



Anna und Lorenz JARASS

# Integration von erneuerbarem Strom

Stromüberschüsse  Stromdefizite

# Integration von erneuerbarem Strom

Stromüberschüsse  Stromdefizite

Übersicht .....	4
Inhaltsverzeichnis .....	7
Teil I : Stromverbrauch und Stromproduktion .....	12
1 Zukünftige Stromversorgung in Deutschland.....	13
2 Wachsende Stromüberschüsse und Stromdefizite .....	25
3 Ausgleich von Stromverbrauch und Stromproduktion .....	43
4 Reservekraftwerksbedarf gemäß Bundesnetzagentur .....	65
Teil II : Stromtransport.....	78
5 Stromnetz .....	79
6 Ausgleich von Stromtransportbedarf und zulässigem Stromtransport .....	93
7 Regionale Netzplanung .....	110
8 Überregionale Netzplanung: Netzentwicklungsplan 2025 .....	120
Anhang.....	140
Fußnoten.....	156
Quellen .....	163

## Anhang

### A1 Konventionelle Kraftwerke in Bau und in Planung, 2015 bis 2035

Tab. A1.1 zeigt die konventionellen Kraftwerke, die 2014/15 in Bau waren, insgesamt rund 8,6 GW.

Tab. A1.1 : Neugebaute konventionelle Kraftwerke, 2014 und 2015

Kraftwerke	(1) Bundes- land	(2) Brenn- stoff	(3) Inbetrieb- nahme	(4) Installierte netto [MW]	(4a) Leistung Anteil
<b>(1) Summe Norden</b>				<b>2.919</b>	<b>33%</b>
Moorburg, Block A und B	HH	Steinkohle	2014	1.660	
Wilhelmshaven	NI	Steinkohle	2014	731	
Bremen, KW Mittelsbüren	HB	Erdgas	2014	445	
Kiel, GT 7/8	SH	Erdgas	2014	10	
Rendsburg, HKW, Block 12	SH	Erdgas	2015	73	
<b>(2) Summe Osten</b>				<b>405</b>	<b>5%</b>
Lichterfelde	BE	Erdgas	2016	300	
Lubmin Industriekraftwerk	MV	Erdgas	2014	37	
Leppersdorf, GuD	SN	Erdgas	2014	35	
Erfurt, HKW	TH	Erdgas	2014	33	
<b>(3) Summe Westen</b>				<b>3.696</b>	<b>42%</b>
Hamm-Uentrop, Block D-E	NW	Steinkohle	2014	1.530	
Datteln	NW	Steinkohle	≤ 2025	1.055	
BHKW Braunschweig	NI	Erdgas	2014	10	
Düsseldorf, GuD, Block F	NW	Erdgas	2015	595	
Köln, Niehl III	NW	Erdgas	2016	446	
Marl, KW IV	NW	Erdgas	2015	60	
<b>(4) Summe Süden</b>				<b>1.753</b>	<b>20%</b>
Karlsruhe, RDK 8	BW	Steinkohle	2014	842	
Mannheim, GKM, Block 8	BW	Steinkohle	2015	843	
HKW Freiburg	BW	Erdgas	2015	8	
Schongau, HKW 3	BY	Erdgas	2014	60	

Fortsetzung von Tab. A1.1 : Neugebaute konventionelle Kraftwerke, 2014 und 2015

Kraftwerke	Installierte Leistung	
	netto [MW]	Anteil
<b>(5) Summe gesamt</b>	<b>8.772</b>	<b>100%</b>
(5.1) Kernenergie	0	0%
(5.2) Braunkohle	0	0%
(5.3) Steinkohle	6.661	76%
(5.4) Erdgas	2.111	24%
(5.5) Speicher	0	0%

Quelle:  
[NEP 2025/2,  
Begleitdokumente,  
NEP und O-NEP  
2025, Kraftwerks-  
liste zum Entwurf  
Szenariorahmen  
NEP/O-NEP 2025].

**Ergebnis:**

- Nur ein Fünftel der geplanten konventionellen Kraftwerke soll im Süden Deutschlands errichtet werden (Tab. A1.1, Z. (4)), also dort, wo Reservekraftwerke besonders dringend benötigt werden.
- Insgesamt machen Erdgaskraftwerke, die besonders gut regelbar sind und deshalb für die Integration des stark fluktuierenden erneuerbaren Stroms besonders nützlich sind, nur knapp ein Viertel der insgesamt in Bau oder in Planung befindlichen konventionellen Kraftwerksleistung aus (Tab. A1.1, Z. (5.4)).

Tab. A1.2 zeigt die geplanten Stilllegungen von konventionellen Kraftwerken bis 2025, soweit sie Ende 2015 bekannt waren. Insgesamt werden rund 21,8 GW stillgelegt (Tab. A1.2, Z. (5)), davon gut die Hälfte Kernkraftwerke (Tab. A1.2, Z. (5.1)).

**Tab. A1.2 : Geplante Stilllegungen von konventionellen Kraftwerken, 2014 bis 2025**

Kraftwerke	(1)	(2)	(3)	(4)	(4a)
	Bundes-land	Brenn-stoff	Geplante Stilllegung	Installierte Leistung netto [MW]	Anteil
<b>(1) Summe Norden</b>				<b>4.994</b>	<b>23%</b>
Emmerthal, KW Grohnde	NI	Kernenergie	2021	1.360	
Emsland	NI	Kernenergie	2022	1.329	
Brockdorf	SH	Kernenergie	2021	1.410	
Wedel 1-2	SH	Steinkohle	2021	260	
Kiel, GMK	SH	Steinkohle	2015	323	
Stade, DOW	NI	Erdgas	2018	190	
Kiel, GT 5/6, DT 1	SH	Erdgas	2019	20	
Hannover, KWH, Block B	NI	Erdgas	2016	102	
<b>(2) Summe Osten</b>				<b>605</b>	<b>3%</b>
Kraftwerk Dessau	SA	Braunkohle	2018	49	
Berlin, Reuter	BE	Steinkohle	2021	124	
Lichterfelde 1-3	BE	Erdgas	2018	432	

Fortsetzung von Tab. A1.2 : Geplante Stilllegungen von konventionellen Kraftwerken, 2014 bis 2025

Kraftwerke	(1) Bundes- land	(2) Brenn- stoff	(3) Geplante Stilllegung	(4) Installierte netto [MW]	(4a) Leistung Anteil
<b>(3) Summe Westen</b>				<b>4.547</b>	<b>21%</b>
Goldenberg, Block E	NW	Braunkohle	2015	66	
Goldenberg, Block F	NW	Braunkohle	2015	85	
Niederaußem, Block D	NW	Braunkohle	2019	297	
Niederaußem, Block F	NW	Braunkohle	2019	299	
Niederaußem, Block C	NW	Braunkohle	2019	294	
Niederaußem, Block E	NW	Braunkohle	2019	295	
Gelsenkirchen, Scholven, D-F	NW	Steinkohle	2014	1.366	
Hamm-Uentrop	NW	Steinkohle	2016	284	
Krefeld, KW N230	NW	Steinkohle	2018	110	
Veltheim	NW	Steinkohle	2015	303	
Werne, Gersteinwerk, K2	NW	Steinkohle	2017	608	
Wuppertal, HKW Elberfeld, Block 3	NW	Steinkohle	2019	85	
Bielefeld, GT KW	NW	Erdgas	2015	55	
KW Veltheim 4 GT	NW	Erdgas	2015	65	
KW Veltheim 4 DT	NW	Erdgas	2015	335	
<b>(4) Summe Süden</b>				<b>11.593</b>	<b>53%</b>
Neckarwestheim, GKB II	BW	Kernenergie	2022	1.310	
Philippensburg, KKP 2	BW	Kernenergie	2019	1.402	
Essenbach, KKI 2	BY	Kernenergie	2022	1.410	
Grafenrheinfeld	BY	Kernenergie	2015	1.275	
Gundremmingen, Block B	BY	Kernenergie	2017	1.284	
Gundremmingen, Block C	BY	Kernenergie	2021	1.288	
Staudinger, nahe Hanau, Block 4	HE	Steinkohle	2016	622	
Heilbronn, HKW, HLB 5-6	BW	Steinkohle	2015	220	
Mannheim, GKM 3-4	BW	Steinkohle	2015	406	
Walheim, WAL 1-2	BW	Steinkohle	2014	244	
Ensdorf, Block 1	SL	Steinkohle	2020	106	
Heizkraftwerk Pforzheim	BW	Erdgas	2016	41	
München, Freimann GT 1	BY	Erdgas	2015	80	
München, Freimann GT 2	BY	Erdgas	2015	80	
Irsching, Block 3	BY	Erdgas	2016	415	
Dingolfing, GT 1	BY	Erdgas	2016	7	
Dingolfing, GT 2	BY	Erdgas	2016	7	
Schongau	BY	Erdgas	2015	45	
Marbach II GT	BW	Mineralöl	2014	77	
Marbach III GT	BW	Mineralöl	2014	85	
Marbach III DT	BW	Mineralöl	2014	262	
Ingolstadt, Block 3	BY	Mineralöl	2015	386	
Ingolstadt, Block 4	BY	Mineralöl	2015	386	

## Fortsetzung von Tab. A1.2 : Geplante Stilllegungen von konventionellen Kraftwerken, 2014 bis 2025

Kraftwerke	(1) Bundes- land	(2) Brenn- stoff	(3) Geplante Stilllegung	(4) Installierte netto [MW]	(4a) Leistung Anteil
<b>Süden, Fortsetzung</b>					
Hausham, GT 1-4	BY	Mineralöl	2024	93	
Deggendorf	BY	Mineralöl	2015	19	
Forbach	BW	Speicher	2021	43	
<b>(5) Summe gesamt</b>				<b>21.739</b>	<b>100%</b>
davon					
(5.1) Kernenergie				12.068	56%
(5.2) Braunkohle				1.385	6%
(5.3) Steinkohle				5.061	23%
(5.4) Erdgas/Mineralöl				3.182	15%
(5.5) Speicher				43	0%

Quelle:  
[NEP 2025/2,  
Begleitdoku-  
mente, NEP und  
O-NEP 2025,  
Kraftwerksliste  
zum Entwurf  
Szenariorahmen  
NEP/O-NEP  
2025].

**Ergebnis:**

- Im Süden Deutschlands sollen mit 11,6 GW (Tab. A1.2, Z. (4)) über die Hälfte der insgesamt geplanten Stilllegungen durchgeführt werden, also dort, wo Reservekraftwerke besonders dringend benötigt werden.

Tab. A1.3 zeigt die konventionellen Kraftwerke, die 2015 in Planung waren, davon 5,9 GW mit erwarteter Fertigstellung bis 2025 und 14,2 GW bis 2035 (Tab. A1.3, Z. (5)).

**Ergebnis:**

- Immerhin sollen im Süden Deutschlands bis 2025 mit gut 1,5 GW (Tab. A1.3, Z. (4)) rund ein Viertel der insgesamt geplanten Neuinstallationen errichtet werden, also dort, wo Reservekraftwerke besonders dringend benötigt werden, und bis 2025 sogar rund zwei Drittel.
- Für die Integration von erneuerbarem Strom kontraproduktiv sind neue konventionelle Kraftwerke außerhalb Süddeutschlands. Denn für diese Kraftwerke ist ein zusätzlicher Netzausbau erforderlich, wenn deren Leistung auch bei Starkwindlagen gesichert nach Süden transportiert werden soll. Nur in diesem Fall ist aber eine ausreichend hohe Benutzungsdauer dieser Kraftwerke möglich. Im Norden Deutschlands werden ohnehin nur 0,3 GW (Tab. A1.3, Z. (1)) geplant, im Osten allerdings 1,5 GW und im Westen Deutschlands sogar 2,6 GW.
- In Süddeutschland waren insgesamt fast 3 GW Pumpspeicher im Jahr 2012 geplant<sup>323</sup>, u.a. im Südschwarzwald das Pumpspeicherkraftwerk Atdorf mit 1,4 GW. Durch neue Pumpspeicher können Leistungsspitzen der erneuerbaren Stromproduktion zukünftig besser genutzt und gleichzeitig die Versorgungssicherheit in Süddeutschland verbessert werden. Von diesen Speicherplanungen sollen bis 2025 2,3 GW realisiert werden (Tab. A1.3, Z. (5.5)), wegen deren derzeitiger mangelnden Rentabilität eine sehr mutige Prognose, und bis 2035 sogar 3,8 GW.

Tab. A1.3 : Geplante konventionelle Kraftwerke, 2016 bis 2035

Kraftwerke	(1) Bundes- land	(2) Brenn- stoff	(3) Geplante Inbetrieb- nahme	(4) [MW]	(5) Installierte Leistung (netto)		(5a) [MW]	(5a) Anteil
					NEP2025 Anteil	NEP2035 Anteil		
<b>(1) Summe Norden</b>				<b>280</b>	<b>5%</b>	<b>710</b>	<b>5%</b>	
Kiel, Gas-HKW, Phase 1	SH	Erdgas	≤ 2035			200		
Wedel	SH	Erdgas	2018	280				
Kiel, Gas-HKW, Phase 2	SH	Erdgas	≤ 2035			90		
Kiel, Gas-Motoren-HKW	SH	Erdgas	≤ 2035			200		
PSW Leinetal 1-4	NI	Speicher	≤ 2035			220		
<b>(2) Summe Osten</b>				<b>1.462</b>	<b>25%</b>	<b>1.157</b>	<b>8%</b>	
Blockdammweg	BE	Erdgas	≤ 2035			300		
GuD-KW Havelland	BB	Erdgas	≤ 2035			457		
Leipzig	SN	Erdgas	≤ 2035			20		
Elsteraue GuD	SN	Erdgas	≤ 2035			130		
Sondershausen, PSW Hainleite	TH	Speicher	≤ 2035			250		
Tambach, Trianel PSW A-D	TH	Speicher	2024	1.060				
Leutenberg PSW, A und B	TH	Speicher	2022	402				
<b>(3) Summe Westen</b>				<b>2.642</b>	<b>45%</b>	<b>3.152</b>	<b>22%</b>	
KW Wolfsburg		Erdgas	≤ 2025	100				
Leverkusen GuD	NW	Erdgas	2016	573				
Bocholt Power	NW	Erdgas	≤ 2035			525		
Krefeld, Trianel	NW	Erdgas	2019	1.160				
Köln, Niehl IIIb	NW	Erdgas	2020	754				
Weisweiler, GuD DT	NW	Erdgas	2020			364		
Weisweiler, GuD GT	NW	Erdgas	2020			353		
Heme, GuD	NW	Erdgas	≤ 2035			800		
Gelsenkirchen, Scholven	NW	Erdgas	≤ 2035			400		
Hagen, Stora Enso	NW	Erdgas	≤ 2025	55				
Lüdge, PSW Lippe 1-4	NW	Speicher	≤ 2035			320		
Beverungen, Trianel PSW	NW	Speicher	≤ 2035			390		
<b>(4) Summe Süden</b>				<b>1.520</b>	<b>26%</b>	<b>9.154</b>	<b>65%</b>	
HKW Heidelberg	BW	Erdgas	2017	50				
Karlsruhe, RDK 6 DT	BW	Erdgas	≤ 2035			233		
Karlsruhe, RDK 6 GT	BW	Erdgas	≤ 2035			233		
Karlsruhe, GuD Oberrhein	BW	Erdgas	≤ 2035			1.200		
Karlsruhe, KW Mineralölindustrie	BW	Erdgas	≤ 2035			80		
Stuttgart	BW	Erdgas	≤ 2035			230		
München, Energiezentrale 20	BY	Erdgas	≤ 2035			17		

Fortsetzung von Tab. A1.3: Geplante konventionelle Kraftwerke, 2016 bis 2035

Kraftwerke	(1) Bun- des- land	(2) Brenn- stoff	(3) Geplante Inbetrieb- nahme	(4)   (4a)		(5)   (5a)	
				Installierte NEP 2025 [MW]	Anteil	Leistung (netto) NEP 2035 [MW]	Anteil
<b>Süden, Fortsetzung</b>							
CCPP Haiming, Block 1	BY	Erdgas	≤ 2035			423	
CCPP Haiming, Block 2	BY	Erdgas	≤ 2035			423	
München, Energiezentrale 20	BY	Erdgas	≤ 2035			4	
KW Leipheim	BY	Erdgas	≤ 2025	600		600	
KW Schweinfurt	BY	Erdgas	≤ 2035			1.000	
KW Karlstein	BY	Erdgas	≤ 2035			300	
KW Gundremmingen GuD	BY	Erdgas	≤ 2035			500	
KW Biblis	HE	Erdgas	≤ 2035			300	
Quierschied, Weiher 4	SL	Erdgas	≤ 2035			400	
Ensdorf, VSE Block 1	SL	Erdgas	≤ 2035			280	
Forbach	BW	Speicher	2019	220			
Forbach	BW	Speicher	2019	50			
PSW Zolletalb	BW	Speicher	≤ 2035			320	
Atdorf	BW	Speicher	≤ 2035			700	
Atdorf	BW	Speicher	≤ 2035			700	
Blaubeuren, PSW Blautal	BY	Speicher	≤ 2035			60	
Rintsbach PSW	BY	Speicher	≤ 2035			150	
Jachenau	BY	Speicher	≤ 2035			700	
Jochenstein/Donau I	BY	Speicher	2022	150			
Jochenstein/Donau II	BY	Speicher	2022	150			
Waldeck/Edertal	HE	Speicher	≤ 2025	300			
Schwaich	RP	Speicher	≤ 2035			300	
<b>(5) Summe gesamt</b>				<b>5.904</b>	<b>100%</b>	<b>14.173</b>	<b>100%</b>
davon							
(5.1) Kernenergie				0	0%	0	0%
(5.2) Braunkohle				0	0%	0	0%
(5.3) Steinkohle				0	0%	0	0%
(5.4) Erdgas				3.572	61%	9.538	67%
(5.5) Speicher				2.332	39%	3.810	27%
<b>(6) zusätzliche Planungen:</b>							
(6.1) Summe KWK-Anlagen < 10 MW		Erdgas	2020	3.000	51%		
(6.2) Summe KWK-Anlagen < 10 MW		Erdgas	2030			2.000	14%

Quelle:  
[NEP 2025/2,  
Begleitdokumente,  
NEP/O-NEP 2025,  
Kraftwerksliste  
zum Entwurf  
Szenariorahmen  
NEP/O-NEP  
2025].

## A2 Leitungsplanungen gemäß Netzentwicklungsplan 2025

Der Netzentwicklungsplan unterscheidet bei seinen Angaben zu den benötigten Leitungen in Startnetz und in Zubaunetz:

- Das Startnetz besteht neben dem Ist-Netz (Stand 31.12.2015) aus den EnLAG-Maßnahmen, den bereits in der Umsetzung befindlichen Netzausbaumaßnahmen (planfestgestellt bzw. in Bau) sowie Maßnahmen aufgrund sonstiger Verpflichtungen (KraftNAV bzw. Anschlusspflicht der Industriekunden).<sup>324</sup>
- Das Zubaunetz besteht aus allen weiteren geplanten Netzausbaumaßnahmen.

Entsprechend zeigt Tab. A2.1 die Neubauleitungen gemäß Startnetz und Tab. A2.2 die Neubauleitungen gemäß Zubaunetz.

Es wird zudem jeweils angegeben, ob die Leitung bereits in dem von der Bundesnetzagentur bestätigten Netzentwicklungsplan 2024 enthalten war.

Die Angaben in den folgenden Tabellen basieren genauso wie die in der früheren Abb. 8.2 gezeigten Leitungsprojekte auf dem Szenario B2 des Netzentwicklungsplans 2025. In diesem Szenario wird eine CO<sub>2</sub>-Begrenzung vorgegeben, damit die Vorgaben der Bundesregierung zum Klimaschutz eingehalten werden können.<sup>325</sup>

**Tab. A2.1 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Startnetz, 2016 bis 2025**

Startnetz Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		En- LAG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt anvisierte Inbetriebnahme	NEP 2025 2. Entwurf
<b>(1) Drehstromleitungen (380 kV)</b>						
50HzT-002	b Altenfeld – Redwitz bis Landesgrenze TH/BY (4 Systeme, also ca. 8 GW bis Schalkau)	4	26		2015	2016
50HzT-003	a Neuenhagen – Vierraden – Bertikow	3	55	65	2017	2020
	b 2. Einschleifung Vierraden	3	5		2017	2020
50HzT-007	Neuenhagen – Hennigsdorf – Wustermark	11	10	70	2016/ 2018	2017/ 2018
50HzT-011	a 3. Interkonnektor Deutschland – Polen	12	8		2022	nein
	b 2. Einschleifung Eisenhüttenstadt	12	7		2022	nein

## Fortsetzung von Tab. A2.1 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Startnetz, 2016 bis 2025

Startnetz Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		En- LAG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt  anvisierte Inbetriebnahme	NEP 2025 2. Entwurf
AMP-001	Wehrendorf – St. Hülfe	4		35	2016	2017
AMP-009	a Niederrhein – Punkt Wettringen	5		85	2018	2019
	b Punkt Wettringen – Punkt Meppen	5	65		2018	2019
AMP-010	a Lüstringen – Wehrendorf	16		20	2020	2020
	b Lüstringen – Hesseln	16		28	2019	2019
	c Hesseln – Gütersloh	16		22	2017	2020
AMP-013	Punkt Wittenhorst – Millingen – Isselburg	13		10	2016	2017
AMP-014	a Uffort – Punkt Hüls West	14		15	2018	2019
	b Punkt Fellerhöfe – Punkt St. Tönis	14	8		2015	2019
	c Osterath – Gohrpunkt	14		20	2016	2018
	d Gohrpunkt – Rommerskirchen	14	10		2016	2018
AMP-018	Rommerskirchen – Sechtem	15		35	2017	2018
AMP-022	a Kruckel – Punkt Ochsenkopf	19		18	2018	2021
	b Punkt Ochsenkopf – Dauersberg	19		92	2020	2021
AMP-032	Niederrhein – Uffort	14		25	2018	2019
TTG-004	Altenfeld ab Landesgrenze TH/BY – Redwitz	4	31		2015	2016
TTG-005	a Hamburg/Nord – Dollem	1		45	2015	2016
	b Audorf – Hamburg/Nord	1		70	2017	2017
	c Audorf – Flensburg – Kassø	1		90	2019	2019
TTG-006	Wahle – Mecklar	6	230		2018	2018
TTG-007	Dörpen/West – Niederrhein (Punkt Meppen)	5	32		2017	2017
TTG-009	Ganderkesee – St. Hülfe	2	60		2017	2017
TTG-P25a	Brunsbüttel – Süderdonn (früher Bartt)		18		2016	2016
<b>(1a) Summe Drehstromleitungen, BBPIG 2013</b>			<b>547</b>	<b>745</b>		
<b>(1b) Summe Drehstromleitungen, NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>			<b>565</b>	<b>745</b>		
<b>(1c) Summe Drehstromleitungen, NEP 2025, 2. Entwurf</b>			<b>550</b>	<b>745</b>		

## Fortsetzung von Tab. A2.1 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Startnetz, 2016 bis 2025

Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW		(1) En- LAG Nr.	(2) Neubau in neuer Trasse [km]	(3) beste- hender Trasse [km]	(4) NEP 2024 bestätigt anvisierte Inbetriebnahme	(5) NEP 2025 2. Entwurf
Startnetz Nr.						
<b>(2) Gleichstromleitungen (HGÜ)</b>						
P68-M108a	Deutschland – Norwegen (NordLink onshore)	33	54		2018	2019/ 2020
P68-M108a	Deutschland – Norwegen (NordLink offshore bis zur AWZ- Grenze)	33	154		2018	2019/ 2020
<b>(2a) Summe Gleichstromleitungen, BBPIG 2013</b>			<b>208</b>	<b>0</b>		
<b>(2b) Summe Gleichstromleitungen, NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>			<b>208</b>	<b>0</b>		
<b>(2c) Summe Gleichstromleitungen, NEP 2025, 2. Entwurf</b>			<b>208</b>	<b>0</b>		
<b>(3) Summe Drehstrom- plus Gleichstromleitungen</b>						
<b>(3a) Summe BBPIG 2013</b>			<b>755</b>	<b>745</b>		
<b>(3b) Summe NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>			<b>773</b>	<b>745</b>		
<b>(3c) Summe NEP 2025, 2. Entwurf</b>			<b>758</b>	<b>745</b>		

Hinweis zu Z. (2):  
Die noch in  
[NEP 2024/2]  
vorgesehenen  
HGÜ-Leitungen  
B04 Wehrendorf –  
Urberach und  
C06WDL Kreis  
Segeberg – Wend-  
lingen sind in  
[NEP 2025/2]  
entfallen.

Quellen:  
Sp. (1), (2), (3), (5):  
[NEP 2025/2, S.  
127-132];  
Sp. (4): [BNetzA  
2015b, S. 7,  
S. 105-153];  
aufgelistet sind nur  
Leitungsneubauten  
mit einer Länge  
von größer 3 km.

Tab. A2.2 zeigt den geplanten Leitungsneubau gemäß Zubaunetz des Netzentwicklungsplans 2025.

Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Zubaunetz, 2016 bis 2025

Pro- jekt Nr.	Maß- nahme Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			BBP Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt	NEP 2025 2. Entwurf anvisierte Inbetriebnahme
<b>(1) Drehstromleitungen (HGÜ)</b>							
P20	M69	Emden/Ost – Halbmond	37 (2015)	25		2021	2021
P21	M51a	Conneforde – Cloppenburg/Ost	6		60	2022	2022
	M51b	Cloppenburg/Ost – Merzen	6	55		2022	2022
P22	M82	Conneforde – Unterweser/West			33	nein	2024
	M87	Unterweser/West – Elsfleth/West			30	nein	2024
P23	M20	Dollern – Elsfleth/West	38 (2015)		100	2024	2024
P24	M71	Stade/West – Sottrum	7		65	2021	2021
	M72	Sottrum – Grafschaft Hoya (früher Wechold)	7		35	2022	2022
	M73	Grafschaft Hoya (früher Wechold) – Landesbergen	7		45	2022	2022
P25	M42	Süderdonn (früher Bart) – Heide/West	8	28		2017	2017
	M43	Heide/West – Husum/Nord	8	39		2018	2018
	M44	Husum/Nord – Niebüll/Ost	8	43		2018	2018
	M45	Niebüll/Ost – Bundesgrenze (DK)	8	12		2021	2021
P26	M432	Brunsbüttel – Büttel			3	-	2021
	M76	Büttel – Wilster			8	nein	2021
	M89	Wilster – Dollern			55	-	2016/ 2025
P33	M24a	Wolmirstedt – Helmstedt – Wahle	10		111	2024	2022
P34	M22a	Perleberg – Stendal/West – Wolmirstedt	39 (2015)		112	2020	2020
	M22b	Parchim/Süd – Perleberg	39 (2015)		38	2020	2020
	M22c	Güstrow – Parchim/Süd	39 (2015)		49	2020	2020
P36	M21	Bertikow – Pasewalk	11		30	2018	2019
P37	M25a	Vieselbach – PSW Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonnebom)	12		27	2022	2023
	M25b	PSW Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonnebom) – Mecklar	12		108	2023	2023

## Fortsetzung von Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Zubaunetz, 2016 bis 2025

Pro- jekt Nr.	Maß- nahme Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			BBPIG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt anvisierte Inbetriebnahme	NEP 2025 2. Entwurf
	M25c	Vieselbach – PSW Talsperre Schmalwasser (Punkt Sonneborn)			27	nein	2025
P38	M27	Pulgar – Vieselbach	13		103	2024	2024
P39	M29	Röhrsdorf – Weida – Remptendorf	14		107	2021	2024
	M29b	Röhrsdorf – Remptendorf			107	nein	2025
P40	M26	Graustein – Bärwalde			22	-	2025
P41	M57	Punkt Metternich – Niederstedem	15		108	2018/ 2021	2021
P42	M53	Krifel – Punkt Obererlenbach	16 (2018)		12	nein	2021
P43 mod	M74 mod	Mecklar – Dipperz – Urberach	(17)		164	-	2025
P43	M74	<b>Alternative:</b> Mecklar – Bergtheinfeld/ West (früher Grafenheinfeld) (bleibt bei Z. (3c) unberücksichtigt)	17	130		2022	(2022)
P44	M28a	Altenfeld - Schalkau - Landesgrenze Thüringen/Bayern (Mast 77)			26	-	2024
P44 mod	M28a	Landesgrenze Thüringen/Bayern (Mast 77) – Würgau – Ludersheim			123	-	2025
P44	M28b	<b>Alternative:</b> Landesgrenze Thüringen/Bayern (Mast 77) – Grafenheinfeld (bleibt bei Summe NEP 2025, 2. Entwurf unberücksichtigt)		81		2024*	(2025)
P46	M56	Redwitz – Schwandorf (Ostbayernring)	18		185	2020	2020
P47	M31	Weinheim – Daxlanden	19		68	2022	2022
	M32	Weinheim – G380	19		16	2022	2022
	M33	G380 – Altlußheim	19		22	2022	2022
	M34	Altlußheim – Daxlanden	19		38	2022	2022
P47	M60	Urberach – Pfungstadt – Weinheim	19	7	60	2022	2025
P47a	M64	Punkt Krifel – Farbwerke Höchst/Süd	19		5	-	2022
P48	M38a	Grafenheinfeld – Kupferzell	20		110	2020	2020
	M39	Kupferzell – Großgartach	20		48	2020	2020
P49	M41a	Daxlanden – Bühl/Kuppenheim – Weier – Eichstetten	21		121	2021	2021

zusätzlich in B2  
gegenüber B1zusätzlich in B2  
gegenüber B1\* mit Maßgabe  
einer Prüfung  
von Alternativen  
in [NEP 2025]1.

Fortsetzung von Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Zubaunetz, 2016 bis 2025

Pro- jekt Nr.	Maß- nahme Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
			BBPIG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt anvisierte Inbetriebnahme	NEP 2025 2. Entwurf	
P51	M41	Oberjettingen – Engstlatt			34	nein	2020	entfällt in B2 gegenüber B1
P52	M59	Herbertingen – Tiengen	23		115	nein	2020	
	M93	Punkt Rommelsbach – Herbertingen	24		62	2018	2018	
	M94b	Punkt Neuravensburg – Punkt Bundesgrenze (AT)			7	2023	2023	
P53	M54	Raitersaich – Ludersheim	41 (2015)		40	2024	2024	
	M350	Ludersheim – Sittling – Altheim	41 (2015)		119	2024	2018/ 2024	
	M431	Irsching – Sittling		25		-	2018	
P64	M107 offshore	Combined Grid Solution (CGS)	29 (2015)	15		2018	2018	
P66	M101	Wilhelmshaven – Conneforde		35		2018	2018	
P67	M102	Simbach – Matzenhof – Bundesgrenze (AT)	32 (2015)		12	2018	2018	
	M103a	Altheim – Adlkofen	32 (2015)		7	2018	2020	
	M103	Altheim – Matzenhof (Abzweigung Simbach)	32 (2015)		65	2018	2020	
P69	M105	Emden/Ost – Conneforde	34 (2015)		60	2019	2019	
P70	M106	Birkenfeld – Mast 115A	35 (2015)	15		2019	2019	
P72	M49	Lübeck – Siems	42 (2015)		20	2021	2021	
	M50	Kreis Segeberg – Lübeck	42 (2015)		50	2019	2019	
	M351	Göhl – Lübeck	42 (2015)	58		2021	2021	
P84	M368	Krümmel – Hamburg/Ost			28	nein	2024	entfällt in B2 gegenüber B1
P112	M201	Pleinting – St. Peter			60	2022	2022	
	M212	Abzweig Pirach			11	2022	2022	
P123	M208	Dresden/Süd – Schmölln			37	-	2025	zusätzlich in B2 gegenüber B1
P150	M352b	Querfurt/Nord – Wolkramshausen			71	2024	2024	entfällt in B2 gegenüber B1
P159	M62	Bürstadt – BASF			13	nein	2021	
P161	M91	Großkrotzenburg – Urberach			24	nein	2025	
P172	M382	Gundelfingen – Vöhringen			46	nein	2022	zusätzlich in B2 gegenüber B1
P173	M383	Vöhringen – Dellmensingen			17	nein	2022	zusätzlich in B2 gegenüber B1
P176	M387	Eichstetten – Bundesgrenze (FR)			18	nein	2025	

## Fortsetzung von Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Zubaunetz, 2016 bis 2025

Pro- jekt Nr.	Maß- nahme Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			BBPIG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt	NEP 2025 2. Entwurf anvisierte Inbetriebnahme
P180	M406	Marzahn – Mitte – Reuter – Teufelsbruch (33 km als Erdkabel)		33		nein	2024
P200	M426	Hambach			16	-	2025
P201	M427	Netzverstärkung zwischen St. Peter und Norf			3	-	2025
P203	M429	Raum Amelsbüren / Walstedde			18	-	2025
P204	M430	Tiengen – Beznau			4	-	2025
P205	M416	Einschleifung Eichstetten – Kühmoos			4	-	2025
P206	M417	Gurtweil – Kreis Konstanz			36	-	2025
P210	M414	Diele – Bundesgrenze (NL)			10	-	2025
P211	M434	Gießen/Nord – Karben			51	-	2025
P212	M435	Grohnde – Würgassen			57	-	2025
P214	M453	Streumen – Rörsdorf			83	-	2025
P215	M454	Bentwisch – Güstrow			36	-	2025
P216	M455	Güstrow – Jördenstorf – Siedenbrünzow – Iven – Lubmin – Pasewalk/Nord – Pasewalk			197	-	2025
P217	M456	Jessen/Nord – Ragow			74	-	2025
P218	M457	Weida – Eula – Röhrsdorf			119	-	2025
P219	M458	Jessen/Nord – Marke – Lauchstädt			147	-	2025
P220	M459	Streumen – Eula			84	-	2025
P221	M460	Hansa Power-Bridge (HPB)		60		-	2023/ 2025
P222	M461	Otterbachern – Ottenhofen	47 (2015)		44	-	2022
P223	M462	Güstrow – Wessin – Görries – Krümmel			147	-	2025
P224	M463	Wolkramshausen – Eheleben – Vieselbach	44 (2015)		66	-	2024
<b>(1a) Summe Drehstromleitungen, BBPIG 2013</b>				<b>314</b>	<b>1.661</b>		
<b>(1b) Summe Drehstromleitungen, NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>				<b>543</b>	<b>2.350</b>		
<b>(1c) Summe Drehstromleitungen, NEP 2025, 2. Entwurf</b>				<b>450</b>	<b>4.493</b>		

entfällt in B2  
gegenüber B1zusätzlich in B2  
gegenüber B1entfällt in B2  
gegenüber B1entfällt in B2  
gegenüber B1

Fortsetzung von Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – ZubauNetz, 2016 bis 2025

Pro- jekt Nr.	Maß- nahme Nr.	Übertragungsleistung je Leitung ca. 4 GW	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			BBPIG Nr.	Neubau in neuer Trasse [km]	beste- hender Trasse [km]	NEP 2024 bestätigt anvisierte Inbetriebnahme	NEP 2025 2. Entwurf
<b>(2) Gleichstromleitungen (HGÜ)</b>							
DC1	DC1	Emden/Ost – Osterath	1 EnLAG	320		2022	2025
DC2	DC2	Osterath – Philippsburg (Ultranet)	2 EnLAG		340	2019	2019
DC3	DC3	Brunsbüttel – Großgartach (SuedLink)	3 EnLAG	770		2022	2022
DC4	DC4	Wilster – Bergreinefeld/West nahe Grafenreinefeld (SuedLink), bisher CO6mod	4 EnLAG	620		2022	2022
DC5I	DC5I	Wolmirstedt – Isar (SuedostLink) (wird bei Summe BBPIG 2013 und bei Summe NEP 2024 statt Wolmirstedt - Gundremmingen berücksichtigt)		580		-	2022
DC6I	DC6I	Wolmirstedt – Isar (SuedostLink)			580	-	2022
P65	M98	Oberzier – Punkt Bundesgrenze (BE)	30 EnLAG	45		2018	2019
<b>(2a) Summe Gleichstromleitungen, BBPIG 2013</b>				<b>2.335</b>	<b>920</b>		
<b>(2b) Summe Gleichstromleitungen, NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>				<b>2.335</b>	<b>920</b>		
<b>(2c) Summe Gleichstromleitungen, NEP 2025, 2. Entwurf</b>				<b>2.335</b>	<b>920</b>		
<b>(3) Summe Drehstrom- plus Gleichstromleitungen</b>							
<b>(3a) Summe BBPIG 2013</b>				<b>2.649</b>	<b>2.581</b>		
<b>(3b) Summe NEP 2024, durch Bundesnetzagentur bestätigt</b>				<b>2.878</b>	<b>3.270</b>		
<b>(3c) Summe NEP 2025, 2. Entwurf</b>				<b>2.785</b>	<b>5.413</b>		

Quellen:  
 Sp. (1), (2), (3), (5):  
 [NEP 2025/2, S. 133-143];  
 Sp. (4): [BNetzA 2015b,  
 S. 7, S. 105-153];  
 aufgelistet sind nur  
 Leitungsneubauten mit  
 einer Länge von größer  
 3 km.

## A3 Liste der Abbildungen, Tabellen und Kästen

### A3.1 Liste der Abbildungen

Abb. 1.1 : Strombedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen bis 2014 und Reduktionsziele bis 2050 .....	14
Abb. 1.2 : Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion, 2015 bis 2050.....	14
Abb. 1.3 : Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee, 2016.....	15
Abb. 1.4 : Stromverbrauch versus installierte Kraftwerksleistung, 2015 bis 2035 .....	17
Abb. 1.5 : Konventionelle versus erneuerbare installierte Kraftwerksleistung, 2015 bis 2035.....	19
Abb. 1.6 : CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Stromproduktion, 2010 bis 2035, ab 2015 ohne und mit CO <sub>2</sub> -Begrenzung	20
Abb. 1.7 : Stromproduktion, 2015 bis 2035, ab 2025 ohne und mit CO <sub>2</sub> -Begrenzung.....	22
Abb. 2.1 : Stündliche Wind- und Photovoltaikstromproduktion und installierte Kraftwerksleistungen, 2011 bis 03/2015 .....	26
Abb. 2.2 : Stündliche Auslastung der Wind- und Photovoltaikanlagen, 2011 bis 03/2015 .....	29
Abb. 2.3 : Tägliche Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2014 .....	30
Abb. 2.4 : Wöchentliche Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2014 .....	32
Abb. 2.5 : Monatliche Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2014 .....	33
Abb. 2.6 : Extremwerte der stündlichen Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2014 .....	35
Abb. 2.7 : Tages- und Jahresgang des Stromverbrauchs – Schema .....	39
Abb. 2.8 : Wind- und Photovoltaikstromproduktion im Vergleich zum Stromverbrauch, 12/2012 bis 02/2013 ..	40
Abb. 3.1 : Gesicherte Leistung – Schema.....	44
Abb. 3.2 : Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland .....	51
Abb. 3.3 : Vergleichmäßigung der Stromproduktion durch Pumpspeicher .....	53
Abb. 3.4 : Potenzial des Nachfragemanagements.....	59
Abb. 3.5 : Virtuelles Stromversorgungssystem – Schema .....	64
Abb. 4.1 : Stromexporte bei deutschem Stromüberschuss, Winter 2015/16 bis 2019/20.....	71
Abb. 4.2 : Stromimporte bei niedriger erneuerbarer Stromproduktion, Winter 2015/16 bis 2019/20 .....	73
Abb. 5.1 : Deutsches Höchstspannungsnetz, 2016 .....	80
Abb. 5.2 : Spitzenkappung der Stromproduktion – Schema .....	86
Abb. 5.3 : Eingesparter Netzausbau in Abhängigkeit der abgeregelten Stromproduktion .....	88
Abb. 5.4 : Optimierung des 110-kV-Netzanschlusses eines Onshore-Windparks .....	90
Abb. 6.1 : Leiterseiltemperaturmonitoring – Schema .....	99
Abb. 6.2 : Windhose knickt vierzehn 380-kV-Masten bei Eisleben am 07. Juli 2015.....	106
Abb. 6.3 : Windhose knickt fünf 380-kV-Masten in Thüringen am 14. August 2015.....	106
Abb. 8.1 : Vom Szenariorahmen zum Planfeststellungsverfahren.....	121
Abb. 8.2 : Leitungsprojekte gemäß Netzentwicklungsplan 2025 .....	123
Abb. 8.3 : Keine Abregelung ostdeutscher Kohlekraftwerke trotz zeitgleicher hoher ostdeutscher Wind- und Photovoltaikstromproduktion .....	127
Abb. 8.4 : Zusätzliche deutsche CO <sub>2</sub> -Abgaben reduzieren deutschen Stromexport .....	129

## A3.2 Liste der Tabellen

Tab. 1.1 : Strombedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen bis 2014 und Reduktionsziele bis 2050 .....	13
Tab. 1.2 : Installierte Kraftwerksleistung 2015 und Prognosen für 2025 und 2035 .....	16
Tab. 1.3 : Neubau minus Stilllegung von konventioneller Kraftwerksleistung, 2015 bis 2025 .....	17
Tab. 1.4 : Neubau von konventioneller Kraftwerksleistung ohne Berücksichtigung von Stilllegungen, 2025 bis 2035 .....	19
Tab. 1.5 : Stromproduktion, 2015 bis 2035, ab 2025 ohne und mit CO <sub>2</sub> -Begrenzung .....	21
Tab. 1.6 : Auslastung einzelner Kraftwerksarten, 2015 bis 2035 .....	23
Tab. 2.1 : Minimale, durchschnittliche und maximale Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2011 bis 03/2015 .....	28
Tab. 2.2 : Extreme Fluktuationen von Wind- und Photovoltaikstromproduktion, 2014 .....	34
Tab. 2.3 : Stromverbrauch versus Stromproduktion .....	38
Tab. 2.4 : Maximaler Stromüberschuss durch konventionelle und erneuerbare Kraftwerke, 2015 bis 2035 .....	41
Tab. 3.1 : Flexibilität der verschiedenen Kraftwerksarten .....	45
Tab. 3.2 : Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland .....	52
Tab. 4.1 : Erforderlicher Redispatch und Reservekraftwerke bei Stromüberschuss, 2015/16 bis 2019/20 .....	67
Tab. 4.2 : Stromverbrauch und Stromproduktion bei Stromüberschuss, 2015/16 bis 2019/20 .....	69
Tab. 4.3 : Stromverbrauch und gesamte Stromproduktion bei niedriger erneuerbaren Stromproduktion, 2015/16 bis 2019/20 .....	72
Tab. 4.4 : Nicht Stromdefizit ist gemäß Bundesnetzagentur ein Problemfall, sondern Stromüberschuss .....	74
Tab. 6.1 : Thermische Grenzleistungen von Freileitungen und Erdkabeln .....	103
Tab. 6.2 : Vergleich der Maßnahmen zum Ausgleich von Stromtransportbedarf und zulässigem Stromtransport .....	109
Tab. 7.1 : Stromtransportbedarf im Einzugsbereich der bestehenden 110-kV-Leitung .....	114
Tab. 7.2 : Erhöhung des zulässigen Stromtransports der bestehenden 110-kV-Leitung .....	117
Tab. 7.3 : Vergleich von Stromtransportbedarf und zulässigem Stromtransport .....	118
Tab. 8.1 : Leitungsneubau gemäß Bundesbedarfsplangesetz 2013 und Netzentwicklungsplänen 2014 und 2016 .....	124
Tab. 8.2 : Zusätzliche deutsche CO <sub>2</sub> -Abgaben erhöhen gemäß Netzentwicklungsplan den Netzausbaubedarf .....	130
Tab. A1.1 : Neugebaute konventionelle Kraftwerke, 2014 und 2015 .....	140
Tab. A1.2 : Geplante Stilllegungen von konventionellen Kraftwerken, 2014 bis 2025 .....	141
Tab. A1.3 : Geplante konventionelle Kraftwerke, 2016 bis 2035 .....	144
Tab. A2.1 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Startnetz, 2016 bis 2025 .....	146
Tab. A2.2 : Leitungsneubau gemäß Netzentwicklungsplan – Zubaunetz, 2016 bis 2025 .....	149

## A3.3 Liste der Kästen

Kasten 3.1 : Ausgleich von Windstromschwankungen .....	49
Kasten 3.2 : Langzeitspeicherung durch erneuerbare Gaserzeugung (Power to Gas) .....	55
Kasten 3.3 : Nutzung von Stromüberschüssen zur Wärmeerzeugung (Power to Heat) .....	60
Kasten 3.4 : Elektrofahrzeuge als abschaltbare Verbraucher und Stromspeicher? .....	62
Kasten 5.1 : Gesicherte Stromversorgung bei Störfällen, (n-1)-Kriterium .....	81

## Fußnoten

- 1 [BReg 2015, S. 2].
- 2 [BNetzA 2014a, S. 109]: "Die mittel- und langfristigen energiepolitischen Ziele der Bundesregierung werden im Wesentlichen durch das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010 definiert. Ergänzt werden diese Ziele durch das sog. Energiepaket der Bundesregierung vom 06.06.2011 und gesetzlich verankerte Ziele. Darüber hinaus wurden diese Ziele im Aktionsprogramm Klimaschutz am 03.12.2014 seitens der Bundesregierung nochmals bekräftigt."
- 3 [Jope 2015, S. 174].
- 4 Festlegung durch die EEG-Reform vom 01. August 2014. Siehe hierzu auch [BReg 2015a, Erneuerbare Energien – der Ausbau läuft]: Konzentration auf kostengünstige Technologien. Für die Geothermie und Wasserkraft, für die nur sehr geringe Zuwächse erwartet werden, wurden keine Zubaukorridore festgelegt.
- 5 Zzgl. Ersatz bestehender Anlagen (also zzgl. Repowering).
- 6 6,5 GW im Jahr 2020 und 15 GW im Jahr 2030 als Zielgrößen.
- 7 Einschließlich Ersatz bestehender Anlagen, Stopp der EEG-Vergütungsgarantie für Neuanlagen ab einer insgesamt installierten Photovoltaikleistung von 52 GW.
- 8 Deutliche Absenkung gegenüber den bisherigen Planungen wegen ihrer hohen Kosten.
- 9 Tab. 1.2, Z. (4.1): Der maximale momentane Stromverbrauch wird häufig als Jahreshöchstlast bezeichnet. Zu den Problemen bei der Messung der Jahreshöchstlast siehe [BNetzA 2014a, S. 79-81].  
Tab. 1.2, Z. (4.2) = Tab. 1.5, Z. (4) / 8.760 h/a \* 1.000.  
Tab. 1.2, Z. (4.3): Es wird angenommen, dass der minimale Stromverbrauch proportional zum maximalen Stromverbrauch ist.
- 10 Der Anteil von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung soll bis 2020 auf 25% erhöht werden (Anteil bezogen auf die thermische Stromproduktion, Änderung durch [Eckpunkte 2015, S. 9]).
- 11 Vgl. hierzu auch die späteren Abb. 2.6b und 2.8.
- 12 Siehe Tab. A1.1, Sp. (4).
- 13 Siehe Tab. A1.3, Sp. (4).
- 14 Siehe Tab. A1.2, Sp. (4).
- 15 [BNetzA 2014a, S. 97].
- 16 [Eckpunkte 2015, S. 7]; vgl. hierzu auch das spätere Kap. 8.3.2.
- 17 [BNetzA 2014a, S. 97].
- 18 Vgl. Kap. 8.2.1(4).
- 19 Vgl. Kap. 8.2.1(3).
- 20 [NEP 2025/2, Abb. 21, S. 68].
- 21 Tab. 1.6, Z. (2.2), Sp. (1): Ende 2014 waren rund 1,0 GW Offshore-Windkraftwerke installiert [BWE 2016], Ende 2015 rund 3,3 GW (Tab. 1.2, Z. (2.2), Sp. (1)), die in 2015 knapp 9 TWh Strom produzierten (Tab. 1.5, Z. (2.2), Sp. (1). Bei jahresdurchschnittlich gut 2 GW installierter Leistung in 2015 ergibt damit die in Tab. 1.6, Z. (2.2), Sp. (1) gezeigte Auslastung von rund 50% (= knapp 9 TWh / gut 2 GW).
- 22 Die gezeigten Werte unterschätzen die tatsächlichen Werte um ein knappes Zehntel, da die gezeigten Produktionswerte nur gut 90% der gesamten erneuerbaren Stromproduktion umfassen, hingegen für die Berechnungen alle installierten Leistungen verwendet wurden. Zudem wurden für die Stromproduktion die momentanen Werte verwendet, für die installierten Leistungen hingegen die Werte zum Jahresende gemäß amtlicher Statistik, wodurch wegen der stark steigenden installierten Leistung die tatsächliche Auslastung zusätzlich unterschätzt wird.
- 23  $18,4 \% = [ \{ 22\% (\text{Tab. 1.6, Z. (2.1), Sp. (1)}) * 79 \text{ TWh} (\text{Tab. 1.5, Z. (2.1), Sp. (1)}) \} + \{ 11\% (\text{Tab. 1.6, Z. (2.3), Sp. (1)}) * 39 \text{ TWh} (\text{Tab. 1.5, Z. (2.3), Sp. (1)}) \} ] / \{ 79 \text{ TWh} + 39 \text{ TWh} \}$ .
- 24 Siehe hierzu auch Abb. 2.5.
- 25 [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 2.1.1, S. 24ff.].
- 26 [EWEA 2010, S. 50ff.].
- 27 [PV-Strom 2015].
- 28 Siehe Kap. 2.1.
- 29 Siehe Kap. 4.1.3.
- 30 Im Minuten- und Stundenbereich ist die Produktionsreduzierung eines Kraftwerks durch die technisch vorgegebene Flexibilität dieses konventionellen Kraftwerks beschränkt, siehe Tab. 3.1.
- 31 Siehe z.B. Abb. 2.1, Abb. 2.2 und Tab. 2.2.
- 32 Vgl. zum Folgenden [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.3, S. 76ff.].
- 33 [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Abb. 11.1 und Abb. 11.2, S. 232/233].
- 34 Die gezeigten Daten basieren auf EEX-Daten, die nur ca. 90% der Gesamtdaten berücksichtigen. Die wahren Werte sind also durchschnittlich gut 10% höher.
- 35 Energietechnisch als Last bezeichnet.
- 36 Vgl. die Ausführungen zur gesicherten Leistung in Kap. 3.1.1 und in Kasten 5.1.

- 37 Vgl. zum Folgenden [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.4, S. 80ff].
- 38 Siehe Kap. 3.4.3.
- 39 Siehe Tab. 1.2, Z. (2.4) und Z. (2.5).
- 40 Siehe hierzu Kap. 2.2.
- 41 Auslastung von Gaskraftwerken unter 25%, vgl. Tab. 1.6, Z. (1.4).
- 42 [Vattenfall 2011, S. 11].
- 43 Tab. 1.6, Z. (1.1) und (1.2).
- 44 [Leitstudie 2011, S. 250/251].
- 45 [Leitstudie 2010, S. 19].
- 46 [Wiese 2008, S. 39f.].
- 47 [VGB 2004, S. 89]; [Leitstudie 2011, Tab. 8.1, S. 251].
- 48 [Wiese 2008, Abb. 2.9].
- 49 [BDEW 2015].
- 50 [Eckpunkte 2015, S. 7].
- 51 [Eckpunkte 2015, S. 4].
- 52 Vgl. Kap. 4.3.2(2).
- 53 Gasturbinen, Gas- und Dampfkraftwerke (GuD), stromgeführte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Stromspeicher.
- 54 [Jarass/Obermair 2013, Teil 2, S. 11].
- 55 [Eckpunkte 2015, S. 4].
- 56 Vgl. hierzu [Jarass/Obermair 2012, Kap. 7.3.1, S. 182-184].
- 57 Vgl. hierzu [Jarass/Obermair 2012, Tab. 1.7, S. 35, Kap. 3.4.4, S. 90-93].
- 58 [Leitstudie 2010, S. 12, Punkt 4.3].
- 59 Siehe zum Folgenden auch [Jarass/Obermair 2012, Kap. 1.2.4, S. 34ff. und Kap. 3.4.4, S. 90ff.].
- 60 [Pumpspeicher 2011, S. 2].
- 61 Vgl. die frühere Tab. 1.4, Z. (5), Sp. (5) und die dortigen Erläuterungen.
- 62 [Jarass 1981a, Kap. 7.1.3, S. 108].
- 63 Vgl. Kap. 6.1.2(1).
- 64 [Younicos 2014, S. 1]; zudem garantiert der Zellhersteller Samsung SDI die Leistung der verwendeten Lithium-Ionen-Zellen 20 Jahre lang.
- 65 [Gas 2016].
- 66 [NEP 2022/1, S. 19ff.].
- 67 [Leitstudie 2011, S. 97f.].
- 68 Siehe Kap. 3.1.2.
- 69 Siehe Kap. 8.2.1.
- 70 15% = 85 TWh (Tab. 1.5, Z. (5.1), Sp. (1)) / 565 TWh (Tab. 1.5, Z. (4), Sp. (1)).
- 71 Vgl. Kap. 8.3.1(1).
- 72 [Prognos 2015, S. 2].
- 73 Siehe Kap. 4.1.
- 74 Soweit sie nicht zur Aufrechterhaltung der Systemstabilität erforderlich sind.
- 75 [ENTSO-E 2014, S. 10/11, Fig. 0-3]; siehe hierzu auch [EWEA 2010, S. 101ff.].
- 76 Siehe Kap. 4.2.3.
- 77 17% = 96 TWh (Tab. 1.5, Z. (5.2), Sp. (4)) / 566 TWh (Tab. 1.5, Z. (4), Sp. (4)).
- 78 [Greenpeace 2008, S. 27].
- 79 [Desertec 2014], am 14. Oktober 2014 wurde DESERTEC aufgelöst.
- 80 So der frühere GRÜNE MdB FELL [Fell 2015].
- 81 Vgl. Tab. A2.1, Projekt Nr. P68.
- 82 [Leitstudie 2011, S. 165].
- 83 [Leitstudie 2011, S. 165].
- 84 Vgl. Kap. 3.1.3.
- 85 [Dena 2010, S. 405ff.]; [Leitstudie 2011, S. 192ff.].
- 86 [Leitstudie 2010, S. 73].
- 87 [Leitstudie 2011, S. 196].
- 88 [Prius 2013].
- 89 Die dezentrale Stromversorgung ist von einer lokalen Stromautarkie zu unterscheiden, wo einzelne Verbraucher oder gar Gemeinden keinen Anschluss an ein überregionales Stromverbundnetz haben.
- 90 Siehe hierzu auch Tab. 6.2.
- 91 [BNetzA 2015a, S. 24].
- 92 § 13a EnWG und § 10 ResKV; siehe hierzu auch [Fietze 2014, S. 356].
- 93 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 20].
- 94 [BNetzA 2015, S. 9/10].
- 95 Siehe zum Folgenden [Jarass 2016a].
- 96 Zu den folgenden Zahlenangaben siehe [BNetzA 2015, S. 10-14].
- 97 [BNetzA 2015, Abb. 2, S. 14].
- 98 [BNetzA 2015, S. 12].
- 99 [BNetzA 2015, S. 12].
- 100 Zur Abschätzung der Größenordnung siehe die Werte in Tab. 4.2, Z. (2.1).
- 101 [BNetzA 2015, Abb. 1, S. 12]. In Tab. 4.2, Z. (2.2a), Sp. (1) wird von einer maximalen Windstromeinspeisung bei Stromüberschuss von 37 GW ausgegangen.
- 102 [BNetzA 2014a, S. 3].
- 103 Zurückregelung von Windkraftwerken v.a. in Nord- und Ostdeutschland.
- 104 Die Fußnoten in den folgenden Zitaten sind von den Buchautoren zur Erläuterung eingefügt worden.
- 105 [BNetzA 2015, S. 87]; ganz ähnlich auch die BNetzA-Darstellung für 2015/16 [BNetzA 2015, S. 53] und für 2016/17 [BNetzA 2015, S. 68/69].

- 106 Deutsche Höchstlast von 86 GW (Tab. 4.2, Z. (1.1), Sp. (3a)) plus Übertragungsverluste von 1,7 GW (Tab. 4.2, Z. (2.3), Sp. (3a)).
- 107 Vgl. Tab. 4.2, Z. (1.2), Sp. (3a).
- 108 [BNetzA 2015, S. 87]; ganz ähnlich auch die BNetzA-Darstellung für 2015/16 [BNetzA 2015, S. 53] und für 2016/17 [BNetzA 2015, S. 68/69].
- 109 [BNetzA 2015, S. 14].
- 110 Siehe Tab. A2.1, Leitungen DC3 und DC5I.
- 111 Kap. 8.2.1(1) zeigt auf der Basis von Daten der Bundesnetzagentur für das Zieljahr 2023, dass der SuedostLink ausschließlich zum Transport von Kohlestrom erforderlich ist.
- 112 Die Bundesnetzagentur schreibt bezgl. dieses Defizits: "Das Entstehen eines solchen Handelsdefizits ist dabei noch kein ernstes Anzeichen für eine Gefährdung der Versorgungssicherheit durch fehlende Erzeugungseinheiten zur Lastdeckung in Deutschland. Vielmehr bildet es einen europäischen Kraftwerkseinsatz ab, der nach ökonomischen Gesichtspunkten optimiert ist, sodass verglichen mit dem deutschen Kraftwerkspark günstigere Erzeugung im Ausland zur Deckung der Last beiträgt." [BNetzA 2015, S. 83].
- 113 Vgl. Tab. 4.2, Z. (1.2), Sp. (3b).
- 114 [BNetzA 2015, S. 87]; ganz ähnlich auch die BNetzA-Darstellung für 2015/16 [BNetzA 2015, S. 53] und für 2016/17 [BNetzA 2015, S. 68/69].
- 115 Aufgrund von deutschen Leitungsengpässen wird ein kleiner Teil dieser Exporte über Polen und Tschechien transportiert.
- 116 Siehe Abb. 4.1.
- 117 [BNetzA 2014a, S. 115].
- 118 Die im Stromhandel kontrahierte (virtuelle) Stromleistung wird derzeit über Polen und Tschechien transportiert bzw. insbesondere im Störfall mangels ausreichender Exportleitungen von vornherein durch andere Reservekraftwerke sichergestellt.
- 119 "Durch den hohen Export in das Ausland und die geringe Erzeugung in Süddeutschland stellt sich ein erheblicher Transportbedarf von Energie von Norddeutschland nach Süddeutschland und ins europäische Ausland ein." [BNetzA 2015, S. 87]. Ganz ähnlich auch die BNetzA-Darstellung für 2015/16 [BNetzA 2015, S. 53] und für 2016/17 [BNetzA 2015, S. 68/69].
- 120 2015/16: [BNetzA 2015, S. 52, Tab. 16, S. 52]; 2016/17: [BNetzA 2015, S. 67, Tab. 26, S. 68]; 2019/20: [BNetzA 2015, S. 86, Tab. 36, S. 86]; "... wurde ... explizit der Starklast-Starkwindfall als der bedarfsdimensionierende Netznutzungsfall herausgearbeitet. Diesem gegenüber ist der Fall der Starklast-Dunkefflaute alleine mittels topologischer Maßnahmen, also Schaltmaßnahmen im Netz, sowie Redispatch mit am Markt agierenden Kraftwerken beherrschbar."
- 121 2015/16: [BNetzA 2015, S. 52, Tab. 16, S. 52]; 2016/17: [BNetzA 2015, S. 67, Tab. 26, S. 68]; 2019/20: [BNetzA 2015, S. 86, Tab. 36, S. 86]. Zur Höhe des erforderlichen Redispatches werden keine Angaben gemacht.
- 122 [BNetzA 2015, S. 65/66].
- 123 Vgl. Kap. 2.2.1.
- 124 Vgl. Kap. 6.1.1(2); siehe auch [Jarass 2014, S. 231].
- 125 Vgl. Abb. 4.1.
- 126 Siehe Kap. 3.3.2.
- 127 [BDEW 2015].
- 128 [Eckpunkte 2015, S. 7].
- 129 Siehe z.B. die früheren Tab. 1.3 und 1.4.
- 130 Zum leichteren Verständnis der folgenden Überlegungen wird in diesem Buch der Begriff Strom verwendet, dabei aber immer verdeutlicht, ob es sich um elektrische Leistung (kW) oder um elektrische Energie (kWh) handelt.  
Die elektrische Leistung ergibt sich aus dem Produkt von Stromstärke und elektrischer Spannung und wird in Watt (W) gemessen bzw. einem Vielfachen davon, z.B. 1 kW = 1.000 W, 1 MW = 1 Mio. W oder 1 GW = 1 Mrd. W (manchmal wird auch  $W_{el}$  verwendet zur Unterscheidung einer elektrischen Leistung von einer thermischen Leistung). Wird eine elektrische Leistung (z.B. 1 kW) eine bestimmte Zeit lang (z.B. 1 Stunde) genutzt, so ist elektrische Arbeit in Höhe von 1 Kilowattstunde (kWh) geleistet und diese elektrische Energie z.B. in Heizwärme umgewandelt worden. Elektrische Energie wird in Wattstunden (Wh) gemessen bzw. einem Vielfachen davon, z.B. 1 kWh = 1.000 Wh, 1 MW = 1 Mio. Wh und 1 GW = 1 Mrd. Wh. Umgangssprachlich ausgedrückt: Vom Stromversorgungsunternehmen wurde dem Stromkunden 1 kWh Strom geliefert und dort 'verbraucht'.
- 131 Zum Folgenden siehe [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.1.4, S. 67-69].
- 132 Eine Zusammenlegung der vier deutschen Regelzonen würde zu einer deutlichen Reduzierung der erforderlichen Regel- und Reserveleistung führen, weil sich dann ein momentaner Stromüberschuss in einer Regelzone mit einem Stromdefizit in einer benachbarten Regelzone zumindest teilweise ausgleichen könnte. Seit Mai 2010

- gilt ein von der Bundesnetzagentur angeordneter Netzregelverbund, eine Art 'virtuelle' einheitliche Regelzone, die eine Überkompensierung von Regelaufwand vermeidet [BNetzA 2010].
- 133 Zum Folgenden siehe [Jarass/Obermair 2012, S. 67-73].
- 134 Zu einer möglichen Modifizierung des (n-1)-Kriteriums beim Transport von erneuerbarem Strom siehe [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.2.2, S. 73].
- 135 Siehe Kap. 2.2.
- 136 § 8 Abs. 1 EEG.
- 137 § 9 Abs. 1 EEG.
- 138 Zum Folgenden siehe die Ausführungen in [Jarass/Obermair 2012, Kap. 6, S. 140ff.].
- 139 § 9 Abs. 3 EEG; siehe auch § 11 Abs. 1 S. 1 EnWG.
- 140 [Jarass/Nießlein/Obermair 1989, Kap. 2, S. 17ff.].
- 141 Jarass/Obermair 2012, Kap. 6.2.1, S. 143-150].
- 142 Vgl. Kap. 6.2.
- 143 Vgl. Kap. 6.3.2 und [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5.3.3, S. 134ff.].
- 144 Zu detaillierten Erläuterungen siehe [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 8, S. 157ff. und Kap. 10, S. 195ff.].
- 145 [BNetzA 2015, S. 27].
- 146 Vgl. hierzu auch Kap. 8.2.3(2). Die Monopolkommission plädierte 2015 in ihrem Sondergutachten zu den Energiemärkten dafür, den Einsatz von Redispatch-Maßnahmen mit den Kosten eines zunehmenden Netzausbaus abzuwägen [Zenke/Heymann/Poppe 2015, S. 320].
- 147 § 9 Abs. 3 EEG; siehe auch § 11 Abs. 1 S. 1 EnWG; siehe hierzu auch Kap. 5.2.
- 148 § 9 Abs. 3 EEG.
- 149 Zu einer detaillierten Erläuterung am Beispiel eines windstrombedingten Netzausbaus siehe [Jarass/Obermair 2012, Kasten 6.3 und Abb. 6.4, S. 154/155].
- 150 [BNetzA 2012, S. 21]; siehe zu erneuerbarem Strom [Jarass/Obermair 2012, Kap. 6, S. 140ff.].
- 151 Resultiert daraus auch die relativ kleine Reduzierung des Netzausbaubedarfs in den Sensitivitätsuntersuchungen der Bundesnetzagentur zur Spitzenkappung [BNetzA 2013, Kap. 4.2, S. 15ff.]?
- 152 [BNetzA 2015, S. 27].
- 153 Vgl. hierzu auch Kap. 8.2.3(2).
- 154 [BNetzA 2013, S. 16]. Die Rheinland-Pfalz-Verteilnetzstudie sieht ein besonders hohes Potenzial der Spitzenkappung zur Vermeidung von Leitungsneubau [Verteilnetzstudie 2014, S. 4].
- 155 [NEP 2023/1, S. 25].
- 156 [BNetzA 2014a, S. 3]. Damit wurde eine von [Jarass/Obermair 2005, S. 52] erstmalig erhobene Forderung endlich umgesetzt; siehe hierzu auch Kap. 6.1.1.
- 157 Detaillierte Erläuterungen der folgenden Überlegungen in [Jarass/Obermair 2012, Kasten 6.2, S. 148-150]; siehe auch [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 8.3, S. 167ff.].
- 158 § 19 EEG.
- 159 Zu detaillierten Kostenabschätzungen siehe [Jarass/Obermair 2012, Tab. 6.1, S. 151].
- 160 [Jarass/Nießlein/Obermair 1989, S. 67]; [Apfelstedt/Jarass/Obermair 1996].
- 161 [Obermair/Jarass 2010, S. 231/232].
- 162 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 6.3.2(1), S. 158].
- 163 Vgl. Kap. 6.3.2.
- 164 [Jarass/Obermair 2012, Abb. 6.6, S. 160].
- 165 Siehe Kap. 6.2.1.
- 166 Siehe Kap. 6.2.2.
- 167 Siehe Kap. 6.3.2.
- 168 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 6.3.2(3), S. 161/162].
- 169 [Jarass/Obermair/Voigt 2009, Kap. 10.3.3, S. 223].
- 170 Leitungstechnisch im Höchstspannungsbereich (380 kV) als Stromübertragung und bei niedrigeren Spannungsebenen (110 kV und darunter) als Stromverteilung bezeichnet.
- 171 Siehe Kap. 6.3.2.
- 172 § 2 EnLAG 2009.
- 173 [NEP 2025/2, Kap. 4.1.2, S. 89].
- 174 Siehe Kap. 5.4.
- 175 [BNetzA 2014a, S. 3].
- 176 [BNetzA 2015, S. 27].
- 177 [BayWiMi 2015, S. 13].
- 178 [BNetzA 2015, S. 27].
- 179 Zzgl. zur Netzstabilisierung unabdingbar erforderliche konventionelle Kraftwerke, vgl. [Jarass 2013, S. 576/577].
- 180 [EU 2006]; [EU 2009]; [EU 2009a].
- 181 Z.B. gemäß § 11 Abs. 1, § 12 Abs. 3, § 17 Abs. 1, § 20 Abs. 1 EnWG; vgl. [Jarass 2013, S. 577].
- 182 [NEP 2023/2, S. 37].
- 183 Etwa für eine konventionelle Stromproduktion für den Stromexport bei ausreichender erneuerbarer Stromproduktion; dabei müssen die zur Netzstabilisierung unabdingbar erforderlichen konventionellen Kraftwerke sowie Heizkraftwerke ohne Wärmespeicher angemessen berücksichtigt werden.
- 184 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 8].
- 185 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 8].

- 186 So auch im 2. Entwurf des Netzentwicklungsplans 2025 [NEP 2025/2, Kap. 2.2.4, S. 42-45]; siehe auch [BNetzA 2014a, S. III, 3.].
- 187 Vgl. hierzu auch Kap. 8.2.1(2).
- 188 [BayWiMi 2015c, S. 51].
- 189 Siehe hierzu Kap. 3.2.
- 190 Vgl. Kap. 3.2.
- 191 Derartige Anbindungsleitungen müssen zur Reduzierung von zusätzlichen Landschaftsbelastungen als Erdkabel realisiert werden, vgl. Kap. 6.3.2.
- 192 [Wirth 2015].
- 193 [Wirth 2015].
- 194 Vgl. Kap. 3.2.1(1).
- 195 Der Planfeststellungsbeschluss für die deutsche 12-Seemeilenzone und den Landabschnitt in Schleswig-Holstein erging für NordLink am 30. Juni 2014.
- 196 [Batteriespeicher 2016].
- 197 Vgl. Kap. 3.2.2.
- 198 Eine derartige lokale Speicherung eines Offshore-Stromüberschusses forderte z.B. der Bundesverband der Bürgerinitiativen gegen SuedLink Anfang Juli 2015.
- 199 Siehe Kap. 3.4 und [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.4.3, S. 86-89].
- 200 [Smart Grid 2015].
- 201 [BNetzA 2015a, S. 24/25].
- 202 Vgl. Kap. 3.5.1.
- 203 Siehe hierzu z.B. [UBA 2013, Kap. 6.2.2, S.44/45]. Diese Studie des Umweltbundesamts zu "Dezentrale Energieerzeugung in Deutschland bis 2030" untersuchte, wie die veränderten Rahmenbedingungen die Marktentwicklung der dezentralen Energiesysteme beeinflussen.
- 204 Vgl. Kap. 3.5.2.
- 205 Genau genommen die maximale Stromdichte [A/mm<sup>2</sup>] für einen gegebenen Seiltyp [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.1, S. 96].
- 206 Maximal 0,6 m pro Sekunde senkrecht zur Leitungsrichtung.
- 207 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.1.1(1), S. 97].
- 208 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.1.1(1), S. 96/97].
- 209 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.1, S. 97].
- 210 [BNetzA 2015a, S. 89].
- 211 Von ganz seltenen Wetterbedingungen abgesehen.
- 212 Vgl. Kap. 8.2.2(1).
- 213 [Lange/Focken 2008, S. 6].
- 214 Hochtemperaturleiterseile werden von der Bundesnetzagentur als "Hochstrombeseilung" [BNetzA 2015a, S. 137] bezeichnet.
- 215 Zum Folgenden siehe [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.2, S. 100ff.].
- 216 [Dena 2010, S. 127/128].
- 217 [Dena 2010, S. 127/128].
- 218 [EEG-Umweltausschuss 2008, S. 34].
- 219 Vgl. auch Kap. 8.2.2(1).
- 220 [ENTSO-E 2010, S. 145].
- 221 Die Übertragungsnetzbetreiber sehen hierbei beträchtliche Einschränkungen [NEP 2025/1, Hintergrund, Freileitungsmonitoring].
- 222 Siehe hierzu auch die Überlegungen zur (n-1)-sicheren Auslegung von Höchstspannungsnetzen in Kap. 5.1.1.
- 223 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.3.2, S. 107].
- 224 [Jarass/Obermair/Voigt 2009, S. 75].
- 225 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.3.1(3), S. 106].
- 226 Siehe zum Folgenden [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.4.1, S. 109-111].
- 227 Zu technischen Erläuterungen und Begründungen siehe [Jarass/Obermair 2012, Kap. 4.4.2, S. 111-113] und [NEP 2022/2, Kap. 5.4, S. 103-114].
- 228 § 2 Abs. 2 EnLAG.
- 229 [Eckpunkte 2015, S. 9]; vgl. Kap. 8.3.2(2).
- 230 § 43h EnWG.
- 231 [50Hertz 2015].
- 232 [ZfK 2015].
- 233 [ZfK 2015].
- 234 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5.3, S. 130ff.].
- 235 Vgl. zum Folgenden [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5.1, S. 117ff.].
- 236 § 43h EnWG.
- 237 [FFH 2016].
- 238 Das Bundesverwaltungsgericht hat mit Entscheidung vom 21.01.2016 den Planfeststellungsbeschluss für die Uckermark-Höchstspannungsleitung für "rechtswidrig und nicht vollziehbar" erklärt [BVerwG 2016].
- 239 HGÜ: Hochspannung-Gleichstrom-Übertragung.
- 240 [Eckpunkte 2015, S. 9]; vgl. auch Kap. 8.3.2(2).
- 241 § 2 EnLAG.
- 242 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5.2.2, S. 127ff.].
- 243 [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5.3.2, S. 133ff.].
- 244 Siehe hierzu [Fuchs 2015].
- 245 [BNetzA 2014a, S. 3].
- 246 Zum Nachfragemanagement siehe Kap. 6.1.3.
- 247 Siehe Kasten 5.1. Zu einer möglichen Modifizierung des (n-1)-Kriteriums beim Transport von erneuerbarem Strom siehe [Jarass/Obermair 2012, Kap. 3.2.2, S. 73].
- 248 Siehe Kap. 6.2.

- 249 Siehe Kap. 6.2.3(1).
- 250 [FNN 2013, S. 7f.].
- 251 Bis zur Abregelung der einspeisenden erneuerbaren Kraftwerke.
- 252 [Verteilnetzstudie 2014, S. 4].
- 253 Durch die Umstellung von Einfach-Leiteseilen auf Zweier-Bündel-Leiteseile kann die Übertragungsleistung, also der zulässige Stromtransport, fast verdoppelt werden. Allerdings ist hierfür gegebenenfalls eine Verstärkung der Masten erforderlich.
- 254 § 43h EnWG; eine neue 110-kV-Leitung ist dann zu verkabeln, wenn sie maximal 2,75-mal so teuer wie eine Freileitungslösung ist.
- 255 Zu Verkabelung siehe Kap. 6.3.2 und [Jarass/Obermair 2012, Kap. 5, S. 117ff.].
- 256 Seit 2015 werden von den Übertragungsnetzbetreibern die Netzentwicklungspläne nicht mehr mit dem Jahr der Erarbeitung bezeichnet, sondern mit dem Zieljahr, also z.B. statt bisher Netzentwicklungsplan 2015 (Jahr der Fertigstellung) nun Netzentwicklungsplan 2025 (Zieljahr). In Analogie hierzu werden im Folgenden der Netzentwicklungsplan 2013 (mit Zieljahr 2023) als Netzentwicklungsplan 2023 und der Netzentwicklungsplan 2014 (mit Zieljahr 2024) als Netzentwicklungsplan 2024 bezeichnet.
- 257 Siehe [BNetzA 2015a, S. 21ff.] sowie [NEP 2024/2, S. 15]. Zukünftig soll der Netzentwicklungsplan nicht mehr jährlich, sondern nur noch alle 2 Jahre erstellt werden [BT 2015]; [NEP 2025/1, S. 17].
- 258 Geringer, mittlerer und hoher Anstieg der erneuerbaren Energieträger sowie ein Szenario mit CO<sub>2</sub>-Begrenzungsvorgabe [NEP 2025/2, S. 19].
- 259 Am 18. Januar 2016 wurde der Entwurf des Szenariomahmens für die Netzentwicklungspläne Strom 2030 veröffentlicht [BNetzA 2016].
- 260 Die Marktmodellierung erfolgt nach dem "Prinzip eines optimalen ökonomischen Einsatzes der Kraftwerke" [BNetzA 2015a, S. 24]: Diejenigen Kraftwerke produzieren und speisen Strom ins Netz ein, die dies am preiswertesten können. Strom wird ins Ausland exportiert, "wenn er in Deutschland billiger produziert wird als im Ausland, was typischerweise in Zeiten eines hohen Windstromangebots der Fall ist, aber auch zu extrem sonnenreichen Zeiten auftreten kann" [BNetzA 2015a, S. 24].
- 261 [NEP 2025/2, S. 19].
- 262 Siehe zum Folgenden [Jarass 2016].
- 263 [BNetzA 2015b]. Die Bundesnetzagentur hat, wie üblich, nur für einen Teil der beantragten Leitungen die energiewirtschaftliche Notwendigkeit bestätigt und die in Kap. 8.3.2 erläuterten Regierungs-Eckpunkte in ersten Ansätzen berücksichtigt.
- 264 [NEP 2024/2].
- 265 [NEP 2025/2].
- 266 [NEP 2025/2, S. 55/56]. Im Netzentwicklungsplan werden alle Kohlekraftwerke berücksichtigt, die laut "merit order" betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig sind.
- 267 Vgl. Kap. 8.2.1(2).
- 268 [NEP 2025/2, S. 93].
- 269 [NEP 2025/2, Tab. 22, S. 112].
- 270 Vgl. Kap. 8.3.2(2).
- 271 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 3]; siehe auch Kap. 4.1.
- 272 [NEP 2025/2, S. 284-287].
- 273 [BNetzA 2015a, S. 85/86].
- 274 Also durch eine sehr niedrige momentane erneuerbare Stromproduktion.
- 275 Siehe Kap. 4.1.1.
- 276 Siehe hierzu auch [Jarass 2013a].
- 277 Vgl. die Jahresdauerlinie der Braunkohlestromproduktion der 50Hertz-Regelzone in 2024 und 2034, mit einem Rückgang der maximalen Braunkohlestromproduktion von 10 GW auf 7,8 GW [BNetzA 2015a, S. 90].
- 278 Vgl. hierzu auch [Jarass 2014, S. 233].
- 279 [NEP 2025/1, Kap. 3.1, S. 52].
- 280 [NEP 2025/1, Kap. 3.1, S. 58].
- 281 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 3]; siehe auch Kap. 4.1.
- 282 [BNetzA 2014a, S. 3].
- 283 [NEP 2025/2, Tab. 12, S. 57].
- 284 Tab. 1.5, Z. (3), Sp. (2).
- 285 230 TWh ohne CO<sub>2</sub>-Begrenzung (Tab. 1.5, Z. (1.2), Sp. (2) plus Tab. 1.5, Z. (1.3), Sp. (2)) minus 135 TWh mit CO<sub>2</sub>-Begrenzung (Tab. 1.5, Z. (1.2), Sp. (4) plus Tab. 1.5, Z. (1.3), Sp. (4)).
- 286 [Shakespeare 1601, 2. Akt, 2. Szene, Polonius].
- 287 Siehe Kap. 6.2.
- 288 [NEP 2025/2, S. 89].
- 289 Siehe Kap. 6.2.1.
- 290 [NEP 2025/2, S. 89].
- 291 Siehe Kap. 6.2.2; Hochtemperaturleiteseile werden von der Bundesnetzagentur als "Hochstrombeseilung" [BNetzA 2015a, S. 137] bezeichnet.
- 292 [NEP 2025/2, S. 89].
- 293 [Eckpunkte 2015, S. 7].

- 294 [Eckpunkte 2015, S. 4]; ganz ähnlich [BMWi 2015, S. 84].
- 295 Siehe [NEP 2025/2, S. 42-43]; zu der im Netzentwicklungsplan verwendeten Verteilernetzstudie siehe [BMWi 2014].
- 296 [NEP 2025/2, Kap. 2.2.5, S. 44].
- 297 Tab. 1.2, Z. (2), Sp. (1).
- 298 Ähnlich wie bei einem Brief, der innerhalb Deutschlands auch gleich viel kostet unabhängig von der Entfernung zwischen Absender und Empfänger.
- 299 [NEP 2025/2, S. 58].
- 300 [BNetzA 2015a, S. 24].
- 301 [BNetzA 2015a, S. 24].
- 302 Vgl. Kap. 8.2.3(1).
- 303 [Eckpunkte 2015, S. 2].
- 304 BayWiMi 2015c, S. 49].
- 305 Dieses Problem wird auch im kürzlich veröffentlichten Weißbuch des Bundeswirtschaftsministeriums angesprochen: "Effiziente Netznutzung und -ausbau: ... Der Netzausbau wird nicht über den Strommarkt, sondern über Netzentgelte finanziert. Daher muss eine angepasste Netzregulierung das optimale Verhältnis zwischen Nutzung lokaler Flexibilität und Netzausbau herstellen." [BMWi 2015, S. 70].
- 306 Etwa für Kohlestromexport zeitgleich zu hoher erneuerbarer Stromproduktion.
- 307 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 3]; siehe hierzu auch [Jarass 2015, S. 45].
- 308 [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation, S. 20].
- 309 [Energiemonitor 2015].
- 310 [BayWiMi 2015, S. 2-4].
- 311 [BayWiMi 2015, S. 13].
- 312 Siehe dazu auch [FW Bayern 2015].
- 313 Siehe [Jarass 2015a, S. 23].
- 314 [Eckpunkte 2015].
- 315 [BT 2015a].
- 316 [BayWiMi 2015a, S. 2/3]: "Die jüngsten Verhandlungsergebnisse werden den Übertragungsnetzbetreibern von der Bundesnetzagentur zur Auflage gemacht. Die Übertragungsnetzbetreiber haben diese Ergebnisse bei der Überarbeitung des nächsten Netzentwicklungsplans 2025 zu berücksichtigen."
- 317 [Eckpunkte 2015, S. 9].
- 318 So erklärte z.B. der für SuedLink zuständige Übertragungsnetzbetreiber TenneT: "Für SuedLink bedeutet der Erdkabel-Vorrang, dass die Planung möglicher Trassenkorridore neu aufgesetzt werden muss." [TenneT 2015b].
- 319 [Eckpunkte 2015, S. 9].
- 320 [BT 2015, Art. 4, § 2, S. 15/16].
- 321 [BT 2015a].
- 322 [Eckpunkte 2015, S. 4]; ganz ähnlich [BMWi 2015, S. 84].
- 323 [Jarass/Obermair 2012, Tab. 7.2, Z. (4.2) und Z. (4.3)].
- 324 NEP 2025/2, S. 93.
- 325 Vgl. Kap. 1.2.2.

## Quellen

[50Hertz 2015]

Windhose knickt Höchstspannungsmasten bei Eisleben um. 50Hertz, Berlin, 14. Juli 2015.  
<http://www.50hertz.com/de/Medien/News/Details/newsId/16896/title/Windhose-knickt-Hoechstspannungsmasten-bei-Eisleben-um> (30.01.2016)

[Agora 2014]

Power-to-Heat zur Integration von ansonsten abgeregeltem Strom aus Erneuerbaren Energien. Fraunhofer IWES, Kassel, Stiftung Umweltenergierecht, Würzburg, Fraunhofer IFAM, Bremen, im Auftrag von Agora Energiewende, Berlin, Juni 2014.  
[http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Studien/Power\\_to\\_Heat/Agora\\_PtH\\_Langfassung\\_WEB.pdf](http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Studien/Power_to_Heat/Agora_PtH_Langfassung_WEB.pdf) (21.02.2016)

[Apfelstedt/Jarass/Obermair 1996]

Apfelstedt G, Jarass L, Obermair G M: Die Umweltverträglichkeitsprüfung von Hochspannungsleitungen. In: Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP), Storm P-C und Bunge Th (Hrsg.), Schmidt-Verlag, Berlin/Bielefeld/München, 19. Lieferung, V/1996.

[Batteriespeicher 2016]

Geheimtipp Batteriespeicher. Studie der Prognos AG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – BMWi, Berlin, 18. Januar 2016.  
[http://www.industr.com/Energy20-Magazin/de\\_DE/news/779503](http://www.industr.com/Energy20-Magazin/de_DE/news/779503) (30.01.2016)

[BayWiMi 2015]

Dialogpapier – Schlussfolgerungen aus dem Energiedialog. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie, Energie und Medien, München, 09. Februar 2015.  
[https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/assets/ew-uf/4/2015\\_02\\_02\\_schlussfolgerungen\\_energiedialog.pdf](https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/assets/ew-uf/4/2015_02_02_schlussfolgerungen_energiedialog.pdf) (02.01.2016)

[BayWiMi 2015a]

Pressemitteilung der bayerischen Wirtschaftsministerin AIGNER, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie, Energie und Medien, München, 02. Juli 2015.  
<http://www.stmwi.bayern.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/pm/140-2015/> (02.01.2016)

[BayWiMi 2015c]

Bayerisches Energieprogramm für eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie, Energie und Medien, München, 20. Oktober 2015.  
[http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwivt/Publikationen/2015/2015-21-10-Bayerisches\\_Energieprogramm.pdf](http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/2015/2015-21-10-Bayerisches_Energieprogramm.pdf) (02.01.2016)

[BDEW 2015]

BDEW-Kraftwerksliste 2015: Inzwischen 53 Prozent aller geplanten Kraftwerksneubauten in Frage gestellt. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – BDEW, Berlin, 13. April 2015.  
<https://www.bdew.de/internet.nsf/id/bdew-kraftwerksliste-2015-veroeffentlicht-de> (29.01.2016)

[BMWi 2014]

Moderne Verteilernetze für Deutschland (Verteilernetzstudie). Forschungsprojekt Nr. 44/12, Abschlussbericht. E-bridge, IAEW, Offis. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – BMWi, Berlin, 12. September 2014.  
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/verteilernetzstudie,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (02.01.2016)

[BMWi 2015]

Ein Strommarkt für die Energiewende. Ergebnispapier (Weißbuch) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – BMWi, Berlin, Juli 2015.  
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/weissbuch,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (02.01.2016)

[BMWi 2015a]

Energiedaten Gesamtausgabe. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) – BMWi, Berlin, Stand 12. Januar 2016.  
<http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/gesamtausgabe,did=476134.html> (30.01.2016)

## [BNetzA 2010]

Netzregelverbund Stromnetze. Bundesnetzagentur ordnet Netzregelverbund für die deutschen Stromnetze an. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 16. März 2010.  
<http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2010/100316NetzregelverbundStrom.html> (30.01.2016)

## [BNetzA 2012]

"Smart Grid" und "Smart Market". Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zu den Aspekten des sich verändernden Energieversorgungssystems. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, Dezember 2011, veröffentlicht am 02. Januar 2012.  
[www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/NetzzugangUndMesswesen/SmartGridEckpunktepapier/SmartGridPapierpdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzzugangUndMesswesen/SmartGridEckpunktepapier/SmartGridPapierpdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (20.07.2015)

## [BNetzA 2012a]

Leitfaden zur Bundesfachplanung nach §§ 4 ff. des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes Übertragungsnetz (NABEG). Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 07. August 2012.  
[http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/2012/BundesfachplanungLeitfaden.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/2012/BundesfachplanungLeitfaden.pdf?__blob=publicationFile) (01.02.2015)

## [BNetzA 2013]

Einflussgrößen auf die Netzentwicklung. Sensitivitätenbericht 2013 der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber aufgrund des Genehmigungsdokuments der Bundesnetzagentur, Az.: 6.00.03.04/12-11-30/Szenariorahmen 2012. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 01. Juli 2013.  
[http://www.netzentwicklungsplan.de/en/system/files/media/documents/20130701\\_Sensitivit%C3%A4tenbericht.pdf](http://www.netzentwicklungsplan.de/en/system/files/media/documents/20130701_Sensitivit%C3%A4tenbericht.pdf) (30.01.2016)

## [BNetzA 2014]

Feststellung des Reservekraftwerksbedarfs für den Winter 2014/2015 sowie die Jahre 2015/2016 und 2017/2018 und zugleich Bericht über die Ergebnisse der Prüfung der Systemanalysen. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 02. Mai 2014.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/FeststellungReservekraftwerksbedarf2014\\_2015\\_2016\\_2017\\_2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/FeststellungReservekraftwerksbedarf2014_2015_2016_2017_2018.pdf?__blob=publicationFile) (02.01.2016)

## [BNetzA 2014a]

Genehmigung des Szenariorahmens 2025 für die Netzentwicklungsplanung und Offshore-Netzentwicklungsplanung. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 19. Dezember 2014.  
[http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/2025/SR/Szenariorahmen\\_2025\\_Genehmigung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/2025/SR/Szenariorahmen_2025_Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile) (30.01.2016)

## [BNetzA 2015]

Feststellung des Reservekraftwerksbedarfs für den Winter 2015/2016 sowie die Jahre 2016/2017 und 2019/2020 und zugleich Bericht über die Ergebnisse der Prüfung der Systemanalysen. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 30. April 2015.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/Feststellung\\_Reservekraftwerksbedarf\\_1516\\_1617\\_1920.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Feststellung_Reservekraftwerksbedarf_1516_1617_1920.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (29.01.2016)

## [BNetzA 2015, Ergebnisdokumentation]

Ergebnisdokumentation. Systemanalysen der deutschen ÜNB gemäß ResKV. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 30. April 2015.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte\\_Fallanalysen/Systemanalyser\\_UeNB\\_1516\\_1617\\_1920.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Systemanalyser_UeNB_1516_1617_1920.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (30.01.2016)

## [BNetzA 2015a]

Bedarfsermittlung 2024: Vorläufige Prüfungsergebnisse Netzentwicklungsplan Strom (Zieljahr 2024). Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, Februar 2015.  
[http://data.netzausbau.de/2024/NEP/NEP2024\\_BNetzA-VorlErg.pdf](http://data.netzausbau.de/2024/NEP/NEP2024_BNetzA-VorlErg.pdf) (02.01.2016)

## [BNetzA 2015b]

Bedarfsermittlung 2024: Bestätigung Netzentwicklungsplan Strom (Zieljahr 2024). Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 04. September 2015.  
[http://data.netzausbau.de/2024/NEP/NEP2024\\_Bestaetigung.pdf](http://data.netzausbau.de/2024/NEP/NEP2024_Bestaetigung.pdf) (02.01.2016)

[BNetzA 2015c]

Datenmeldungen und EEG-Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen. Aktuelle Veröffentlichung der PV-Meldezahlen. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 30. Dezember 2015.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze_node.html) (30.01.2016)

[BNetzA 2016]

Szenariorahmen für die Netzentwicklungspläne Strom 2030, Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber, Januar 2016. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 18. Januar 2016.  
[http://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen\\_2030\\_Entwurf.pdf](http://data.netzausbau.de/2030/Szenariorahmen_2030_Entwurf.pdf) (19.01.2016)

[BNetzA 2016a]

Monitoringbericht 2015. Stand: 10. November 2015, Korrektur: 21. März 2016. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – BNetzA, Bonn, 21. März 2016.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/Monitoringbericht\\_2015\\_BA.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/Monitoringbericht_2015_BA.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (13.04.2016)

[BReg 2015]

Bilanz zur Energiewende 2015. Deutsche Bundesregierung, Berlin, Februar 2015.  
[http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/2015/03/2015-03-23-bilanz-energiewende-2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2015/03/2015-03-23-bilanz-energiewende-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (16.09.2015)

[BReg 2015a]

Energiewende – Maßnahmen im Überblick. Deutsche Bundesregierung, Berlin, 2015.  
<http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html;jsessionid=F5004A8FD969ADC81D3B7FC55F4C886D.s1f1?nn=392516#doc133618bodyText2> (30.01.2016)

[BSH 2016]

Genehmigte Windparkprojekte in der Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, 08. Januar 2016.  
<http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/NordseeOffshoreWindparksPilotgebiete.pdf> (11.01.2016)

[BT 2015]

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus, BT-Drucksache 18/4655, Berlin, 20. April 2015.  
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/046/1804655.pdf> (02.01.2016)

Siehe hierzu auch die Stellungnahme des Bundesrats, BR-Drucksache 129/15(B), Berlin, 08. Mai 2015.  
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/brd/2015/0129-15B.pdf> (02.01.2016)

[BT 2015a]

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus. Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Wirtschaft und Energie. Deutscher Bundestag, BT-Drucksache 18/6909, Berlin, 02. Dezember 2015.  
<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/069/1806909.pdf> (02.01.2016)

[Burger 2015]

Burger B: Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 07. Januar 2015.  
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/data-nivc-/stromproduktion-aus-solar-und-windenergie-2014.pdf> (30.01.2016)

[BVerwG 2016]

Planfeststellungsbeschluss für Uckermark-Höchstspannungsleitung rechtswidrig und nicht vollziehbar. BVerwG 4 A 5.14 – Urteil, 21.01.2016. Pressemitteilung des Bundesverwaltungsgerichts, Leipzig, 21. Januar 2016.  
<http://www.bverwg.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung.php?jahr=2016&nr=4> (22.01.2016)

[BWE 2015]

Umschalten statt Abschalten. Impuls zur sinnvollen Erschließung der Bereiche Mobilität und Wärme mit Erneuerbarer Energie. Bundesverband WindEnergie – BWE, Landesverband Schleswig-Holstein, Kiel, 11. September 2015.  
<https://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/impulspapier-umschalten-statt-abschalten/impulspapier-umschalten-statt-abschalten-schleswig-holstein.pdf> (10.02.2016)

## [BWE 2016]

Windenergie auf See in Deutschland: Ausbautzahlen 2015 – Wie erwartet sorgen Nachholeffekte für Rekord bei Offshore-Wind. Bundesverband WindEnergie – BWE, Berlin, 18. Januar 2016.  
<https://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/2016/windenergie-auf-see-deutschland-ausbautzahlen-2015-wie-erwartet-sorgen> (30.01.2016)

## [Dena 2010]

Dena-Netzstudie-II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick auf 2025. Deutsche Energieagentur – Dena, Berlin, November 2010.  
<http://www.dena.de/projekte/erneuerbare/dena-netzstudie-ii.html> (30.01.2016)

## [Desertec 2014]

DESERTEC: Konzept zur Erzeugung von Ökostrom an energiereichen Standorten der Welt und dessen Übertragung zu Verbrauchsregionen mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ). Wikipedia, 2014.  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Desertec> (30.01.2016)

## [Eckpunkte 2015]

Eckpunkte für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende – Politische Vereinbarungen der Parteivorsitzenden von CDU, CSU und SPD, Berlin, 01. Juli 2015.  
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/eckpunkte-energiewende,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (02.01.2016)

## [EEG-Umweltausschuss 2008]

Beschlussesmpfehlung und Bericht zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – BT-Drucksache 1681/48, 16/8393 – zum Entwurf eines Gesetzes zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften. BT-Drucksache 16/9477, Berlin, 04. Juni 2008.  
<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/16/094/1609477.pdf> (30.01.2016)

## [Energiemonitor 2015]

Deutsche sehen Energiewende in Gefahr. Umfrage (2000 Teilnehmer), Energie-Trendmonitor 2015, Stiebel Eltron, Holzminden, 2015.  
<https://www.stiebel-eltron.de/de/home/unternehmen/presse/pressemitteilungen/trendmonitor-2015.html> (02.01.2016)

## [ENTSO-E 2010]

Ten-year Network Development Plan 2010-2020. European Network of Transmission System Operators for Electricity, Paris, 28 June 2010.  
[https://www.entsoe.eu/fileadmin/user\\_upload/\\_library/SDC/TYNDP/TYNDP-final\\_document.pdf](https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/_library/SDC/TYNDP/TYNDP-final_document.pdf) (30.01.2016)

## [ENTSO-E 2014]

Ten-year Network Development Plan 2014-2030. European Network of Transmission System Operators for Electricity, Paris, December 2014.  
<https://www.entsoe.eu/major-projects/ten-year-network-development-plan/tyndp-2014/Pages/default.aspx> (30.01.2016)

## [EWEA 2010]

Powering Europe: wind energy and the electricity grid. European Wind Energy Association – EWEA, Brussels, November 2010.  
[http://ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/reports/Grids\\_Report\\_2010.pdf](http://ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Grids_Report_2010.pdf) (30.01.2016)

## [EU 2006]

Entscheidung Nr. 1364/2006/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06. September 2006 zur Festlegung von Leitlinien für die transeuropäischen Energienetze und zur Aufhebung der Entscheidung 96/391/EG und der Entscheidung Nr. 1229/2003/EG.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32006D1364> (02.01.2016)

## [EU 2009]

Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:de:PDF> (02.01.2016)

## [EU 2009a]

Verordnung (EG) Nr. 714/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Netzzugangsbedingungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1228/2003.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0015:0035:DE:PDF> (30.01.2016)

[Fell 2015]

Fell H-J: Atomkraftwerk Grafenrheinfeld nun wirklich endlich aus. Berlin/Hammelburg, 26. Juni 2015.

<http://www.hans-josef-fell.de/content/index.php/presse-mainmenu-49/schlagzeilen-mainmenu-73/867-atomkraftwerk-grafenrheinfeld-nun-wirklich-endlich-aus> (30.01.2016)

[FFH 2016]

Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-Richtlinie, vom 21. Mai 1992, 92/43/EWG) und Vogelschutzrichtlinie (vom 2. April 1979, 79/409/EWG).

<http://www.ffh-gebiete.info/> (30.01.2016)

[Fietze 2014]

Fietze D: Vorläufiges Stilllegungsverbot und Weiterbetrieb „systemrelevanter Anlagen“ – Rechtsfragen der Stilllegung von Kraftwerken. EWeRK – Zeitschrift für Energie- und Wettbewerbsrecht, Nomos-Verlag, Baden-Baden, Heft 6/2014, S. 351-358.

[http://www.ewerk.nomos.de/fileadmin/ewerk/doc/2014/Ewerk\\_2014\\_06\\_01.pdf](http://www.ewerk.nomos.de/fileadmin/ewerk/doc/2014/Ewerk_2014_06_01.pdf) (08.01.2016)

[FNN 2013]

Vennegeerts H, Schröders C, Holthausen M, Quadflieg D, Moser A: Ermittlung von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung aus der FNN-Störungsstatistik. Neue Auswertung der Berichtsjahre 2004-2011. Frankfurt, Stand April 2013.

[http://www.fgh.rwth-aachen.de/verein/publikat/veroeff/FGH\\_IAEW\\_Eingangsdaten\\_Zuverlaessigkeitsberechnung\\_2013.pdf](http://www.fgh.rwth-aachen.de/verein/publikat/veroeff/FGH_IAEW_Eingangsdaten_Zuverlaessigkeitsberechnung_2013.pdf) (30.01.2016)

[Fuchs 2015]

Fuchs T: Erhebung zum Ausbaupotenzial der erneuerbaren Energien im Bereich der bestehenden 110-kV-Leitung Oberdorf – Otterbach und der geplanten 110-kV-Leitung Oberdorf – Bischheim sowie benachbarter Gebiete. VBG Kirchheimbolanden, August 2015.

[FVVE 2015]

Erneuerbare Energien im Wärmesektor – Aufgaben, Empfehlungen und Perspektiven. Positionspapier des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien – FVVE, Berlin, September 2015.

[http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische\\_Papiere\\_FVVE/15.EEWaerme/15\\_FVVE-Positionspapier\\_EE-Waerme.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_FVVE/15.EEWaerme/15_FVVE-Positionspapier_EE-Waerme.pdf) (10.02.2016)

[FW Bayern 2015]

Für eine sichere und bezahlbare Stromversorgung: Dezentrale Bürgerenergiegewende vor Ort statt Endlosplanungen und Kostenexplosion durch HGÜ-Erdverkabelung. Dringlichkeitsantrag der Fraktion FREIE WÄHLER Bayern, Bayerischer Landtag, München, 08. Juli 2015.

[http://fw-landtag.de/fileadmin/user\\_upload/Antrag\\_HGUE-Erdverkabelung\\_.pdf](http://fw-landtag.de/fileadmin/user_upload/Antrag_HGUE-Erdverkabelung_.pdf) (02.01.2016)

[Greenpeace 2008]

A North sea grid revolution. A vision of offshore grid integration. Greenpeace, Brussels, 2008.

<http://www.greenpeace.org/eu-unit/Global/eu-unit/reports-briefings/2009/5/A-North-Sea-electricity-grid-%28%29evolution.pdf> (30.01.2016)

[Gas 2016]

Strategieplattform 'Power to Gas', Deutsche Energieagentur – Dena, Berlin, 2016.

<http://www.powertogas.info/> (abgerufen am 29.01.2016)

[Jarass 1981a]

Jarass L: Strom aus Wind – Integration einer regenerativen Energiequelle. Heidelberger Taschenbücher Nr. 209, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1981.

[Jarass 2013]

Jarass L: Reform des EEG – Verbrauchsvorrang für Erneuerbare Energien wieder einführen, Einspeisegarantie für Kohlestrom abschaffen. ZNER – Zeitschrift für Neues Energierecht, Ponte-Press, Bochum, Heft 6/2013, S. 572-580.

<http://www.jarass.com/home/index.php/DE/energie/aufsaeetze/1217-reform-des-eeg> (02.01.2016)

[Jarass 2013a]

Jarass L: Stromnetzausbau für erneuerbare Energien erforderlich oder für unnötige Kohlestromeinspeisung? EWeRK – Zeitschrift für Energie- und Wettbewerbsrecht, Nomos-Verlag, Baden-Baden, Heft 6/2013, S. 320-326.

[http://www.jarass.com/Energie/B/EWeRK\\_6\\_2013\\_published.pdf](http://www.jarass.com/Energie/B/EWeRK_6_2013_published.pdf) (30.01.2016)

[Jarass 2014]

Jarass L: Rechtliche Defizite fördern überdimensionierten Stromnetzausbau. ZNER – Zeitschrift für Neues Energierecht, Ponte-Press, Bochum, Heft 3/2014, S. 231-233.

<http://www.jarass.com/Steuer/B/ZNER,%20Manuskript,%20published.pdf> (30.01.2016)

[Jarass 2015]

Jarass L: Neue Netzstrukturen für die Energiewende: Kritische Versorgungssituationen durch Export von Kohlestrom. Sonnenenergie, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – DGS, München, Heft 1/2015, S. 44-46.  
<http://www.jarass.com/Energie/B/Sonnenenergie,%201-2015,%20published.pdf> (02.01.2016)

[Jarass 2015a]

Jarass L: Die Notwendigkeit neuer Stromleitungen – Nicht nur Bayern, sondern auch Hessen hat nun Zweifel. PUBLICUS, Boorberg-Verlag, Stuttgart, 4/2015, S. 23-25.  
<http://www.jarass.com/Energie/B/PUBLICUS,%204-2015,%20published.pdf> (30.01.2016)

[Jarass 2016]

Jarass L: Netzentwicklungsplan Strom 2025 – Eine kritische Analyse. ZNER – Zeitschrift für Neues Energierecht, Ponte-Press, Bochum, Heft 1/2016, S. 11-21.

[Jarass 2016a]

Jarass L: Reservekraftwerksbedarf gemäß Bundesnetzagentur. EWeRK – Zeitschrift für Energie- und Wettbewerbsrecht, Nomos-Verlag, Baden-Baden, Heft 2/2016.

[Jarass/Nießlein/Obermair 1989]

Jarass L, Nießlein E, Obermair GM: Von der Sozialkostentheorie zum umweltpolitischen Steuerungsinstrument – Boden- und Raumbelastung von Hochspannungsleitungen. Nomos-Verlag, Baden-Baden, 1989.

[Jarass/Obermair 2005]

Jarass L, Obermair GM: Wirtschaftliche Zumutbarkeit des Netzausbaus für Erneuerbare Energien. ZfE – Zeitschrift für Energiewirtschaft, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, Heft 1/2005, S. 47-54.  
<http://www.jarass.com/Energie/B/ZfE,%20v3.200,%20Endfassung.pdf> (30.01.2016)

[Jarass/Obermair 2012]

Jarass L, Obermair GM: Welchen Netzausbau erfordert die Energiewende? MV-Verlag, Münster, August 2012.  
<http://www.jarass.com/home/index.php/DE/energie/buecher-und-umfangreiche-gutachten/460-welchen-netzausbau-erfordert-die-energie-wende> (30.01.2016)

[Jarass/Obermair 2013]

Jarass L, Obermair GM: Stromnetzausbau – wofür und für wen?  
 Teil 1: Der Umbau der Elektrizitätsversorgung. PUBLICUS, Boorberg-Verlag, Stuttgart, 8/2013, S. 18-21.  
<http://www.jarass.com/Energie/B/PUBLICUS,%202013.08,%20Teil%201,%20published.pdf> (30.01.2016)  
 Teil 2: Defizite und methodische Fehler der Netzausbauplanung. PUBLICUS, Boorberg-Verlag, Stuttgart, 9/2013, S. 10-12.  
<http://www.jarass.com/Energie/B/boorberg01.c.269814.de.pdf> (24.07.2015)

[Jarass/Obermair/Voigt 2009]

Jarass L, Obermair GM, Voigt W: Windenergie – Zuverlässige Integration in die Energieversorgung. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, Juni 2009.  
[http://www.jarass.com/home/index.php?option=com\\_content&view=article&id=373%3Awindenergie-zuverlaessige-integration-in-die-energieversorgung&catid=40%3Aenergie-a&Itemid=78&lang=de](http://www.jarass.com/home/index.php?option=com_content&view=article&id=373%3Awindenergie-zuverlaessige-integration-in-die-energieversorgung&catid=40%3Aenergie-a&Itemid=78&lang=de) (30.01.2016)

[Jope 2015]

Jope L: Energieeffizienz: Aktuelle rechtliche und politische Entwicklungen. EWeRK, Zeitschrift für Energie- und Wettbewerbsrecht, Nomos-Verlag, Baden-Baden, Heft 4/2015, S. 173-176.

[Lange/Focken 2008]

Lange M, Focken U: Studie zur Abschätzung der Netzkapazität in Mitteldeutschland in Wetterlagen mit hoher Windeinspeisung. Energy & Meteo Systems, Oldenburg, Juli 2008.  
<http://www.energymeteo.com> (30.01.2016)

[Leitstudie 2010]

Nitsch J et al.: Leitstudie 2010 – Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – BMU, Berlin, Dezember 2010, veröffentlicht am 22. Februar 2011.  
[http://elib.dlr.de/69139/1/Leitstudie\\_2010.pdf](http://elib.dlr.de/69139/1/Leitstudie_2010.pdf) (30.01.2016)

[Leitstudie 2011]

Nitsch J et al.: Leitstudie 2011 – Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – BMU, Berlin, 29. März 2012.

[http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische\\_Papiere\\_anderer/12.03.29.BMU\\_Leitstudie2011/BMU\\_Leitstudie2011.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_anderer/12.03.29.BMU_Leitstudie2011/BMU_Leitstudie2011.pdf) (30.01.2016)

[Linnenfeller/Schuster 2014]

Linnenfeller K, Schuster R: Lastganglinien als Erfolgskontrolle der Energiewende mit Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen. Neustadt/Pfalz. April 2013.

[NEP 2022/1]

Netzentwicklungsplan Strom 2012 (Zieljahr 2022). 1. Entwurf des Netzentwicklungsplans Strom. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 30. Mai 2012.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/content/netzentwicklungsplan-2012-1-entwurf> (09.01.2016)

[NEP 2022/2]

Netzentwicklungsplan Strom 2012 (Zieljahr 2022). 2. Entwurf des Netzentwicklungsplans Strom. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 15. August 2012.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/content/netzentwicklungsplan-2012-2-entwurf> (09.01.2016)

[NEP 2023/1]

Netzentwicklungsplan Strom 2013 (Zieljahr 2023), 1. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 02. März 2013.

[http://www.netzentwicklungsplan.de/\\_NEP\\_file\\_transfer/NEP\\_2013\\_Teil\\_1.pdf](http://www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2013_Teil_1.pdf) (30.01.2016)

[NEP 2023/2]

Netzentwicklungsplan Strom 2013 (Zieljahr 2023), 2. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 17. Juli 2013.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/content/netzentwicklungsplan-2013-zweiter-entwurf> (02.01.2016)

[NEP 2024/2]

Netzentwicklungsplan Strom 2014 (Zieljahr 2024), 2. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 04. November 2014.

[http://www.netzentwicklungsplan.de/\\_NEP\\_file\\_transfer/NEP\\_2014\\_2\\_Entwurf\\_Teil1.pdf](http://www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2014_2_Entwurf_Teil1.pdf) (02.01.2016)

[NEP 2025/1]

Netzentwicklungsplan Strom 2025 (Zieljahr 2025), Version 2015, 1. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 30. Oktober 2015.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/netzentwicklungsplan-2025-version-2015-erster-entwurf> (02.01.2016)

[NEP 2025/1, Hintergrund]

Netzentwicklungsplan Strom 2025 (Zieljahr 2025), Version 2015, 1. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 30. Oktober 2015.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/hintergrund-netzentwicklungsplan-strom-2025-version-2015-1-entwurf> (30.01.2016)

[NEP 2025/2]

Netzentwicklungsplan Strom 2025 (Zieljahr 2025), Version 2015, 2. Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, Berlin, 29. Februar 2016.

<http://www.netzentwicklungsplan.de/netzentwicklungsplan-2025-version-2015-zweiter-entwurf> (01.03.2016)

[Obermair/Jarass 2010]

Obermair GM, Jarass L: Efficient Grid Extension for Strongly Fluctuating Energy Sources. Zeitschrift für Energiewirtschaft, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, Volume 34, Issue 3, 2010, S. 223-233.

<http://www.jarass.com/home/de/energie/aufsaezte/406-efficient-grid-extension-for-strongly-fluctuating-energy-sources> (30.01.2016)

[PV-Strom 2015]

Vorhersage nach Maß: PV-Strom wird planbar. Windkraft-Journal, Oldenbüttel, 02. Juni 2015.

<http://www.windkraft-journal.de/2015/06/02/vorhersage-nach-mass-pv-strom-wird-planbar/66966> (31.01.2016)

[Prognos 2015]

Versorgungssicherheit europäisch denken, Chancen und Voraussetzungen einer intensivierten europäischen Integration der Strom- und Leistungsmärkte. Prognos AG, Berlin/Basel, Juni 2015.

[http://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/WEC\\_Prognos\\_Endbericht-Versorgungssicherheit\\_europaeisch\\_denken\\_final.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/WEC_Prognos_Endbericht-Versorgungssicherheit_europaeisch_denken_final.pdf) (30.01.2016)

[Prius 2013]

Vergleich Toyota Prius Plug-in mit VW Golf Plug-in. Auto Bild, Hamburg, 26. November 2013.

<http://www.autobild.de/artikel/vw-golf-plug-in-toyota-prius-plug-in-vergleich-4456651.html> (03.01.2016)

[Pumpspeicher 2011]

Situation von Pumpspeicheranlagen in Deutschland. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lay C, Höll B, Kipping K, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. BT-Drucksache 17/4636, Berlin, 01. März 2011.

<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/049/1704968.pdf> (29.01.2016)

[Pumpspeicher 2012]

Pumpspeicherkraftwerk, Oberirdische Pumpspeicherkraftwerke, Wikipedia 2012.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk> (29.01.2016)

[Pumpspeicher 2012a]

Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland. Trianel GmbH, Aachen, 2012.

<http://www.trianel-rur.de/de/wasserkraftwerk/pumpspeicherkraftwerke-in-deutschland.html> (29.01.2016)

[Quaschnig 2016]

Quaschnig V: Statistiken – Installierte Photovoltaikleistung in Deutschland. April 2016.

<http://volker-quaschnig.de/datserv/pv-deu/index.php> (13.04.2016)

[Rentzing 2016]

Rentzing S: Windstrom für den Tauchsieder. Neue Energie, Bundesverband WindEnergie, Berlin, Heft 02/2016, S. 26-29.

<http://www.neueenergie.net/epaper/de/index.html#14> (10.02.2016)

[Rentzing 2016a]

Rentzing S: Allrounder im Wartestand. Neue Energie, Bundesverband WindEnergie BWE, Berlin, Heft 02/2016, S. 32-39.

<http://www.neueenergie.net/epaper/de/index.html#14> (10.02.2016)

[Schiffer 2016]

Schiffer H-W: Deutscher Energiemarkt 2015. Energiewirtschaftliche Tagesfragen – et, Heft 03/2016, S. 66-79.

[Schuster 2015]

Schuster R: Lastganglinien für Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen Zeitraum 2011 bis März 2015, Neustadt/Pfalz, April 2015.

[http://lvbw-wka.de/media/linnen/Web\\_Einspeisung\\_WInd\\_und\\_Solar\\_2011\\_bis\\_Mrz-2015.pdf](http://lvbw-wka.de/media/linnen/Web_Einspeisung_WInd_und_Solar_2011_bis_Mrz-2015.pdf) (30.01.2015)

[Shakespeare 1601]

Shakespeare W: Hamlet, 1601.

<http://shakespeare.mit.edu/hamlet/full.html> (02.01.2016)

[Smart Grid 2015]

Intelligentes Stromnetz – Smart Grid. Wikipedia 2015.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz) (30.01.2016)

[Stromversorgung 2009]

Stromversorgung 2020: Wege in eine moderne Energiewirtschaft. Strom-Ausbauprognose der Erneuerbare-Energien-Branche. Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. – BEE, Berlin, Januar 2009.

[http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/202.Branchenprognose2020\\_Langfassung.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/202.Branchenprognose2020_Langfassung.pdf) (30.01.2016)

[TenneT 2015]

Suedlink: Vorschlag Trassenkorridor. TenneT, Bayreuth, März 2015.

<http://suedlink.tennet.eu/trassenkorridore/vorschlag-trassenkorridor.html> (11.07.2015, mittlerweile nicht mehr verfügbar)

Verfügbar ist: <http://suedlink.tennet.eu/trassenkorridore/vergleich-trassenkorridore.html>

[TenneT 2015a]

Höchstspannungsleitung Wilster – Grafenrheinfeld. Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG) Nr. 4 SuedLink. Allgemein verständliche Zusammenfassung des Antrags nach § 6 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG). TenneT, Bayreuth, 2015.

[http://suedlink.tennet.eu/fileadmin/antrag/antrag\\_texte\\_final/AVZ\\_141212.pdf](http://suedlink.tennet.eu/fileadmin/antrag/antrag_texte_final/AVZ_141212.pdf) (30.01.2016)

[TenneT 2015b]

SuedLink – die Windstromleitung. Koalitionsbeschluss zu Erdkabel-Vorrang bei SuedLink. TenneT, Bayreuth, Newsletter vom 28. Juli 2015.

[http://suedlink.tennet.eu/fileadmin/tennet\\_sl/suedlink/newsletter/SuedLink\\_Newsletter\\_03\\_2015.pdf](http://suedlink.tennet.eu/fileadmin/tennet_sl/suedlink/newsletter/SuedLink_Newsletter_03_2015.pdf) (02.01.2016)

[UBA 2013]

Peter S: Modellierung einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung im Jahr 2050 in autarken, dezentralen Strukturen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes – UBA, Dessau-Roßlau, September 2013.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate\\_change\\_14\\_2013\\_modellierung\\_einer\\_vollstaendig\\_auf\\_erneuerbaren\\_energien.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate_change_14_2013_modellierung_einer_vollstaendig_auf_erneuerbaren_energien.pdf) (30.01.2016)

[UBA 2015]

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid- Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2014. Climate Change 09/2015, Umweltbundesamt – UBA, Dessau-Roßlau, April 2015.

[http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate\\_change\\_09\\_2015\\_entwicklung\\_der\\_spezifischen\\_kohlendioxid-emissionen\\_1.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_09_2015_entwicklung_der_spezifischen_kohlendioxid-emissionen_1.pdf) (10.11.2015)

[Vattenfall 2011]

Neubau-Vorhaben Kraftwerk Moorburg. Umwelterklärung 2011. Vattenfall Europe Generation, Cottbus, 01. August 2011.

[http://www.vattenfall.de/de/moorburg/file/Umwelterklaerung\\_KW\\_Moorburg.pdf\\_15673617.pdf\\_19107942.pdf](http://www.vattenfall.de/de/moorburg/file/Umwelterklaerung_KW_Moorburg.pdf_15673617.pdf_19107942.pdf) (30.01.2016)

[VDE 2016]

Übersichtsplan "Deutsches Höchstspannungsnetz". Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. – VDE, Frankfurt, Stand 01.01.2016.

<https://www.vde.com/de/fnn/dokumente/seiten/uebersichtsplan.aspx> (30.01.2016)

[Verteilnetzstudie 2014]

Verteilnetzstudie Rheinland-Pfalz, Endbericht. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung des Landes Rheinland-Pfalz – MWKEL, Mainz, 22. Januar 2014.

[https://mwkel.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung\\_6/Energie/Verteilnetzstudie\\_RLP.pdf](https://mwkel.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung_6/Energie/Verteilnetzstudie_RLP.pdf) (30.01.2016)

[VGB 2004]

Konzeptstudie Referenzkraftwerk Nordrhein-Westfalen. VGB PowerTech Service GmbH, Essen, 2004.

[Wiese 2008]

Wiese F: Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf den Betrieb von Kohlekraftwerken in Brunsbüttel. Diplomarbeit an der Universität und Fachhochschule Flensburg, Energie- und Umweltmanagement, 13. Juni 2008.

[http://www.wir-brunsbuettel.de/Zumwelt/Doku\\_Kohle/Wiese\\_2008\\_Diplomarbeit.pdf](http://www.wir-brunsbuettel.de/Zumwelt/Doku_Kohle/Wiese_2008_Diplomarbeit.pdf) (30.01.2016)

[Windguard 2016]

Status des Offshore-Windenergieausbaus. Deutsche Windguard, Varel, Stand 30. Juni 2015.

[http://www.windguard.de/\\_Resources/Persistent/403468a72459f184ff4b5ef782ddaf70446e5c03/Factsheet-Status-Offshore-Windenergieausbau-1.-Halbj.-2015.pdf](http://www.windguard.de/_Resources/Persistent/403468a72459f184ff4b5ef782ddaf70446e5c03/Factsheet-Status-Offshore-Windenergieausbau-1.-Halbj.-2015.pdf) (11.01.2016)

[Windguard 2016a]

Status of offshore wind energy development in Germany. Deutsche Windguard, Varel, Stand 31. Dezember 2015.

[http://www.windguard.com/\\_Resources/Persistent/7dd86b6ac530485cccd621808d0736378d6b601b/Factsheet-Status-Offshore-Wind-Energy-Development-in-Germany-Year-2015.pdf](http://www.windguard.com/_Resources/Persistent/7dd86b6ac530485cccd621808d0736378d6b601b/Factsheet-Status-Offshore-Wind-Energy-Development-in-Germany-Year-2015.pdf) (13.04.2016)

[Windguard 2016b]

Status of Land-Based Wind Energy Development in Germany, 2015. Deutsche Windguard, Varel, Stand 31. Dezember 2015.

[Wirth 2015]

Wirth J: Öffentliche Anhörung am 01. Juli 2015 zum Projekt P44 (380 kV Schalkau – Grafenrheinfeld). Email an L. Jarass vom 17. Juli 2015.

[Yunicos 2014]

Batteriepark Schwerin, Geschäftsmodell Frequenzregelung: Der erste und größte kommerzielle Batteriepark in Europa. Yunicos, Berlin, 2014.

[http://www.yunicos.com/download/Yunicos\\_Referenzprojekt\\_Schwerin.pdf](http://www.yunicos.com/download/Yunicos_Referenzprojekt_Schwerin.pdf) (29.01.2016)

[Zenke/Heymann/Poppe 2015]

Zenke I, Heymann T, Poppe S: Das neue Sondergutachten der Monopolkommission zu den Energiemärkten. ZNER – Zeitschrift für Neues Energierecht, Ponte-Press, Bochum, Heft 6/2015, S. 519-525.

[ZfK 2015]

Wirbelsturm reißt Masten nieder. ZfK – Zeitschrift für kommunale Wirtschaft, VKU-Verlag, Berlin, 17. August 2015.  
<https://www.zfk.de/strom/artikel/wirbelsturm-reisst-masten-nieder.html> (30.01.2016)

[Zimmerman 2016]

Zimmerman J-R: Rettet unsere Lebenswelt – mit Strom! Neue Energie, Bundesverband WindEnergie – BWE, Berlin, Heft 02/2016, S. 23-25.  
<http://www.neueenergie.net/epaper/de/index.html#/14> (10.02.2016)