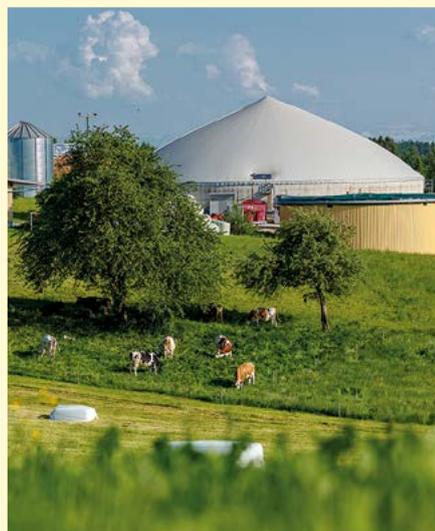


# Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2019



**E!**   
UNSER LAND.  
VOLLER ENERGIE.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

## 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](mailto: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, ZSW Stuttgart  
M. Sc. Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Tobias Kelm  
Dipl. Ing. (FH) Marion Walker  
M. Sc. Anna-Lena Fuchs

## GESTALTUNG

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

## DRUCK

Druckerei PFITZER GmbH & Co. KG, Renningen  
Der Druck ist CO<sub>2</sub>-kompensiert, gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel.



## BILDNACHWEIS TITELBILD

oben v.l.n.r.: Wasserkraftwerk Laufenburg, fototrm12 / stock.adobe.com  
Solarpark Kuchen, Umweltministerium / Björn Hänsler  
Naturstromspeicher Gaildorf, Umweltministerium / Agnes Michenfelder  
unten v.l.n.r.: Solarthermie Römer-/ Fürstehügel, Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH  
Biogasanlage Bioenergiedorf Emmingen, Umweltministerium / Björn Hänsler

## ANMERKUNG

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

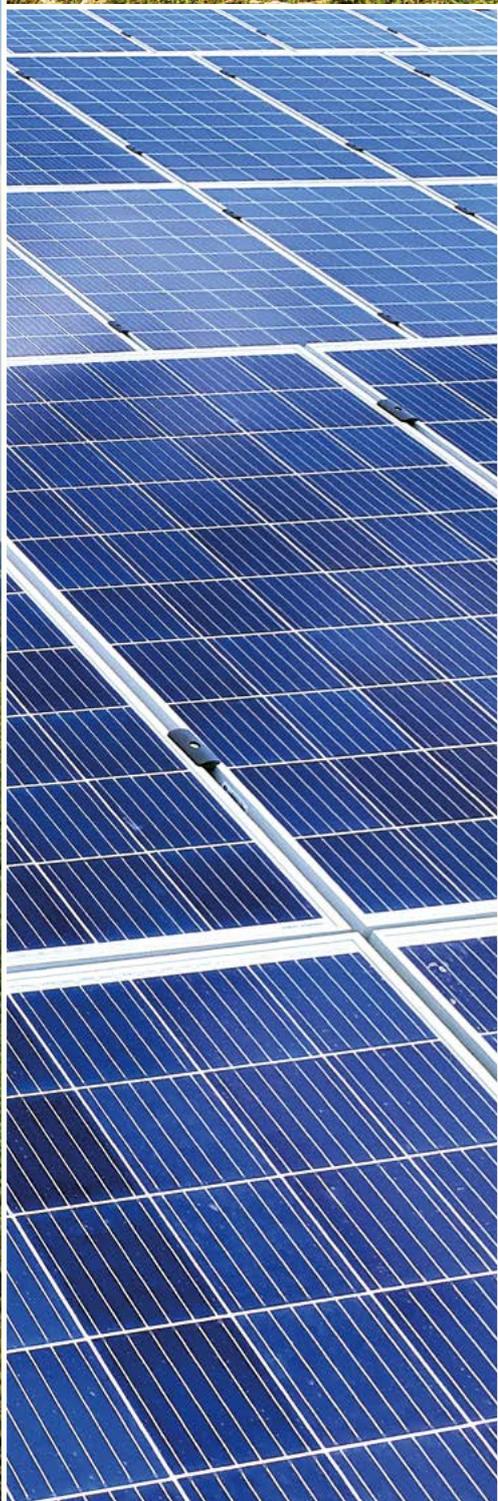
Stand: Oktober 2020

## 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
- 23 Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und Entwicklung der EEG-Umlage
- 24 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



Bilder links: Naturstromspeicher Gaildorf (© Umweltministerium/Agnes Michenfelder);  
rechts: Biogasanlage Stadtwerke Fellbach (© Lothar Knop/Stadtwerke Fellbach), Solaranlage (© Brandmair & Bausch)

## ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2019

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2019 nach ersten Berechnungen um gut 1 Prozent zurückgegangen. Dabei überlagern sich mehrere Einflussfaktoren (vergleiche auch die Erläuterungen unten): Auf der einen Seite der Anstieg des Endenergieverbrauchs, auf der anderen Seite der Einbruch der Stromerzeugung aus Steinkohle, der überwiegend durch den Import von Strom aufgefangen wurde. Die erneuerbaren Energien trugen nach ersten Schätzungen 14,3 Prozent zum Primärenergieverbrauch im Land bei.

[PJ]	2018	2019	
<b>Primärenergieverbrauch</b>	<b>1.419</b>	<b>1.403</b>	<b>-1,1 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	191	200	+4,6 %
davon Kernenergie	226	229	+1,5 %
davon fossile Energieträger	969	927	-4,3 %
davon Stromimport (netto)	33	47	+41,9 %
<b>Anteil der EE am Primärenergieverbrauch</b>	<b>13,5 %</b>	<b>14,3 %</b>	

## ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2019

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2019 ist um gut ein Prozent gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Aufgrund der kühleren Witterung 2019 stieg der Energieverbrauch zur Wärmebereitstellung, verstärkt wurde der Mineralölabsatz durch die Aufstockung der Vorräte. Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes lag der Kraftstoffverbrauch auf dem Vorjahresniveau. Aufgrund des leichten Rückgangs der Bruttowertschöpfung im produzierenden Gewerbe muss von einem Verbrauchsrückgang in der Industrie ausgegangen werden. Da die Erzeugung aus erneuerbaren Energien vergleichsweise stark gestiegen ist, steigt der Anteil am Endenergieverbrauch auf 15,2 Prozent.

[TWh]	2018	2019	
<b>Endenergieverbrauch</b>	<b>289</b>	<b>292</b>	<b>+1,3 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	42,2	44,4	+5,1 %
davon fossil/Kernkraft/Stromimport (netto)	246	248	+0,7 %
<b>Anteil der EE am Endenergieverbrauch</b>	<b>14,6 %</b>	<b>15,2 %</b>	

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist um gut 7 Prozent auf knapp 58 TWh gesunken und erreicht damit ein vergleichbar niedriges Niveau wie bereits im Jahr 2012. Hintergrund des starken Rückgangs gegenüber dem Vorjahr ist der Einbruch der Stromerzeugung aus Steinkohle um über 30 Prozent. Gleichzeitig ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien deutlich gestiegen (siehe rechts). Die rückläufige kohlebasierte Stromerzeugung geht mit einem sinkenden Kraftwerkseigenverbrauch einher, der zusammen mit dem geringeren Energieverbrauch in der Industrie nach ersten Schätzungen zu einem Rückgang des Stromverbrauchs auf knapp 71 TWh führt. In der Folge ist der Stromimportsaldo um mehr als 40 Prozent auf 13 TWh gestiegen.

[TWh]	2018	2019	
<b>Bruttostromerzeugung <sup>1)</sup></b>	<b>62,3</b>	<b>57,7</b>	<b>-7,4 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	17,0	18,2	+7,2 %
davon Kernenergie	20,7	21,0	+1,5 %
davon fossile Energieträger und Sonstige	24,6	18,5	-24,9 %
Stromimport (Saldo / auch EE <sup>1)</sup> )	9,2	13,0	+41,9 %
<b>Bruttostromverbrauch</b>	<b>71,4</b>	<b>70,6</b>	<b>-1,1 %</b>
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	27,2 %	31,5 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	23,7 %	25,7 %	

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.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist nach ersten Schätzungen um 1,2 TWh gewachsen. Nach einem unterdurchschnittlichen Wasserjahr 2018 ist die Stromerzeugung aus Wasserkraft 2019 wieder deutlich gestiegen. Die Stromerzeugung aus Biomasse lag auf nahezu unverändertem Niveau. Zuwächse weist die Stromerzeugung aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen auf. Die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen stieg insgesamt um rund eine halbe TWh. Hintergrund sind ein windreiches Jahr sowie das erste vollständige Betriebsjahr der Neuinstallationen aus 2018. Allerdings ist der Zubau von Windenergieanlagen 2019 stark eingebrochen. Nach einem Bruttozubau von 115 MW beziehungsweise 35 Anlagen im Jahr 2018 wurden 2019 lediglich 5 Neuanlagen mit insgesamt 17 MW errichtet. Dagegen ist der Zubau von Photovoltaikanlagen weiter stark gewachsen und erreichte 425 MW in 2019. Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2019 einen Beitrag von 18,2 TWh beziehungsweise 31,5 Prozent zur Stromerzeugung. Da der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg wesentlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, fällt der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch mit 25,7 Prozent deutlich geringer aus. Die im Vergleich zum Vorjahr insgesamt kühlere Witterung führt zu einem Anstieg des Energieverbrauchs zur Wärmeerzeugung. Dies schließt auch die Wärmeerzeugung aus Biomasseheizungen ein. Die erneuerbaren Energien erreichen 2019 einen Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung von rund 16 Prozent.

[TWh]	2018	2019	
<b>Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung<sup>1)</sup></b>	<b>134</b>	<b>138</b>	<b>+3,1 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	20,9	22,0	+4,9 %
davon fossil	113	116	+2,8 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	15,7 %	15,9 %	
<b>Endenergieverbrauch Kraftstoffe<sup>1)</sup></b>	<b>91,7</b>	<b>91,7</b>	<b>0,0 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	4,3	4,3	-2,2 %
davon fossil	87,4	87,5	+0,1 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	4,7 %	4,6 %	

1) Ohne Strom

Der Kraftstoffverbrauch im Jahr 2019 lag nach ersten Schätzungen auf dem Vorjahresniveau, während die Nutzung von Biokraftstoffen auf niedrigem Niveau knapp 2 Prozent rückläufig war. Damit sinkt der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor auf 4,6 Prozent.



Bild: Windkraftanlage (© Umweltministerium/Dr. Sigmund Heller)

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2020; 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

# BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

## ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2019

	Endenergie	Primär-energie-äquivalent <sup>1)</sup> nach Wirkungsgradmethode	Anteil am Endenergieverbrauch		Anteil am PEV nach Wirkungsgradmethode <sup>1)</sup>
			[GWh]	[PJ]	
<b>Stromerzeugung</b>			<b>Anteil am Bruttostromverbrauch<sup>2)</sup></b>	<b>Anteil an der Bruttostromerzeugung<sup>3)</sup></b>	
Wasserkraft <sup>4)</sup>	4.720	17,0	6,7	8,2	1,2
Windenergie	3.080	11,1	4,4	5,3	0,8
Photovoltaik	5.600	20,2	7,9	9,7	1,4
feste biogene Brennstoffe	1.155	11,8	1,6	2,0	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	34	0,4	0,05	0,06	0,03
Biogas	2.876	28,9	4,1	5,0	2,1
Klärgas	192	1,4	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	23	0,4	0,03	0,04	0,03
Geothermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	490	5,4	0,7	0,8	0,4
<b>Gesamt</b>	<b>18.171</b>	<b>96,6</b>	<b>25,7</b>	<b>31,5</b>	<b>6,9</b>
<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme<sup>6)</sup></b>		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>7)</sup>	7.193	25,9	5,2		1,8
feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>8)</sup>	8.883	34,6	6,4		2,5
flüssige biogene Brennstoffe	29	0,2	0,02		0,01
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.460	6,5	1,1		0,5
Solarthermie	1.719	6,2	1,2		0,4
tiefe Geothermie	105	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme <sup>9)</sup>	1.627	9,2	1,2		0,7
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	951	5,2	0,7		0,4
<b>Gesamt</b>	<b>21.966</b>	<b>88,2</b>	<b>15,9</b>		<b>6,3</b>
<b>Kraftstoffe</b>			<b>Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs<sup>10)</sup></b>		
Biodiesel	3.017	10,9	3,3		0,8
Bioethanol	1.143	4,1	1,2		0,3
Pflanzenöl	1	0,00	0,001		0,000
Biomethan	90	0,3	0,1		0,02
<b>Gesamt</b>	<b>4.251</b>	<b>15,3</b>	<b>4,6</b>		<b>1,1</b>
<b>Energiebereitstellung aus EE</b>			<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch<sup>11)</sup></b>		
<b>Gesamt</b>	<b>44.388</b>	<b>200,1</b>	<b>15,2</b>		<b>14,3</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2020; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

- 1) Bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch von 1.403 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 70,6 TWh
- 3) Bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung von 57,7 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 137,9 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 91,7 TWh (ohne Strom)
- 11) Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch von 292 TWh

Quellen: [1] – [25] und Ausgaben der Vorjahre

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	Wasserkraft <sup>1)</sup>		Windenergie		Photovoltaik <sup>2)</sup>		Biomasse									Geothermie	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	Biomasse Gesamt	davon feste biogene Brennstoffe	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biogas <sup>3)</sup>	davon biogener Anteil des Abfalls <sup>4)</sup>	davon Klärgas	davon Deponiegas	[GWh]			
2000	5.628	768	53	62	5	9	805	320	58	0	37	7	203	85	160	0,0	6.491
2001	5.750	772	92	114	19	38	860	354	66	1	56	11	205	91	152	0,0	6.721
2002	5.769	776	193	175	33	71	934	398	75	1	80	13	218	97	139	0,0	6.929
2003	3.917	775	234	208	79	123	982	474	104	3	107	17	201	100	97	0,0	5.212
2004	4.426	775	306	254	134	256	1.342	719	153	14	154	27	213	110	131	0,0	6.209
2005	4.910	775	312	275	272	452	1.802	938	158	51	282	54	291	111	128	0,0	7.296
2006	5.186	775	395	296	465	646	2.249	956	161	172	526	96	386	118	90	0,0	8.295
2007	5.261	775	586	406	668	911	2.706	991	162	259	757	127	479	126	94	0,0	9.221
2008	4.691	777	614	418	951	1.268	2.877	987	168	208	992	140	481	133	76	0,0	9.133
2009	4.471	777	545	453	1.370	1.888	3.301	1.096	181	294	1.265	162	458	136	53	0,0	9.687
2010	5.132	832	541	462	2.085	3.009	3.322	1.094	179	217	1.462	234	359	140	49	0,1	11.081
2011	4.404	837	589	479	3.320	3.864	3.624	973	188	62	1.909	303	489	147	45	0,0	11.937
2012	4.945	842	666	505	4.048	4.419	3.922	1.133	194	37	2.155	311	404	152	41	0,5	13.582
2013	5.616	866	667	535	4.108	4.757	4.108	1.100	197	35	2.327	328	453	154	39	1,2	14.501
2014	4.803	871	679	551	4.797	5.013	4.346	1.118	197	33	2.525	398	469	164	37	0,6	14.625
2015	4.300	876	831	697	5.090	5.196	4.663	1.161	200	57	2.774	408	464	171	35	0,0	14.884
2016	4.850	881	1.235	1.032	5.002	5.340	4.676	1.143	200	50	2.780	429	491	178	34	0,3	15.763
2017	4.396	883	1.982	1.420	5.210	5.544	4.725	1.151	200	31	2.831	452	493	188	32	0,3	16.314
2018	4.168	885	2.581	1.533	5.453	5.845	4.750	1.149	200	35	2.855	501	490	191	30	0,0	16.952
2019	4.720	887	3.080	1.550	5.600	6.270	4.771	1.155	202	34	2.876	529	490	192	23	0,0	18.171

Entwicklung der Energiebereitstellung



Bild: Solarthermie Römer-/ Fürstenhügel in Ludwigsburg-Kornwestheim (© Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH)

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

	Biomasse						Solarthermie <sup>7)</sup>		tiefe Geothermie	Umweltwärme <sup>8)</sup>	Summe Wärmeerzeugung	Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Biomethan	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergiebereitstellung
	Biomasse Gesamt	davon feste biogene Brennstoffe (Einzelfeuerstätten) <sup>5)</sup>	davon feste biogene Brennstoffe (Zentralheizungen, Heizkraftwerke) <sup>6)</sup>	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biogas, Deponiegas, Klärgas	davon biogener Anteil des Abfalls <sup>4)</sup>											
<b>2000</b>	10.692	6.806	2.829	0	135	922	476	1.427	k.A.	25	<b>11.193</b>	148	0	10	0	<b>157</b>	<b>17.842</b>
<b>2001</b>	11.778	7.472	3.203	0	163	939	537	1.614	k.A.	30	<b>12.344</b>	183	0	11	0	<b>193</b>	<b>19.258</b>
<b>2002</b>	11.434	6.986	3.303	0	190	955	590	1.734	k.A.	37	<b>12.062</b>	251	0	11	0	<b>262</b>	<b>19.252</b>
<b>2003</b>	12.282	7.453	3.803	0	199	827	727	1.874	64	45	<b>13.119</b>	376	0	3	0	<b>379</b>	<b>18.710</b>
<b>2004</b>	12.626	7.524	4.188	2	213	699	709	2.011	64	54	<b>13.453</b>	536	26	7	0	<b>569</b>	<b>20.231</b>
<b>2005</b>	13.286	7.690	4.601	28	231	736	760	2.188	64	65	<b>14.174</b>	2.374	238	245	0	<b>2.856</b>	<b>24.326</b>
<b>2006</b>	13.359	7.324	4.833	108	321	774	840	2.443	76	80	<b>14.355</b>	3.905	533	1.003	0	<b>5.441</b>	<b>28.091</b>
<b>2007</b>	13.320	6.843	5.063	166	348	900	942	2.618	76	167	<b>14.505</b>	4.324	459	1.138	0	<b>5.920</b>	<b>29.647</b>
<b>2008</b>	14.531	7.297	5.616	166	491	960	951	2.957	76	196	<b>15.754</b>	3.587	645	558	1	<b>4.790</b>	<b>29.677</b>
<b>2009</b>	15.629	7.324	6.393	258	712	943	1.107	3.253	88	261	<b>17.085</b>	3.233	934	135	2	<b>4.304</b>	<b>31.076</b>
<b>2010</b>	17.185	8.126	7.278	221	822	739	1.158	3.458	95	300	<b>18.738</b>	3.296	1.173	78	10	<b>4.557</b>	<b>34.376</b>
<b>2011</b>	15.532	6.969	6.799	68	968	727	1.400	3.679	102	342	<b>17.376</b>	3.222	1.237	24	12	<b>4.496</b>	<b>33.809</b>
<b>2012</b>	17.054	7.471	7.599	39	1.012	932	1.443	3.878	105	381	<b>18.982</b>	3.313	1.233	32	45	<b>4.624</b>	<b>37.188</b>
<b>2013</b>	18.187	7.999	8.261	32	1.168	727	1.385	4.041	105	424	<b>20.101</b>	2.950	1.189	0	65	<b>4.204</b>	<b>38.805</b>
<b>2014</b>	16.248	6.646	7.577	31	1.293	700	1.542	4.172	105	538	<b>18.433</b>	3.165	1.258	7	61	<b>4.491</b>	<b>37.550</b>
<b>2015</b>	17.575	7.101	8.131	45	1.408	891	1.649	4.285	105	666	<b>19.995</b>	2.771	1.145	1	47	<b>3.964</b>	<b>38.843</b>
<b>2016</b>	18.660	7.560	8.681	45	1.420	953	1.518	4.355	105	1.231	<b>21.514</b>	2.849	1.176	4	52	<b>4.081</b>	<b>41.358</b>
<b>2017</b>	18.553	7.395	8.726	28	1.448	956	1.704	4.394	105	1.357	<b>21.719</b>	2.930	1.164	4	61	<b>4.158</b>	<b>42.191</b>
<b>2018</b>	17.578	6.764	8.369	31	1.462	951	1.776	4.419	105	1.489	<b>20.948</b>	3.088	1.202	1	54	<b>4.345</b>	<b>42.245</b>
<b>2019</b>	18.516	7.193	8.883	29	1.460	951	1.719	4.420	105	1.627	<b>21.966</b>	3.017	1.143	1	90	<b>4.251</b>	<b>44.388</b>

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 2020; 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 (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. Ohne Leistungsangaben von Biomethan-BHKW. Im Jahr 2019 waren Biomethan-BHKW mit einer Leistung von rund 96 MW<sub>el</sub> 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 kWth/m<sup>2</sup> 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-/Gaseinsatzes 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**

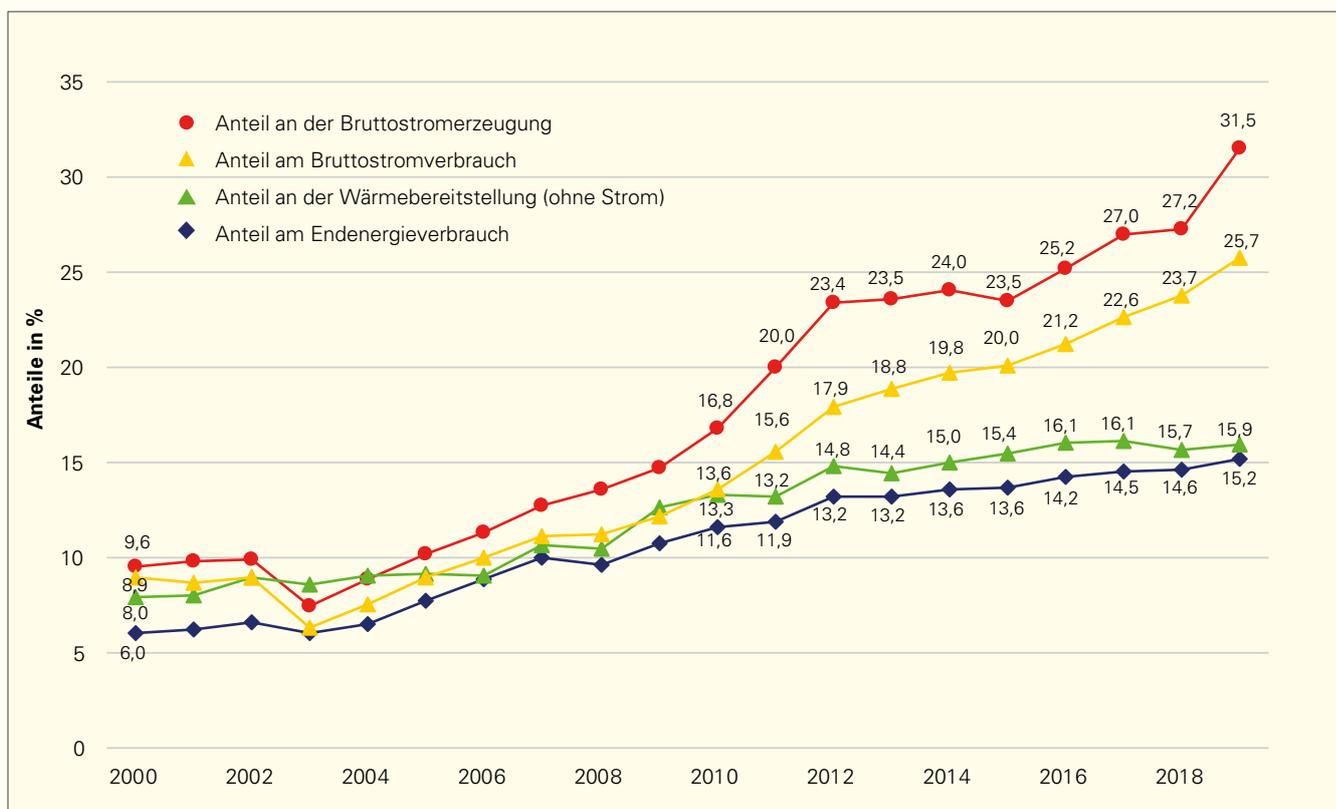
	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Anteil am Endenergieverbrauch</b>	[%]														
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	9,9	8,9	11,3	13,6	16,8	20,0	23,4	23,5	24,0	23,5	25,2	27,0	27,2	31,5
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	9,0	7,5	10,0	11,2	13,6	15,6	17,9	18,8	19,8	20,0	21,2	22,6	23,7	25,7
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	8,9	9,0	9,1	10,5	13,3	13,2	14,8	14,4	15,0	15,4	16,1	16,1	15,7	15,9
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	4,7	4,6
<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch</b>	<b>6,0</b>	<b>6,6</b>	<b>6,5</b>	<b>8,8</b>	<b>9,7</b>	<b>11,6</b>	<b>11,9</b>	<b>13,2</b>	<b>13,2</b>	<b>13,6</b>	<b>13,6</b>	<b>14,2</b>	<b>14,5</b>	<b>14,6</b>	<b>15,2</b>
<b>Anteil am Primärenergieverbrauch</b>	[%]														
Stromerzeugung	1,8	2,0	2,0	2,8	3,4	4,0	4,8	5,4	5,5	6,0	5,9	6,0	6,3	6,5	6,9
Wärmebereitstellung	2,3	2,5	2,8	2,9	3,5	4,2	4,5	5,5	5,6	5,5	5,7	5,9	6,1	5,9	6,3
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	1,1
<b>Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch</b>	<b>4,1</b>	<b>4,5</b>	<b>4,9</b>	<b>6,9</b>	<b>8,0</b>	<b>9,2</b>	<b>10,3</b>	<b>12,1</b>	<b>12,2</b>	<b>12,6</b>	<b>12,7</b>	<b>12,9</b>	<b>13,4</b>	<b>13,5</b>	<b>14,3</b>

Alle Angaben vorläufig; Stand September 2020; 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 Baden-

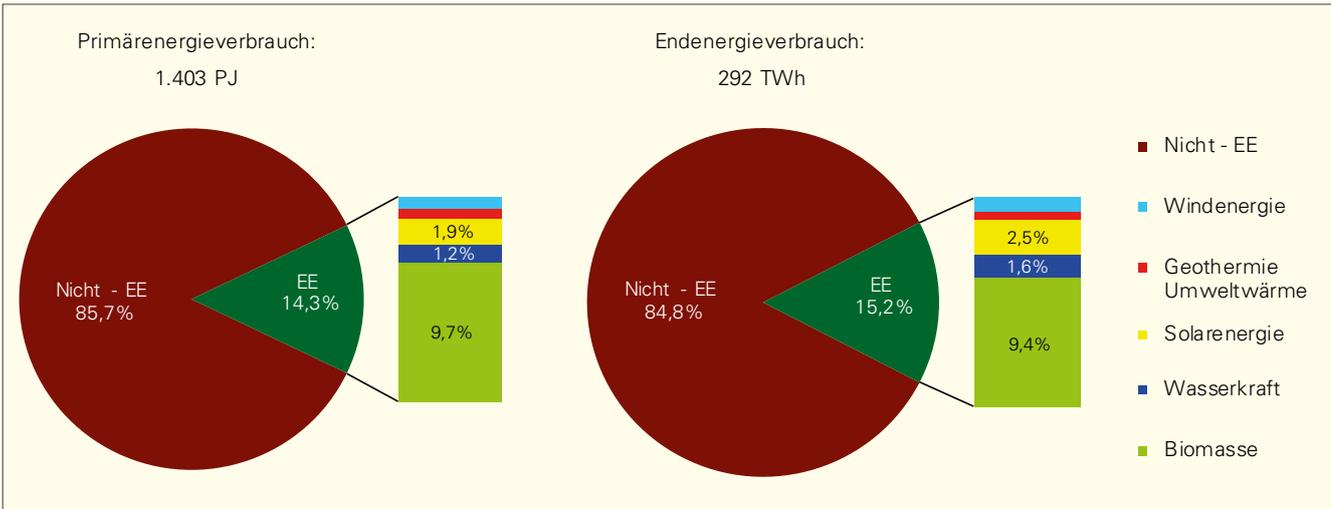
Württemberg bereitgestellt wird, muss auf den Bruttostromverbrauch, der zuletzt bei 70,6 TWh lag, Bezug genommen werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg belief sich im Jahr 2019 auf 25,7 Prozent.

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



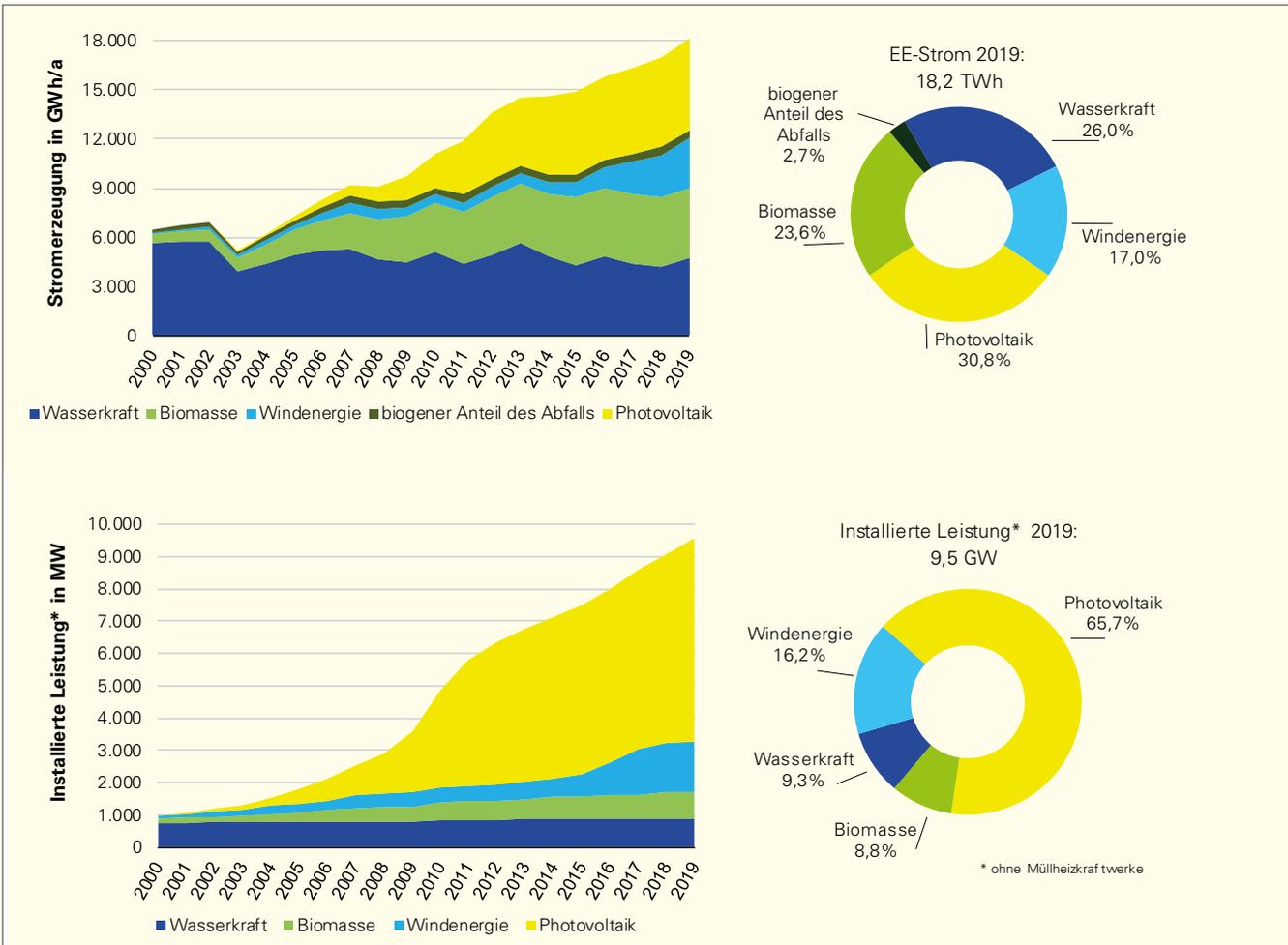
Alle Angaben vorläufig; Stand September 2020; Quellen: siehe Seite 7

**STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2019**



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2020

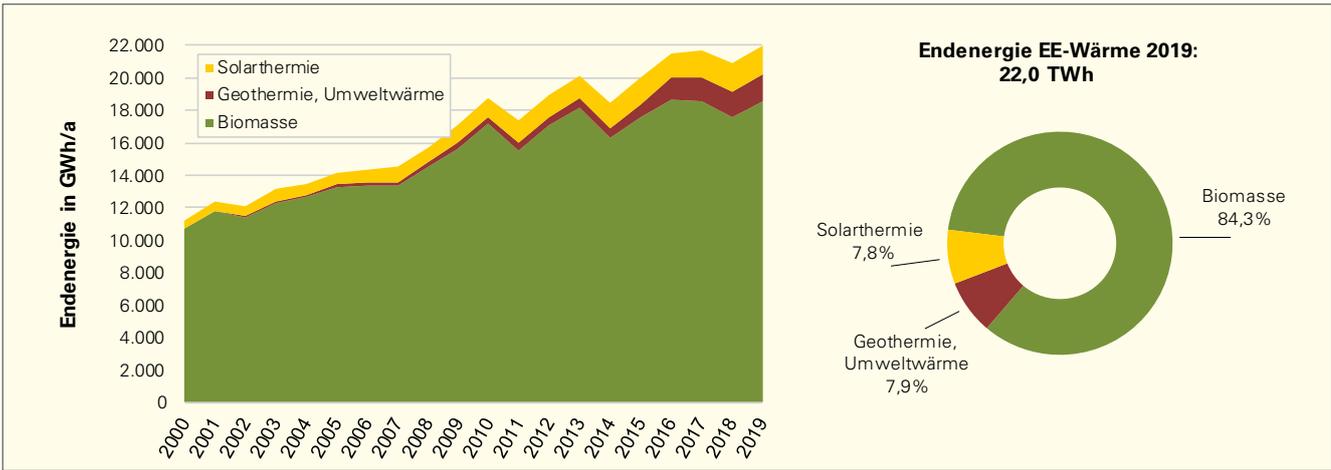
**ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN UND DER INSTALLIERTEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG**



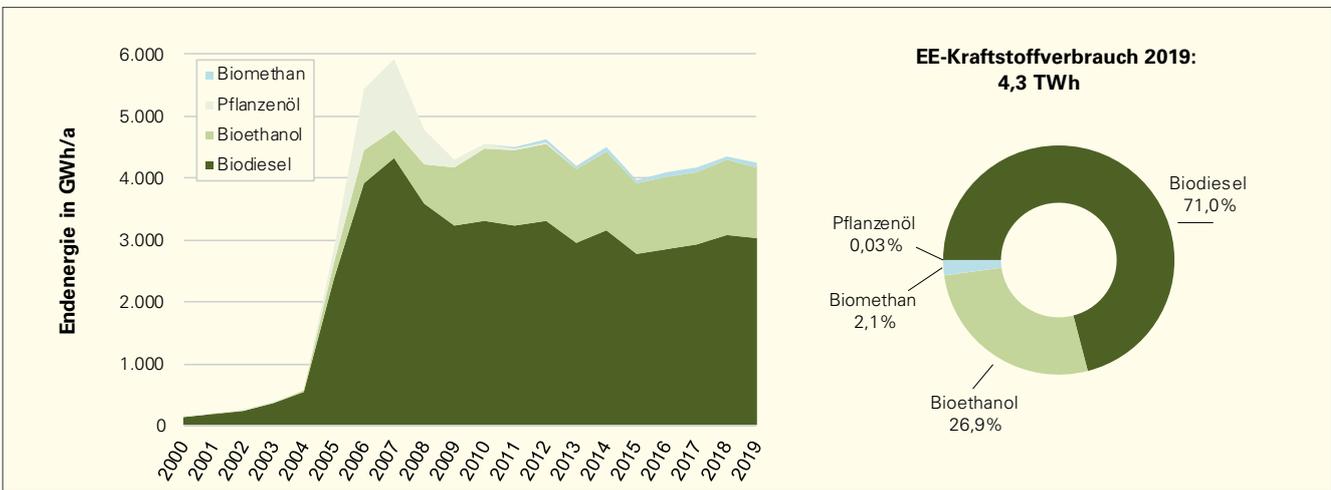
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2020



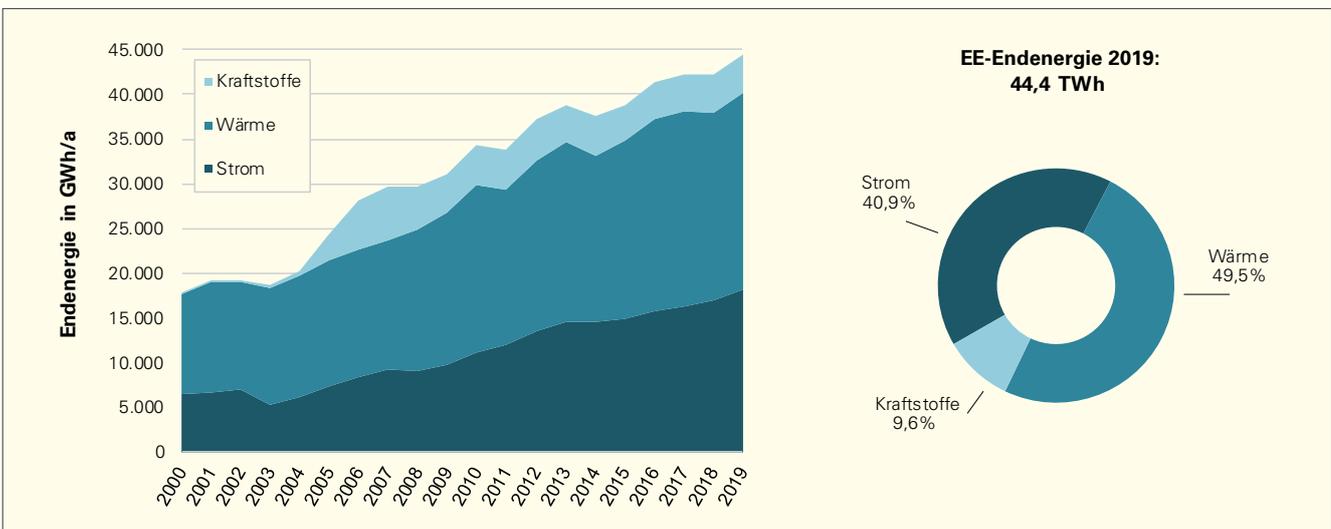
**ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG**



**ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG**



**ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG**

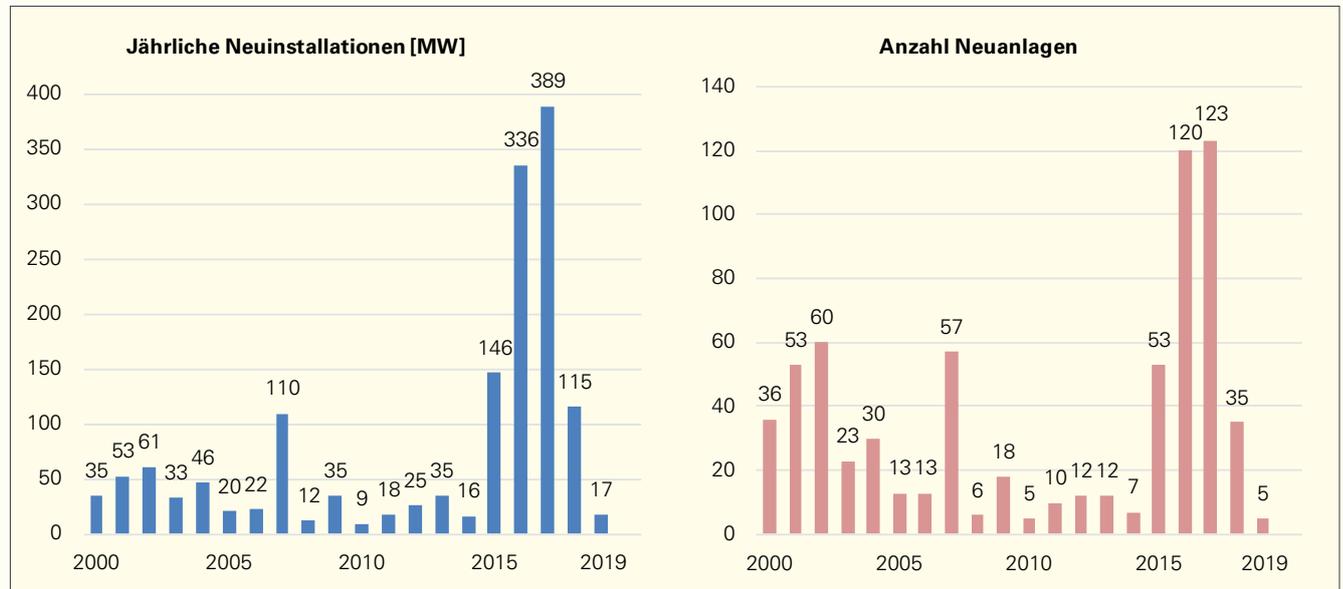


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2020

## 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 in den Jahren 2018 und 2019 jeweils erheblich zurückgegangen. Dies ist primär auf die Einführung von Ausschreibungen und

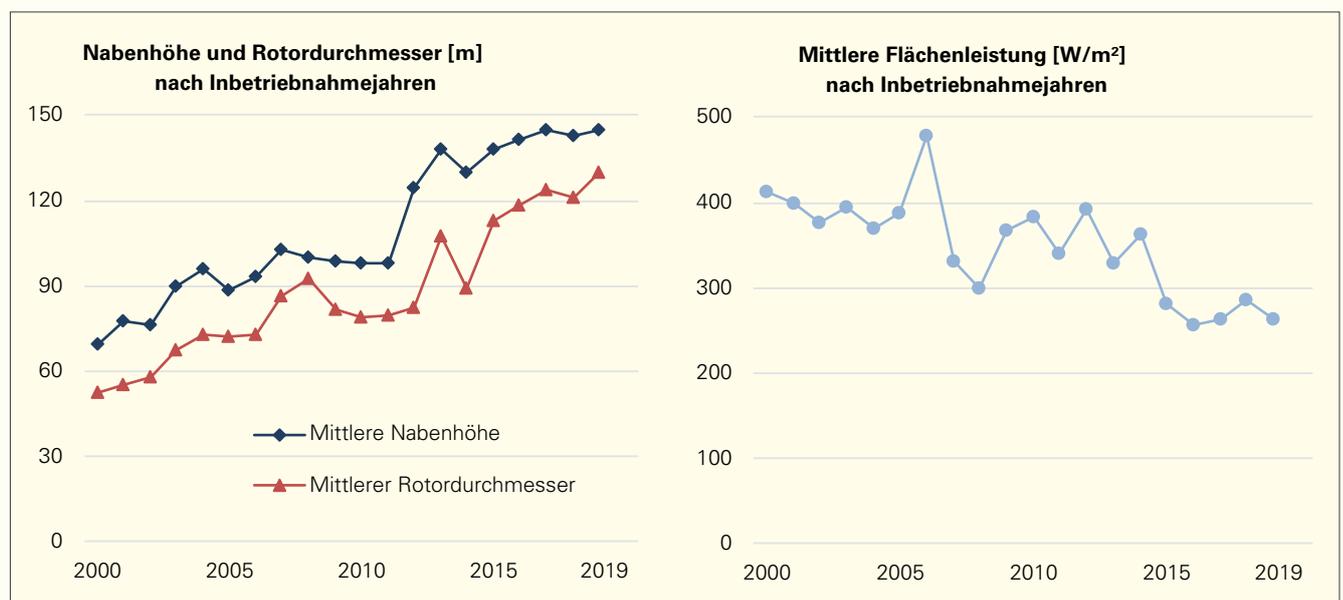
auf die schwache Genehmigungssituation zurückzuführen. Die mittlere Leistung von Neuanlagen ist stark gestiegen. In den Jahren vor 2012 wiesen Neuanlagen im Mittel 1 bis 2 MW auf, während heutige Neuanlagen in Baden-Württemberg bei rund 3,5 MW liegen.



## 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 grö-

ßeren Rotordurchmesser auf. Der Trend zu auf das Binnenland optimierten Anlagen zeigt sich ebenfalls in der tendenziell sinkenden Flächenleistung (installierte Leistung zu überstrichener Rotorfläche) von Neuanlagen.



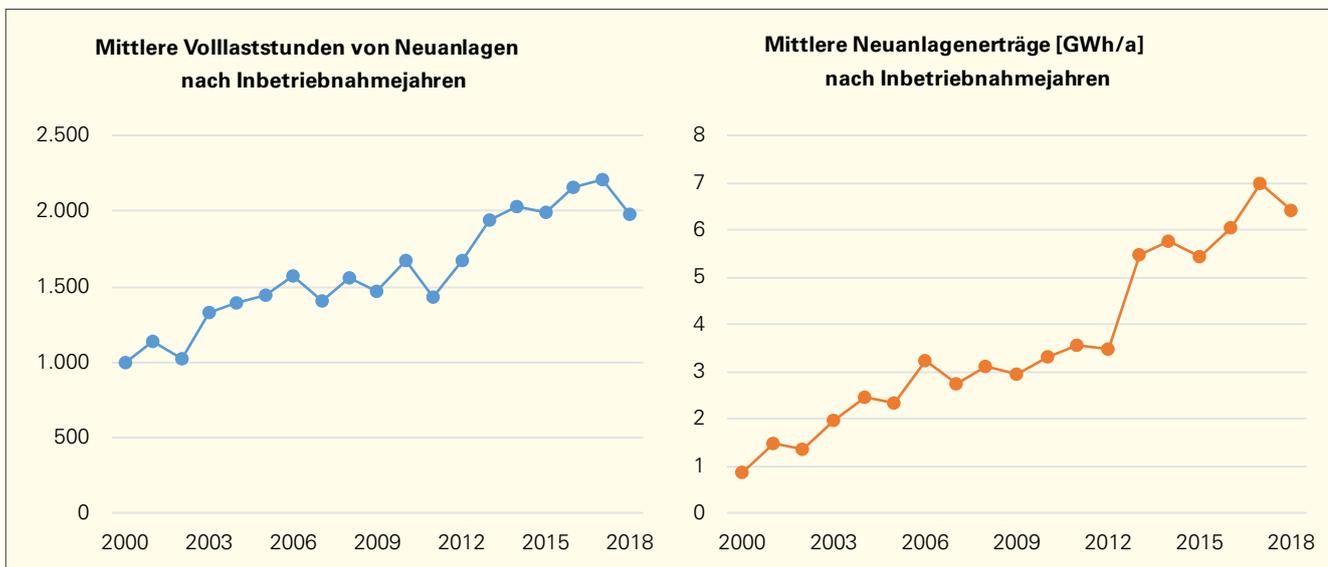
Quelle: Auswertung LUBW-Daten [26]; Datenstand Januar 2020

## VOLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN

(BETRIEBSJAHR 2019)

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 in der Größenordnung von 6 bis 7 GWh Strom pro Neuanlage und Jahr.



Quelle: Auswertung EEG-Daten [19]; das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2018 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 Windenergieanlagen 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 und befinden sich weiterhin auf niedrigem Niveau.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
Anzahl	10	10	9	94	100	201	2	27	15	6

\* 1. Halbjahr

## STAND DER REGIONALPLANUNG UND FLÄCHENNUTZUNGSPLANUNG

Beim Ausbau der Windenergie ist es wichtig, dass ausreichend Standorte und Flächen zur Verfügung stehen, auf denen Windenergieanlagen errichtet werden können. Windenergieanlagen sind nach dem Baugesetzbuch im Außenbereich grundsätzlich privi-

legiert. Auf Ebene der Regionalplanung werden Standorte festgelegt, bei denen die Nutzung der Windenergie Vorrang hat (sogenannte Vorranggebiete). Teilweise befinden sich die Pläne noch in der Aufstellung (siehe Verfahrensstand).

Region	Verfahrensstand	Mögliche Anlagenanzahl <sup>1)</sup>	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	48–53	516	0,21	0,01
Nordschwarzwald	Laufendes Verfahren	-	-	-	-
Bodensee-Oberschwaben	Laufendes Verfahren	46	732	0,21	0,02
Neckar-Alb	Verfahren eingestellt				
<b>Gesamt</b>		<b>804–914</b>	<b>12.037</b>		<b>0,34</b>

Stand: Juni 2020

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:

RP	Planungsträger mit Aufstellungsbeschluss	Planungsträger mit Feststellungsbeschluss								Genehmigte FNP
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Freiburg	66	1	2	4	6	1	2	2	0	17
Karlsruhe	49	1	0	2	1	1	1	1	0	6
Stuttgart	42	3	7	6	10	2	4	2	1	32
Tübingen	21	2	1	3	2	1	0	0	0	6
<b>Summe</b>	<b>178</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>61</b>

Stand: Juni 2020

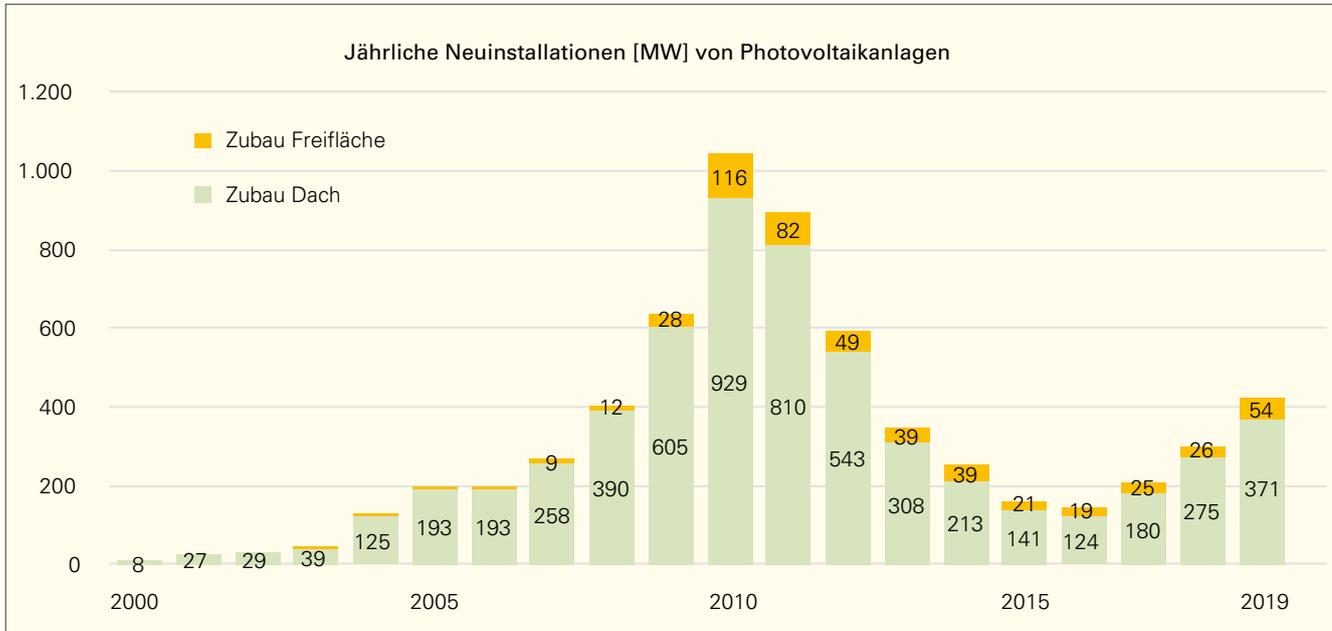
Von den 412 Wind-Planungsträgern haben 178 einen Aufstellungsbeschluss. Seit 2013 wurden insgesamt 61 Flächennutzungspläne genehmigt.

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 Photovoltaikzubaues in den Jahren 2009 bis 2012 im Zuge stark sinkender Anlagenpreise ist der Zubau nach mehreren EEG-Novellen bis zum Jahr 2016 erheblich gesunken. Seit 2017 ist jedoch wieder ein stetiger Aufwärtstrend zu verzeichnen. Die mittlere

Neuanlagenleistung lag in den vergangenen Jahren in der Größenordnung von 15 bis 20 kW. Zum Stand Ende 2019 waren in Baden-Württemberg rund 5,8 GW Dachanlagen und 0,5 GW Freiflächenanlagen installiert.

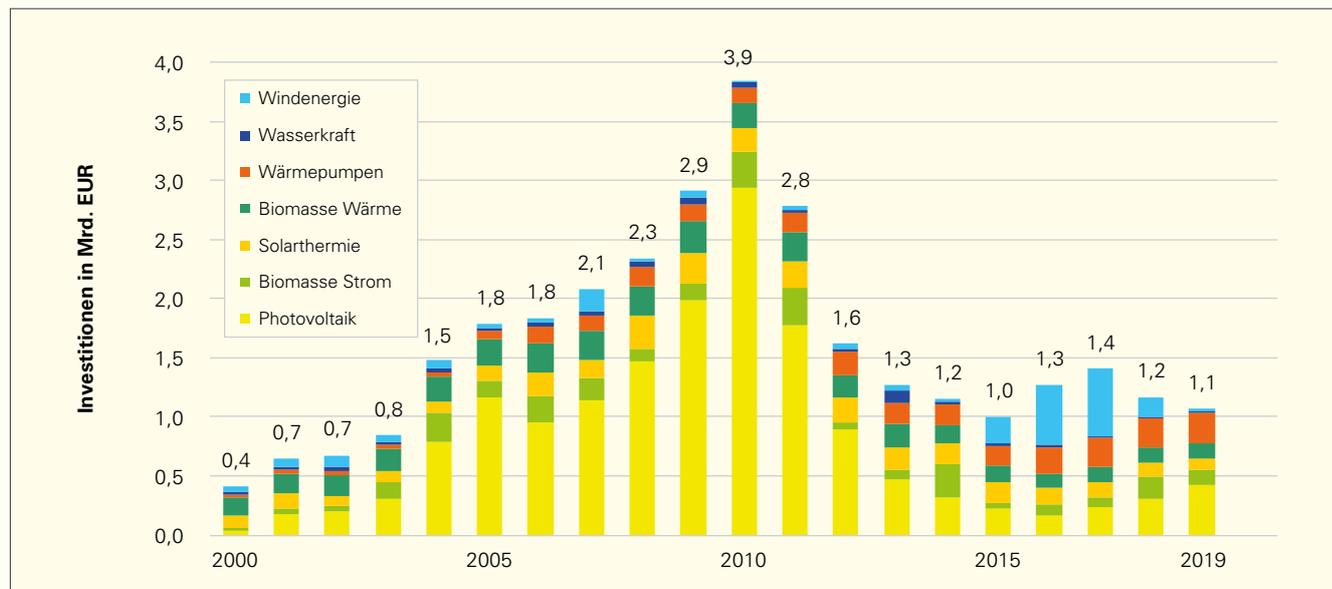


Quelle: Auswertungen EEG-Daten [19] und Marktstammdatenregister [21]; 2018/2019 vorläufig. Aufgrund von teilweise unterschiedlichen Datenquellen zu den Bestands- und Zubauauswertungen sowie Außerbetriebnahmen sind die Daten in der Grafik nicht direkt mit der Leistungszeitreihe auf Seite 8 zu vergleichen.



Bild: Freiflächen-PV-Anlage, Albwerk Solarpark Kuchen (© Umweltministerium/Björn Hänszler)

INVESTITIONEN IN ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

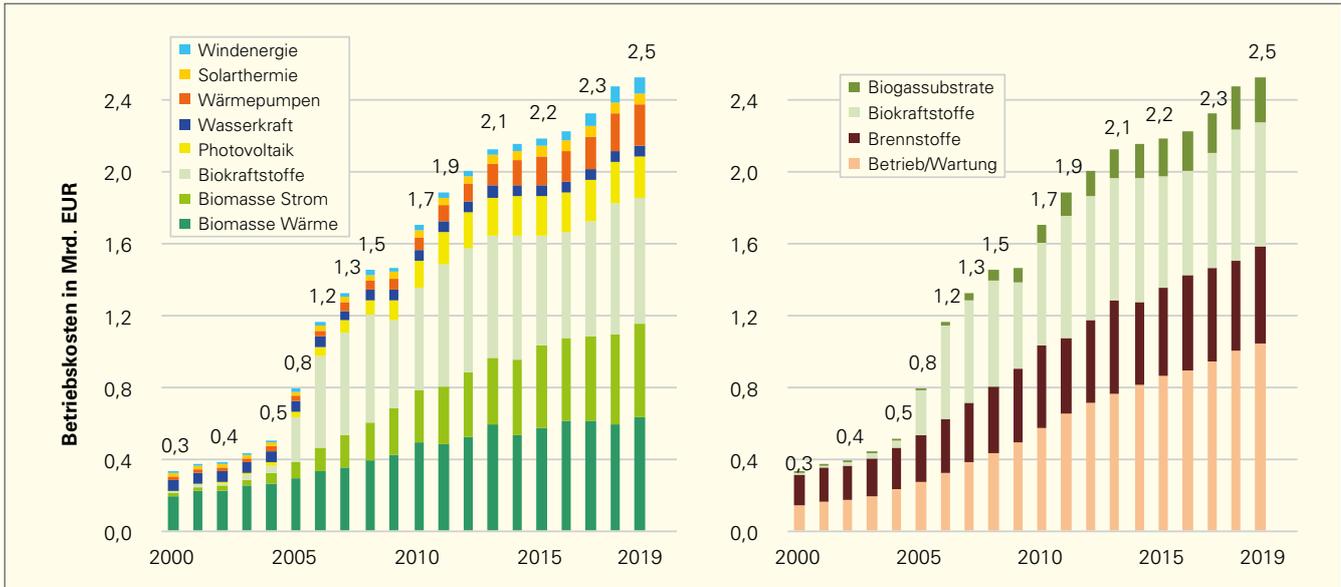


Nach einem zwischenzeitlichen Anstieg der Investitionen in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg ist 2019 mit 1,1 Milliarden Euro erneut ein Rückgang festzustellen. Dies ist primär dem weiter zurückgegangenen Zubauniveau im Bereich der Windenergieanlagen zuzurechnen. Weiter gestiegen sind aufgrund der positiven Entwicklung des Zubaus die Investitionen im Photovoltaikbereich auf insgesamt rund 430 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 vergleichsweise konstantes Investi-

tionenniveau in der Größenordnung von 500 Millionen Euro pro Jahr zu verzeichnen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 31,6 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 2019 in Baden-Württemberg befindlichen Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Aufwendungen in Höhe von rund 2,5 Milliarden Euro verbunden.



Bild: Technik und Turbinenhalle, Wasserkraftwerk Rheinfelden (© Umweltministerium/Björn Hänsler)



Mit knapp 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 et cetera) der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien an.

Berechnungsstand September 2020; 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 2019 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 Kohlenmonoxid (CO), flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) sowie Staub aller Partikelgrößen.

	Strom		Wärme	
	Vermeidungsfaktor <sup>1)</sup> [g/MWh <sub>el</sub> ]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungsfaktor <sup>1)</sup> [g/MWh <sub>th</sub> ]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO <sub>2</sub>	616.638	11.205	221.107	4.857
CH <sub>4</sub>	1.097,3	19,9	-58,2	-1,3
N <sub>2</sub> O	1,0	-0,6	-4,1	-0,1
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>634.673</b>	<b>11.533</b>	<b>217.822</b>	<b>4.785</b>
Versauernd wirkende Gase <sup>2)</sup>				
SO <sub>2</sub>	86,5	1,6	61,1	1,3
NO <sub>x</sub>	41,1	0,7	-144,8	-3,2
<b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>114,9</b>	<b>2,1</b>	<b>-38,1</b>	<b>-0,8</b>
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-551,3	-10,0	-2.789,9	-61,3
NMVOC	-4,8	-0,1	-192,8	-4,2
Staub	-10,9	-0,2	-132,9	-2,9

	Kraftstoffe	
	Vermeidungsfaktor <sup>1)</sup> [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO <sub>2</sub>	266.231	1.132
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>245.390</b>	<b>1.043</b>

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 2019 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Dieselmotorkraftstoff	Ottomotorkraftstoff	Mineralöl	Gesamt
Primärenergie [TWh]							
Strom	0,7	27,3	10,4	-	-	0,0	38,4
Wärme	2,4	2,8	12,7	-	-	12,5	30,4
Kraftstoffe	-	-	0,1	1,8	1,0	-	2,9
<b>Gesamt</b>	<b>3,1</b>	<b>30,1</b>	<b>23,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,0</b>	<b>12,5</b>	<b>71,6</b>
Primärenergie [PJ]							
<b>Gesamt</b>	<b>11,1</b>	<b>108,2</b>	<b>83,5</b>	<b>6,6</b>	<b>3,5</b>	<b>44,9</b>	<b>257,9</b>
<b>Mengen</b>	0,7 Millionen t	4,0 Millionen t	2.142 Millionen m <sup>3</sup>	185 Millionen Liter	112 Millionen Liter	1.238 Millionen Liter	

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

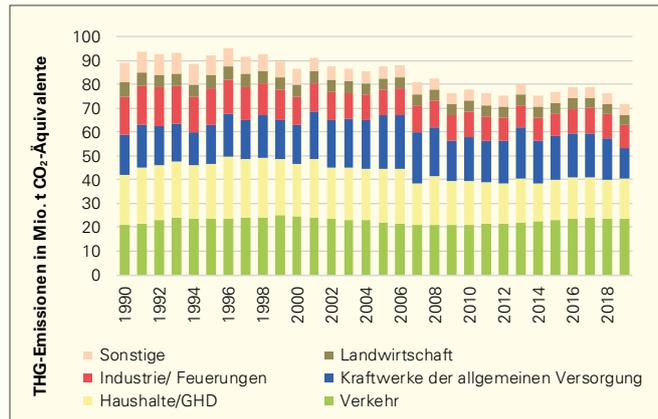
Die obenstehende Tabelle zeigt die durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg eingesparten fossilen Energieträger. Da in Deutschland fossile Energieträger zu ei-

nem hohen Anteil importiert werden müssen, verringert sich durch die Einsparungen auch der Anteil der Energieimporte nach Deutschland beziehungsweise Baden-Württemberg.

**TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG**

Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sind im Jahr 2019 nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes gegenüber dem Vorjahr um rund 4,8 Millionen Tonnen (6,4 Prozent) auf 71,6 Millionen Tonnen stark gesunken. Für einen Großteil des Rückgangs ist die rückläufige Stromerzeugung in Steinkohlekraftwerken verantwortlich.

Die energiebedingten Emissionen stehen für knapp 90 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg. Die nicht-energetischen Emissionen stammen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen sowie der Abfall- und Abwasserwirtschaft.

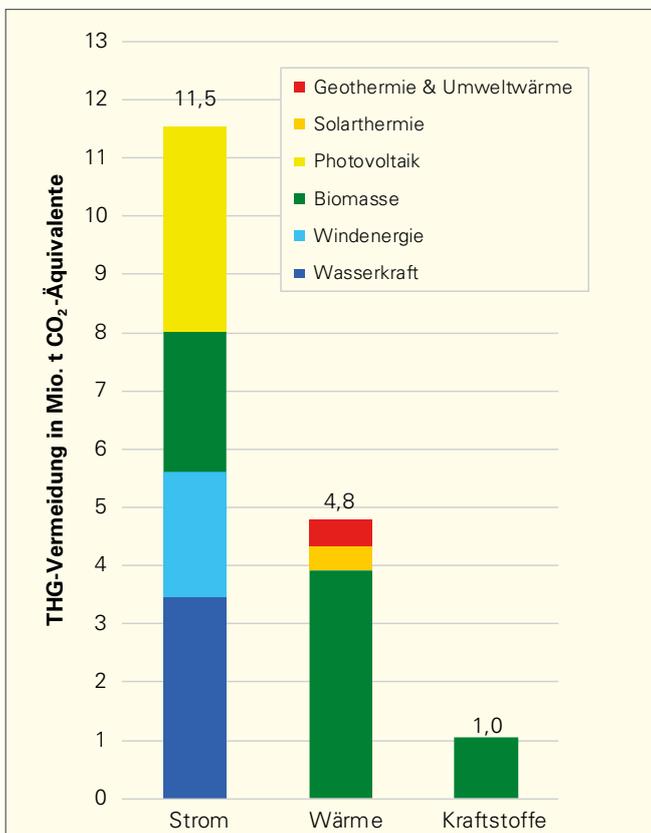


Quelle: StaLa [27, 28]; 2019 vorläufig

**TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2019**

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 2019 rund 17 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt damit eine Minderung der Treibhausgasemissionen in der Größenordnung von fast 20 Prozent zu.

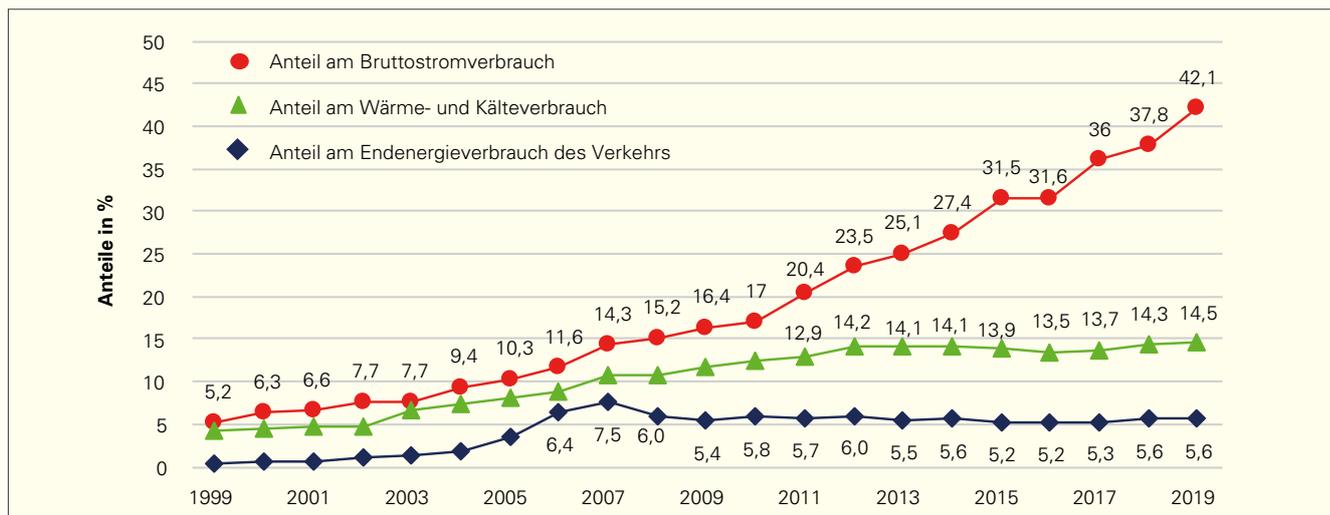
Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen (siehe Anhang II, Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren und eingesparten fossilen Energieträger).



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

	Vermeidungs-faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
<b>Strom</b>			
Wasserkraft	736	3.474	30,1
Windenergie	693	2.134	18,5
Photovoltaik	627	3.514	30,5
feste biogene Brennstoffe	665	769	6,7
flüssige biogene Brennstoffe	536	18	0,2
Biogas	394	1.132	9,8
Klärgas	613	118	1,0
Deponiegas	612	14	0,1
Geothermie	556	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	733	359	3,1
<b>Summe Strom</b>		<b>11.533</b>	<b>100,0</b>
<b>Wärme</b>			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	150	1.076	22,5
feste biogene Brennstoffe (modern)	266	2.367	49,5
flüssige biogene Brennstoffe	238	7	0,1
Biogas, Deponiegas, Klärgas	185	271	5,7
Solarthermie	248	426	8,9
tiefe Geothermie	283	30	0,6
Umweltwärme	110	404	8,4
biogener Anteil des Abfalls	215	205	4,3
<b>Summe Wärme</b>		<b>4.785</b>	<b>100,0</b>
<b>Kraftstoffe</b>			
Biodiesel	243	732	70,1
Bioethanol	256	292	28,0
Pflanzenöl	193	0,3	0,03
Biomethan	212	19	1,8
<b>Summe Kraftstoffe</b>		<b>1.043</b>	<b>100,0</b>
<b>Summe Strom, Wärme &amp; Kraftstoffe</b>		<b>17.360</b>	

**ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND**

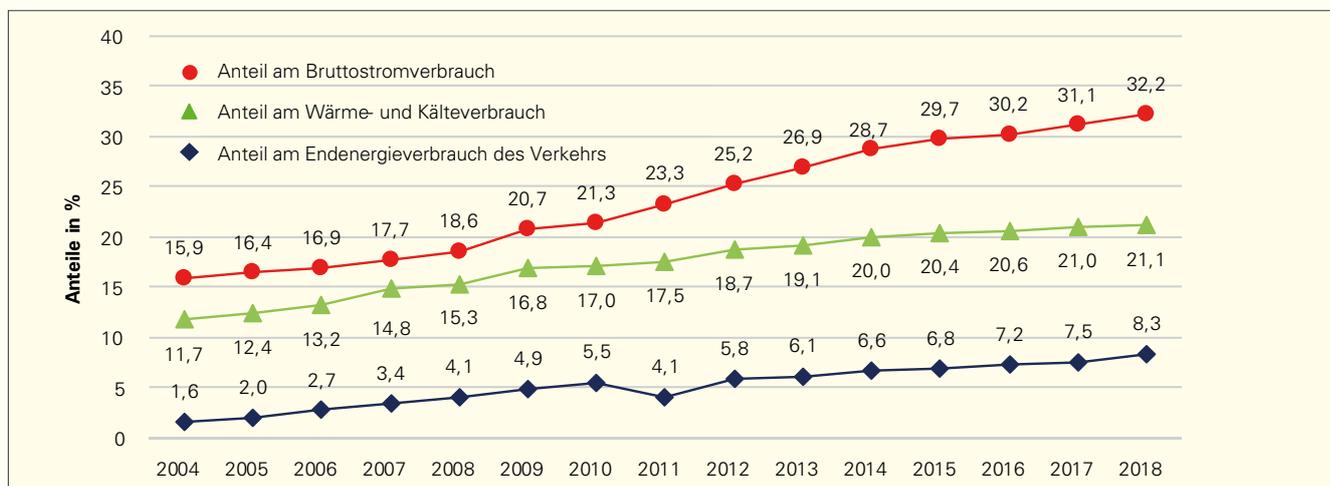


Quelle: [3]

Die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland ist in den vergangenen zwanzig Jahren in den einzelnen Nutzungsbereichen unterschiedlich stark fortgeschritten. Während im Verkehrsbereich eine Stagnation der Nutzung von Biokraftstoffen auf einem Niveau von 5 bis 6 Prozent zu verzeichnen ist, zeigt sich im Wärmebereich ein Aufwärtstrend, der jedoch zuletzt auf einem Niveau von 14 bis 15 Prozent

stagnierte. Ungebrochen ist jedoch der Aufwärtstrend im Strombereich, wo die bisherigen Ausbauziele übertroffen wurden. Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, das auch in der Novelle zum EEG 2021 gesetzlich verankert wird, den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 65 Prozent zu steigern.

**ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DER EU-27**



Quellen: [3], [29]

Die EU hat sich das Ziel gesetzt, im Jahr 2020 mindestens 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien zu decken (2018: 18,0 Prozent). Auch auf EU-Ebene zeigen sich unterschiedlich hohe Niveaus der Nutzung erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme/Kälte und Verkehr. Während im Strombereich die

Entwicklung in Deutschland (38,0 Prozent, berechnet nach EU-Richtlinie) über dem EU-Durchschnitt liegt, bleibt sie im Wärme/Kälte- und Verkehrsbereich (13,6 Prozent beziehungsweise 7,9 Prozent, berechnet nach EU-Richtlinie) hinter den mittleren EU-Anteilen zurück.

Anmerkung: EU-Anteile auf Grundlage der EU-Richtlinie 2009/28/EG berechnet. Die Anteile können deshalb nicht direkt mit den Angaben in der Grafik zur Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland verglichen werden. Werte für Deutschland nach EU-Richtlinie im Text in Klammer. Die Abweichungen basieren auf unterschiedlichen Datenquellen und abweichenden Bilanzierungsmethoden. Aktuelle Statusberichte der Mitgliedstaaten sind auf den Internetseiten der Europäischen Kommission unter <https://ec.europa.eu/energy/node/70> veröffentlicht.

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

	2018				2019			
	EEG-Einspeisung GWh	EEG-Vergütungen Millionen EUR	Direktvermarktung GWh	Markt- und Flexibilitätsprämien Millionen EUR	EEG-Einspeisung GWh	EEG-Vergütungen Millionen EUR	Direktvermarktung GWh	Markt- und Flexibilitätsprämien Millionen EUR
Wasserkraft	355	39	794	25	431	48	1.066	35
Deponie-, Gruben-, Klärgas	20	1,6	5,0	0,2	19	1,5	5,2	0,2
Biomasse	1.018	214	3.260	432	942	198	3.257	488
Geothermie	0,1	0,2	0	0	0,8	0,2	0	0
Windenergie	205	18	2.344	116	213	18	2.716	144
Photovoltaik	4.819	1.686	595	96	4.843	1.667	668	108
<b>Gesamt</b>	<b>6.418</b>	<b>1.959</b>	<b>6.999</b>	<b>668</b>	<b>6.447</b>	<b>1.932</b>	<b>7.711</b>	<b>776</b>

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: [30]

Im Jahr 2019 wurden in Baden-Württemberg rund 6,4 TWh Strom aus erneuerbaren Energien eingespeist und nach dem EEG mit „Festvergütungen“ von rund 1,9 Milliarden Euro vergütet. Der Anteil an direkt vermarkteten Strommengen steigt weiterhin an und betrug im Jahr 2019 rund 7,7 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,8 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschließlich 17,3 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen). Auf Bundesebene wurden im Jahr 2019 insgesamt 41,2 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese sind mit 11,2 Milliarden Euro vergütet worden. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2019 auf Bundesebene 170 TWh (2018 153 TWh), wobei 16,3 Milliarden Euro

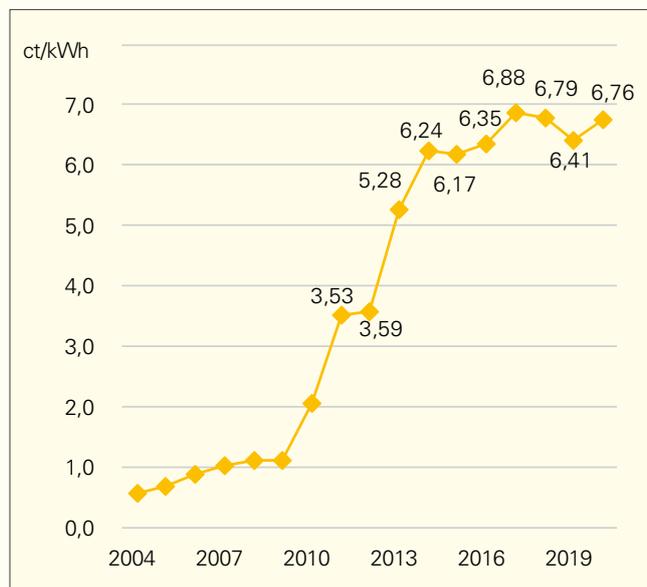
Marktprämien und 159 Millionen Euro Flexibilitätsprämien ausbezahlt wurden.

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.

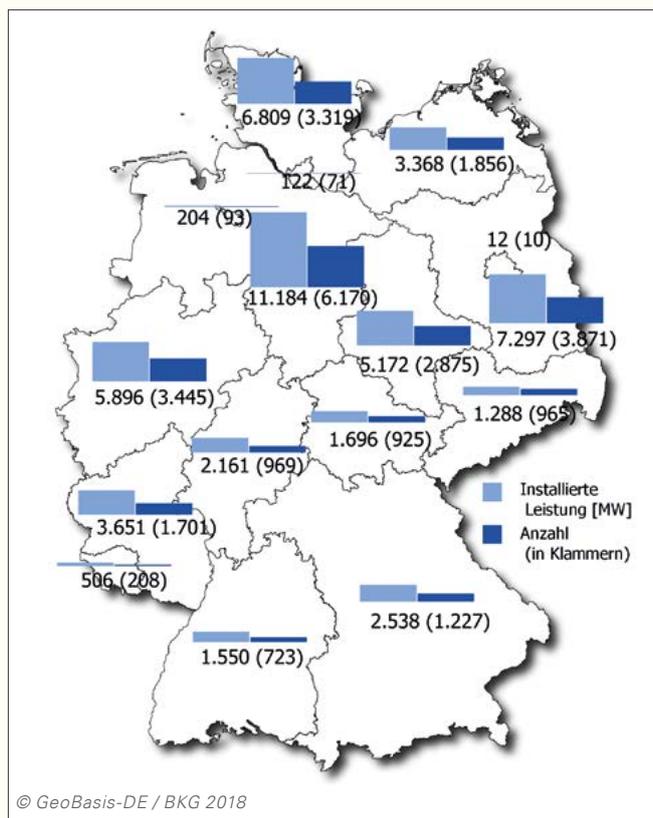
### ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

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

Die EEG-Umlage beträgt im Jahr 2020 6,756 ct/kWh. Da sich aufgrund des gesunkenen Börsenstrompreises und der geringen Stromnachfrage im ersten Halbjahr 2020 ein starker Anstieg der EEG-Umlage 2021 abzeichnet, strebt die Bundesregierung an, die EEG-Umlage in den Jahren 2021 und 2022 auf 6,5 beziehungsweise 6,0 ct/kWh mittels Einnahmen aus dem Brennstoffemissionshandelsgesetz und Mitteln aus dem Konjunkturpaket zu deckeln.



## INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2019

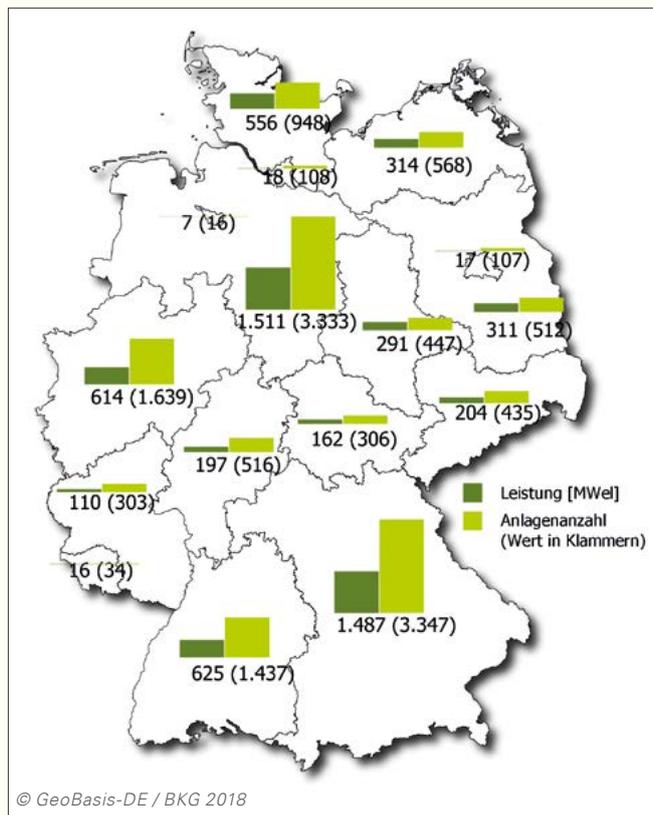


Nach dem bereits im Jahr 2018 zu verzeichnenden Einbruch beim Zubau der Windenergie an Land ging der Ausbau im Jahr 2019 noch weiter zurück. Der Bruttouzubau betrug 2019 lediglich knapp 1,1 GW, was einem Rückgang um 55 Prozent gegenüber dem Vorjahr (2,4 GW) entspricht. Der Zubau blieb damit deutlich hinter dem im EEG 2017 verankerten Ausbauziel von 2.800 MW zurück. Ende des Jahres 2019 betrug die an Land installierte Windenergieleistung insgesamt 53,3 GW.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2019 5 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 17 MW installiert, womit der Anlagenbestand auf 1.550 MW steigt. Dahingegen wächst der Bestand an Windenergieanlagen vor der Küste stetig weiter. Beim Ausbau der Windenergie auf See (Offshore) wurden mit 1,1 GW im Jahr 2019 rund 10 Prozent mehr Leistung neu ans Netz genommen als im Vorjahr (2018: 1,0 GW). Ende des Jahres 2019 waren damit auf See 7,5 GW Windenergieleistung installiert. Damit wurde das Ausbauziel der Bundesregierung von 6,5 GW bis zum Jahr 2020 bereits überschritten.

Leistungsangaben in MW  
Stand: Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020  
Quelle: [31]

## INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN ENDE 2019



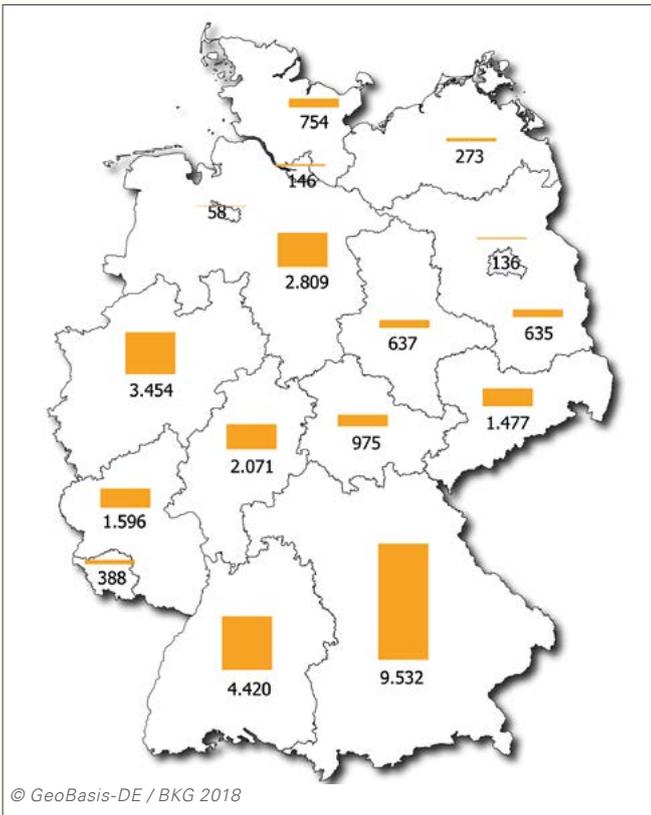
Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan beläuft sich Ende 2019 auf rund 6,4 GW<sub>el</sub>, die sich auf rund 14.000 Blockheizkraftwerke verteilen. In Baden-Württemberg sind über 1.430 Biogas-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von mehr 625 MW<sub>el</sub> in Betrieb.

Die Stromerzeugungskapazität von Biogasanlagen stieg bundesweit von 5,6 GW<sub>el</sub> im Jahr 2018 auf 5,9 GW<sub>el</sub> im Jahr 2019 an. Dies ist zu rund 90 Prozent dem zunehmenden Trend zur sogenannten Überbauung der Anlagen zuzuschreiben, die der flexiblen, das heißt bedarfsgerechten Stromerzeugung dient. Dieser Leistungszubau wirkt sich damit nur unwesentlich auf den Umfang der Stromerzeugung aus.

Leistungsangaben in MWe  
Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020

Hinweis: Abweichung zu den Daten im Statistik-Teil dieser Broschüre, da hier neben der Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-BHKW dargestellt sind.  
Quellen: [19–21]

## REGIONALE VERTEILUNG DER INSTALLIERTEN KOLLEKTORFLÄCHE VON SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN ENDE 2019



© GeoBasis-DE / BKG 2018

Insgesamt waren in Deutschland zum Ende des Jahres 2019 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von rund 19,3 Millionen m<sup>2</sup> installiert. Die installierte Kollektorfläche stagniert damit derzeit auf dem Niveau des Vorjahres. Der Zubau von neuen Solaranlagen im Jahr 2019 ist im Vergleich zum Vorjahr um 11 Prozent auf nunmehr 511.000 Quadratmeter gesunken und konnte gerade noch den Rückbau von Altanlagen kompensieren.

Mehr als die Hälfte der Kollektoren sind in den einstrahlungsreichen südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg installiert.

Etwa jede dritte neu zugebaute 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 rund 30 Prozent.

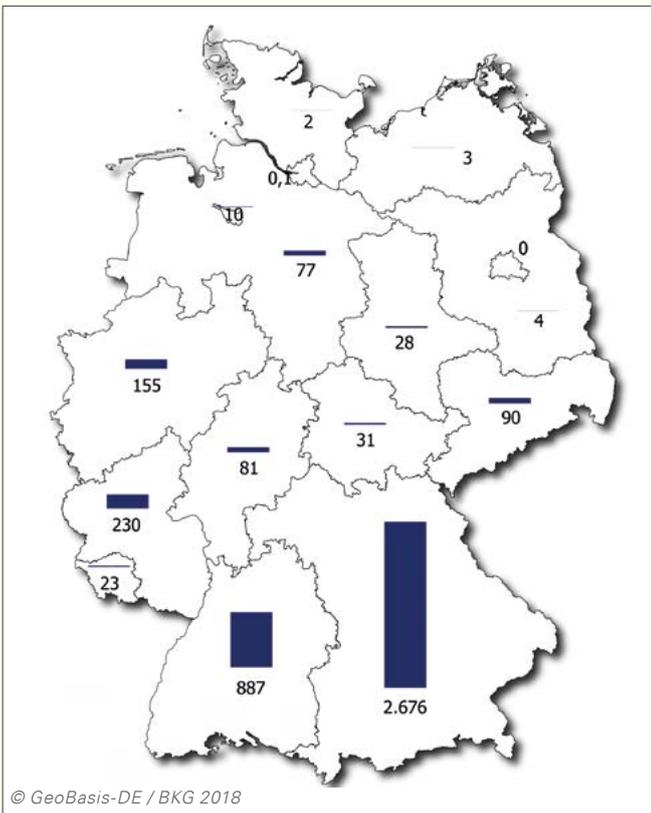
Angaben in 1.000 m<sup>2</sup>

Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm

Stand: Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020

Quellen: [3, 32]

## INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2019



© GeoBasis-DE / BKG 2018

Über 80 Prozent der insgesamt knapp 4.300 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Hintergrund sind die günstigen topographischen Gegebenheiten in diesen beiden Bundesländern.

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

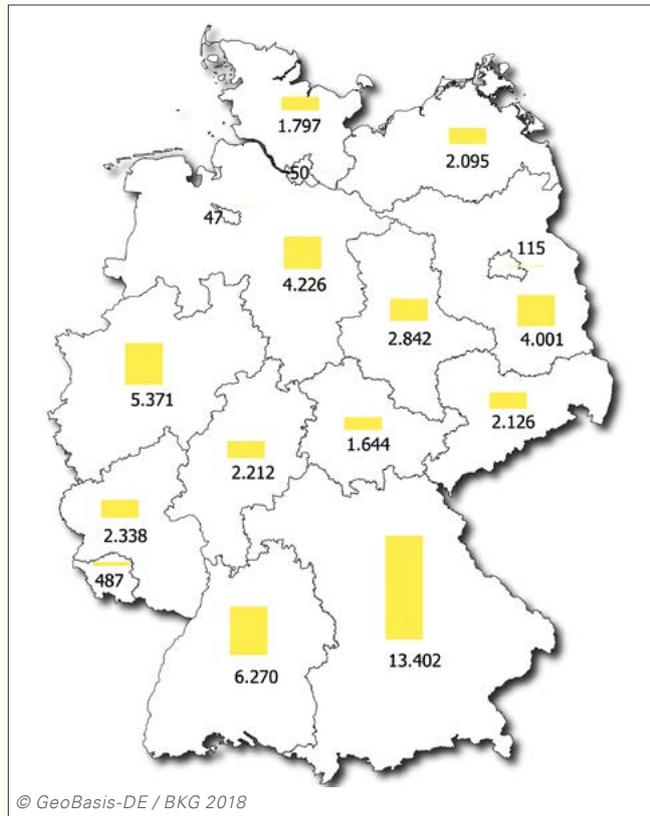
Leistungsangaben in MW

Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke

Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020

Quelle: [33]

## INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2019

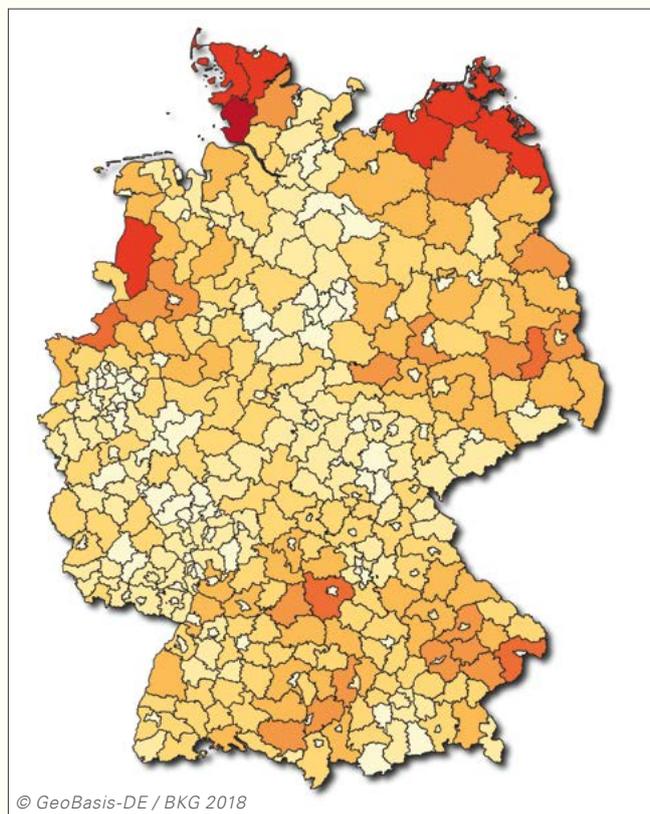


Im Jahr 2019 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt mehr als 3,9 GW neu installiert, davon gut 425 MW in Baden-Württemberg. Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber auch in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg.

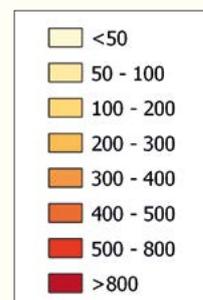
Der Ausbau der Photovoltaik konnte in den vergangenen Jahren, nach einer zwischenzeitlichen Schwächephase, wieder einen deutlichen Aufwärtstrend verzeichnen. Dieser hielt auch im Jahr 2019 weiter an. Mit 3,9 GW wurde rund ein Drittel mehr Photovoltaikleistung neu installiert als im Vorjahr (2018: 2,9 GW). Damit wurde das jährliche Ausbauziel bundesweit von 2,5 GW deutlich übertroffen. Insgesamt waren bundesweit zum Ende des Jahres 2019 rund 49 GW an Photovoltaik-Leistung installiert.

Angaben in MW  
Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020  
Quellen: [19–22]

## VERTEILUNG DER INSTALLATIONSDICHTEN VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND

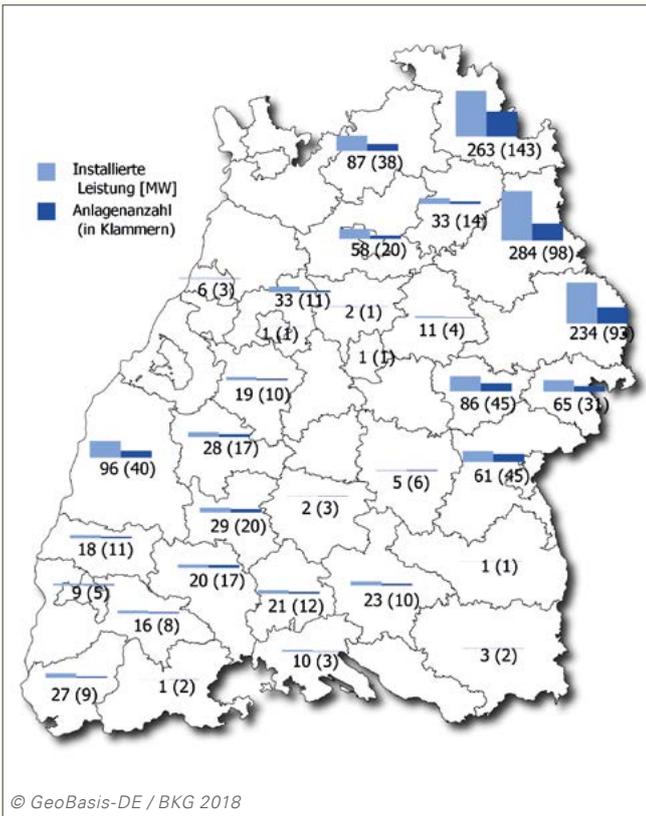


Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg,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



Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km<sup>2</sup>  
Anlagenbestand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020  
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [30]

## REGIONALE VERTEILUNG DER WINDKRAFTANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2019

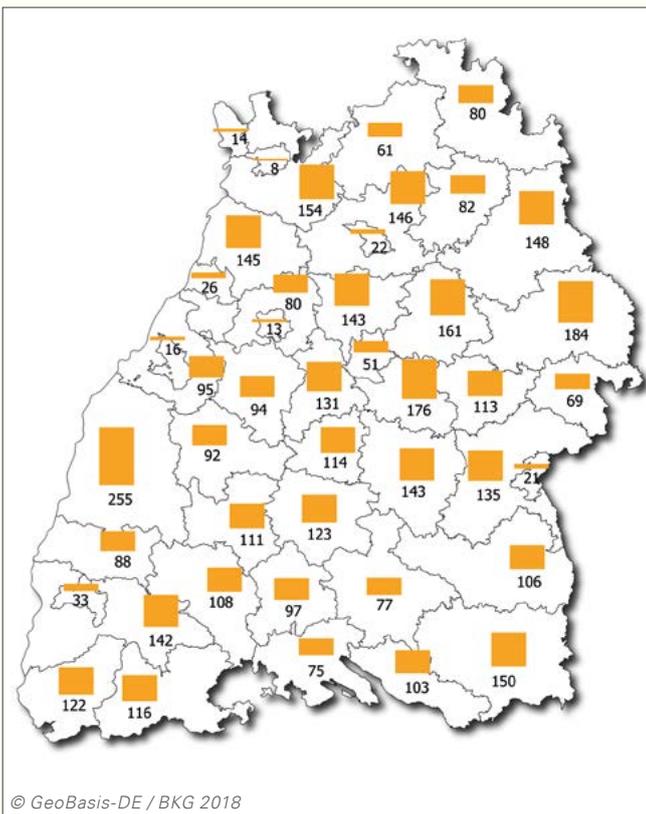


Windkraftanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Nordosten des Bundeslandes installiert. Mehr als die Hälfte der im Land installierten Windkraftleistung entfällt auf den Main-Tauber-Kreis, den Ostalbkreis, die Landkreise Schwäbisch Hall und Göppingen sowie den Hohenlohekreis.

Die Planungs- und Realisierungsaktivitäten im Land haben zwischen 2015 und 2018 stark zugelegt. Im Jahr 2019 blieb aber der Ausbau von Windenergie deutlich hinter den Vorjahren zurück. Der Bruttozubau betrug 2019 lediglich 17 Megawatt, was einem Rückgang um rund 85 Prozent gegenüber dem Vorjahr (112 Megawatt) entspricht.

Ohne Kleinwindanlagen  
 Anlagenstand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020  
 Quelle: [26]

## REGIONALE VERTEILUNG DER SOLAROTHERMISCHEN KOLLEKTORFLÄCHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2019



Mehr als 20 Prozent der in Deutschland installierten Kollektorfläche solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt rund 420 m² Kollektorfläche. Bezogen auf die Einwohnerzahlen sind überdurchschnittlich viele Solarkollektoren in den Landkreisen Rottweil, Freudenstadt, Schwäbisch Hall, Tuttlingen und 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  
 Anlagenstand Ende 2019; Datenstand: Juli 2020  
 Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von [34]





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](http://www.energieatlas-bw.de).



Erweitertes Daten- und Kartenangebot



*Bilder links: Windkraftanlage bei Blaubeuren / Seußen (© Brandmair & Bausch);  
rechts: Röhrenkollektor (© digital-designer/stock.adobe.com);  
Thermalwasser in Bad Saulgau / Hackschnitzel (© Brandmair & Bausch)*

### SOLARTHERMIE

Die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solarkollektoren basiert methodisch auf der international gebräuchlichen IEA-Methode [35]. Grundlage für die Berechnung ist die mittlere jährliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche. Als Datengrundlage für die Berechnung der mittleren Globalstrahlungswerte für Baden-Württemberg dienen die Veröffentlichungen des Deutschen Wetterdienstes

(DWD) [36]. Die 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 Badebeziehungsweise balneologische Zwecke eingesetzt werden. Einige der Thermal-Badewässer werden zusätzlich vor oder nach dem Badebetrieb zur Wärmegewinnung (Warmwasserbereitung, Heizung) genutzt. Die Berechnungen basieren auf den Angaben im Portal GeotIS [24, 25]. Der Wärmeaustrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20 °C bezogen [37], 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) benötigen 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 2,99, für Wasser/Wasser-Wärmepumpen und für Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,73 und für Gas-Wärmepumpen 1,37 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich des primärenergetisch bewerteten Strom- beziehungsweise Erdgaseinsatzes (Primärenergiefaktoren nach 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 beispielsweise ein großer Teil des dafür eingesetzten Holzes nicht kommerziell gehandelt.

Die Zeitreihe basiert auf Studien zum Emissionsaufkommen in den Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg (LUBW [38], 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 DER 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 2018 [39].

	Kernkraft	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl
Wind	0%	2%	65%	33%	0%
Wasser	0%	2%	68%	30%	0%
Feste Biomasse	0%	2%	68%	31%	0%
Photovoltaik	0%	1%	60%	39%	0%
Biogas	0%	2%	68%	31%	0%
Klär- und Deponiegas	0%	2%	68%	30%	0%
Geothermie	0%	2%	68%	31%	0%
Flüssige Biomasse	0%	2%	68%	30%	0%
Biogener Anteil des Abfalls	0%	2%	68%	30%	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 Treibhausgasreduktionsfaktor beträgt für alle erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung in Baden-Württemberg rund 635 g/kWh<sub>el</sub> (vergleiche Seite 20).

Strom	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>el</sub>
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 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 2,11 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	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Biogener Anteil des Abfalls	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Tiefengeothermie	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Wärme	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>input</sub>
Erdgas	1,29
Heizöl	1,38
Braunkohlebrikett	1,53
Steinkohlekoks	1,76
Fernwärme (inklusive 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.

Der heute überwiegend eingesetzte Biokraftstoff Biodiesel gilt nicht als CO<sub>2</sub>-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.

	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
	[g/kWh]	
Biodiesel	262	243
Pflanzenöl	259	193
Bioethanol	281	256
Biomethan	208	212

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.

Kraftstoff	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>input</sub>
Benzin	1,20
Diesel	1,14
Biodiesel	0,53
Pflanzenöl	0,28
Bioethanol	0,35
Biomethan	0,15
Erdgas	1,10

**CO<sub>2</sub>- UND SO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT**

Wichtige Treibhausgase sind die sogenannten 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 CO<sub>2</sub> darstellt. Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent der Kyoto-Gase berechnet sich aus der Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub>	1	CO <sub>2</sub> -Äq.
	Methan	CH <sub>4</sub>	25	
	Distickstoffoxid	N <sub>2</sub> O	298	
säurebildende Schadstoffe	Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	1	SO <sub>2</sub> -Äq.
	Stickstoffoxide	NO <sub>x</sub>	0,696	

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 Wartungs- und Betriebskosten sowie für Biomasseanlagen zusätzlich aus den Kosten für die Brennstoffe beziehungsweise Substrate zusammen.

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.

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

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 Dieselmotoren werden unterschiedlich hohe Werte angesetzt.

**BRUTTOSTROMERZEUGUNG**

Die Bruttostromerzeugung ist die elektrische Arbeit, die an den Generator клемmen 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 Quotienten 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.

## UMRECHNUNGSTABELLEN

Vorsätze und Vorzeichen			
k	Kilo	10 <sup>3</sup>	Tausend
M	Mega	10 <sup>6</sup>	Million (Mio.)
G	Giga	10 <sup>9</sup>	Milliarde (Mrd.)
T	Tera	10 <sup>12</sup>	Billion (Bill.)
P	Peta	10 <sup>15</sup>	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	Millionen 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 <sup>3</sup> ]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m <sup>3</sup> ]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l] bzw. [MJ/m <sup>3</sup> ]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	-	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (pro m <sup>3</sup> )	0,76	12,9	9,8	46,3	35,2
Heizöl EL	0,86	11,5	9,9	41,6	35,7
Biogas (pro m <sup>3</sup> )	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



Bild: Krankenhaus Mühlacker (© Benjamin Stollenberg)

## QUELLENVERZEICHNIS

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. BUNDEMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI). Erneuerbare Energien in Zahlen. Verfügbar unter: [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/erneuerbare\\_energien\\_in\\_zahlen.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/erneuerbare_energien_in_zahlen.html)
4. SOLARENERGIE-FÖRDERVEREIN 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 2019. 2020. Verfügbar unter: <https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html>
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
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/ueber-uns/anlagen](http://www.itad.de/ueber-uns/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 E.V. (AGEB). Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland. 2020. Verfügbar unter: <https://ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungstabellen.html>
19. ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Stamm- und Bewegungsdaten
20. BUNDESNETZAGENTUR. Anlagenregister. Verfügbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html)
21. BUNDESNETZAGENTUR. Marktstammdatenregister. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
22. BUNDESNETZAGENTUR. Datenmeldungen Photovoltaikanlagen
23. AG ENERGIEBILANZ E.V. (AGEB). Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. 2019
24. AGEMAR, Thorsten, ALTEN, Jessica-Aileen, GANZ, Britta, KUDER, Jörg, KÜHNE, Klaus, SCHUMACHER, Sandra und SCHULZ, Rüdiger. The Geothermal Information System for Germany – GeotIS. Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften. 1. Juni 2014. S. 129–144. DOI 10.1127/1860-1804/2014/0060

25. AGEMAR, Thorsten, WEBER, Josef und SCHULZ, Rüdiger. Deep Geothermal Energy Production in Germany. *Energies*. Juli 2014. Jg. 7, Nr. 7, S. 4397–4416. DOI 10.3390/en7074397
26. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). *Energieatlas BW – Erweitertes Daten- und Kartenangebot*. Verfügbar unter: <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>
27. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN WÜRTTEMBERG. *Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren*. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Luft/Treibhausgase.jsp>
28. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. *Baden-Württemberg: Treibhausgasausstoß 2019 auf Rekordtief*. 1. Juli 2020. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2020161>
29. EUROSTAT. *Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen*. Verfügbar unter: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_ind\\_ren&lang=de](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=de)
30. INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. *EEG-Jahresabrechnungen*. Verfügbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>
31. DEUTSCHE WINDGUARD. *Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, Jahr 2019*. Verfügbar unter: <https://www.windguard.de/jahr-2019.html>
32. BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA). *Daten zum Marktanreizprogramm*
33. ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN WÜRTTEMBERG (ZSW). *Eigene Berechnungen auf Grundlage der Statistischen Landesämter, Statistisches Bundesamt, Landesarbeitskreis Energiebilanzen, Marktstammdatenregister und der AGEE-Stat*
34. BSW – BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT E.V. *Solaratlas*. Verfügbar unter: [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de)
35. 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](https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/documents/statistics/Calculation_Method.pdf)
36. DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD). *Globalstrahlung*. Verfügbar unter: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten\\_su.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_su.html)
37. PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R. *Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick*. *Geothermische Energie* 56/57
38. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). *Emissionskataster*. Verfügbar unter: <https://ekat.lubw.baden-wuerttemberg.de>
39. UMWELTBUNDESAMT (UBA). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018*. November 2019. Verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-07\\_cc-37-2019\\_emissionsbilanz-erneuerbarer-energien\\_2018.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-07_cc-37-2019_emissionsbilanz-erneuerbarer-energien_2018.pdf)
40. AG ENERGIEBILANZEN. *Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland*. November 2015. Verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/files/vorwort.pdf>

**E!**   
**UNSER LAND.**  
**VOLLER ENERGIE.**



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT