Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2018







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

Dipl.-Ing. (FH) Marion Walker

GESTALTUNG

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

BILDNACHWEIS

Titelbild oben v.l.n.r.: Wasserkraftwerk Iffezheim, familie-eisenlohr.de /stock.adobe.com;

Brennholz, Layoutlounge; Windpark Stötten, Birgit Bausch / Layoutlounge

Titelbild unten v.l.n.r.: Röhrenkollektor, digital-designer /stock.adobe.com; Biogasanlage,

Umweltministerium / Dr. Heller; Photovoltaikanlage, Umweltministerium / Dr. Heller

Innenseiten: Umweltministerium / Björn Hänssler

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.

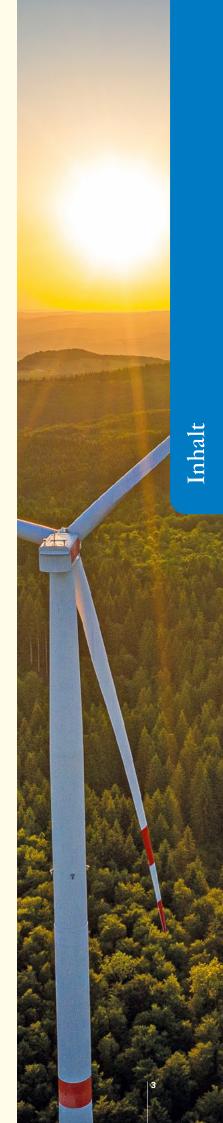
Stand: Oktober 2019

INHALTSVERZEICHNIS

- 5 Entwicklung des Energieverbrauchs
- 7 Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung
- 8 Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien
- 10 Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung
- 11 Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien
- 14 Daten zu Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Baden-Württemberg
- 18 Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien
- 20 Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien
- 21 Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg und Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien
- 22 Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa
- Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und Entwicklung der EEG-Umlage
- Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern
- 27 Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen
- 29 Energieatlas Baden-Württemberg

ANHANG

- 31 Methodische Erläuterungen
- 36 Glossar
- 37 Umrechnungstabellen
- 38 Quellenverzeichnis





ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2018

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2018 nach vorläufigen Schätzungen um 1,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen, was hauptsächlich dem witterungsbedingt geringeren Verbrauch zuzurechnen ist. Deutlich gestiegen ist nach dem niedrigen Erzeugungsniveau 2017 (lange Stillstandszeiten) der Primärenergieverbrauch im Bereich Kernenergie. Die erneuerbaren Energien trugen nach ersten Schätzungen 13,7 Prozent zum Primärenergieverbrauch im Land bei.

[PJ]	2017	2018	
Primärenergieverbrauch	1.423	1.408	-1,1 %
davon erneuerbare Energien (EE)	190	193	+1,4 %
davon Kernenergie	201	226	+12,5 %
davon fossile Energieträger	990	953	-3,7 %
davon Stromimport (netto)	42	35	-15,9 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	13,4 %	13,7 %	

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2018

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2018 ist um gut 3,2 Prozent gegenüber dem Vorjahr und damit stärker als der Primärenergieverbrauch gesunken. Diese unterschiedliche Entwicklung ist primär auf statistische Effekte in der Bewertung der Stromerzeugung aus Kernenergie und des Stromimports zurückzuführen. Der Rückgang beim Verbrauch von Heizöl dürfte neben der Witterung auch von Effizienzgewinnen sowie dem Preisanstieg beeinflusst worden sein. Im Verkehrssektor Baden-Württembergs kann analog zur Bundesentwicklung von einem Verbrauchsrückgang ausgegangen werden (siehe weiter unten). Aufgrund des Rückgangs des gesamten Endenergieverbrauchs stieg der Beitrag der erneuerbaren Energien auf 15,0 Prozent im Jahr 2018.

2017	2018	
291	28 2	-3,2 %
41,8	42,4	+1,3 %
249	239	-4,0 %
14,4 %	15,0 %	
	291 41,8 249	291 282 41,8 42,4

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist um 3,1 Prozent auf rund 62,3 TWh gestiegen. Dies ist hauptsächlich auf das höhere Erzeugungsniveau der Kernkraftwerke zurückzuführen. Nachdem der Block Philippsburg 2 im Jahr 2017 aufgrund von Revisions- und Instandsetzungsarbeiten mehrere Monate nicht am Netz war, hat er im Jahr 2018 wieder deutlich mehr Strom erzeugt. Auf etwas niedrigerem Niveau als im Vorjahr trugen fossile Energieträger zur Bruttostromerzeugung im Land bei.

[TWh]	2017	2018	
Bruttostromerzeugung ¹⁾	60,4	62,3	+3,1 %
davon erneuerbare Energien (EE)	16,3	17,2	+ 5,7 %
davon Kernenergie	18,4	20,7	+12,5 %
davon fossile Energieträger und Sonstige	25,7	24,4	-5,2 %
Stromimport (Saldo/auch EE1))	11,7	9,9	-15,9 %
Bruttostromverbrauch	72,2	72,2	0,0 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	27,0 %	27,7 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	22,6 %	23,9 %	

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.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist nach vorläufigen Schätzungen um 0,9 TWh gewachsen. Obwohl der Sommer 2018 deutlich zu warm und in manchen Regionen Deutschlands zu trocken war, hatte dies jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Stromerzeugung aus Wasserkraft. Im Vergleich zum Jahr 2017 konnte sogar ein leichter Anstieg um 0,15 TWh verzeichnet werden. Etwas stärker gestiegen ist die Stromerzeugung aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen. Nach hohen Zubauraten von jeweils über 300 MW in den Jahren 2016 und 2017 waren die Neuinstallationen im Bereich der Windenergie mit 115 MW rückläufig. Die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen stieg insgesamt um rund 0,3 TWh. Mit 0,5 TWh ist die Stromerzeugung aus Photovoltaik noch stärker gewachsen. Mit Neuinstallationen von rund 300 MW wurde der höchste

Zubau der vergangenen fünf Jahre erreicht. Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2018 einen Beitrag von 17,2 TWh beziehungsweise 27,7 Prozent zur Stromerzeugung. Da der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg deutlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, ist der Anteil des aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg bereitgestellten Strom am Bruttostromverbrauch mit 23,9 Prozent deutlich geringer. Nachdem entsprechend der amtlichen Statistik im Jahr 2017 ein Rückgang des Bruttostromverbrauchs um rund 2,1 TWh gegenüber dem Vorjahr auf 72,2 TWh vorliegt, kann für das Jahr 2018 von einem nahezu unveränderten Verbrauchsniveau gegenüber dem Vorjahr ausgegangen werden. Zusammen mit der gestiegenen Stromerzeugung im Land sind die Nettostromimporte auf rund 10 TWh gesunken.

[TWh]	2017	2018	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung	136	128	-5,6 %
davon erneuerbare Energien (EE)	21,4	20,8	-2,9 %
davon fossil	114	107	-6,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	15,8 %	16,2 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe	91,5	89,6	-2,0 %
davon erneuerbare Energien (EE)	4,1	4,3	+5,2 %
davon fossil	87,4	85,3	-2,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	4,5 %	4,8 %	

1) Ohne Strom

Die über das Gesamtjahr 2018 sehr milde Witterung führt zu einem deutlichen Rückgang des Energieverbrauchs zur Wärmeerzeugung. Dies schließt auch die Wärmeerzeugung aus Biomasseheizungen ein. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung stieg im Jahr 2018 gegenüber dem

Vorjahr leicht um 0,4 Prozentpunkte auf 16,2 Prozent an. Der Kraftstoffverbrauch ist im Jahr 2018 nach ersten Schätzungen rund 2 Prozent rückläufig, während die Nutzung von Biokraftstoffen auf niedrigem Niveau rund 5 Prozent zugelegt hat. Damit steigt der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor um 0,3 Prozentpunkte auf 4,8 Prozent.

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2018

	End- energie	Primärenergie- äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode		il am nergie- rauch	Anteil am PEV nach Wirkungs gradmethode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
Stromerzeugung			Anteil am Bruttostrom- verbrauch ²⁾	Anteil an der Bruttostrom- erzeugung ³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.550	16,4	6,3	7,3	1,2
Windenergie	2.279	8,2	3,2	3,7	0,6
Photovoltaik	5.730	20,6	7,9	9,2	1,5
feste biogene Brennstoffe	1.160	11,7	1,6	1,9	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	31	0,4	0,0	0,0	0,0
Biogas	2.780	28,8	3,9	4,5	2,0
Klärgas	199	1,4	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	28	0,4	0,04	0,04	0,03
Geothermie	0,3	0,01	0,000	0,000	0,001
biogener Anteil des Abfalls 5)	490	5,4	0,7	0,8	0,4
Gesamt	17.247	93,3	23,9	27,7	6,6
Wärmeerzeugung			Anteil am l verbrauch f	Endenergie- für Wärme ⁶⁾	
feste biogene Brennstoffe (traditionell) 7)	6.764	24,4	5,	,3	1,7
feste biogene Brennstoffe (modern) 8)	8.349	32,6	6	,5	2,3
flüssige biogene Brennstoffe	28	0,2	0,	02	0,01
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.199	6,5	0,	,9	0,5
Solarthermie	1.888	6,8	1,	,5	0,5
tiefe Geothermie	105	0,4	0,	08	0,03
Umweltwärme 9)	1.489	8,2	1,	,2	0,6
biogener Anteil des Abfalls 5)	951	5,2	0,	,7	0,4
Gesamt	20.773	84,2	16	6,2	6,0
Kraftstoffe				Endenergie- es Verkehrs ¹⁰⁾	
Biodiesel	3.082	11,1	3	,4	0,8
Bioethanol	1.207	4,3	1,	,3	0,3
Pflanzenöl	3	0,01		003	0,001
Biomethan	54	0,2	0,	,1	0,01
Gesamt	4.346	15,6	4	,8	1,1
Energiebereitstellung aus EE			Anteil am (Endenergie)	gesamten verbrauch 11)	
Gesamt	42.366	193,2	15	5,0	13,7

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2019; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

¹⁾ Bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch von 1.408 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 72,2 TWh.

³⁾ Bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung von 62,3 TWh.

⁴⁾ Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.

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

⁶⁾ Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 128,2 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 89,6 TWh (ohne Strom).

¹¹⁾ Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch von 282 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

										В	iomasse)					
	Wasserkraft 1)		Windenerale		Dhotovoltaik 2)		Biomasse Gesamt	davon feste biogene	Brennstoffe	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biodas ³⁾)	davon biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	davon Klärgas	davon Deponiegas	Geothermie	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW _p]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	5.628	768	53	62	5	9	813	320	58	0	37	7	203	93	160	0	6.500
2001	5.750	772	92	114	19	38	869	354	66	1	56	11	205	101	152	0	6.730
2002	5.769	776	193	175	33	71	944	398	75	1	80	13	218	107	139	0	6.938
2003	3.917	775	234	208	79	123	992	474	104	3	107	17	201	110	97	0	5.222
2004	4.426	775	306	254	134	256	1.348	719	153	14	154	27	213	116	131	0	6.215
2005	4.910	775	312	275	272	452	1.812	938	158	51	282	54	291	122	128	0	7.306
2006	5.186	775	395	296	465	646	2.258	956	161	172	526	96	386	127	90	0	8.304
2007	5.261	775	586	406	668	911	2.716	991	162	259	757	127	479	135	94	0	9.231
2008	4.691	777	614	418	951	1.268	2.889	987	168	208	992	140	481	146	76	0	9.146
2009	4.471	777	545	453	1.370	1.888	3.314	1.096	181	294	1.265	162	458	149	53	0	9.701
2010	5.132	832	541	462	2.085	3.009	3.335	1.094	179	217	1.462	234	359	153	49	0,1	11.093
2011	4.404	837	589	479	3.320	3.864	3.637	973	188	62	1.909	303	489	159	45	0,0	11.950
2012	4.945	842	666	505	4.048	4.419	3.935	1.133	194	37	2.155	311	404	165	41	0,5	13.595
2013	5.616	866	667	535	4.108	4.757	4.127	1.100	197	35	2.327	328	453	173	39	1,2	14.519
2014	4.803	871	679	551	4.797	5.013	4.363	1.118	197	33	2.525	398	469	181	37	0,6	14.642
2015	4.300	876	831	697	5.090	5.196	4.676	1.161	200	57	2.774	408	464	184	35	0,0	14.897
2016	4.850	881	1.235	1.032	5.002	5.340	4.685	1.143	200	50	2.780	429	491	187	34	0,3	15.772
2017	4.396	883	1.982	1.420	5.210	5.544	4.732	1.151	200	31	2.831	452	493	197	30	0,3	16.320
2018	4.550	885	2.279	1.534	5.730	5.845	4.687	1.160	200	31	2.780	501	490	199	28	0,3	17.247



WÄRME- UND KRAFTSTOFFBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

			Bioma	sse													bur
	Biomasse Gesamt	davon feste biogene Brenn- stoffe (Einzelfeuerstätten) ⁵⁾	davon feste biogene Brenn- stoffe (Zentralheizungen, Heiz(kraft)werke)®	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biogas, Deponiegas, Klärgas	davonbiogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	Solarthermie ⁷⁾		tiefe Geothermie	Umweltwärme ^{®)}	Summe Wärmeerzeugung	Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Biomethan	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergiebereitstellung
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh] [1.000 m ²]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	10.621	6.806	2.829	0	63	922	275	668	k.A.	25	10.920	148	0	10)	0 157	17.577
2001	11.693	7.472	3.203	0	79	939	334	882	k.A.	30	12.056	183	0	11		0 193	18.980
2002	11.336	6.986	3.303	0	92	955	396	978	k.A.	37	11.769	251	0	11		0 262	18.969
2003	12.182	7.453	3.803	0	98	827	518	1.126	64	45	12.808	366	0	13	3	0 379	18.410
2004	12.504	7.524	4.188	2	92	699	523	1.273	64	54	13.145	527	25	18	3	0 569	19.929
2005	13.163	7.690	4.601	28	109	736	612	1.450	64	65	13.904	2.357	232	267	7	0 2.856	24.067
2006	13.227	7.324	4.833	108	189	774	709	1.706	76	80	14.092	3.895	526	1.020		0 5.441	27.837
2007	13.178	6.843	5.063	166	206	900	782	1.883	76	167	14.203	4.329	449	1.142	2	5.920	29.354
2008	14.378	7.297	5.614	166	340	960	883	2.231	76	196	15.533	3.594	631	565	5	1 4.790	29.468
2009	15.471	7.324	6.390	258	557	943	1.033	2.551	88	261	16.853	3.236	922	144	1	2 4.304	30.857
2010	17.017	8.126	7.273	221	659	739	1.107	2.786	95	300	18.519	3.290	1.171	86	5 1	4.557	34.169
2011	15.354	6.969	6.793	68	797	727	1.277	3.031	102	342	17.075	3.202	1.252	29	1:	2 4.496	33.521
2012	16.865	7.471	7.591	39	832	932	1.328	3.256	105	381	18.679	3.303	1.240	35	5 4	5 4.624	36.898
2013	17.993	7.999	8.249	32	986	727	1.346	3.437	105	424	19.868	2.946	1.191		1 6	5 4.204	38.592
2014	16.041	6.646	7.565	31	1.098	700	1.457	3.613	105	538	18.140	3.162	1.259	Ç	9 6	1 4.491	37.274
2015	17.355	7.101	8.116	45	1.203	891	1.571	3.757	105	666	19.697	2.766	1.148	3	3 4	7 3.964	38.559
2016	18.426	7.560	8.663	45	1.204	953	1.578	3.867	105	1.231	21.340	2.853	1.185	(5 5	4.096	41.207
2017	18.300	7.395	8.701	28	1.220	956	1.629	4.012	105	1.357	21.391	2.899	1.164	6	6	4.130	41.841
2018	17.291	6.764	8.349	28	1.199	951	1.888	4.144	105	1.489	20.773	3.082	1.207	3	3 5	4.346	42.366

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 2019; 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; Leistungszeitreihe: Heimerl [5].

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

³⁾ Ab der Leistungsangabe des Jahres 2013 sind erstmals auch die nicht-landwirtschaftlichen Reststoff- und Abfallvergärungsanlagen enthalten. Ohne Leistungsangaben von Biomethan-BHKW. Im Jahr 2018 waren Biomethan-BHKW mit einer Leistung von rund 96 MW_{el} in Betrieb.

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

⁵⁾ Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I; Wert 2010 (2014 und 2018) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet).

⁶⁾ Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke; Wert 2010 (2014 und 2018) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet).

⁷⁾ Eine Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung kann durch den Konversionsfaktor 0,7 k $W_{\rm th}/{\rm m}^2$ erfolgen.

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

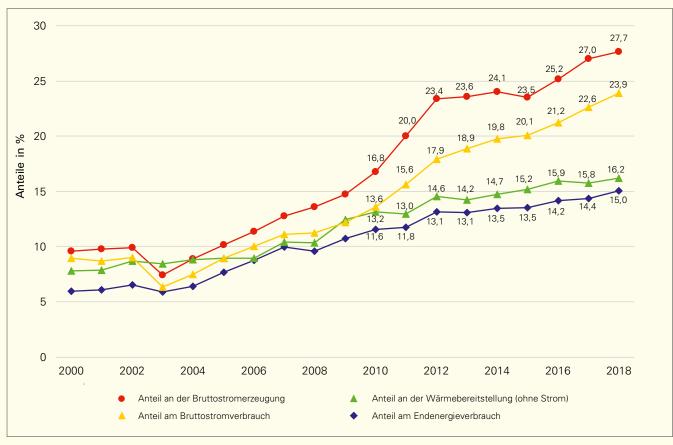
	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anteil am Endenergieverbrauch							[%	6]						
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	9,9	8,9	11,3	13,6	16,8	20,0	23,4	23,6	24,1	23,5	25,2	27,0	27,7
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	9,0	7,5	10,0	11,2	13,6	15,6	17,9	18,9	19,8	20,1	21,2	22,6	23,9
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	7,8	8,7	8,8	8,9	10,3	13,2	13,0	14,6	14,2	14,7	15,2	15,9	15,8	16,2
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	0,3	0,7	6,3	5,7	5,5	5,3	5,4	4,9	5,1	4,4	4,5	4,5	4,8
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	6,0	6,5	6,4	8,8	9,6	11,6	11,8	13,1	13,1	13,5	13,5	14,2	14,4	15,0
Anteil am Primärenergieverbrauch							[%	<u>6]</u>						
Stromerzeugung	1,7	1,9	2,0	2,8	3,4	4,0	4,8	5,4	5,5	6,0	6,0	6,0	6,3	6,6
Wärmebereitstellung	2,3	2,5	2,7	2,9	3,5	4,2	4,4	5,5	5,6	5,4	5,7	5,9	6,1	6,0
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,1	0,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1
Anteil am gesamten Primär- energieverbrauch	4,1	4,4	4,9	6,9	8,0	9,2	10,3	12,0	12,2	12,6	12,7	12,9	13,4	13,7

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2019. 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. Um zu verdeutlichen, wie viel des benötigten Stroms durch erneuerbare Energien in Ba-

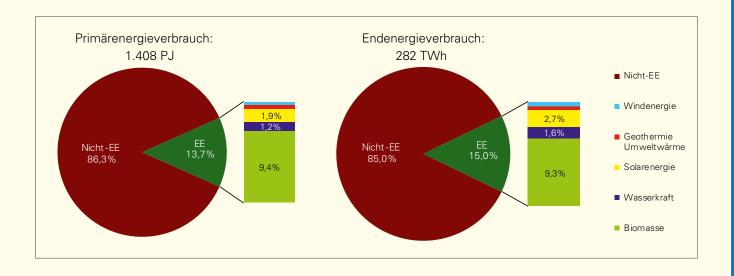
den-Württemberg bereitgestellt wird, muss auf den Bruttostromverbrauch, der zuletzt bei 72,2 TWh lag, Bezug genommen werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg belief sich im Jahr 2018 auf 23,9 Prozent.

ENTWICKLUNG DES ANTEILS ERNEUERBARER ENERGIEN AN DER BRUTTOSTROMERZEUGUNG, AN DER WÄRMEBEREITSTELLUNG UND AM ENDENERGIEVERBRAUCH IN BADEN-WÜRTTEMBERG

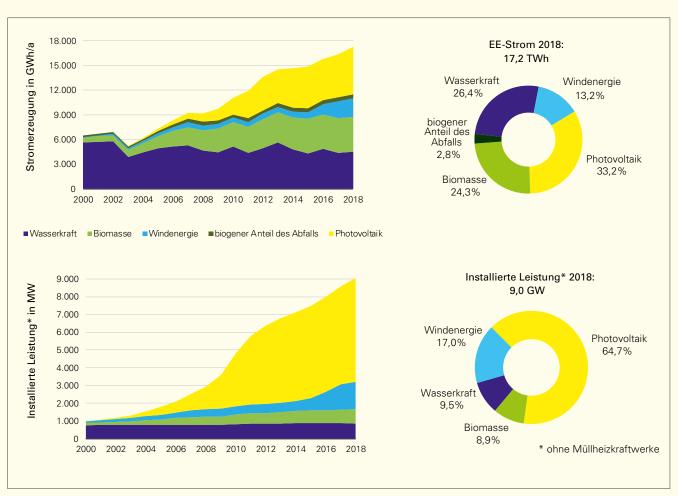


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2019; Quellen: siehe Seite 7

STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2018



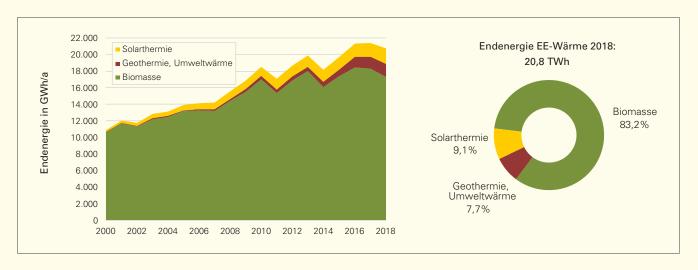
ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN UND DER INSTALLIERTEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG



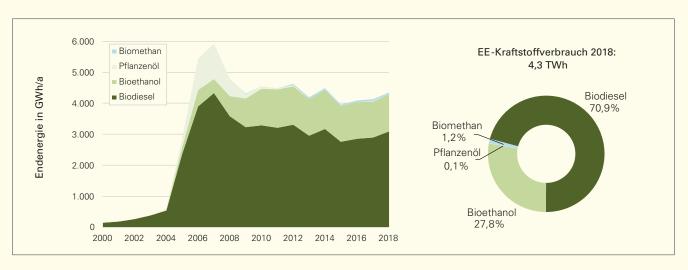
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2019



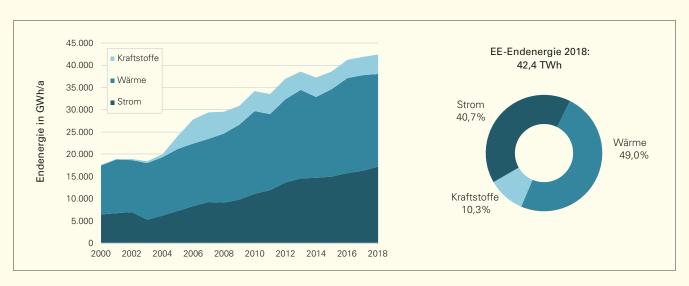
ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG



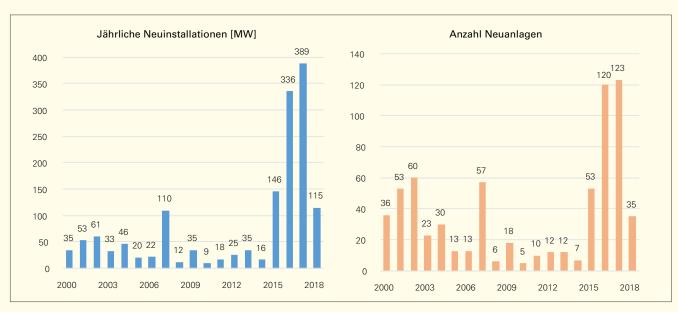
ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DER JÄHRLICHEN NEUINSTALLATIONEN UND MITTLEREN NEUANLAGENLEISTUNG VON WINDENERGIEANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

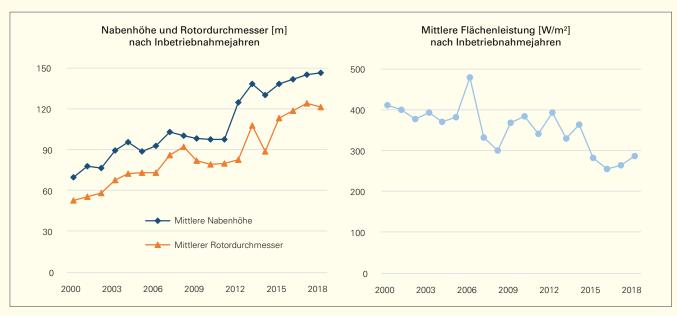
Nach einem deutlichen Anstieg der jährlichen Neuinstallationen von Windenergieanlagen an Land in den Jahren 2015 bis 2017 ist der Zubau von Neuanlagen im Jahr 2018 erheblich zurückgegangen. Dies ist primär auf die Einführung von Ausschreibungen und auf die hohen Herausforderungen bei Flächensicherung und Genehmigung zurückzuführen.

Die mittlere Leistung von Neuanlagen ist stark gestiegen. In den Jahren vor 2012 wiesen Neuanlagen im Mittel 1 bis 2 MW auf, während heutige Neuanlagen in Baden-Württemberg bei 3,3 MW liegen.



ENTWICKLUNG VON NABENHÖHE, ROTORDURCHMESSER UND FLÄCHENLEISTUNG VON NEUEN WINDENERGIEANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Um angesichts begrenzter Standortverfügbarkeit und Standortgüten ausreichend hohe Winderträge für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu realisieren, wurden neue Windenergieanlagen in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren im Trend höher und weisen einen größeren Rotordurchmesser auf. Der Trend zu auf das Binnenland optimierten Anlagen zeigt sich ebenfalls in der tendenziell sinkenden Flächenleistung von Neuanlagen.

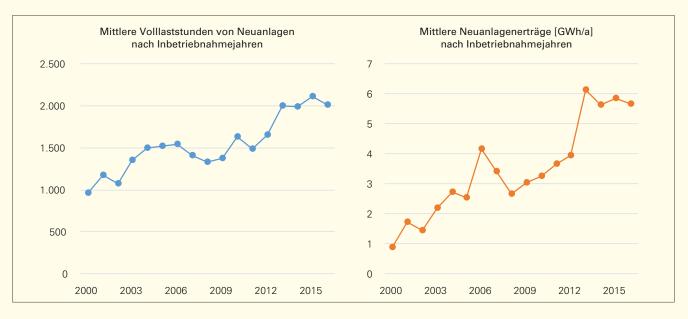


Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Energieatlas; Datenstand Juli 2019

VOLLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN (BETRIEBSJAHR 2017)

Die Volllaststunden von Neuanlagen liegen heute bei über 2.000 Stunden. Dies stellt eine erhebliche Steigerung gegenüber früheren Jahren dar, als die Volllaststunden im Bereich von 1.500 und weniger lagen. Mit höheren Voll-

laststunden bei gleichzeitig größeren Anlagenleistungen sind auch die mittleren Stromerträge von Neuanlagen gestiegen. Diese liegen zuletzt bei rund 6 GWh Strom pro Neuanlage und Jahr.



Derzeit sind nur Erzeugungsdaten bis einschließlich des Betriebsjahrs 2017 verfügbar. Das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2017 ist nicht dargestellt.

GENEHMIGUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Mit dem Windenergieerlass und der Änderung des Landesplanungsgesetzes im Jahr 2012 wurden die Voraussetzungen für den weiteren Ausbau der Windenergie in Baden-Württemberg geschaffen. In der Folge stiegen die Genehmigungszahlen in den Jahren 2014 bis 2016 stark an. Im Zuge der Einführung von Ausschreibungen mit dem EEG 2017 haben die Planungs- und Genehmigungsaktivitäten zunächst stark nachgelassen, sind ab 2018 jedoch wieder gestiegen, wenngleich auf vergleichsweise niedrigem Niveau.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*
Anzahl	10	10	9	94	100	201	2	27	8

^{* 1.} Halbjahr

STAND DER REGIONALPLANUNG UND FLÄCHENNUTZUNGSPLANUNG

Beim Ausbau der Windenergie ist es wichtig, dass ausreichend Flächen zur Verfügung stehen, auf denen Windenergieanlagen errichtet werden können. Windenergieanlagen sind nach dem Baugesetzbuch im Außenbereich grundsätzlich privilegiert. Auf Ebene der Regionalplanung werden

Flächen ausgewiesen, auf denen die Nutzung der Windenergie Vorrang hat (sogenannte Vorranggebiete). Teilweise befinden sich die Pläne noch in der Aufstellung (siehe Verfahrensstand).

Region	Verfahrensstand	Mögliche Anlagenanzahl ¹⁾	Fläche Vorranggebiet (ha)	Flächenanteil Region (%)	Flächenanteil Land (%)
Heilbronn-Franken	Verbindlich	108-203	1.622	0,34	0,05
Ostwürttemberg	Verbindlich	175	3.252	1,52	0,09
Mittlerer Oberrhein	Verbindlich	40-50	708	0,33	0,02
Südlicher Oberrhein	Verbindlich	60	900	0,22	0,03
Schwarzwald-Baar-Heuberg	Verbindlich	30	450	0,18	0,01
Hochrhein-Bodensee	Verbindlich	33	490	0,18	0,01
Donau-Iller	Verbindlich	99	895	0,31	0,03
Stuttgart	Laufendes Verfahren	165	2.472	0,68	0,07
Rhein-Neckar	Laufendes Verfahren	40-60	1.022	0,42	0,03
Nordschwarzwald	Laufendes Verfahren	156	2.345	1,00	0,07
Bodensee - Oberschwaben	Laufendes Verfahren	46	732	0,21	0,02
Neckar-Alb	Verfahren eingestellt				
Gesamt		952-1.077	14.888		0,42

Stand: Juni 2019

Auf Ebene der Flächennutzungspläne können Planungsträger (Kommunen, Planungsverbände) Konzentrationszonen für die Windkraft darstellen und somit im übrigen Planungsraum eine Ausschlusswirkung für die Zulässigkeit von Windenergieanlagen bewirken.

Die Erstellung von Flächennutzungsplänen hat sich in den vier Regierungsbezirken Baden-Württembergs seit dem Jahr 2013 folgendermaßen entwickelt:

Regierungs- bezirk	Planungsträger mit Aufstellungs- beschluss				ıngsträge tellungsb				Genehmigte FNP
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Freiburg	66	1	2	4	6	1	1	3	15
Karlsruhe	49	1	0	2	1	1	1	1	6
Stuttgart	45	3	7	6	10	2	4	1	31
Tübingen	21	2	1	3	2	1	0	0	6
Summe	181	7	10	15	19	5	6	5	58

Stand: Juni 2019

Von den 412 Wind-Planungsträgern haben daher 181 einen Aufstellungsbeschluss. Seit 2013 wurden insgesamt 58 Flächennutzungspläne genehmigt.

¹⁾ Angaben der Regionalverbände oder Abschätzung aus den Flächenangaben mit 15 ha/WEA.

ENTWICKLUNG DES ZUBAUS VON PHOTOVOLTAIK-DACHANLAGEN UND -FREIFLÄCHENANLAGEN SOWIE MITTLERE NEUANLAGENLEISTUNG

Nach einem starken Anstieg des Photovoltaikzubaus in den Jahren 2009 bis 2012 im Zuge stark sinkender Anlagenpreise ist der Zubau nach mehreren EEG-Novellen bis zum Jahr 2016 erheblich gesunken. In den Jahren 2017 und 2018 war jedoch wieder ein Aufwärtstrend zu verzeichnen. Die mittlere Neuanlagenleistung lag in den vergangenen Jahren im Bereich von 15 bis 20 kW. Zum Stand Ende 2018 waren in Baden-Württemberg rund 5,4 GW Dachanlagen und knapp 0,5 GW Freiflächenanlagen installiert.

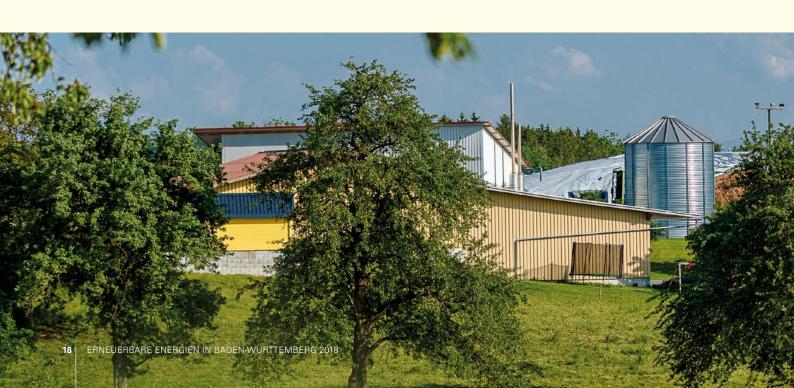


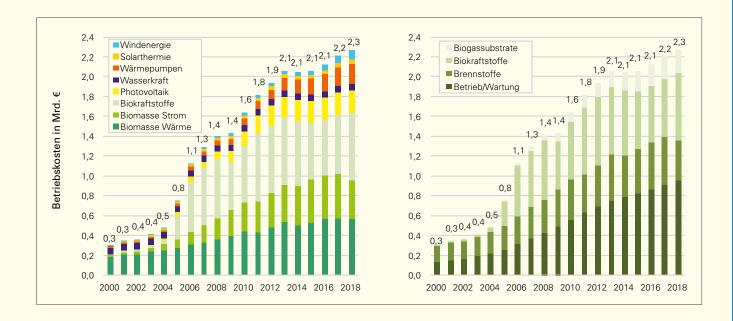


Nach einem Anstieg der Investitionen in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2017 war im Jahr 2018 ein Rückgang auf 1,2 Milliarden Euro zu verzeichnen. Dies ist dem wieder deutlich zurückgegangenen Zubauniveau im Bereich der Windenergieanlagen zuzurechnen, wo gegenüber rund 600 Millionen Euro im Jahr 2017 nur rund 180 Millionen Euro im Jahr 2018 investiert wurden. Weiter gestiegen sind aufgrund der positiven Entwicklung des Zubaus die Investitionen im Photovoltaikbereich auf insgesamt rund 300 Millionen Euro. 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 vergleichs-

weise konstantes Investitionsniveau in der Größenordnung von 500 Millionen Euro pro Jahr zu verzeichnen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 30,5 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

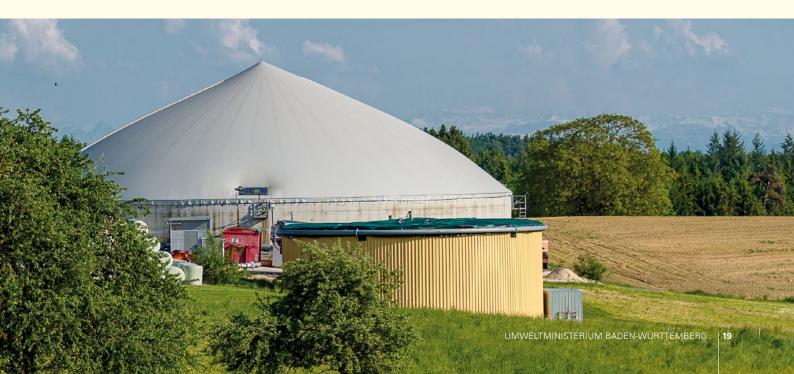
Baden-Württemberg profitiert neben der Herstellung und Installation von Anlagen für den eigenen Markt und für Exporte auch vom Betrieb der Anlagen durch Wartung und Instandhaltung sowie durch die Bereitstellung von Brennstoffen, Biokraftstoffen und Substraten für Biogasanlagen. Der Betrieb des Ende 2018 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 Prozent auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Die restlichen 40 Prozent fallen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung, etc.) der EE-Anlagen an.

Berechnungsstand September 2019. 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 2018 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 eine Mehremission an Luftschadstoffen im Vergleich zur fossilen Wärmebereitstellung gegenüber. Dies betrifft hauptsächlich die Emission von Kohlenmono- xid (CO), flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) sowie Staub aller Partikelgrößen.

Stro	m	Wärn	ne
Vermeidungs- faktor ¹⁾	vermiedene Emissionen	Vermeidungs- faktor ¹⁾	vermiedene Emissionen
[g/MWh _{el}]	[1.000 t]	[g/MWh _{th}]	[1.000 t]
nte Gase			
616.827	10.638	223.328	4.617
781,0	13,5	-121,5	-2,5
-32,6	-0,6	-7,7	-0,2
626.509	10.805	218.276	4.513
ende Gase ²⁾			
137,4	2,4	61,5	1,3
51,2	0,9	-150,3	-3,1
171,2	3,0	-38,4	-0,8
bstanzen			
-574,9	-9,9	-3.733,6	-77,2
-4,9	-0,1	-150,1	-3,1
0,5	0,0	-161,0	-3,3
	Vermeidungs- faktor 11 [g/MWh _{el}] nte Gase 616.827 781,0 -32,6 626.509 ende Gase 21 137,4 51,2 171,2 bstanzen -574,9 -4,9	faktor 1) Emissionen [g/MWh _{el}] [1.000 t] nte Gase 616.827 10.638 781,0 13,5 -32,6 -0,6 626.509 10.805 ende Gase 2) 137,4 2,4 51,2 0,9 171,2 3,0 bstanzen -574,9 -9,9 -4,9 -0,1	Vermeidungs-faktor 1) vermiedene Emissionen Vermeidungs-faktor 1) [g/MWhel] [1.000 t] [g/MWhel] nte Gase 616.827 10.638 223.328 781,0 13,5 -121,5 -32,6 -0,6 -7,7 626.509 10.805 218.276 ende Gase 2) 137,4 2,4 61,5 51,2 0,9 -150,3 171,2 3,0 -38,4 bstanzen -574,9 -9,9 -3.733,6 -4,9 -0,1 -150,1

	Kraftstoffe			
	Vermeidungs- faktor ¹⁾	vermiedene Emissionen		
	[g/MWh]	[1.000 t]		
CO ₂	267.420	1.162		
CO ₂ -Äquivalent	244.006 1.0			

EINSPARUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2018 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Diesel- kraftstoff	Otto- kraftstoff	Mineralöl	Gesamt
			Pri	märenergie [TV	Vh]		
Strom	0,0	24,8	11,1	-	-	0,0	35,9
Wärme	2,6	2,1	12,2	-	-	11,8	28,6
Kraftstoffe	-	-	0,1	1,9	1,0	-	3,0
Gesamt	2,6	26,8	23,4	1,9	1,0	11,8	67,4
			Р	rimärenergie [P.	J]		
Gesamt	9,2	96,5	84,1	6,8	3,7	42,4	242,7
Mengen	0,5	3,5	2.158	189	118	1.169	
Wichgen	Millionen t	Millionen t	Millionen m³	Millionen Liter	Millionen Liter	Millionen Liter	

Die obenstehende Tabelle zeigt die durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg eingesparten fossilen Energieträger. Da in Deutschland fossile Energieträger zu einem hohen Anteil importiert werden müssen, verringert sich durch die Einsparungen auch der Anteil der Energieimporte nach Deutschland beziehungsweise Baden-Württemberg.

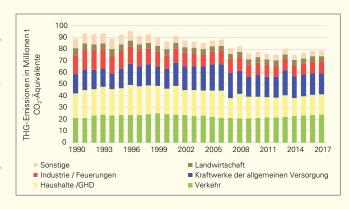
Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren sowie zur Gewichtung der treibhausrelevanten Gase siehe Anhang II.

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sind im Jahr 2017 (Daten für 2018 liegen noch nicht vor) gegenüber dem Vorjahr nur sehr gering um rund 0,9 Millionen Tonnen (+0,1 Prozent) auf 78,7 Millionen Tonnen angewachsen. Eine seit 2010 steigende Tendenz ist im Verkehrssektor zu verzeichnen. Die Emissionen aus Krafwerken der allgemeinen Versorgung sind nahezu gleichgeblieben.

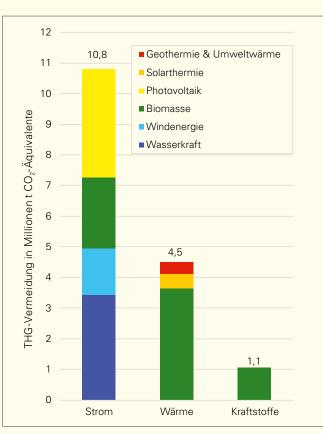
Die energiebedingten Emissionen stehen für 89 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg. Die nicht-energetischen Emissionen stammen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen sowie der Abfall- und Abwasserwirtschaft.



TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2018

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2018 rund 16 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt damit eine Minderung der Treibhausgasemissionen in der Größenordnung von 17 Prozent zu.

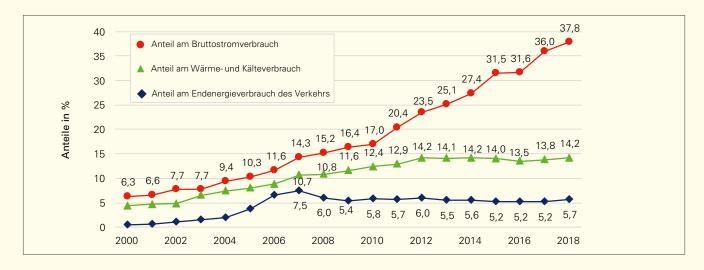
Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen (siehe Anhang II, Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren und eingesparten fossilen Energieträger).



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	755	3.434	31,8
Windenergie	667	1.520	14,1
Photovoltaik	614	3.519	32,6
feste biogene Brennstoffe	689	799	7,4
flüssige biogene Brennstoffe	560	17	0,2
Biogas	359	999	9,2
Klärgas	635	126	1,2
Deponiegas	635	18	0,2
Geothermie	572	0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	759	372	3,4
Summe Strom		10.805	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditione	ell) 149	1.006	22,3
feste biogene Brennstoffe (modern)	267	2.232	49,5
flüssige biogene Brennstoffe	241	7	0,1
Biogas, Deponiegas, Klärgas	157	193	4,3
Solarthermie	248	469	10,4
tiefe Geothermie	288	30	0,7
Umweltwärme	109	366	8,1
biogener Anteil des Abfalls	220	209	4,6
Summe Wärme		4.513	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	243	748	70,5
Bioethanol	249	300	28,3
Pflanzenöl	193	1	0,1
Biomethan	223	12	1,1
Summe Kraftstoffe		1.061	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftsto	ffe	16.379	

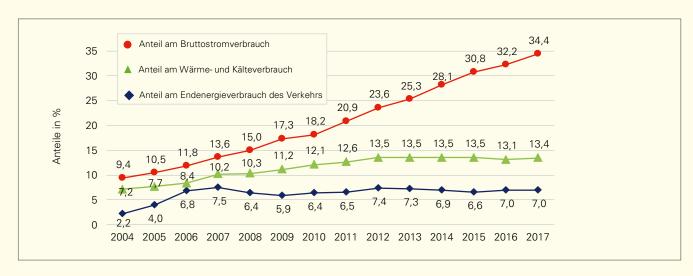
ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



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 2020 ein Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von mindestens 35 Prozent vorgesehen. Das 2020-Ziel wurde bereits 2017 mit einem Anteil von 36 Prozent erfüllt. Bis zum Jahr

2030 soll der Anteil auf 65 Prozent steigen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte stieg von 13,8 Prozent im Jahr 2017 auf 14,2 Prozent im Jahr 2018 an. Damit wurde das Ziel der Bundesregierung, im Jahr 2020 einen Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 14 Prozent zu erzielen, bereits erreicht. Zusammen mit einer weiteren Steigerung der Nutzung von Biokraftstoffen soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch 18 Prozent (Anteil 2018: 16,7 Prozent) betragen.

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 Prozent 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 Prozent erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch vorzuweisen.

Quellen: [3], [23]

STROMEINSPEISUNG UND VERGÜTUNG NACH DEM ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	2017				2018			
	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	437	48	924	32	335	39	794	25
Deponie-, Gruben-, Klärgas	22	1,7	4,5	0,2	20	1,6	5,0	0,2
Biomasse	1.134	237	3.112	447	1.018	214	3.260	432
Geothermie	0,3	0,6	0	0	0,1	0,2	0	0
Windenergie	244	21	1.786	110	205	18	2.344	116
Photovoltaik	4.606	1.627	458	86	4.819	1.686	595	96
Gesamt	6.443	1.936	6.284	676	6.418	1.959	6.999	668

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 Strommengen 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]

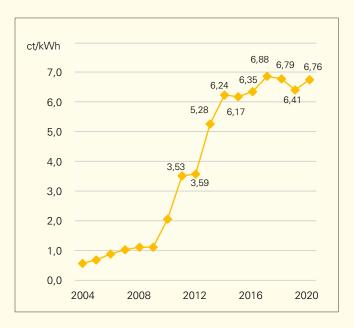
Im Jahr 2018 wurden in Baden-Württemberg rund 6,4 TWh EE-Strom eingespeist und nach dem EEG mit "Festvergütungen" von knapp 2 Milliarden Euro vergütet. Der Anteil an direkt vermarkteten Strommengen steigt weiterhin stetig an und betrug im Jahr 2018 rund 7,0 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,7 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschließlich 12,3 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen). Insgesamt wurde auf Bundesebene im Jahr 2018 42,5 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese wurden mit insgesamt 11,7 Milliarden Euro vergütet. Die Direktvermarktung betrug im Jahr 2018 auf Bundesebene 153 TWh (2017: 145 TWh), wobei 13,9 Milliarden Euro Marktprämien und 115 Millionen Euro Flexibilitätsprämien ausgezahlt wurde.

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- beziehungsweise 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.

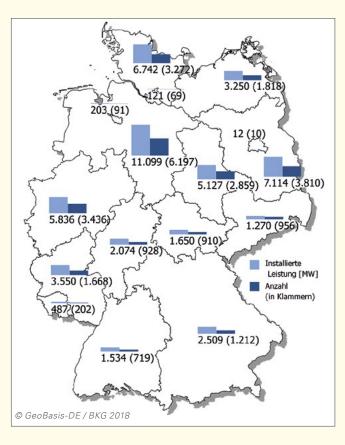
ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

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

Die EEG-Umlage wird im Jahr 2020 6,756 ct/kWh betragen. Sie ist nach einem Rückgang 2019 wieder auf das Niveau der Jahre 2017 und 2018 gestiegen. Einen erheblichen Einfluss auf das Niveau der EEG-Umlage hat der Börsenstrompreis. Der Zubau von Neuanlagen wirkt sich jedoch mit 0,6 Prozent für den erwarteten Zubau nur sehr gering auf die umzulegenden EEG-Differenzkosten aus.



INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2018



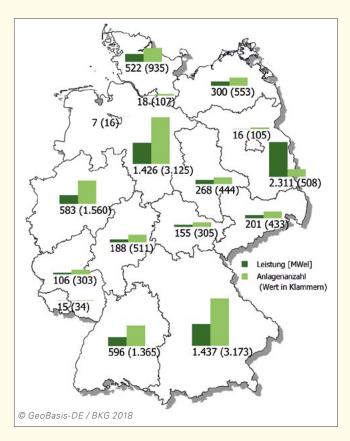
In Deutschland wurden im Jahr 2018 insgesamt rund 640 Windenergieanlagen an Land mit einer Leistung von 2,3 GW errichtet. Knapp ein Sechstel der neu installierten Leistung entfällt auf Repoweringprojekte.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2018 35 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 115 MW installiert, womit der Anlagenbestand auf 1.534 MW wächst.

Auch vor der Küste wächst der Bestand an Windenergieanlagen weiter. So waren Ende 2018 insgesamt 1.307 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 6,4 GW am Netz. Davon entfallen 85 Prozent auf Anlagen in der Nordsee.

Leistungsangaben in MW Stand: Ende 2018 Quellen: [20, 26]

INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN ENDE 2018



Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan beläuft sich Ende 2018 auf rund $6,2~\mathrm{GW_{el}}$, die sich auf rund $13.450~\mathrm{Blockheizkraftwerke}$ verteilen. In Baden-Württemberg sind über $1.360~\mathrm{Biogas\text{-}Blockheizkraftwerke}$ mit einer Leistung von knapp $600~\mathrm{MW_{el}}$ in Betrieb.

Die Stromerzeugungskapazität von Biogasanlagen stieg bundesweit von 5,2 GW_{el} im Jahr 2017 auf 5,6 GW_{el} im Jahr 2018 an. Dies ist zu rund 90 Prozent dem zunehmenden Trend zur so genannten Überbauung der Anlagen zuzuschreiben, die der flexiblen, das heißt bedarfsgerechten Stromerzeugung gemäß § 50b EEG 2017 dient. Dieser Leistungszubau wirkt sich damit nur unwesentlich auf den Umfang der Stromerzeugung aus. Letzterer sank gegenüber dem Vorjahr (29,3 TWh) leicht auf 28,8 TWh ab.

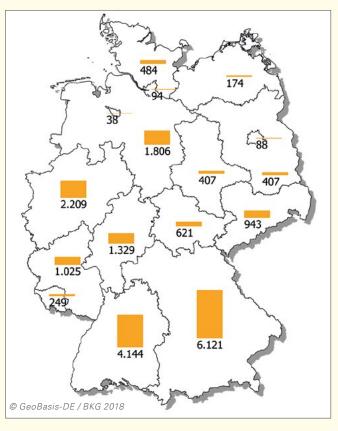
Leistungsangaben in MW_{el}

Stand: Ende 2018

Hinweis: Abweichung zu den Daten im Statistik-Teil dieser Broschüre, da hier neben der Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-BHKW dargestellt sind.

Quellen: [19, 20]

REGIONALE VERTEILUNG DER INSTALLIERTEN KOLLEKTORFLÄCHE VON SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN ENDE 2018

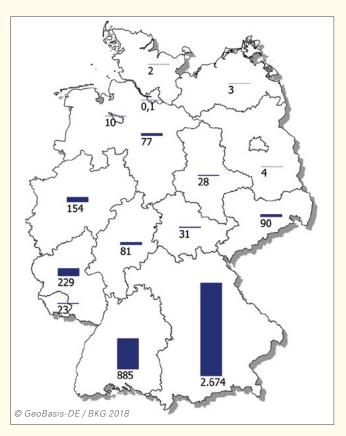


Insgesamt waren in Deutschland zum Ende des Jahres 2018 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von rund 20 Millionen m² installiert. Maßgeblich zum Aufbau des Bestands von Solarwärmeanlagen hat das Marktanreizprogramm beigetragen. Mehr als die Hälfte der Kollektoren sind in den einstrahlungsreichen 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 2018 Quellen: [3, 27]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2018

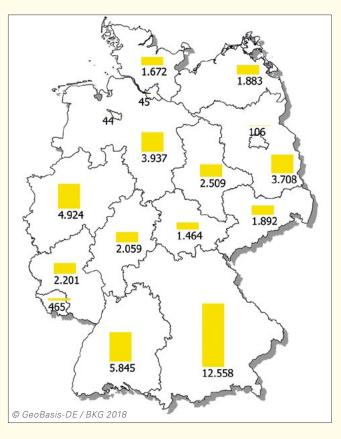


Über 80 Prozent der insgesamt knapp 4.300 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Wegen der günstigen topographischen Gegebenheiten entfallen mehr als drei Viertel des gesamten Potenzials auf diese beiden Bundesländer.

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 2018 Quelle: [25]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2018



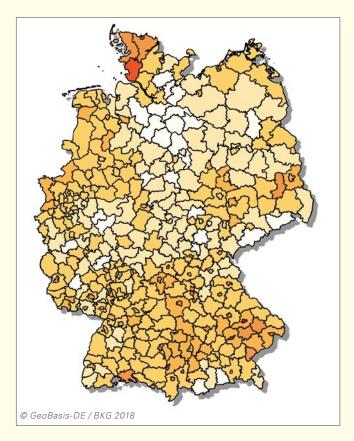
Im Jahr 2018 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt knapp 2,9 GW neu installiert, davon gut 300 MW in Baden-Württemberg. Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber auch in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen.

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.

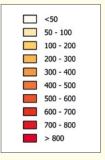
Insgesamt waren bundesweit zum Ende des Jahres 2018 rund 45 GW an Photovoltaik-Leistung installiert.

Angaben in MW Stand: Ende 2018 Quellen: [19–21]

VERTEILUNG DER INSTALLATIONSDICHTE VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND



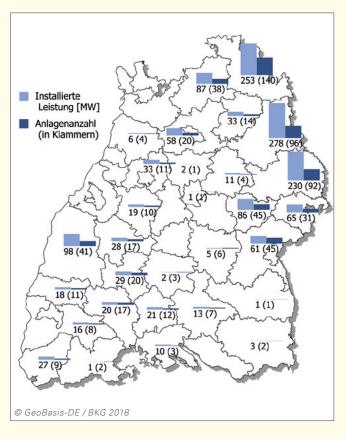
Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Niederbayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg, wo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



Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km² Stand: Ende 2017

Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [24]

REGIONALE VERTEILUNG DER WINDKRAFTANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2018

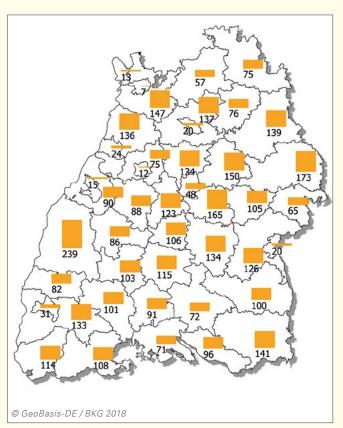


Windenergieanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Nordosten des Bundeslandes installiert. Mehr als die Hälfte der im Land installierten Windenergieleistung entfällt auf den Main-Tauber-Kreis, den Landkreis Schwäbisch Hall und den Ostalbkreis.

Die Planungs- und Realisierungsaktivitäten im Land haben seit 2015 stark zugelegt. So hat sich die installierte Leistung von Windenergieanlagen bis Ende 2018 gegenüber Ende 2014 fast verdreifacht. Dabei hat sich die Zahl der Anlagen aufgrund der größeren Anlagenleistungen nicht einmal verdoppelt.

Ohne Kleinwindanlagen Stand: Ende 2018 Quelle: [28]

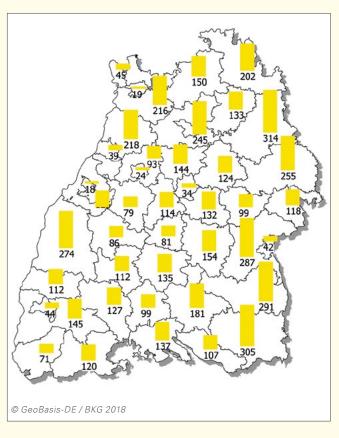
REGIONALE VERTEILUNG DER SOLARTHERMISCHEN KOLLEKTORFLÄCHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2018



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 410 m² Kollektorfläche. Bezogen auf die Einwohnerzahlen sind überdurchschnittlich viele Solarkollektoren in den Landkreisen Rottweil, Freudenstadt, Schwäbisch Hall, Hohenlohekreis, und Waldshut sowie in Tuttlingen 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 2018
Quelle: [27]

REGIONALE VERTEILUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2018



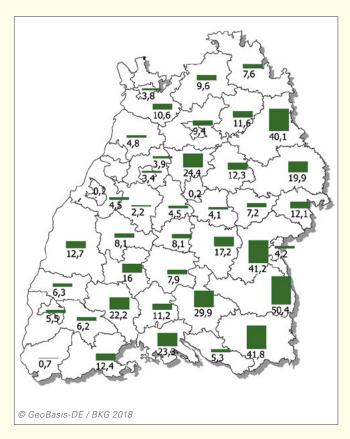
In Baden-Württemberg waren Ende 2018 rund 5,9 GW Photovoltaikleistung installiert. Typischerweise werden in Baden-Württemberg vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe PV-Anlagen gebaut. Solarparks sind nur vereinzelt realisiert worden.

Überdurchschnittlich viel der baden-württembergischen Photovoltaikleistung ist in den Landkreisen Biberach, Schwäbisch Hall und Sigmaringen und im Alb-Donau- und Main-Tauber-Kreis installiert: Dort entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner circa 1,4 bis 1,6 kW.

Angaben in MW Stand: Ende 2018

Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [19-21]

REGIONALE VERTEILUNG DER BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2018



In Baden-Württemberg sind Ende 2018 Biogas- und Biomethananlagen mit einer elektrischen Leistung von knapp 600 MW installiert. Der Schwerpunkt bei der Nutzung von Biogas und Biomethan in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg, Schwäbisch Hall und im Alb-Donau-Kreis.

Die Regelungen des EEG 2014, insbesondere der Wegfall von Einsatzstoffvergütungsklassen, haben zu einem deutlich reduzierten Zubau von Biogasanlagen geführt. Weitere Ausbaupotenziale, jedoch in deutlich geringem Umfang als für Energiepflanzen, bestehen im Bereich der Abfallvergärung.

Stand: Ende 2018 Quellen: [20, 24]

ENERGIEATLAS BADEN-WÜRTTEMBERG



Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) für Daten und Karten zum Thema erneuerbare Energien. Bürgerinnen und 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 für Fachleute der

Energieberatung und Planung sowie für Interessierte 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.





ANHANG I: BERECHNUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

SOLARTHERMIE

Die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solarkollektoren basiert methodisch auf der international gebräuchlichen IEA-Methode [29]. 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 Prozent 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 tiefengeothermischen 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 Wärmegewinnung (Warmwasserbereitung, Heizung) genutzt. Der Wärmeaustrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20°C bezogen [30], die Auslastung wurde mit 6.000 Stunden angesetzt. Die bei einigen Quellen notwendige Antriebsenergie für Pumpen wurde vernachlässigt.

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

tigen 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/Wässer-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 (EnEV)) 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 komplett 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 [31], 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 2017 [32].

	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 Treibhausgas-Minderungsfaktor beträgt für alle erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung in Baden-Württemberg rund 627 g/kWhel (vgl. Seite 20).

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 auch hier 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.

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

EMISSIONSVERMEIDUNGSFAKTOREN UND EINGESPARTE FOSSILE ENERGIETRÄGER FÜR DIE WÄRMEERZEUGUNG

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 1,38 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbarem Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung.

EMISSIONSVERMEIDLINGSFAKTOREN LIND FINGESPARTE FOSSILF ENERGIFTRÄGER FÜR KRAFTSTOFFE

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 beziehungsweise für Pflanzenöl 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 Treibhau Versauerungspote Strom und Wärme	nzial (für
	Kohlendioxid	CO ₂	1	
Treibhausgase	Methan	CH ₄	25	CO2-Äq.
	Distickstoffoxid	N_2O	298	
säurebildende	Schwefeldioxid	SO ₂	1	SO₂-Äq.
Schadstoffe	Stickstoffoxide	NO _x	0,696	30 ₂ -Aq.

Die links gezeigten relativen Treibhausgas- beziehungsweise 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 Prozent. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent 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 Wartungsund Betriebskosten sowie für Biomasseanlagen zusätzlich aus den Kosten für die Brennstoffe beziehungsweise Substrate zusammen.

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 Prozent kommerziell

gehandelt werden. Die restlichen 50 Prozent 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.

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 Dieselkraftstoff 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 Prozent. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent 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
М	Mega	10 ⁶	Million (Mio.)
G	Giga	10 ⁹	Milliarde (Mrd.)
Т	Tera	10 ¹²	Billion (Bill.)
Р	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	Million Tonnen Steinkohleeinheit	29,31	8.141	1	0,70
1 Mio. t RÖE	Million 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/I]
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/m³]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m³]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/I] bzw. [MJ/m³]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	_	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (pro m³)	0,76	12,9	9,8	46,3	35,2
Heizöl EL	0,86	11,5	9,9	41,6	35,7
Biogas (pro m³)	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 Trends. 2. Aktualisierung der Studie. November 2017 Verfügbar unter: http://www.geothermie-zentrum.de/abteilungen/infrastructure-and-applications/projekte/analyse-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] Eigene Berechnungen
- [26] AGEE-STAT

Zeitreihen Erneuerbare Energien. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html

[27] BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA)

Daten zum Marktanreizprogramm

[28] LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW)

Energieatlas BW - Erweitertes Daten- und Kartenangebot. Verfügbar unter: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de

[29] 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

[30] PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R.

Verzeichnis geothermischer Standorte - Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick.

Geothermische Energie 56/57

[31] LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW)

Emissionskataster. Verfügbar unter: http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11163/

[32] UMWELTBUNDESAMT (UBA)

Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017.

01. Oktober 2018. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/

publikationen/2018-10-22_climate-change_23-2018_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2017_fin.pdf



