

Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017



HERAUSGEBER

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
Tel.: 0711 126 - 0
Fax: 0711 126 - 2881
Internet: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de>
E-Mail: poststelle@um.bwl.de

KONZEPTION UND REDAKTION

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Referat 64 „Erneuerbare Energien“

KONZEPTION UND AUSARBEITUNG

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
M. Sc. Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Tobias Kelm
M. Sc. Anna-Lena Fuchs

GESTALTUNG

Layoutlounge – Büro für Gestaltung, Brandmair & Bausch GbR, Filderstadt

BILDNACHWEIS

Titel v.l.n.r. oben: Pixabay, Energiedienst, Dr. Sigmund Heller; unten: Solarcomplex AG, Pixabay, Florian Methe
Seite 4, 8, 12: Pixabay; Seite 5, 26: Birgit Bausch, Layoutlounge; Seite 15: Daniel Schoenen, imageBROKER

DRUCK

W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG, Stuttgart
Der Druck ist CO₂-kompensiert, gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel.



ANMERKUNG

Sämtliche Angaben in dieser Broschüre sind vorläufig und können sich im Abgleich mit den Daten der amtlichen Statistik oder anderen Quellen noch verändern.

Stand: Oktober 2018

Entwicklung des Energieverbrauchs	5
Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung	7
Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien	8
Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung	10
Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien	11
Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien	14
Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien	16
Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg und Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien	17
Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa	18
Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und Entwicklung der EEG-Umlage	19
Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern	20
Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen	23
Energieatlas Baden-Württemberg	25

ANHANG

Methodische Erläuterungen	27
Glossar	32
Umrechnungstabellen	33
Quellenverzeichnis	34



ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2017

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2017 nach ersten Schätzungen um knapp 1 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Ursächlich ist insbesondere die rückläufige Stromerzeugung aus Kernenergie und Steinkohle. Gleichzeitig waren gegenläufige verbrauchssteigernde Effekte wie die gute wirtschaftliche Entwicklung und der weiterhin steigende Kraftstoffverbrauch zu beobachten. Die erneuerbaren Energien trugen nach ersten Schätzungen 13,4 % zum Primärenergieverbrauch im Land bei.

[PJ]	2016	2017	
Primärenergieverbrauch	1.443	1.430	-0,9 %
davon erneuerbare Energien (EE)	188	191	+1,6 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport	1.256	1.239	-1,3 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	13,0 %	13,4 %	

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2017

Der wachsende Energieverbrauch im Verkehrssektor, der Erdgasabsatz im Gebäudebereich und die gute wirtschaftliche Entwicklung führten zu einem höheren Endenergieverbrauch. Insgesamt ist der Endenergieverbrauch im Jahr 2017 um gut 1 % auf 293 TWh gestiegen. Davon entfallen 14,4 % auf erneuerbare Energien.

[TWh]	2016	2017	
Endenergieverbrauch	289	293	+1,2 %
davon erneuerbare Energien (EE)	41,2	42,0	+1,9 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport	248	251	+1,1 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	14,3 %	14,4 %	

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist mit 59,8 TWh gegenüber 2016 deutlich zurückgegangen (-4,6 %). Hauptsächlich ist dies auf die geringere Erzeugung in Kernkraftwerken zurückzuführen, in denen im Jahr 2017 15 % weniger produziert wurde (-3,3 TWh). So wurde Ende Dezember 2016 das Kernkraftwerk Philippsburg 2 aus Sicherheitsgründen vom Netz genommen, Mitte Mai 2017 nahm das Kraftwerk den Betrieb wieder auf. Zudem wurde in den Steinkohlekraftwerken Baden-Württembergs 2,9 % weniger Strom als im Vorjahr erzeugt (-0,5 TWh).



[TWh]	2016	2017	
Bruttostromerzeugung ¹⁾	62,7	59,8	-4,6 %
davon erneuerbare Energien (EE)	15,7	16,5	+4,6 %
davon fossil / Kernkraft	46,9	43,4	-7,6 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	25,1 %	27,5 %	
Bruttostromverbrauch ¹⁾	74,2	74,3	+0,1 %
davon erneuerbare Energien (EE)	15,7	16,5	+4,6 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport	58,5	57,8	-1,1 %
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	21,2 %	22,2 %	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung ²⁾	133	135	+1,4 %
davon erneuerbare Energien (EE)	21,3	21,3	+0,2 %
davon fossil	112	113	+1,6 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	16,0 %	15,8 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe	90,3	91,8	+1,7 %
davon erneuerbare Energien (EE)	4,2	4,2	+0,4 %
davon fossil	86,1	87,6	+1,7 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	4,6 %	4,6 %	

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist nach ersten Schätzungen um 0,8 TWh gewachsen. Dazu tragen insbesondere Windenergieanlagen bei (+0,8 TWh). Mit einem Zubau von rund 720 MW in den Jahren 2016 und 2017 hat sich die installierte Leistung von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg zum Jahresende 2017 innerhalb von zwei Jahren auf 1,4 GW verdoppelt. Gewachsen ist auch die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen (+0,2 TWh), während in den Wasserkraftanlagen weniger Strom erzeugt wurde (-0,3 TWh). Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 einen Beitrag von 16,5 TWh beziehungsweise 27,5 % zur Stromerzeugung. Da der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg deutlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch mit 22,2 % deutlich geringer. Der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg hat sich in den vergangenen Jahren auf einem Niveau von etwa 74 TWh stabilisiert. Zusammen mit der deutlich geringeren Stromerzeugung im Land sind die Nettoimporte gegenüber dem Vorjahr um 3 TWh auf 14,5 TWh gestiegen.

Die über das Gesamtjahr vergleichbare Witterung im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr bei guter wirtschaftlicher Entwicklung führt zu einem leichten Anstieg des Energieverbrauchs zur Wärmeerzeugung. Die erneuerbaren Energien erreichen einen Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung von rund 16 %.

Der Kraftstoffverbrauch ist auch im Jahr 2017 weiter gestiegen, gleichzeitig ist die Nutzung von Biokraftstoffen absolut betrachtet nur geringfügig gewachsen. Damit verharrt der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor bei 4,6 %.

1) In Baden-Württemberg wird mehr Strom verbraucht, als erzeugt. Über den Anteil der erneuerbaren Energien am importierten Strom kann jedoch mangels Daten keine Aussage gemacht werden.

2) Ohne Strom zur Wärmeerzeugung.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2018; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 7
Zur Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch seit 2000 siehe Seite 10.

	End- energie	Primärenergie- äquivalent ¹⁾	Anteil am Endenergie- verbrauch		Anteil am Primärenergie- verbrauch nach Wirkungs- gradmethode ¹⁾
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
Stromerzeugung			Anteil am Bruttostrom- verbrauch²⁾	Anteil an der Bruttostrom- erzeugung³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.540	16,3	6,1	7,6	1,1
Windenergie	2.010	7,2	2,7	3,4	0,5
Photovoltaik	5.210	18,8	7,0	8,7	1,3
feste biogene Brennstoffe	1.143	11,7	1,5	1,9	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	48	0,6	0,1	0,1	0,0
Biogas	2.817	28,3	3,8	4,7	2,0
Klärgas	187	1,4	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	30	0,4	0,04	0,05	0,03
Geothermie	0,3	0,01	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	475	5,2	0,6	0,8	0,4
Gesamt	16.459	89,9	22,2	27,5	6,3
Wärmeerzeugung			Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme⁶⁾		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.395	26,6	5,5		1,9
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	8.701	33,9	6,5		2,4
flüssige biogene Brennstoffe	45	0,3	0,03		0,02
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.218	6,4	0,9		0,4
Solarthermie	1.620	5,8	1,2		0,4
tiefe Geothermie	105	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme ⁹⁾	1.345	7,5	1,0		0,5
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	916	5,0	0,7		0,4
Gesamt	21.345	85,9	15,8		6,0
Kraftstoffe			Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs¹⁰⁾		
Biodiesel	2.958	10,7	3,2		0,7
Bioethanol	1.175	4,2	1,3		0,3
Pflanzenöl	6	0,02	0,0		0,0
Biomethan	52	0,2	0,1		0,0
Gesamt	4.192	15,1	4,6		1,1
Energiebereitstellung aus EE			Anteil am gesamten Endenergieverbrauch¹¹⁾		
Gesamt	41.996	191,0	14,4		13,4

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2018; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

1) Bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch von 1.430 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II.

2) Bezogen auf einen geschätzten Bruttostromverbrauch von 74,3 TWh.

3) Bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung von 59,8 TWh.

4) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.

5) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt.

6) Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 135 TWh.

7) Kachelöfen, Kaminöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten.

8) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke.

9) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; s. Anhang I.

10) Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch des Verkehrs von 91,8 TWh (ohne Strom).

11) Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch von 293 TWh.

Quellen: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22] sowie vgl. Ausgaben der Vorjahre

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	Wasserkraft ¹⁾		Windenergie		Photovoltaik ²⁾		feste biogene Brennstoffe		flüssige biogene Brennstoffe	Biogas ³⁾		Klärgas	Deponiegas	Geothermie	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW _p]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	5.628	768	35	59	5	9	307	58	0	37	7	93	160	0	203	6.469
2001	5.750	772	92	111	19	38	354	66	1,2	56	11	101	152	0	205	6.730
2002	5.769	776	174	174	33	71	398	75	1,5	80	13	107	139	0	218	6.919
2003	3.917	775	234	207	79	123	474	104	2,9	107	17	110	97	0	201	5.221
2004	4.426	775	307	255	134	256	728	153	14	154	27	116	131	0	213	6.224
2005	4.910	775	312	274	272	452	957	158	51	282	54	122	128	0	291	7.325
2006	5.186	775	395	296	465	646	981	161	172	526	96	127	90	0	386	8.329
2007	5.261	775	586	405	668	911	991	162	259	757	127	135	94	0	479	9.230
2008	4.691	777	614	417	951	1.268	974	168	208	992	140	146	76	0	481	9.133
2009	4.471	777	545	452	1.370	1.888	1.095	181	294	1.265	162	149	53	0,04	458	9.700
2010	5.132	832	541	461	2.085	3.009	1.094	179	217	1.462	203	153	49	0,1	359	11.094
2011	4.404	837	589	478	3.320	3.864	975	188	62	1.909	256	159	45	0	489	11.952
2012	4.945	842	666	501	4.048	4.419	1.133	194	37	2.155	272	165	41	0,5	404	13.595
2013	5.616	866	667	531	4.108	4.757	1.100	197	33	2.327	296	173	39	1,2	453	14.518
2014	4.803	871	679	548	4.797	5.013	1.118	197	32	2.525	319	181	37	0,6	469	14.641
2015	4.300	876	831	694	5.090	5.196	1.161	199	56	2.756	321	184	35	0	482	14.896
2016	4.850	881	1.235	1.029	5.002	5.340	1.143	199	49	2.760	324	187	34	0	480	15.740
2017	4.540	883	2.010	1.417	5.210	5.547	1.143	199	48	2.817	329	187	30	0,3	475	16.459



	feste biogene Brennstoffe (Einzelfeuerstätten) ⁵⁾	feste biogene Brennstoffe (Zentralheizungen, Heiz(kraft)werke) ⁶⁾	flüssige biogene Brennstoffe	Biogas, Deponiegas, Klärgas	Solarthermie ⁷⁾		tiefe Geothermie	Umweltwärme ⁸⁾	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	Summe Wärmeerzeugung	Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Biomethan	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergie- bereitstellung
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[1.000 m ²]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	6.806	2.829	0	58	275	668	468	k.A.	25	922	10.914	148	0	10	0	157
2001	7.472	3.203	0,3	73	334	882	618	k.A.	30	939	12.051	183	0	11	0	193
2002	6.986	3.303	0,3	87	396	978	684	k.A.	37	955	11.764	251	0	11	0	262
2003	7.453	3.803	0,4	93	518	1.126	788	64	45	827	12.803	366	0	13	0	379
2004	7.524	4.188	2,4	87	523	1.273	891	64	54	699	13.141	527	25	18	0	569
2005	7.690	4.601	28	104	612	1.450	1.015	64	65	736	13.900	2.357	232	267	0	2.856
2006	7.324	4.833	108	184	709	1.706	1.194	76	80	774	14.087	3.895	526	1.020	0	5.441
2007	6.843	5.063	166	208	782	1.883	1.318	76	168	900	14.206	4.329	449	1.142	0	5.920
2008	7.297	5.614	166	343	883	2.231	1.562	76	196	960	15.536	3.594	631	565	1	4.790
2009	7.324	6.390	258	557	1.033	2.551	1.786	88	266	943	16.858	3.236	922	144	2	4.304
2010	8.126	7.273	221	659	1.107	2.786	1.950	95	307	739	18.526	3.290	1.171	86	10	4.557
2011	6.969	6.793	68	797	1.277	3.031	2.122	102	353	727	17.086	3.202	1.252	29	13	4.496
2012	7.471	7.591	39	832	1.328	3.256	2.279	105	392	932	18.690	3.303	1.240	35	46	4.625
2013	7.999	8.249	32	986	1.346	3.437	2.406	105	433	727	19.878	2.946	1.191	1	66	4.205
2014	6.646	7.565	31	1.098	1.457	3.613	2.529	105	544	700	18.147	3.162	1.259	9	62	4.492
2015	7.101	8.116	45	1.203	1.571	3.757	2.630	105	667	891	19.698	2.766	1.148	3	49	3.966
2016	7.560	8.663	45	1.204	1.578	3.867	2.707	105	1.223	926	21.305	2.909	1.209	6	53	4.177
2017	7.395	8.701	45	1.218	1.620	3.969	2.778	105	1.345	916	21.345	2.958	1.175	6	52	4.192

Alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum Jahresende.

Für die mit keine Angaben (k.A.) ausgefüllten Felder konnten keine Werte ermittelt werden.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2018; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quellen: siehe Seite 7

1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung am aktuellen Rand und Leistungszeitreihe: Heimerl [5].

2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem/vergütetem PV-Strom).

3) Ab der Leistungsangabe des Jahres 2013 sind erstmals auch die nichtlandwirtschaftlichen Reststoff- und Abfallvergäranlagen enthalten.

4) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt.

5) Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet).

6) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet).

7) Zur Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung wurde der Konversionsfaktor 0,7 kW_{th}/m² verwendet.

8) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; ohne Warmwasser-Wärmepumpen, einschließlich Gas-Wärmepumpen; Als Umweltwärme ist hier die Heizwärme abzüglich des primärenergetisch bewerteten Strom-/Gaseinsatz angegeben (vgl. auch Anhang I). Aufgrund des ab 2016 abgesenkten Primärenergiefaktors zeigt sich ein deutlicher Anstieg.

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG

IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Endenergieverbrauch [%]																		
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,5	9,8	9,9	7,4	8,9	10,2	11,4	12,7	13,6	14,8	16,8	20,0	23,4	23,6	24,1	23,5	25,1	27,5
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	8,7	9,0	6,3	7,5	9,0	10,0	11,1	11,2	12,2	13,6	15,6	17,9	18,9	19,8	20,1	21,2	22,2
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	7,8	7,9	8,7	8,4	8,8	8,9	8,9	10,4	10,3	12,5	13,2	13,0	14,6	14,2	14,7	15,2	16,0	15,8
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	3,3	6,3	6,9	5,7	5,3	5,5	5,3	5,4	4,9	5,1	4,4	4,6	4,6
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	5,9	6,1	6,5	5,9	6,4	7,7	8,8	9,9	9,6	10,7	11,6	11,8	13,1	13,1	13,5	13,5	14,3	14,4
Primärenergieverbrauch [%]																		
Stromerzeugung	1,7	1,8	1,9	1,6	2,0	2,5	2,8	3,5	3,4	3,8	4,0	4,8	5,4	5,5	5,9	6,0	6,0	6,3
Wärmebereitstellung	2,3	2,5	2,5	2,6	2,7	2,9	2,9	3,2	3,5	4,0	4,2	4,4	5,5	5,6	5,4	5,7	5,9	6,0
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,1	4,3	4,4	4,3	4,9	6,0	6,9	8,0	8,0	8,8	9,2	10,3	12,0	12,2	12,5	12,7	13,0	13,4

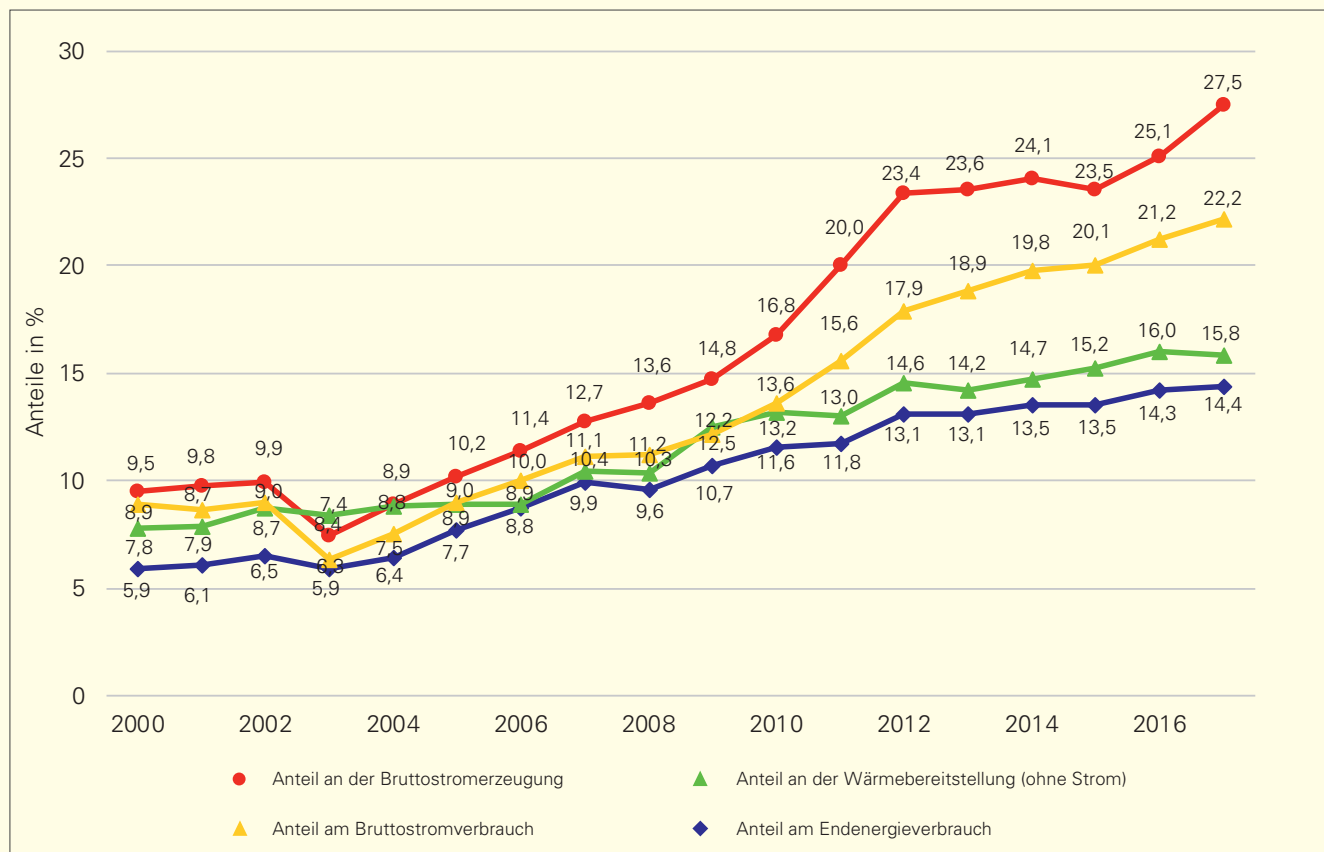
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2018. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

Da die Stromerzeugung in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2008 insgesamt eine rückläufige Tendenz aufweist, sind die steigenden Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ab 2008 auch auf die insgesamt geringere Stromerzeugung zurückzuführen. Ein realistischeres Bild der erneuerbaren Energien im Stromsektor erlaubt der Be-

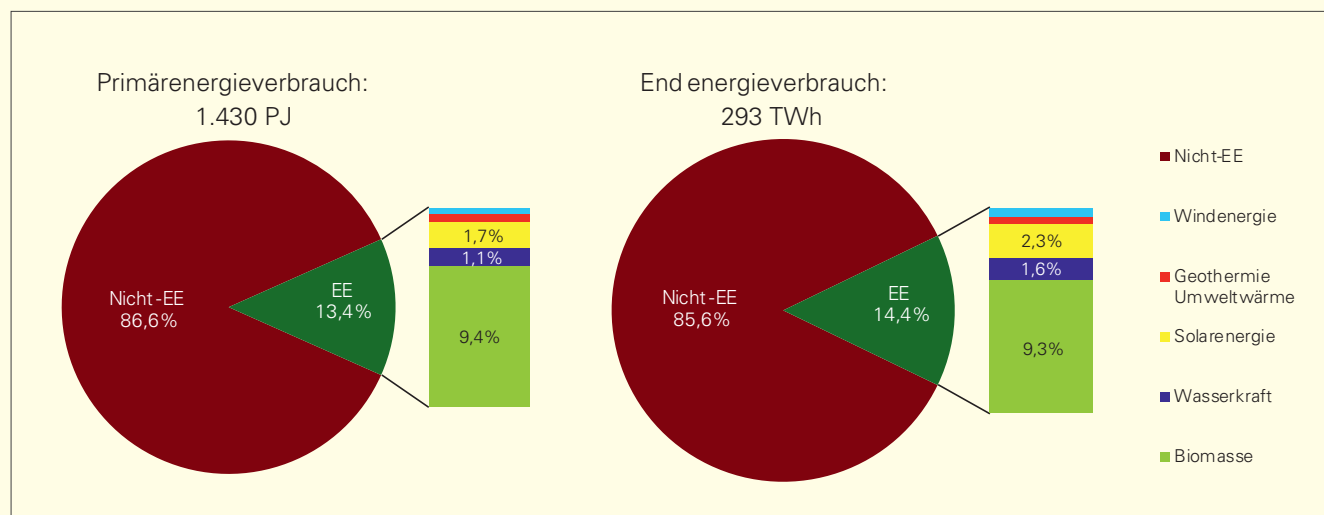
zug auf den Bruttostromverbrauch, der bis 2011 vergleichsweise konstant um ein Niveau von etwa 81 TWh pendelte, allerdings seit 2012 auch eine rückläufige Tendenz aufweist. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch in Baden-Württemberg belief sich im Jahr 2017 auf 22 %.

ENTWICKLUNG DES ANTEILS ERNEUERBARER ENERGIEN AN DER BRUTTOSTROMERZEUGUNG,

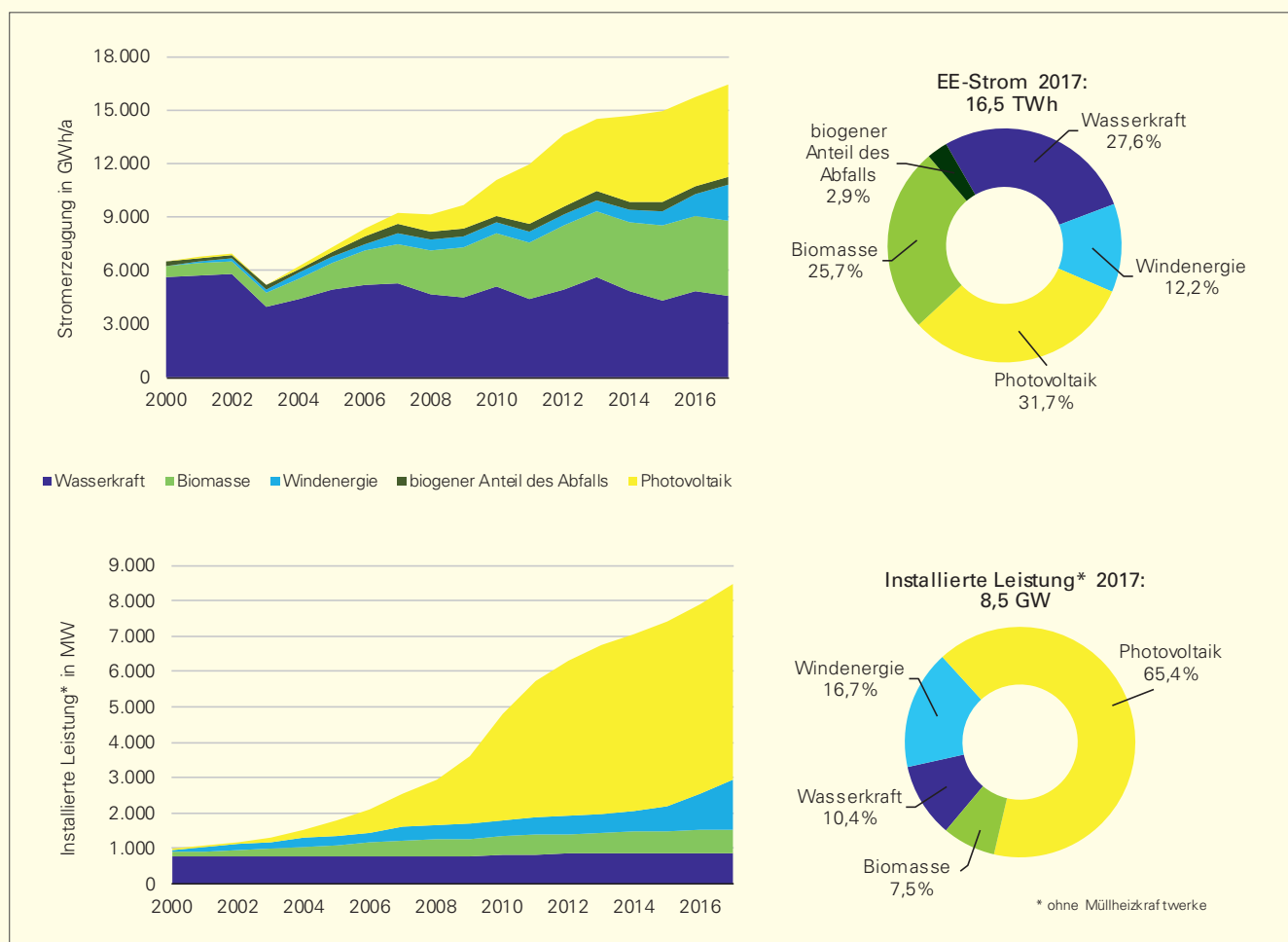
AN DER WÄRMEBEREITSTELLUNG UND AM ENDENERGIEVERBRAUCH IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2018; Quellen: siehe Seite 7

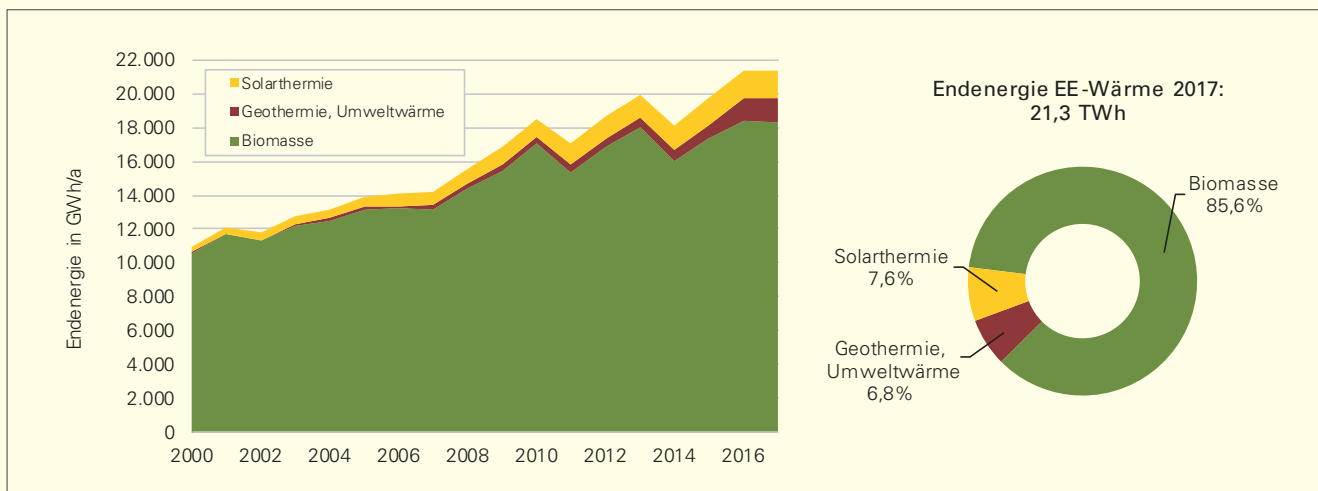


ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN UND DER INSTALLIERTEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

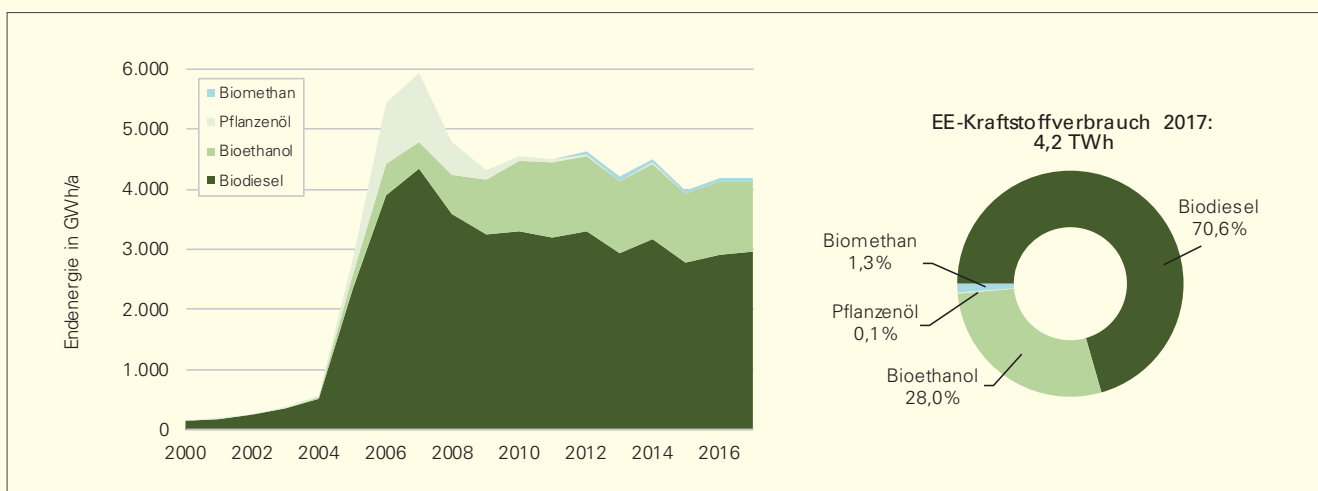




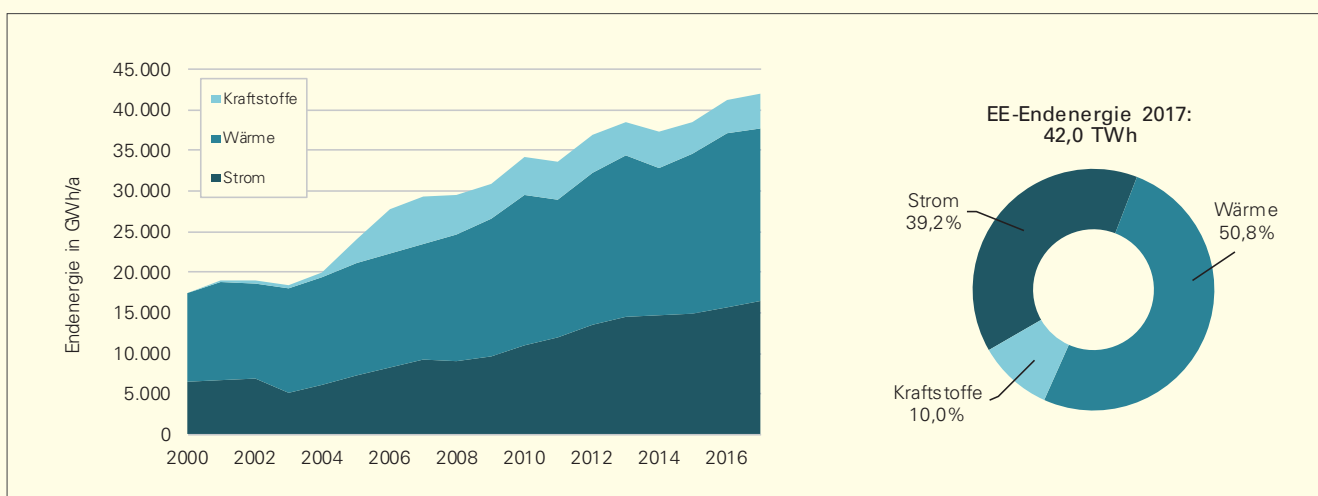
ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

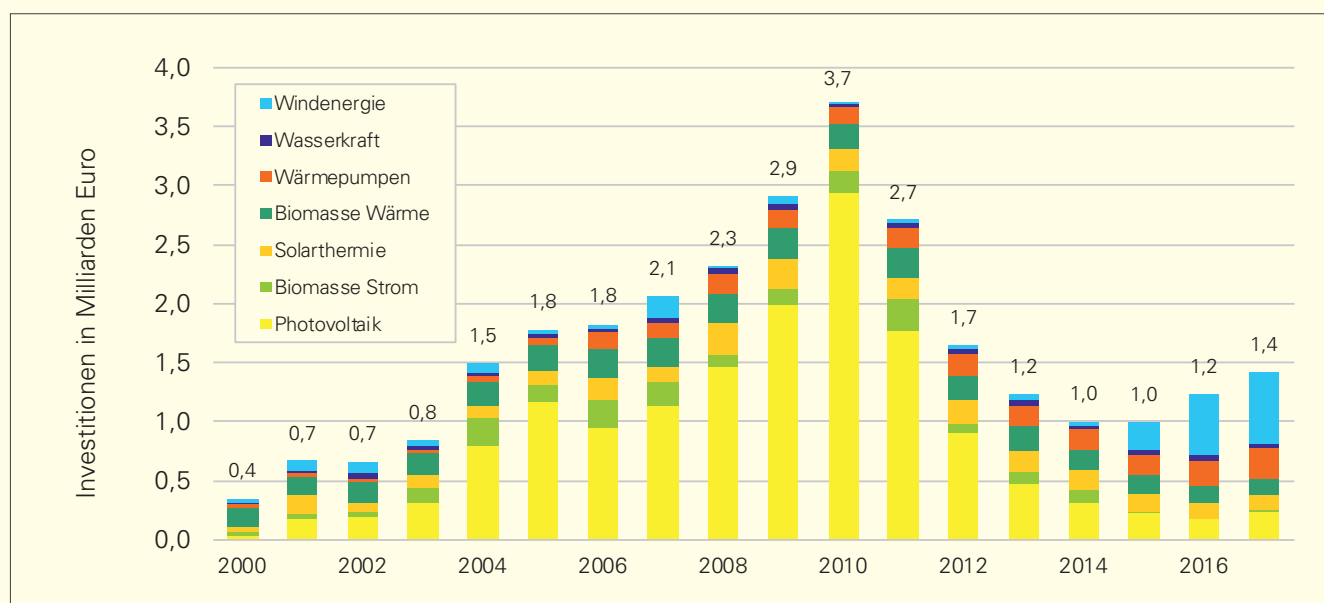


ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

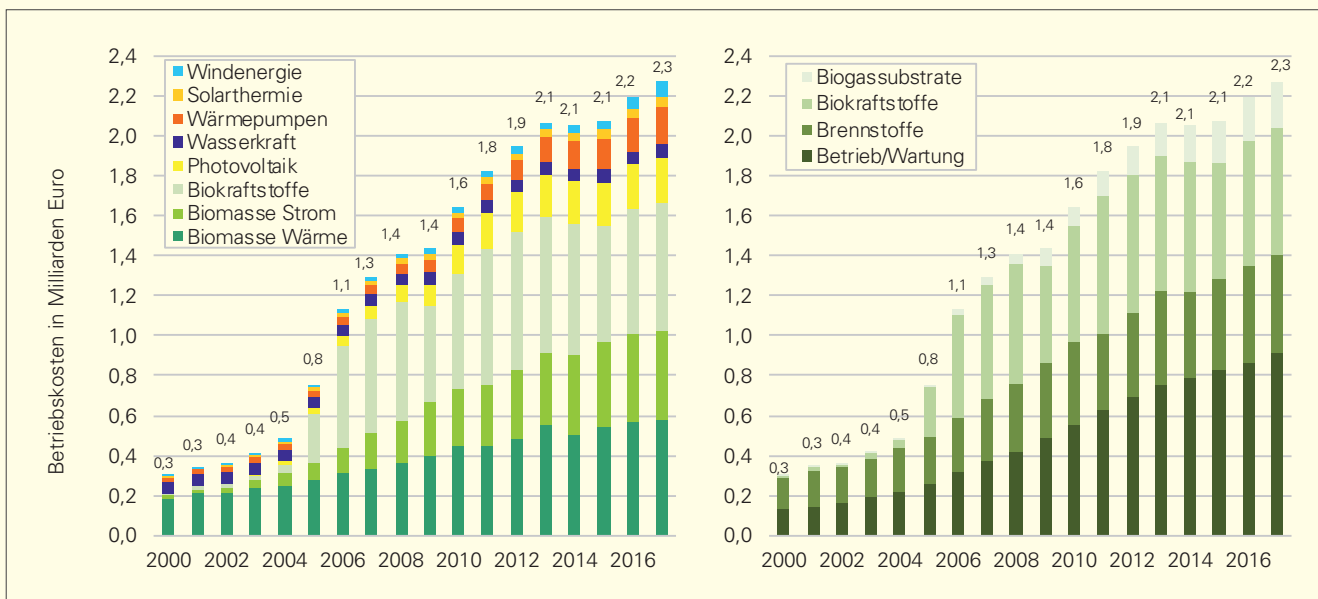




Nachdem in den Jahren 2011 bis 2014 der Trend bei der Investition in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg rückläufig war, sind die Investitionen ab 2016 wieder deutlich angestiegen und erreichten rund 1,4 Milliarden Euro im Jahr 2017. Ursächlich sind vor allem die Investitionen in Windenergieanlagen mit insgesamt rund 600 Millionen Euro. Nach einem erheblichen Rückgang der Investitionen in Photovoltaikanlagen war 2017 ein leichter Zuwachs zu verzeichnen. Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse wurden weiterhin nur noch vereinzelt errichtet. Im Bereich der Anlagen zur Nutzung von Biomasse im Wärmebereich, Solarthermie, Wasserkraft sowie Wärmepumpen war in den vergangenen Jahren insgesamt ein vergleichsweise konstantes Investitionsniveau in der Größenordnung

von 500 Millionen Euro pro Jahr zu verzeichnen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 28,8 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

Baden-Württemberg profitiert neben der Herstellung und Installation von Anlagen für den eigenen Markt und für Exporte auch vom Betrieb der Anlagen durch die Wartung und Instandhaltung der Anlagen sowie durch die Bereitstellung von Brennstoffen, Biokraftstoffen und Substraten für Biogasanlagen. Der Betrieb des Ende 2017 in Baden-Württemberg befindlichen Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Kosten in Höhe von rund 2,3 Milliarden Euro verbunden.



Mit rund einem Drittel entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, knapp 30 % auf die Nutzung von Biokraftstoffen.

Die restlichen 40 % fallen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung, etc.) der EE-Anlagen an.

Berechnungsstand September 2018, ohne Umsatzsteuer und in Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt); Änderungen gegenüber den Vorjahreszahlen aufgrund aktualisierter Berechnungsgrundlagen

Quelle: Berechnungen ZSW



VERMIEDENE EMISSIONEN DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2017 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Bei der Ermittlung der durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermiedenen Emissionen wird eine Nettobilanzierung eingesetzt. Diese berücksichtigt einerseits die vermiedenen Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger, andererseits auch die Emissionen, die bei der Bereitstellung erneuerbarer Energien anfallen. Darüber hinaus werden die Vorketten der Energiebereitstellung (indirekte Emissionen) durchgängig berücksichtigt. Die damit ermittelten Werte stellen somit die vermiedenen Gesamtemissionen der Nutzung erneuerbarer Energien dar.

Insbesondere bei den traditionellen Feuerungsanlagen wie Kachel- und Kaminöfen steht der Verminderung von Treibhausgasen (THG) eine Mehremission an Luftschadstoffen im Vergleich zur fossilen Wärmebereitstellung gegenüber. Dies betrifft hauptsächlich die Emission von Kohlenmonoxid (CO), flüchtigen organischen Verbindungen (NM-VOC) sowie Staub aller Partikelgrößen.

	Strom		Wärme	
	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO ₂	617.094	10.157	223.411	4.769
CH ₄	1.058,1	17,4	-81,2	-1,7
N ₂ O	-27,7	-0,5	-5,0	-0,1
CO₂-Äquivalent	635.270	10.456	219.796	4.692
Versauernd wirkende Gase²⁾				
SO ₂	132,5	2,2	46,9	1,0
NO _x	30,6	0,5	-153,1	-3,3
SO₂-Äquivalent	153,8	2,5	-58,8	-1,3
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-555,8	-9,1	-4.585,2	-97,9
NM VOC	-3,9	-0,1	-150,5	-3,2
Staub	-15,4	-0,3	-176,6	-3,8

	Kraftstoffe	
	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO ₂	240.014	1.006
CO₂-Äquivalent	210.865	884

1) Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren sowie zur Gewichtung der treibhausrelevanten Gase siehe Anhang II.

2) Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

EINSPARUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2017 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Dieselmotorkraftstoff	Ottomotorkraftstoff	Mineralöl	Gesamt
Primärenergie [TWh]							
Strom	0,0	23,7	10,6	-	-	0,0	34,3
Wärme	2,6	2,1	12,3	-	-	12,1	29,1
Kraftstoffe	-	-	0,0	1,8	1,0	-	2,9
Gesamt	2,6	25,7	22,9	1,8	1,0	12,1	66,2
Primärenergie [PJ]							
Gesamt	9,4	92,6	82,6	6,5	3,6	43,7	238,4
Mengen	0,5 Millionen t	3,4 Millionen t	2.347 Millionen m ³	182 Millionen Liter	111 Millionen Liter	1.223 Millionen Liter	

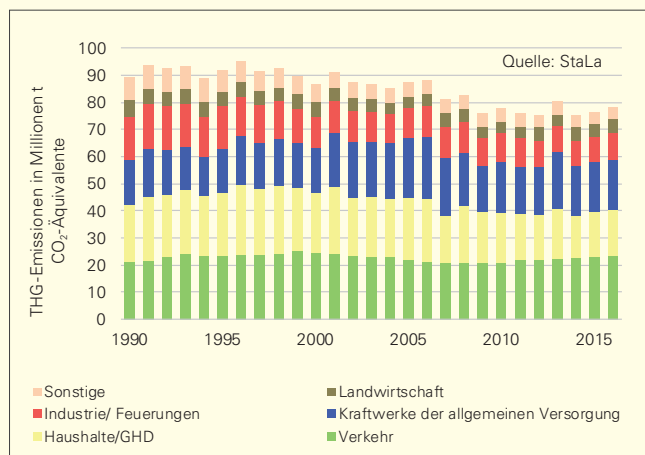
Die obenstehende Tabelle zeigt die durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg eingesparten fossilen Energieträger. Da in Deutschland fossile Energie-

träger zu einem hohen Anteil importiert werden müssen, verringert sich durch die Einsparungen auch der Anteil der Energieimporte nach Deutschland und Baden-Württemberg.

Zur Berechnungsgrundlage und -methodik siehe Anhang II
Alle Angaben vorläufig, Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sind im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr um rund 1,8 Millionen Tonnen (+1,6%) auf 78,4 Millionen Tonnen angewachsen. Eine seit 2010 steigende Tendenz ist im Verkehrssektor zu verzeichnen. Die Emissionen aus Kraftwerken der allgemeinen Versorgung sind nahezu gleichgeblieben.

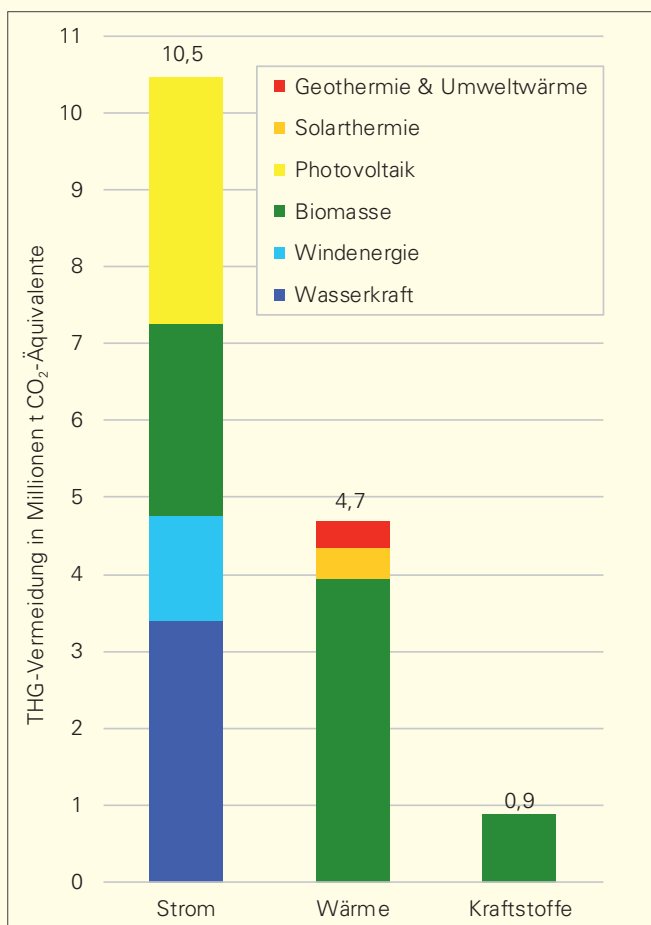
Die energiebedingten Emissionen stehen für 89% der gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg. Die nicht-energetischen Emissionen stammen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen sowie der Abfall- und Abwasserwirtschaft.



THG-VERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2017

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 rund 16 Millionen t CO₂-Äquivalente vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt damit eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen in der Größenordnung von 17% zu.

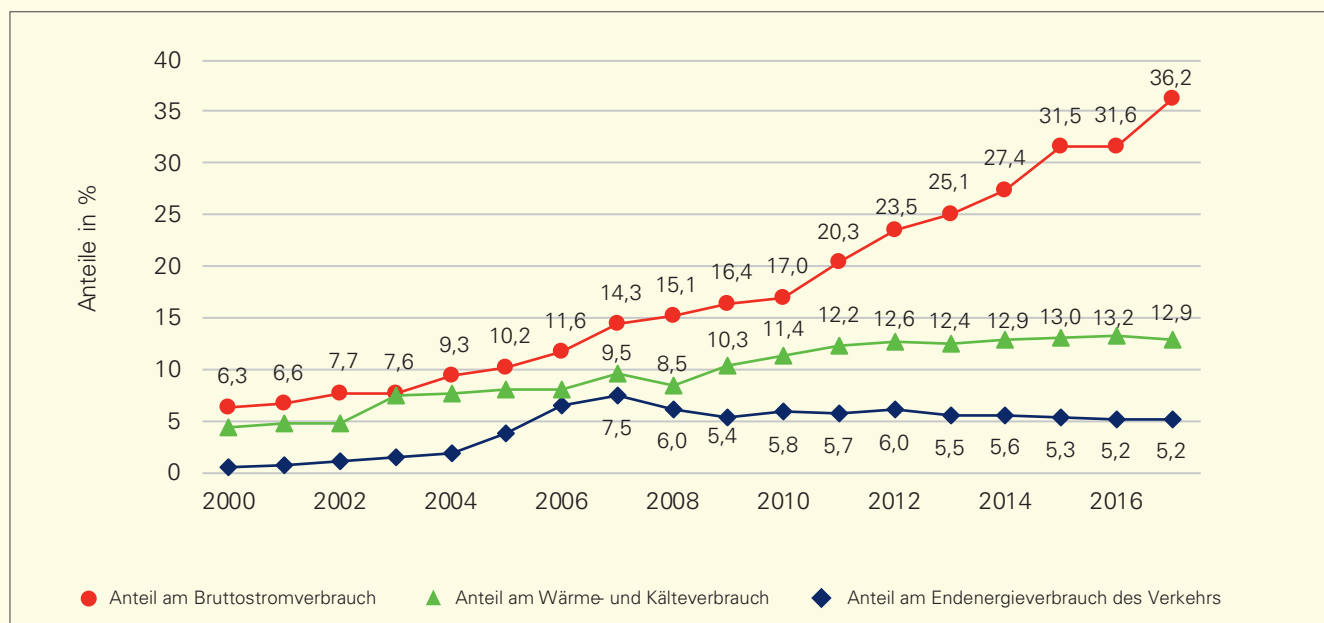
Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen (s. Anhang II, Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren und eingesparten fossilen Energieträger).



Alle Angaben vorläufig, zur Berechnungsgrundlage und -methodik siehe Anhang II; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

	Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Anteil
	[g/kWh]	[1.000 t]	[%]
Strom			
Wasserkraft	746	3.385	32,4
Windenergie	681	1.368	13,1
Photovoltaik	614	3.198	30,6
feste biogene Brennstoffe	690	789	7,5
flüssige biogene Brennstoffe	560	27	0,3
Biogas	423	1.191	11,4
Klärgas	633	118	1,1
Deponiegas	633	19	0,2
Geothermie	564	0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	759	361	3,4
Summe Strom		10.456	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	150	1.108	23,6
feste biogene Brennstoffe (modern)	273	2.373	50,6
flüssige biogene Brennstoffe	249	11	0,2
Biogas, Deponiegas, Klärgas	193	235	5,0
Solarthermie	260	421	9,0
tiefe Geothermie	327	34	0,7
Umweltwärme	109	306	6,5
biogener Anteil des Abfalls	223	204	4,3
Summe Wärme		4.692	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	210	622	70,3
Bioethanol	213	251	28,3
Pflanzenöl	173	1	0,1
Biomethan	203	11	1,2
Summe Kraftstoffe		884	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		16.031	

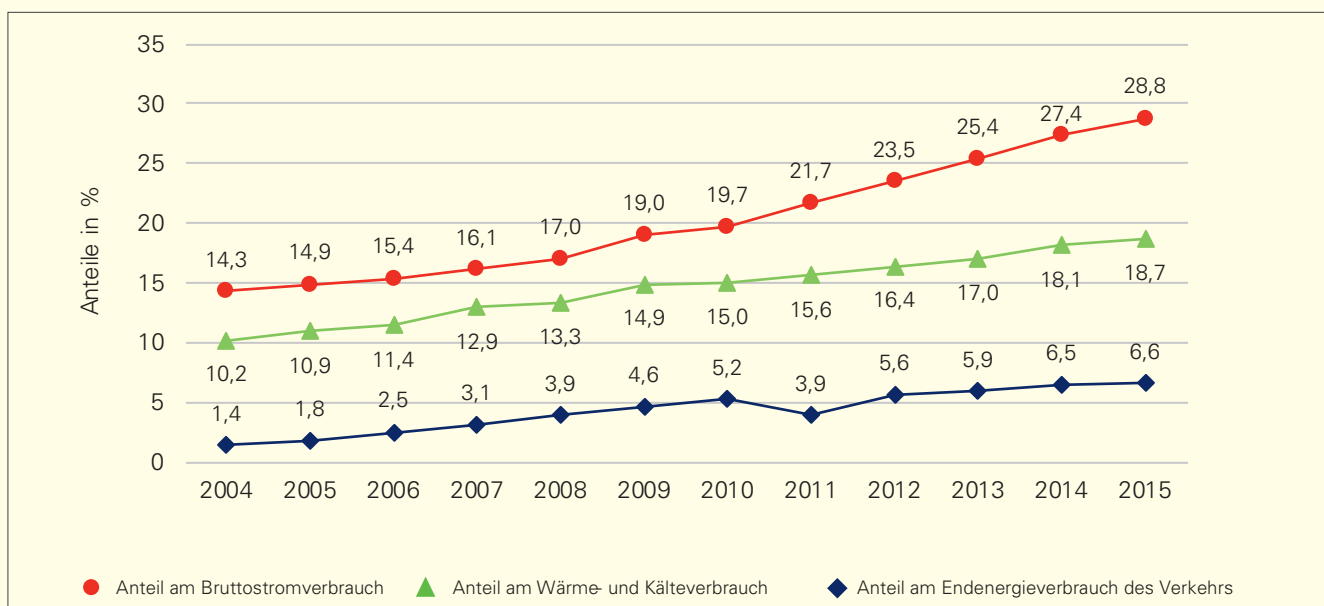
ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



Die Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland zeigt seit 1998 einen stabilen Aufwärtstrend. Insbesondere die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien hat sich seit Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 sehr dynamisch entwickelt. Einen bedeutenden Anteil für die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland hat die Nutzung der Windkraft, die die Nutzung der Wasserkraft bereits seit

2004 übersteigt. Auf Bundesebene ist für das Jahr 2025 ein Anteil der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung von 40% bis 45% vorgesehen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 14% steigen. Zusammen mit einer weiteren Steigerung der Nutzung von Biokraftstoffen soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch 18% betragen (Stand 2016: 14,8 %).

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DER EU-28



Die EU hat sich das Ziel gesetzt, im Jahr 2020 mindestens 20% des Bruttoendenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien zu decken. Dieser Anteil wird unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren auf die Mitgliedsländer der

Europäischen Union verteilt. Deutschland hat dabei bis 2020 einen Anteil von 18% erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch vorzuweisen.

Quellen: [3], [23]

	2016				2017			
	EEG - Einspeisung	EEG - Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitäts- prämien	EEG - Einspeisung	EEG - Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitäts- prämien
	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €
Wasserkraft	538	58	995	39	437	48	924	32
Deponie-, Gruben-, Klärgas	28	2,1	3,5	0,2	22	1,7	4,5	0,2
Biomasse	1.283	269	2.916	425	1.134	237	3.112	447
Geothermie	0,3	0,1	0	0	0,3	0,6	0	0
Windenergie	229	20	1.037	69	244	21	1.786	110
Photovoltaik	4.385	1.565	391	79	4.606	1.627	458	86
Gesamt	6.465	1.914	5.343	613	6.443	1.936	6.284	676

Die Angaben beziehen sich auf den in der Regelzone der TransnetBW aufgenommenen EEG-Strom. Da die Grenzen der Regelzone nicht vollständig deckungsgleich mit denen des Landes Baden-Württemberg sind, ergeben sich Abweichungen zu den für Baden-Württemberg angegebenen Strom-

mengen in der vorliegenden Broschüre. Darüber hinaus wird ein großer Teil des Stroms aus Wasserkraftanlagen nicht nach dem EEG vergütet, sondern außerhalb des EEG vermarktet.

Quelle: [24]

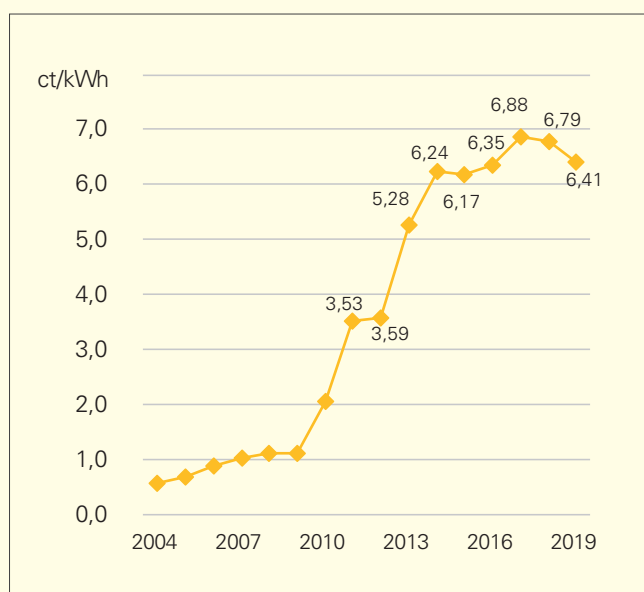
Im Jahr 2017 wurden in Baden-Württemberg rund 6,4 TWh EE-Strom eingespeist und nach dem EEG mit „Festvergütungen“ von insgesamt 1,9 Milliarden Euro vergütet. Im Vergleich zum Vorjahr deutlich angestiegen ist die Menge der direkt vermarkteten Strommengen auf 6,3 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,7 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschl. 9,5 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen). Dem gegenüber steht auf Bundesebene eine EE-Einspeisung von 42 TWh im Jahr 2017, die mit insgesamt 11,2 Milliarden Euro vergütet wurde, sowie 145 TWh direkt vermarkteter Strom (14,7 Milliarden Euro Marktprämien und 80,8 Millionen Euro Flexibilitätsprämien).

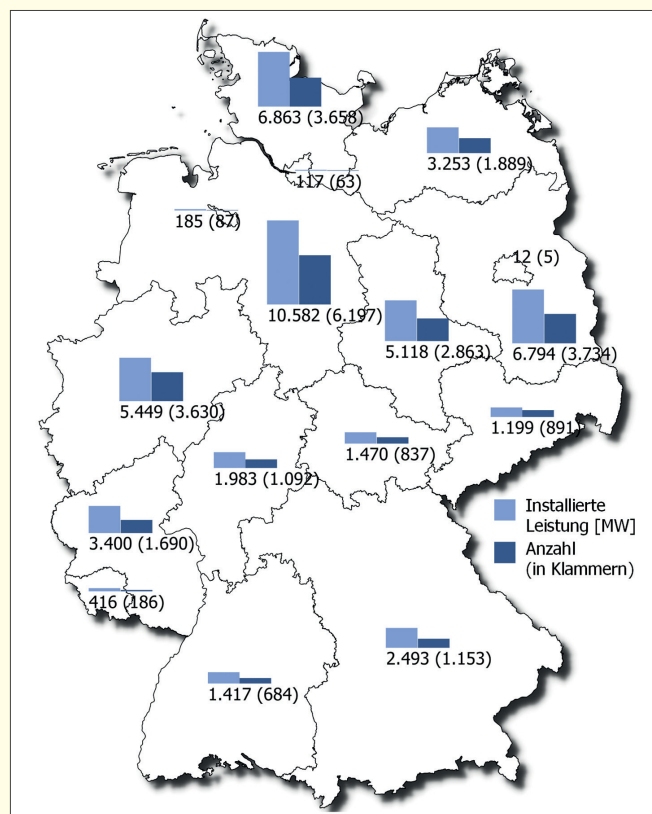
Mit der Direktvermarktung wird ein Teil des nach EEG vergütungsfähigen Stroms außerhalb des EEG-Vermarktungsmechanismus an Großhändler oder an der Strombörse verkauft. Ein direkter Vergleich von EEG-Vergütungszahlungen und Markt- bzw. Flexibilitätsprämien ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber ausgezahlt.

ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

Die EEG-Umlage ist in den Jahren 2010 bis 2014 stetig angestiegen. Ursächlich dafür war nicht nur der sehr dynamische EE-Zubau (insb. Photovoltaik-Anlagen), sondern darüber hinaus auch das geringe Börsenstrompreisniveau und der Rückgang des nichtprivilegierten Letztverbraucherabsatzes.

Mit den in den vergangenen Jahren umgesetzten Novellierungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes konnte der Anstieg der EEG-Umlage gebremst werden. Nach 2017 ist die Umlage leicht gesunken. Ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Rückgang der prognostizierten Umlage 2019 sind die gestiegenen Börsenstrompreise.





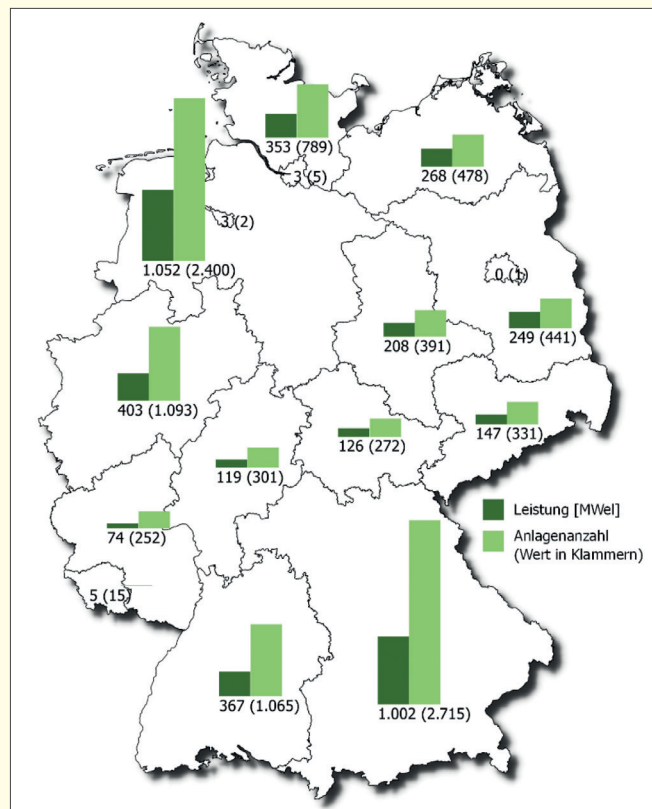
In Deutschland wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 1.790 Windenergieanlagen an Land mit einer Leistung von 5,3 GW errichtet. Knapp ein Sechstel der neu installierten Leistung entfällt auf Repoweringprojekte.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2017 123 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 390 MW installiert, womit der Anlagenbestand auf rund 1.400 MW wächst.

Auch vor der Küste wächst der Bestand an Windenergieanlagen weiter. So waren Ende 2017 insgesamt 1.169 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 5,4 GW am Netz. Davon entfallen 85% auf Anlagen in der Nordsee.

Leistungsangaben in MW
Stand: Ende 2017
Quellen: [26, 27]

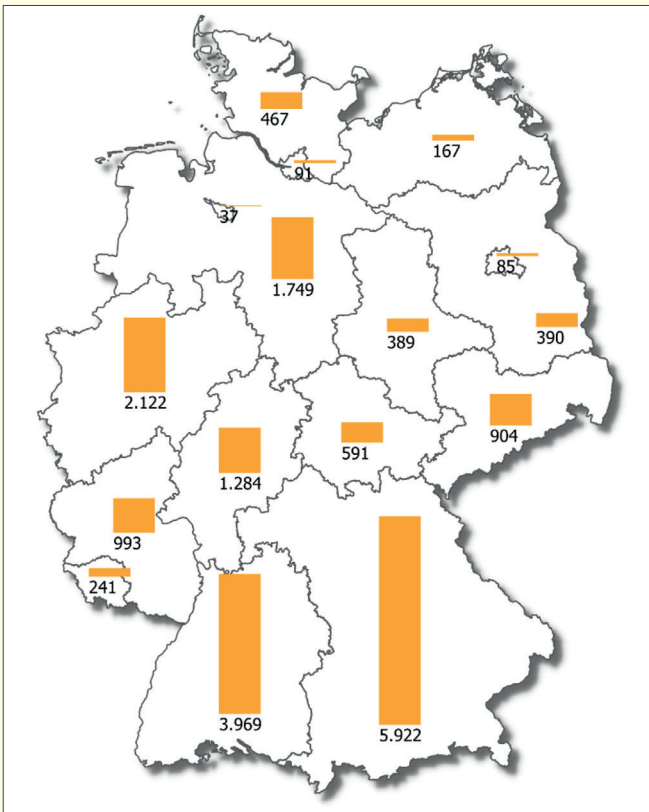
INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGASANLAGEN ENDE 2015



Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas (im Schaubild dargestellt sind neben Anlagen zur Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-Blockheizkraftwerke) beläuft sich Ende 2015 auf rund 4,4 GW_{el}, die sich auf rund 10.550 Anlagen verteilen. In Baden-Württemberg sind über 1.000 Biogas-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von knapp 367 MW_{el} in Betrieb.

Während in Süddeutschland überwiegend kleinere Biogasanlagen vorzufinden sind, werden in den übrigen Bundesländern aufgrund anderer landwirtschaftlicher Strukturen deutlich größere Anlagen betrieben. Zum Vergleich: die mittlere Leistung in Baden-Württemberg beträgt 344 kW_{el}, in Niedersachsen 438 kW_{el} und in Mecklenburg-Vorpommern 560 kW_{el}.

Leistungsangaben in MW_{el}
Stand: Ende 2015, aktuellere Angaben liegen derzeit nicht vor
Hinweis: Abweichung zu den Daten im Statistik-Teil dieser Broschüre, da hier neben der Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-Blockheizkraftwerke dargestellt sind.
Quelle: [28]

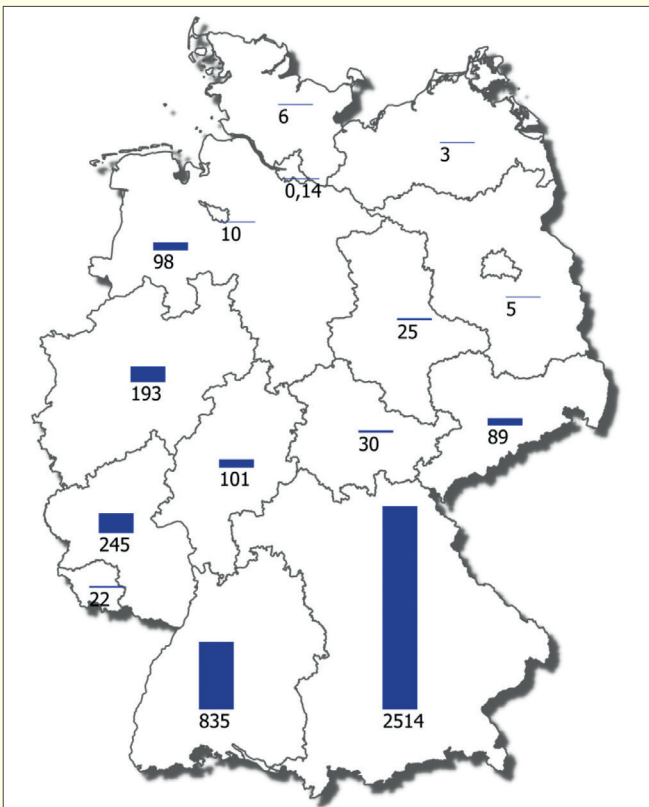


Insgesamt waren in Deutschland zum Ende des Jahres 2017 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von rund 19,4 Millionen m² installiert. Maßgeblich zum Aufbau des Bestands von Solarwärmeanlagen hat das Marktanreizprogramm beigetragen. Mehr als die Hälfte der Kollektoren sind in den einstrahlungsreichen südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg installiert.

Etwa jede zweite neue solarthermische Anlage wird nicht nur zur Warmwasserbereitung genutzt, sondern auch zur Unterstützung der Heizung (Kombianlagen). Bezogen auf die neu installierte Kollektorfläche beträgt der Anteil der Kombianlagen knapp zwei Drittel.

Angaben in 1.000 m²
Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm
Stand: Ende 2017
Quellen: [3, 29]

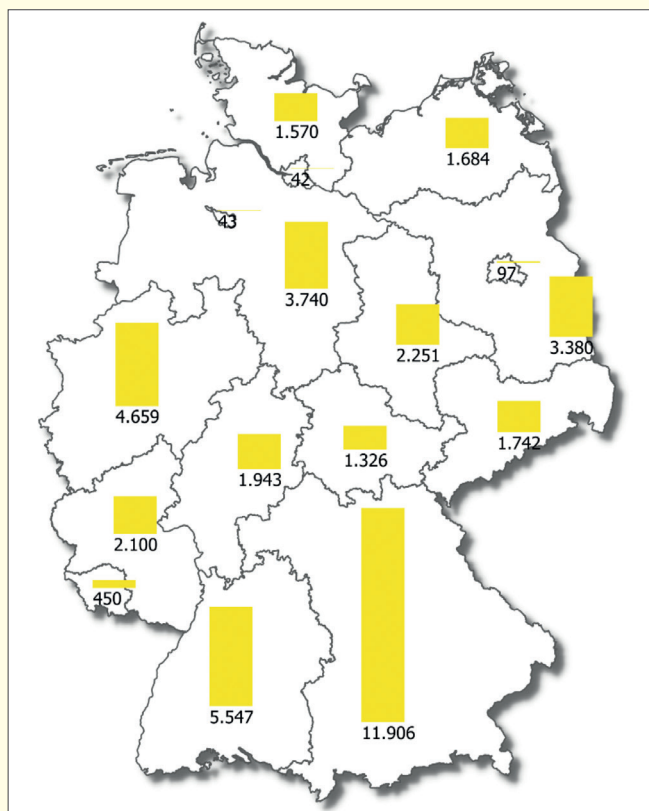
INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN



Über 80% der insgesamt knapp 4.200 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Wegen der günstigen topographischen Gegebenheiten entfallen mehr als drei Viertel des gesamten Potenzials auf diese beiden Bundesländer.

An der Verteilung der Anlagenleistung auf die Bundesländer hat sich in den vergangenen Jahren nur wenig geändert.

Leistungsangaben in MW
Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke
Stand: Anfang 2010, aktuellere Angaben liegen derzeit nicht vor
Quelle: [25]



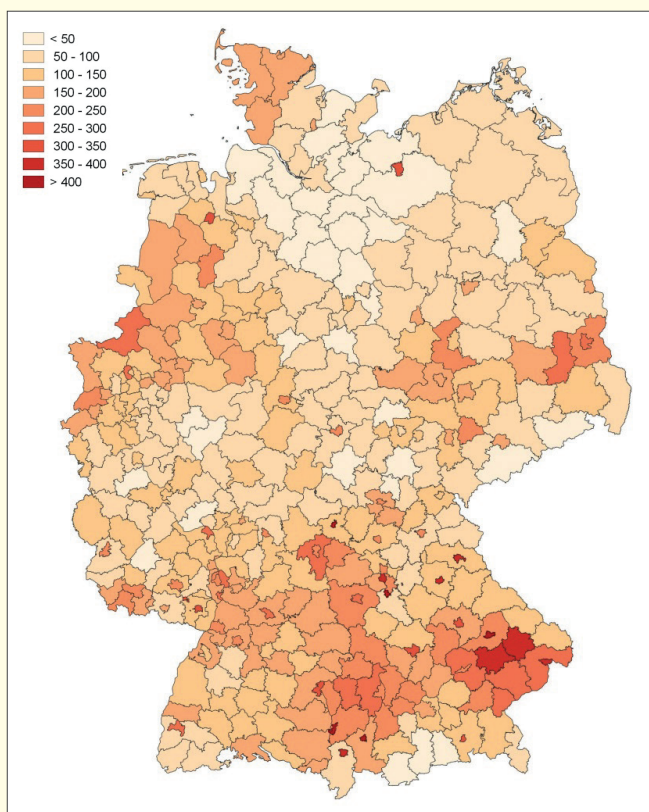
Im Jahr 2017 wurden bundesweit PV-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt knapp 1,7 GW neu installiert, davon gut 200 MW in Baden-Württemberg. Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber auch in Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen.

In den vergangenen Jahren war eine deutliche Verlagerung des Zubaus hin nach Ost- und Mitteldeutschland zu beobachten. Dies war primär auf die Errichtung großer Solarparks zurückzuführen, während in Baden-Württemberg eher kleine Anlagen installiert wurden.

Insgesamt waren bundesweit zum Ende des Jahres 2017 rund 42 GW an Photovoltaik-Leistung installiert.

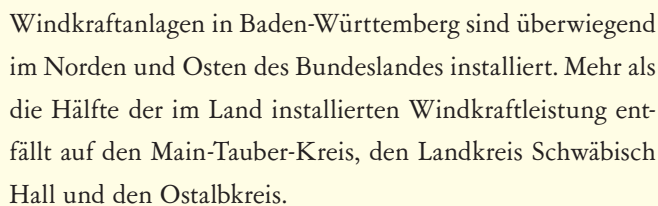
Angaben in MW
Stand: Ende 2017
Quelle: [19–21]

VERTEILUNG DER INSTALLATIONS-DICHTE VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND



Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Niederbayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg, wo besonders viele Solarparks installiert sind sowie in Schwaben, aber auch im Westen Schleswig-Holsteins.

Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km²
Stand: Ende 2016, aktuellere Angaben liegen derzeit nicht vor
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [24]



Die Planungs- und Realisierungsaktivitäten im Land haben seit 2015 stark zugelegt. So hat sich die installierte Leistung von Windenergieanlagen bis Ende 2017 gegenüber Ende 2014 fast verdreifacht. Dabei hat sich die Anlagenzahl aufgrund der größeren Anlagenleistungen nicht einmal verdoppelt.

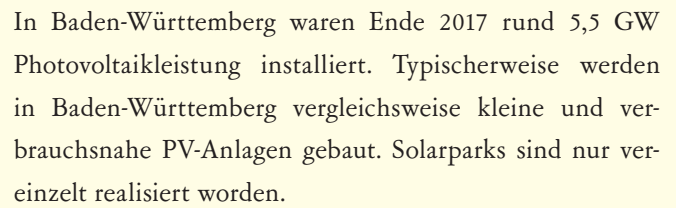
Ohne Kleinwindanlagen
Stand: Ende 2017
Quelle: [30]

Map of the Iberian Peninsula showing the number of municipalities for each of the 15 Spanish regions. The regions are color-coded: Galicia (blue), Asturias (green), Cantabria (red), Basque Country (orange), Navarre (yellow), Aragon (purple), Catalonia (pink), Valencia (light blue), Balearic Islands (light green), Murcia (light orange), Andalusia (light purple), Extremadura (light yellow), Castile and León (light green), Castile-La Mancha (light orange), and Madrid (dark blue). The number of municipalities is written in the center of each region.

Region	Number of Municipalities
Galicia	13
Asturias	7
Cantabria	55
Basque Country	72
Navarre	140
Aragon	20
Catalonia	132
Valencia	133
Balearic Islands	131
Murcia	23
Andalusia	14
Extremadura	86
Castile and León	12
Castile-La Mancha	84
Madrid	118
Region of Valencia	46
Region of Murcia	157
Region of Andalusia	101
Region of Extremadura	63
Region of Castile and León	19
Region of Castile-La Mancha	102
Region of Madrid	128
Region of Valencia	114
Region of Murcia	103
Region of Andalusia	99
Region of Extremadura	110
Region of Castile and León	79
Region of Castile-La Mancha	30
Region of Madrid	128
Region of Valencia	93
Region of Murcia	83
Region of Andalusia	73
Region of Extremadura	68
Region of Castile and León	109
Region of Castile-La Mancha	104
Region of Madrid	135
Region of Valencia	92
Region of Murcia	230
Region of Andalusia	144
Region of Extremadura	166
Region of Castile and León	157
Region of Castile-La Mancha	101
Region of Madrid	133
Region of Valencia	144
Region of Murcia	101
Region of Andalusia	63
Region of Extremadura	19
Region of Castile and León	102
Region of Castile-La Mancha	128
Region of Madrid	114
Region of Valencia	103
Region of Murcia	99
Region of Andalusia	110
Region of Extremadura	79
Region of Castile and León	30
Region of Castile-La Mancha	128
Region of Madrid	93
Region of Valencia	83
Region of Murcia	73
Region of Andalusia	68
Region of Extremadura	109
Region of Castile and León	104
Region of Madrid	135
Region of Valencia	92

Etwa ein Fünftel der in Deutschland installierten Kollektorfläche solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt rund 360 m² Kollektorfläche. Bezogen auf die Einwohnerzahlen sind überdurchschnittlich viele Solarkollektoren in den Landkreisen Rottweil, Freudenstadt, Schwäbisch Hall, Waldshut und Tuttlingen sowie im Hohenlohekreis installiert. Eine unterdurchschnittliche Nutzung ist vor allem in den Stadtkreisen vorzufinden, was hauptsächlich auf den dort vergleichsweise geringen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern zurückzuführen ist.

Angaben in 1.000 m²
 Abschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm
 Stand: Ende 2017
 Quelle: [29]



Angaben in MW
Stand: Ende 2017
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [19–21]

In Baden-Württemberg sind Ende 2017 950 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von knapp 330 MW installiert. Der Schwerpunkt bei der Nutzung von Biogas in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg und im Alb-Donau-Kreis.

Stand: Ende 2017
Quelle: [9]



Quelle:

Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19

Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg für Daten und Karten zum Thema erneuerbare Energien. Bürgern, Kommunen, Verwaltung, Forschung und Wirtschaft werden damit wichtige Informationen zum Stand der dezentralen Energieerzeugung und zum regionalen Energiebedarf zur Verfügung gestellt. Der Energieatlas bietet mit seinem landesweiten

Überblick Energieberatern, Planern und interessierten Akteuren Hintergrundinformationen und Handreichungen an. Lokale, kommunale und regionale Planungen können dadurch aber nicht ersetzt werden. Ziel ist es, mit Hilfe vernetzter Informationen, Möglichkeiten effizienter Energieverwendung anzuregen um somit langfristig und nachhaltig Energie einzusparen.

Der Energieatlas ist abrufbar unter www.energieatlas-bw.de.





SOLARTHERMIE

Die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solarkollektoren basiert methodisch auf der international gebräuchlichen IEA-Methode [31]. Grundlage für die Berechnung ist die mittlere jährliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche. Da mittlere Globalstrahlungswerte für Baden-Württemberg nicht verfügbar sind sondern nur gemittelt über Deutschland, wurde angenommen, dass die Einstrahlung in

Baden-Württemberg rund 10% höher ist, als im Bundesmittel. Die so ermittelten jährlichen Globalstrahlungswerte werden mit 0,44 (Trinkwasseranlagen) beziehungsweise 0,33 (Kombianlagen) sowie der Aperturfläche der Kollektoren multipliziert. Da die Kollektorflächen als Bruttoangaben vorliegen, wurden diese mit einem Umrechnungsfaktor von 0,9 in Aperturflächen überführt.

WÄRMEERZEUGUNG AUS GEOTHERMISCHEN ANLAGEN

Unter tiefegeothermischen Anlagen sind durch Tiefbohrungen erschlossene warme bis heiße Grundwässer sowie frei ausfließende Thermalwässer zusammengefasst, die für Bade- beziehungsweise balneologische Zwecke eingesetzt werden. Einige der Thermal-Badewässer werden zusätzlich vor oder nach dem Badebetrieb zur Wärmeengewinnung (Warmwasserbereitung, Heizung) genutzt. Der Wärmeartrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20 °C bezogen [32], die Auslastung wurde mit 6.000 h angesetzt. Die bei einigen Quellen notwendige Antriebsenergie für Pumpen wurde vernachlässigt.

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) benöti-

gen für den Betrieb in der Regel elektrische Antriebsenergie. Als Jahresarbeitszahlen (das Verhältnis der pro Jahr gelieferten Wärmemenge zur benötigten Antriebsenergie) wurden für Luft/Wasser-Wärmepumpen 2,9, für Wasser/Wasser-Wärmepumpen und für Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,7 und für Gas-Wärmepumpen 1,38 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich des primärenergetisch bewerteten Strom- beziehungsweise Erdgaseinsatzes (Primärenergiefaktoren nach der Energieeinsparverordnung) berechnet und ist nicht direkt mit den auf Bundesebene ausgewiesenen Werten vergleichbar.

ENDENERGIEEINSATZ ZUR WÄRMEERZEUGUNG AUS BIOMASSE MIT TRADITIONELLEN ANLAGEN

Zu den Einzelfeuerstätten im Bereich der Holznutzung gehören im Wesentlichen Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen und Kamine. Darüber hinaus wird in Zentralheizungsanlagen und Heizwerken Holz verfeuert. Eine belastbare Ermittlung der in diesem Segment eingesetzten Holzmenge beziehungsweise der damit erzeugten Wärmemenge ist nur begrenzt möglich, da der Markt lediglich eine geringe Transparenz aufweist. So wird zum Beispiel ein großer Teil des dafür eingesetzten Holzes nicht kommerziell gehandelt.

Die Zeitreihe zur Nutzung von biogenen Festbrennstoffen zur Wärmebereitstellung wurde mit Stand April 2017 kom-

plett überarbeitet; unter anderem wurden die Annahmen zum Rückbau von Bestandsanlagen und die Zuordnung von Heizanlagen zu den beiden Gruppierungen Einzelfeuerstätten und Zentralheizungen/Heiz(kraft)werke aktualisiert. Die Zeitreihe basiert auf Studien zum Emissionsaufkommen in den Sektoren Haushalten und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg (LUBW [33], IVD [14]). Darüber hinaus werden jeweils aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet (LIV [13]). Zukünftige Änderungen auf Basis einer verbesserten oder geänderten Datenlage sind nicht auszuschließen.

ANHANG II: VORGEHENSWEISE ZUR ERMITTLUNG DER EMISSIONSFAKTOREN, EMISSIONSVERMEIDUNG UND EINGESPARTEN FOSSILEN ENERGIETRÄGER

Mit den vorliegenden Berechnungen zur Substitution fossiler Energieträger werden die Vorketten der Energiebereitstellung durchgängig berücksichtigt, sowohl für die fossilen Energieträger, als auch für erneuerbare Energien. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2016 [34].

	Kernkraft	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl
Wind	0%	0%	61%	39%	0%
Wasser	0%	0%	64%	36%	0%
feste Biomasse	0%	0%	65%	35%	0%
Photovoltaik	0%	0%	59%	41%	0%
Biogas	0%	0%	65%	35%	0%
Klär- u. Deponiegas	0%	0%	65%	35%	0%
Geothermie	0%	0%	65%	35%	0%
Flüssige Biomasse	0%	0%	65%	35%	0%
biogener Anteil des Abfalls	0%	0%	65%	35%	0%

EMISSIONSVERMEIDUNGSFAKTOREN UND EINGESPARTE FOSSILE ENERGIETRÄGER FÜR DIE STROMERZEUGUNG

Für die Berechnung der vermiedenen Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien müssen Annahmen über den substituierten Stromerzeugungsmix getroffen werden. Je nach Einspeisecharakteristik ersetzen die erneuerbaren Energieträger in unterschiedlichem Maße konventionelle Energieträger im vorhandenen Kraftwerkspark. Der unter Berücksichtigung der verschiedenen Erzeugungscharakteristika und -mengen der erneuerbaren Energien und der damit verbundenen unterschiedlichen Substitutionseffekte gewichtete THG-Minderungsfaktor beträgt für alle erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung in Baden-Württemberg rund 635 g/kWh_{el} (vgl. Seite 16).

Strom	kWh _{prim} /kWh _{el}
Braunkohle	2,56
Steinkohle	2,47
Erdgas	1,88
Mineralöl	2,82
Wasserkraft	0,04
Windenergie	0,03
Photovoltaik	0,26
Feste Biomasse (HKW)	0,21
Flüssige Biomasse (BHKW)	0,44
Biogas (BHKW)	0,30
Klär-/Deponiegas (BHKW)	0,18
Biogener Anteil des Abfalls	0,00
Geothermie	0,74

Zur Ermittlung der durch die Nutzung erneuerbarer Energien eingesparten Primärenergie werden auch die oben erläuterten Substitutionsbeziehungen angesetzt. Wie bei der Bilanzierung der eingesparten Emissionen werden die vorgelagerten Prozesse der Gewinnung, Aufbereitung und Bereitstellung sowohl der erneuerbaren, als auch der fossilen Energieträger berücksichtigt.

Die Primärenergieeinsparung im Stromsektor berücksichtigt neben den Substitutionsfaktoren die mittleren Nutzungsgrade des deutschen Kraftwerksparks sowie den kumulierten Primärenergieaufwand zur Bereitstellung und Nutzung der fossilen Energieträger. Von der so ermittelten Bruttoeinsparung wird der Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung von Biomasse sowie zur Herstellung und zum Betrieb der erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen abgezogen. Für Baden-Württemberg ergibt sich damit für die Stromerzeugung ein mittlerer Netto-Einsparungsfaktor von 2,08 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbar bereitgestelltem Strom.

Zur Berechnung der vermiedenen Emissionen durch die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wird wie auch bei der Stromerzeugung für jeden erneuerbaren Energieträger ein substituierter Energieträgermix unterstellt. Im Vergleich zur bisherigen Methodik wird für die verschiedenen erneuerbaren Energieträger jeweils ein eigener substituierter fossiler Wärmebereitstellungsmix angenommen. Diese Verteilung ist im Gegensatz zu den Substitutionsfaktoren auf Stromseite wesentlich unsicherer, da im Wärmesektor eine große technologische Vielfalt und Dezentralität vorherrscht.

	Heizöl	Gas	Steinkohle	Braunkohle	Fernwärme	Strom
Solarthermie	45%	51%	0%	0%	2%	3%
Wärmepumpen	43%	48%	0%	1%	4%	3%
Holz (Einzelfeuerung)	41%	50%	0%	1%	2%	6%
Holz (Zentralheizung)	65%	20%	2%	3%	0%	10%
Feste Biomasse (Industrie)	6%	55%	7%	17%	16%	0%
Flüssige Biomasse (BHKW)	33%	50%	0%	1%	10%	6%
Biogas (BHKW)	56%	42%	1%	0%	0%	0%
Biomasse-H(K)W	6%	55%	7%	17%	16%	0%
Biogener Anteil des Abfalls	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Tiefengeothermie	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Wärme	kWh _{prim} /kWh _{input}
Erdgas	1,29
Heizöl	1,38
Braunkohlebrikett	1,53
Steinkohlekoks	1,76
Fernwärme (incl. Verluste)	2,15
Grundlaststrom	2,57
Brennholz (Heizung)	0,03
Biomasse (Industrie)	0,05
Biomasse (HKW)	0,18
Flüssige Biomasse (BHKW)	0,26
Biogas (BHKW)	0,07
Biogener Anteil des Abfalls	0,00
Tiefe Geothermie	0,25
Wärmepumpen	0,70
Solarthermie	0,14

In die Ermittlung der vermiedenen Emissionen im Wärmesektor gehen die Emissionsfaktoren für die aus fossilen Energieträgern vermiedenen und die durch die erneuerbare Energiebereitstellung verursachten Emissionen in privaten Haushalten, Landwirtschaft und Industrie ein. Analog zur Berechnung im Stromsektor wird die gesamte Vorkette sowohl für die fossile, als auch für die erneuerbare Energiebereitstellung berücksichtigt. Zur Ermittlung der Netto-Einsparung werden von den vermiedenen fossilen Emissionen die bei der Nutzung erneuerbarer Energien verursachten Emissionen abgezogen. Die Primärenergieeinsparung durch die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien wird anhand der gezeigten Substitutionsfaktoren berechnet. Ähnlich zur Ermittlung der Primärenergieeinsparung im Stromsektor gehen Angaben zum kumulierten fossilen Primärenergieaufwand für die fossile und erneuerbare Wärmebereitstellung in die Berechnung ein.

Insgesamt ergibt sich für die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Mittel eine Einsparung von 1,36 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbarem Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung.

Der heute überwiegend eingesetzte Biokraftstoff Biodiesel gilt nicht als CO₂-neutral, weil bei seiner Herstellung unter anderem Methanol fossilen Ursprungs eingesetzt wird. Dieses kann aber zumindest teilweise durch eine entsprechende Nutzung der bei der Biodieselherstellung anfallenden Nebenprodukte Glycerin und Rapsschrot kompensiert werden.

Zur Ermittlung der im Rahmen der Nutzung biogener Kraftstoffe (einschließlich der gesamten Bereitstellungskette) entstehenden Emissionen kommt die nebenstehende Verteilung auf die einzelnen Rohstoffe zur Anwendung. Dabei werden die gesamten Vorketten mitberücksichtigt. Eine Bilanzierung der direkten und indirekten Landnutzungsänderungen ist jedoch bislang nicht Teil der Berechnung. Die Höhe der Primärenergieeinsparung durch Biokraftstoffe ist hauptsächlich bestimmt durch die Herkunft sowie die Allokationsmethode zur Aufteilung des Energieverbrauchs auf Haupt- und Nebenprodukte. Für die Substitution fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe wird angenommen, dass Bioethanol Benzin ersetzt, während Biodiesel und Pflanzenöl mineralischen Diesel substituieren. Mit Berücksichtigung des Primärenergieaufwands für die Biokraftstoffe ergibt sich für Biodiesel eine Primärenergieeinsparung von 0,61 kWh und für Pflanzenöl von 0,86 kWh gegenüber mineralischem Diesel. Durch Bioethanol werden 0,85 kWh gegenüber Benzin eingespart, für Biomethan beträgt der Nettoeinsparfaktor 0,95. Für alle Biokraftstoffe, die in Baden-Württemberg genutzt werden, ergibt sich im Mittel eine Primärenergieeinsparung von rund 0,67 kWh pro kWh erneuerbarem Kraftstoffeinsatz.

	CO ₂	CO ₂ -Äquivalent [g/kWh]
Biodiesel	240	210
Pflanzenöl	245	173
Bioethanol	243	213
Biomethan	197	203

Kraftstoff	kWh _{prim} /kWh _{input}
Benzin	1,20
Diesel	1,14
Biodiesel	0,53
Pflanzenöl	0,28
Bioethanol	0,35
Biomethan	0,15
Erdgas	1,10

CO₂- UND SO₂-ÄQUIVALENT

Wichtige Treibhausgase sind die so genannten Kyoto-Gase, die im Rahmen des Kyoto-Protokolls reduziert werden sollen. Diese tragen in unterschiedlichem Maße zum Treibhauseffekt bei. Um die Treibhauswirkung der einzelnen Gase vergleichen zu können, wird ihnen das relative Treibhauspotenzial zugeordnet, das ein Maß für ihre Treibhaus-

wirkung bezogen auf die Referenzsubstanz CO₂ darstellt. Das CO₂-Äquivalent der Kyoto-Gase berechnet sich aus der Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge CO₂ in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung verursachen würde.

Kategorie	Gas	Kürzel	Relatives Treibhausgas- bzw. Versauerungspotenzial (für Strom und Wärme / Verkehr)	
Treibhausgase	Kohlendioxid	CO ₂	1	CO ₂ -Äq.
	Methan	CH ₄	21 / 25	
	Distickstoffoxid	N ₂ O	310 / 298	
säurebildende Schadstoffe	Schwefeldioxid	SO ₂	1	SO ₂ -Äq.
	Stickstoffoxide	NO _x	0,696	

Die links gezeigten relativen Treibhausgas- bzw. Versauerungspotenziale wurden vom Umweltbundesamt für die Emissionsbilanzierung der erneuerbaren Energien angesetzt, auf deren Basis im vorliegenden Bericht die Einsparungen für Baden-Württemberg berechnet wurden.

Für die Bilanz im Strom- und Wärmesektor wurden die Werte der Treibhausgaspotenziale mit hundertjährigem Zeithorizont aus dem Zweiten IPCC-Sachstandsbericht

aus dem Jahr 1996 herangezogen (IPCC, 1996), um konsistent mit den Vorgaben der Emissionsberichterstattung nach der Klimarahmenkonvention in Verbindung mit dem Kyoto-Protokoll sowie den entsprechenden Richtlinien und Verordnungen der EU zu verfahren. Im Verkehrssektor werden hingegen aus Gründen der Konsistenz mit RL 2009/28/EG die Werte aus dem Vierten IPCC-Sachstandsbericht aus dem Jahr 2007 verwendet.

ANHANG III: BERECHNUNG DER PRIMÄRENERGIEÄQUIVALENTE FÜR STROM UND WÄRME AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wird die Wirkungsgradmethode angewandt, mit der die Primärenergieäquivalente berechnet werden können. Hierbei wird das jeweilige Primärenergieäquivalent für die Elektrizität aus erneuerbaren Energien, denen kein Heizwert zugeordnet werden kann, gleich der Stromerzeugung gesetzt. Dies entspricht einem Wirkungsgrad für die Energieumwandlung von 100 %. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 % angesetzt.

Die Primärenergieäquivalente der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse wurden auf Basis der finnischen Methode [18] auf die Bereiche Strom und Wärme aufgeteilt. Zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents der Bereitstellung von Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien werden Endenergie und Primärenergie gleichgesetzt.

ANHANG IV: UMSATZERLÖSE AUS DER NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN

Für die vorliegende Ausgabe wurden die Zeitreihen zu den Investitionen und Betriebskosten fortgeschrieben, die sich aus der Errichtung von Neuanlagen sowie dem Betrieb des Anlagenbestandes ergeben. Grundsätzlich setzen sich die Umsätze aus dem Betrieb der Anlagen aus den Wartungs- und Betriebskosten sowie für Biomasseanlagen zusätzlich aus den Kosten für die Brennstoffe bzw. Substrate zusammen.

Die restlichen 50 % stammen zum überwiegenden Teil aus der Selbstwerbung und werden für die Umsatzberechnung nicht berücksichtigt. Für Anlagen zur Nutzung von Klärgas, Deponiegas sowie des biogenen Abfalls werden keine Betriebskosten angesetzt. Für die Wartungs- und Betriebskosten werden anlagentypische Werte angesetzt.

Die Brennstoffeinsätze aus der thermischen Nutzung der festen Biomasse zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung wurden den verschiedenen Brennstoffsegmenten Altholz, Stückholz, Pellets sowie Holzhackschnitzel zugeordnet und mit den entsprechenden Brennstoffpreisen bewertet. Zur Ermittlung der Umsätze aus der Nutzung von Stückholz wird angesetzt, dass lediglich 50 % kommerziell gehandelt werden.

Für den Kraftstoffbereich wird der Erlös unmittelbar aus dem Verkauf von Biokraftstoffen ermittelt. Zu berücksichtigen sind dabei die unterschiedlichen Kraftstoffarten sowie Vertriebswege. Für den Kraftstoffabsatz an öffentlichen Tankstellen, für die Abgabe an Fahrzeugflotten und für Beimischungen zu Dieselmotorkraftstoff werden unterschiedlich hohe Werte angesetzt.

BRUTTOSTROMERZEUGUNG

Die Bruttostromerzeugung ist die elektrische Arbeit, die an den Generatorklemmen eines Kraftwerks oder einer Erzeugungseinheit gemessen wird. Wird von der Bruttostromerzeugung der Eigenverbrauch des Kraftwerks abgezogen, ergibt sich die Nettostromerzeugung.

BRUTTOSTROMVERBRAUCH

Der Bruttostromverbrauch entspricht der in einem abgegrenzten Gebiet erzeugten Gesamtstrommenge aus allen Quellen (fossile Energieträger, Kernkraft, erneuerbare Energien, sonstige Energieträger) einschließlich der Stromimporte und abzüglich der Stromexporte.

ENDENERGIE

Als Endenergie bezeichnet man die dem Nutzer nach der Umwandlung und Verteilung zur Verfügung stehenden Energieträger und Energieformen (zum Beispiel Heizöl oder Holzpellets).

JAHRESNUTZUNGSGRAD

Der Jahresnutzungsgrad eines Energieumwandlungsprozesses bezeichnet das Verhältnis zwischen der Summe der abgegebenen Nutzenergie und der Summe der zugeführten Energie in einem Jahr. Bei der Berechnung des Jahresnutzungsgrades werden Abgasverluste, Betriebsverluste und Stillstandsverluste einbezogen. Der Jahresnutzungsgrad ist damit im Gegensatz zum Wirkungsgrad die geeignete Kenngröße, um die Umwandlungseffizienz einer Anlage darzustellen.

PRIMÄRENERGIE

Primärenergie (Rohenergie) ist der Energieinhalt von Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden. Dazu gehören die fossilen Brennstoffe Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas sowie Kernbrennstoffe und die erneuerbaren Energien Wasserkraft, Sonnenenergie, Windkraft, Erdwärme und unbehandelte Biomasse.

PRIMÄRENERGIEÄQUIVALENT

Bei der Bestimmung des Primärenergieinhaltes der Elektrizität aus erneuerbaren Energien besteht die Schwierigkeit, dass, mit Ausnahme der Biomasse, den erneuerbaren Energieträgern kein Heizwert zugeordnet werden kann. Seit 1995 wird in Deutschland für diese Energieträger die sogenannte Wirkungsgradmethode angewandt, mit der Primärenergieäquivalente berechnet werden können. Hierbei wird das jeweilige Primärenergieäquivalent gleich der Stromerzeugung gesetzt. Dies entspricht einem Wirkungsgrad für die Energieumwandlung von 100 %. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 % angesetzt.

Für die Stromerzeugung aus biogenen Brennstoffen wurden anlagenscharf die leistungsabhängigen Jahresnutzungsgrade zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents ermittelt. Die Aufteilung auf die Bereiche Strom und Wärme erfolgt nach der finnischen Methode.

Ein anderer Ansatz ist die Substitutionsmethode, bei der ermittelt wird, wie viel Brennstoff in konventionellen Kraftwerken durch erneuerbare Energien ersetzt wird. Der sogenannte Substitutionsfaktor gibt dabei das Verhältnis von Brennstoffverbrauch zur Bruttostromerzeugung an.

WIRKUNGSGRAD

Der Wirkungsgrad einer technischen Anlage kennzeichnet das Verhältnis von erreichtem Nutzen zu eingesetztem Aufwand, das heißt den Quotient aus abgegebener Nutzleistung zu zugeführter Leistung. Die Differenz zwischen zugeführter und abgegebener Leistung ergibt die Verlustleistung. Je höher der Wirkungsgrad ist, desto verlustärmer arbeitet eine Anlage.

VORSÄTZE UND VORZEICHEN

k	Kilo	10 ³	Tausend
M	Mega	10 ⁶	Million (Mio.)
G	Giga	10 ⁹	Milliarde (Mrd.)
T	Tera	10 ¹²	Billion (Bill.)
P	Peta	10 ¹⁵	Billiarde (Brd.)

UMRECHNUNGEN

		PJ	GWh	Mio. t SKE	Mio. t RÖE
1 PJ	Petajoule	1	277,78	0,034	0,024
1 GWh	Gigawattstunde	0,0036	1	0,00012	0,000086
1 Mio. t SKE	Mio. Tonnen Steinkohleeinheit	29,31	8.141	1	0,70
1 Mio. t RÖE	Mio. Tonnen Rohöleinheit	41,87	11.630	1,43	1

TYPISCHE EIGENSCHAFTEN VON KRAFTSTOFFEN

	Dichte [kg/l]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l]
Biodiesel	0,88	10,3	9,1	37,2	32,7
Bioethanol	0,79	7,4	5,8	26,7	21,1
Pflanzenöl	0,92	10,3	9,5	37,2	34,3
Diesel	0,83	11,9	9,9	43,0	35,7
Benzin	0,74	12,1	9,0	43,5	32,3

TYPISCHE EIGENSCHAFTEN VON FESTEN UND GASFÖRMIGEN ENERGIETRÄGERN

	Dichte [kg/l] bzw. [kg/m ³]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m ³]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l] bzw. [MJ/m ³]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	-	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (in m ³)	0,76	12,9	9,8	46,3	35,2
Heizöl EL	0,86	11,5	9,9	41,6	35,7
Biogas (in m ³)	1,20	4,2 - 6,3	5,0 - 7,5	15,0 - 22,5	18,0 - 27,0
Holzpellets	0,65	4,9 - 5,4	3,2 - 3,5	17,5 - 19,5	11,4 - 12,7

- [1] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG
Energiebericht Baden-Württemberg. Diverse Ausgaben
- [2] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG
Energie. Verfügbar unter: <http://www.statistik-bw.de/Energie/>
- [3] ERNEUERBARE ENERGIEN IN ZAHLEN
Verfügbar unter: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/erneuerbare_energien_in_zahlen.html
- [4] SOLARENERGIE-FÖRDERVEREIN und DEUTSCHLAND E.V.
Regionale Stromertragsdaten von PV-Anlagen. Verfügbar unter: <https://www.pv-ertraege.de/>
- [5] HEIMERL Stephan
Persönliche Mitteilungen
- [6] ARBEITSGRUPPE ERNEUERBARE ENERGIEN-STATISTIK (AGEE-STAT)
Persönliche Mitteilungen
- [7] KLIMASCHUTZ- UND ENERGIEAGENTUR BADEN-WÜRTTEMBERG (KEA)
Persönliche Mitteilungen 2005 bis 2014
- [8] AG ENERGIEBILANZ E.V. (AGEB)
Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2017. Februar 2018
Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb_jahresbericht2017_20180315-02_dt.pdf
- [9] MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG
Infodienst Landwirtschaft – Ernährung – Ländlicher Raum
Verfügbar unter: <http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/node/3310931/Lde/index.html>
- [10] STOBER Ingrid
Persönliche Mitteilungen 2007 bis 2010
- [11] BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE E.V.
Diverse Pressemeldungen
- [12] INTERNATIONALES GEOTHERMIEZENTRUM BOCHUM
Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes. Bestandsaufnahme und Trend. 2. Aktualisierung der Studie. November 2017
Verfügbar unter: <http://www.geothermie-zentrum.de/abteilungen/infrastructure-and-applications/projekte/analyse-des-deutschen-waermepumpenmarktes.html>
- [13] LANDESINNUNGSVERBAND DES SCHORNSTEINFEGERHANDWERKS BADEN-WÜRTTEMBERG
Persönliche Mitteilungen
- [14] KILGUS Daniel, STRUSCHKA Michael und BAUMBACH Günter
Ermittlung des Emissionsaufkommens für Staub im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg. Dezember 2007
- [15] INTERESSENGEMEINSCHAFT DER THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN IN DEUTSCHLAND E.V.
Angaben zu Abfallverwertungsanlagen. Verfügbar unter: www.itad.de/information/anlagen
- [16] INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU)
Gradtagszahlen in Deutschland
- [17] ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (ZSW)
Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland. Diverse Evaluierungsberichte

- [18] AG ENERGIEBILANZEN
Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. November 2015
Verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/files/vorwort.pdf>
- [19] ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER
EEG-Stamm- und Bewegungsdaten
- [20] BUNDESNETZAGENTUR
Anlagenregister
- [21] BUNDESNETZAGENTUR
Datenmeldungen Photovoltaikanlagen
- [22] AG ENERGIEBILANZ E.V. (AGEB)
Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz. Deutschland 1990 bis 2015. 2016
- [23] EUROSTAT
Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen
Verfügbar unter: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_335a&lang=de
- [24] INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER
EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>
- [25] KEUNEKE Rita, MOSER Albert, KASPER Ulf, RUPRECHT Albert, WOLF-SCHUMANN Ulrich, HEIMERL Stephan, DUMONT Ulrich, ANDERER Pia, MASSMANN Edith und STARK Bettina
Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG. Vorhaben IId Stromerzeugung aus Wasserkraft. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH Aachen. 2014.
Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/erfahrungsbericht-evaluierung-eeg-2014-2d.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- [26] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH
Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. Varel, 2018
- [27] DEUTSCHE WINDGUARD GMBH
Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland. Varel, 2018
- [28] DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ)
Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. 17. Dezember 2017
- [29] BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA)
Daten zum Marktanreizprogramm
- [30] LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW)
Energieatlas BW – Erweitertes Daten- und Kartenangebot. Verfügbar unter: <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>
- [31] IEA SOLAR HEATING AND COOLING PROGRAMME
Converting Installed Solar Collector Area & Power Capacity into Estimated Annual Solar Collector Energy Output.
Verfügbar unter: https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/documents/statistics/Calculation_Method.pdf
- [32] PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R. Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick. Geothermische Energie 56/57
- [33] LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW)
Emissionskataster. Verfügbar unter: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11163/>
- [34] UMWELTBUNDESAMT (UBA)
Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016.
Dessau-Roßlau, 2017

