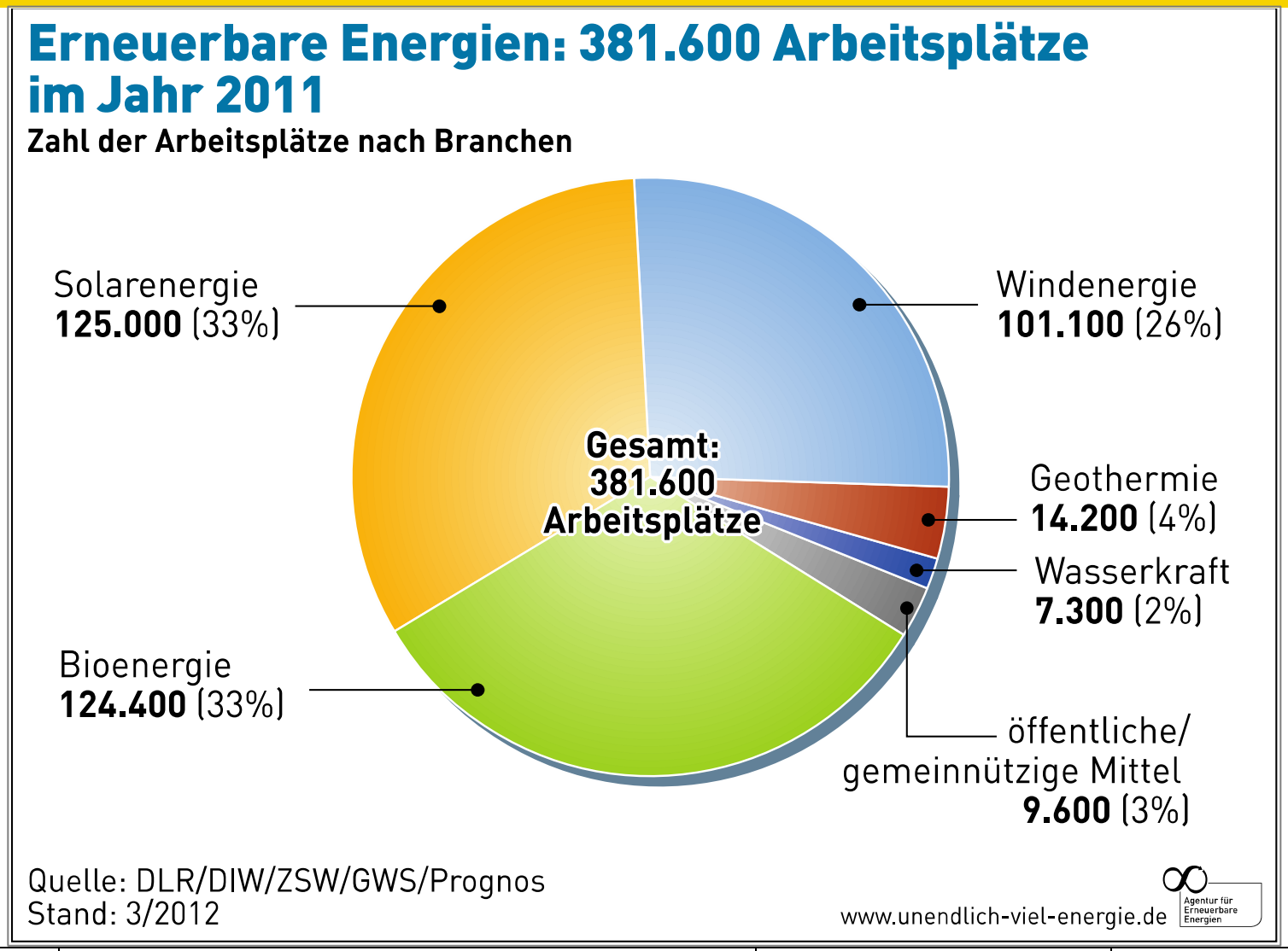
Jobmotor Erneuerbare Energien

Herstellung, Planung, Installation und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen schaffen Arbeit.

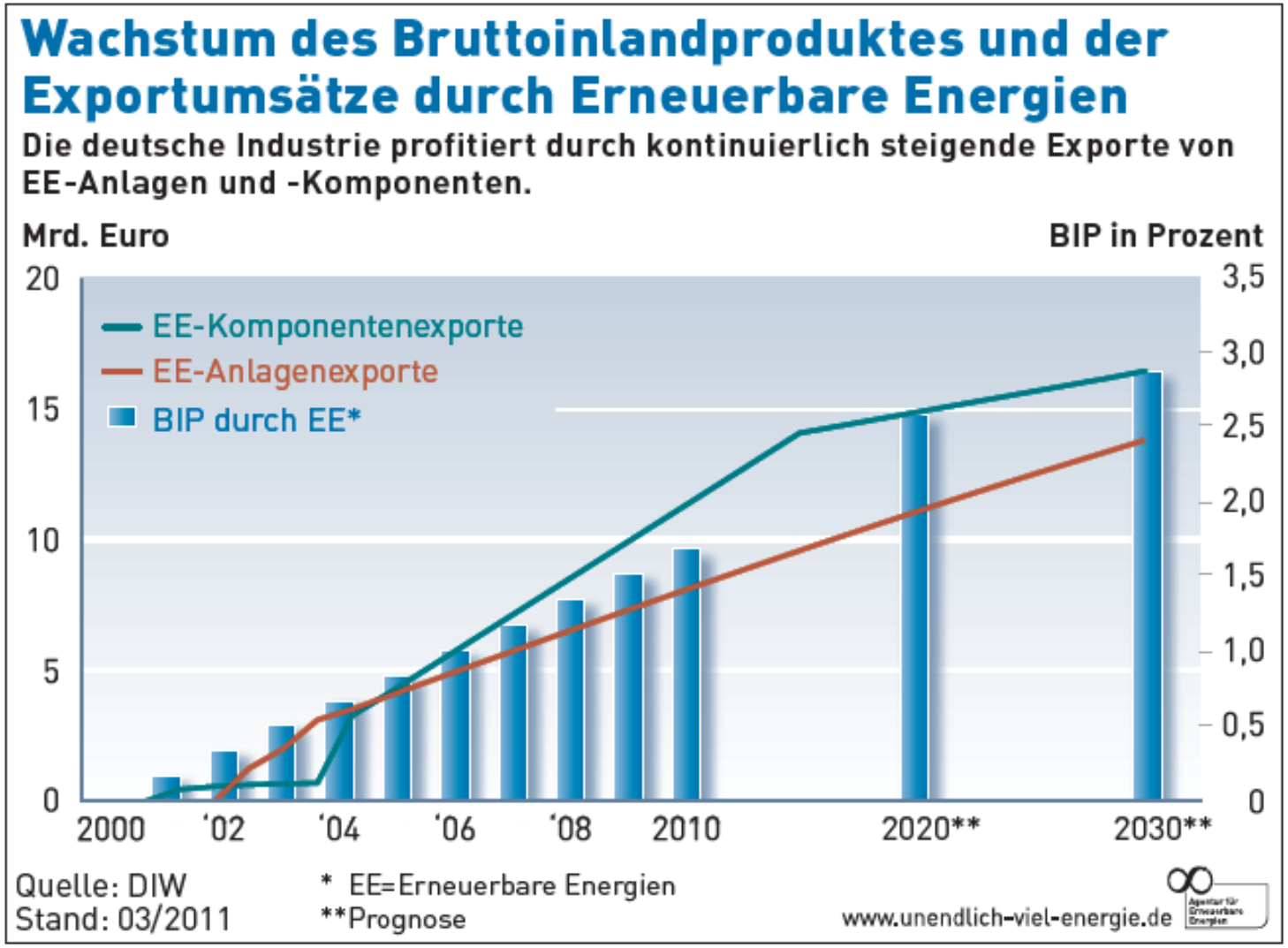
Während in anderen Wirtschaftszweigen in den vergangenen Jahren viele Stellen abgebaut worden sind, hat sich die Zahl der Arbeitsplätze bei den Erneuerbaren Energien seit dem Jahr 2000 etwa vervierfacht.



Jobmotor Erneuerbare Energien

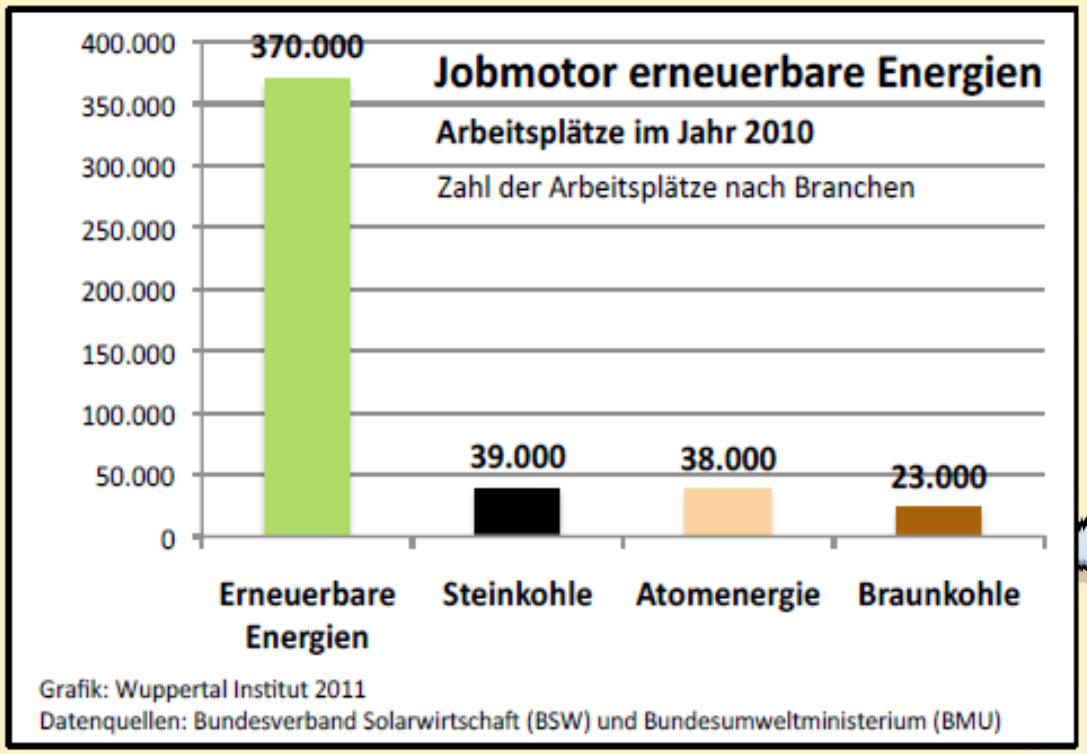


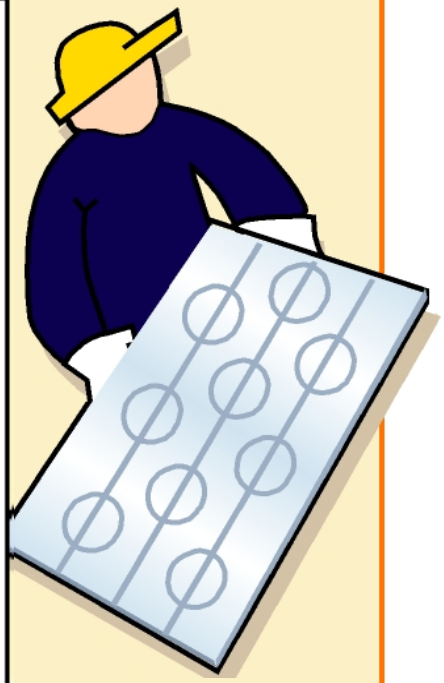
Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien in Deutschland



Jobmotor Erneuerbare Energien:
3,7 x so viel Jobs als bei Stein- und Braunkohle und Atomenergie!

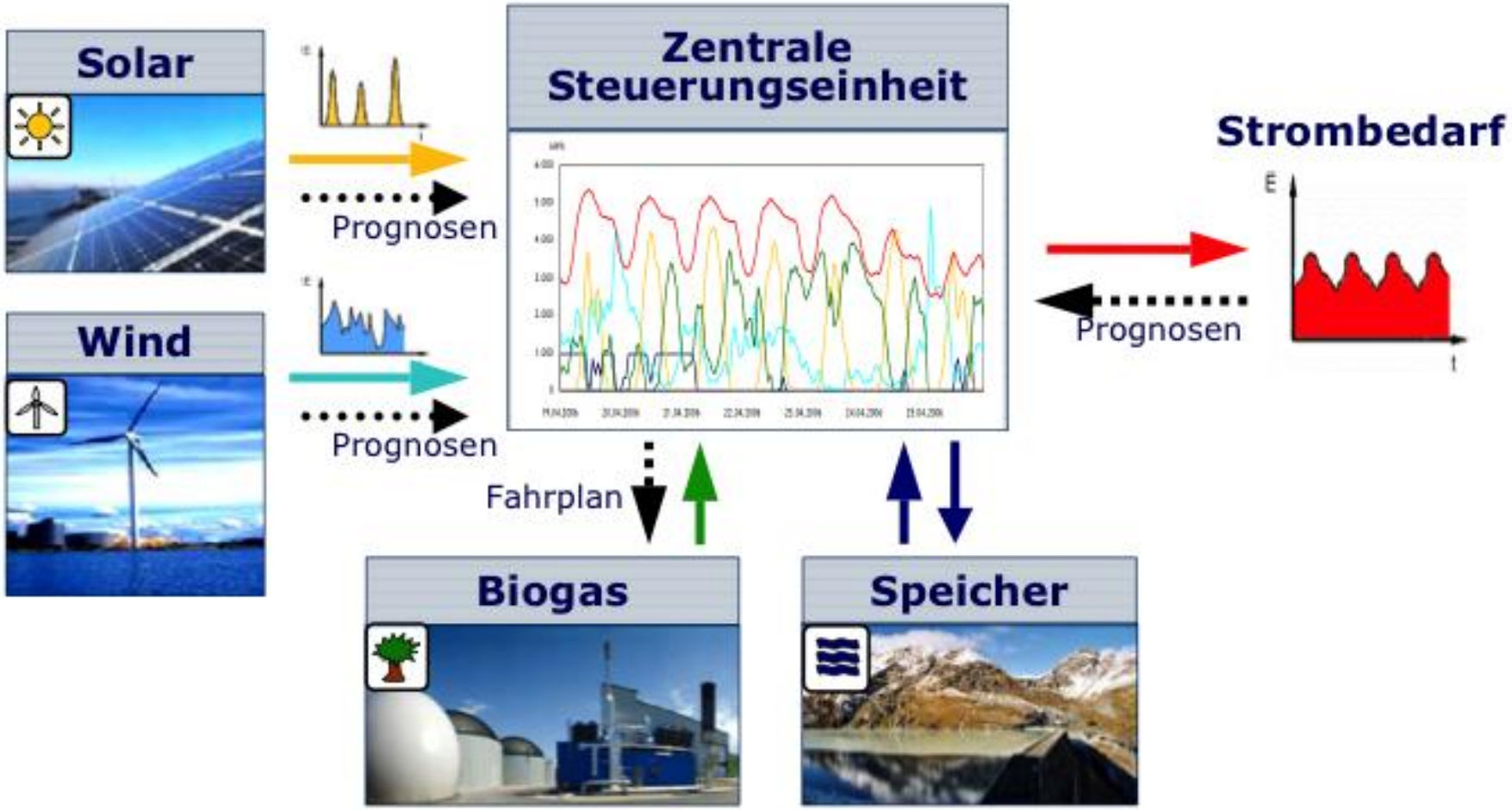
Jobmotor Erneuerbare Energien





Maßnahmen zur Einbindung großer Anteile Erneuerbarer Energien

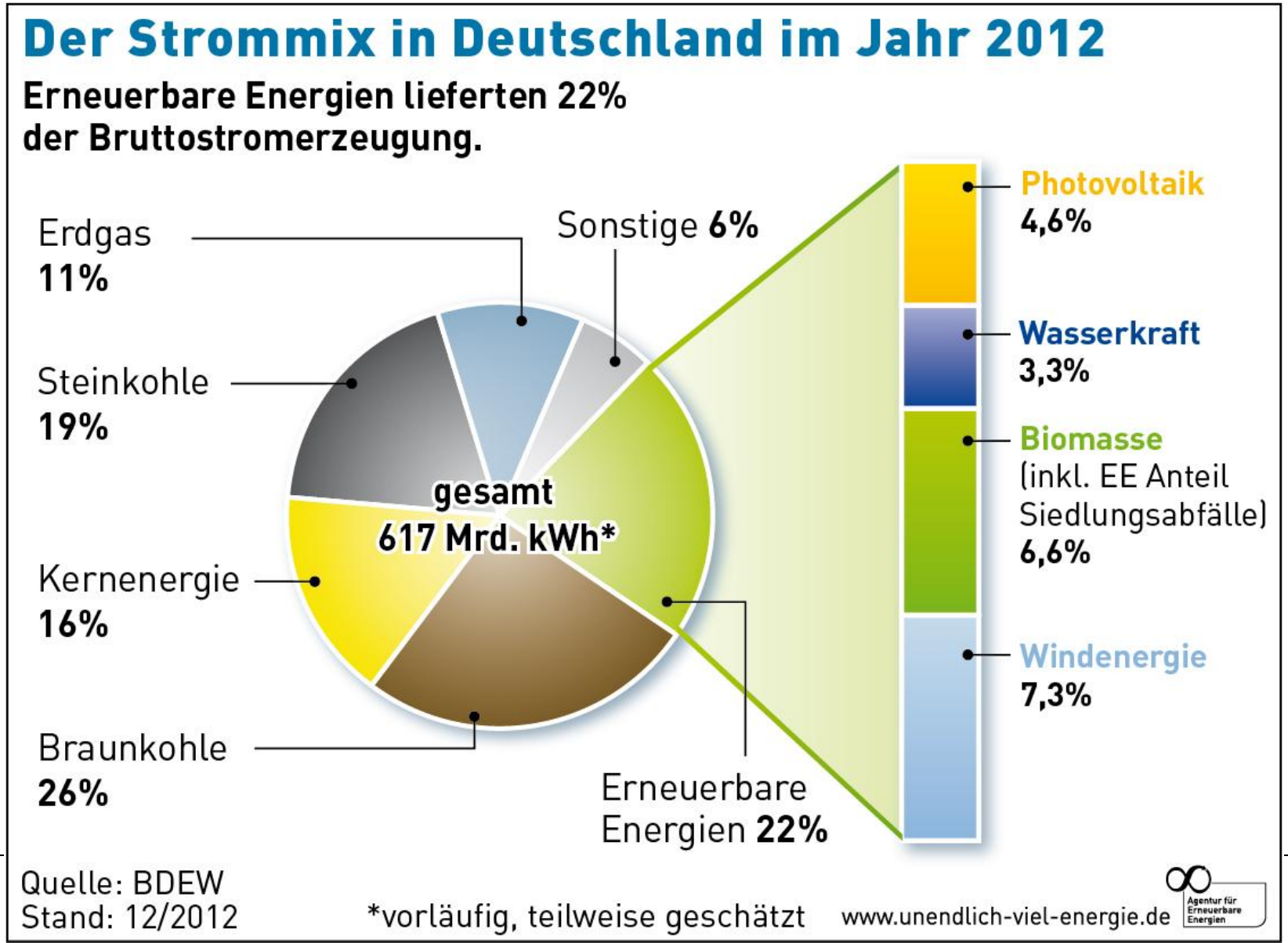
Steuerung eines Virtuellen Kraftwerks



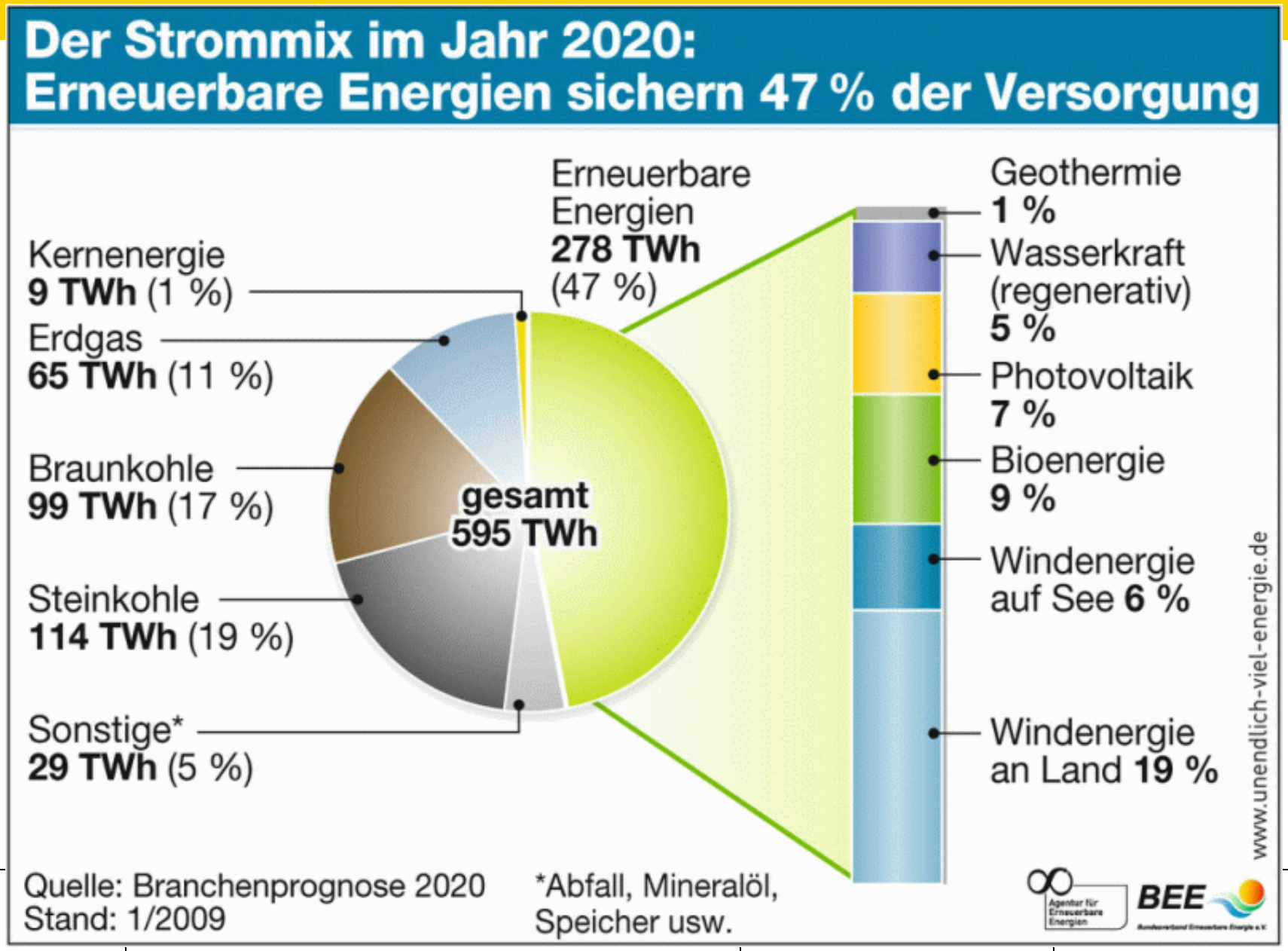
Quelle: „Das Regenerative Kombikraftwerk: 100% Erneuerbare Stromversorgung“ Vortrag EE07, 16.03.2007, Berlin

Strommix im Jahr 2012

Gesamtstromverbrauch in Höhe von **617 Mrd. kWh**



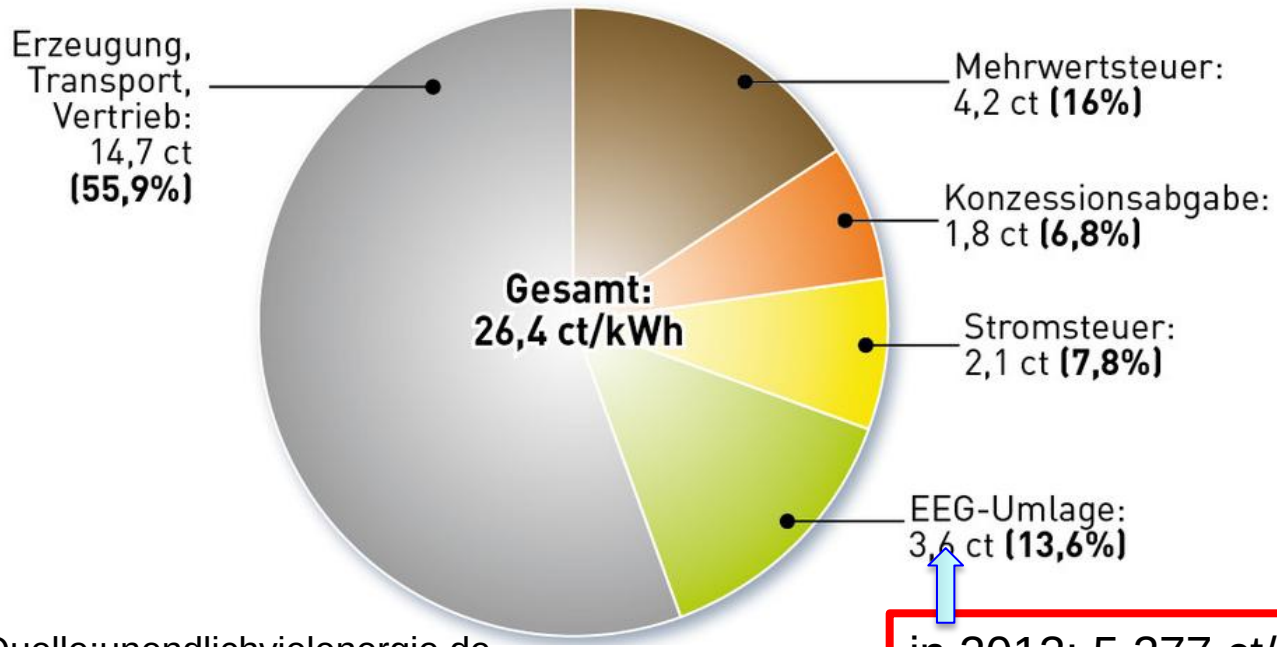
Strommix der Zukunft



Zusammensetzung der Stromkosten

Von insgesamt 26,4 Cent pro Kilowattstunde entfallen 3,6 Cent auf die Förderung Erneuerbarer Energien.

in 2013: 5,277 ct/kWh



Quelle:unendlichvielenergie.de

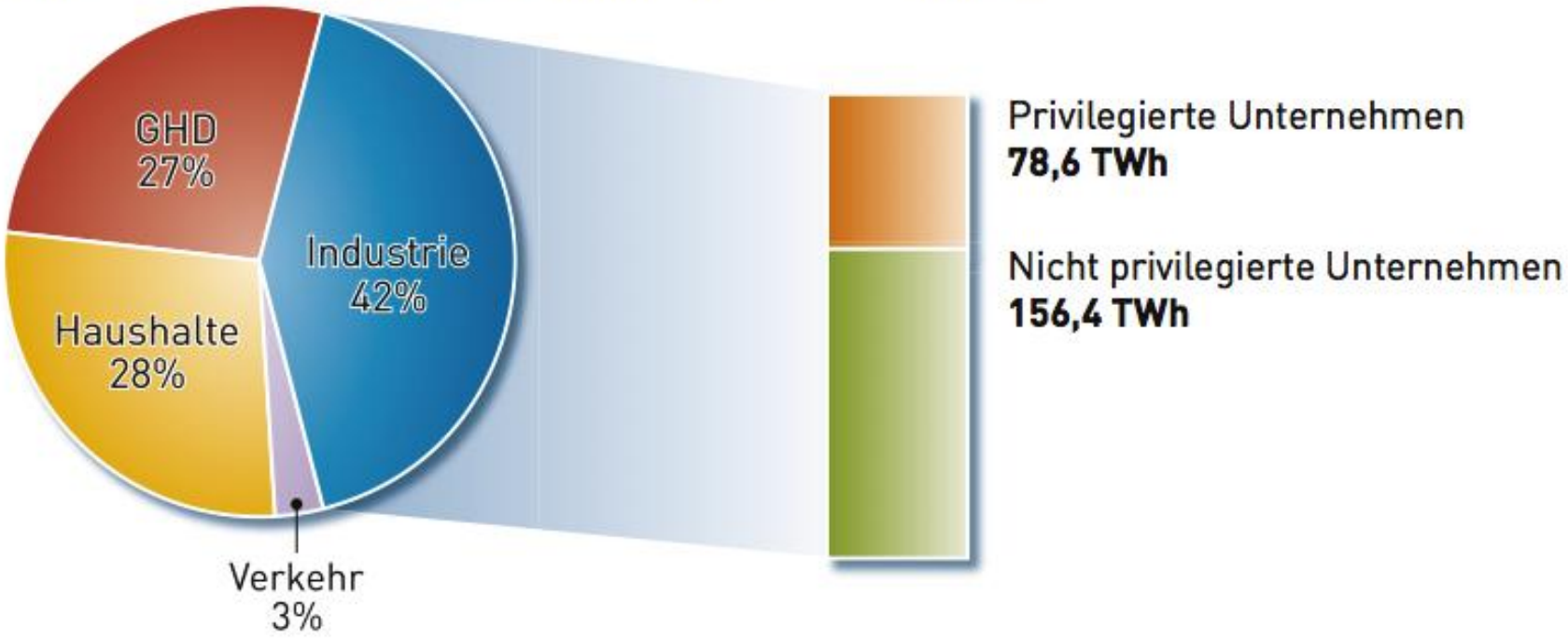
in 2013: 5,277 ct/kWh

Zum Vergleich: Jede Kilowattstunde Atomstrom wird durch staatliche Regelungen mit 4,3 Cent subventioniert.

Haushalte tragen derzeit die Hauptlast der EEG-Umlage

Anteile am Stromverbrauch in Deutschland 2009

Der Industriesektor ist der größte Stromverbraucher in Deutschland. Ein Drittel des Industriestroms ist von der EEG-Umlage befreit - zu Lasten der anderen Sektoren.

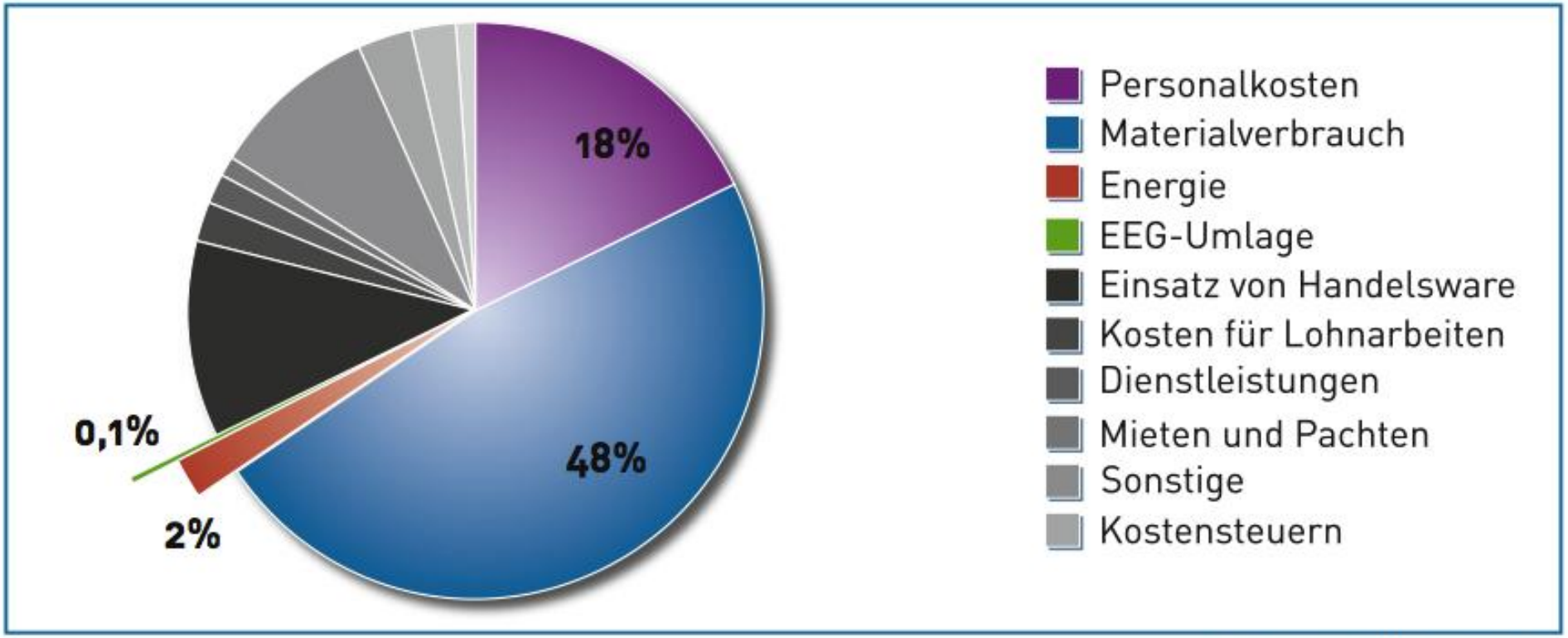


Quelle: BMWi, destatis, eigene Berchnungen; Stand: 12/2010

Kritik: EEG-Umlage gefährdet die internationale Konkurrenzfähigkeit der deutschen Industrie

Zusammensetzung des Bruttoproduktionswertes im verarbeitenden Gewerbe 2008

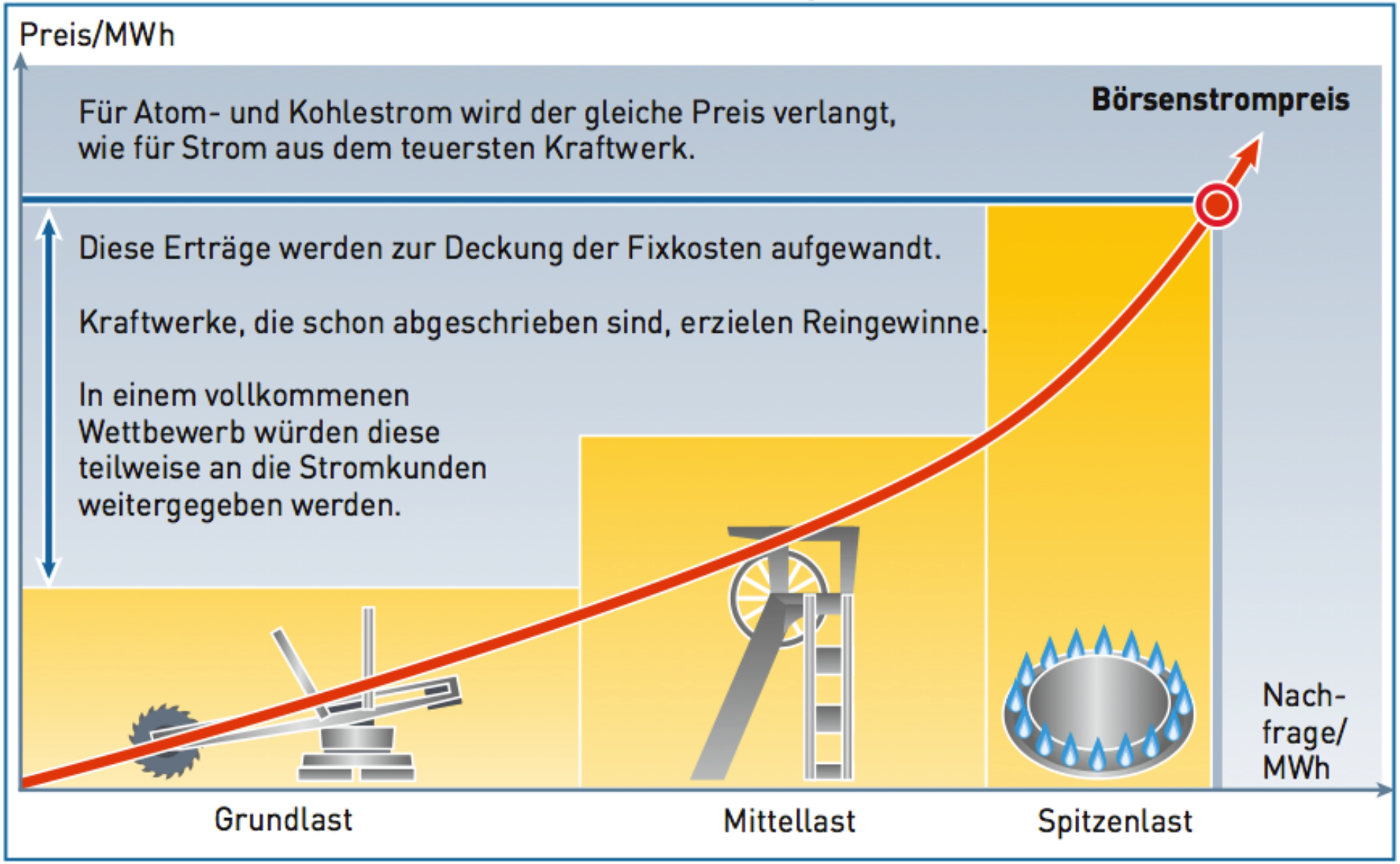
Kosten des Ausbaus Erneuerbarer Energien machen nur einen geringen Anteil am Bruttoproduktionswert des verarbeitenden Gewerbes aus.



Quellen: destatis, BAFA; Stand: 12/2010

Entstehung des Börsenstrompreises

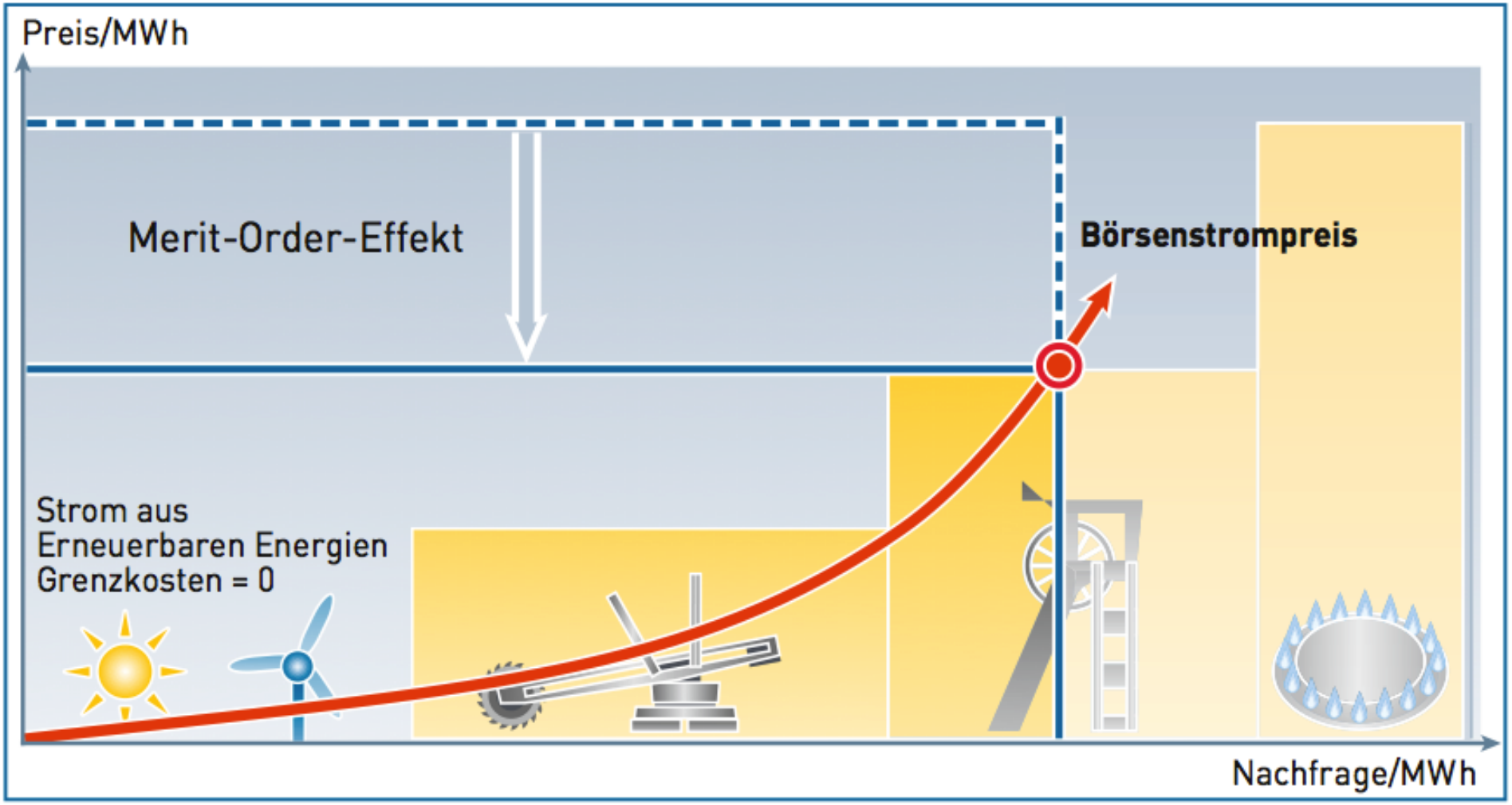
Das Grenzkraftwerk bestimmt den Börsenstrompreis



Quelle: AEE; Stand: 02/2011

Erneuerbare Energien senken den Börsenstrompreis

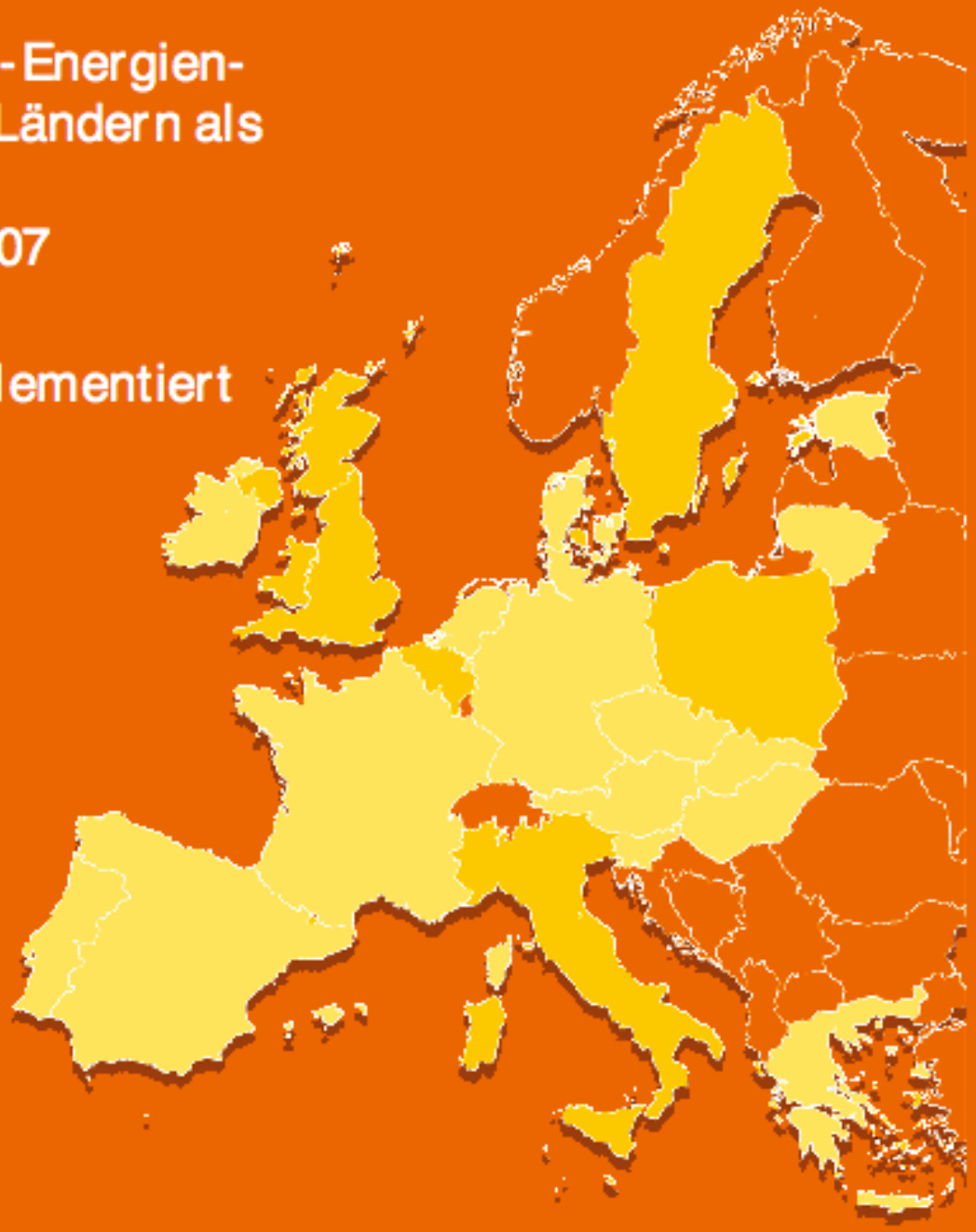
Der strompreisdämpfende Effekt der Erneuerbaren Energien (Merit-Order-Effekt) senkt den Börsenstrompreis



Quelle: AEE; Stand: 02/2011

Die meisten EU-Staaten setzen auf Einspeisevergütungen

Das deutsche Erneuerbare-Energien-Gesetz hat vielen anderen Ländern als Vorbild gedient.
Allein in der EU sind bis 2007 19 Fördermodelle mit Einspeisevergütungen implementiert worden.
Für ein Quotenmodell entschieden sich nur 5 Länder.



- Einspeisevergütung
- Quotenmodell

Quelle: BMU

Einspeisevergütungen, wie das deutsche Erneuerbare-Energie-Gesetz, haben sich weltweit als Fördersystem durchgesetzt.

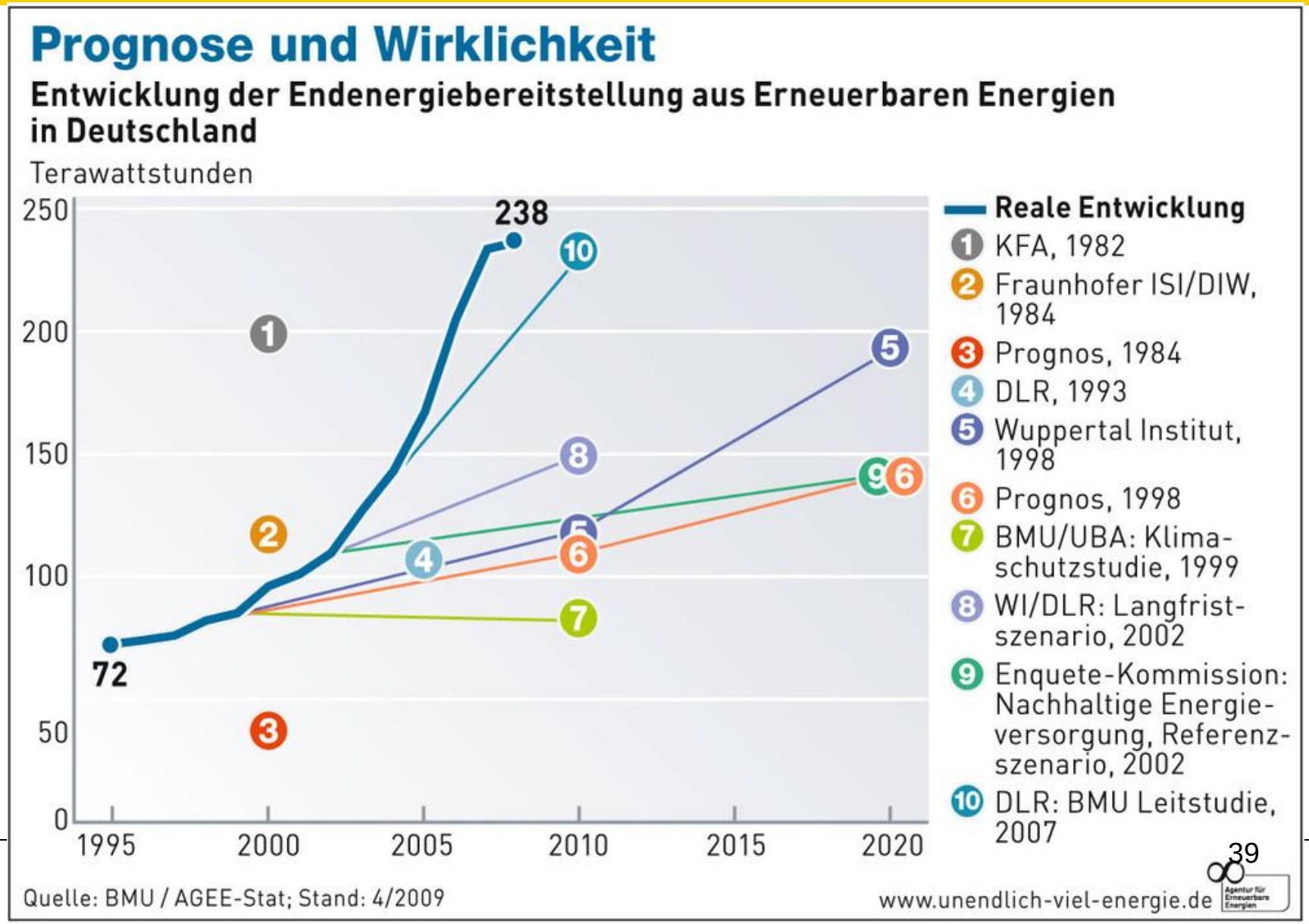
Das EEG hat sich zum internationalen Vorbild und Wegbereiter für die Förderung Erneuerbarer Energien entwickelt. Über 37 Länder weltweit nutzen Förderinstrumnete mit Einspeisegesetzen.

Quelle: REN21

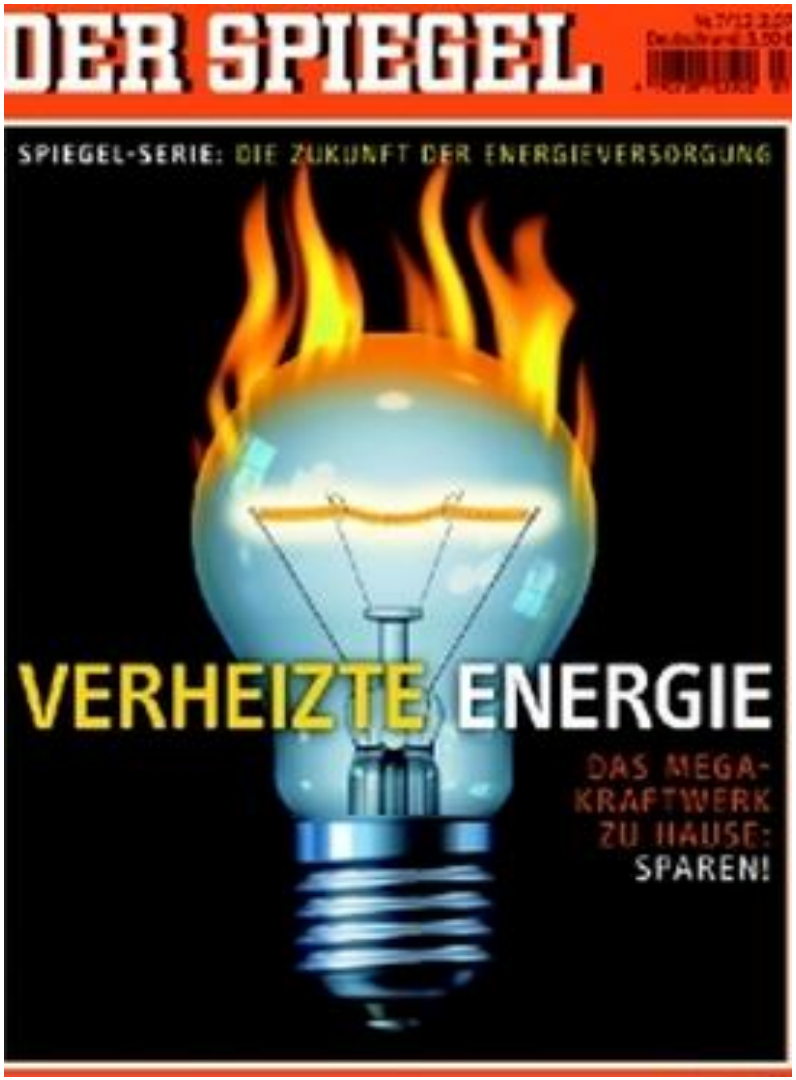
Fazit zum EEG: Ein Erfolgsmodell

- Die Einspeisevergütung ist das erfolgreichste Modell für die Förderung der Erneuerbaren Energien und einer nachhaltigen Energiewirtschaft.
- Durch feste Einspeisevergütungen konnte im letzten Jahrzehnt in Deutschland ein massiver Ausbau der Erneuerbare-Energien-Kapazitäten erfolgen, mit moderaten Auswirkungen auf die Strompreise.
- Das bürokratische britische Quotenmodell bremst das Wachstum und schützt die Marktherrschaft der etablierten Stromkonzerne.
- Das britische Quotenmodell hält die meisten Erneuerbare Energien eher von den Strommärkten fern. Es kommt zu Mitnahmeeffekten und viele Potenziale bleiben ungenutzt.
- Einspeisevergütungsmodelle können die Zielmarke von 20 Prozent EE-Strom bis 2020 in ganz Europa sicherstellen.

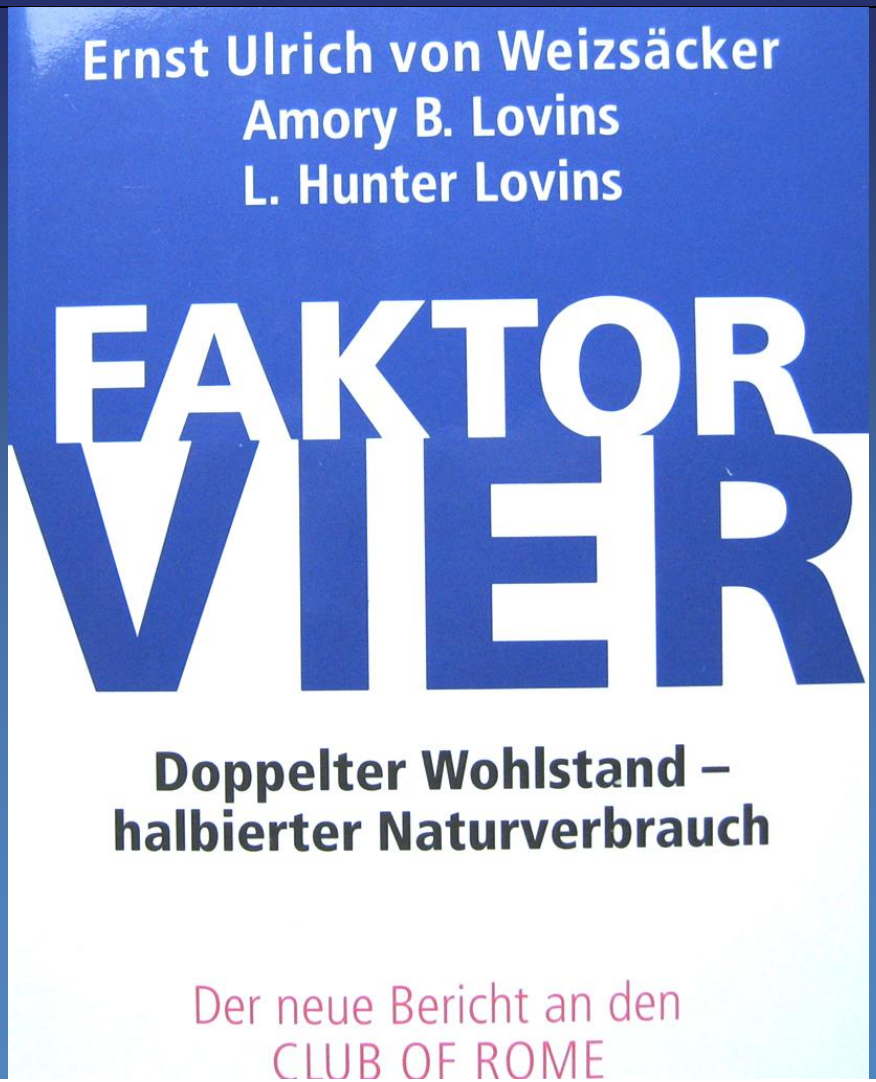
In der Vergangenheit sind die realisierbaren Entwicklungspfade zum Ausbau der Erneuerbaren Energien immer unterschätzt worden

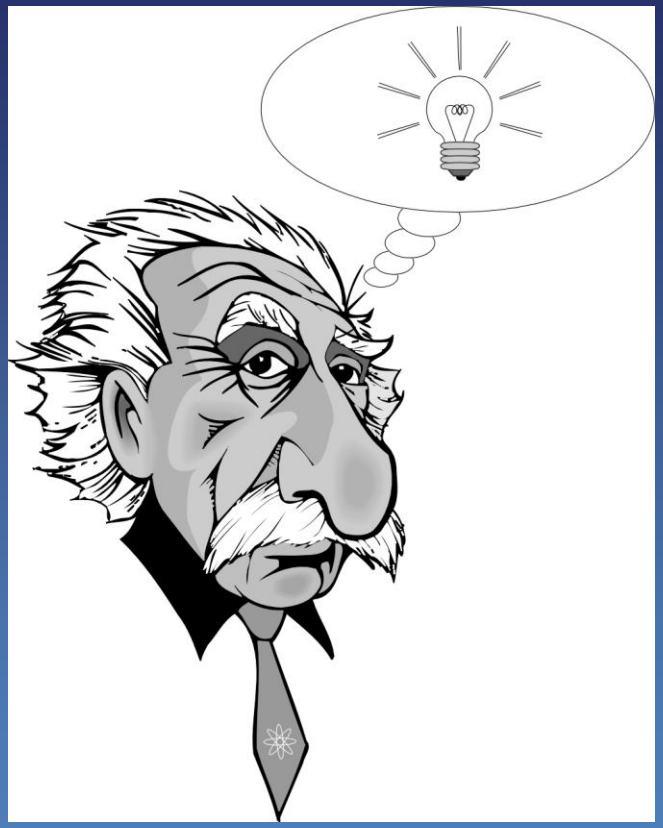


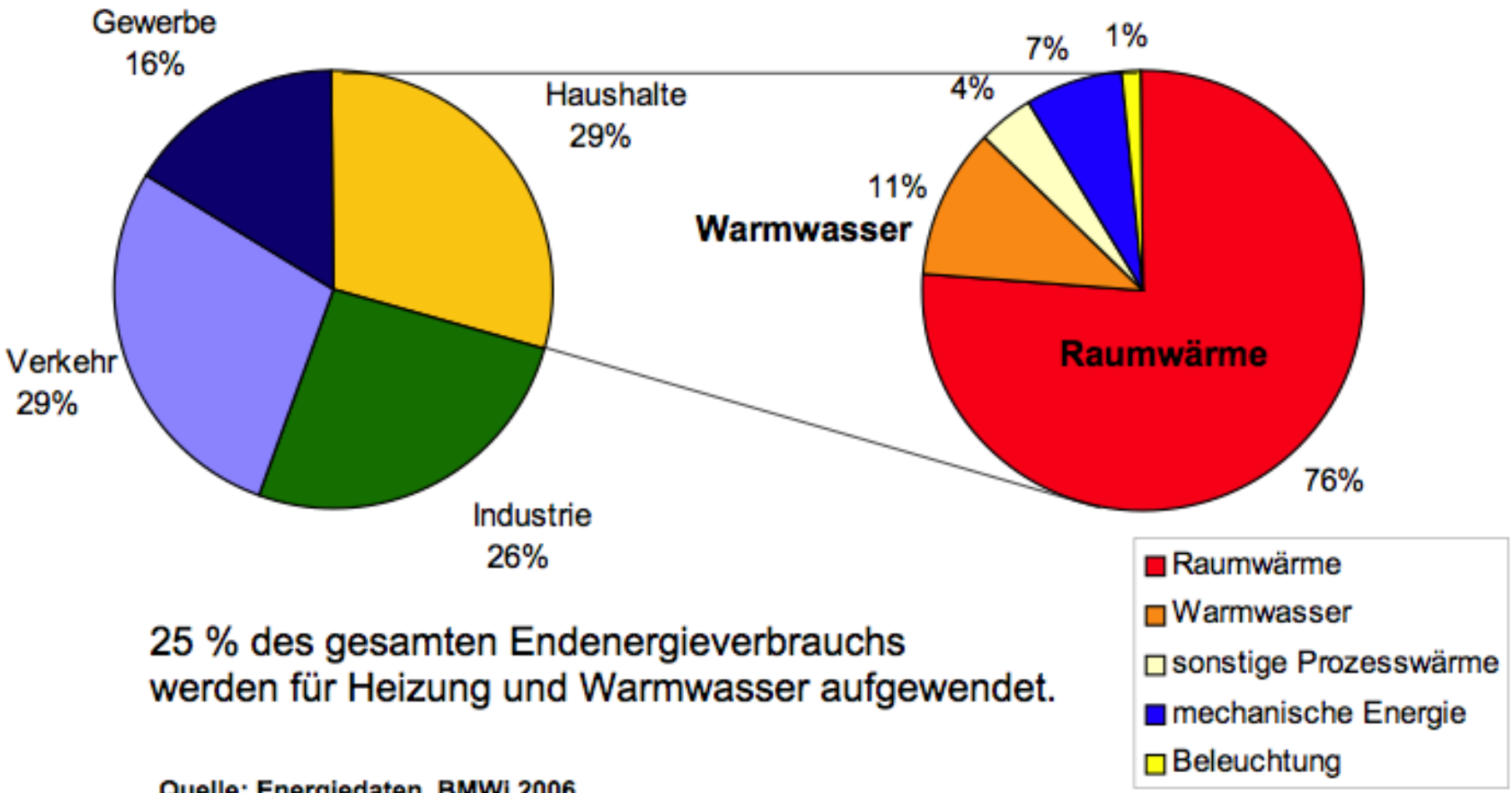
Es gibt keine Energiequelle, die so viele Energieprobleme lösen kann und so vernachlässigt wird, wie das Energiesparen!



Steigerung der Energieproduktivität



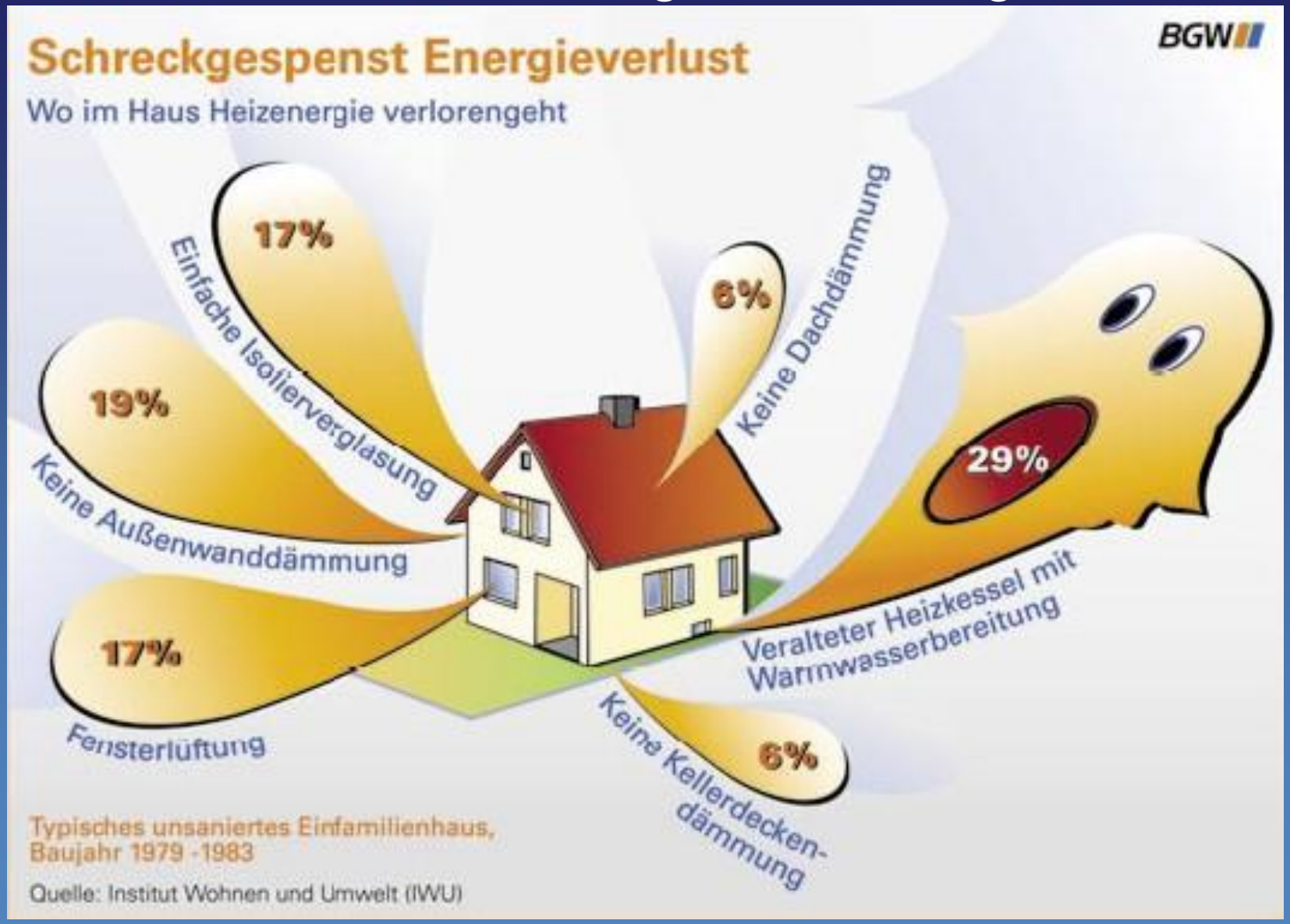




25 % des gesamten Endenergieverbrauchs werden für Heizung und Warmwasser aufgewendet.

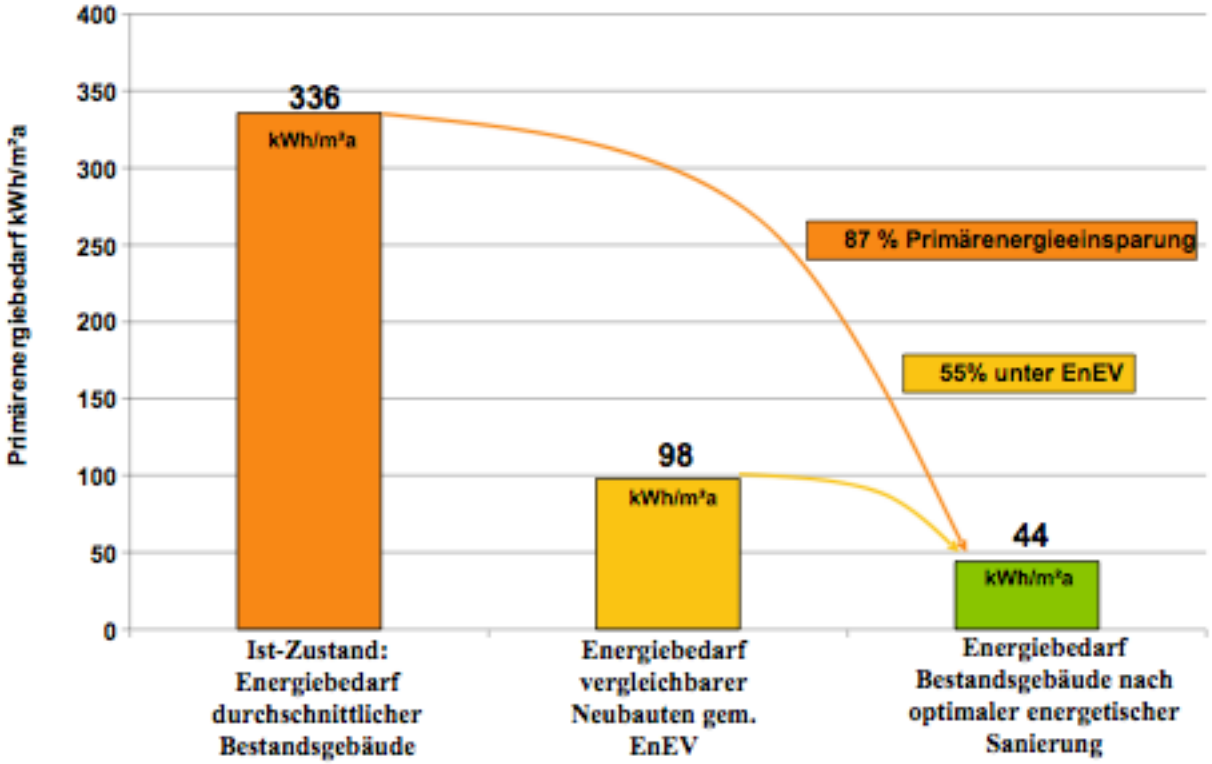
Quelle: Energiedaten, BMWi 2006

Mehr Wohnkomfort mit weniger Heizenergie



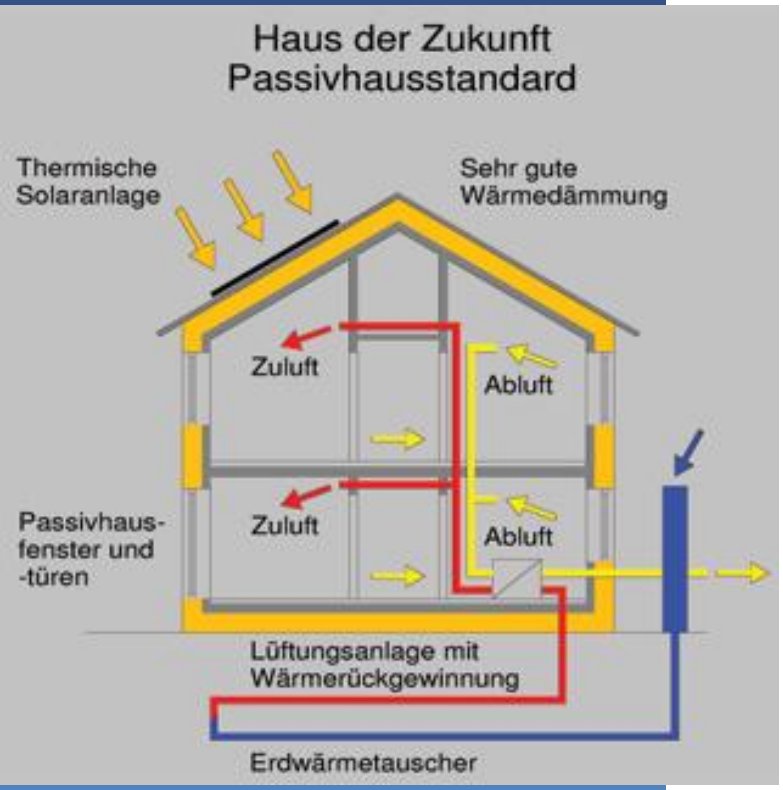
Energieeinsparung durch energetische Sanierung

Eine hocheffiziente Sanierung kann den Energiebedarf von Bestandsgebäuden um ca. 87% senken (Ergebnis der dena-Pilotprojekte „Niedrigenergiehaus im Bestand“).



Quelle: dena 2007

Das Passivhaus

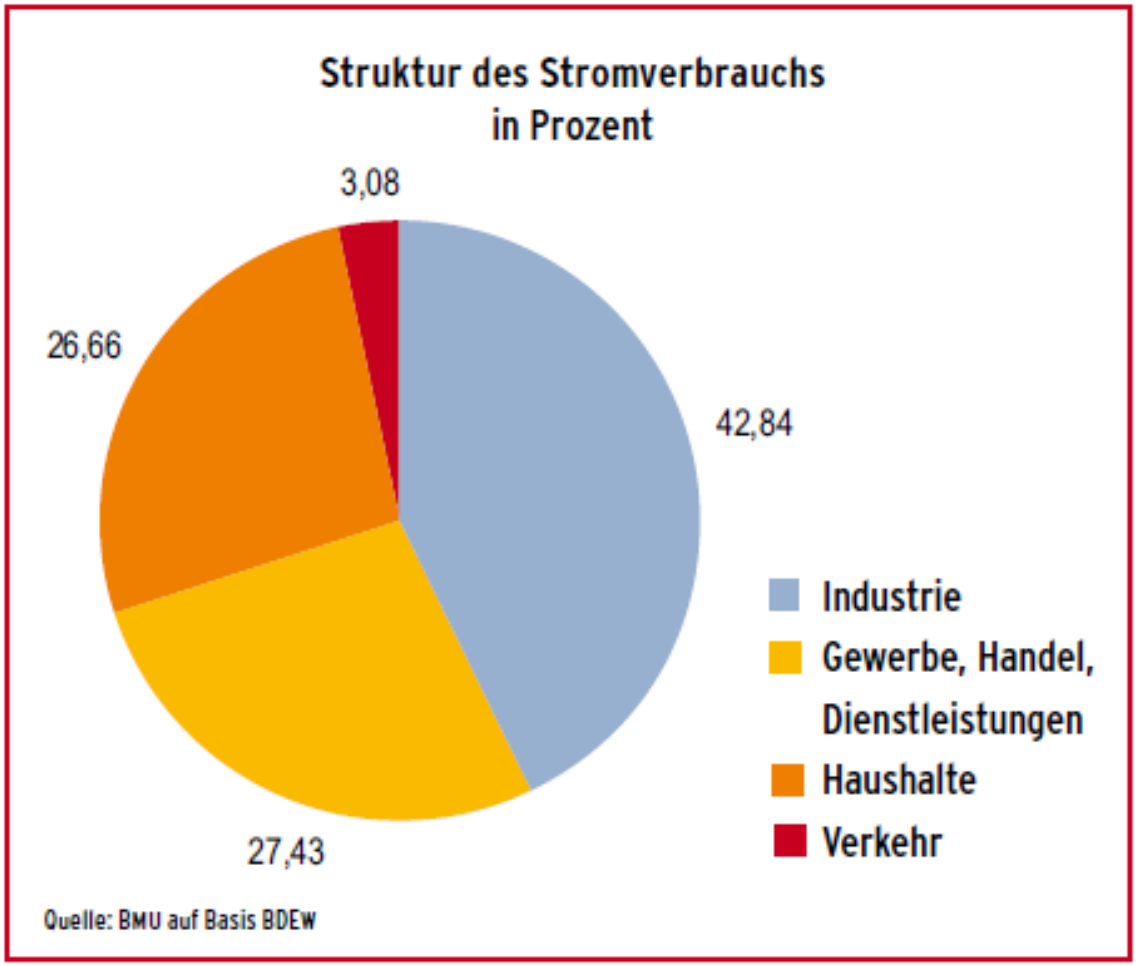


Große, sehr gut isolierende Südfenster	Hervorragende allgemeine Wärmedämmung	Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung
► erhöhen solare Gewinne	► verringert Wärme-verluste (Transmission)	► sorgt für Frischluft und recycelt die Wärme der Abluft

Fazit: Fast kein Heizwärmebedarf

Graphik aus: W. Witzel, D. Seifried: Das Solarbuch, Freiburg i. Br. 2000

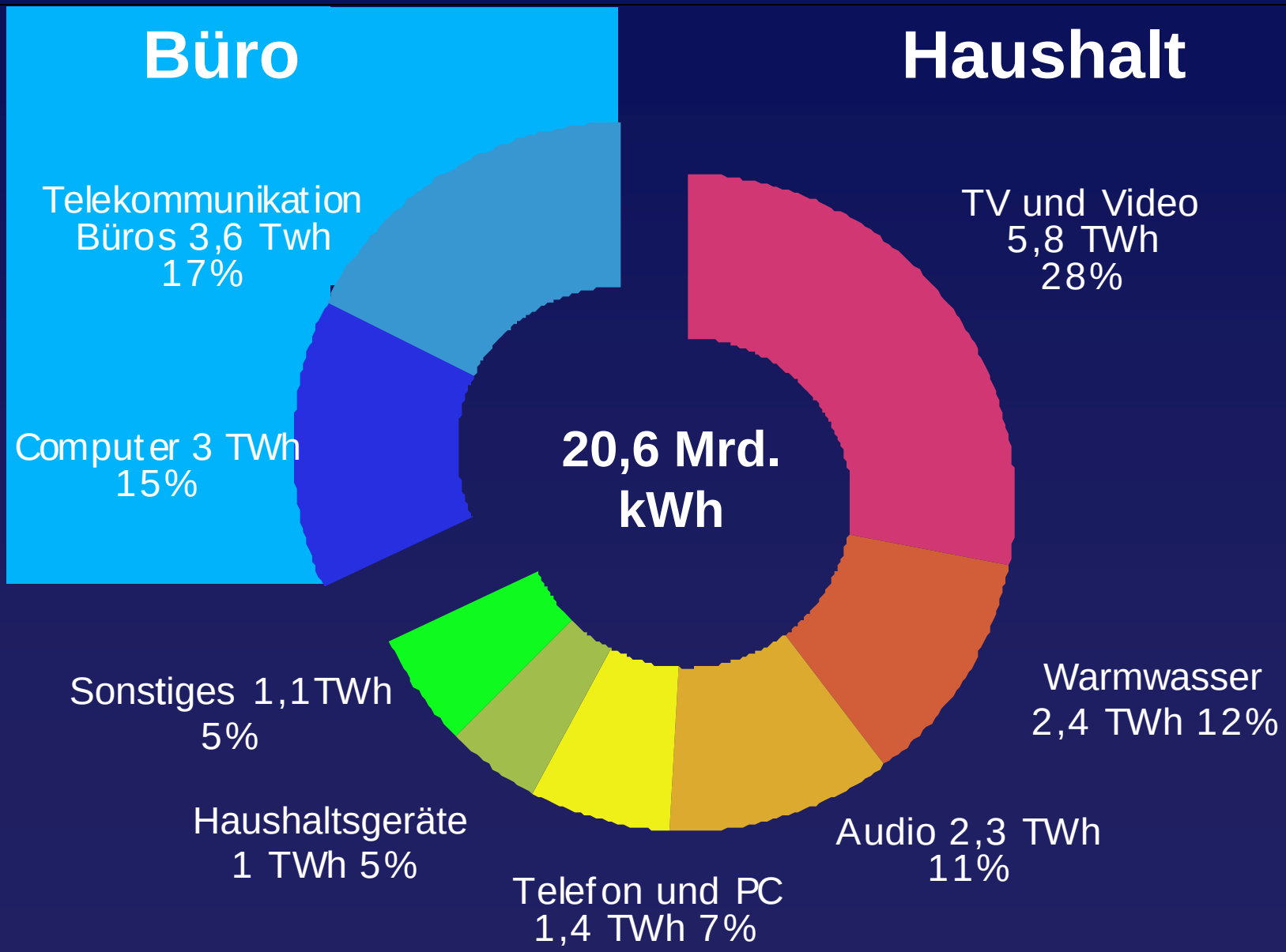
Die Stromverbraucher in Deutschland



2009: Stromverbrauch von insgesamt 512 Mrd. Kilowattstunden (kWh)

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Roadmap Energiepolitik 2020, Berlin 2009

Energieverluste durch Stand-by-Geräte in Deutschland



Wie viele Großkraftwerke sind in Deutschland notwendig,

um die Stand-by-Verluste zu erzeugen ?

Wo treten die Verluste auf?

Kampagnen für weniger Standby, z.B. mit Powersaver (Stand-by Sparboxen)

- IT-Technologie
- Musikanlage
- Fernseher
- Videorecorder
- DVD-Player
- Sat-Receiver
- Halogenlampen
- Ladegeräte
- ...

Stand-by-Verluste

20,6 Mrd. kWh/a

Einsparkraftwerk Umwälzpumpe

Alte Pumpen:

- Überdimensioniert
- schlechter Wirkungsgrad

Moderne Pumpen:

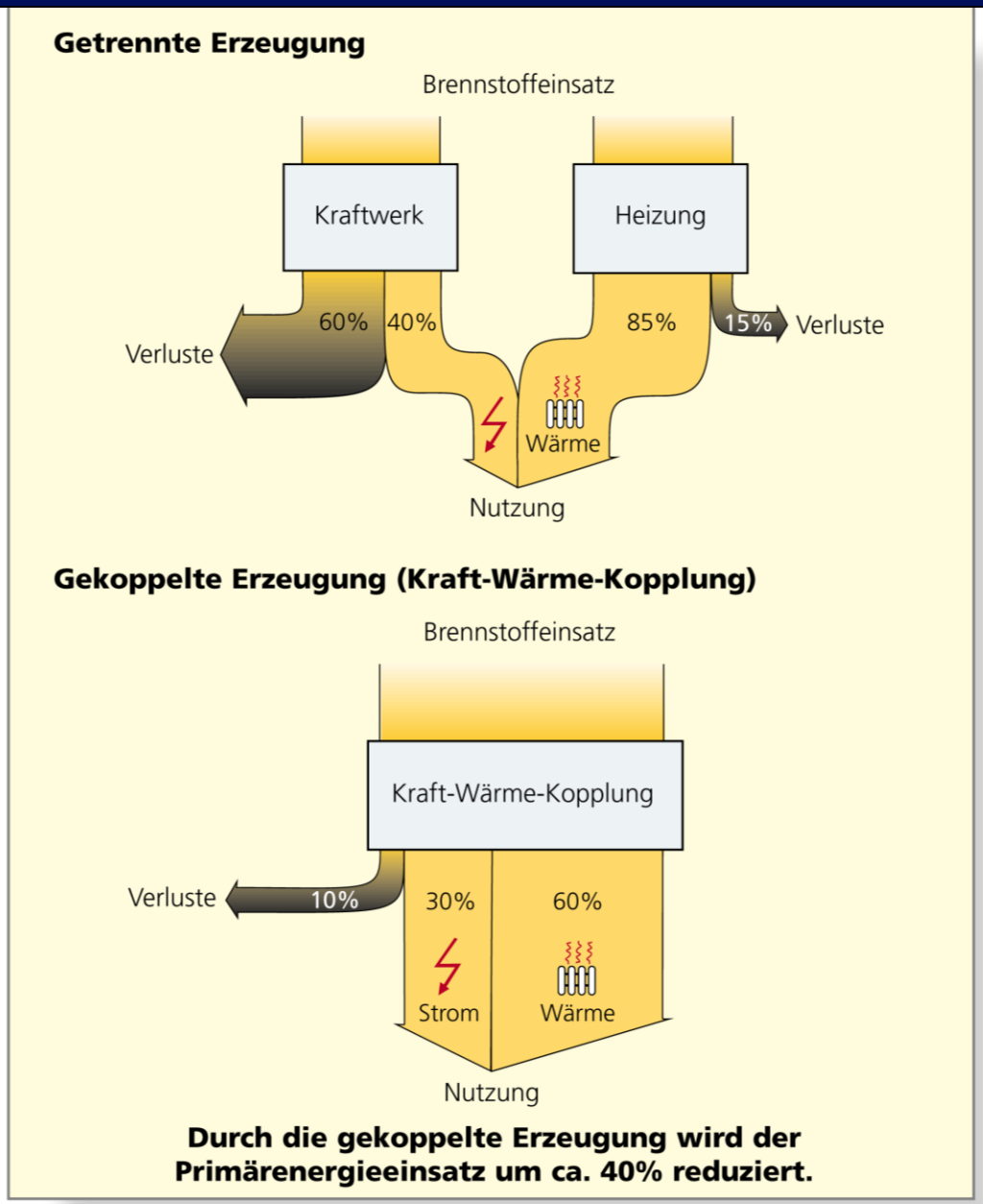
- Leistung: 5 bis 30 Watt statt 40 bis 80 Watt
- Wirkprinzip: Drehstrom-Synchronmotor mit Permanentmagnet-Rotor

Innovative Finanzierung: „Bürgercontracting“
Solar&Spar-Projekte in Schulen in NRW

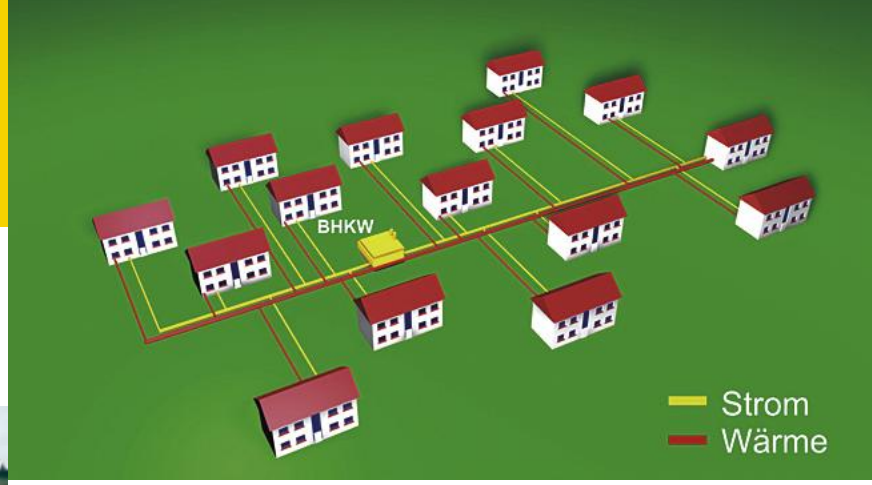
- **Ziel**
- Erprobung des „Bürgercontractings“;
- Kombination von Energieeinsparung (50% und mehr) mit Solarenergie
- **Ansatz**
- Vier Pilotprojekte (Engelskirchen, Emmerich, Köln, Gelsenkirchen):
- GmbH&Co. KG mit Bürgerkapital;
- Verträge mit Kommunen (14 bis 20 Jahre): Finanzierung aus eingesparten Kosten und EEG-Vergütung
- **Ergebnisse**
- Gesamtinvestition rd. 3 Mio. Euro;
- Bürgerkapital rd. 2 Mio. Euro;
- Renditeziel 5 bis 6 %,
  Ergebnisse bisher deutlich über Plan

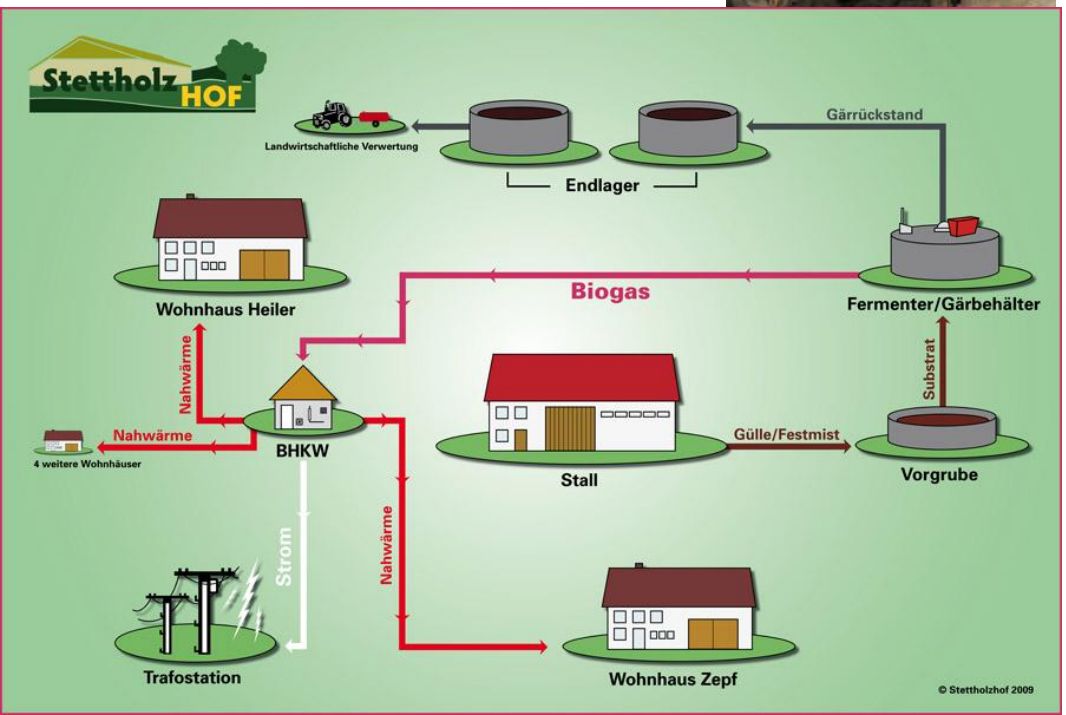
Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

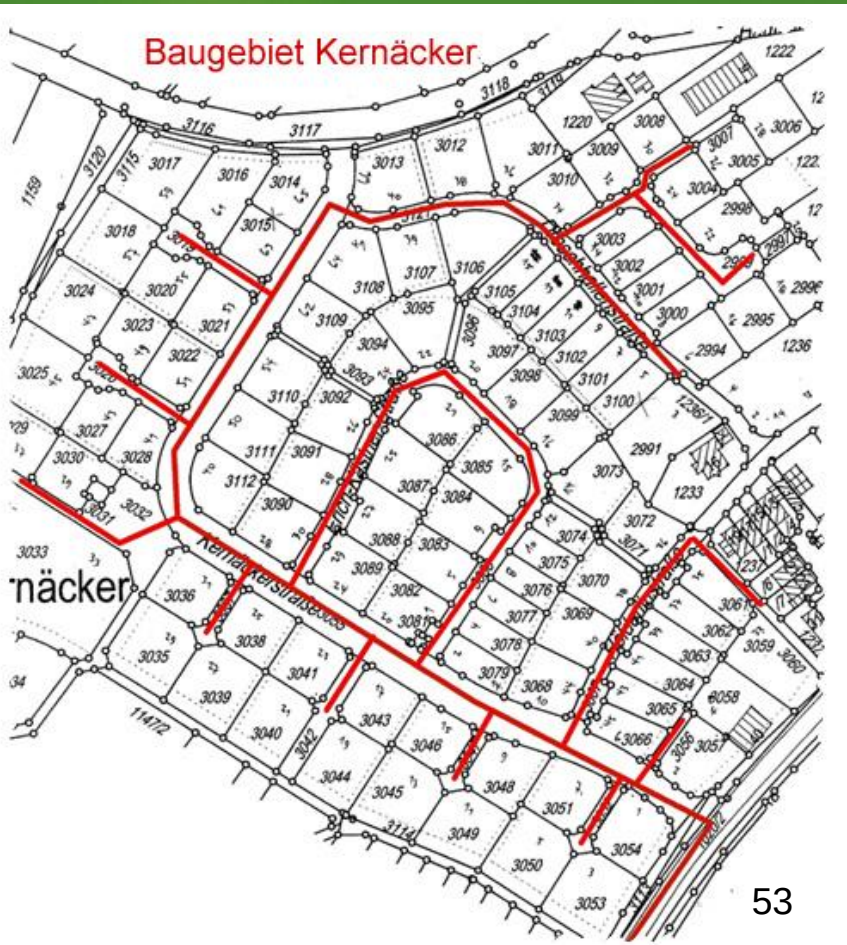
Kraftwerk Frimmersdorf:
in Grevenbroich ist eines der größten Braunkohlekraftwerke in Deutschland. Es verfügt über 14 Blöcke mit einer Gesamtleistung von 2.413 Megawatt (MW).



Nahwärmenetze auf der Basis dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung

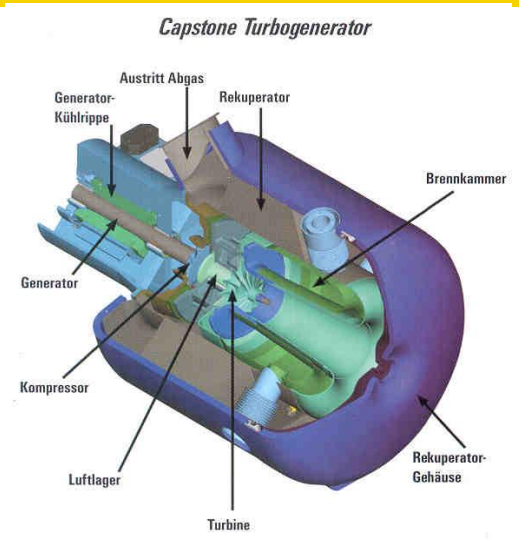






Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung
Bandbreite der Optionen

- **Erprobte Technologien**
- Gasturbinen
- Dampfturbinen
- GuD-Anlagen
- Motor-BHKW



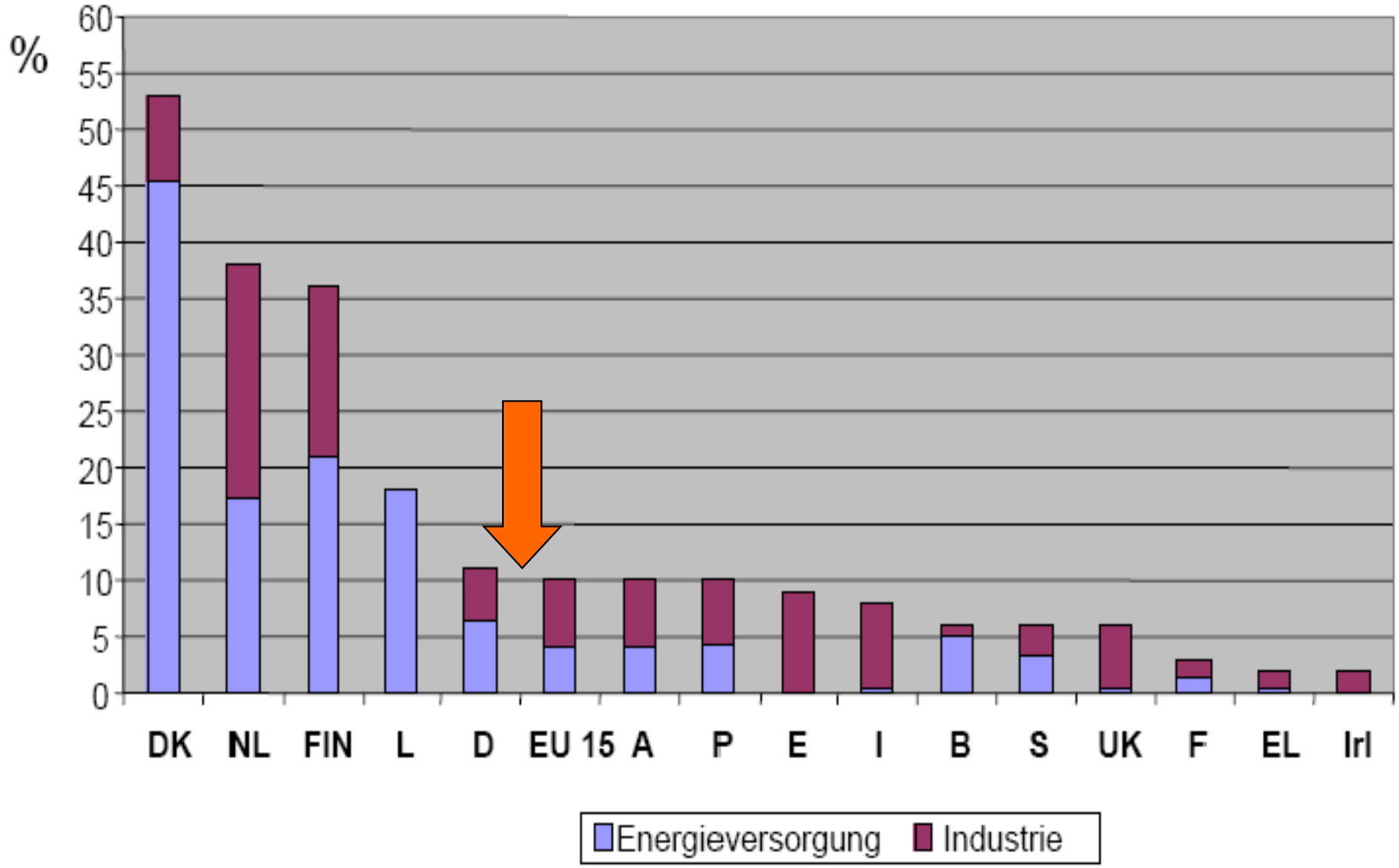
250 kW_{el} Hot Module (MTU)

- **„Neue“ Technologien**
- Mikro-Gasturbinen
- Dampfmotoren
- Stirling
- Brennstoffzelle

SenerTec Dachs
5,5 kW_{el}
12,5 kW_{th}

800 kW_{el} Dampfturbinenrotor (P. Brotherhood Ltd.)

KWK-Stromerzeugung in der EU im Jahr 2000

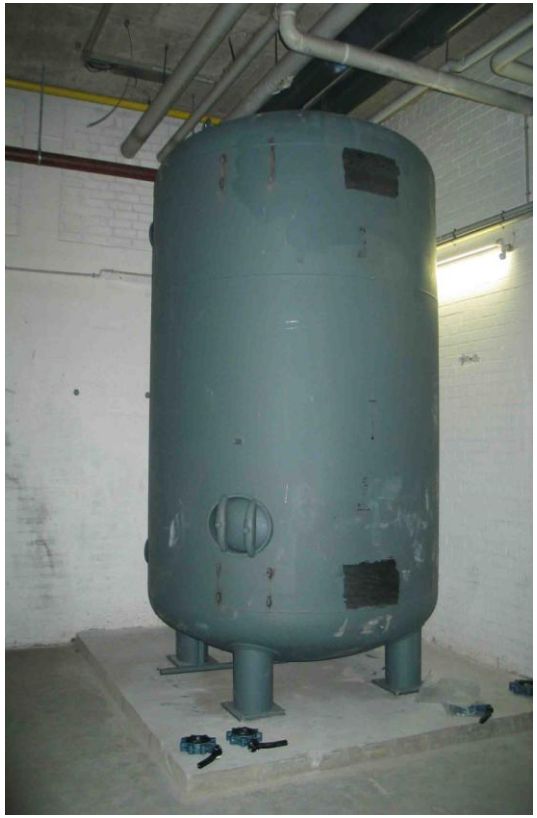


Quelle: EUROSTAT 12 / 2003

Dezentralisierung in Dänemark

Quelle: Leprich u.a. 2006

Betrieb eines BHKW an der Europaschule Köln



Ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk im Keller der Europa-Schule stellt mit einer elektrischen Leistung von 50 Kilowatt Strom und Wärme zur Verfügung. Ein danebenstehender Heißwasser-Speicher (Fassungsvermögen von 14.000 Litern) sorgt für eine optimalere Betriebsführung.

Die Zukunft der Energieversorgung ist effizient, dezentral, erneuerbar und atomstromfrei

Herausforderungen der Zukunft bieten für Energieversorger viele Chancen:

- Atomausstieg verbessert die Ausbau- und Realisierungs-Chancen für Effizienz, Erneuerbare und dezentrale KWK
- Klimaschutz- und Energiewende-Maßnahmen als lukratives Geschäftsfeld – als nachhaltige Wertschöpfungskette
- Umweltrendite regenerativer Strom- und Wärmeerzeugung zahlt sich künftig noch stärker aus
- Politischer Stellenwert von Klimaschutz wird weiterhin angesteigen
- Energieversorger positionieren sich als pro-aktive Gestalter der Energiewende und als wichtigste kommunale Klimaschutzakteure

Fazit und Ausblick (I)

Perspektiven für Energieversorger zur Sicherung der dezentralen Energieversorgung

- Qualitätswettbewerb statt Preiswettbewerb
- Beiträge fürs örtliche Gemeinwohl („Public Value“) statt für private Kapitalgeber („Shareholder Value“)
- Qualitätsdienstleistungen zu konkurrenzfähigen Preisen
- Partner für innovative Lösungen bei lokalen Unternehmen
- Weiterentwicklung zum „Infrastruktur-Dienstleister der Zukunft“ mit hoher lokaler Problemlösungskompetenz
- Qualitätssicherung und Kostensenkung durch Erschließung von Synergien zwischen Energie, Abfall, Wasser/Abwasser

Fazit und Ausblick (II)

Perspektiven für Klimaschutz, Wirtschaft und Arbeitsplätze in Deutschland

Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz schafft

- hohe Beiträge zur CO_2-Reduktion
- neue Zukunftsmärkte (national und international) und Geschäftsfelder für Handel, Dienstleister, Gewerbe, Handwerk und Industrie
- mittel- und langfristig erhöhte Wettbewerbsfähigkeit für deutsche Unternehmen im Rahmen einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Entwicklung
- Hohe Arbeitsplatzeffekte und Impulse für örtliche und regionale Wertschöpfung

Fazit und Ausblick (III):

Energiewende in Deutschland

Eine Sonnenenergie- und Einsparwirtschaft ist möglich
Unternehmen können sich den Herausforderungen pro-aktiv stellen und die gegebenen Chancen nutzen:

- Regenerative Energien
- Einsparpotenziale
- Kraft-Wärme-Kopplung

Dezentrale Stromerzeuger als Haupt-Akteure und Vorreiter in Sachen kommunaler Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Rahmen einer dezentralen Energieversorgung

Fazit und Ausblick (IV):

Energiewende in Deutschland

Am Ende wird alles gut. **Wenn es nicht gut** wird, ist es noch **nicht das Ende**.

Oscar Wilde

Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Energiewende mit Erneuerbaren Energien und Effizienz

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!