

# Wie kann die Energiewende gelingen? Ein Überblick über Chancen und Risiken

Prof. Dr. Andreas Löschel  
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)  
und Universität Heidelberg

Erstes Energiewendefrühstück der E-Control, 29. Oktober 2012

# Entwicklungen in der deutschen Energiepolitik

Ende der 1990er Jahre: Fundamentale Entscheidung für ein Energiesystem basierend auf erneuerbaren Energien

2007: Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP)

2010: Energiekonzept

2011: Beschleunigte Umsetzung des Energiekonzeptes

# Energiekonzept



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

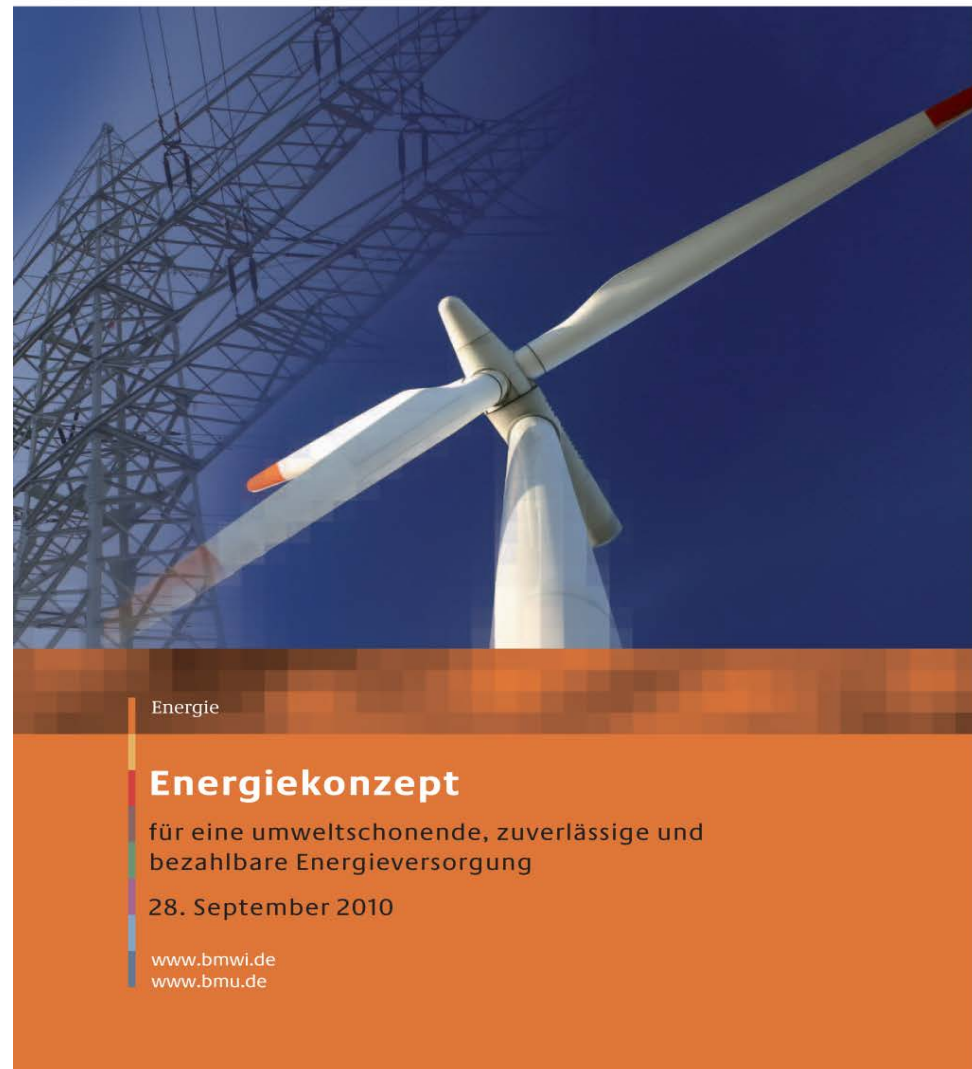
Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



Energiekonzept vom 28.9.2010:

*„Die Sicherstellung einer **zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung** ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. [...]*

*Die Bundesregierung wird auf Grundlage eines **wissenschaftlich fundierten Monitoring** ermitteln, ob sich der tatsächliche Fortschritt im Korridor des oben beschriebenen Entwicklungspfads bewegt.“*



# Ziele der deutschen Energie- und Klimapolitik

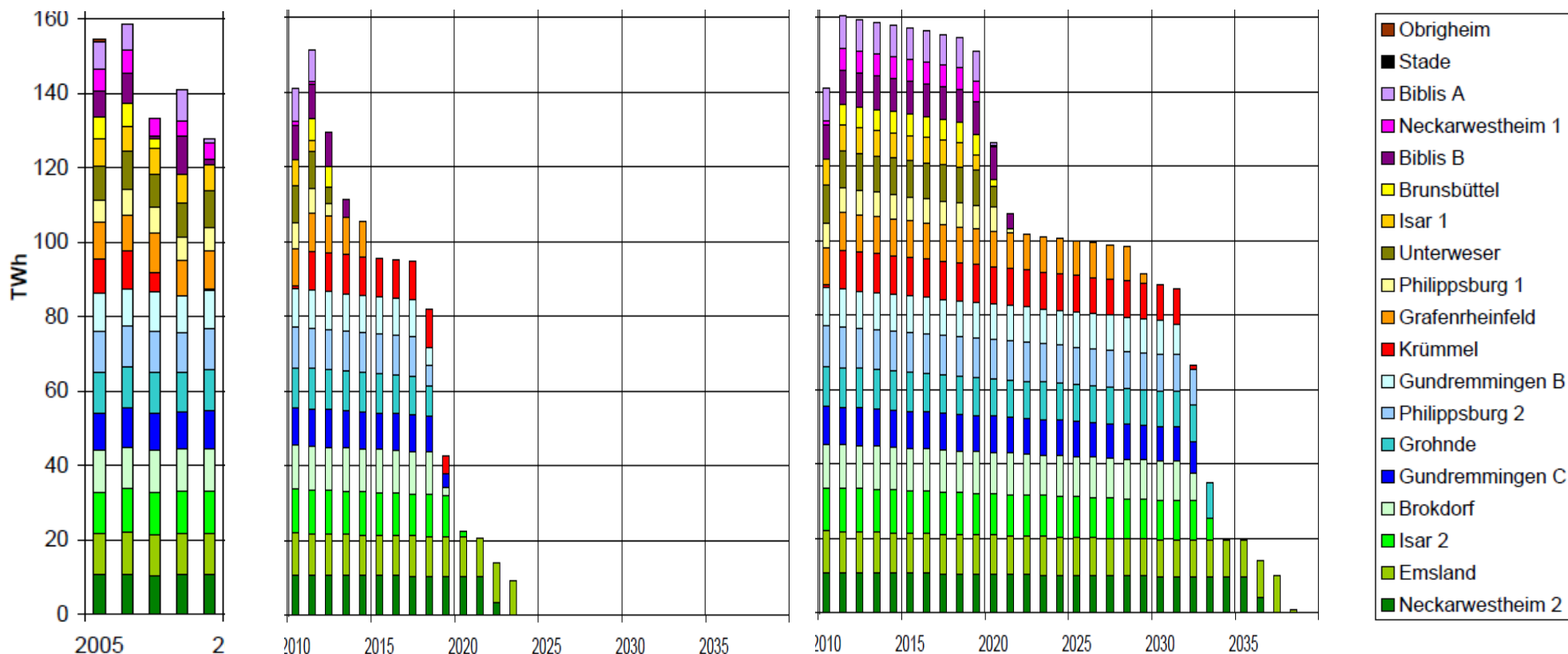
	Ausgangslage	Zielvorgaben			
	2010	2020	2030	2040	2050
	Veränderungen in %:				
<b>THG-Emissionen ggü. 1990</b>	-23	-40	-55	-70	-80
<b>Primärenergieverbrauch ggü. 2008</b>	-1	-20	-	-	-50
<b>Stromverbrauch ggü. 2008</b>	-2	-10	-	-	-25
<b>Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich ggü. 2005</b>	-1	-10	-	-	-40
<b>Primärenergiebedarf vom Gebäuden</b>	-	-	-	-	- 80
	Anteile in %:				
<b>Erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch</b>	11	18	30	45	60
<b>Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch</b>	17	35	50	65	80
<b>Steigerung der Energieproduktivität pro Jahr</b>	1,84 % (1990-2008)	2,1 %			
<b>Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022</b>					
Quellen: AGEb, AGEE, BMU, Bundesregierung, UBA					

# Ausstieg, Verlängerung, Ausstieg

**2002** SPD / Grüne: Ausstieg 04/2002  
32 Jahre, bis 2021 (04/2002)

**2011** Ausstieg CDU/CSU/FDP 08/2011  
bis Ende 2022 (13. AtG-Novelle)

**2010** Verlängerung - Energiekonzept CDU/CSU/FDP 12/2010  
vor 1980 (7) +8 J, nach 1980 (10) +14 J (11. AtG-Novelle)

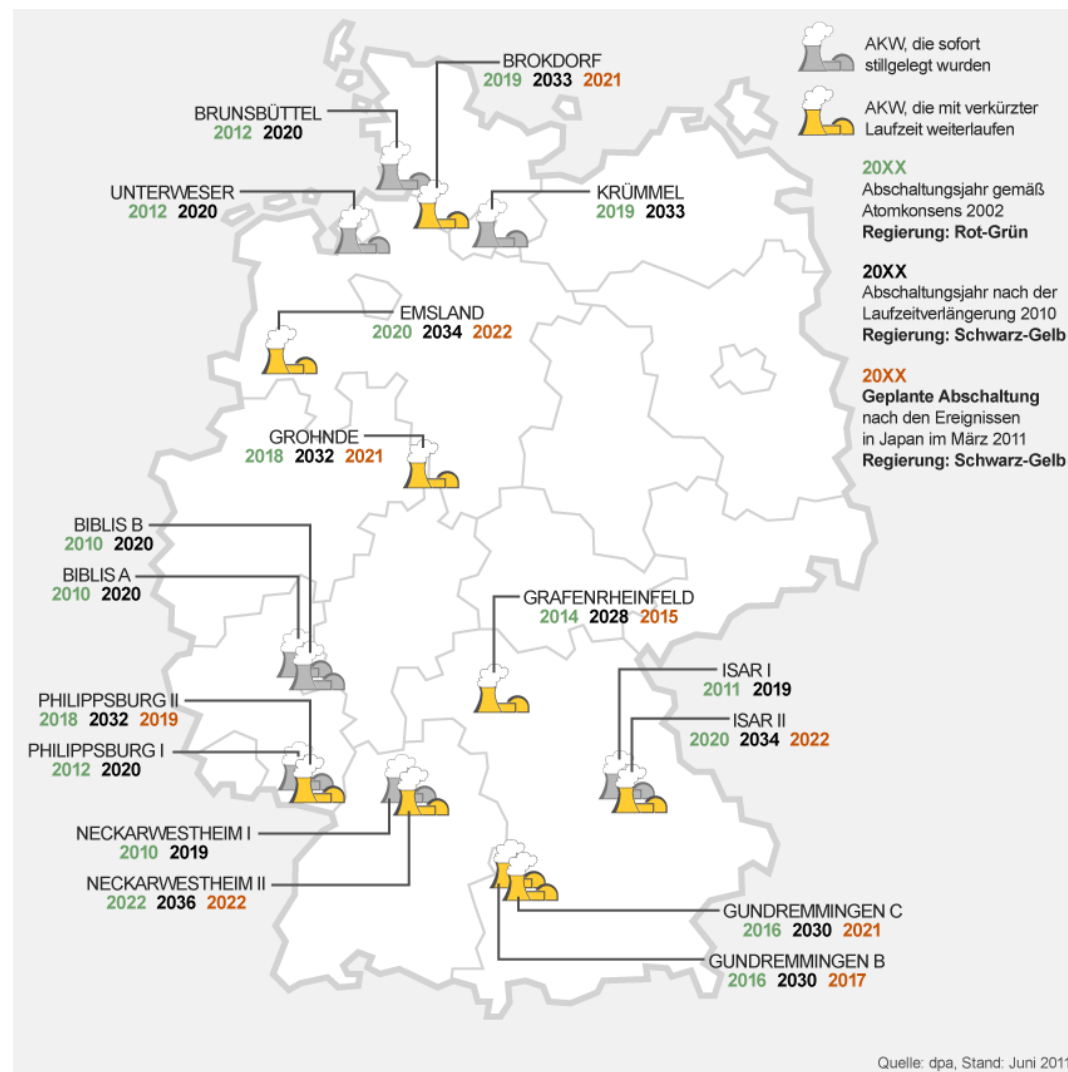


**Stromerzeugung aus Kernkraftwerken**

Source: Oeko-Institut (2011)

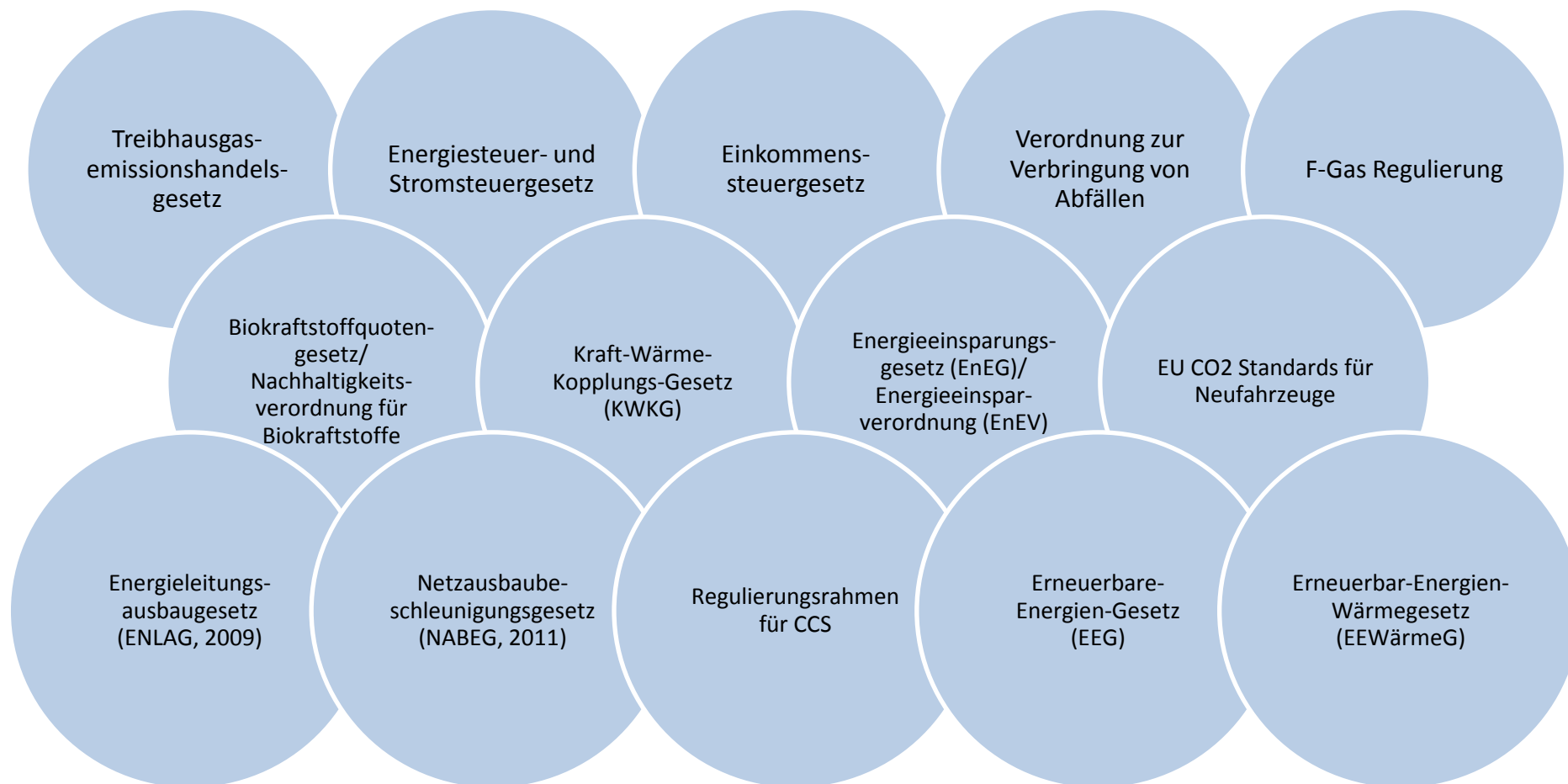
# Atomausstieg 2011

- sofortiges Moratorium (14.3.) mit Abschaltung der 7 ältesten Kraftwerke (+ Krümmel) nach Fukushima (11.3.)
- historisch: Kernkraftwerke und konventionelle Kraftwerke in der Nähe der Verbrauchszentren



# Energie- und klimapolitische Regulierung

Teil des Prozess der Energiewende ist die Einführung sowie Novellierung verschiedenster Regulierungsinstrumente → mehr als 100 Maßnahmen



# Haupthandlungsfelder

Erneuerbare  
Energien

Konventionelle  
Kraftwerke

Energiespeicher

Energieeffizienz

Energienetze

Energiepreise

Akzeptanz und  
Beteiligung

Forschung und  
Innovation

Monitoring und  
Institutionen



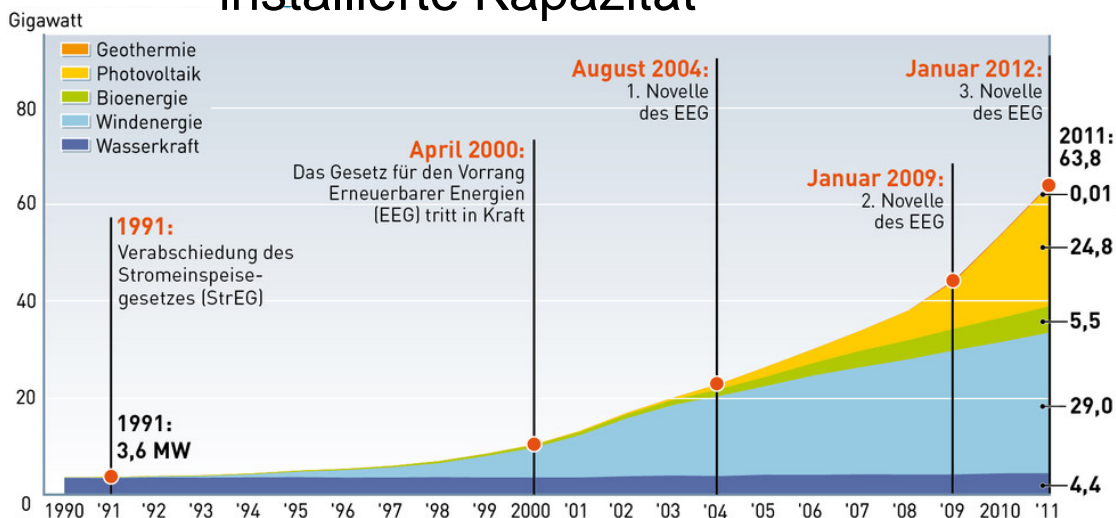
# Aktuelle Entwicklungen

- Abgeschaltete Kernkraftwerkskapazitäten wurden ersetzt durch
  - Stromimporte
  - Konventionelle Kraftwerke
  - Erneuerbare Energien
- Kein nichtbeherrschbarer Kapazitäts- bzw. Netzengpass eingetreten
  - regionale und temporäre Überkapazitäten bzw. Engpässe
  - Bundesnetzagentur sah die Situation zu einigen Zeitpunkten im Winter 2011/2012 als sehr angespannt
- Steigerung der Volatilitäten und des Preisdrucks auf den Erzeugungsmarkt
- Relativ niedrige CO<sub>2</sub> Preise nachteilig für die Energieerzeugung mit Gas, hingegen positiv für Kohlekraftwerke

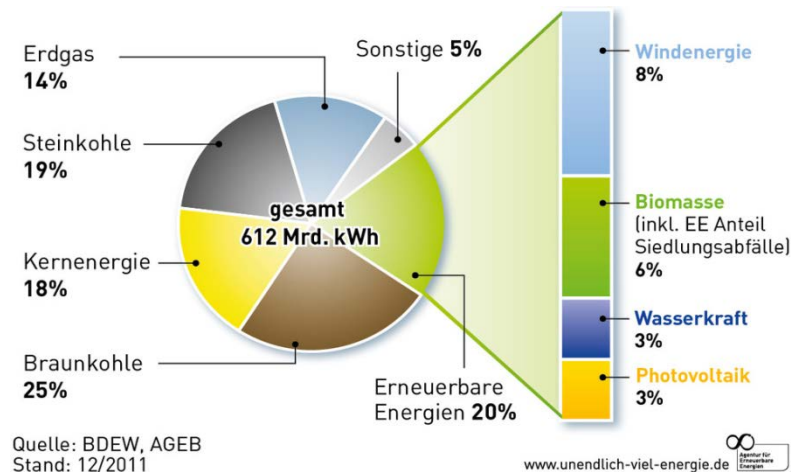
# Stromerzeugung in Deutschland

- Langfristige, technologieabhängige Einspeisevergütung mit Vorrang und Abnahmeverpflichtung
- starker Anstieg der installierten Kapazität von Erneuerbaren Energien von 20,5 GW (2004) auf 70 GW (2010) speziell im Norden Deutschlands: Wind (16 GW auf 29 GW) & PV (1 GW auf 17 GW 2010 + 7 GW 2011)
- Konventionelle Kapazität etwa 98 GW, Last 2011: max. 84 GW, min 36 GW

## installierte Kapazität

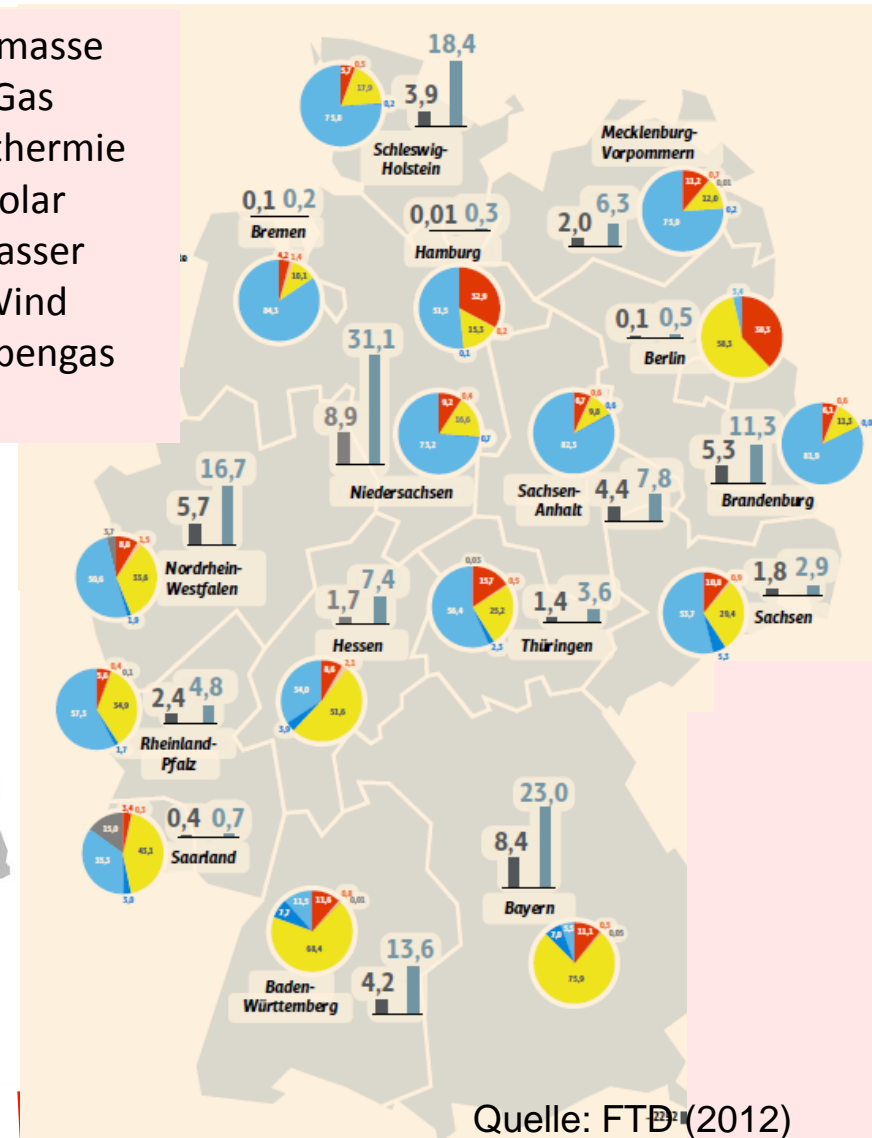
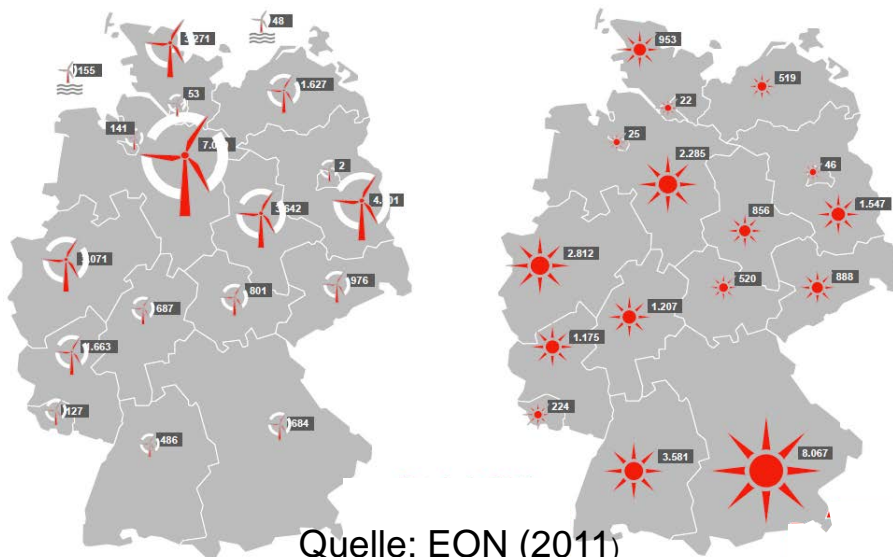


## Stromerzeugungsmix 2011



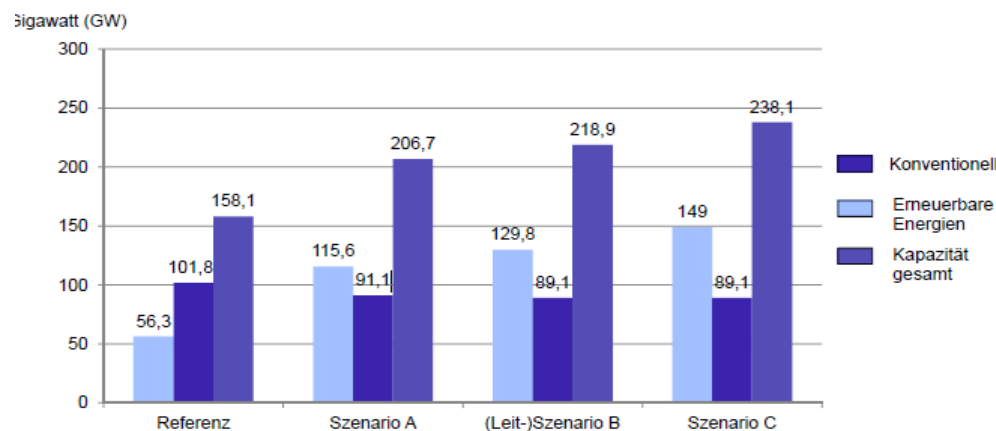
# Entwicklung der erneuerbaren Energien

- Anteil erneuerbarer Energien nimmt in allen Prognosen zu
- Kapazitäten, Erzeugung & Last fallen auseinander
- 16 Energiekonzepte
- EEG unabhängig vom Netz
- konventionelle Kraftwerke und Netze



# Stromnetze

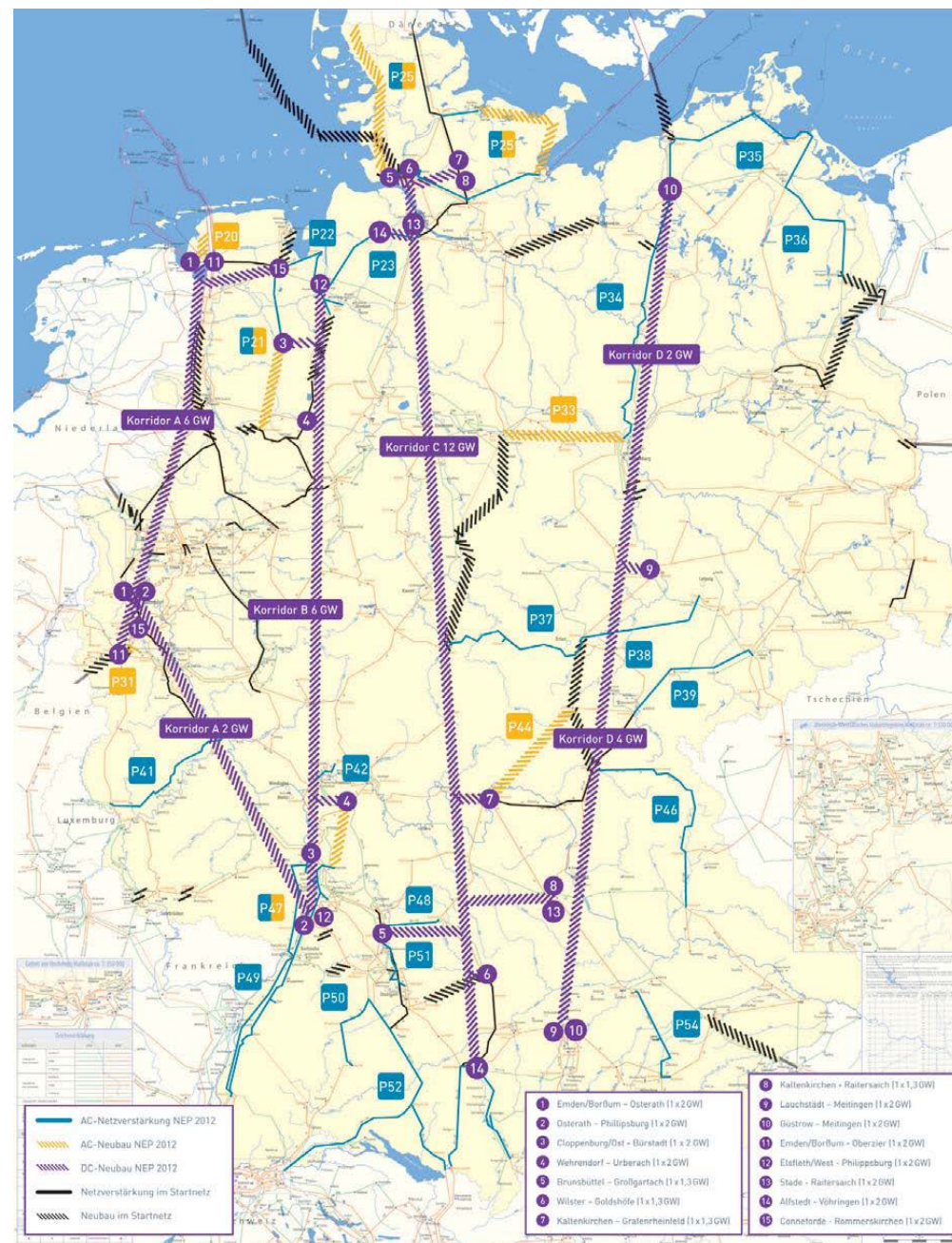
- Lokale und zeitliche Volatilität von Angebot und Nachfrage sowie Anstieg der durchschnittlichen Distanz → Netzausbau ist notwendig: Verteilnetzebene Netzintegration, Übertragungsnetzebene Transport N-S
- Energieleitungsausbaugesetz EnLAG (2009): 24 notwendige Projekte aber: von 1.800 km Leitungen erst etwa 200 km realisiert (+35 km in 2012), 2 in Betrieb (+2 in 2012), 16 Vorhaben im Genehmigungsverfahren, 15 mit Zeitverzug zwischen 1-5 Jahre, 50% in 2016
- Ablauf Netzausbaubeschleunigungsgesetz NABEG / Aufsicht BNetzA
  - ÜNB bestimmen auf Basis eines Szenariorahmens den Ausbaubedarf im Netzentwicklungsplan → Bundesbedarfsplan mit Leitungsvorhaben
  - Korridore (Bundesfachplanung), Planfeststellungsverfahren



Quelle: BNetzA (2012)

# Stromnetze

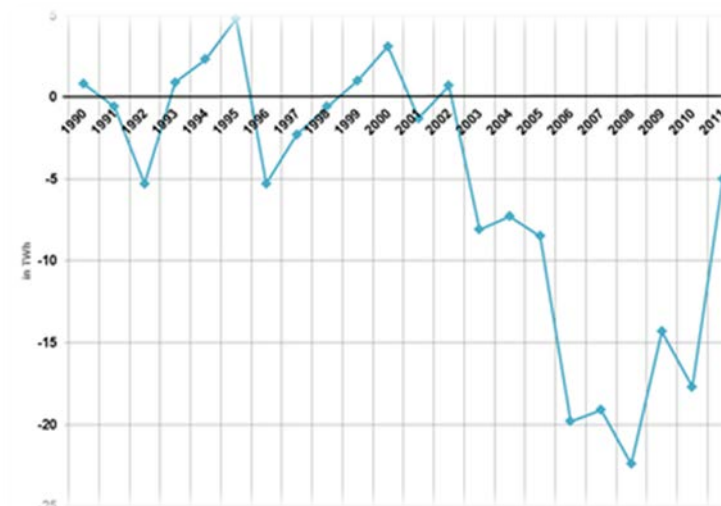
- Netzentwicklungsplan (NEP)
  - AC Neubau 1700 km
  - AC Netzverstärkung 2800 km
  - DC Neubau 2100 km
- Kosten etwa 20 Mrd. (1 GW Offshore, 1 Mrd. €)
- Netzausbaukosten minimieren durch Anreize
  - lastnahem Zubau
  - bedarfsgerechter Einsatzweise
  - Kuppelstellenausbau (Belastung Nachbarn)
- aber: Überschätzung ÜNB, Koordinierung, Akzeptanz, Verteilnetze!



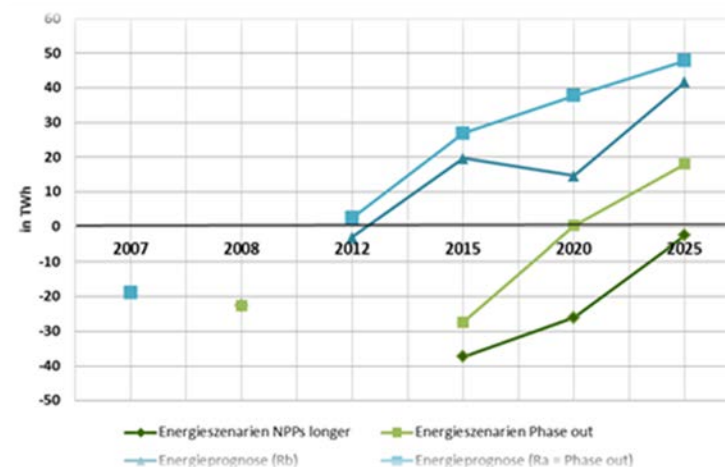
# Speicher / Importe

- Speichertechnologien noch nicht reif
  - Pumpspeicher nicht ausreichend
  - Batterien
  - Druckluft
  - Power to gas: Nutzung überschüssiger EEnergien - Umwandlung in Wasserstoff bzw. Methan, aber Wasserstofferzeugungskosten derzeit ca. 7-9 ct/kWh über Erdgas (Marktpreis ~3 ct/kWh)
- Stromimporte steigen an

## Nettostromimporte

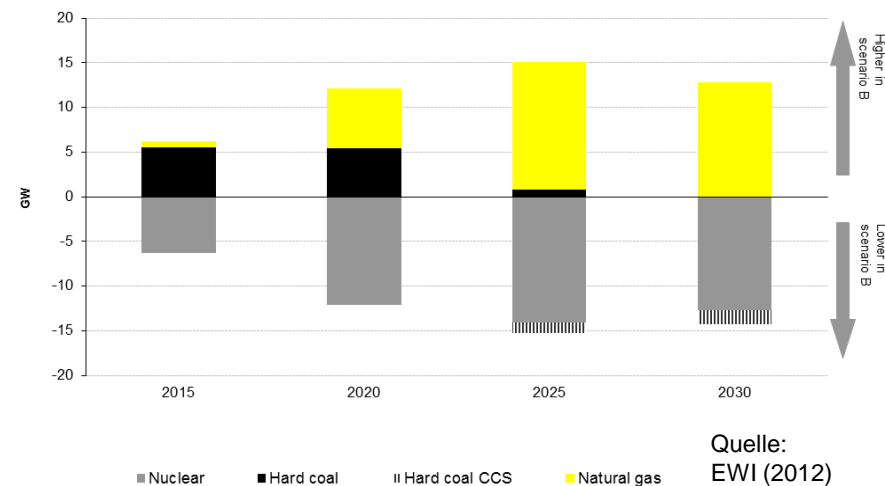
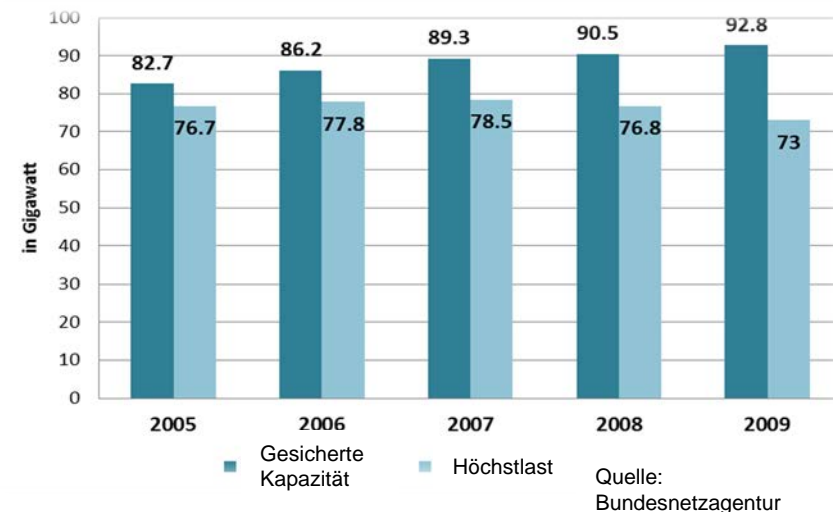


Quelle: AGEB,



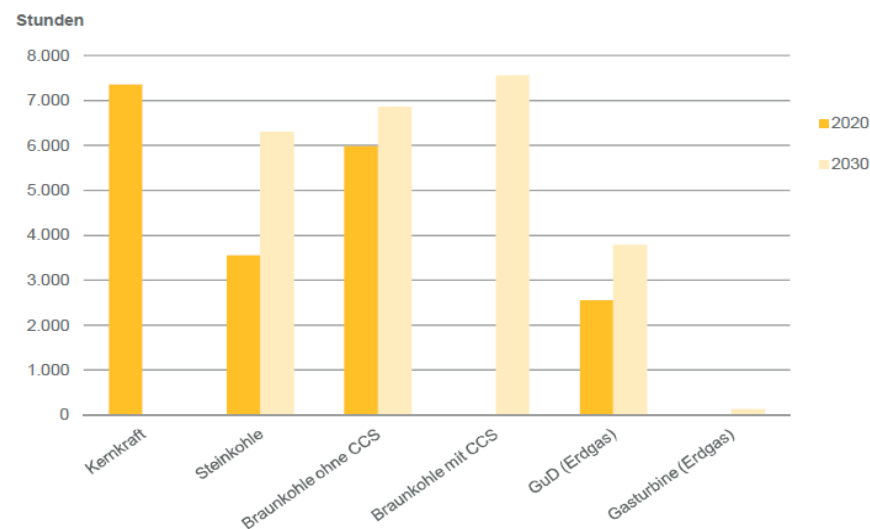
# Konventioneller Kraftwerkspark

- flexible Backup-Reserve dringend erforderlich (großer Gradient, teilw. kein Beitrag, keine Speicher)
- ausreichende Kapazitäten bis 2020: Überkapazitäten vor Liberalisierung, im Bau 13 GW
- Versorgungssicherheit teilw. problematisch
- Reservekapazitäten von Kaltreservekraftwerke für Notfall kontrahiert: mindestens 2.150 MW
- Kraftwerksstilllegungen künftig 12 Monate vorher angezeigt werden - kann untersagt werden; Belieferung systemrelevanter Gaskraftwerke gesichert



# Konventioneller Kraftwerkspark

- zukünftig: durch Einnahmenstruktur auf Basis von Grenzkosten geringer werdender Anreize für Investitionen → konventionelle Kraftwerke laufen nur wenige Stunden jährlich (<2000)
- Kapazitätsmärkte bzw. Investitionskostenzuschüsse zur Sicherung von ausreichend Kapazitäten
- aber: Gefahr von Überkapazitäten, Regulierungsspirale → bis 2015 lösen, EEG mitdenken

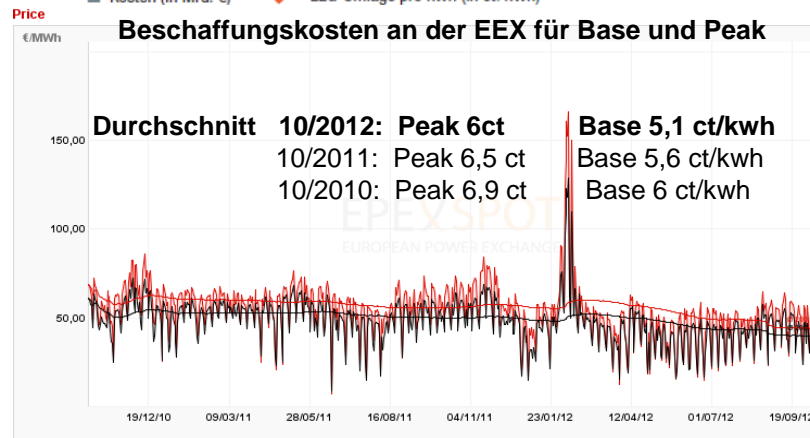
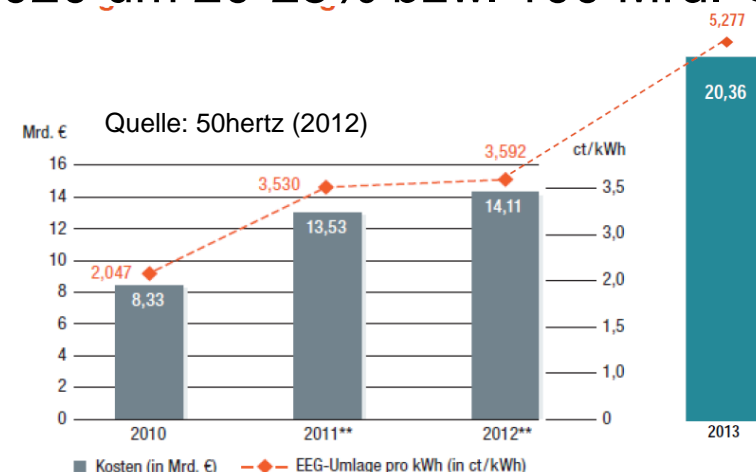


Quelle: EWI (2012)



# Kosten der Erneuerbaren Energien

- Kosten des EEG
  - EEG verteuert Strom für Endkunden bis 2020 um 20-25% bzw. 100 Mrd. €
  - Merit Order Effekt (aber Differenzkosten)
- durch hohen Anteil und schnellen Zubau sind Netzausbau sowie Ausbau von Speichern notwendig → Kosten
  - Eingriffe der Netzbetreiber – Redispatch
  - Transport der Energie von Erzeugern zu Verbrauchern und in Europa → Netzentgelte steigen (0,8 ct)
  - Reserven, Nachfrageflex.(fkt.) /Speicher
- Offshore Windenergie
  - Koordinationsprobleme, Unsicherheit
  - Investitions(/EK)-, Technologieprobleme



# Strompreise

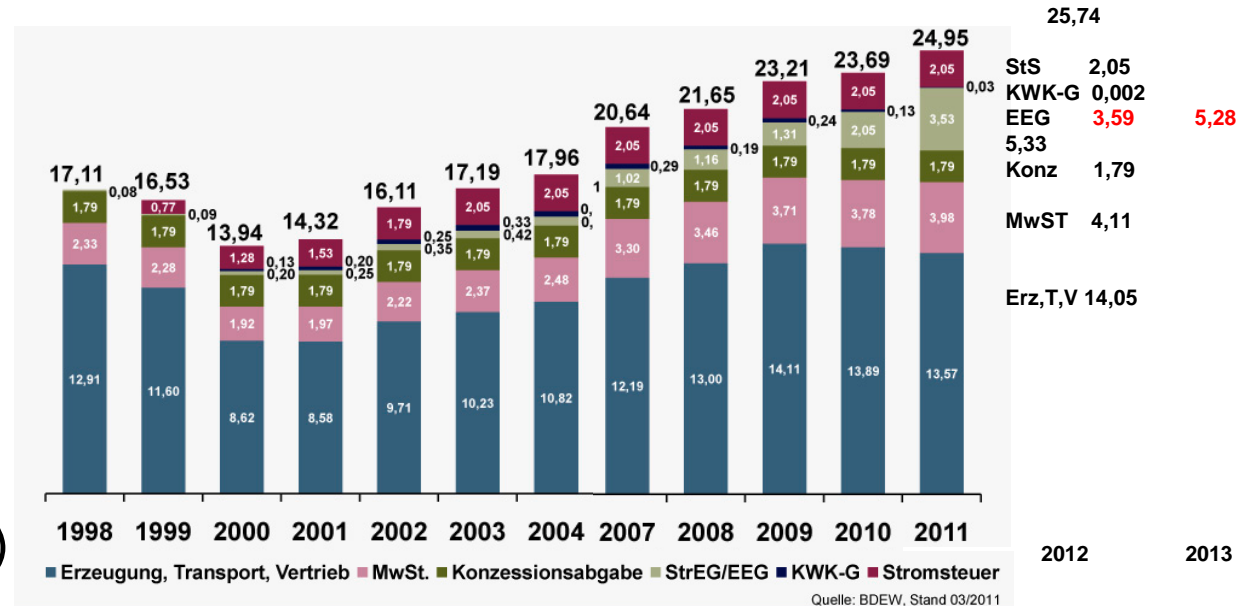
- **Strompreis**  
 (Haushalt  
 3500 kWh/a)

Umlage steigt bei  
 mehr Strom aus EE:  
 Bruttostromverbrauch  
 (2006: 12%, 2012: 25%)  
 installierte Leistung:

PV: 2006 3 GW<sub>p</sub>, 2010 18 GW<sub>p</sub>, 2011 25 GW<sub>p</sub>, 2012 35 GW<sub>p</sub> ?,  
 Wind: 2006 21 GW, 2010 27 GW, 2011 29 GW, 2012 31 GW ?

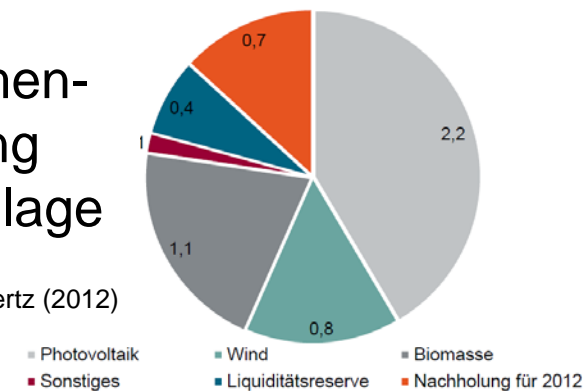
Kosten EEG steigen für 3500 kWh von  
 85 (2010), 150 (2012) auf  
 220 (2013) EUR pro Jahr →

Energieberatung, Grundsicherung,  
 Wechsel, EEG-Reform, Ausnahmen



## Zusammen- setzung EEG-Umlage

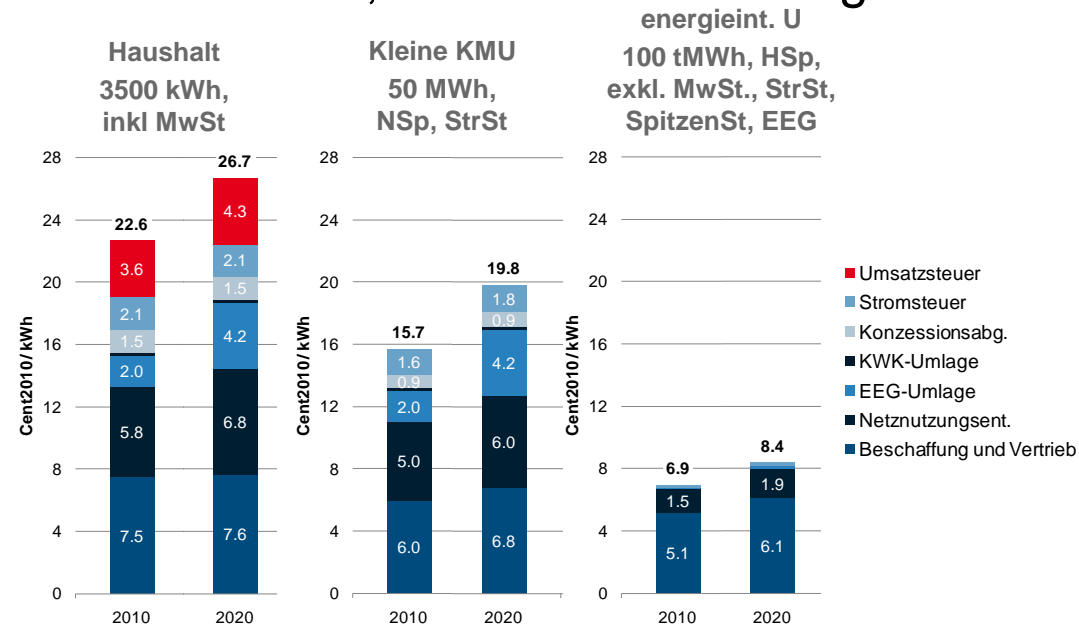
Quelle: 50hertz (2012)



# Strompreise

- **ermäßigte Belastung energieintensiver Industrie** (StS insb, Spitzensteuerausgleich, Netzentgelte 10 GWh und mindestens 7000 h, KWK-Umlage, EEG-Umlage 1 Gigawattstunde pro Jahr ):
  - mittlerweile fast die Hälfte deutschen Industriebetriebe (2000 U),
  - 18% des Stroms aber nur 0,3% der EEG-Umlage → Kosten etwa 4 Mrd.
  - wichtig, da z.B. Primäraluminium nicht überwälzen können  
 aber: Pappe, Papier etc. können überwälzen, Verbrauchsfixierung falsch

- **heterogene Situation**



Quelle: Prognos 2011

# Akzeptanz bei den Haushalten

## Zahlungsbereitschaftsanalyse (Löschel, Sturm, Vogt 2010)

- Experiment mit Mannheimer Bürgern
- im Durchschnitt geringe, aber positive Zahlungsbereitschaft für Klimaschutz: mittlere Zahlungsbereitschaft bei ca. 12 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>
- für mehr als 60% der Entscheidungen lag die individuelle Zahlungsbereitschaft bei 0 Euro, d.h., in mehr als der Hälfte der Fälle wurden überhaupt keine Zertifikate gekauft

## ZEW-Energiemarktbarometer

- halbjährliche Befragung von rund 200 Experten aus der Energiewirtschaft
- etwa 30 Prozent sehen die kritische Höhe der Umlage bei vier bis sechs Cent pro kWh

## Akzeptanz von Infrastrukturprojekten

# ENERGIE – Monitoring

## Auftrag und Zielsetzung

“Das Monitoring dient dem Ziel, die Umsetzung des Maßnahmenprogramms und des Energiekonzepts einschließlich der darin enthaltenen Ziele mit Blick auf eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung zu überprüfen, um bei Bedarf nachsteuern zu können.”

# ENERGIE – Monitoring

- Monitoring-Prozess wird gemeinsam von BMWi und BMU durchgeführt (BMWi: Netzausbau, Kraftwerkszubau und Ersatzinvestitionen sowie Energieeffizienz; BMU: Ausbau der erneuerbaren Energien)
- BMWi und BMU erstellen unter Einbeziehung der anderen betroffenen Ressorts jährlich einen Monitoring-Bericht und alle drei Jahre einen Fortschrittsbericht
- zur Begleitung des Monitoring-Prozesses wird eine Kommission aus Energieexperten eingerichtet (Löschel, Erdmann, Staiss, Ziesing)
- die Stellungnahme der Kommission wird bei der Erstellung des Monitoring-Berichtes der Bundesregierung berücksichtigt und diesem als Anlage beigefügt
- der Bericht wird nach der Beschlussfassung im Kabinett dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat zugeleitet
- Beschluss 12.12.2012

## Fazit und Ausblick

- Atomausstieg seit 10 Jahren beschlossen!
- Strompreise werden moderat ansteigen, Stromimporte steigen
- Förderung der Erneuerbaren Energie muss weiterentwickelt werden
- Europäische Dimension ist stärker zu beachten
- kaum Gefahr einer kurzfristigen Stromlücke durch hohe Kapazitäten, aber genaues Monitoring notwendig (Kapazitätsmärkte prüfen)
- Netzausbau und EE harmonisieren → insbesondere Netzausbau unklar, aber Prozess läuft
- Speicher noch zu teuer
- Akzeptanz der Energiewende offen
- Maßnahmen müssen zielgerichtet umgesetzt und Auswirkungen objektiv bewertet werden