WIRTSCHAFTSBEIRAT
BAYERN

Zahlen und Fakten zur Stromversorgung in Deutschland

Autoren:

Maximilian Faltlhauser
Armin Geiß
Ausschuss für Energie- und Rohstoffpolitik
des Wirtschaftsbeirates Bayern

München, im Mai 2012

Inhalt

1.	**Prolog**	**4-5**
1.1	Erläuterung Energiedreieck	
1.2	Strommarktliberalisierung seit 1998	
2.	**Kraftwerksleistung und Stromerzeugung**	**6-9**
2.1	Einheiten und „Nullen“	
2.2	Installierte Leistung nach Stromerzeugungsarten	
2.3	Volllaststunden verschiedener Erzeugungsarten	
2.4	Leistung & Erzeugung im EEG	
2.5	Entwicklung installierte EEG-Erzeugungsleistung	
2.6	Bruttostromerzeugung nach Erzeugungsarten	
3.	**Wirtschaftlichkeit – Strompreis**	**10-14**
3.1	Entwicklung Strompreis für Haushalte	
3.2	Entwicklung Strompreis für Industriekunden	
3.3	EEG-Umlage nach Erzeugungsarten	
3.4	EEG-Strommenge	
3.5	Entwicklung des Kosten-Nutzen-Faktors des EEGs	
3.6	Staatliche Belastungen auf den Strompreis (pro kWh)	
3.7	Staatliche Belastungen auf den Strompreis (absolut)	
3.8	Internationaler Preisvergleich Haushaltsstrom	
3.9	Internationaler Preisvergleich Industriekunden	
3.10	Verkleinerung des freien Strommarktes durch das EEG	
4.	**Versorgungssicherheit – Netzstabilität**	**15-16**
4.1	Internationaler Vergleich Stromausfallminuten	
4.2	Anzahl der Eingriffe eines Stromnetzbetreibers pro Jahr	
4.3	Entwicklung der deutschen Strom-Export- und Importbilanz	
5.	**Umweltschutz & Energiemix**	**17**
5.1	Stromanteil am CO_2-Ausstoß	
5.2	Entwicklung CO_2-Ausstoß weltweit	
6.	**Zukunft der Energieversorgung**	**18-19**
6.1	Technologieentwicklung der Windenergie	
6.2	Technologieentwicklung der Photovoltaik	
6.3	Arten der Stromspeicherung	

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

es gibt nur wenige Gebiete der Politik, über die derart intensiv und oft auch emotional diskutiert wird wie über die Energiepolitik. Ölpreiskrise, Kernenergie, Klimaschutz sind nur wenige Schlagworte.

Diese Diskussion hat sich mit der sogenannten Energiewende weiter intensiviert. Im Mittelpunkt steht die Frage: Wie kann die Stromversorgung nach Abschalten der Kernkraftwerke in Deutschland weiter umweltfreundlich, wettbewerbsfähig und wirtschaftlich, vor allem aber auch sicher gestaltet werden.

Zu dieser Frage gibt es mittlerweile eine Unzahl von Gutachten und Meinungen. Der Ausschuss für Energie- und Rohstoffpolitik des Wirtschaftsbeirates Bayern will mit dieser Sammlung von Zahlen und Fakten einen sachlichen und möglichst objektiven Beitrag zu dieser Diskussion liefern. Wir haben deshalb bewußt auf Kommentare und Schlussfolgerungen verzichtet im Sinne von: „Lasst Zahlen sprechen".

Wir hoffen, die Zahlen unterstützen Sie in Ihrer Arbeit, in Gesprächen und Diskussionen.

Mein besonderer Dank gilt denjenigen, die mit großem persönlichen Engagement zum Entstehen dieser Broschüre beigetragen haben, allen voran meinem Stellvertreter Maximilian Faltlhauser sowie Nima Ghaeni von der Thüga AG und Andreas Kießling von der E.ON AG. Dank auch allen, die bereitwillig Daten, Auswertungen und Bilder für diese Broschüre zur Verfügung gestellt haben.

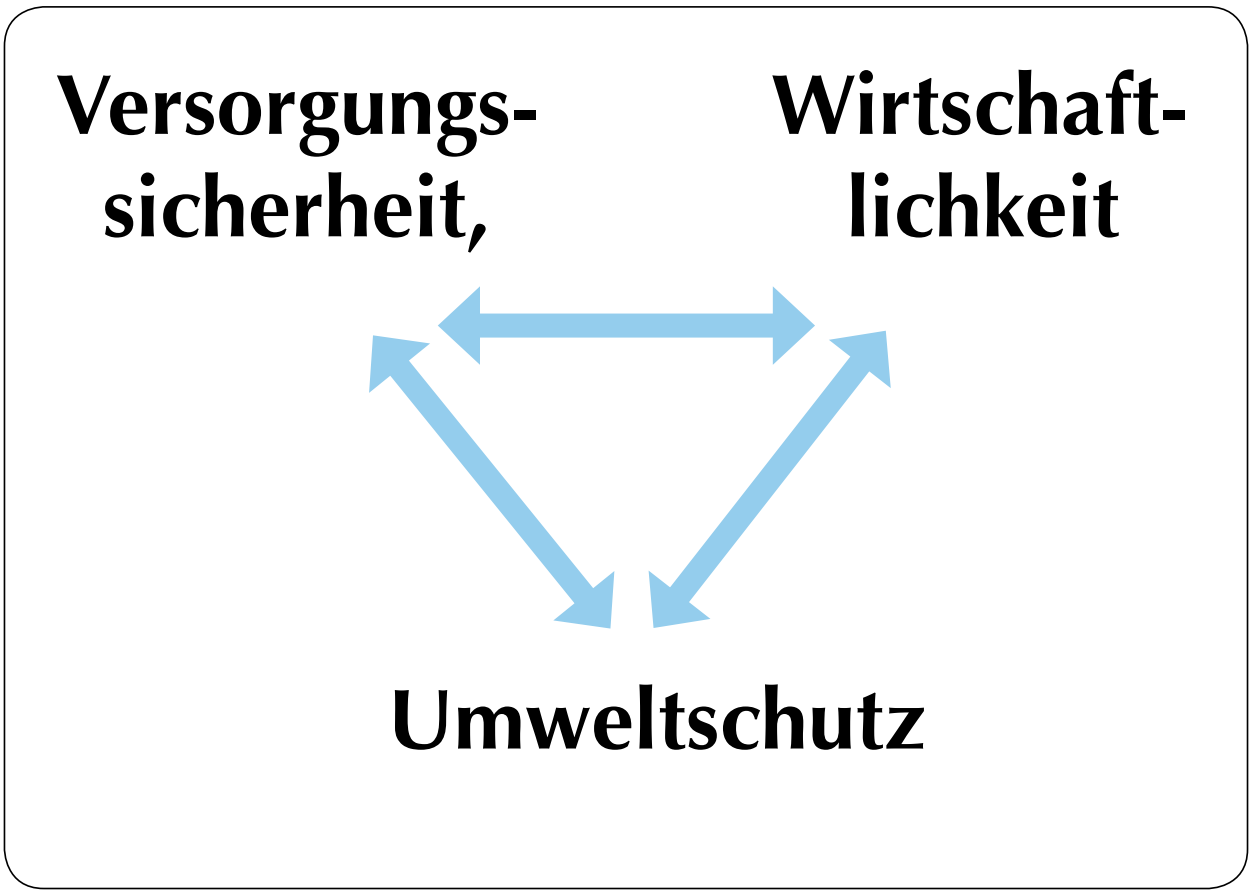
Armin Geiß
Vorsitzender des Ausschusses für Energie- und Rohstoffpolitik
des Wirtschaftsbeirates Bayern

1. Prolog

1.1 Erläuterung Energiedreieck

Die Gliederung dieser Broschüre orientiert sich an dem energiepolitischen Dreieck: Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz. Ziel einer jeden Diskussion sollte ein Gesamtoptimum aller Aspekte der Stromversorgung sein. Diesem Gesamtoptimum kann man nur dadurch näher kommen, wenn man sich bei einer energiepolitischen Entscheidung innerhalb einer Dimension der wechselseitigen Auswirkungen und Konsequenzen auf die jeweils anderen Dimensionen bewusst ist.

Nur über die umweltverträgliche Zusammensetzung des Energie-Mixes zu diskutieren, greift zum Beispiel zu kurz. Die Versorgungssicherheit (die nicht beeinträchtigt werden darf) und den Strompreis (der nicht weiter steigen darf) in einem Nebensatz zu erwähnen, genügt nicht. Denn grundsätzlich wäre jeder Energie-Mix in Deutschland möglich, wenn man Strompreis und Versorgungssicherheit ausblenden würde. Jedoch liegt die Lösung der Jahrhundertaufgabe zur nachhaltigen Stromversorgung Deutschlands genau darin, alle Faktoren gleicher Maßen zu berücksichtigen.

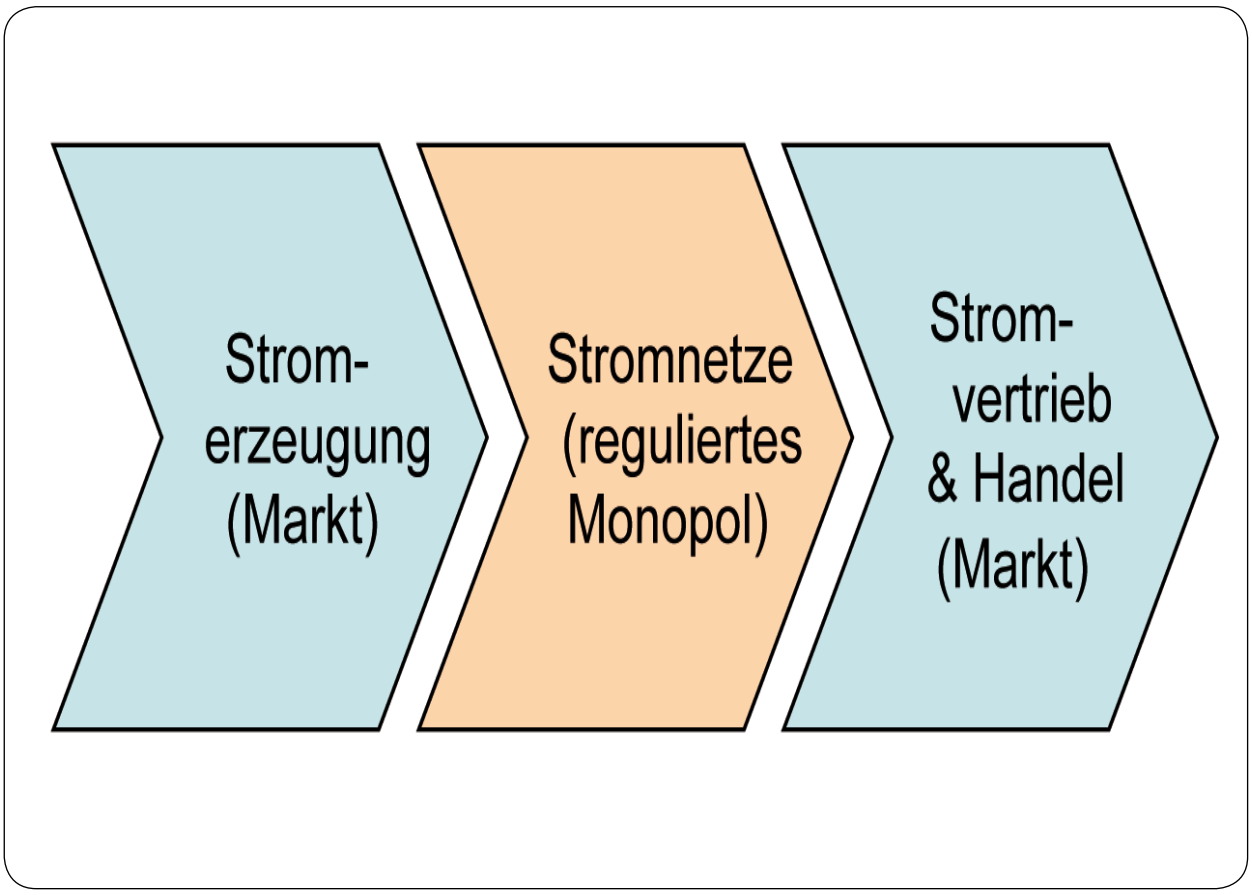


1.2 Strommarktliberalisierung seit 1998

Die jüngere Geschichte der Stromversorgung in Deutschland beginnt im Jahr 1998 mit dem In-Kraft-Treten des neuen Energiewirtschaftsgesetzes. In ihm wurden die neue, nun liberalisierte Marktstruktur der Energiewirtschaft in Deutschland geregelt und alte Monopolstrukturen aufgebrochen.

Die Stromversorgung besteht aus drei Teilen: Den beiden prinzipiell marktwirtschaftlich organisierten Bereichen der Stromerzeugung und des Stromvertriebes sowie den sich zwischen diesen beiden Wertschöpfungsstufen befindenden regulierten Stromnetzen.

Erst seitdem die Bundesnetzagentur als zuständige Regulierungsbehörde im Jahr 2006 ihre Arbeit auch im Bereich der Stromversorgung aufgenommen hat, wird von einem liberalisierten Strommarkt in Deutschland gesprochen.



2. Kraftwerksleistung und Stromerzeugung

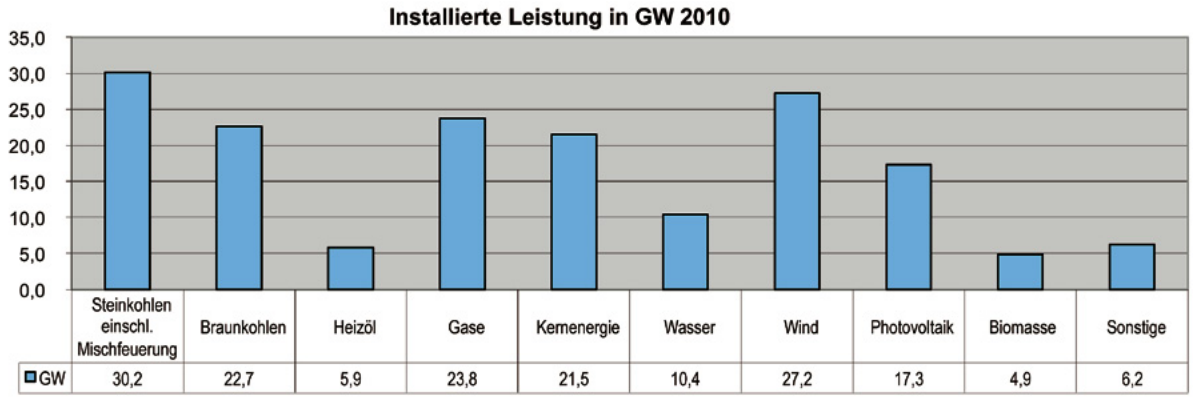
2.1 Einheiten und „Nullen“

- Energie wird in Wattsekunden (Ws) gemessen = Arbeit
- 1 Joule (J) = 1 Ws (Wattsekunde)
- Leistung wird in Watt (W) gemessen.

Symbol	Name	Wert	
k	Kilo	1.000	Tausend
M	Mega	1.000.000	Million
G	Giga	1.000.000.000	Milliarde
T	Tera	1.000.000.000.000	Billion
P	Peta	1.000.000.000.000.000	Billiarde

- gängige Einheit für Leistung MW (Megawatt)
- gängige Einheit für Energieverbrauch kWh (Kilowattstunden)
- gängige Einheit für nationale Stromerzeugung TWh (Terawattstunden)

2.2 Installierte Leistung nach Stromerzeugungsarten



Jahr	Erneuerbare Energieträger***		Kernkraft		Konventionelle Energieträger****		Gesamt	
	Leistung GW	Erzeugung TWh	Leistung GW	Erzeugung TWh	Leistung GW	Erzeugung TWh	Leistung GW	Erzeugung TWh
2009	45,2	94,1	20,5	134,9	90,2	363,3	155,9	592,4
2010*	54,7	102,8	20,5	140,6	91,3	384,8	166,5	628,1
2011**		117,0		109,0		384,0	0,0	610,0

* vorläufig

** vorläufig und geschätzt

***vor allem: Windenergie, Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft, Geothermie

****vor allem: Braunkohle, Steinkohle, Gas, Öl

Für die installierte Leistung gibt es frühestens im Februar 2012 Daten für das Jahr 2011

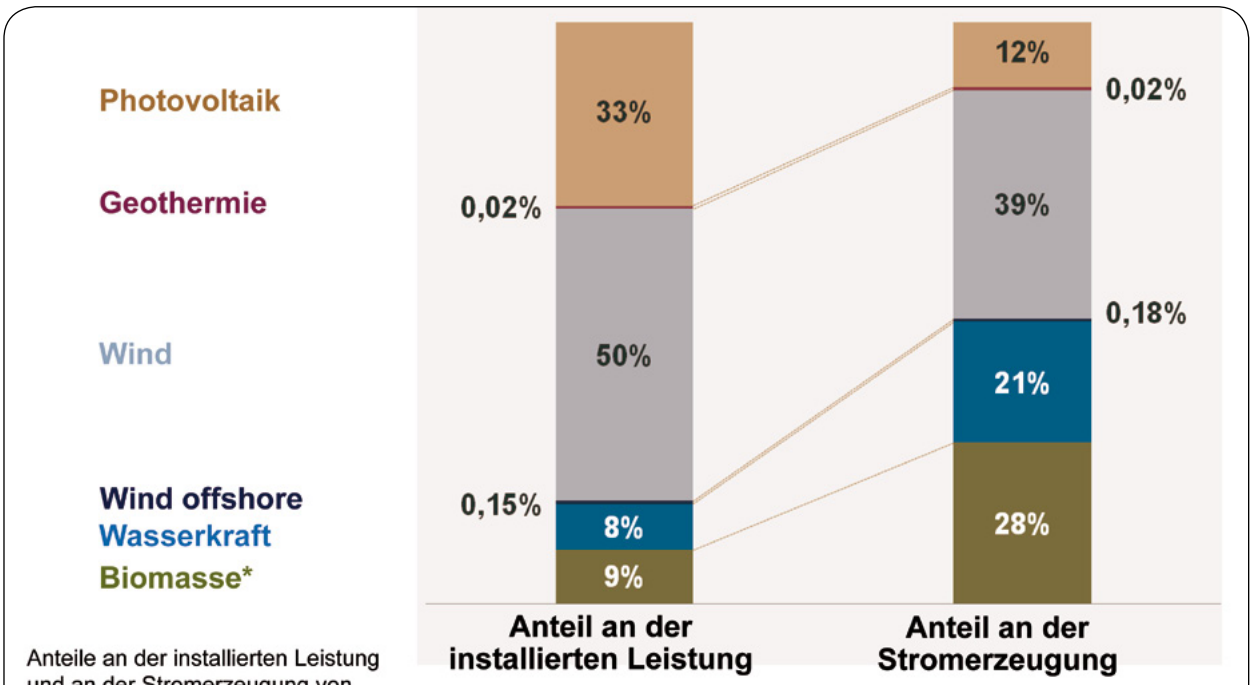
Quelle: BDEW, Stand November 2011

2.3 Volllaststunden verschiedener Erzeugungsarten

	Volllaststunden p.a. 1 Jahr = 8.760 h
Kernenergie	7710
Braunkohle	6640
Biomass	~ 5000
Wasserkraftwerk	4100
Steinkohle	3550
Erdgas	3170
Wind (onshore) Wind (offshore)	1760 3660
Mineralöl	1640
Pumpspeicher	970
Photovoltaik (Hamburg) Photovoltaik (München) Photovoltaik (Madrid)	840 1.010 1.390

Multipliziert man die installierte Leistung (in kW) mit der Zeit (in h), so ergibt sich hieraus die Arbeit (in kWh). Die Betriebsstunden konventioneller und nuklearer Kraftwerke werden – abgesehen von technischen Wartungs- und Reparaturzeiten – durch den Strombedarf geregelt. Die Kraftwerke, die Strom am günstigsten produzieren können, werden hierbei bevorzugt (Merit-Order). Erneuerbare Energien sind nicht bedarfsgeregelt. Ihre Betriebszeiten richten sich nach den natürlichen Gegebenheiten (ob Wind weht, die Sonne scheint oder ein Fluss viel oder wenig Wasser führt). Die Einheit Volllaststunden zeigt an, wie viele Stunden ein Kraftwerk mit maximaler Leistung pro Jahr in Betrieb ist. Hierbei werden Teillastbetriebszeiten (wenn z.B. nur wenig Sonne scheint oder nur schwacher Wind weht) in Volllastbetriebszeiten zusammengefasst. Bei konventionellen und nuklearen Kraftwerken werden die jahresüblichen Bedarfszeiten zur Ermittlung der Volllaststunden verwendet. Multipliziert man die Volllaststunden eines Kraftwerkes mit der installierten Leistung erhält man die in einem Jahr erzeugte Strommenge (Arbeit). Eine andere gängige Einheit ist der „load factor“ in %. Er gibt den Anteil an, zu wie vielen Stunden im Jahr ein Kraftwerk unter Volllast betrieben werden kann.

2.4 Leistung & Erzeugung im EEG

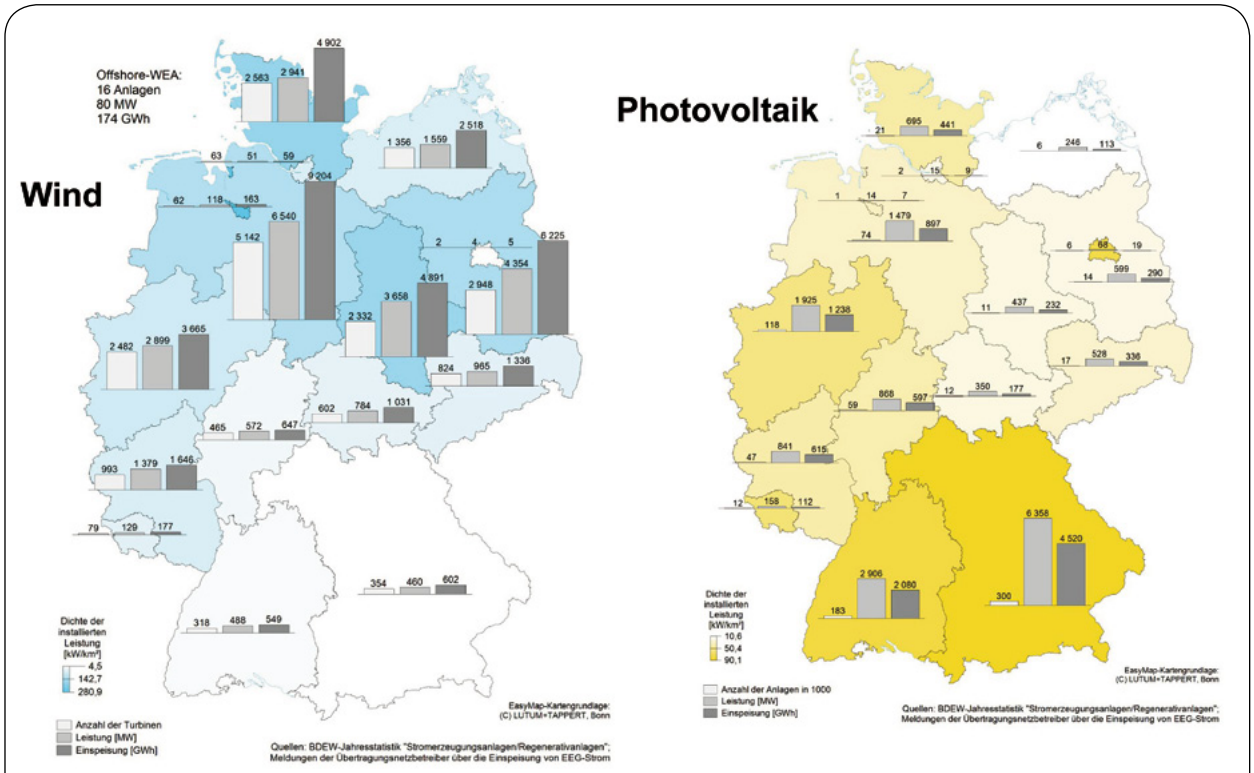


Anteile an der installierten Leistung und an der Stromerzeugung von Regenerativanlagen 2010

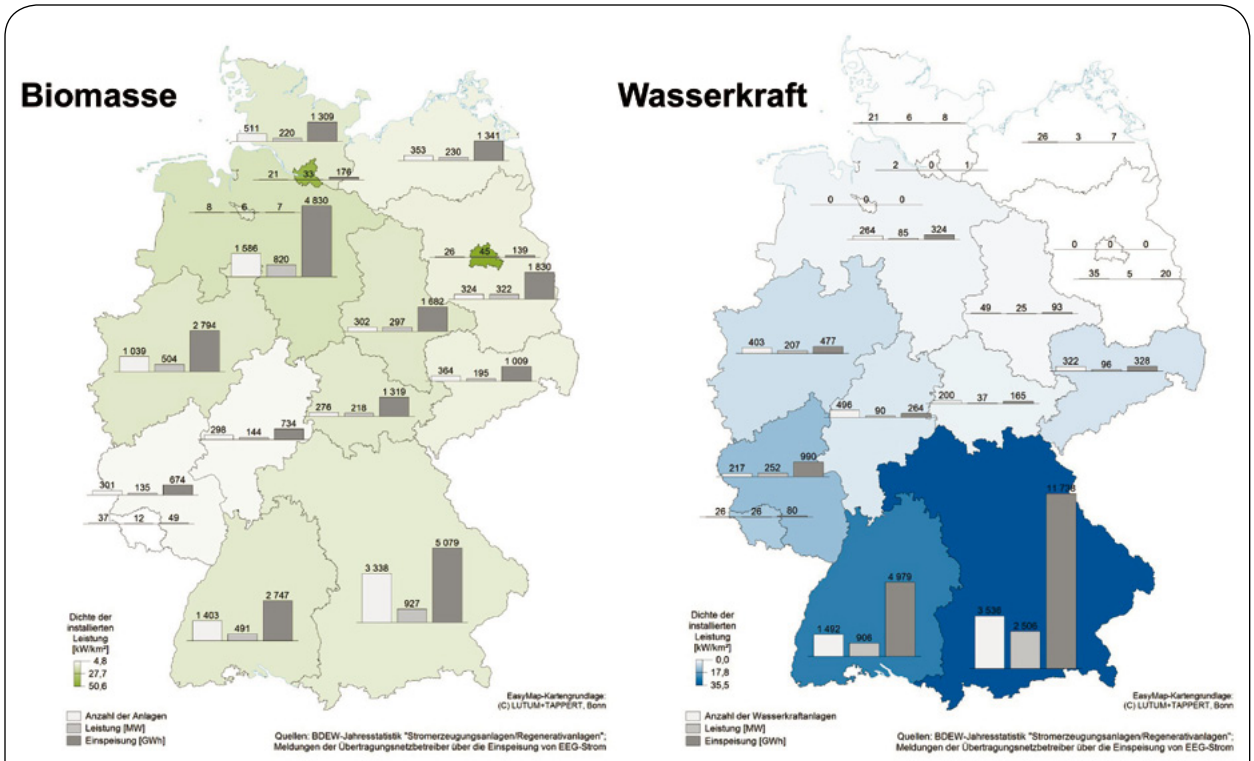
* gasförmige, flüssige und feste Biomasse sowie regenerativer Anteil des Mülls

Quelle: BDEW

2.5 Entwicklung installierte EEG-Erzeugungsleistung

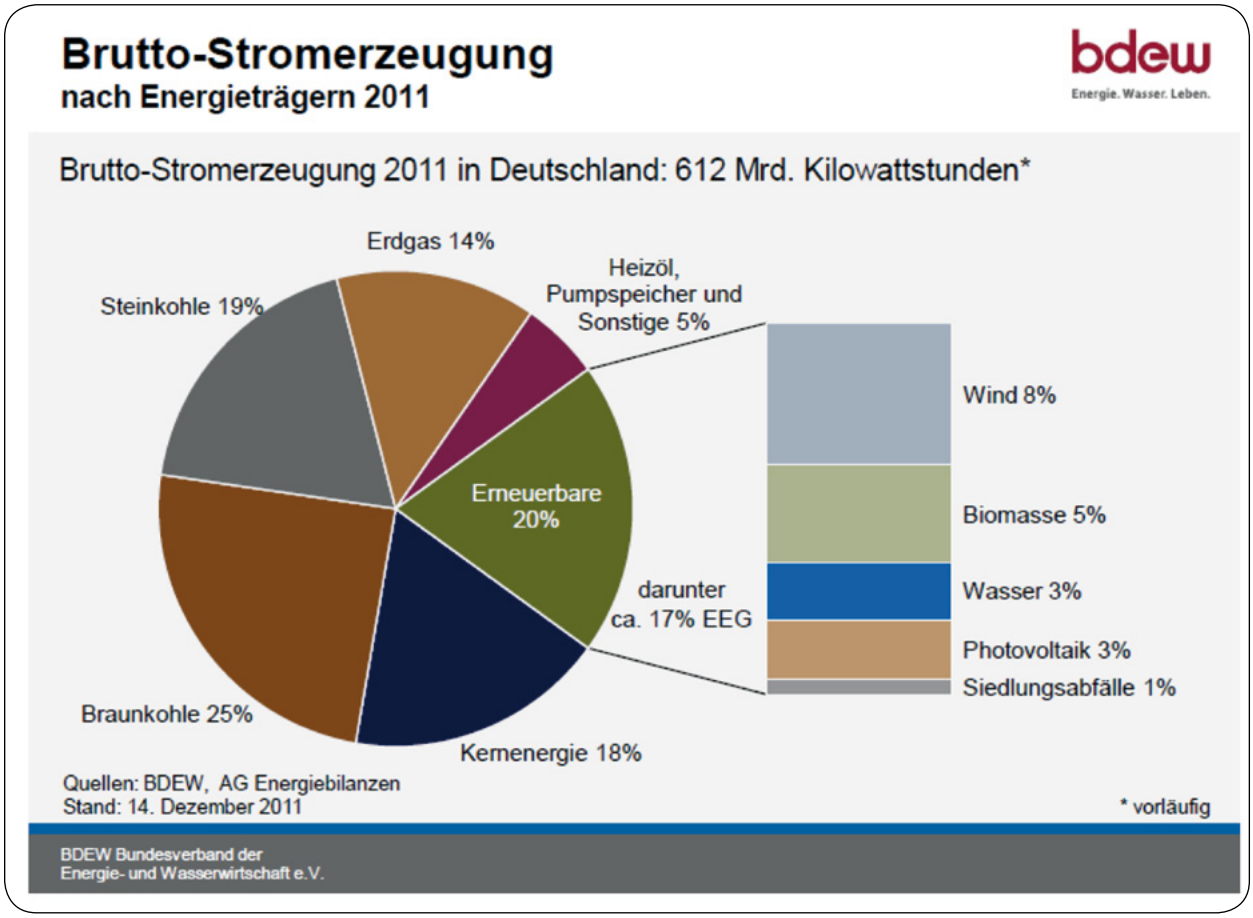


Quellen: 2010 BDEW Jahresstatistik „Stromerzeugungsanlagen/Regenerativanlagen"; Meldungen der ÜNB über die Einspeisung von EEG-Strom



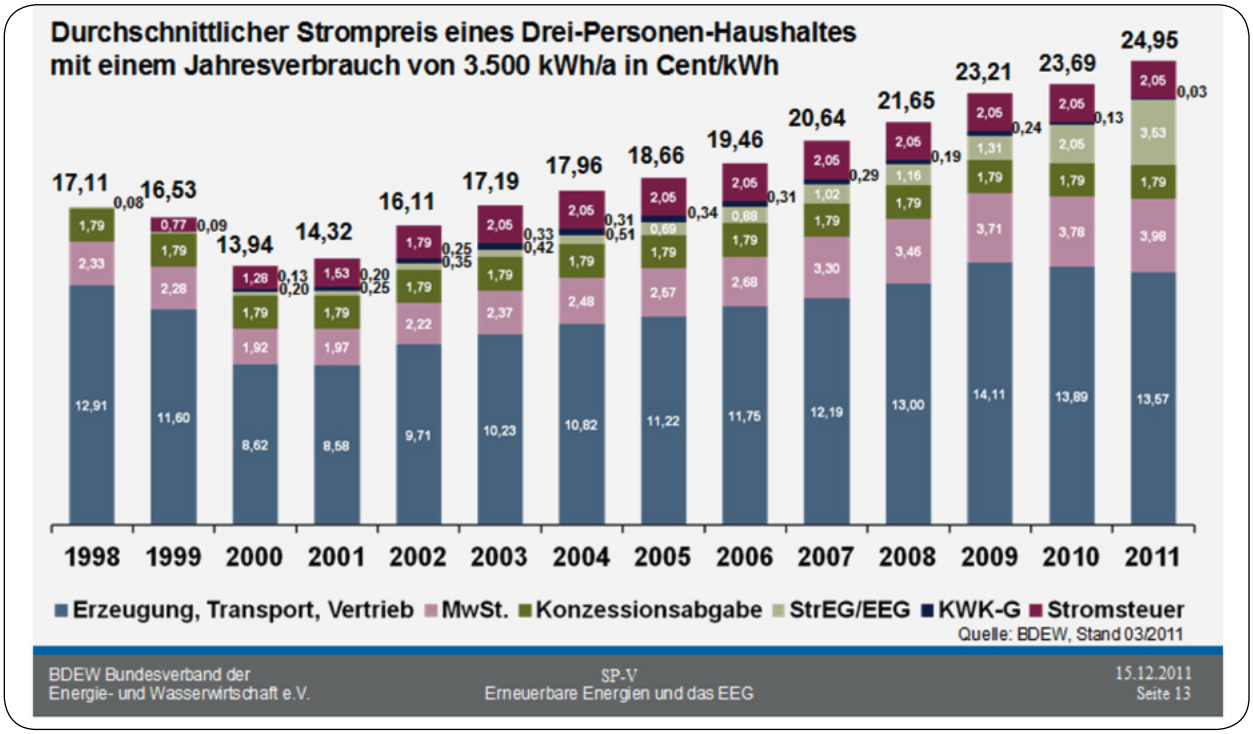
Quellen: 2010 BDEW Jahresstatistik „Stromerzeugungsanlagen/Regenerativanlagen"; Meldungen der ÜNB über die Einspeisung von EEG-Strom

2.6 Bruttostromerzeugung nach Erzeugungsarten

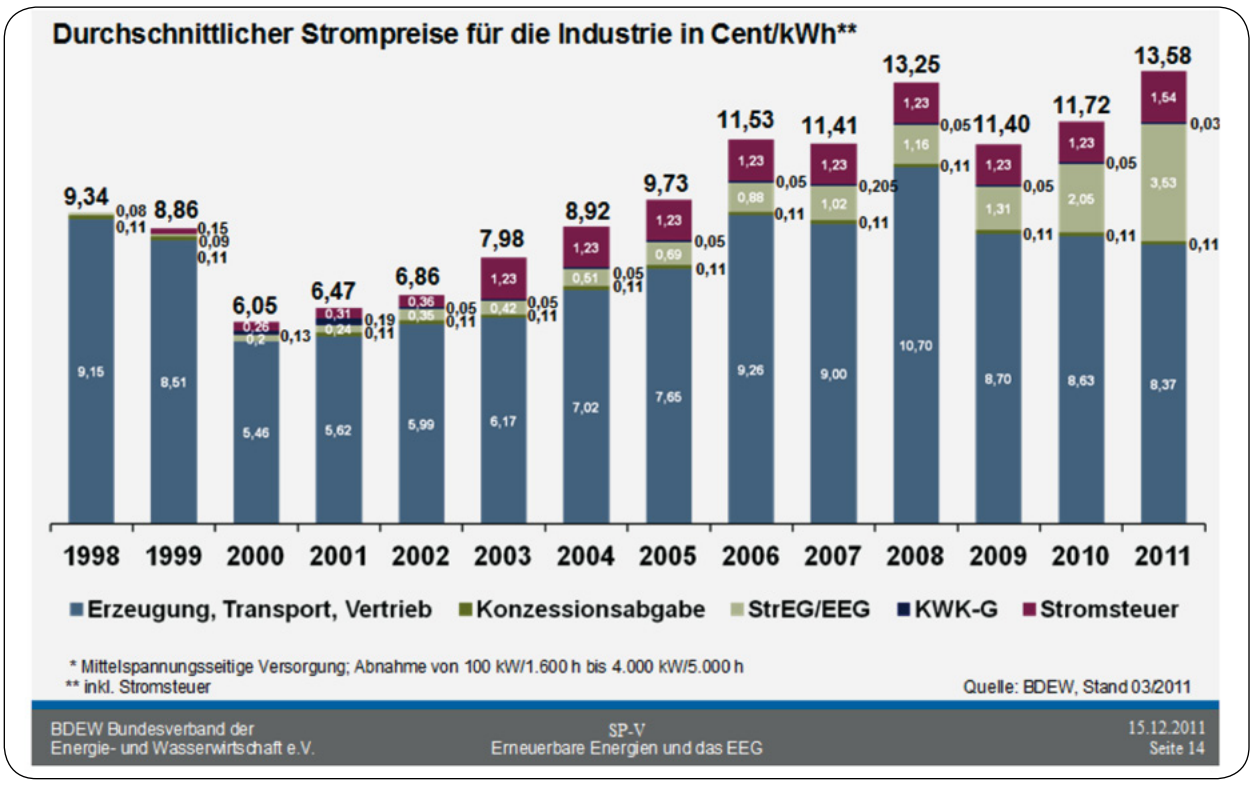


3. Wirtschaftlichkeit – Strompreis

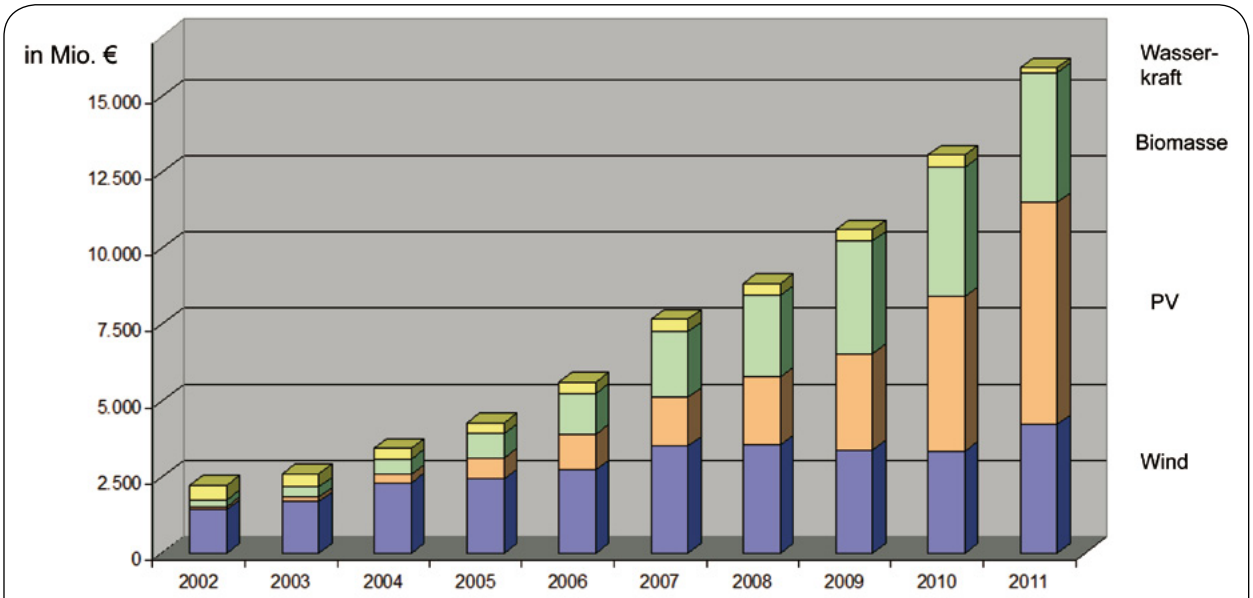
3.1 Entwicklung Strompreis für Haushalte



3.2 Entwicklung Strompreis für Industriekunden

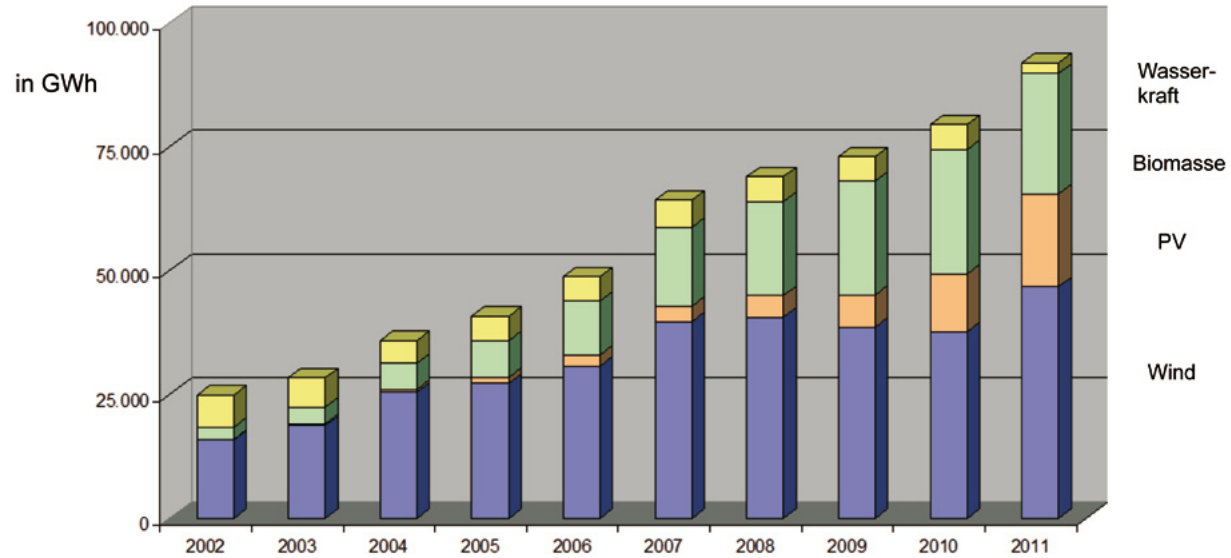


3.3 EEG-Umlage nach Erzeugungsarten



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vergütung Windenergie (in Mio. €)	1.435	1.696	2.300	2.441	2.734	3.508	3.561	3.389	3.342	4.213
Vergütung Photovoltaik (in Mio. €)	82	154	283	679	1.177	1.597	2.219	3.157	5.090	7.320
Vergütung Biomasse (in Mio. €)	232	327	508	795	1.337	2.162	2.699	3.700	4.240	4.250
Vergütung Wasserkraft (in Mio. €)	477	427	338	364	367	418	379	382	421	163

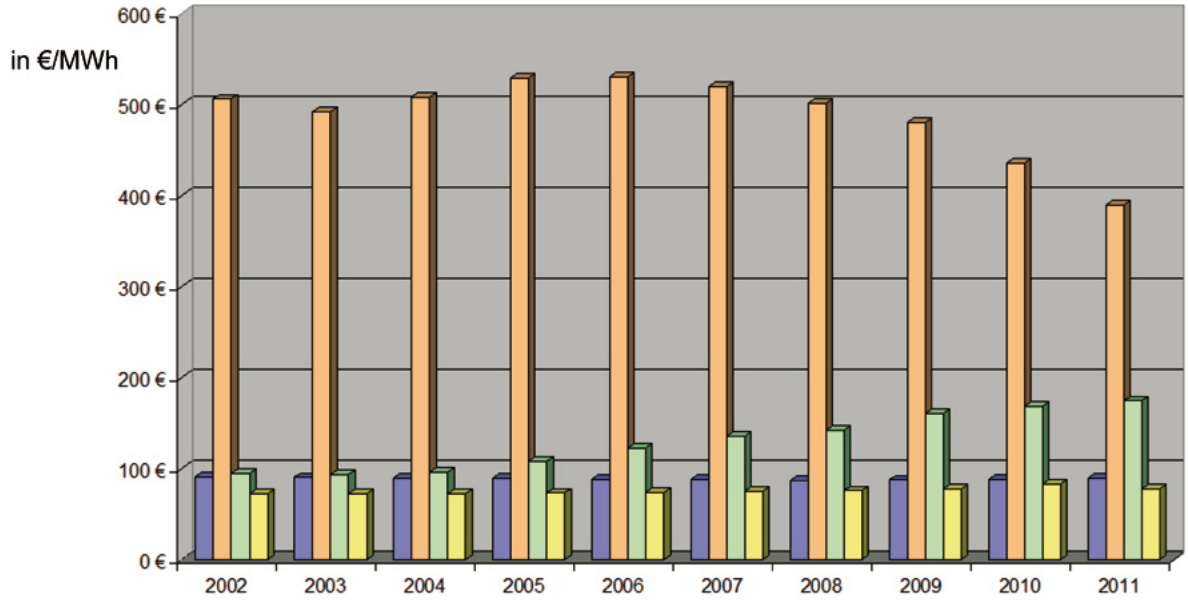
3.4 EEG-Strommenge*



* Aufgeführt sind nur Strommengen, für die EEG-Vergütung bezahlt wird (vor allem Wasserkraftstrom wird auch außerhalb des EEGs erzeugt)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Strommenge Windenergie (in GWh)	15.786	18.713	25.509	27.229	30.710	39.713	40.574	38.542	37.634	46.745
Strommenge Photovoltaik (in GWh)	162	313	557	1.282	2.220	3.074	4.420	6.578	11.683	18.762
Strommenge Biomasse (in GWh)	2.442	3.484	5.241	7.367	10.902	15.924	18.947	22.980	25.146	24.315
Strommenge Wasserkraft (in GWh)	6.579	5.908	4.616	4.953	4.924	5.547	4.982	4.877	5.049	2.070

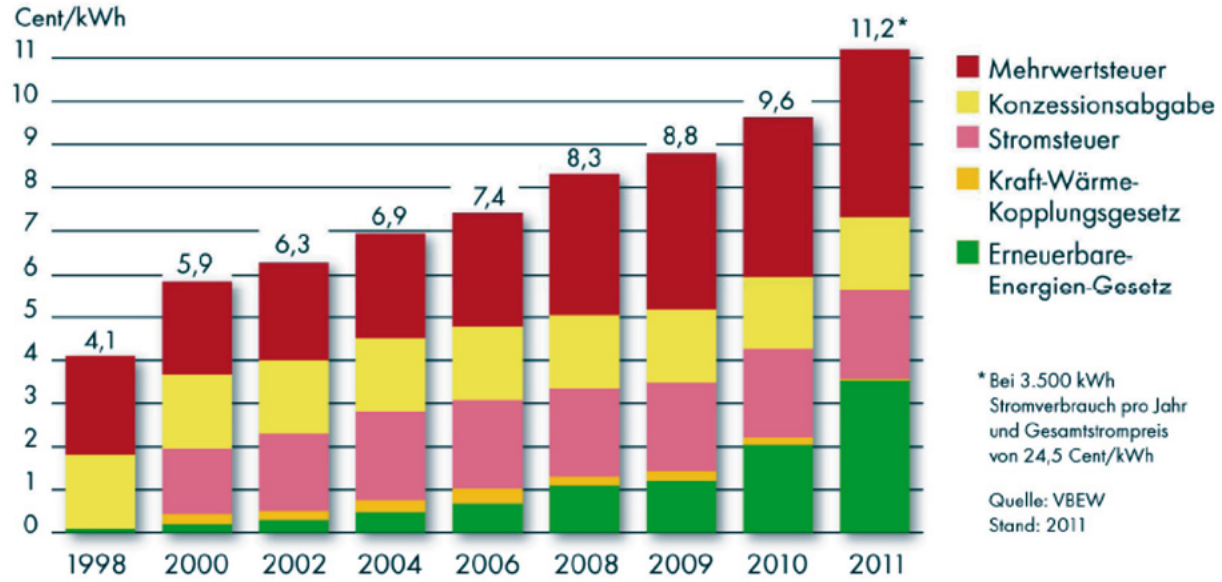
3.5 Entwicklung des Kosten-Nutzen-Faktors des EEGs*



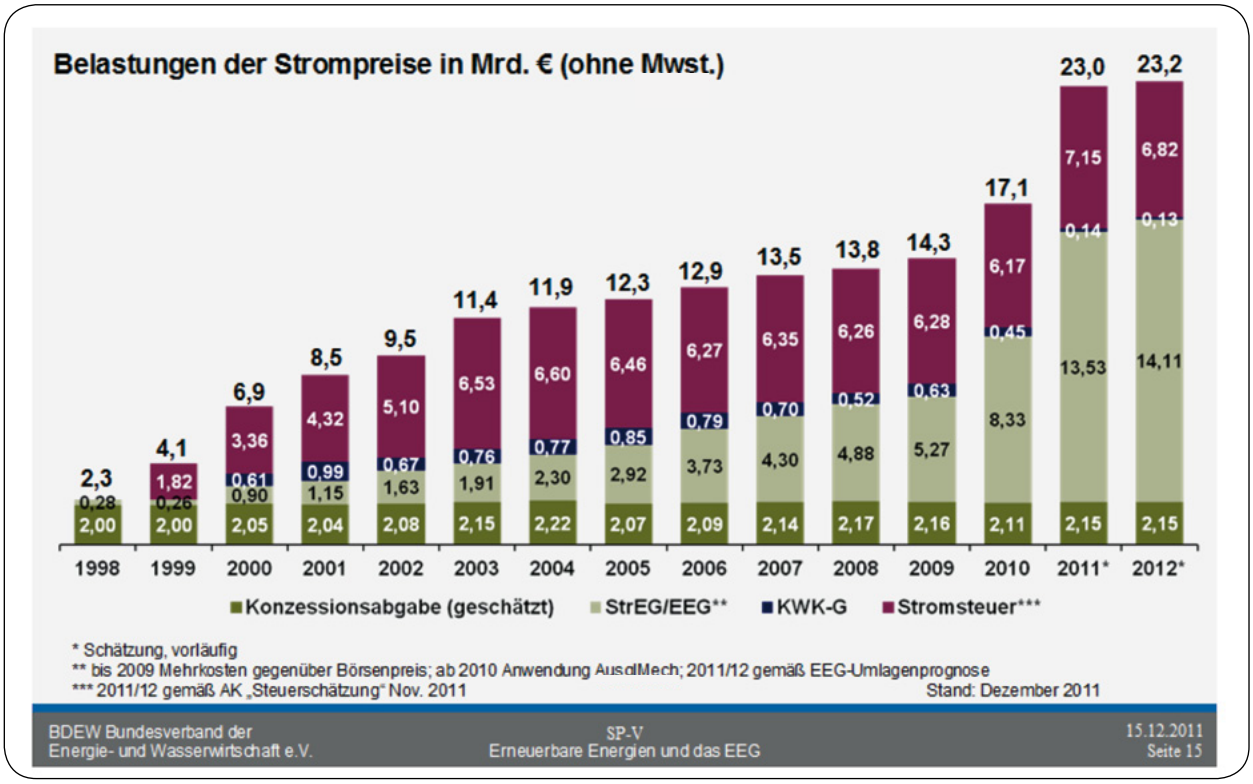
* = EEG-Auszahlungen / EEG-Strommenge

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EEG-Preis Windenergie (€/MWh)	91 €	91 €	90 €	90 €	89 €	88 €	88 €	88 €	89 €	90 €
EEG-Preis Photovoltaik (€/MWh)	506 €	492 €	508 €	530 €	530 €	520 €	502 €	480 €	436 €	390 €
EEG-Preis Biomasse (€/MWh)	95 €	94 €	97 €	108 €	123 €	136 €	142 €	161 €	169 €	175 €
EEG-Preis Wasserkraft (€/MWh)	73 €	72 €	73 €	73 €	75 €	75 €	76 €	78 €	83 €	79 €

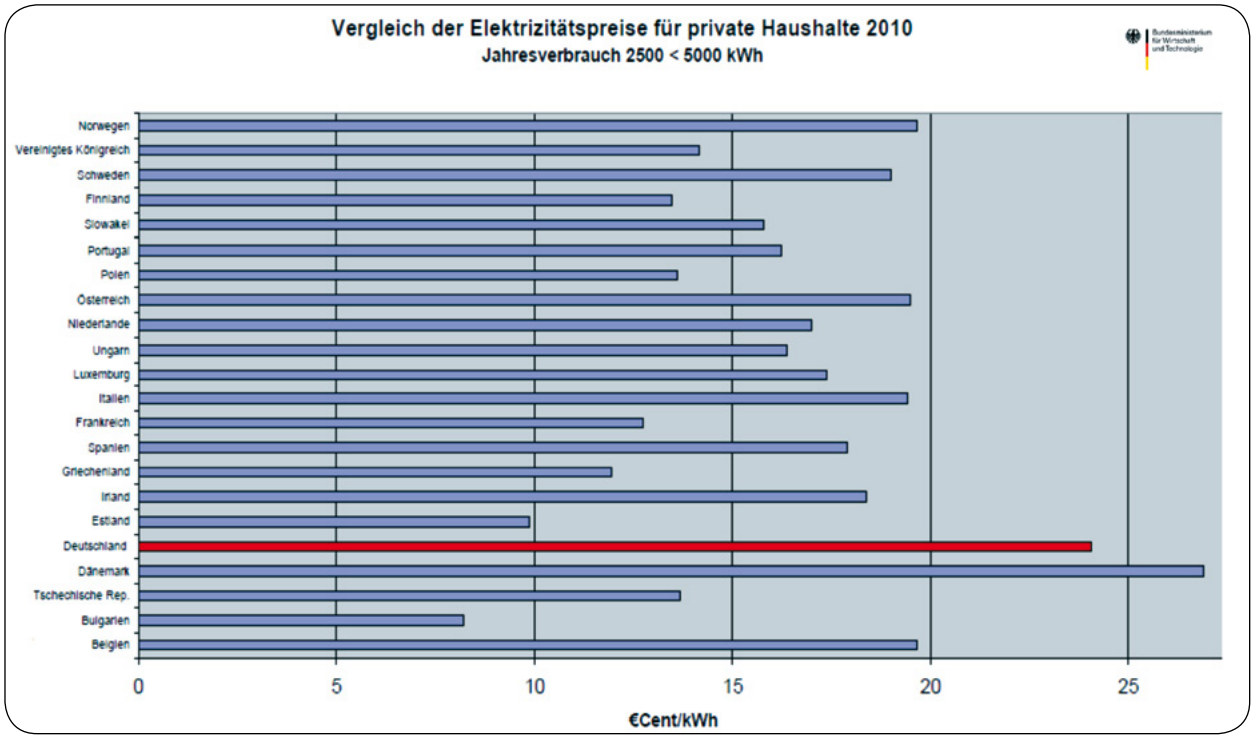
3.6 Staatliche Belastungen auf den Strompreis (pro kWh)



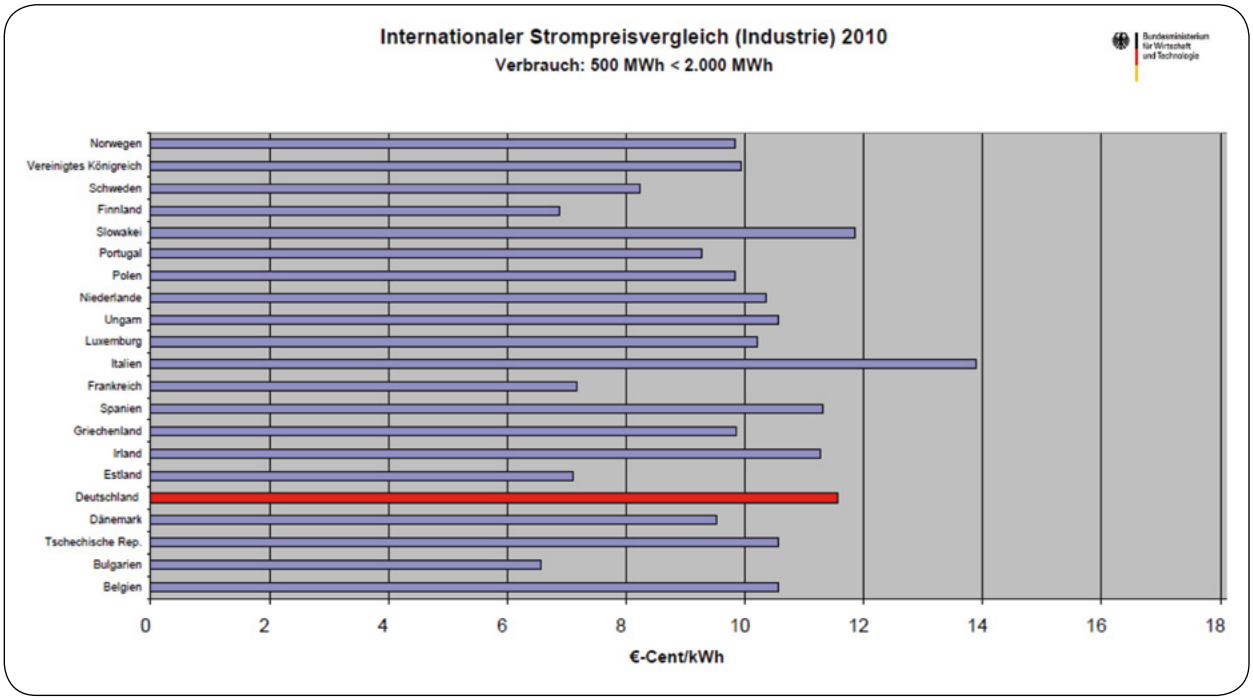
3.7 Staatliche Belastungen auf den Strompreis (absolut)



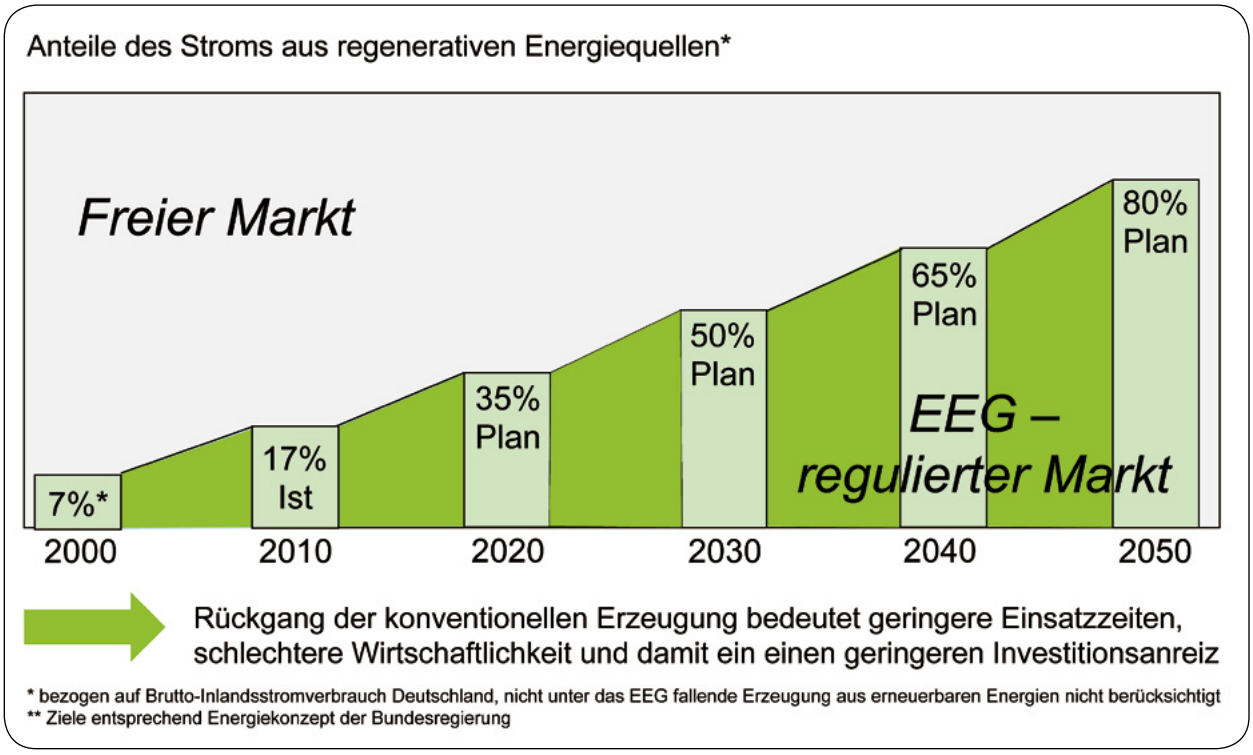
3.8 Internationaler Preisvergleich Haushaltsstrom



3.9 Internationaler Preisvergleich Industriekunden

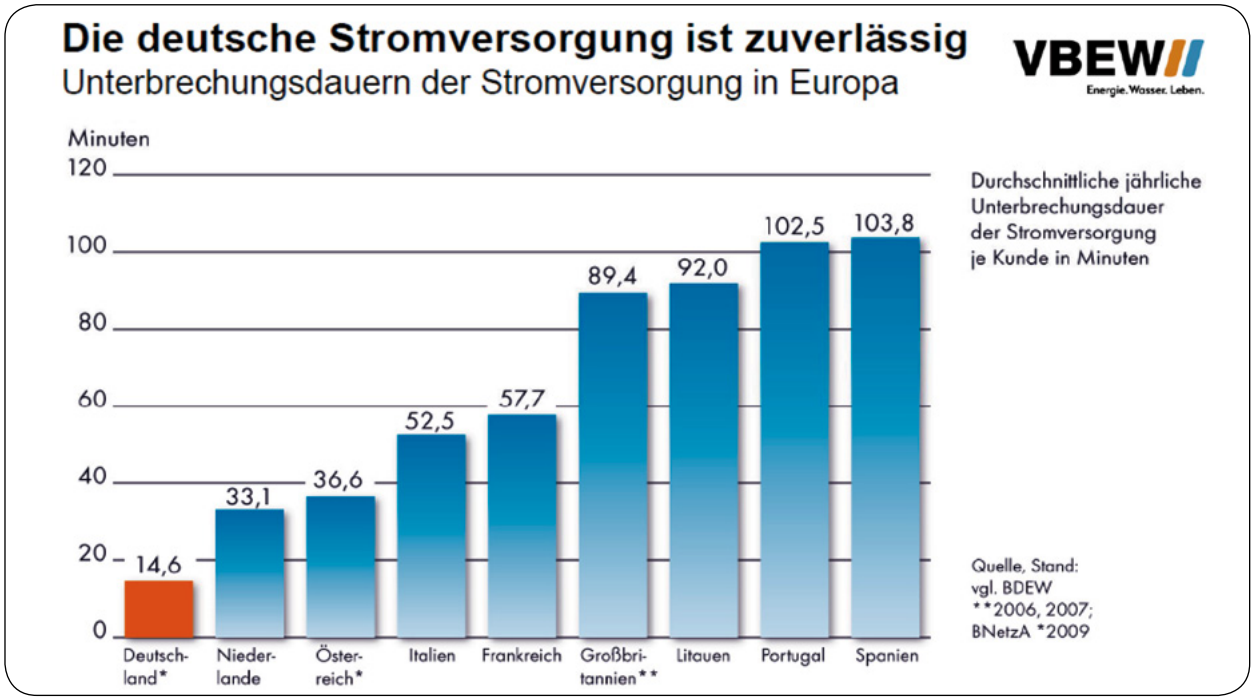


3.10 Verkleinerung des freien Strommarktes durch das EEG

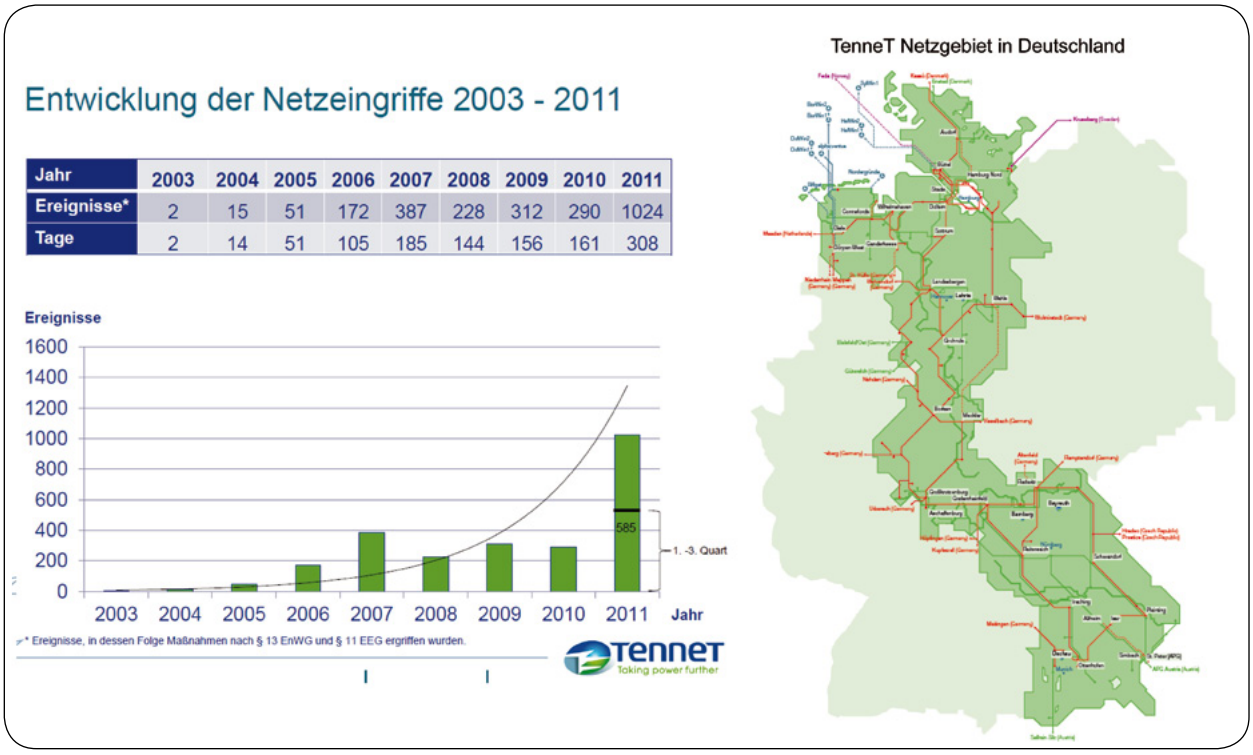


4. Versorgungssicherheit – Netzstabilität

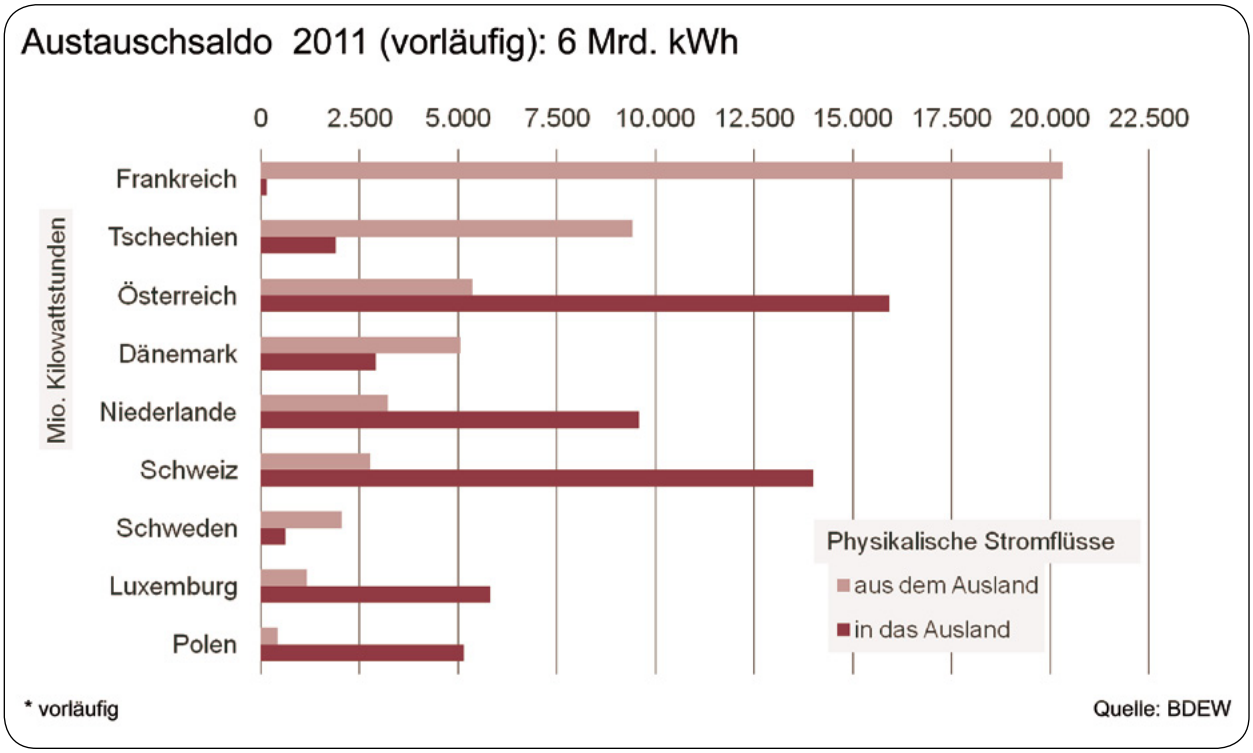
4.1 Internationaler Vergleich Stromausfallminuten



4.2 Anzahl der Eingriffe eines Stromnetzbetreibers pro Jahr



4.3 Entwicklung der deutschen Strom-Export- und Importbilanz



5. Umweltschutz & Energiemix

5.1 Stromanteil am CO_2-Ausstoß

CO_2 - Emissionen nach Verursachern in Deutschland

	1990	1995	2000	2005	2010*
Kohlendioxid CO_2 (Mt)					
Verkehr	162	175	180	160	154
Haushalte	129	129	118	111	112
Industrie und Gewerbe	300	244	223	210	214
Energiewirtschaft	423	365	357	372	349
Übrige (inkl. Landnutzungsänderung)	-5	-16	-20	27	3
Energiebedingte Insgesamt	**1.010**	**898**	**858**	**879**	**832**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

5.2 Entwicklung CO_2-Ausstoß weltweit

Energiebedingte CO_2-Emissionen nach Regionen in Mio. t CO_2

	1990	1995	2000	2005	2010
USA	5.445	5.792	6.377	6.494	6.145
China	2.459	3.263	3.659	5.932	8.333
Deutschland	1.031	931	903	883	828
AFRIKA	**666**	**733**	**811**	**953**	**1.077**
WELT	**22.613**	**23.502**	**25.577**	**29.826**	**33.158**

Quelle: BP Statistical Review of World Energy 2011

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

6. Zukunft der Energieversorgung

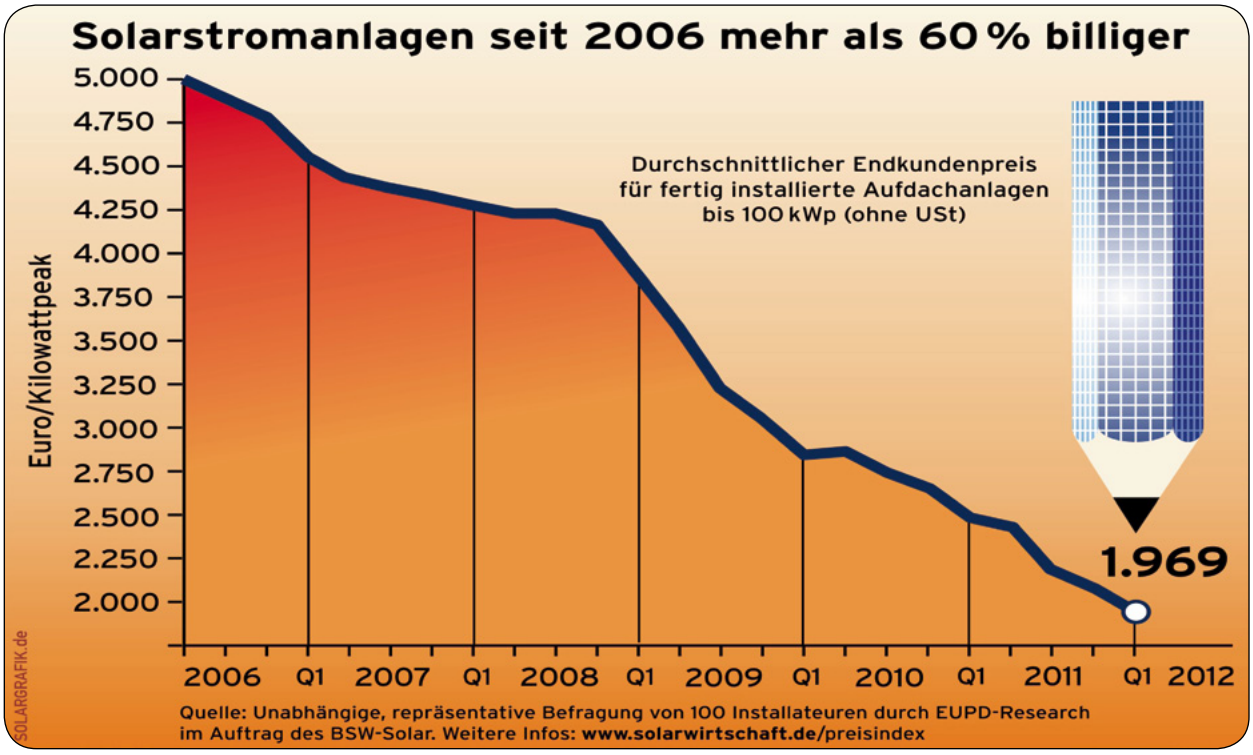
6.1 Technologieentwicklung der Windenergie

Leistungssteigerung der Windkraftanlagen

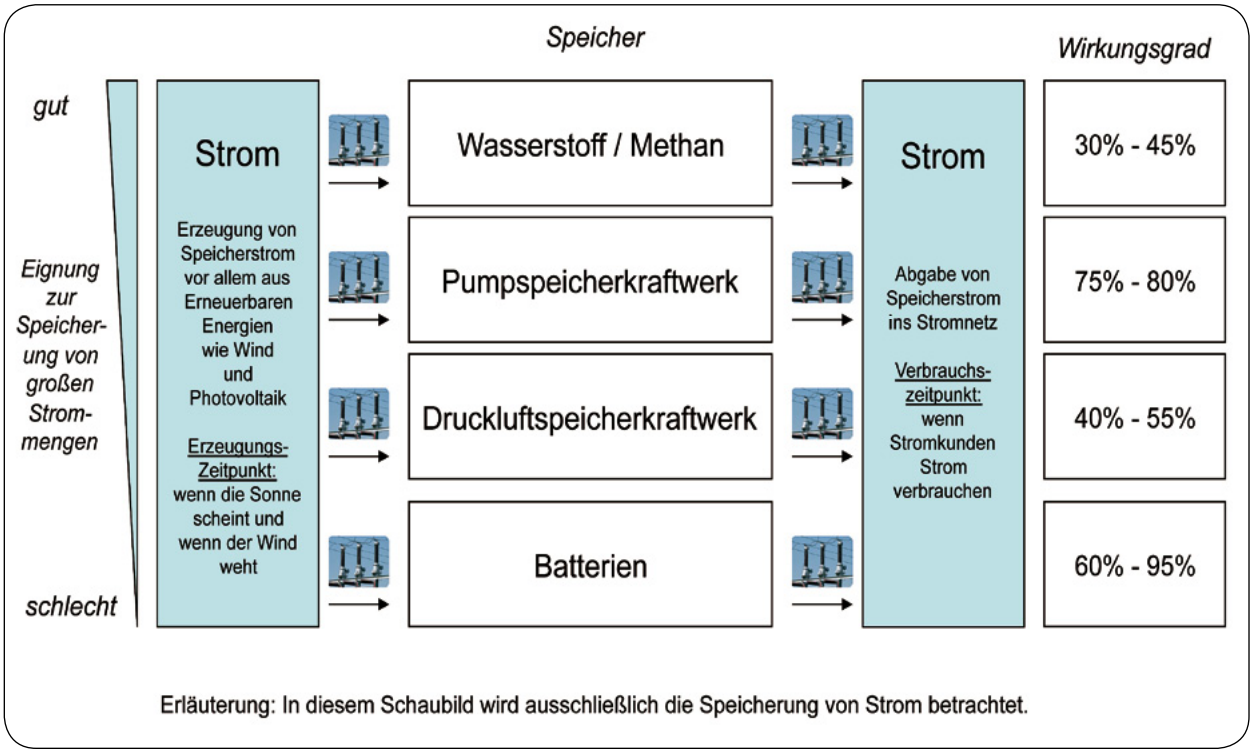
	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Nennleistung (in kW)	30	80	250	600	1.500	3.000	7.500
Rotordurchmesser (in m)	15	20	30	46	70	90	126
Überstrichene Rotorfläche (in m_)	177	314	707	1.662	3.848	6.362	12.469
Nabenhöhe (in m)	30	40	50	78	100	105	135
Jahresenergieertrag (in MWh)	35	95	400	1.250	3.500	6.900	ca. 20.000

Quelle: Sunbeam, BWE

6.2 Technologieentwicklung der Photovoltaik



6.3 Arten der Stromspeicherung



Erläuterung: In diesem Schaubild wird ausschließlich die Speicherung von Strom betrachtet.

WIRTSCHAFTSBEIRAT
BAYERN

Impressum

Herausgeber:
Wirtschaftsbeirat der Union e.V.
Odeonsplatz 14
80539 München
Telefon: 089 - 2422860
Telefax: 089 - 291518
Internet: www.wbu.de

Gestaltung, Satz und Produktion:
WELTBUCH Verlag GmbH
Enderstr. 59
01277 Dresden
Telefon: 0351 - 4794244
Telefax: 0351 - 4794245
Internet: www.weltbuch.com

Titelfoto:
Urheber: Kreuzschnabel (Quelle: Wikipedia,
unter der Creative Commons-Lizenz 3.0)

© Mai 2012