

# *Monitoring der Energiewende*

*Prof. Dr. Georg Erdmann  
TU Berlin; Leiter des Fachgebiets Energiesysteme  
Mitglied der Expertenkommission „Energie der Zukunft“  
und des internationalen ICEF-Steering Komitees*

*DEBRIV-Braunkohletag Köln am 04. Mai 2017*



*Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende*

# Die Energie der Zukunft

*Berichtsjahr 2015 – Kurzfassung*

## Inhalt

1. Ziele und Indikatoren
2. Erneuerbare Energien
3. Energieverbrauch und Energieeffizienz
4. Gebäude
5. Verkehr
6. **Treibhausgasemissionen**
7. Kraftwerke und Versorgungssicherheit
8. **Bezahlbare** Energie
9. Netzinfrastuktur
10. Integrierte Entwicklung des Energiesystems
11. Europäischer Kontext
12. Energieforschung und Innovation
13. Investition, Wachstum und Beschäftigung

# Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015

Berlin · Münster · Stuttgart, Dezember 2016

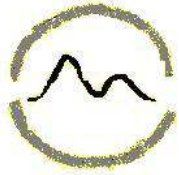
- Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)
- Prof. Dr. Georg Erdmann
- Prof. Dr. Frithjof Staiß
- Dr. Hans-Joachim Ziesing

**ENERGIE DER ZUKUNFT**  
Kommission zum Monitoring-Prozess

Prof. Dr. Andreas Löschel  
(Vorsitzender)  
Prof. Dr. Georg Erdmann  
Prof. Dr. Frithjof Staiß  
Dr. Hans-Joachim Ziesing

## Inhalt

1. Glaubwürdigkeit der Energiewende erhalten
2. Klimaschutz gestalten
3. Effizienz die richtige Bedeutung geben
4. Verkehr nicht zu eng denken
5. Erneuerbare Stromerzeugung strategisch weiterentwickeln
6. Elektrizitätswirtschaftliche Infrastruktur zukunftsfest machen
7. Preiswürdigkeit der Energie weiter im Griff behalten
8. Chance der Digitalisierung nutzen

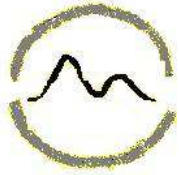


4

# Ziele 2020 und deren Zielerreichung

[Stellungnahme der Expertenkommission 2016]

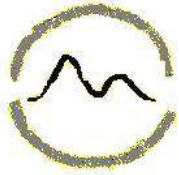
Deutschland	2015	2020	2050
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-27,2%	- 40%	-80-95%
Primärenergie (gegenüber 2008)	-7,6%	- 20%	-50%
Elektrizitätsverbrauch (gegenüber 2008)	-4,0%	-10%	-25%
Gebäudewärmebedarf (gegenüber 2008)	-11,1%	-20%	
Primärenergie Verkehr (gegenüber 2008)	+1,3%	-10%	-40%
Erneuerbarer Endenergieanteil	14,9%	18%	60%
Erneuerbarer Stromanteil	31,6%	35%	≥80%
Erneuerbarer Wärmeanteil	13,2%	14%	
Erneuerbarer Endenergieanteil Verkehr	5,2%	10%	



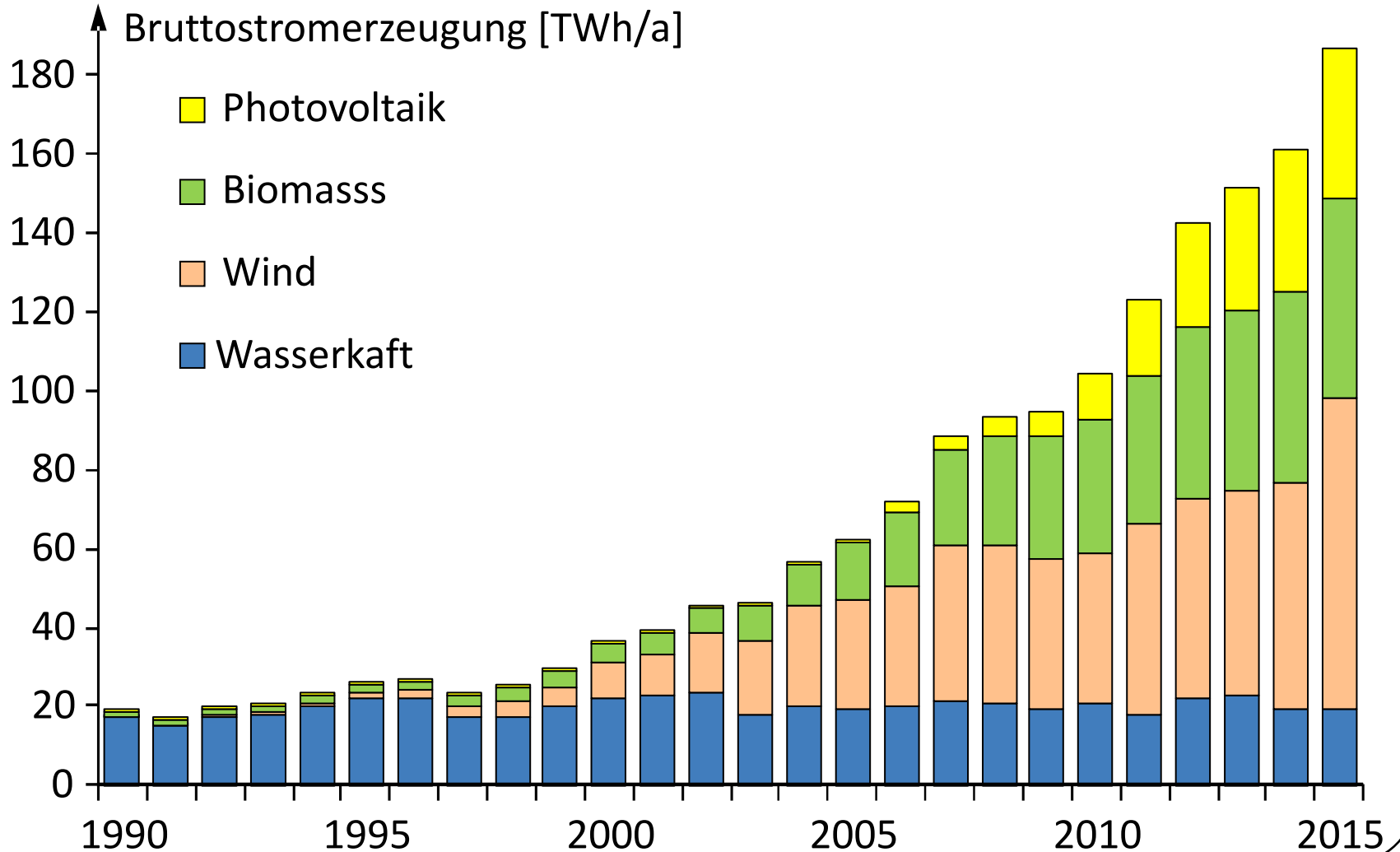
5

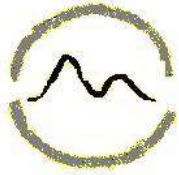
## *Agenda: Gemischter Energiewende-Erfolg*

- 1. Fortschritt: Erneuerbare Elektrizitätserzeugung**
2. Unzureichende Emissionsreduktion
3. Versorgungssicherheit
4. Ausblick auf 2030
5. Wie könnte Klimaschutz klappen?



# Erneuerbarer Strom in Deutschland [Quelle AGEB]

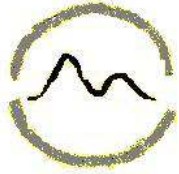




7

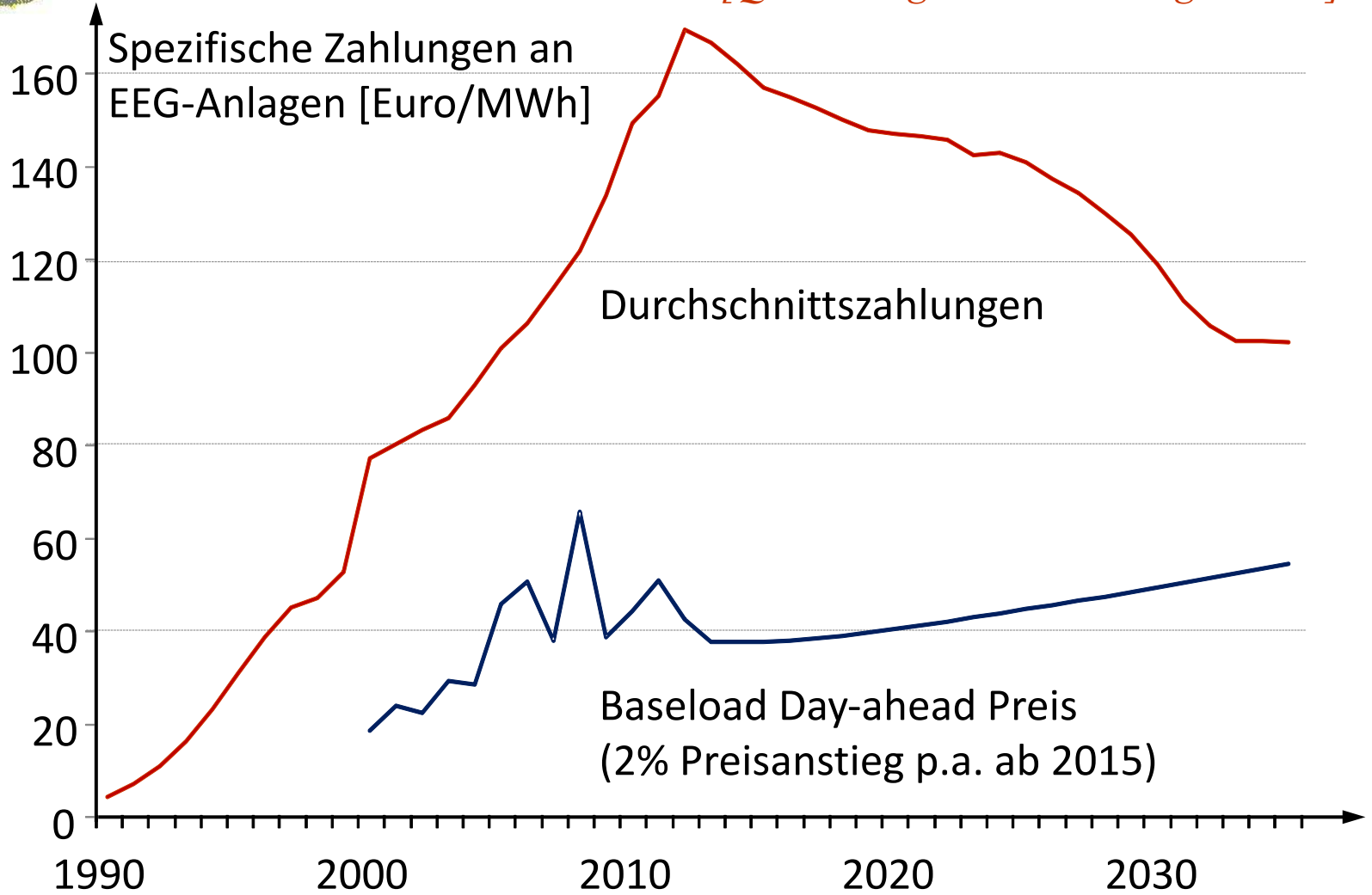
## *Gründe für den Erfolg bei EE-Elektrizität*

- Kapitalmarktbedingungen
- EEG mit (überwiegend) **unlimitierten Förderzusagen**
- Überwiegende Finanzierung durch (bislang) preisunelastische Elektrizitäts-Letztverbraucher
- EEG-Begünstigte sind „politisch relevant“; besondere Ausgleichsregeln neutralisieren den Widerstand der energieintensiven Industrie
- Kampf gegen die Atomkraft hat Bürgerbewegung und erfolgreiche EE-Startups hervorgebracht

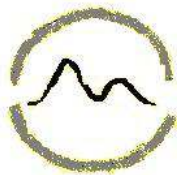


# Spezifische Zahlungen für EEG-Anlagen

[Quelle: Eigene Berechnungen 2014]





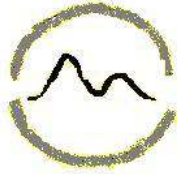


9

## *Letztverbraucher-Ausgaben für Elektrizität*

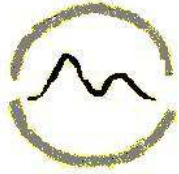
*[Stellungnahme der Expertenkommission 2016]*

Deutschland [Milliarden Euros]	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total</b>	<b>60,9</b>	<b>63,6</b>	<b>64,3</b>	<b>71,0</b>	<b>70,3</b>	<b>69,4</b>
<b>Ausgaben induziert durch Politik</b>	<b>17,2</b>	<b>23,0</b>	<b>23,3</b>	<b>30,0</b>	<b>32,3</b>	<b>31,3</b>
Stromsteuer	6,4	7,2	7,0	7,0	6,6	6,6
Konzessionsabgaben	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0
EEG-Umlage	8,3	13,4	14,0	19,8	22,3	22,0
KWK-Umlage	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Offshore-Umlage (§ 17F ENWG)	-	-	-	0,7	0,8	0,0
<b>Ausgaben reguliert durch Politik</b>	<b>16,9</b>	<b>17,6</b>	<b>19,0</b>	<b>21,2</b>	<b>21,4</b>	<b>21,4</b>
Netzentgelte Übertragungsnetz	2,2	2,2	2,6	3,0	3,1	3,5
Netzentgelte Verteilnetz	14,7	15,4	16,4	18,2	18,3	17,9
<b>Ausgaben marktgetrieben</b>	<b>26,8</b>	<b>23,1</b>	<b>22,0</b>	<b>19,8</b>	<b>16,6</b>	<b>16,8</b>
Marktwert erneuerbarer Strom	3,5	4,4	4,8	4,2	4,1	4,7
Konventionelle Erzeugung, Handel, Marketing und Vertrieb	23,3	18,6	17,2	15,6	12,6	12,0

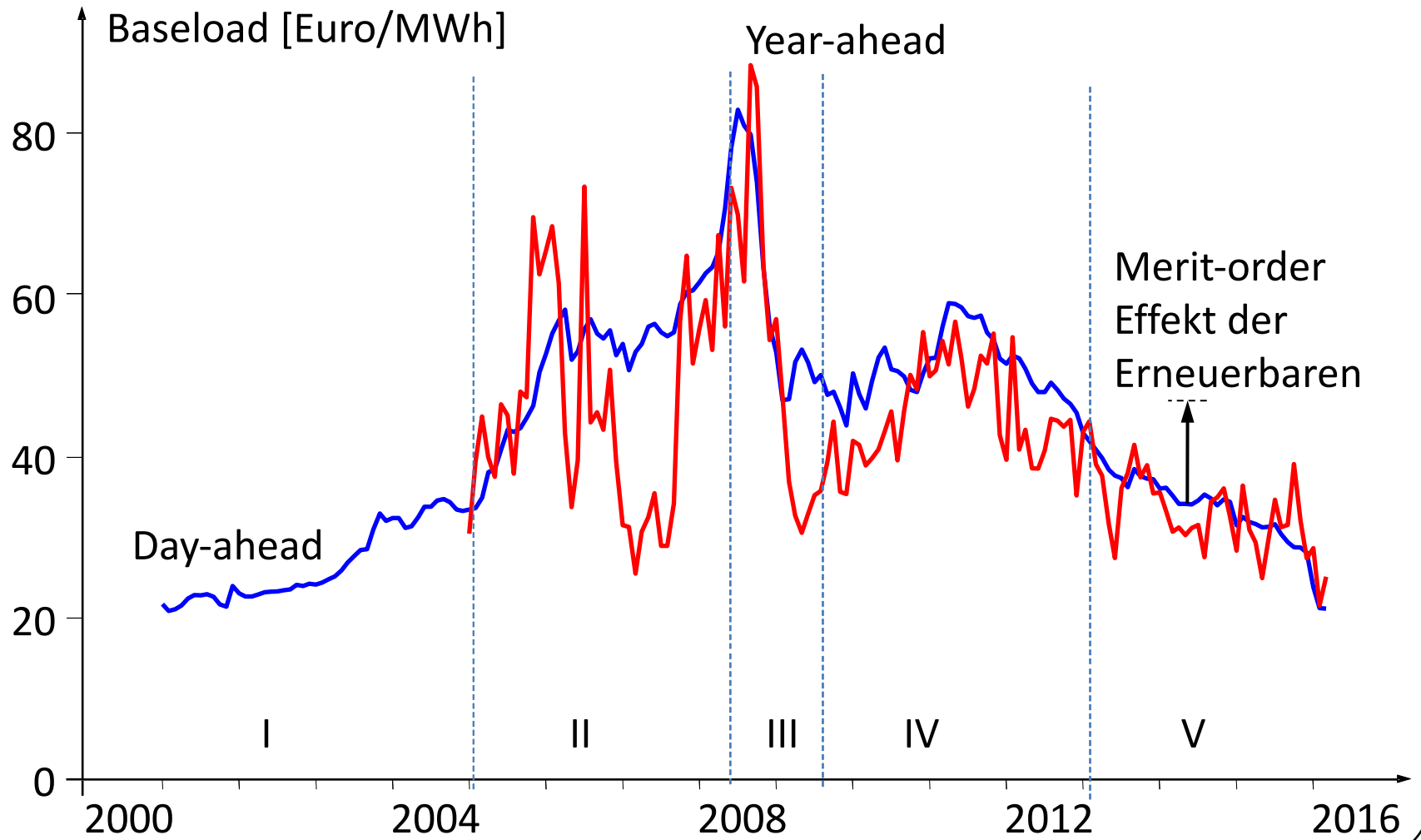


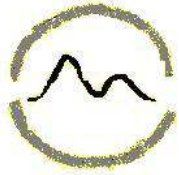
## *Agenda: Gemischter Energiewende-Erfolg*

1. Fortschritt: Erneuerbare Elektrizitätserzeugung
- 2. Unzureichende Emissionsreduktion**
3. Versorgungssicherheit
4. Ausblick auf 2030
5. Wie könnte Klimaschutz klappen?



# Großhandelspreise für Elektrizität [Quelle: EEX]

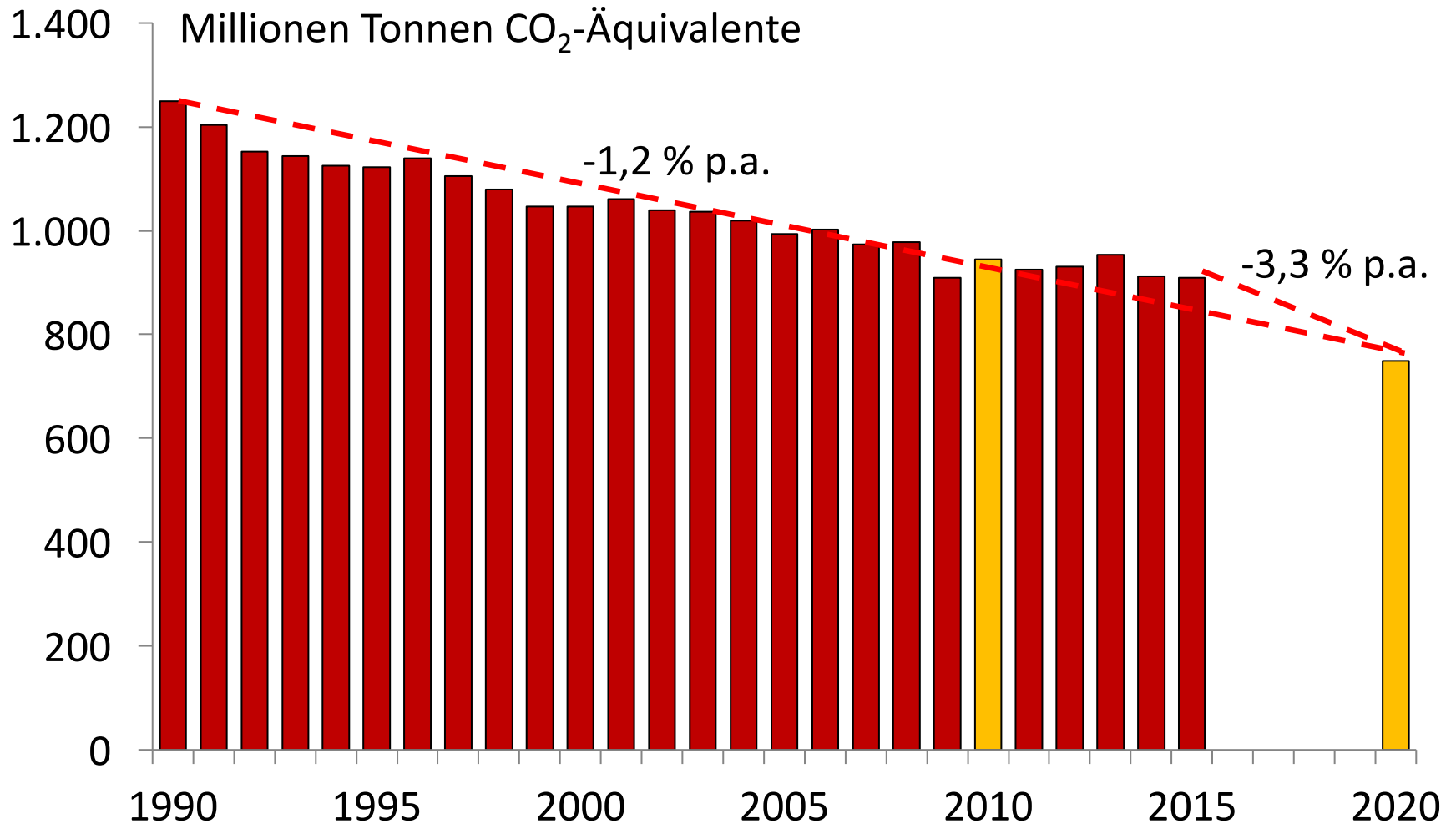


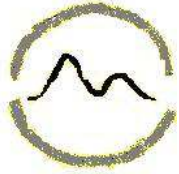


12

# Treibhausgas-Emissionen in Deutschland

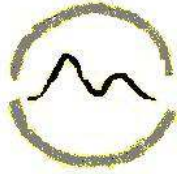
[Stellungnahme der Expertenkommission 2016]





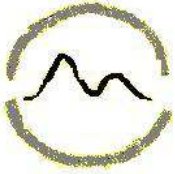
## *Exogene Gründe für den erwarteten Fehlschlag*

- Falsche Bevölkerungsvorausschätzung für Deutschland
  - in 2015 um etwa 300.000 Personen höher
  - in 2020 voraussichtlich um 1,1 Mio. Personen höher
- Steigende deutsche Netto-Elektrizitätsexporte (52 Mrd. kWh in 2015)
- Falsche Energie- und CO<sub>2</sub>-Preissprognosen
  - Prognos/EWI/GWS (August 2010) „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ für das BMWi
  - Prognos/EWI/GWS (Juli 2011) „Energieszenarien 2011“

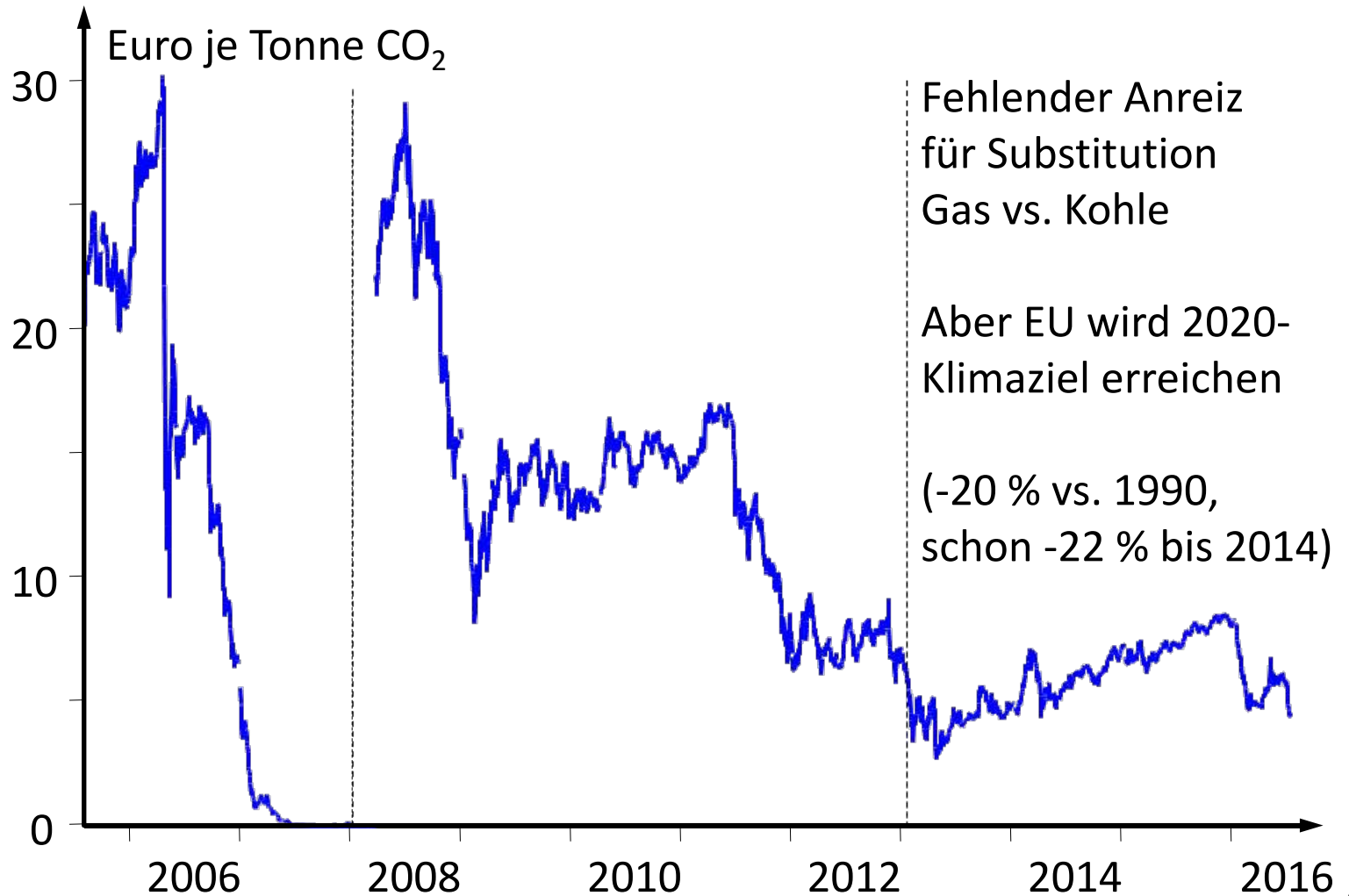


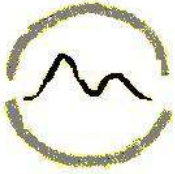
## *Internationale Energiepreise versus Prognos/EWI/GWS-Prognose aus 2011*

		Ist-Wert 2008	Prognose für 2015	Ist-Wert 2015	Differenz 2015
Ölpreis	USD/Barrel	94	90	50	<b>-44,4%</b>
Rohöl	Euro/t	484	495	356	<b>-28,1%</b>
Erdgas-Grenz- übergangspreis	Euro/MWh	27	24	20	<b>-16,7%</b>
Kraftwerkskohle	Euro/SKE	112	82	68	<b>-17,1%</b>
CO <sub>2</sub> -Preis	Euro/t	17,40	15	7,45	<b>-50,0%</b>

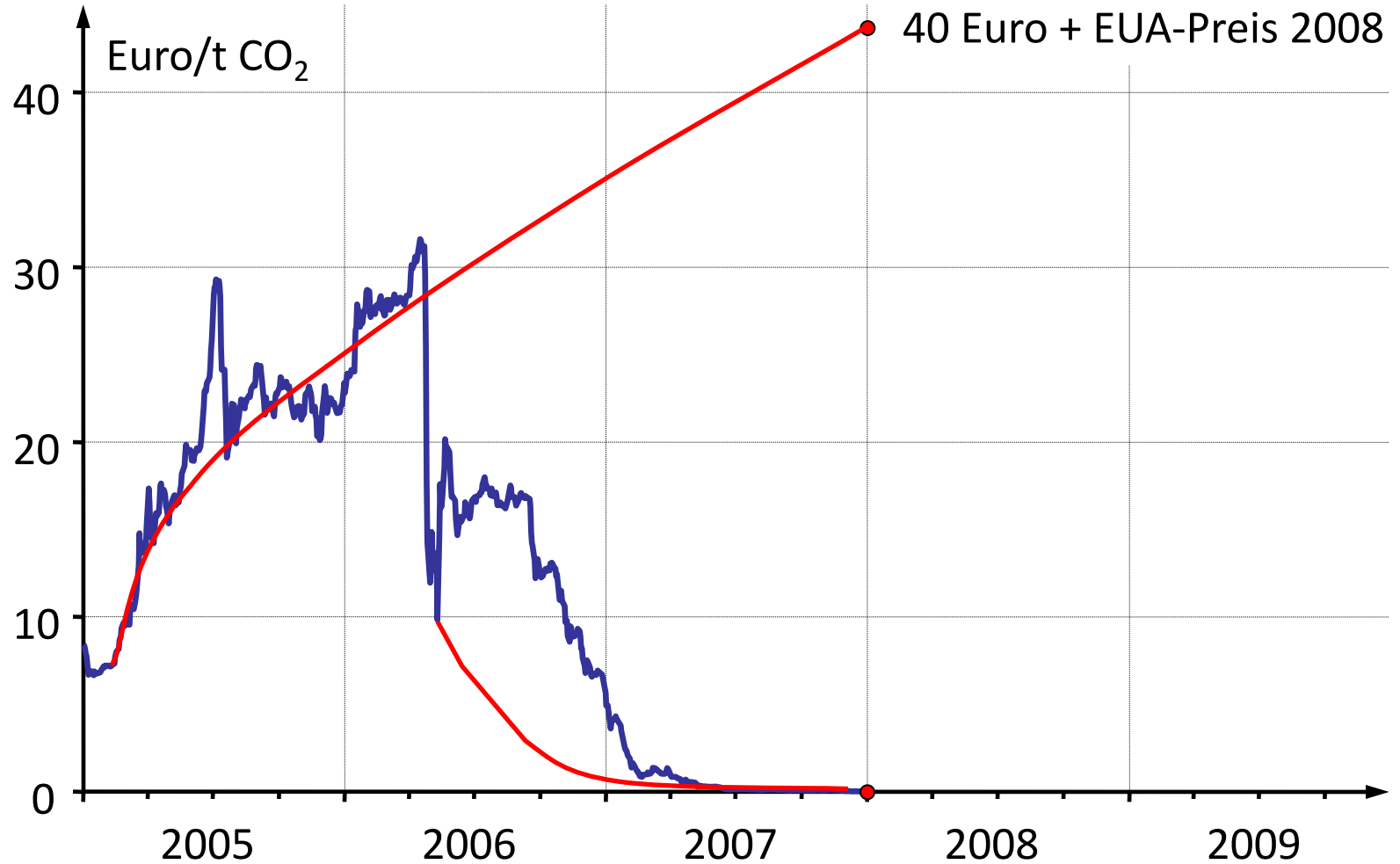


## *CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung in Rahmen des ETS*

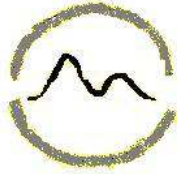




## European Union Allowance (EUA)



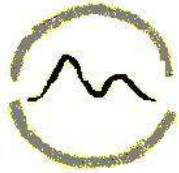




17

## *Endogene Gründe für den erwarteten Fehlschlag*

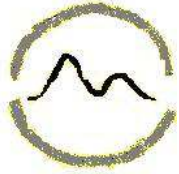
- Fehlende Instrumente zur CO<sub>2</sub>-Kompensation des Kernenergie-Ausstiegs
- Zweifel an der Wirksamkeit von Instrumenten außerhalb der Erneuerbaren Elektrizität (beispielsweise NAPE oder E-Fahrzeuge)
- Mangelnde politische Durchsetzbarkeit klimawirksamer Instrumente, trotz öffentlicher Unterstützung der Energiewende



## *In 2016 beschlossene „Klimareserve“*

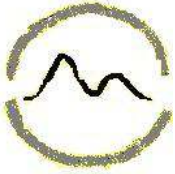
Unit	Net capacity MW	Date of entry to reserve	Date of final closure
<b>Mibrag</b>			
Buschhaus	352	1.10.2016	30.09.2020
<b>RWE</b>			
Frimmersdorf P	284	1.10.2017	30.09.2021
Frimmersdorf Q	278	1.10.2017	30.09.2021
Niederaussem E	295	1.10.2018	30.09.2022
Niederaussem F	299	1.10.2018	30.09.2022
Neurath C	292	1.10.2019	30.09.2023
<b>Vattenfall</b>			
Janschwalde E	465	1.10.2018	30.09.2022
Janschwalde F	465	1.10.2019	30.09.2023
<b>Total</b>	<b>2730</b>		

Source: German economy ministry, draft electricity market act

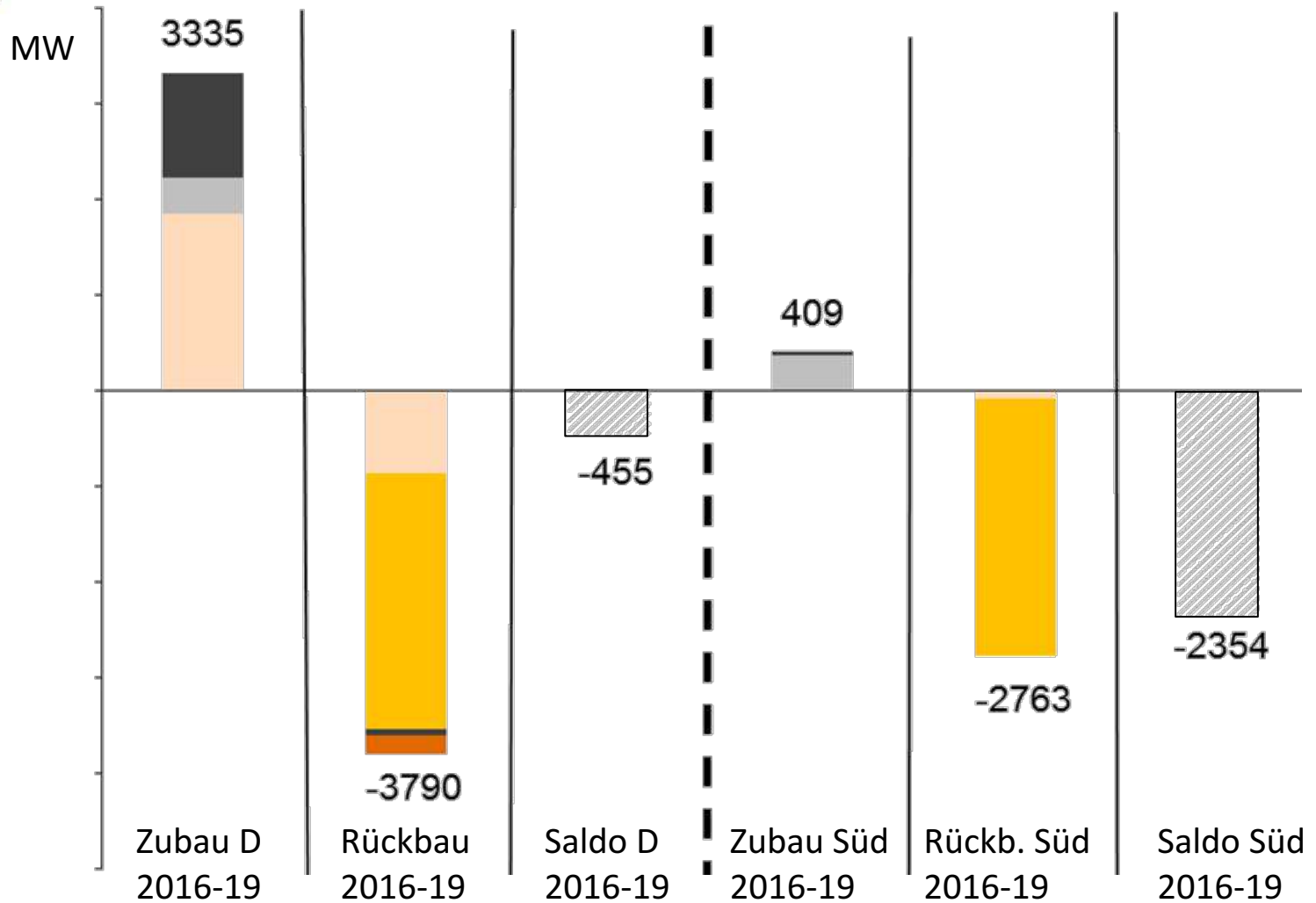


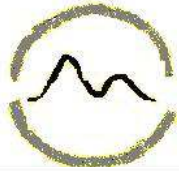
## *Agenda: Gemischter Energiewende-Erfolg*

1. Fortschritt: Erneuerbare Elektrizitätserzeugung
2. Unzureichende Emissionsreduktion
3. **Versorgungssicherheit**
4. Ausblick auf 2030
5. Wie könnte Klimaschutz klappen?



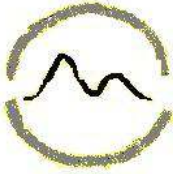
## Erzeugungskapazitäten in D [Quelle: BNetzA 5/2016]



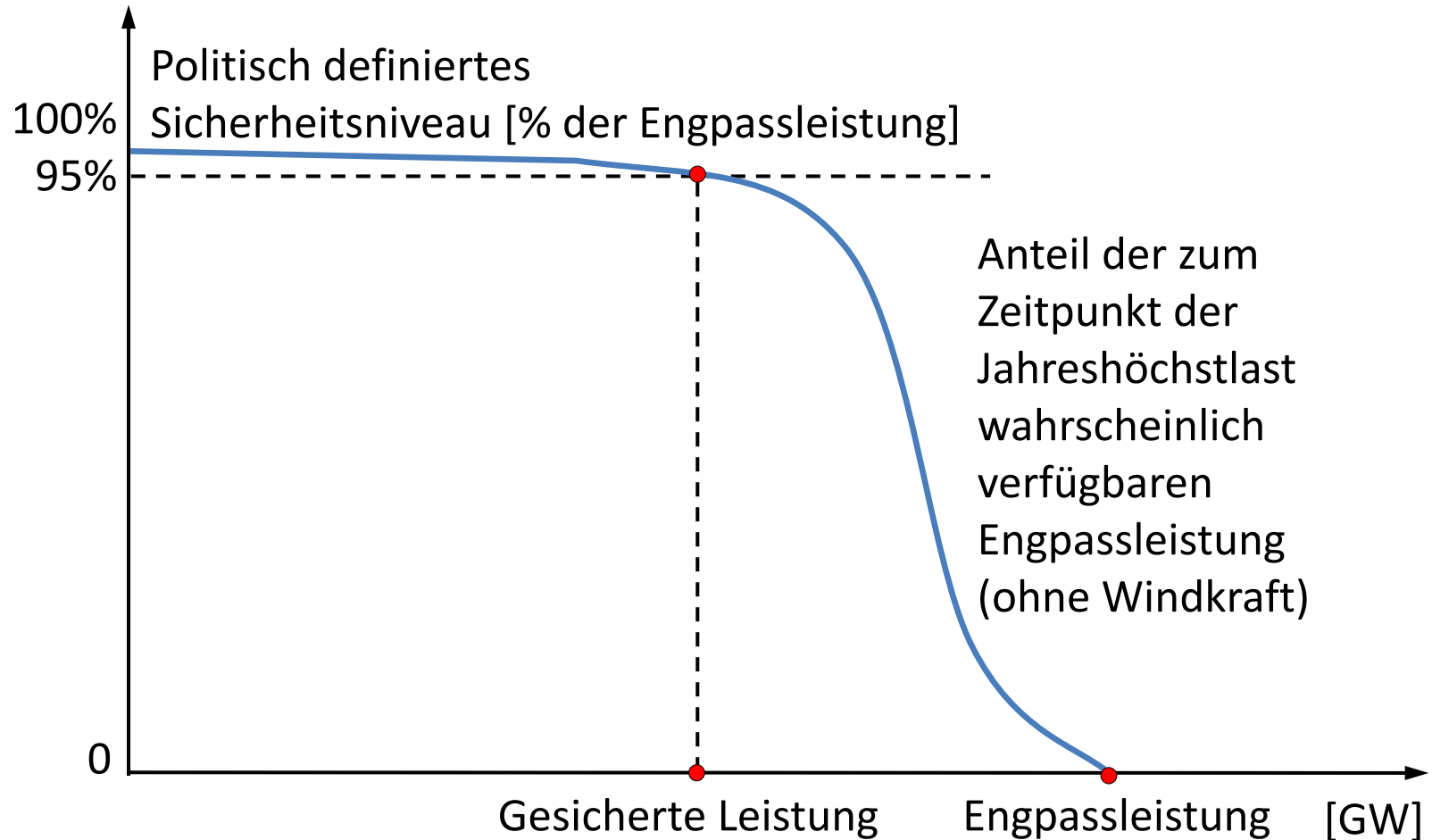


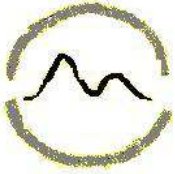
## Kraftwerkverfügbarkeit [Quelle VGB PowerTech 2015]

Kraftwerkstyp	Blockgröße [MW]	Nichtverfügbarkeit	Davon: Geplant	Ungeplant	disponibel	Undisponibel
Braunkohle	100-199	15,2 %	4,4 %	10,8 %	0,5 %	10,3 %
	200-399	16,6 %	6,4 %	10,2 %	1,3 %	8,8 %
	400-599	12,2 %	7,5 %	4,7 %	1,8 %	2,9 %
	> 599	15,2 %	7,3 %	7,9 %	1,4 %	6,5 %
Steinkohle mit Trockenentaschung	100-199	13,0 %	8,4 %	4,6 %	0,8 %	3,7 %
	200-399	14,9 %	8,9 %	6,0 %	1,6 %	4,4 %
	400-599	14,6 %	9,1 %	5,5 %	1,0 %	4,5 %
	> 599	15,7 %	8,5 %	7,2 %	1,5 %	5,7 %
Steinkohle mit Schmelzfeuerung	100-199	16,2 %	8,7 %	7,5 %	0,7 %	6,8 %
	200-399	20,7 %	9,0 %	11,7 %	1,7 %	10,0 %
GuD-Anlagen	> 0	15,0 %	9,0 %	6,0 %	1,5 %	4,5 %
Gasturbine	> 0	11,6 %	7,5 %	4,1 %	0,5 %	3,6 %

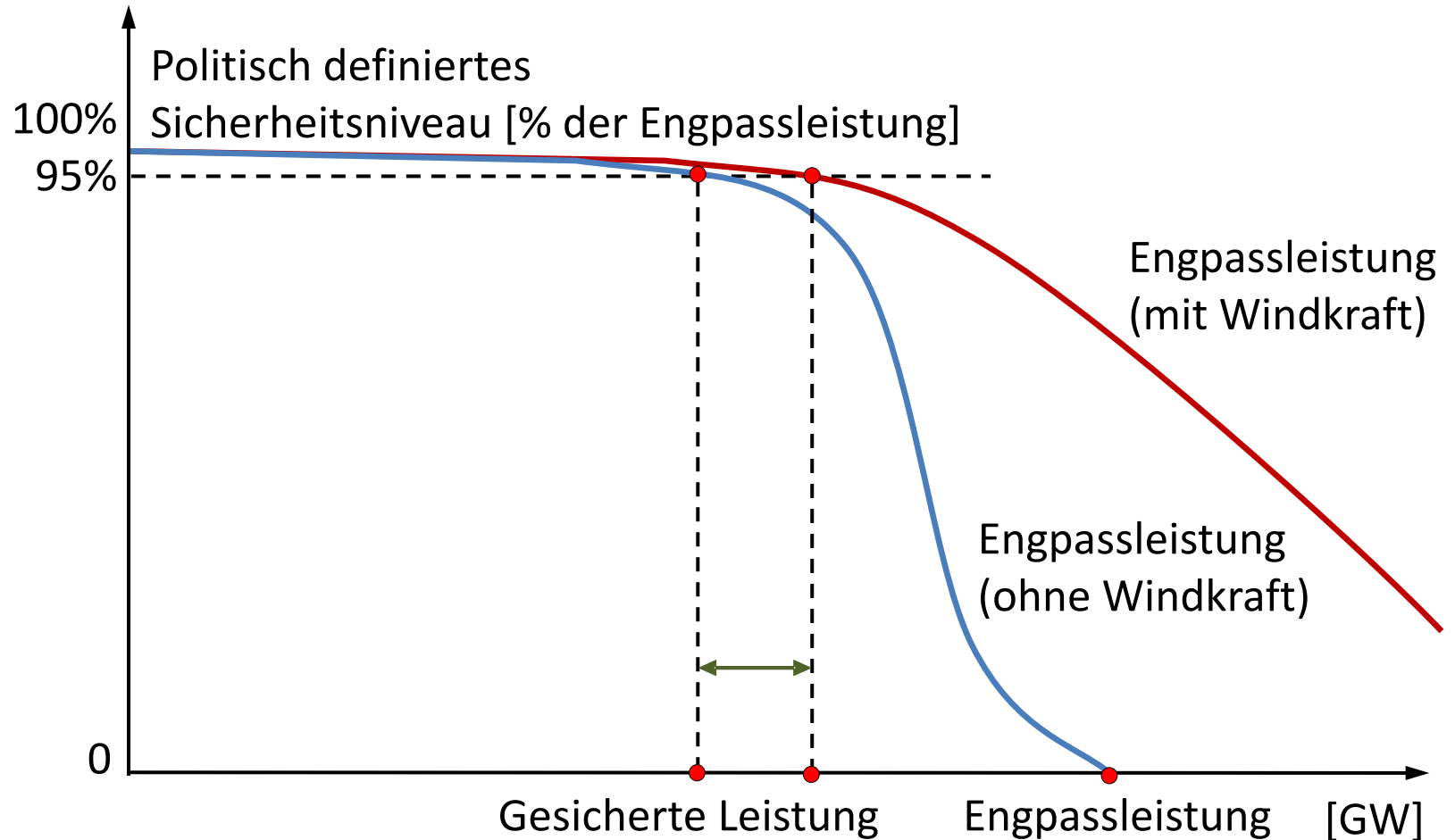


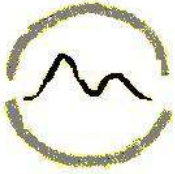
## *Probabilistisch gesicherte Leistung*





## Probabilistisch gesicherte Leistung

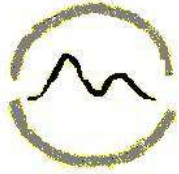




## *Schlussfolgerungen Sicherheit Stromversorgung*

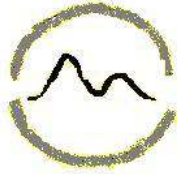
- In Deutschland scheint die Lage vorerst noch unkritisch (falls kein weiterer Kohleausstieg implementiert wird)
- In der PLEF-Region (Deutschland, Österreich, Frankreich, Benelux und der Schweiz) ist die Situation jedoch nicht mehr zufriedenstellend
- Die Expertenkommission empfiehlt der Bundesregierung, sich den daraus drohenden möglichen Konsequenzen für die Versorgungssicherheit in Deutschland anzunehmen
- Dass einzelne EU-Mitgliedsstaaten Versorgungssicherheit noch als nationale Aufgabe begreifen, beweist die Einführung von „nationalen“ Kapazitätsmechanismen





## *Agenda: Gemischter Energiewende-Erfolg*

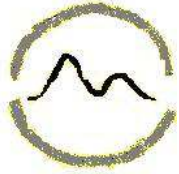
1. Fortschritt: Erneuerbare Elektrizitätserzeugung
2. Unzureichende Emissionsreduktion
3. Versorgungssicherheit
4. **Ausblick auf 2030**
5. Wie könnte Klimaschutz klappen?



# Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung

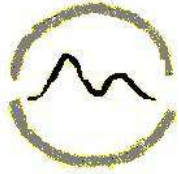
[in der Version der Kabinettsvorlage 07.11.2016, S. 25]

Handlungsfeld [Mio. t CO <sub>2</sub> Äquiv.]	1990	2014	2030 (absolut)	2030 (Minderung ggü. 1990)
Energiewirtschaft	466	358	170 – 180	64 – 61 %
Gebäude	209	119	70 – 80	67 – 62 %
Verkehr	163	160	95 – 98	42 – 40 %
Industrie	283	181	130 – 133	54 – 53 %
Landwirtschaft	88	72	58 – 61	34 – 31 %
Teilsumme	1209	890	523 – 552	57 – 54 %
Gesamtsumme	1248	902	533 – 562	57 – 55 %



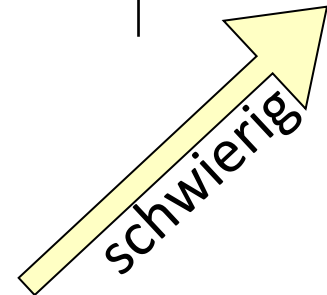
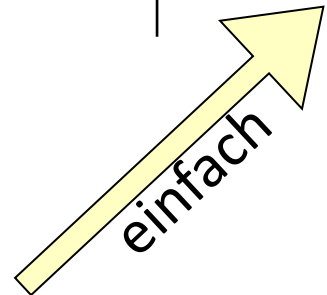
## *Offene Fragen für den Zielhorizont 2030*

- Politische Ziele auf Basis wissenschaftlicher Szenarien
  - 2. Endbericht zum „Klimaschutzszenario 2050“ von Fraunhofer ISI / Öko-Institut aus Dezember 2015 (50 Euro/t CO<sub>2</sub> für 2030 angenommen)
  - „Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)“ aus dem Projektionsbericht 2015 von Fraunhofer ISI / Öko-Institut (37 Euro/t CO<sub>2</sub> für 2030 angenommen)
- Kriterien zur Definition der Detailziele intransparent
- Fehlende gesellschaftspolitische Legitimation der Ziele mit den (vermutlich entstehenden) Belastungen
- Ohne voraussehbare 2020-Zielverfehlung ist Klimaschutzplan inkonsistent

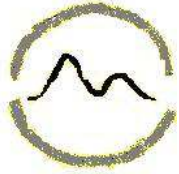


## Ausblick: Deutsche Treibhausgasziele für 2030

	Gesamtemission (Mio. Tonnen)	davon: EU-ETS Sektoren (Mio. Tonnen)	Nicht-ETS Sektoren (Mio. Tonnen)
1990	1248		
2005	992	521	471
EU-Vorschlag für 2030	589 (-53% vs. 1990)	297	292

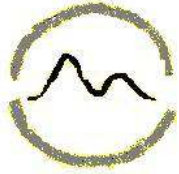


Für einen Klimaeffekt müssen nationale Maßnahmen in den ETS-Sektoren ergänzt werden durch Stilllegung entsprechender EUAs



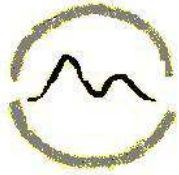
## *Agenda: Gemischter Energiewende-Erfolg*

1. Fortschritt: Erneuerbare Elektrizitätserzeugung
2. Unzureichende Emissionsreduktion
3. Versorgungssicherheit
4. Ausblick auf 2030
5. **Wie könnte Klimaschutz klappen?**



## *Wie weiter zwischen 2030 und 2050?*

- Was heute an innovativem Wissen vorhanden ist, dürfte langfristig schon wegen fehlender Potentiale (Windenergieflächen, Produktion von Biomasse) und hoher Kosten (Power-to-Gas, saisonale Speicher) nicht ausreichen
- Es werden neue Basisinnovationen benötigt, die spätestens 2040 in großem Umfang 2030 einsetzbar sein müssen, beispielsweise
  - Carbon Capture and Use
  - CO<sub>2</sub>-neutrale Stahl- und Zementwerke
  - ...
- Forschungsförderung in Deutschland zu kurzfristig (mit wenigen Ausnahmen, z.B. „Unifying Kathalysis“)



*Vielen Dank*

Tel: +49 (030) 314 246 56  
Fax: +49 (030) 314 269 08  
georg.erdmann@tu-berlin.de  
georg.erdmann@prognoseforum.de

Zweifel · Praktiknjo · Erdmann



Energy Economics

Springer Texts in Business and Economics

Peter Zweifel  
Aaron Praktiknjo  
Georg Erdmann

# Energy Economics

Theory and Applications

 Springer