

Warum die Energiewende schwierig ist, aber weiter durchgeführt werden sollte

Ebersburg, den 13. März 2015

**Prof. Dr. Uwe Leprich
Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)**

Fragenkomplexe zur Windenergienutzung in D

- 1. Klimaschutzfrage**
- 2. Szenario-Frage**
- 3. Systemfrage**
- 4. Wirtschaftlichkeitsfrage**
- 5. Bedarfsfrage**
- 6. Nutzenfrage**

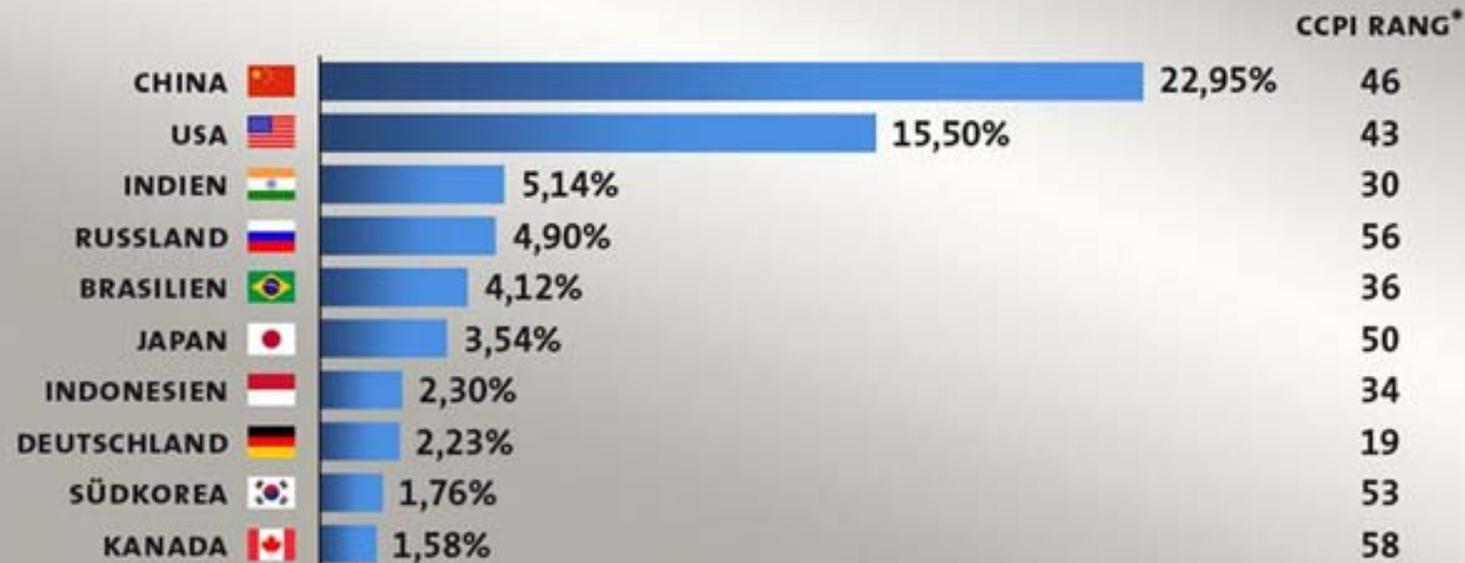
1. Klimaschutzfrage:

Bringt die Windenergienutzung in Deutschland überhaupt etwas für den globalen Klimaschutz?

„Deutschland ist für den Klimaschutz irrelevant!“

Die 10 größten CO₂-Produzenten

ANTEIL AN DEN WELTWEITEN CO₂-EMISSIONEN VERSUS ABSCHNEIDEN IM CCPI*

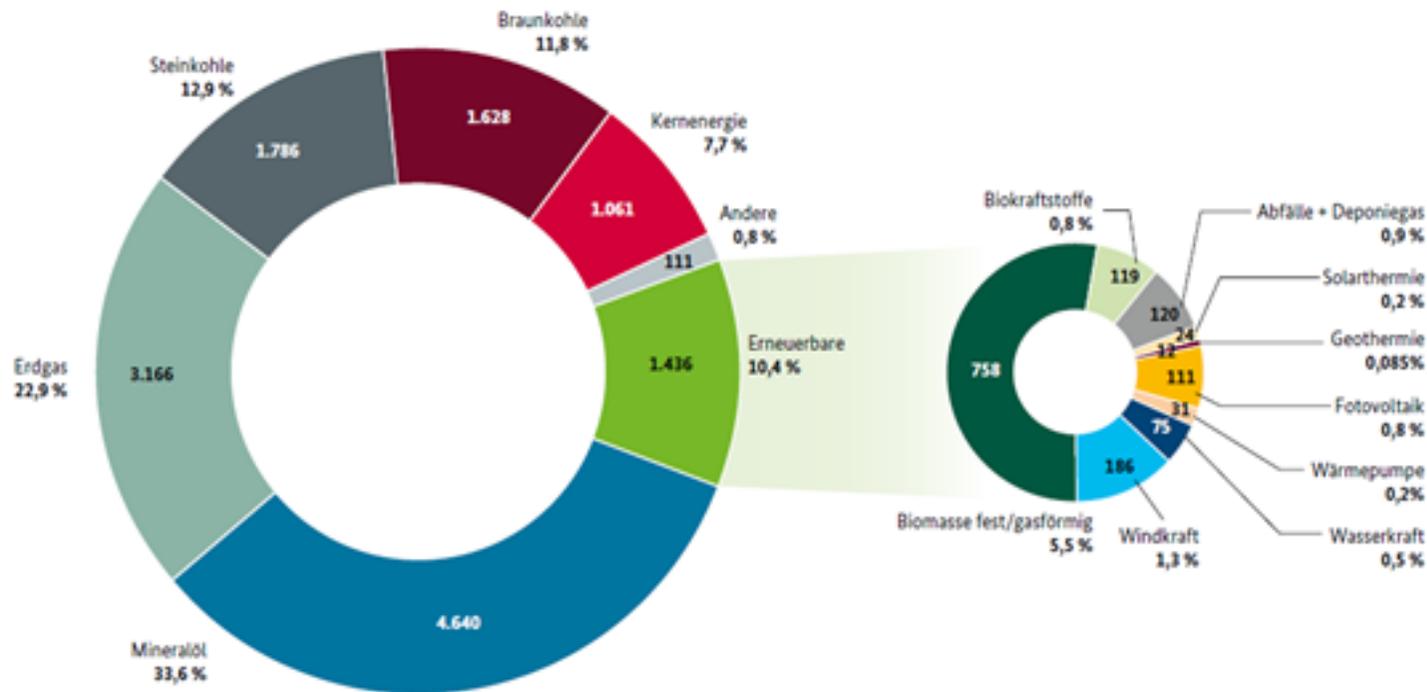


* CLIMATE CHANGE PERFORMANCE INDEX 2014

Quelle: Germanwatch

„Windenergie ist für den Klimaschutz irrelevant!“

4. Primärenergieverbrauch in Deutschland 2013 (13.828 PJ*)



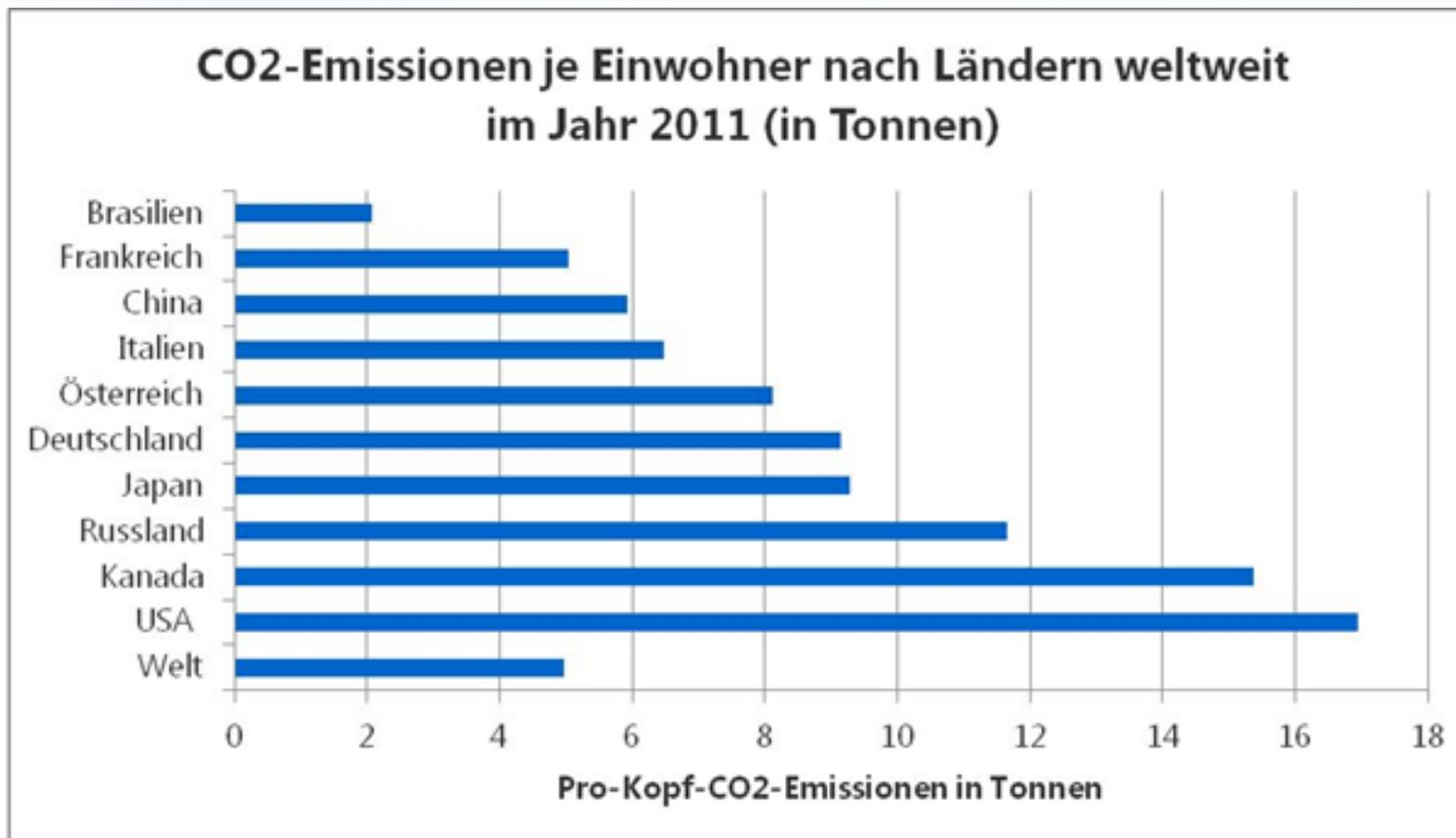
* Vorläufig

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Quelle: BMWi 2015

Anteil PEV: $186/13.828 = 1,34\%$

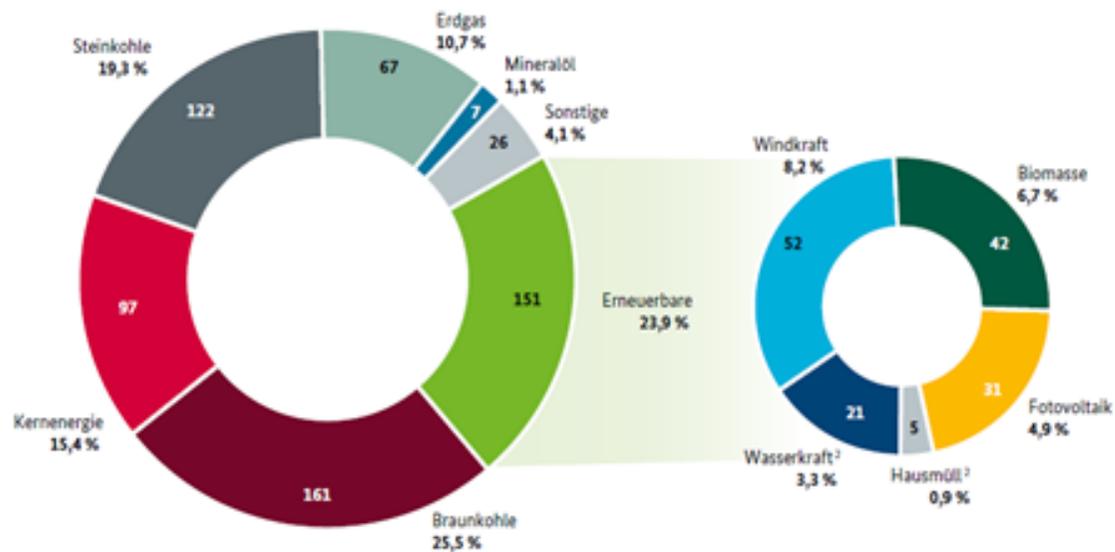
„Ist Deutschland für den Klimaschutz irrelevant?“



Quelle: BMWi 2015

„Ist Windenergie für den Klimaschutz irrelevant?“

29. Bruttostromerzeugung in Deutschland 2013¹: insgesamt: 632 TWh



1 Vorläufig
2 Regenerativer Anteil

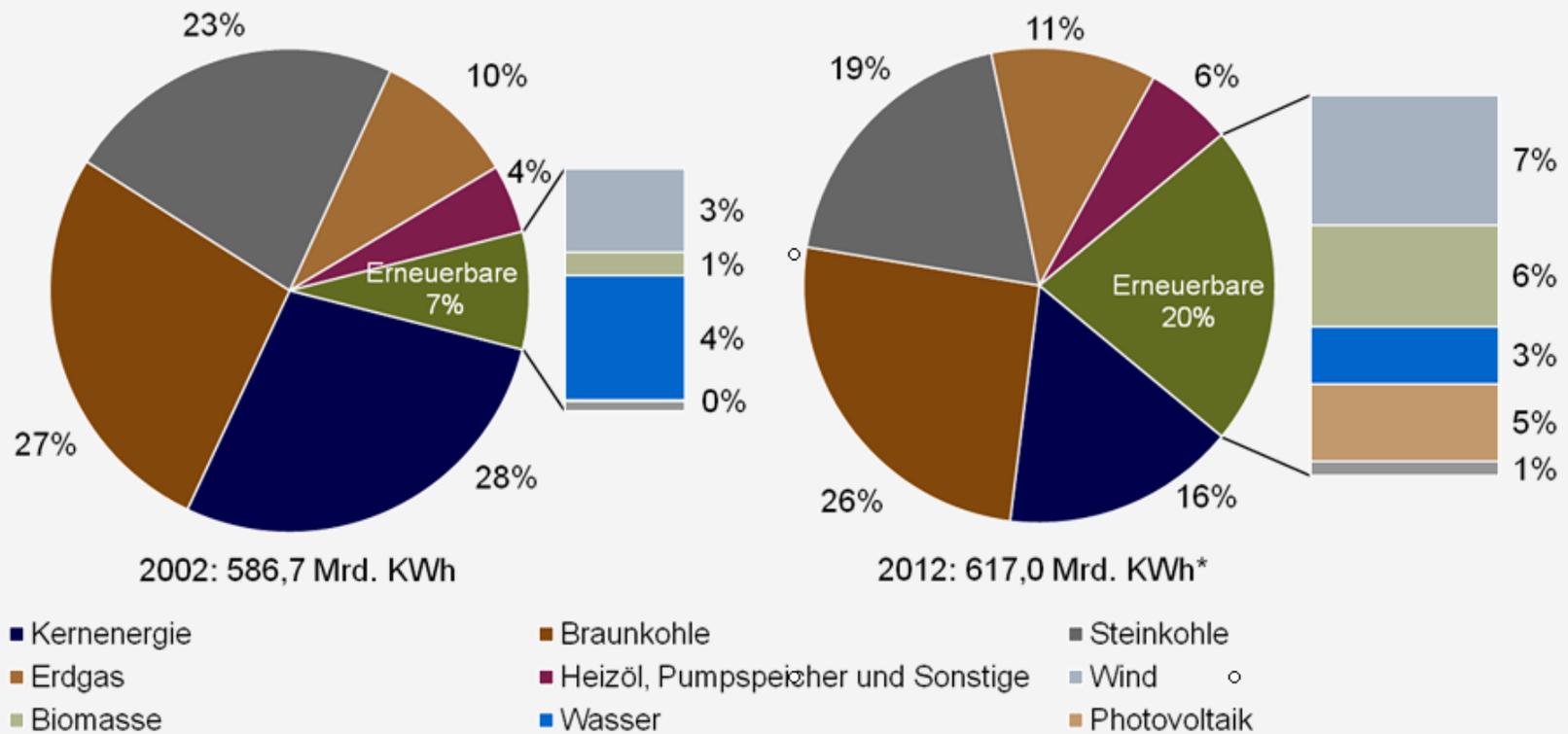
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Stand Februar xxxxx

Quelle: BMWi 2015

Anteil Windstrom: 8,2%

Erneuerbare ersetzen zunächst Kernenergie

Brutto-Stromerzeugung in Deutschland - Zehnjahresvergleich

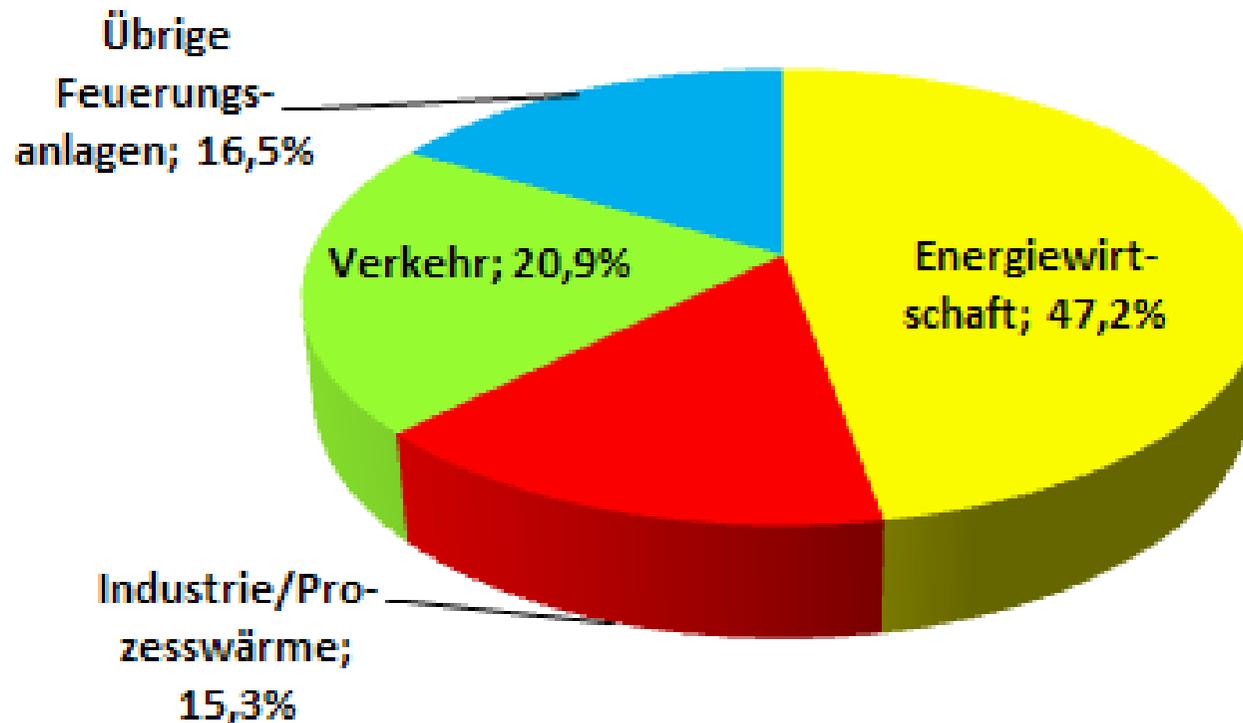


Quellen: BDEW, AG Energiebilanzen Stand: 12/2012

* vorläufig

Quelle: BDEW 2013

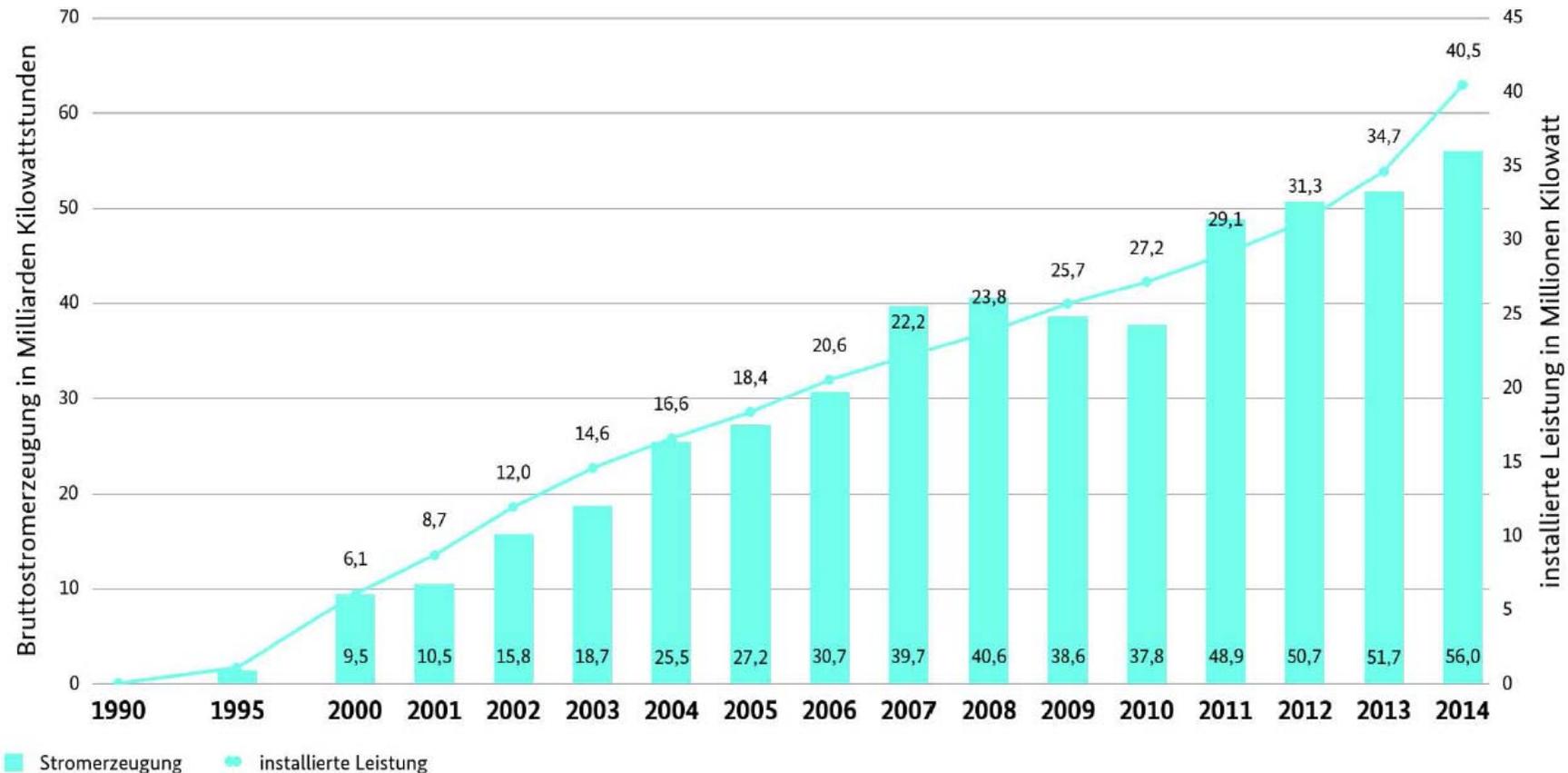
Energiebedingte CO₂-Emissionen in Deutschland 2011



Quelle: nach UBA 2012

„Immer mehr Windanlagen, konstante Stromerzeugung?“

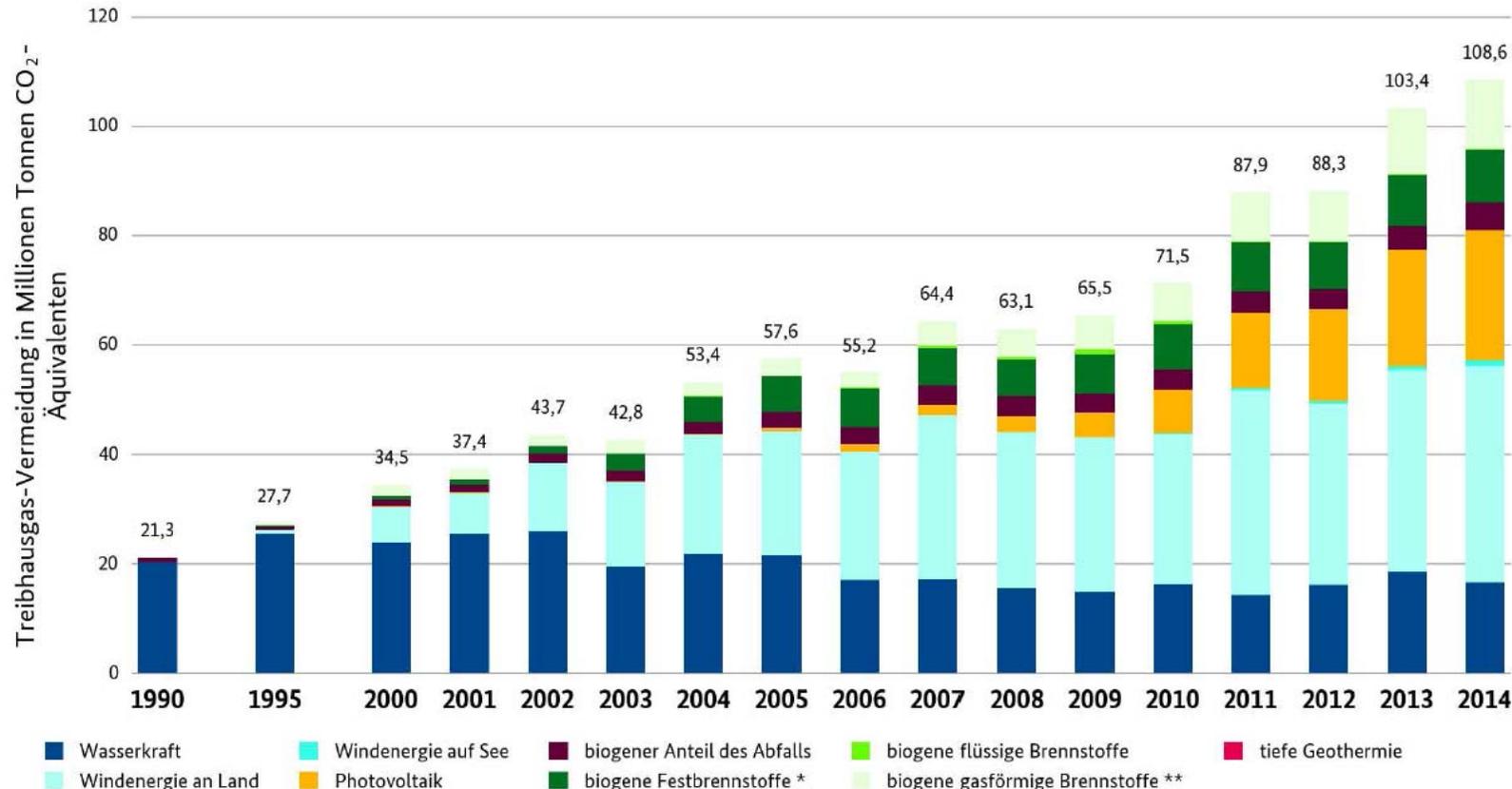
Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von Windenergieanlagen an Land und auf See in Deutschland



Quelle: BMU 2015

„Windenergie ist für den Klimaschutz relevant!“

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen im Strombereich durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland



Quelle: BMU 2015

* ab 2013 inkl. Klärschlamm, ** inkl. Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; BMWi auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes (UBA); Stand: Februar 2015; Angaben vorläufig

Zur globalen Entwicklung der Windenergie

Figure 19. Wind Power Total World Capacity, 2000–2013

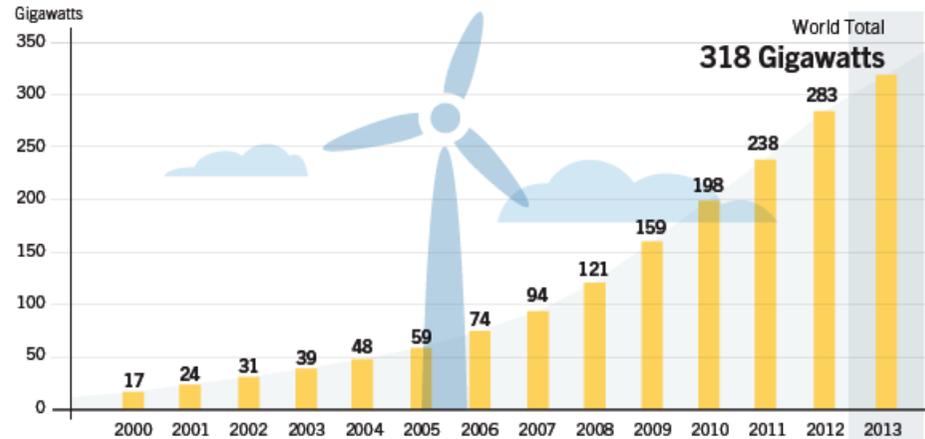
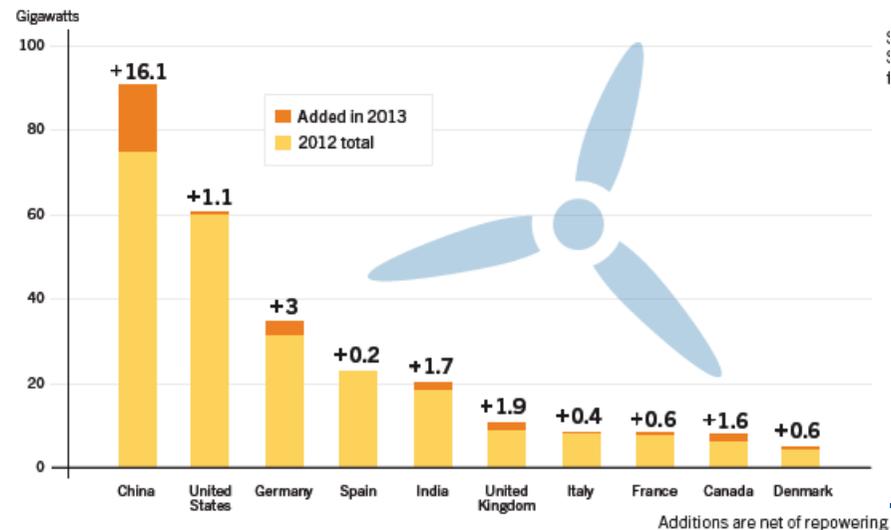


Figure 20. Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2013



Quelle: REN21 2014

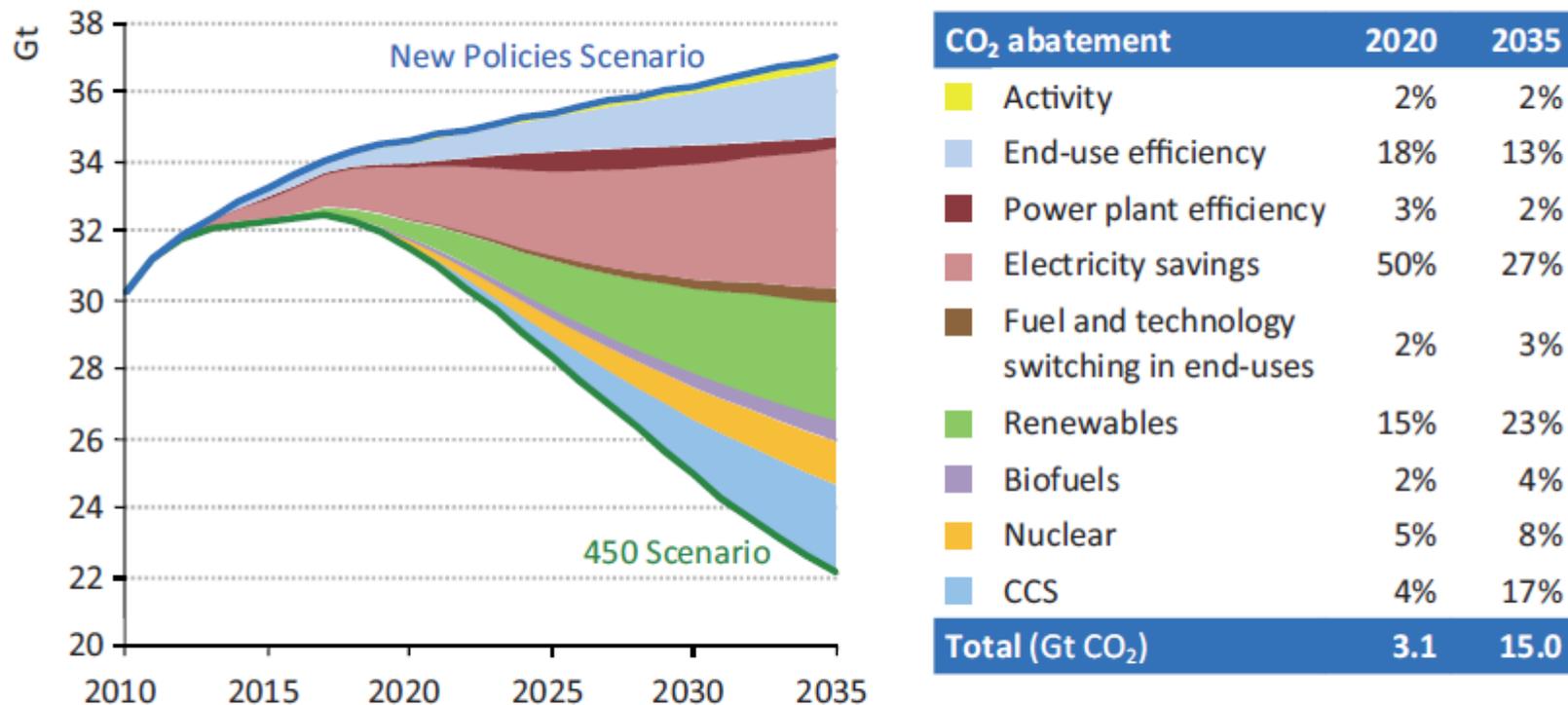
Zur globalen Entwicklung der Erneuerbaren

		START 2004 ¹	END 2012	END 2013
INVESTMENT				
New investment (annual) in renewable power and fuels ²	billion USD	39.5	249.5	214.4 (249.4)
POWER				
Renewable power capacity (total, not including hydro)	GW	85	480	560
Renewable power capacity (total, including hydro)	GW	800	1,440	1,560
 Hydropower capacity (total) ³	GW	715	960	1,000
 Bio-power capacity	GW	<36	83	88
 Bio-power generation	TWh	227	350	405
 Geothermal power capacity	GW	8.9	11.5	12
 Solar PV capacity (total)	GW	2.6	100	139
 Concentrating solar thermal power (total)	GW	0.4	2.5	3.4
 Wind power capacity (total)	GW	48	283	318
HEAT				
 Solar hot water capacity (total) ⁴	GW _{th}	98	282	326

Quelle: REN21 2014

Gibt es günstigere CO₂-Reduktionsalternativen?

Figure 8.7 ▷ Global energy-related CO₂ emissions abatement in the 450 Scenario relative to the New Policies Scenario



Quelle: IEA 2012

Notes: Activity describes changes in the demand for energy services, such as lighting or transport services, due to price responses. Power plant efficiency includes emissions savings from coal-to-gas switching. For more detail on the decomposition technique used, see Box 9.4 in Chapter 9.

Die Europäischen Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien

EU 2020 Targets Renewable Energy Targets*

%	2012 Overall RES Share	2012 RES Interim Target	2020 RES Target
EU-28	14.1 %	10.7 %	20.0%
BE	6.8 %	4.4 %	13.0%
BG	16.3 %	10.7 %	16.0%
CZ	11.2 %	7.5 %	13.0%
DK	26.0 %	19.6 %	30.0%
DE	12.4 %	8.2 %	18.0%
EE	25.8 %	19.4 %	25.0%
IE	7.2 %	5.7 %	16.0%
EL	13.8 %	9.1 %	18.0%
ES	14.3 %	11.0 %	20.0%
FR	13.4 %	12.8 %	23.0%
HR	16.8 %	14.1 %	20.0%
IT	13.5 %	7.6 %	17.0%
CY	6.8 %	4.9 %	13.0%
LV	35.8 %	34.1 %	40.0%
LT	21.7 %	16.6 %	23.0%
LU	3.1 %	2.9 %	11.0%
HU	9.6 %	6.0 %	13.0%
MT	1.4 %	2.0 %	10.0%
NL	4.5 %	4.7 %	14.0%
AT	32.1 %	25.4 %	34.0%
PL	11.0 %	8.8 %	15.0%
PT	24.6 %	22.6 %	31.0%
RO	22.9 %	19.0 %	24.0%
SI	20.2 %	17.8 %	25.0%
SK	10.4 %	8.2 %	14.0%
FI	34.3 %	30.4 %	38.0%
SE	51.0 %	41.6 %	49.0%
UK	4.2 %	4.0 %	15.0%

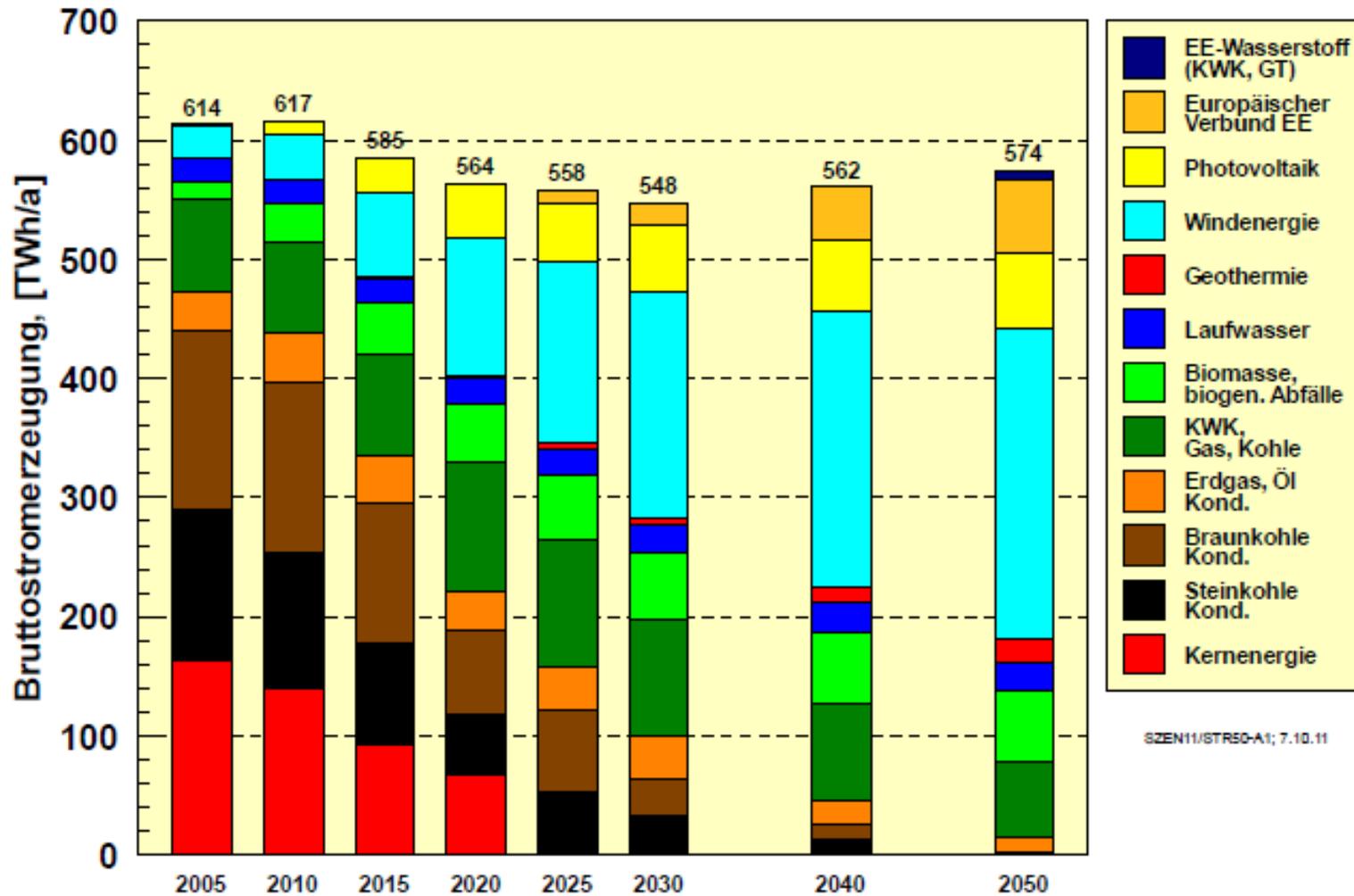
Quelle: EU Statistical Pocket 2014

2. Szenario-Frage:

Nehmen die erneuerbaren Energien tatsächlich nur einen minimalen Anteil der Energie in Deutschland ein, und gibt es keine Aussicht auf Erfolg des Gesamtkonzeptes?

Gesamtkonzept: Leitstudie 2011 (Strom)

- Szenario 2011 A -



Quelle: DLR/WES/IFNE 2012

Gesamtkonzept: NEP 2014

Tabelle 3: Erzeugungskapazitäten in den genehmigten Szenarien

Netto Nennleistung in GW	Referenz 2012	A 2024			B 2024			B 2034			C 2024		
		BNetzA	A 2023	BNetzA	Diff. zu A 2023	B 2023	BNetzA	Diff. zu B 2023	B 2033	BNetzA	Diff. zu B 2033	C 2023	BNetzA
Kernenergie	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle	21,2	18,0	16,0	↓ -2,0	17,6	15,4	↓ -2,2	11,8	11,3	↓ -0,5	17,6	15,4	↓ -2,2
Steinkohle	25,4	31,9	27,2	↓ -4,7	25,7	25,8	↑ 0,1	20,2	18,4	↓ -1,8	25,7	25,8	↑ 0,1
Erdgas	27,0	23,2	23,3	↑ 0,1	33,0	28,2	↓ -4,8	41,0	37,5	↓ -3,5	33,0	28,2	↓ -4,8
Mineralölprodukte	4,0	2,7	1,8	↓ -0,9	2,7	1,8	↓ -0,9	1,0	1,1	↑ 0,1	2,7	1,8	↓ -0,9
Speicher (inkl. Pumpspeicher)	6,4	11,0	10,0	↓ -1,0	11,0	10,0	↓ -1,0	11,0	10,7	↓ -0,3	11,0	10,0	↓ -1,0
sonstige konv. Erzeugung	4,1	3,3	3,7	↑ 0,4	3,3	3,7	↑ 0,4	2,3	2,7	↑ 0,4	3,3	3,7	↑ 0,4
Summe konv. Erzeugung	100,2	90,1	82,0	↓ -8,1	93,3	84,9	↓ -8,4	87,3	81,7	↓ -5,6	93,3	84,9	↓ -8,4
Wind onshore	31,0	45,7	49,0	↑ 3,3	49,3	55,0	↑ 5,7	66,3	72,0	↑ 5,7	86,0	87,4	↑ 1,4
Wind offshore	0,3	10,3	11,5	↑ 1,2	14,1	12,7	↓ -1,4	25,3	25,3	0,0	17,8	16,1	↓ -1,7
Photovoltaik	33,1	55,3	54,8	↓ -0,5	61,3	56,0	↓ -5,3	65,3	59,5	↓ -5,8	55,6	58,6	↑ 3,0
Biomasse	5,7	8,1	8,3	↑ 0,2	8,5	8,7	↑ 0,2	9,0	9,2	↑ 0,2	7,3	7,8	↑ 0,5
Wasserkraft	4,4	4,5	4,5	0,0	4,8	4,7	↓ -0,1	5,0	5,0	0,0	4,8	4,2	↓ -0,6
sonstige reg. Erzeugung	0,8	1,0	0,9	↓ -0,1	1,5	1,5	0,0	2,3	2,3	0,0	1,4	1,3	↓ -0,1
Summe reg. Erzeugung	75,3	124,9	129,0	↑ 4,1	139,5	138,6	↓ -0,9	173,2	173,3	↑ 0,1	172,9	175,4	↑ 2,5
Summe konv. und reg. Erzeugung	175,5	215,0	211,0	↓ -4,0	232,8	223,5	↓ -9,3	260,5	255,0	↓ -5,5	266,2	260,3	↓ -5,9

Quelle: NEP 2014

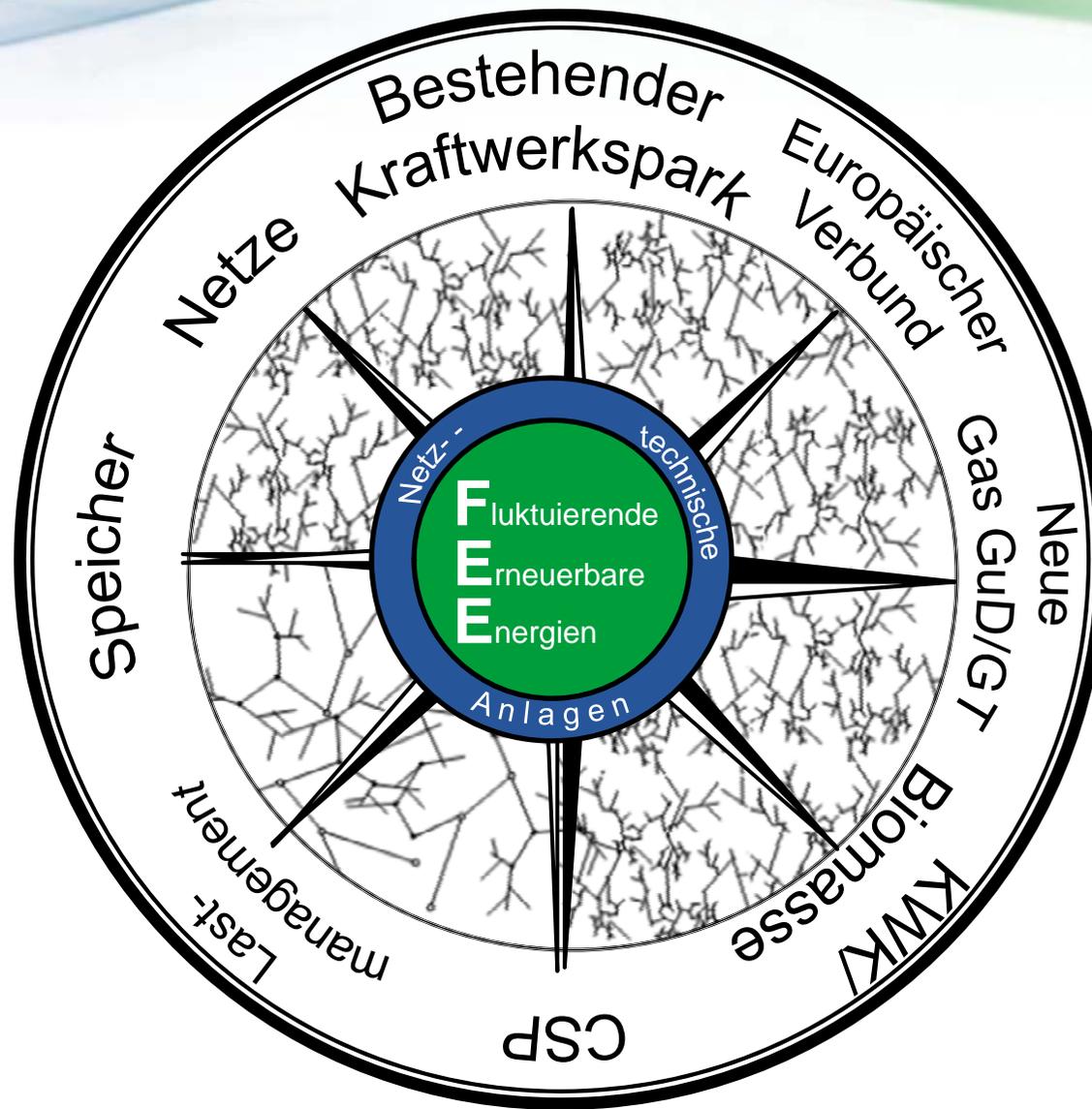
3. Systemfrage:

Ist Windenergie wirklich sinnvoll, wenn es keine geeigneten Speichermedien oder Übertragungsnetze gibt?

Das künftige Stromsystem

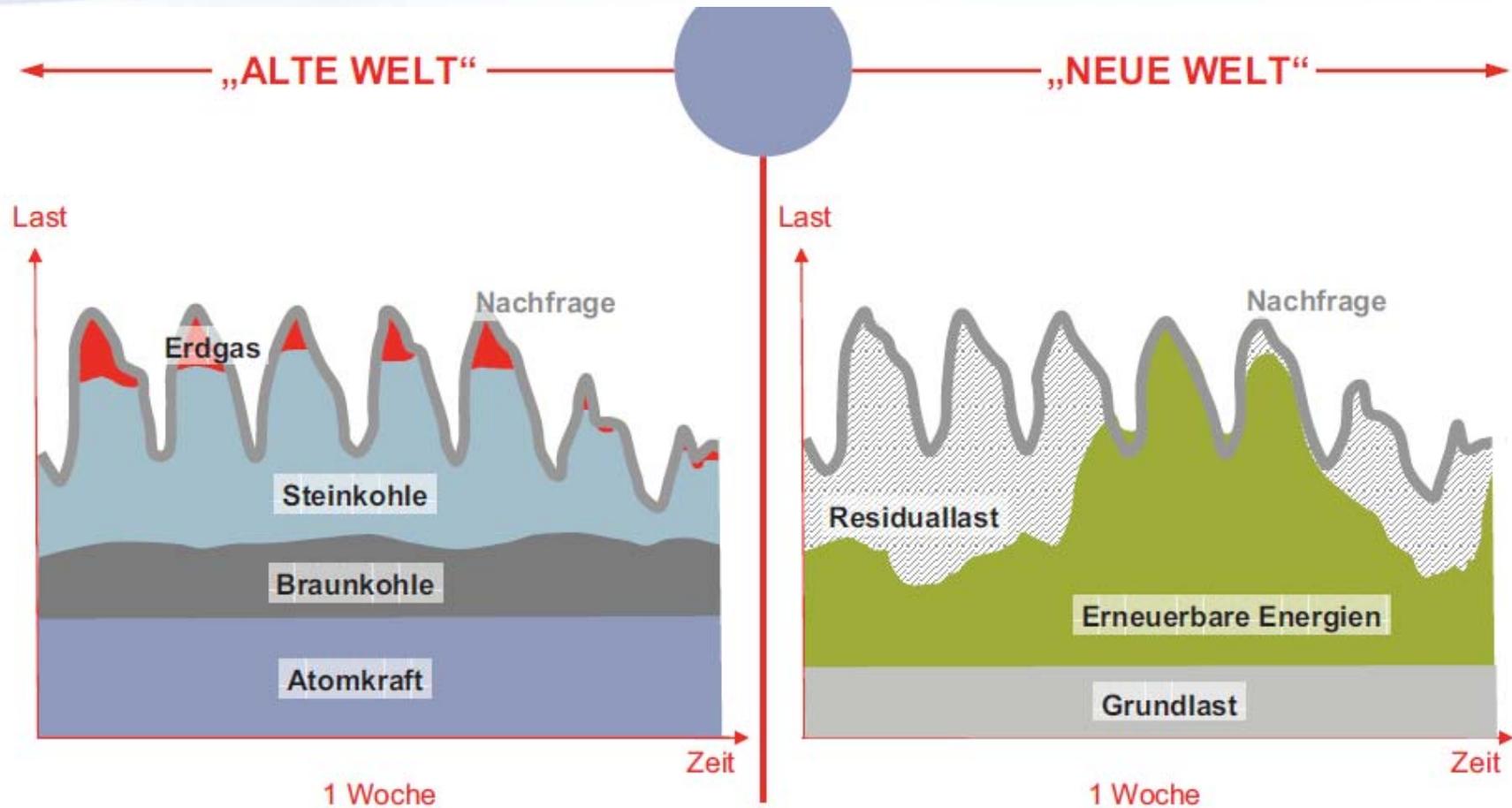


Das künftige Stromsystem

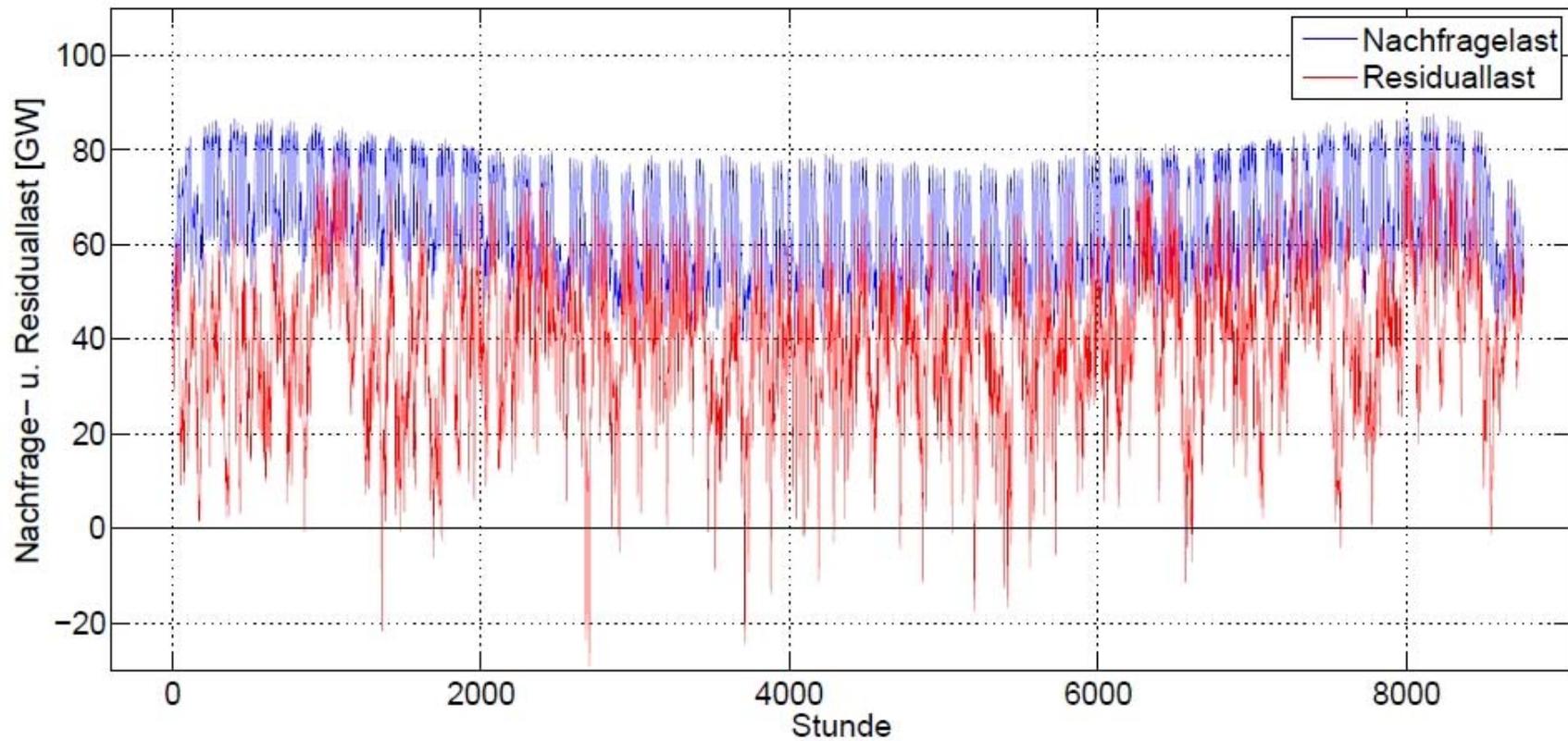


Quelle: IZES 2012

Von der Grundlast zur Residuallast



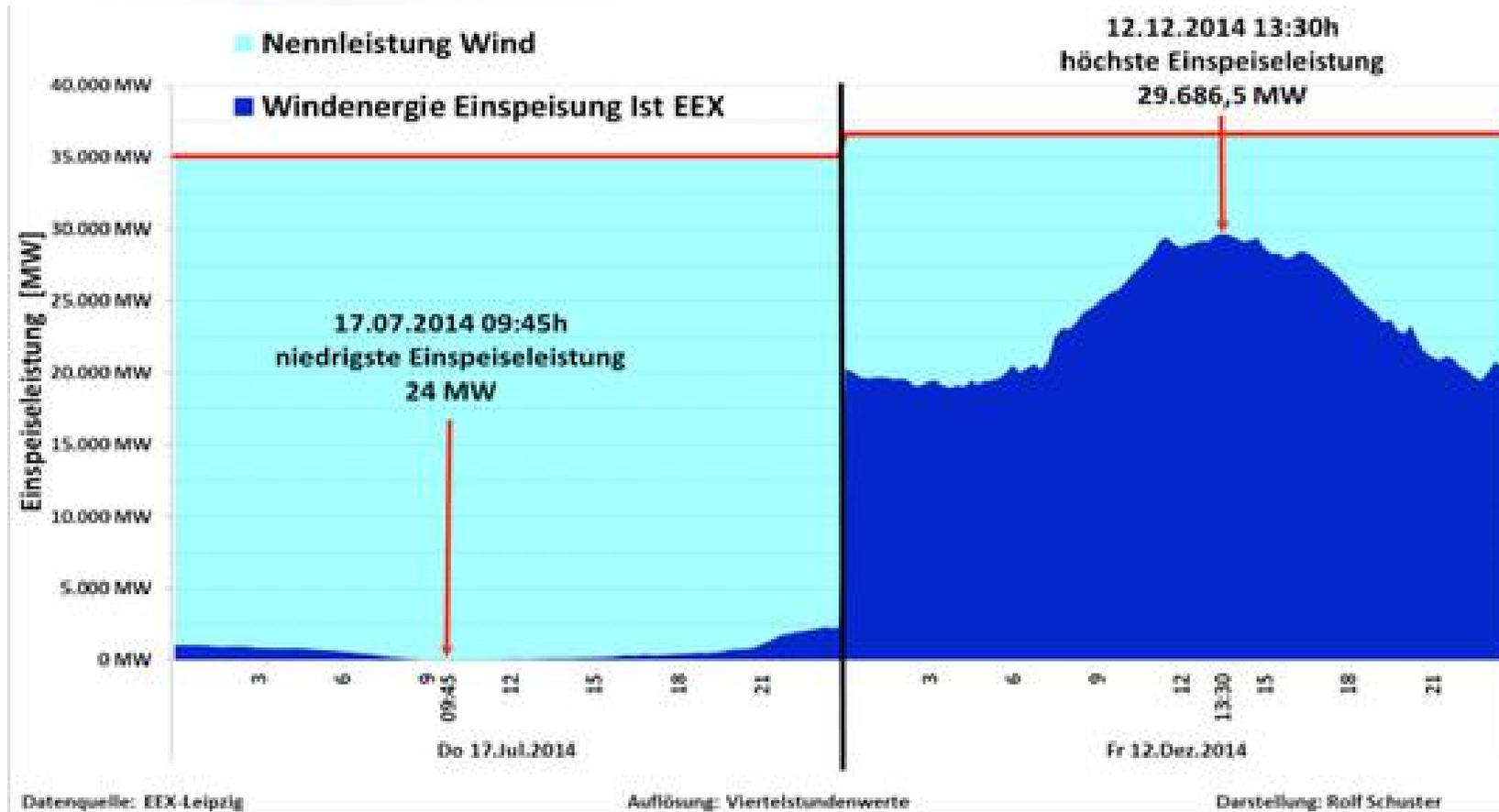
Flexibilität ist das neue Leitbild!



(b) Jahr 2030, Ausbaupfad 50 %

Quelle: DLR/WES/IFNE 2012

Manchmal haben wir vollständige Dunkelflauten!

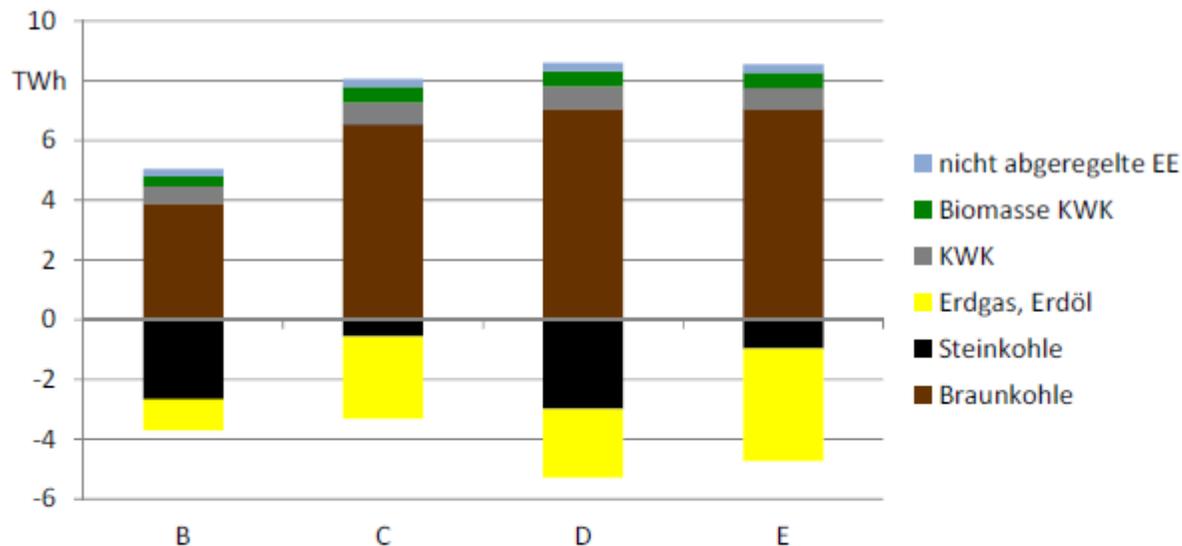


Quelle: „Vernunftkraft“

Wann brauchen wir Stromspeicher?

Speicher werden bis zu einem EE-Anteil von ca. 40% nur in geringem Umfang zur Einspeicherung von EE-Strom benötigt.

- Bei EE-Anteil von 40% nur wenige Stunden mit Erzeugungsüberschuss; Ausgleich durch flexible Kraftwerke & homöopathischer EE-Abregelung
- Speicher dienen dann überwiegend der Einsatzoptimierung der Kraftwerke (klassische Speicherfunktion).



Verschiebung der Stromerzeugung in Folge verschiedener Speicherzubauvarianten

Quelle: VDE ETG, 2012

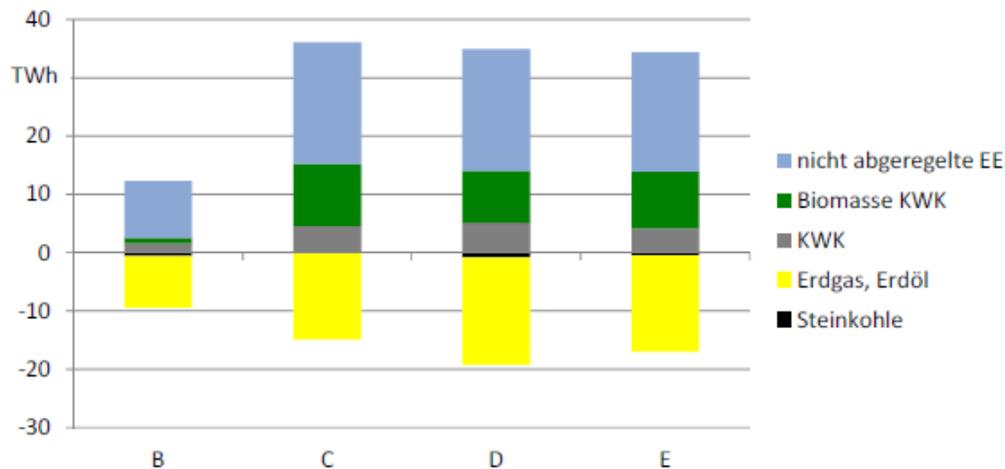
VDE

Quelle: VDE 2012

Wann brauchen wir Stromspeicher?

Kurz- und Langzeitspeicher dienen bei einem EE-Anteil von 80% dem Klimaschutz.

- Bei EE-Anteil von 40% dienen Speicher nicht dem Klimaschutz (Flexibilität steigert Braunkohle-Grundlast).
- Bei EE-Anteil von 80% substituiert eingespeicherte EE-Erzeugung Stromerzeugung aus fossilem Gas.



Verschiebung der Stromerzeugung in Folge verschiedener Speicherzubauvarianten

Quelle: VDE, 2012

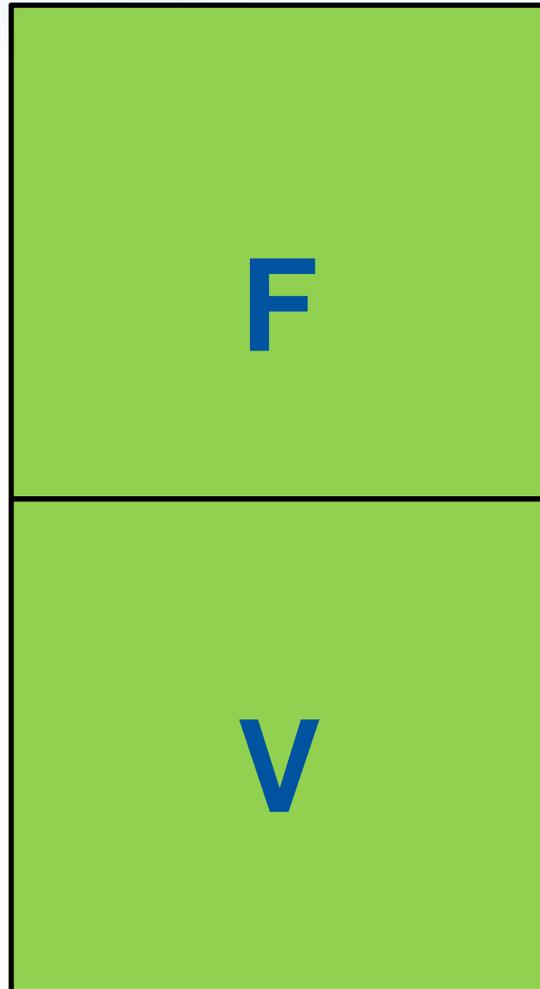
VDE

Quelle: VDE 2012

4. Wirtschaftlichkeitsfrage:

**Ist Wind nicht volks- und
betriebswirtschaftlich zu teuer?**

Stromkosten (1): Vollkosten einer Erzeugungsanlage



F – Fixkosten =
Kapitalkosten

V – variable
Kosten =
Brennstoffkosten +
Wartung/Personal +
CO2-Kosten

Parameter

Zinssatz

Inflationsrate

Nutzungsdauer

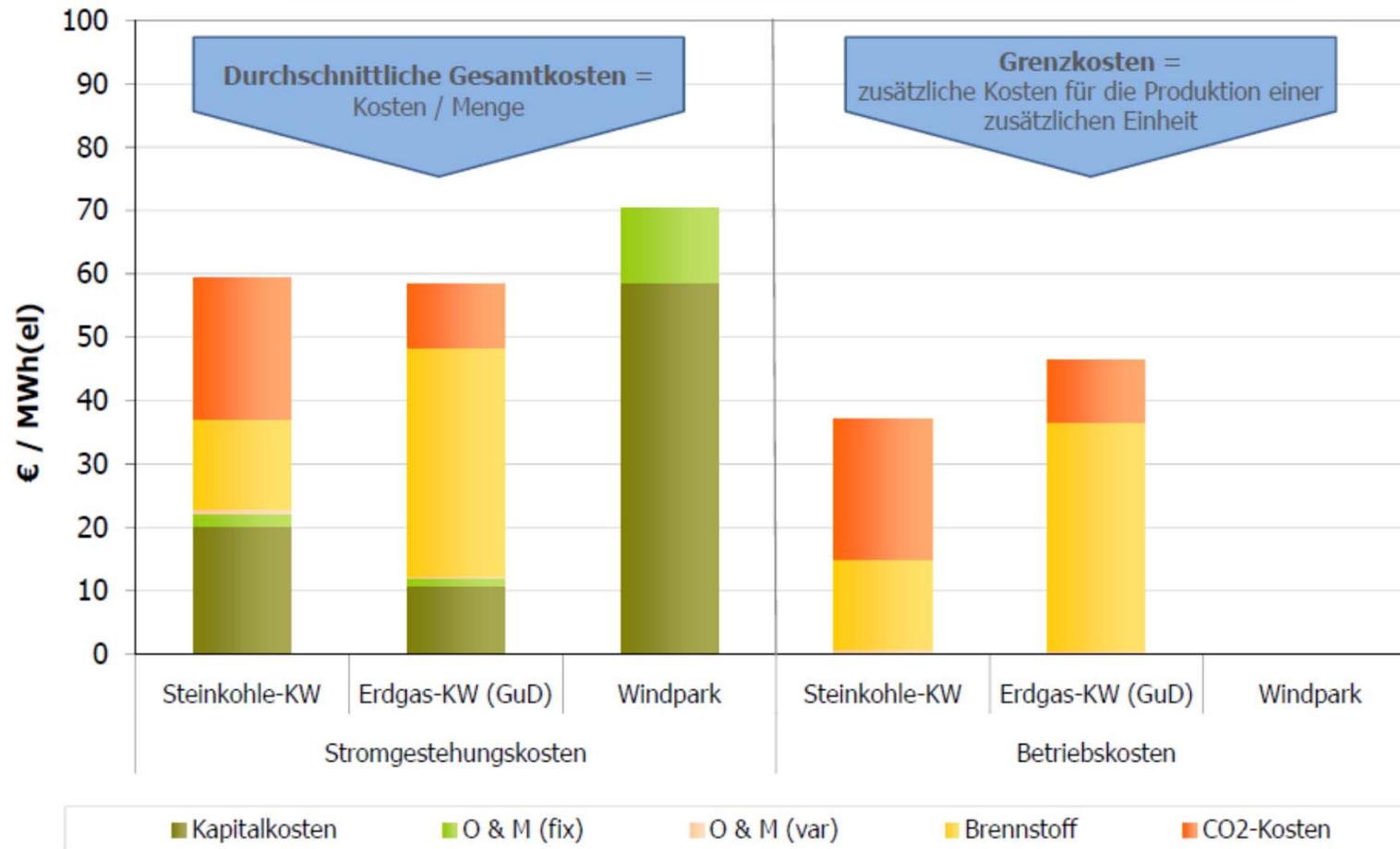
Benutzungs-
stunden

Prognosen:

- Brennstoffkosten
- Lohnkosten
- CO2-Zertifikate

Vollkosten im Vergleich

Kosten sind nicht gleich Kosten



Quelle: Bode, arhenius Institut 2010

Wind und PV sind die bisherigen ökonomischen Gewinner der EE

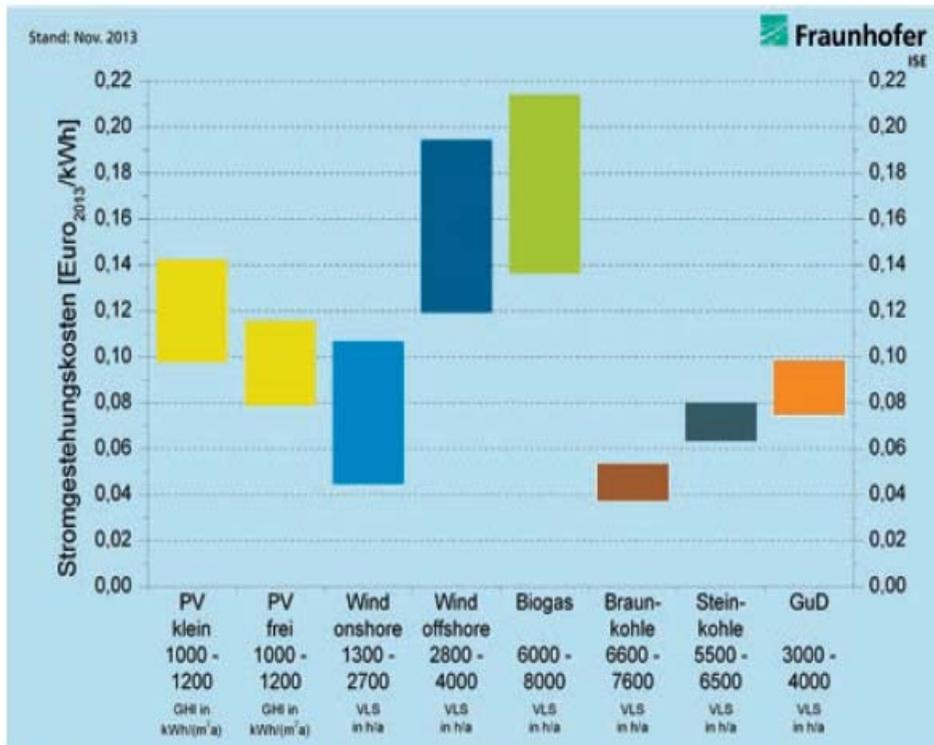
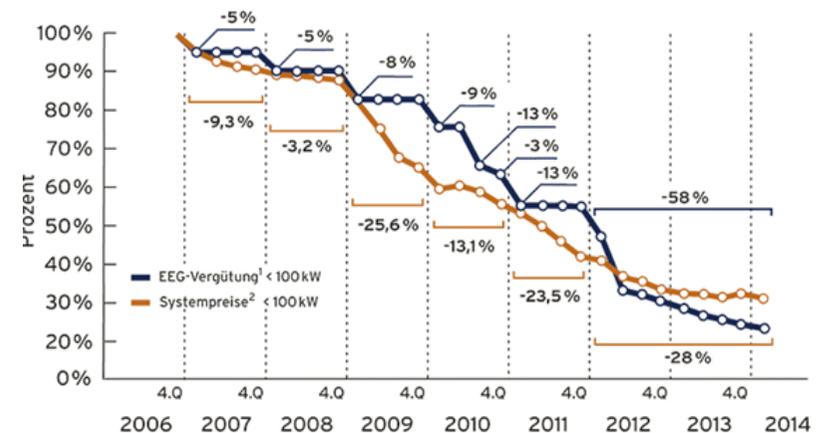


Abbildung 1: Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2013. Der Wert unter der Technologie bezieht sich bei PV auf die solare Einstrahlung (GHI) in kWh/(m²a), bei den anderen Technologien gibt sie die Volllaststundenanzahl der Anlage pro Jahr an. Spezifische Investitionen sind mit einem minimalen und einem maximalen Wert je Technologie berücksichtigt.

Die Kostenrevolution bei der PV



HOME / DUBAI / ENERGY / INDUSTRY

ACWA Power, TSK Win Contract To Build Power Plant In Dubai's Solar Park

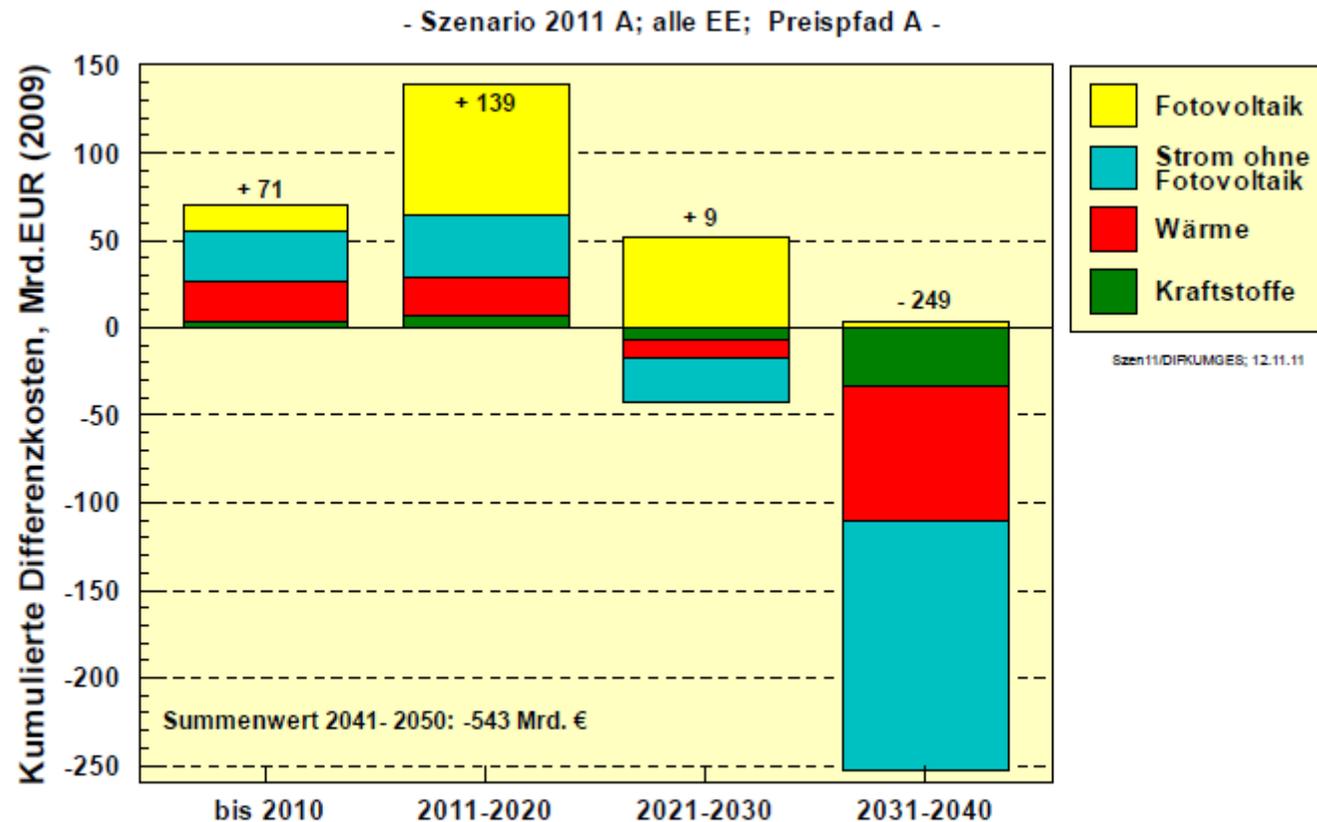
The project has a net power capacity of 200 MW and is the largest utility scale solar plant in the world to be tendered in a single phase

By Mary Sophia January 15, 2015



As part of the deal, ACWA Power will receive a levelised tariff of \$5.84 cents/kWh for a 25-year power purchase agreement (PPA) starting in 2017, the statement said.

Äpfel mit Äpfel: systemanalytische Differenzkosten



Quelle: DLR/WES/IFNE 2012

Abbildung 19: Kumulierte systemanalytische Differenzkosten der gesamten Energiebereitstellung aus EE im Szenario 2011 A für 10-Jahres-Abschnitte und Preisfad A

Reich werden mit Windkraft?

Waren früher für Onshore-Windkraft Renditen zwischen 8 und 10 % erzielbar, so fielen jüngst die Erwartungen eher auf 4 bis 6 %. Manche Branchenbeobachter sehen gar die Wirtschaftlichkeit von Windkraft-Investments generell in Gefahr [1]. Die im Vergleich zur Planung tatsächlich oft geringeren erwirtschafteten Erträge führten zusammen mit den eher höher als ursprünglich veranschlagt liegenden Kosten bei vielen Onshore-Windkraftprojekten dazu, dass sich das Interesse zuweilen auf den Offshore-Sektor verschob. Dieser erschien

Quelle: Svoboda 2013

C. Rendite der Anleger

Nach Auswertung von 1.150 Windpark-Jahresabschlüssen haben die Anleger in den Jahren 2002 - 2011 Ausschüttungen erhalten im Durchschnitt von

2,5 % p.a.

Über die Summe der Jahre waren dies 25 % ihrer Einlage, während nach den Prospekten zwischen 60 bis 80 % versprochen wurde.

Bei differenzierter Betrachtung ergibt sich ein noch katastrophaleres Bild:

25 von 127 Windparks haben gar keine Ausschüttungen > 2 % = 20 %

22 von 127 Windparks haben nur in 1 Jahr ausgeschüttet = 17 %

27 von 127 Windparks haben nur in 2 Jahren ausgeschüttet = 21 %²¹

5. Bedarfsfrage:

**Verkaufen wir wirklich die teuer bezahlte
Windkraft ins Ausland und bezahlen
noch dafür?**

„Wir haben heute bereits zu viel Windstrom, den können wir gar nicht mehr gebrauchen!“

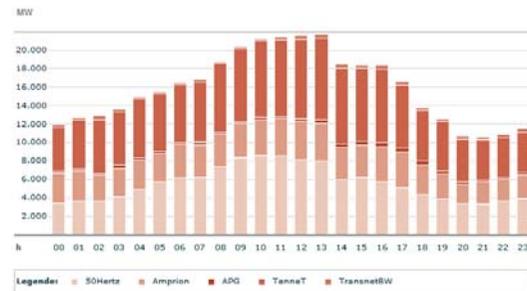
Tatsächliche Produktion Wind

Aggregierte ex-post-Information über die tatsächliche Produktion aus Windenergie

Die Übertragungsnetzbetreiber bestimmen die eingespeiste Windkraftleistung für ihre Regelzone über eine Hochrechnung auf der Grundlage online gemessener Referenzstandorte (Windparks). Die Veröffentlichung erfolgt stündlich mit einem Zeitversatz von maximal zwei Stunden.

Eine spätere Korrektur der übermittelten Werte insbesondere zur Verbesserung der Datenqualität ist möglich.

Angezeigter Zeitraum: 11.05.2014, 00:00 Uhr - 11.05.2014, 23:59 Uhr
Letzte Aktualisierung: 12.05.2014, 02:00:13 Uhr



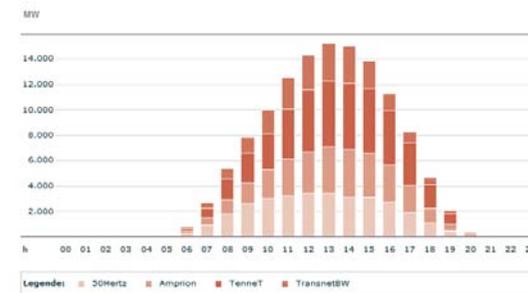
Tatsächliche Produktion Solar

Aggregierte ex-post-Information über die tatsächliche Produktion aus Solarenergie

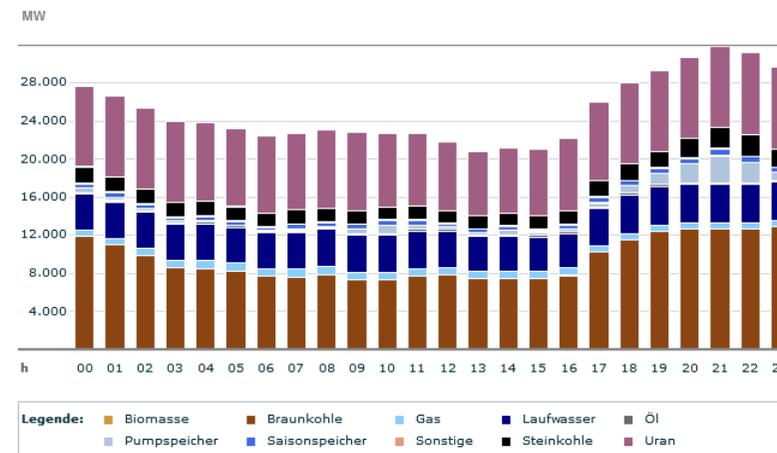
Die Übertragungsnetzbetreiber bestimmen die eingespeiste Solarleistung für ihre Regelzone über eine Hochrechnung. Die Veröffentlichung erfolgt stündlich mit einem Zeitversatz von maximal zwei Stunden.

Eine spätere Korrektur der übermittelten Werte, insbesondere zur Verbesserung der Datenqualität, ist möglich. Die Stromerzeugung aus Solarenergie in Österreich liegt momentan unterhalb der relevanten Meldeschwelle, so dass aktuell keine Daten publiziert werden.

Angezeigter Zeitraum: 11.05.2014, 00:00 Uhr - 11.05.2014, 23:59 Uhr
Letzte Aktualisierung: 12.05.2014, 02:00:14 Uhr



Angezeigter Tag: 11.05.2014
Letzte Aktualisierung: 12.05.2014, 16:31:06 Uhr



11. Mai
2014

Quelle: EEX

„Wir haben heute bereits zu viel Windstrom, den können wir gar nicht mehr gebrauchen!“

Tabelle: Entwicklung von Einspeisemanagementmaßnahmen (2009-2012)

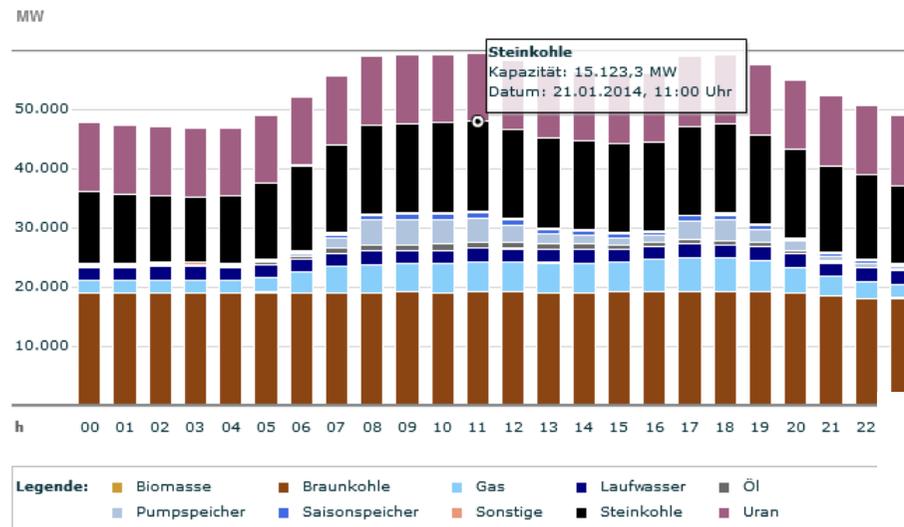
	2009	2010	2011	2012
Summe Ausfallarbeit (in GWh)	74	127	421	385
Anteil an gesamter EEG-Einspeisung	0,10%	0,16%	0,41%	0,33%
Summe Entschädigungszahlungen (in Mio. €)	6	10,2	33,5	33,1

Quelle: Monitoringberichte der Bundesnetzagentur

Die Menge der Ausfallarbeit durch Einspeisemanagementmaßnahmen (EMM) nach § 11 EEG (2012) ist im Jahr 2013 deutlich um 44 Prozent auf 555 GWh gestiegen. Damit beläuft sich der Anteil der Ausfallarbeit gemessen an der gesamten Erzeugungsmenge von EEG-vergütungsfähigen Anlagen auf 0,44 Prozent. Die Summe der Entschädigungszahlungen hat sich dabei mit ca. 43,7 Mio. Euro (2012: 33,1 Mio. Euro) ebenfalls erhöht. Wie in den Vorjahren waren auch im Berichtsjahr 2013 in der Mehrzahl Windkraftanlagen mit einem Anteil von 86,6 Prozent an der gesamten Ausfallarbeit am stärksten von EMM betroffen (2012: 93,2 Prozent). Der Anteil der herangezogenen Solaranlagen ist stark angestiegen und lag im Berichtsjahr 2013 bei 11,8 Prozent (2012: 4,2 Prozent). Bei 30 Prozent der Maßnahmen lag der Grund für die Abregelung im Übertragungsnetz, die übrigen 70 Prozent der Einspeisemanagement-Eingriffe ist auf Netzengpässe auf der Verteilnetzebenen zurückzuführen. Mittlerweile sind alle Regionen Deutschlands von Einspeisemanagementmaßnahmen betroffen, jedoch entfällt 95 Prozent der gesamten Ausfallarbeit auf die nördlichen Bundesländer.

„Der Windstrom verdrängt keinen deutschen Kohlestrom, sondern wird ins Ausland „verklappt“!

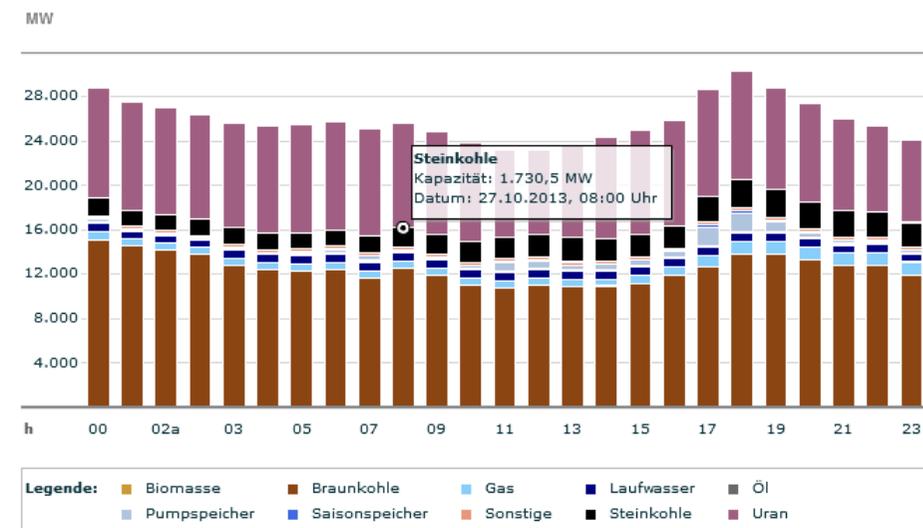
Angezeigter Tag: 21.01.2014
Letzte Aktualisierung: 22.01.2014, 16:32:19 Uhr



21.01.2014 – rund 2,5 GW Wind und PV

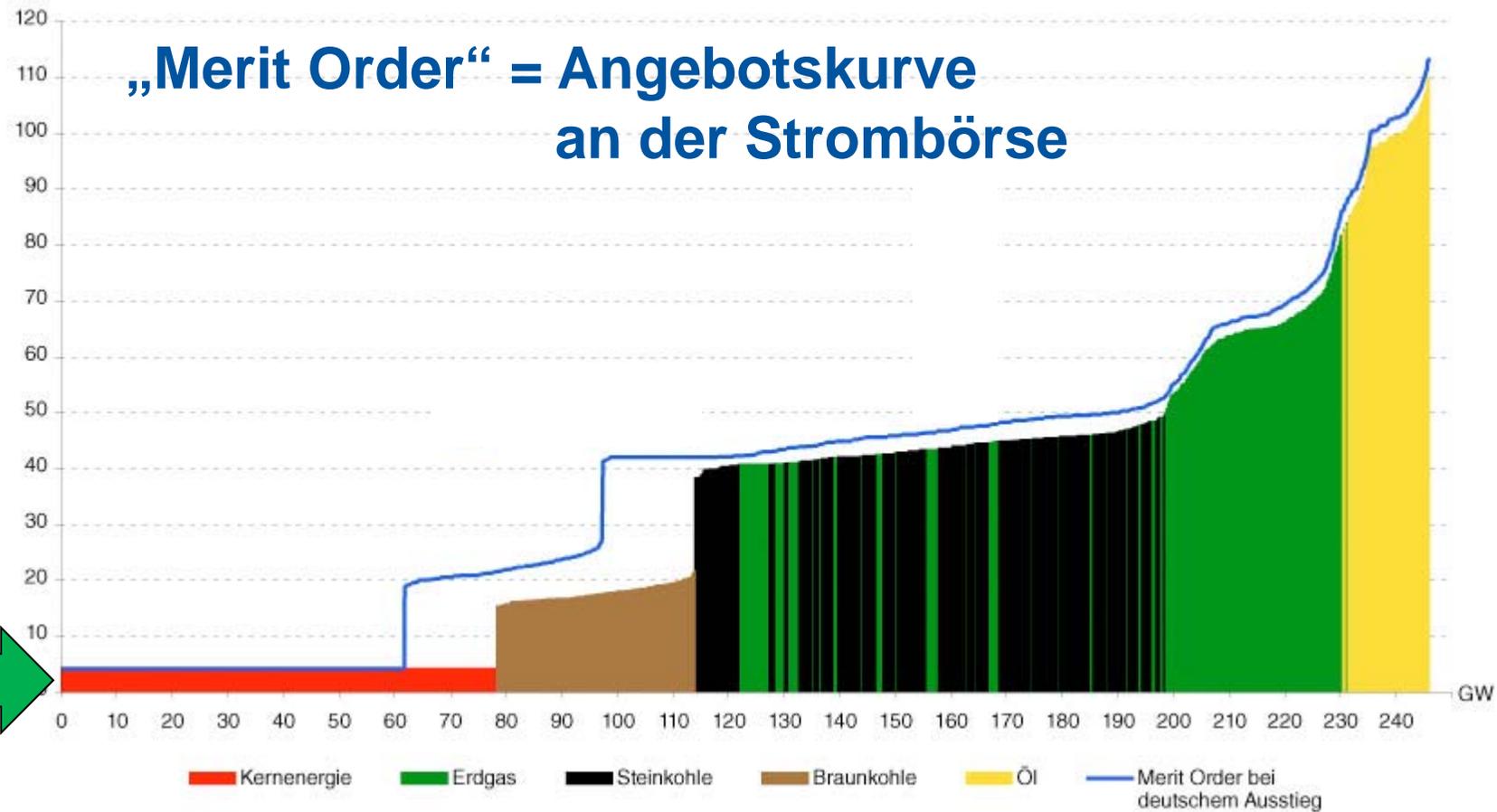
27.10.2013 – rund 30 GW Wind und PV

Angezeigter Tag: 27.10.2013
Letzte Aktualisierung: 29.10.2013, 16:31:32 Uhr



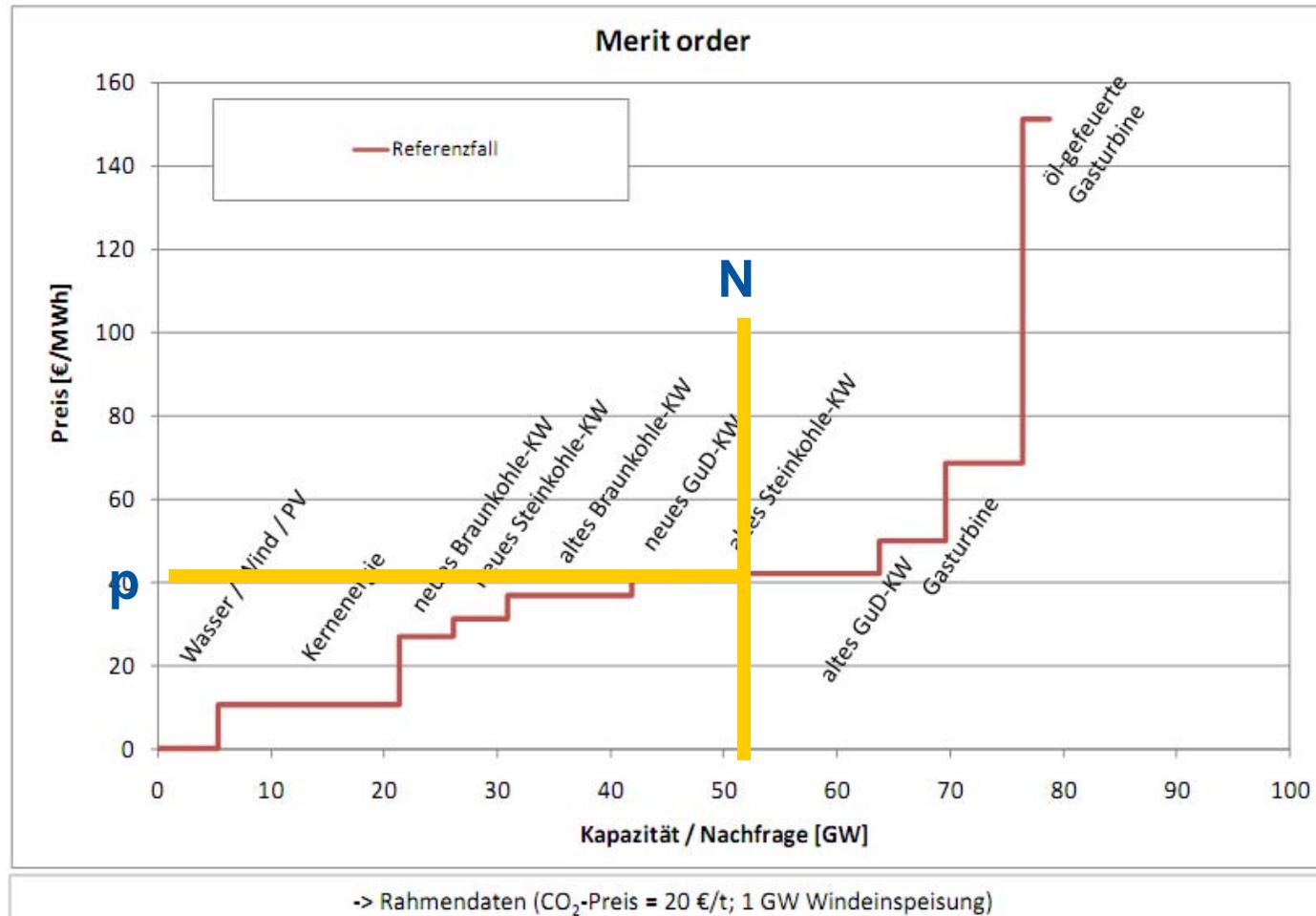
„Jede weitere kWh Windstrom verdrängt Strom aus Erdgas!“

Euro / MWh



Zur Preisbildung an der Strombörse

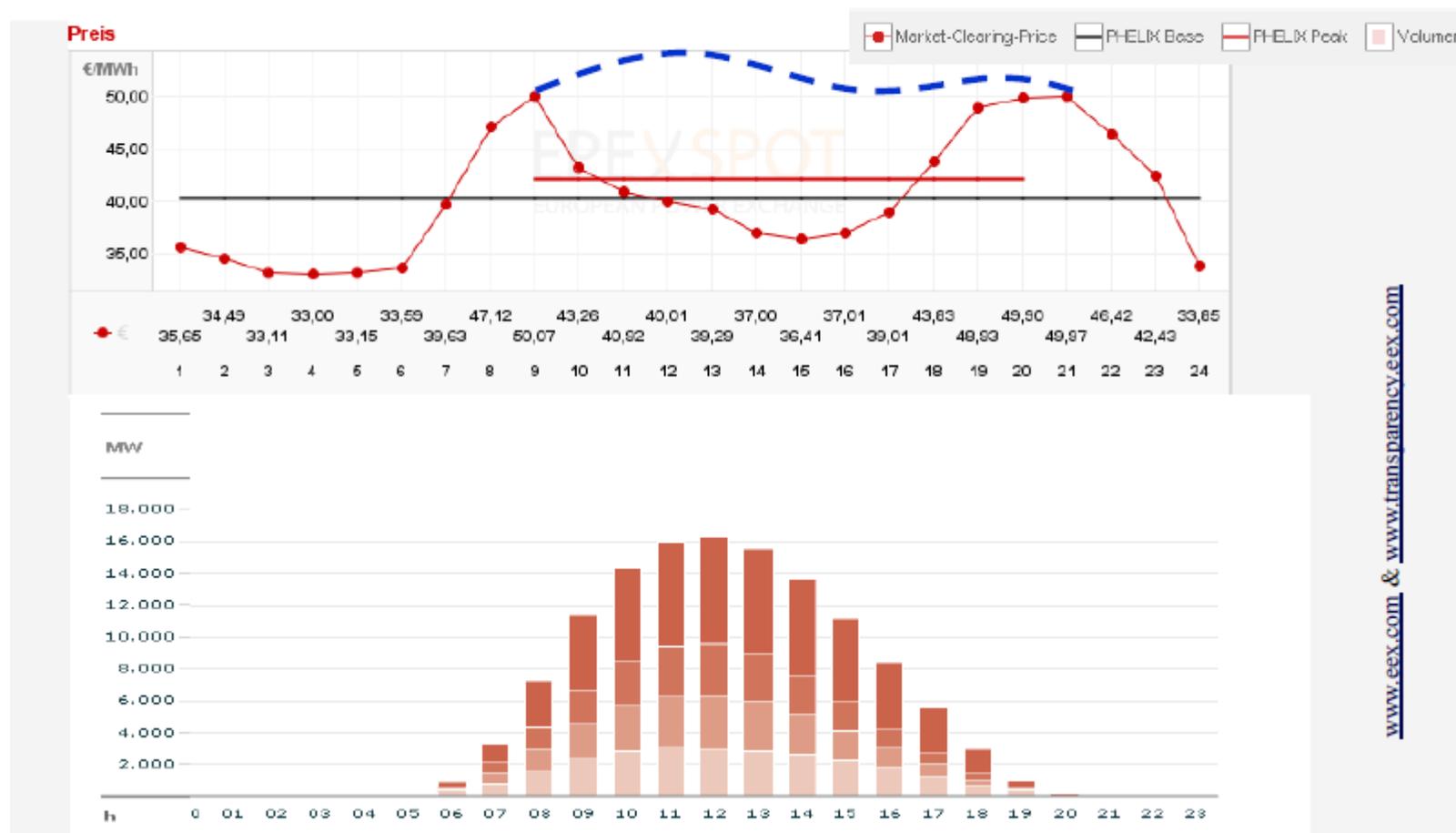
Einfache Merit-order Kurve der Angebote



Quelle: Groscurth, arrhenius Institut 2009

„Die Erneuerbaren senken die Preise an der Strombörse!“

EEX / Auswirkung PV-Einspeisung am 08.05.2012

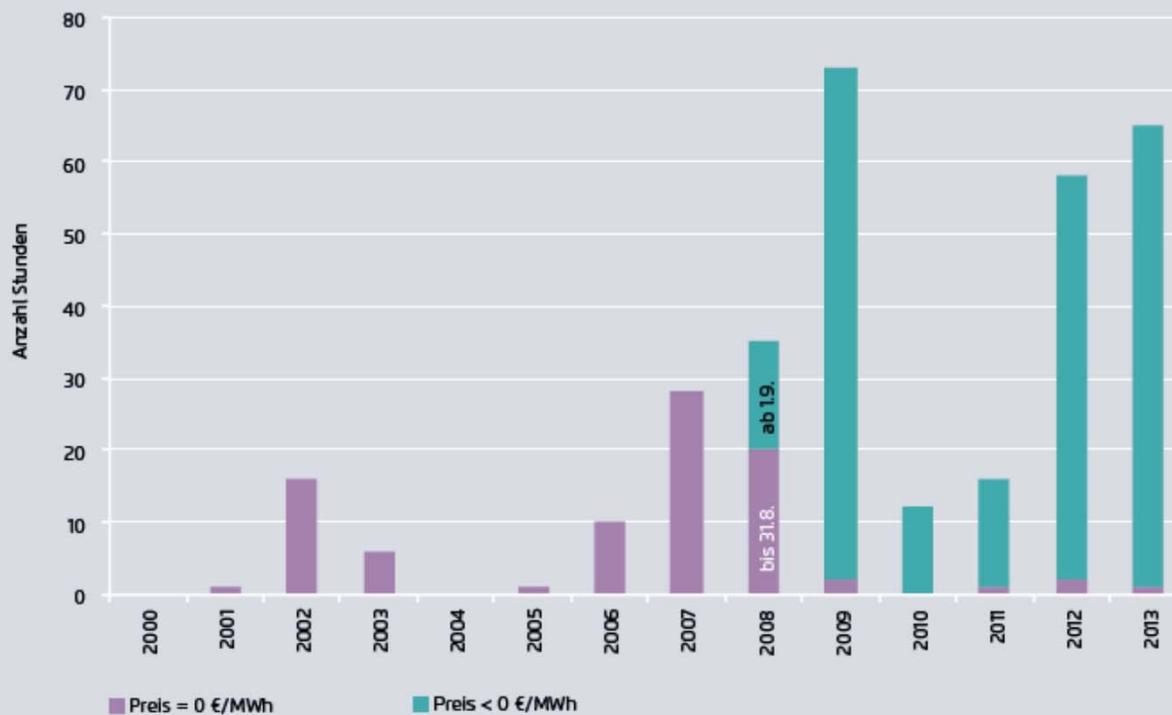


Quelle: BDEW 2013

„Negative Preise durch Erneuerbare Energien nehmen zu!“

Häufigkeit von Null- oder negativen Preisen in der EEX-/EPEX-Day-ahead-Auktion

Abbildung 2.1



Eigene Auswertung

Quelle: Energy Brainpool 2014

6. Nutzenfrage:

**Welchen Nutzen hat denn
Windenergienutzung in D außer
Klimaschutz?**

Nutzen einer Veränderung des Stromsystems hin zur Regenerativwirtschaft

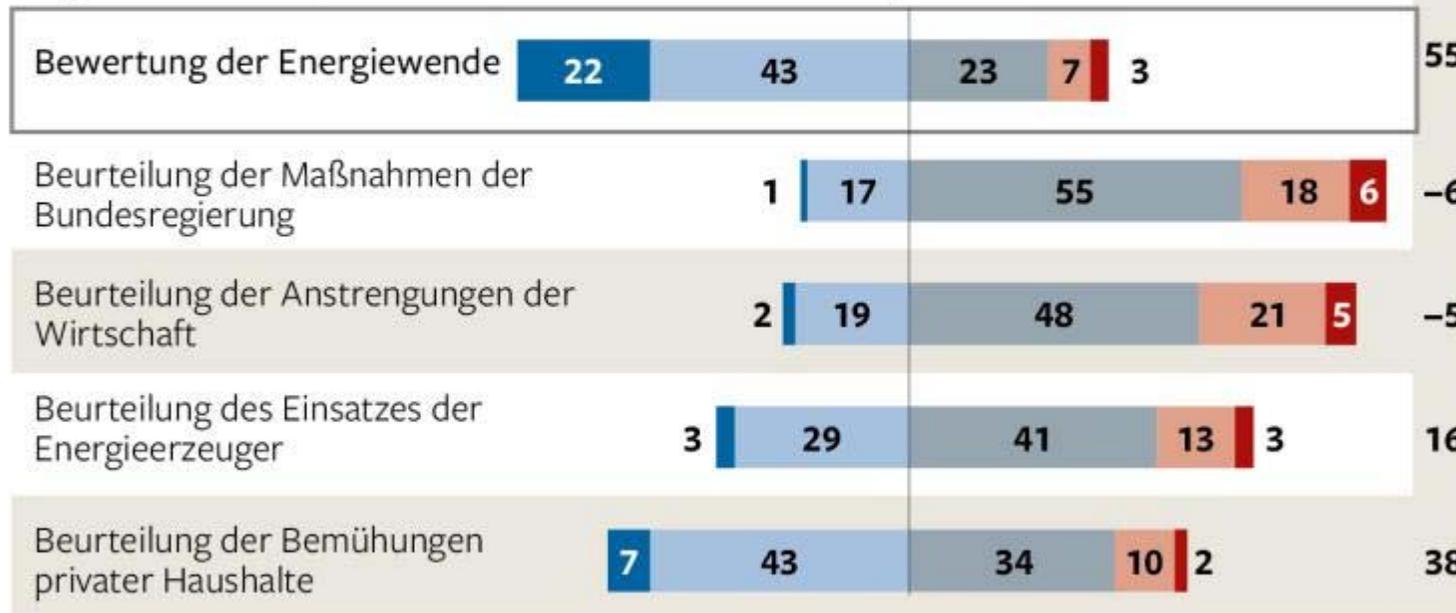


Energiewende als nationales Projekt

SO SIEHT DIE BEVÖLKERUNG DIE ENERGIEWENDE

■ sehr gut ■ gut ■ mäßig ■ schlecht ■ sehr schlecht Bewertungsgrad*

Angaben in Prozent, fehlende Werte zu 100%: weiß nicht/k. A.



*errechnet aus Prozentwerten „sehr gut/gut“ abzüglich „schlecht/sehr schlecht“, Wertebereich: -100 bis +100

QUELLE: TNS INFRATEST

Quelle: Die Welt 20.02.2015

Export von Wertschöpfung durch Importe fossiler Energieträger

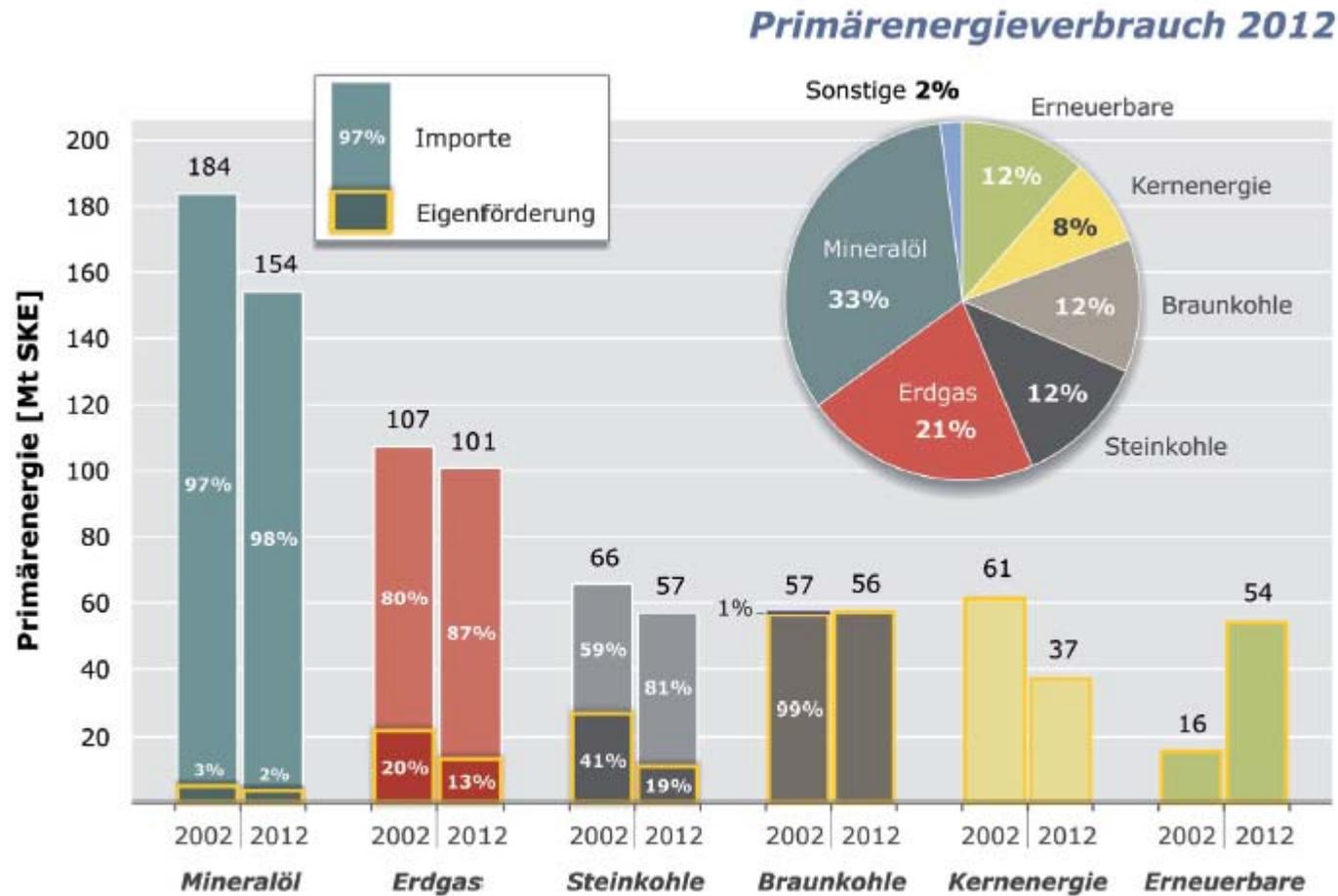


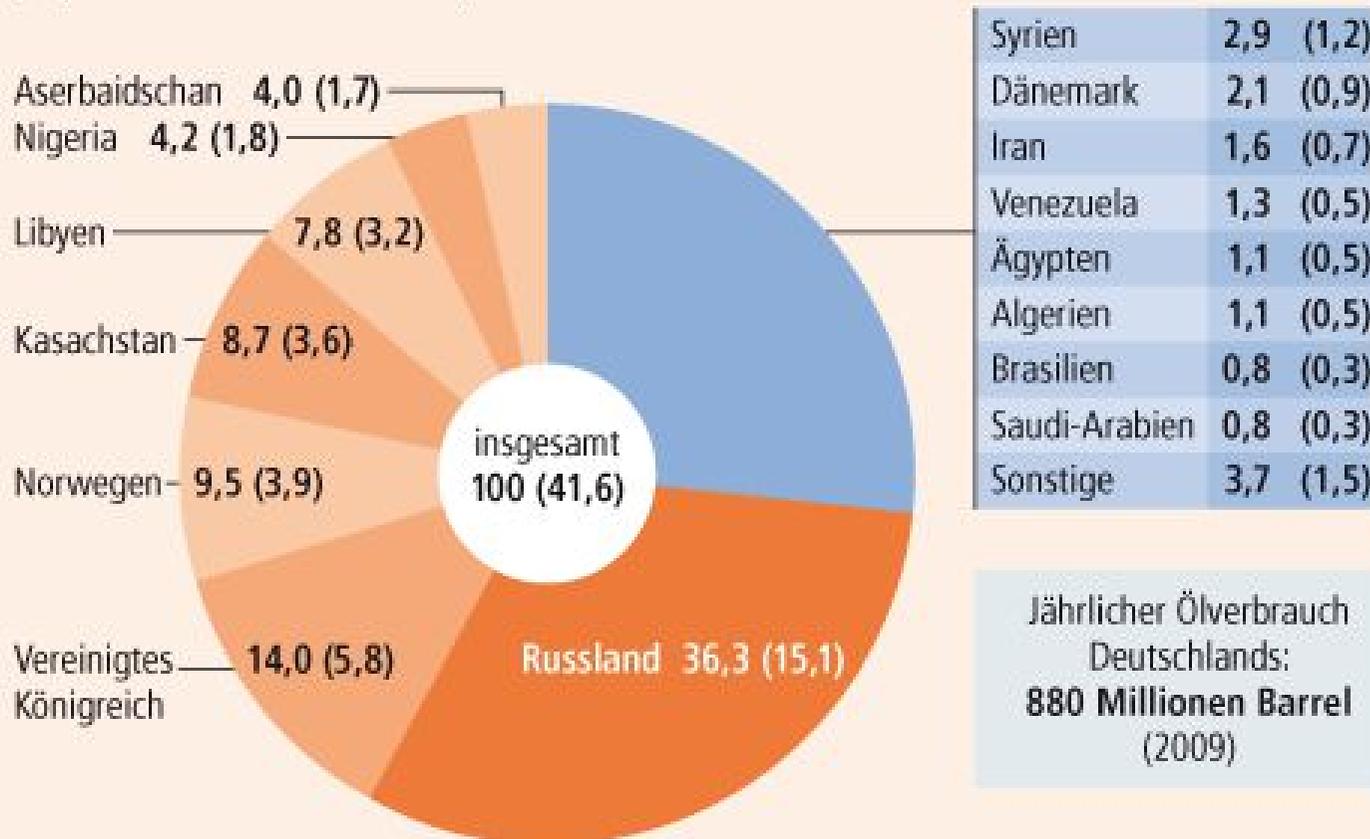
Abb. 3: Vergleich des Einsatzes der Primärenergieträger und des Verhältnisses der Eigenversorgung und des Importanteils 2002 und 2012 für Deutschland sowie relative Anteile für 2012 (nach AGEF 2013, LEEG 2013).

Quelle: BGR 2013

Export von Wertschöpfung durch Importe fossiler Energieträger

Deutsche Ölimporte: Wenige große Lieferanten

Anteil am deutschen Import 2010 in Prozent
(Importwert in Milliarden Euro)



Jährlicher Ölverbrauch
Deutschlands:
880 Millionen Barrel
(2009)

Ursprungsdaten: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Nationale Wertschöpfung durch EE 2012

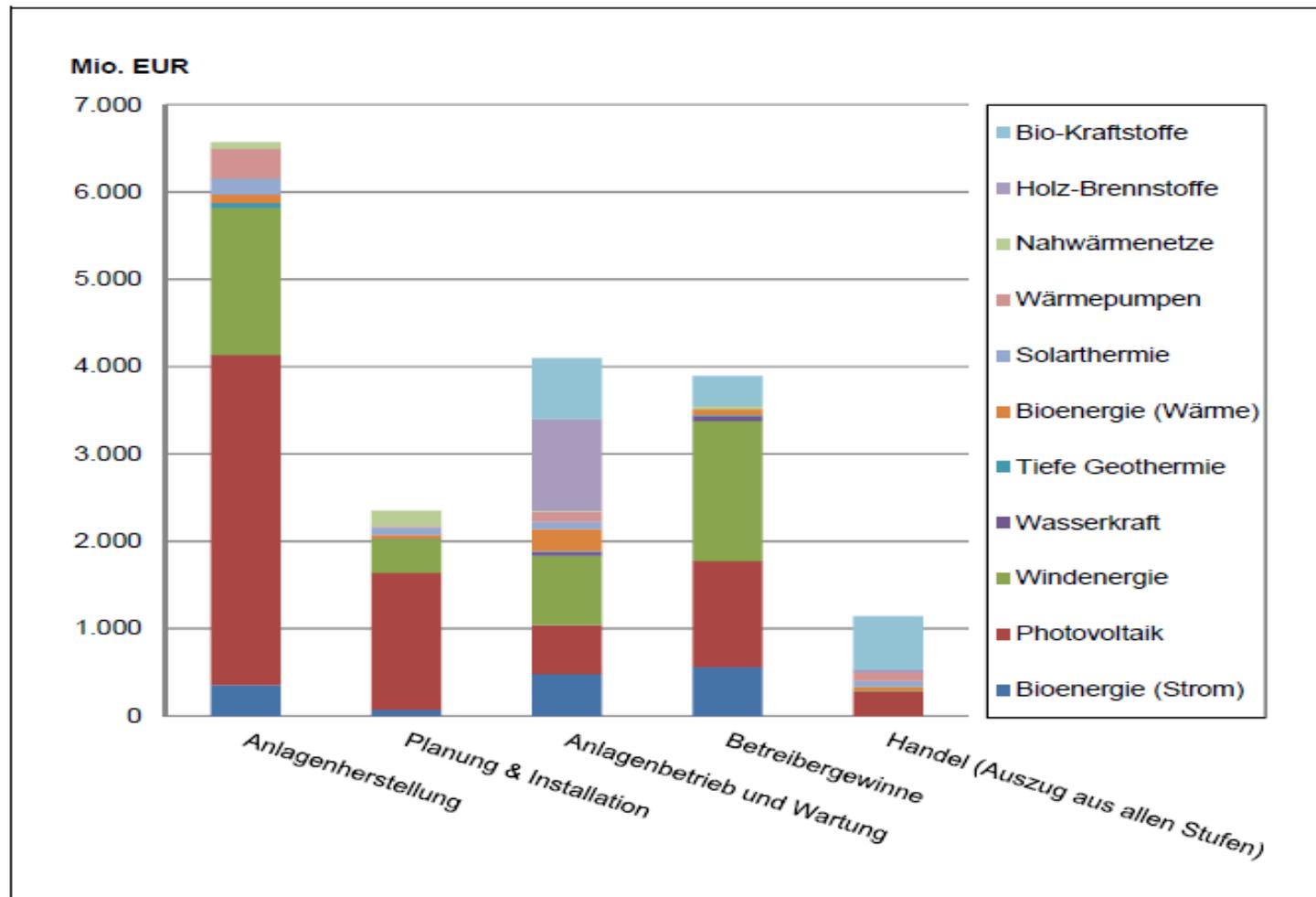


Abb. 1.1: Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012

Quelle: IÖW 2013

Beschäftigungseffekte durch EE 2012

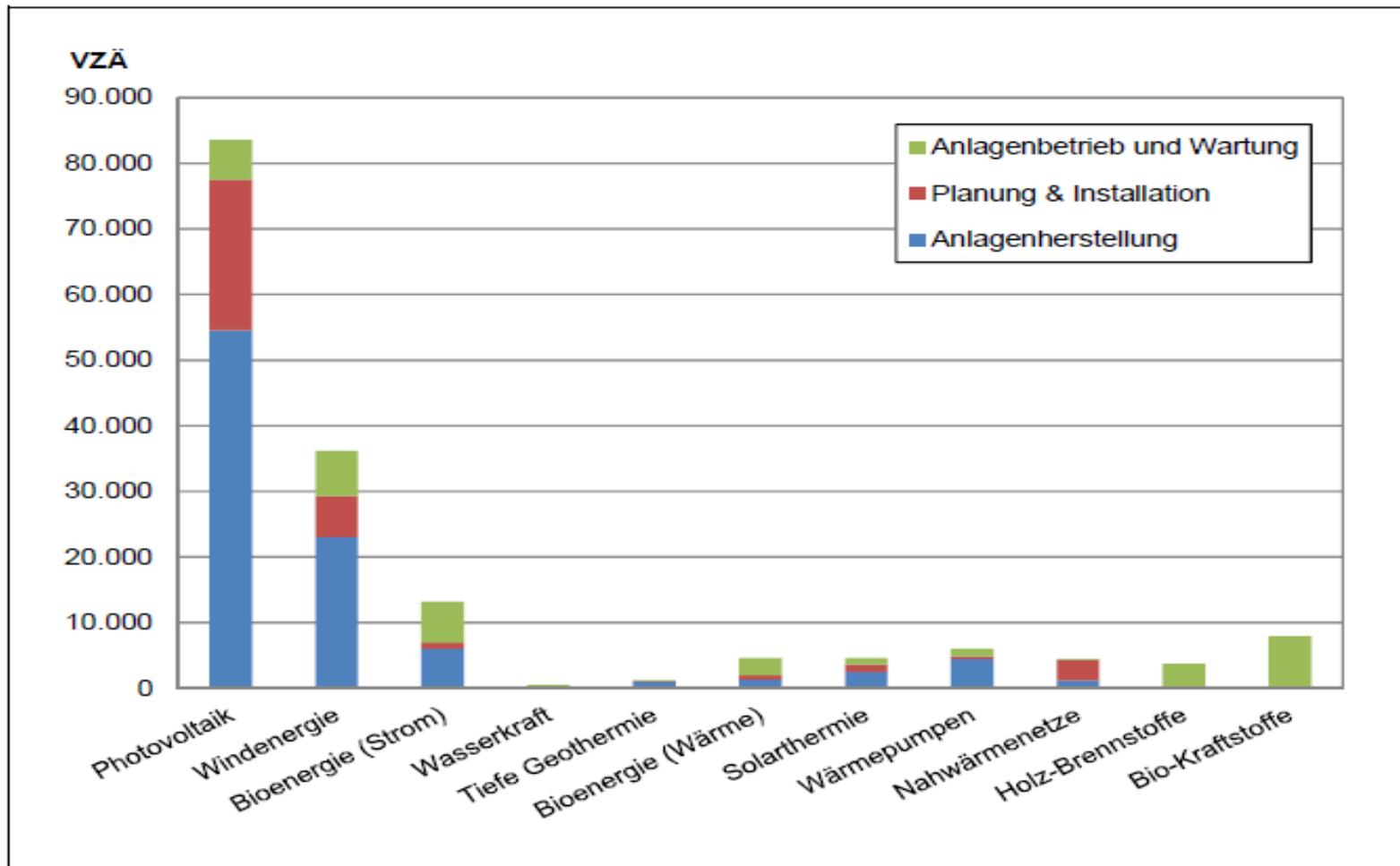
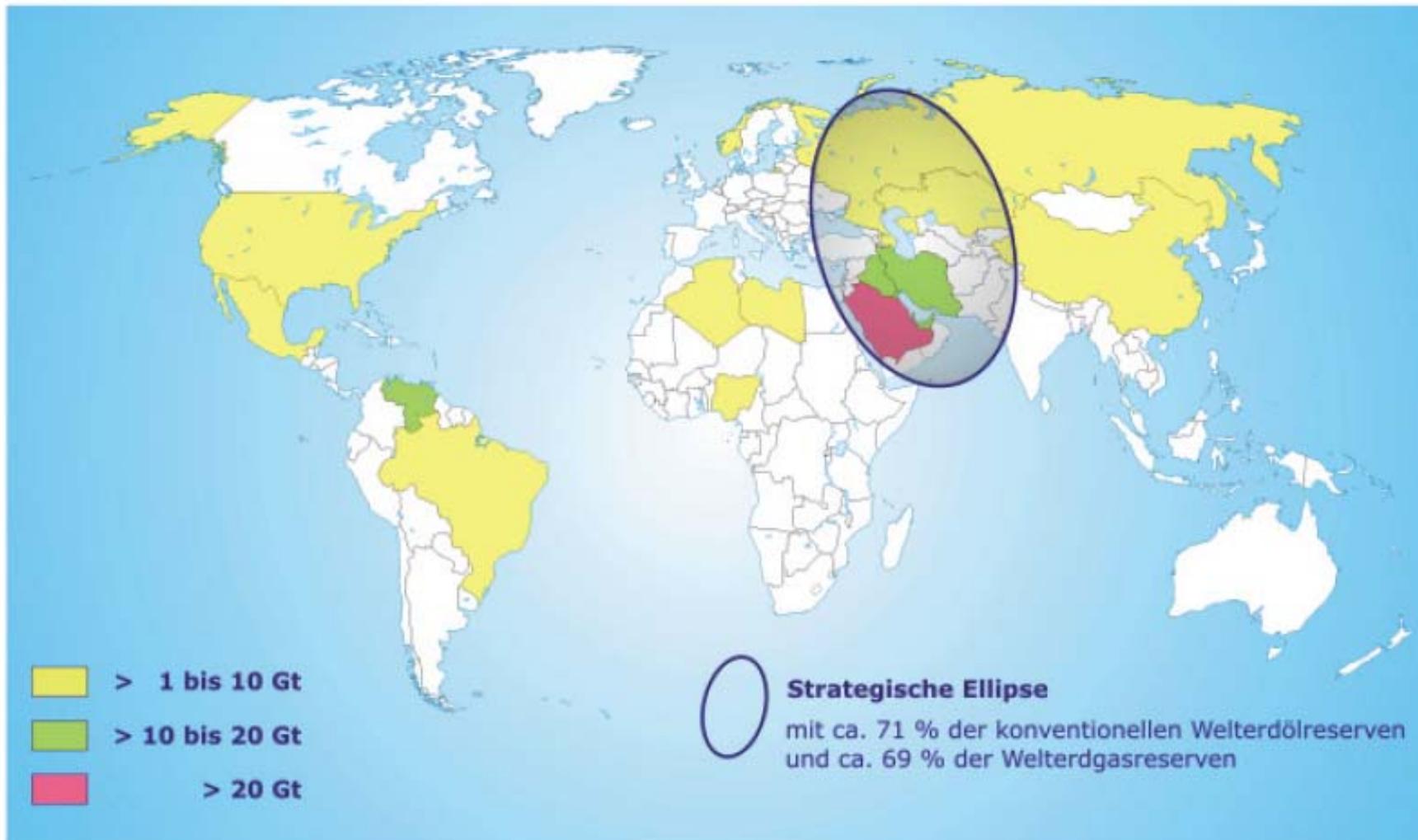


Abb. 1.2: Direkte Beschäftigung (Vollzeitäquivalente) durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012¹

Quelle: IÖW 2013

Öl und Gas kommen aus Krisenregionen



Quelle: BGR 2009, S.253

- seit April 1995 Professor an der HTW in Saarbrücken, zuständig für Wirtschaftspolitik
- 1999 Mitbegründer des Instituts für ZukunftsEnergieSysteme (IZES) als An-Institut der HTW, seit 2008 wissenschaftlicher Leiter des IZES
- sachverständiges Mitglied der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages 2001-2002
- seit Januar 2010 Alternate Board Member of the Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER) der EU
- seit Oktober 2012 Mitglied des Beirates für nachhaltige Entwicklung des Landes Baden-Württemberg
- seit Oktober 2013 Vorsitzender des Energiebeirats Rheinland-Pfalz



Die IZES gGmbH

IZES gGmbH – Institut für ZukunftsEnergieSysteme

