Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020

UNSER LAND.
VOLLER ENERGIE.

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
Tel.: 0711 126 - 0
Fax: 0711 126 - 2881
Internet: https://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, ZSW Stuttgart
Tobias Kelm, Marion Walker

GESTALTUNG

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

DRUCK

Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH + Co. KG, Stuttgart
Der Druck ist CO_2-kompensiert, gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel

klimaneutral gedruckt
www.klima-druck.de
ID-Nr. 21109696
bvdm.

BILDNACHWEIS TITELBILD

Schwimmende Photovoltaikanlage Renchen,
© Ludmilla Parsyak / Umweltministerium

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 2021

Bild: Wasserkraftwerk Gengenbach (© Elektrizitätswerk Mittelbaden AG & Co. KG)

Bild: Wasserkraftwerk Gengenbach
(© Elektrizitätswerk Mittelbaden AG & Co. KG)

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

19 Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien

20 Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg und Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

22 Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa

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

26 Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern

29 Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen

31 Energieatlas Baden-Württemberg

ANHANG

32 Methodische Erläuterungen

36 Glossar

37 Umrechnungstabellen

38 Quellenverzeichnis

Bilder: oben: Solarpark im Frühling (© Karl Jena / fotolia.com);
unten links: Bioenergiedorf Mauenheim (© solarcomplex-AG);
unten rechts: Solarpark Tomerdingen (© Dornstadt Pöter / Solar Cluster BW)

ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2020

Die Corona-Pandemie und die Maßnahmen zu deren Bekämpfung hatten erhebliche Auswirkungen auf den Energieverbrauch des Jahres 2020. Die coronabedingt rückläufige Wirtschaftsleistung führte zu einer geringeren Strom- und Brennstoffnachfrage und die gesunkene Mobilitätsnachfrage schlug sich in einem deutlichen Rückgang des Kraftstoffverbrauchs nieder. Insgesamt ist der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg im Jahr 2020 um knapp 11 Prozent zurückgegangen. Neben den angeführten verbrauchsbedingten Rückgängen schlägt sich die Stilllegung des Kernkraftwerks Philippsburg 2 (KKP 2) Ende 2019 aufgrund des Wirkungsgradansatzes stark im Primärenergieverbrauch 2020 nieder.

[PJ]	2019	2020	
Primärenergieverbrauch	***1.408***	***1.259***	***-10,6 %***
- davon erneuerbare Energien (EE)	*196*	*202*	*+3,3 %*
- davon Kernenergie	*229*	*121*	*-47,1 %*
- davon fossile Energieträger	*929*	*842*	*-9,4 %*
- davon Stromimport (netto)[1)]	*54*	*94*	*+74,7 %*
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	***13,9 %***	***16,1 %***	

Der große Rückgang der Stromerzeugung führte wiederum zu einer starken Erhöhung des Stromimportsaldos (siehe auch unten). Die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg trugen 16,1 Prozent zum Primärenergieverbrauch im Land bei.

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2020

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2020 ist um knapp 6 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Neben dem bereits angesprochenen Rückgang beim Verbrauch von Strom und Kraftstoffen war auch ein konjunktur- und witterungsbedingter Rückgang des Erdgasverbrauchs zu verzeichnen, ebenso war der Fernwärmeverbrauch leicht rückläufig. Der Beitrag der erneuerbaren Energien ist um rund 3 Prozent gestiegen und beläuft sich nunmehr auf mehr als 16 Prozent am Endenergieverbrauch.

[TWh]	2019	2020	
Endenergieverbrauch	***294***	***277***	***-5,9 %***
- davon erneuerbare Energien (EE)	*43,7*	*45,0*	*+3,0 %*
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (auch EE[1)])	*250*	*232*	*-7,4 %*
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	***14,9 %***	***16,3 %***	

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist um 22 Prozent auf 44,4 TWh gesunken. Neben der eingangs bereits erwähnten Stilllegung von KKP 2, die alleine für einen Rückgang von rund 10 TWh ursächlich ist, war ein weiterer Rückgang der Stromerzeugung aus Steinkohle um knapp 25 Prozent auf rund 8,8 TWh zu verzeichnen.
Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist mit 2,4 Prozent nur moderat gestiegen.
Der Bruttostromverbrauch ist um rund 2 Prozent gesunken, der Stromimportsaldo ist aufgrund der geringen Bruttostromerzeugung um 75 Prozent auf 26 TWh gestiegen.

[TWh]	2019	2020	
Bruttostromerzeugung	***57,2***	***44,4***	***-22,2 %***
- davon erneuerbare Energien (EE)	*17,8*	*18,2*	*+2,4 %*
- davon Kernenergie	*21,0*	*11,1*	*-47,1 %*
- davon fossile Energieträger und Sonstige	*18,3*	*15,1*	*-17,6 %*
Stromimport (Saldo)[1)]	*14,9*	*26,1*	*+74,7 %*
Bruttostromverbrauch	***72,1***	***70,5***	***-2,2 %***
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	*31,1 %*	*41,0 %*	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	*24,7 %*	*25,8 %*	

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.

Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist mit 0,4 TWh insgesamt nur moderat gewachsen. Die Strombereitstellung aus Biomasse lag auf nahezu unverändertem Niveau. Zuwächse waren bei der Stromerzeugung aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen zu verzeichnen. Aufgrund des geringen Zubaus stieg die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen dargebotsbedingt um lediglich 1,4 Prozent. Der Zubau von Windenergieanlagen lag weiterhin auf niedrigem Niveau, ist jedoch gegenüber 2019 gestiegen: 2020 wurden 10 Neuanlagen mit insgesamt 32 MW errichtet. Deutlich stärker gestiegen ist der Zubau von Photovoltaikanlagen mit 616 MW gegenüber 427 MW im Jahr 2019. Dem höheren Beitrag von PV- und Windenergieanlagen steht ein Rückgang bei der Wasserkraft von 0,3 TWh gegenüber. Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2020 einen Beitrag von rund 18,2 TWh beziehungsweise 41 Prozent zur Bruttostromerzeugung. Der stark gestiegene Anteil ist jedoch hauptsächlich der rückläufigen Bruttostromerzeugung im Land zuzurechnen. Da der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg deutlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, fällt der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch mit rund 26 Prozent deutlich geringer aus.

Die im Vergleich zum Vorjahr etwas wärmere Witterung führte zu einem Rückgang des Energieverbrauchs zur Wärmeerzeugung. Dies schließt auch die Wärmeerzeugung aus Biomasseheizungen ein. Bei den Solarwärmeanlagen war zuletzt kein weiterer signifikanter Anstieg zu verzeichnen, da mittlerweile nährungsweise so viele Anlagen rückgebaut oder ersetzt werden, wie Neuanlagen gebaut werden. Der Beitrag

[TWh]	2019	2020	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung[1)]	*140*	*136*	*-2,4 %*
- davon erneuerbare Energien (EE)	*21,6*	*21,7*	*+0,4 %*
- davon fossil	*118*	*115*	*-3,0 %*
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	*15,4 %*	*15,9 %*	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe[1)]	***90,9***	***78,7***	***-13,4 %***
- davon erneuerbare Energien (EE)	*4,3*	*5,1*	*+18,8 %*
- davon fossil	*86,6*	*73,5*	*-15,0 %*
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	*4,7 %*	*6,5 %*	

1) Ohne Strom.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021; 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

der Wärmepumpen ist aufgrund des hohen Zubauniveaus gestiegen. Insgesamt ist der Beitrag der erneuerbaren Energien im Wärmesektor damit gegenüber dem Vorjahr um lediglich 0,4 Prozent gewachsen. Die erneuerbaren Energien erreichten 2020 einen Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung von knapp 16 Prozent.

Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ist im Jahr 2020 nach ersten Berechnungen um mehr als 13 Prozent zurückgegangen. Im Vergleich zur Bundesebene war der Rückgang in Baden-Württemberg geringer, da hier der Anteil der Kraftstoffe für die Nutzung im Flugverkehr deutlich geringer ist. Der Absatz von Biokraftstoffen ist aufgrund der Vorgaben im Rahmen der Treibhausgasminderungsquote deutlich gestiegen, so dass der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor auf 6,5 Prozent gewachsen ist.

Bild: Windpark auf der Schwäbischen Alb (© Manuel Schönfeld / stock.adobe.com)

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2020

	ENDENERGIE	PRIMÄRENERGIE-ÄQUIVALENT[1] nach Wirkungsgradmethode	ANTEIL AM ENERGIEVERBRAUCH		ANTEIL AM PEV nach Wirkungsgradmethode[1]
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG			**Anteil am Bruttostromverbrauch[2]**	**Anteil an der Bruttostromerzeugung[3]**	
Wasserkraft[4]	*4.197*	*15,1*	*6,0*	*9,4*	*1,2*
Windenergie	*2.950*	*10,6*	*4,2*	*6,6*	*0,8*
Photovoltaik	*6.365*	*22,9*	*9,0*	*14,3*	*1,8*
feste biogene Brennstoffe	*1.034*	*12,1*	*1,5*	*2,3*	*1,0*
flüssige biogene Brennstoffe	*38*	*0,4*	*0,05*	*0,09*	*0,03*
Biogas	*2.962*	*28,4*	*4,2*	*6,7*	*2,3*
Klärgas	*196*	*1,7*	*0,3*	*0,4*	*0,1*
Deponiegas	*29*	*0,4*	*0,04*	*0,06*	*0,03*
Geothermie	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
biogener Anteil des Abfalls[5]	*440*	*5,1*	*0,6*	*1,0*	*0,4*
Gesamt	***18.211***	***96,7***	***25,8***	***41,0***	***7,7***
WÄRMEERZEUGUNG (ENDENERGIE)			**Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme[6]**		
feste biogene Brennstoffe (traditionell)[7]	*6.806*	*24,5*	*5,0*		*1,9*
feste biogene Brennstoffe (modern)[8]	*8.344*	*32,5*	*6,1*		*2,6*
flüssige biogene Brennstoffe	*28*	*0,2*	*0,02*		*0,01*
Biogas, Deponiegas, Klärgas	*1.880*	*7,9*	*1,4*		*0,6*
Solarthermie	*1.769*	*6,4*	*1,3*		*0,5*
tiefe Geothermie	*107*	*0,4*	*0,08*		*0,03*
Umweltwärme[9]	*1.790*	*9,9*	*1,3*		*0,8*
biogener Anteil des Abfalls[5]	*951*	*5,3*	*0,7*		*0,4*
Gesamt	***21.675***	***87,0***	***15,9***		***6,9***
KRAFTSTOFFE			**Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs[10]**		
Biodiesel	*3.931*	*14,2*	*5,0*		*1,1*
Bioethanol	*1.064*	*3,8*	*1,4*		*0,3*
Pflanzenöl	*3,0*	*0,01*	*0,004*		*0,001*
Biomethan	*117*	*0,4*	*0,1*		*0,03*
Gesamt	***5.115***	***18,4***	***6,5***		***1,5***
ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE			**Anteil am gesamten Endenergieverbrauch[11]**		
Gesamt	***45.001***	***202,1***	***16,3***		***16,1***

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

1) *Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.259 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom siehe Anhang II.*
2) *Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 70,5 TWh.*
3) *Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 44,4 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 Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 136,3 TWh.*
7) *Kachelöfen, Kaminöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten.*
8) *Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke.*
9) *Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; siehe Anhang I.*
10) *Bezogen auf einen Endenergieverbrauch des Verkehrs von 78,7 TWh (ohne Strom).*
11) *Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 277 TWh.*

Quellen: [1] – [24] und Ausgaben der Vorjahre

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	WASSERKRAFT[1]		WINDENERGIE		PHOTOVOLTAIK[2]		BIOMASSE										SUMME STROMERZEUGUNG
							BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON BIOGAS[3]		DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS[4]	DAVON KLÄRGAS	DAVON DEPONIEGAS	GEOTHERMIE	
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	5.628	768	53	62	5	13	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	67	934	398	75	1	80	13	218	97	139	0,0	**6.929**
2003	3.917	775	234	208	79	106	992	474	104	3	107	17	201	110	97	0,0	**5.222**
2004	4.426	775	306	254	134	229	1.348	719	153	14	154	27	213	116	131	0,0	**6.215**
2005	4.910	775	312	273	272	426	1.812	938	158	51	282	54	291	122	128	0,0	**7.306**
2006	5.186	775	395	295	465	619	2.258	956	161	172	526	96	386	127	90	0,0	**8.304**
2007	5.261	775	586	404	668	880	2.716	991	162	259	757	127	479	135	94	0,0	**9.231**
2008	4.691	777	614	416	951	1.274	2.889	987	168	208	992	140	481	146	76	0,0	**9.146**
2009	4.471	777	545	451	1.370	1.903	3.280	1.063	181	175	1.382	223	458	149	53	0,0	**9.666**
2010	5.132	832	541	454	2.085	2.937	3.307	1.067	179	137	1.542	259	359	153	49	0,1	**11.066**
2011	4.404	837	589	472	3.320	3.862	3.748	1.075	188	51	1.929	318	489	159	45	0,0	**12.061**
2012	4.945	842	666	497	4.048	4.449	3.909	1.102	194	42	2.155	334	404	165	41	0,5	**13.568**
2013	5.616	866	667	528	4.108	4.796	4.095	1.074	197	38	2.319	368	453	173	39	1,2	**14.488**
2014	4.803	871	679	544	4.797	5.045	4.344	1.102	197	36	2.519	458	469	181	37	0,6	**14.623**
2015	4.300	876	831	689	5.090	5.209	4.682	1.162	200	48	2.788	466	464	184	35	0,0	**14.903**
2016	4.850	881	1.235	1.021	4.994	5.354	4.671	1.150	200	48	2.761	481	491	187	34	0,3	**15.749**
2017	4.396	883	1.982	1.410	5.312	5.560	4.651	1.158	200	31	2.828	498	408	195	32	0,3	**16.342**
2018	4.168	885	2.581	1.513	5.587	5.866	4.737	1.152	200	37	2.862	533	462	194	30	0,0	**17.073**
2019	4.517	887	2.909	1.541	5.732	6.294	4.629	1.024	201	38	2.902	575	440	196	29	0,0	**17.787**
2020	4.197	888	2.950	1.572	6.365	6.910	4.699	1.034	203	38	2.962	621	440	196	29	0,0	**18.211**

Bild: Solarthermie-Anlage (© Lorinser / Umweltministerium)

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

	BIOMASSE																
	BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE (EINZELFEUERSTÄTTEN)[5]	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE (ZENTRALHEIZUNGEN, HEIZ(KRAFT)WERKE)[6]	DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON BIOGAS, DEPONIE-GAS, KLÄRGAS	DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS[4]	SOLARTHERMIE[7]		TIEFE GEOTHERMIE	UMWELTWÄRME[8]	SUMME WÄRMEERZEUGUNG	BIODIESEL	BIOETHANOL	PFLANZENÖL	BIOMETHAN	SUMME KRAFTSTOFFE	SUMME ENDENERGIEBEREITSTELLUNG
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[1.000 m²]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	10.693	6.806	2.830	0	135	922	476	1.427	k.A.	25	**11.194**	148	0	10	0	**157**	**17.843**
2001	11.781	7.472	3.206	0	163	939	537	1.614	k.A.	30	**12.347**	183	0	11	0	**193**	**19.261**
2002	11.439	6.986	3.308	0	190	955	590	1.734	k.A.	37	**12.067**	251	0	11	0	**262**	**19.257**
2003	12.288	7.453	3.810	0	199	827	727	1.874	64	45	**13.125**	376	0	3	0	**379**	**18.726**
2004	12.633	7.524	4.195	2	213	699	709	2.011	64	54	**13.460**	536	26	7	0	**569**	**20.244**
2005	13.294	7.690	4.610	28	231	736	760	2.188	64	65	**14.183**	2.374	238	245	0	**2.856**	**24.345**
2006	13.370	7.323	4.844	108	321	774	840	2.443	76	80	**14.366**	3.905	533	1.003	0	**5.441**	**28.110**
2007	13.332	6.843	5.076	166	348	900	942	2.618	76	167	**14.517**	4.324	459	1.138	0	**5.920**	**29.668**
2008	14.545	7.297	5.631	166	491	960	951	2.957	76	196	**15.768**	3.587	645	558	1	**4.790**	**29.704**
2009	15.364	7.331	6.120	131	839	943	1.107	3.253	88	261	**16.819**	3.233	934	135	2	**4.304**	**30.789**
2010	17.097	8.135	7.178	119	926	739	1.158	3.458	95	300	**18.650**	3.296	1.173	78	10	**4.557**	**34.273**
2011	15.162	6.971	6.400	48	1.016	727	1.400	3.679	102	342	**17.006**	3.222	1.237	24	12	**4.496**	**33.563**
2012	16.931	7.484	7.281	37	1.197	932	1.443	3.878	105	381	**18.859**	3.313	1.233	32	45	**4.624**	**37.051**
2013	18.218	8.011	8.021	31	1.428	727	1.385	4.041	105	424	**20.132**	2.950	1.189	0	65	**4.204**	**38.824**
2014	15.931	6.633	6.996	32	1.570	700	1.542	4.172	105	538	**18.116**	3.165	1.258	7	61	**4.491**	**37.230**
2015	17.661	7.069	7.838	39	1.824	891	1.649	4.285	105	666	**20.081**	2.771	1.145	1	47	**3.964**	**38.949**
2016	18.313	7.284	8.227	41	1.808	953	1.518	4.355	105	1.231	**21.167**	2.849	1.176	4	52	**4.081**	**40.998**
2017	18.609	7.348	8.445	25	1.836	956	1.701	4.394	105	1.357	**21.772**	2.930	1.164	4	61	**4.158**	**42.272**
2018	17.351	6.721	7.861	31	1.839	898	1.773	4.419	105	1.489	**20.717**	3.103	1.208	1	53	**4.365**	**42.156**
2019	18.140	6.928	8.385	32	1.844	951	1.713	4.410	105	1.622	**21.580**	3.057	1.158	3	90	**4.307**	**43.675**
2020	18.009	6.806	8.344	28	1.880	951	1.769	4.414	107	1.790	**21.675**	3.931	1.064	3	117	**5.115**	**45.001**

Alle Angaben vorläufig; Stand September 2021; Abweichungen in den Summen durch Rundungen. Quellen siehe Seite 7

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.

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 2009 einschließlich Biomethan-BHKW. Im Jahr 2020 waren Biomethan-BHKW mit einer Leistung von rund 85 MW_{el} in Betrieb.*
4) *Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt.*
5) *Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; siehe 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 kW_{th}/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 (vergleiche auch Anhang I). Aufgrund des ab 2016 abgesenkten Primärenergiefaktors zeigt sich ein deutlicher Anstieg.*

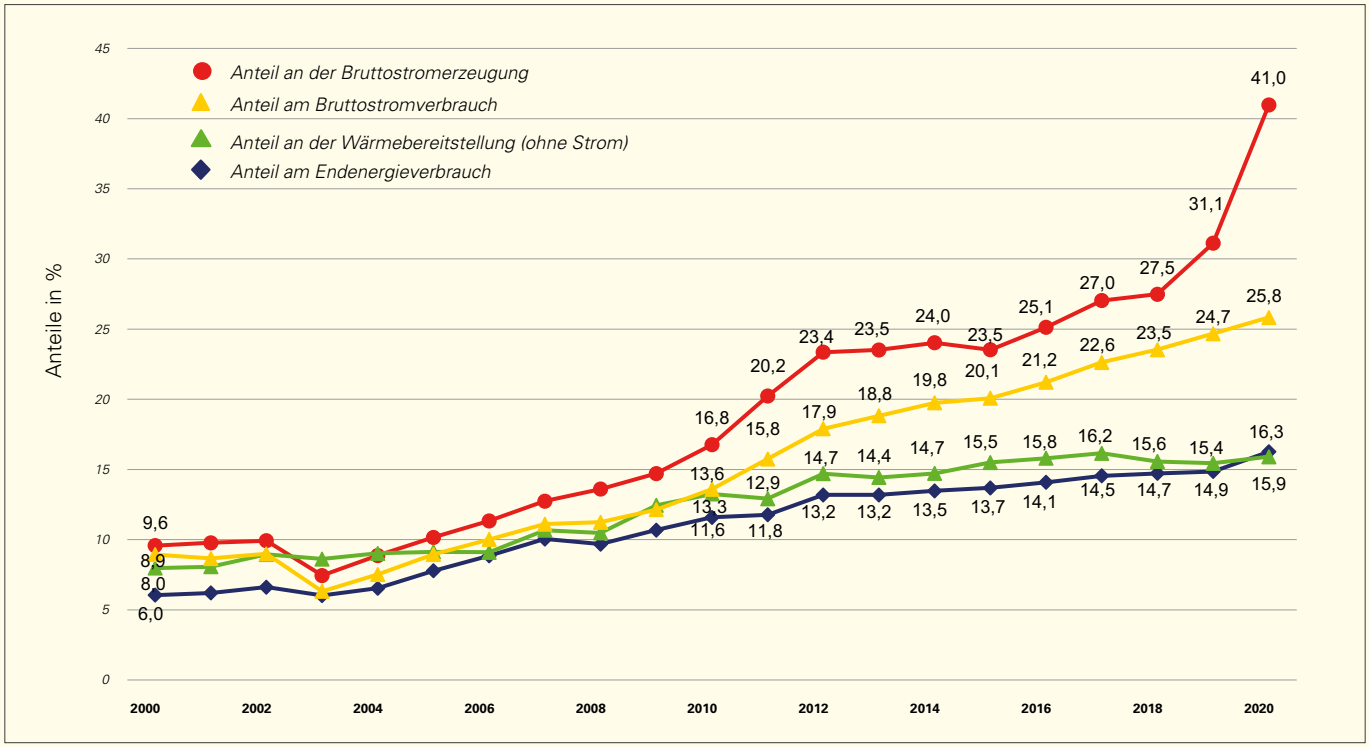
ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ANTEIL AM ENDENERGIEVERBRAUCH							[%]						
Anteil an der Bruttostromerzeugung	*9,6*	*10,2*	*16,8*	*20,2*	*23,4*	*23,5*	*24,0*	*23,5*	*25,1*	*27,0*	*27,5*	*31,1*	*41,0*
Anteil am Bruttostromverbrauch	*8,9*	*8,9*	*13,6*	*15,8*	*17,9*	*18,8*	*19,8*	*20,1*	*21,2*	*22,6*	*23,5*	*24,7*	*25,8*
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	*8,0*	*9,1*	*13,3*	*12,9*	*14,7*	*14,4*	*14,7*	*15,5*	*15,8*	*16,2*	*15,6*	*15,4*	*15,9*
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	*0,2*	*3,3*	*5,5*	*5,3*	*5,4*	*4,9*	*5,1*	*4,4*	*4,5*	*4,5*	*4,8*	*4,7*	*6,5*
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	***6,0***	***7,8***	***11,6***	***11,8***	***13,2***	***13,2***	***13,5***	***13,7***	***14,1***	***14,5***	***14,7***	***14,9***	***16,3***
ANTEIL AM PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH							[%]						
Stromerzeugung	*1,8*	*2,5*	*4,0*	*4,9*	*5,4*	*5,5*	*5,9*	*5,9*	*6,0*	*6,3*	*6,6*	*6,7*	*7,7*
Wärmebereitstellung	*2,3*	*2,9*	*4,1*	*4,4*	*5,5*	*5,6*	*5,4*	*5,8*	*5,8*	*6,1*	*5,9*	*6,1*	*6,9*
Kraftstoffverbrauch	*0,0*	*0,6*	*1,0*	*1,1*	*1,2*	*1,0*	*1,2*	*1,0*	*1,0*	*1,0*	*1,1*	*1,1*	*1,5*
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	***4,1***	***6,0***	***9,1***	***10,4***	***12,0***	***12,2***	***12,4***	***12,7***	***12,8***	***13,4***	***13,6***	***13,9***	***16,1***

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

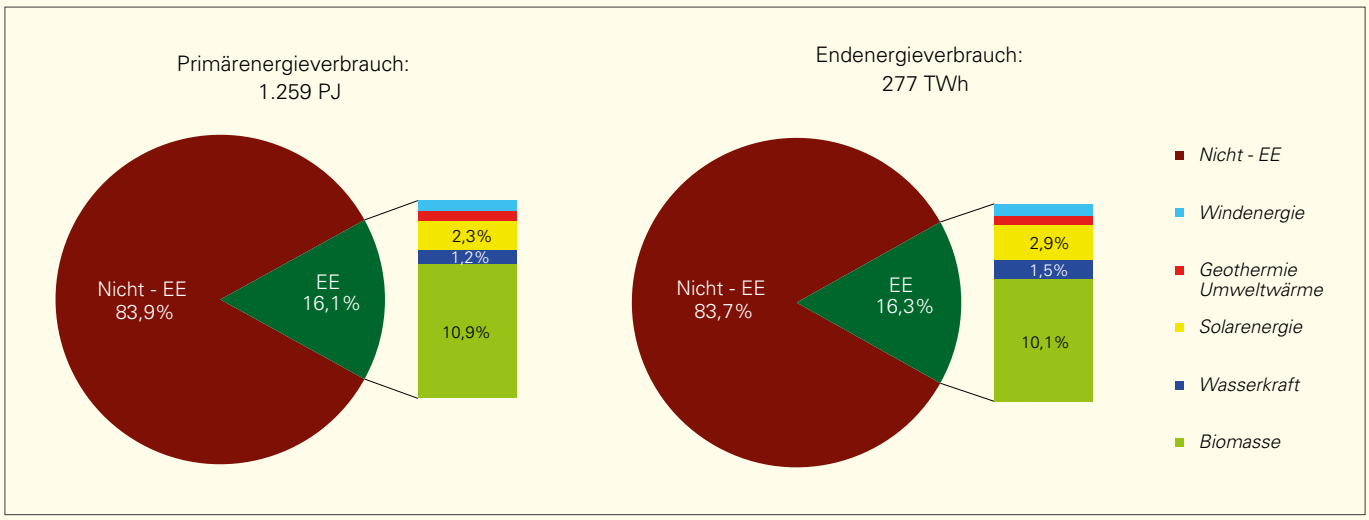
Da die Stromerzeugung in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2008 insgesamt eine rückläufige Tendenz aufweist, sind die steigenden Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ab 2008 auch auf die insgesamt geringere Stromerzeugung zurückzuführen. Zusätzlich angegeben ist deshalb der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch. In Baden-Württemberg sind die Nettostrombezüge jedoch vergleichsweise hoch und da zum Anteil der erneuerbaren Energien am Importstrom keine Angaben vorliegen, gehen diese nicht in den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ein.

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



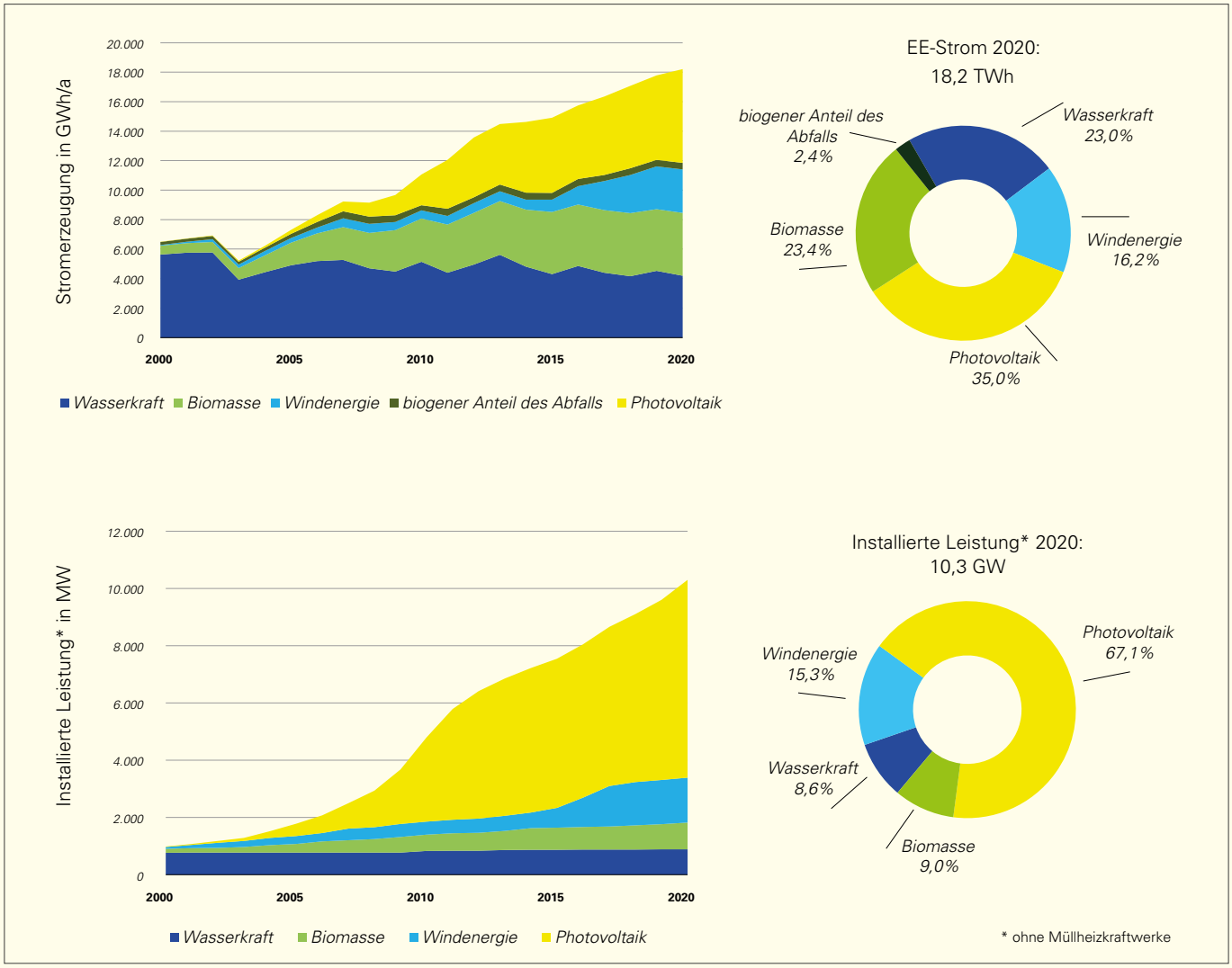
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021; Quellen: siehe Seite 7

STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2020



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021

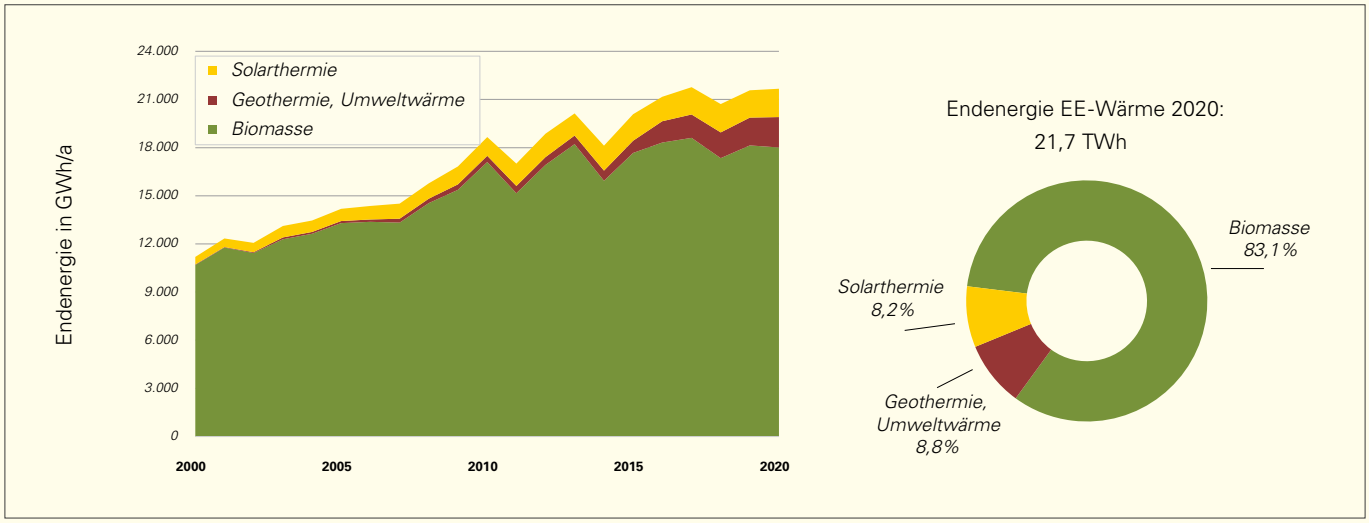
ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN UND DER INSTALLIERTEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG



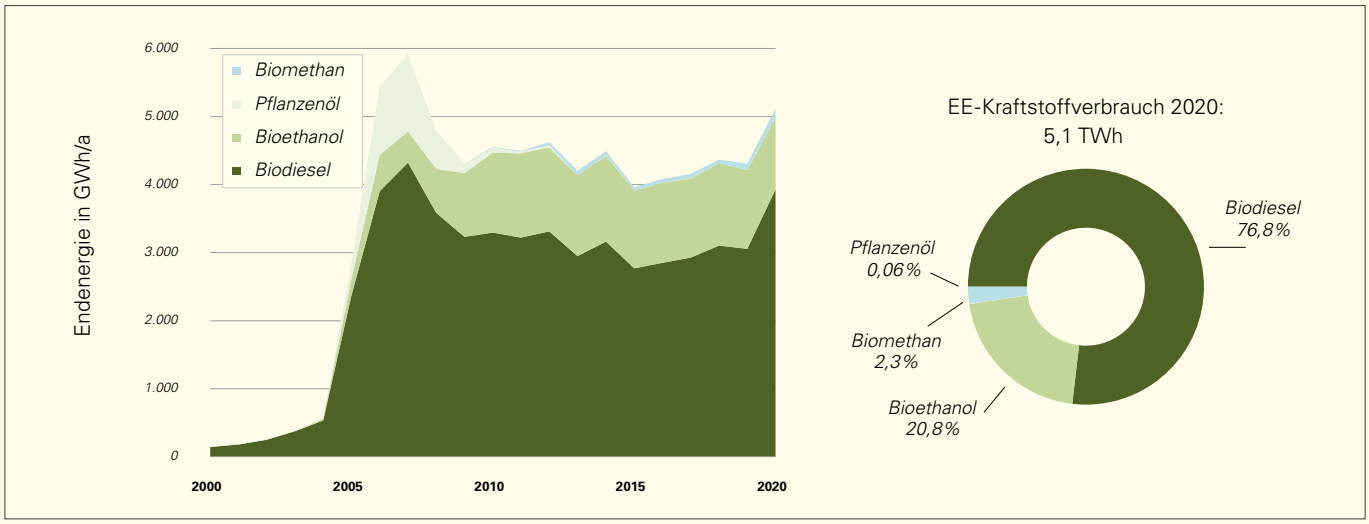
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021

Bild: Wasserkraftwerk Offenburg (© Elektrizitätswerk Mittelbaden AG & Co. KG)

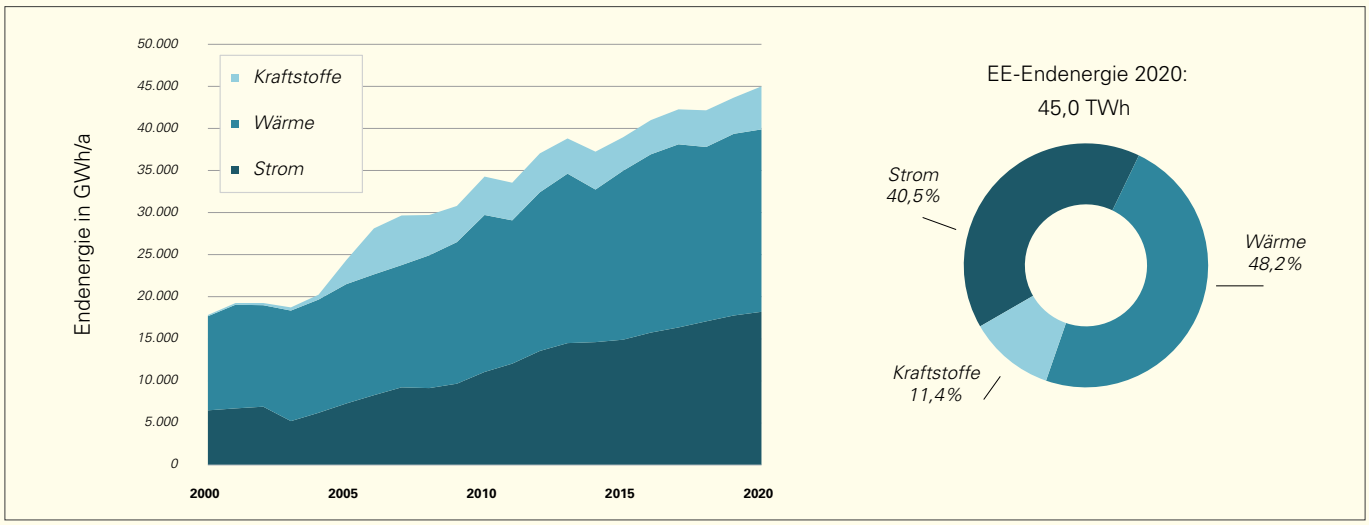
ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG



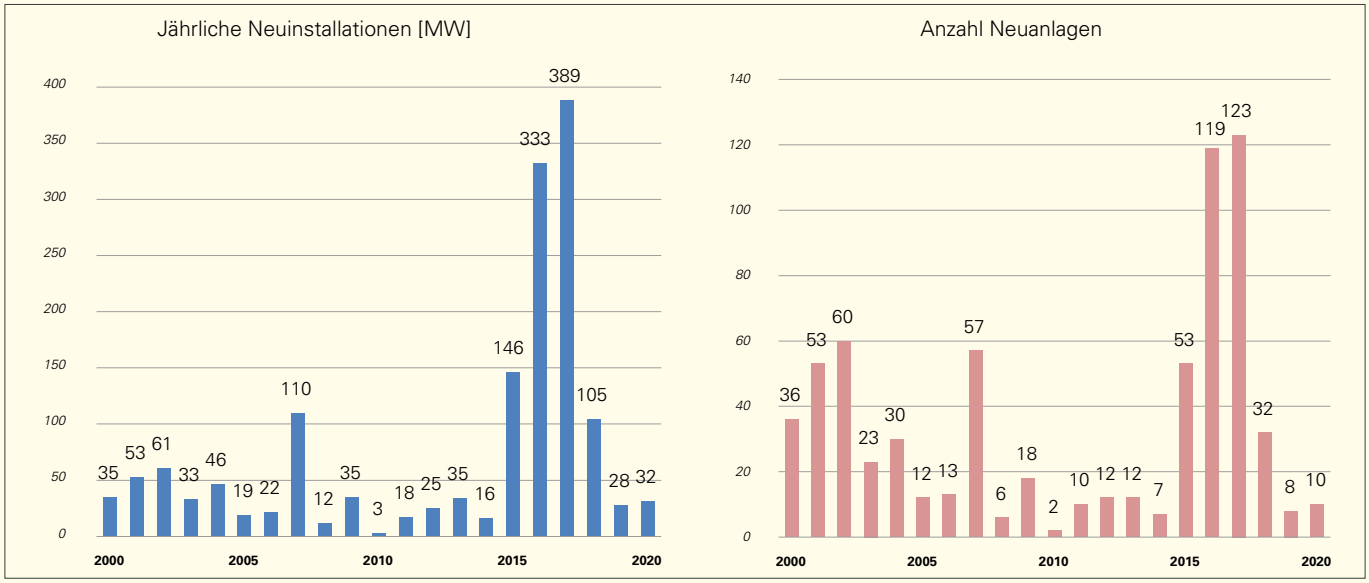
ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2021

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

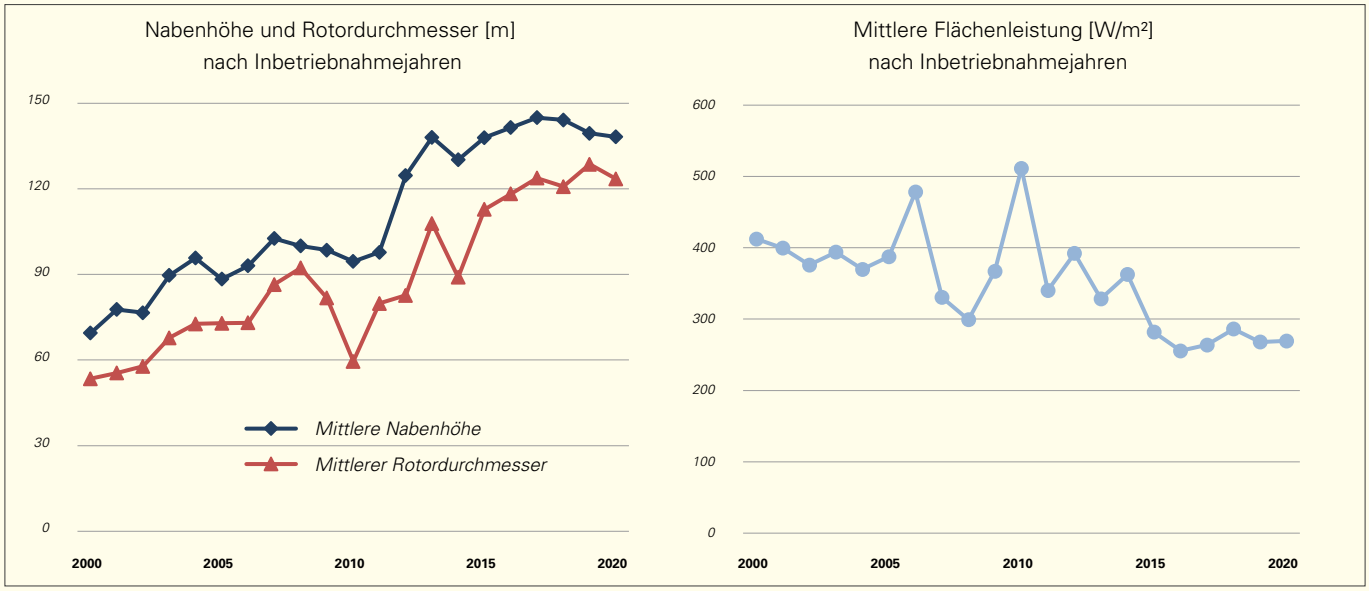
Nach einem deutlichen Anstieg der jährlichen Neuinstallationen von Windenergieanlagen an Land in den Jahren 2015 bis 2017 ist der Zubau von Neuanlagen in den Jahren 2018 und 2019 jeweils erheblich zurückgegangen. Dies ist primär auf die Einführung von Ausschreibungen und auf die schwache Genehmigungssituation 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 im Mittel bei 3,2 bis 3,5 MW liegen.



Abweichungen zu anderen Statistiken können sich unter anderem aufgrund einer unterschiedlichen Definition des Datums der Inbetriebnahme ergeben

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

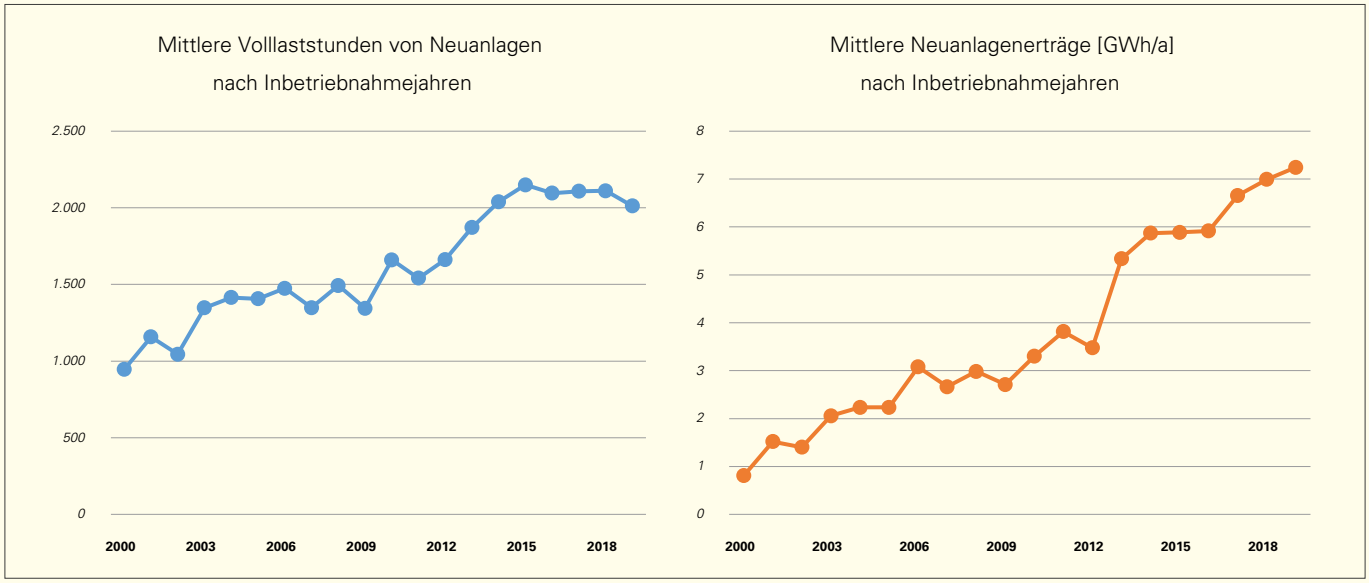
Um angesichts begrenzter Standortverfügbarkeit und Standortgüten ausreichend hohe Winderträge für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu realisieren, wurden neue Windenergieanlagen in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren im Trend höher und weisen einen größeren Rotordurchmesser auf. Der Trend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



Quelle: Auswertung LUBW-Daten [25]; Datenstand Juli 2021

VOLLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN (BETRIEBSJAHR 2020)

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 Volllaststunden bei gleichzeitig größeren Anlagenleistungen sind auch die mittleren Stromerträge von Neuanlagen gestiegen. Diese liegen zuletzt in der Größenordnung von 7 GWh Strom pro Neuanlage und Jahr.



Quelle: Auswertung EEG-Daten [18]; das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2020 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.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Anzahl	*10*	*9*	*94*	*100*	*201*	*2*	*27*	*15*	*21*	*9*

** Vorläufiger Stand Ende 3. Quartal*

STAND DER REGIONALPLANUNG UND FLÄCHENNUTZUNGSPLANUNG

Beim Ausbau der Windenergie ist es wichtig, dass ausreichend Flächen und Standorte zur Verfügung stehen, auf denen Windenergieanlagen errichtet werden können. Windenergieanlagen sind nach dem Baugesetzbuch im Außenbereich grundsätzlich privilegiert. 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	VERFAHRENS-STAND	MÖGLICHE ANLAGEN-ANZAHL [1]	FLÄCHE VORRANG-GEBIET (HA)	FLÄCHEN-ANTEIL REGION (%)	FLÄCHEN-ANTEIL LAND (%)
Heilbronn-Franken	*Verbindlich*	*108-203*	*1.622*	*0,34*	*0,05*
Ostwürttemberg	*Verbindlich*	*175*	*3.252*	*1,52*	*0,09*
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*
Mittlerer Oberrhein	*aufgehoben*				
Neckar-Alb	*Verfahren eingestellt*				
Gesamt		***764-864***	***11.329***		***0,32***

Stand: Dezember 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 Aufstellungs-beschluss	Planungsträger mit Feststellungsbeschluss								Genehmigte FNP
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Freiburg	*53*	*1*	*2*	*4*	*6*	*1*	*2*	*3*	*0*	*19*
Karlsruhe	*49*	*1*	*0*	*2*	*1*	*1*	*1*	*2*	*0*	*6*
Stuttgart	*41*	*3*	*7*	*6*	*10*	*2*	*4*	*2*	*2*	*33*
Tübingen	*21*	*2*	*1*	*3*	*2*	*1*	*0*	*0*	*0*	*6*
Summe	***164***	***7***	***10***	***15***	***19***	***5***	***7***	***7***	***2***	***64***

Stand: Dezember 2020

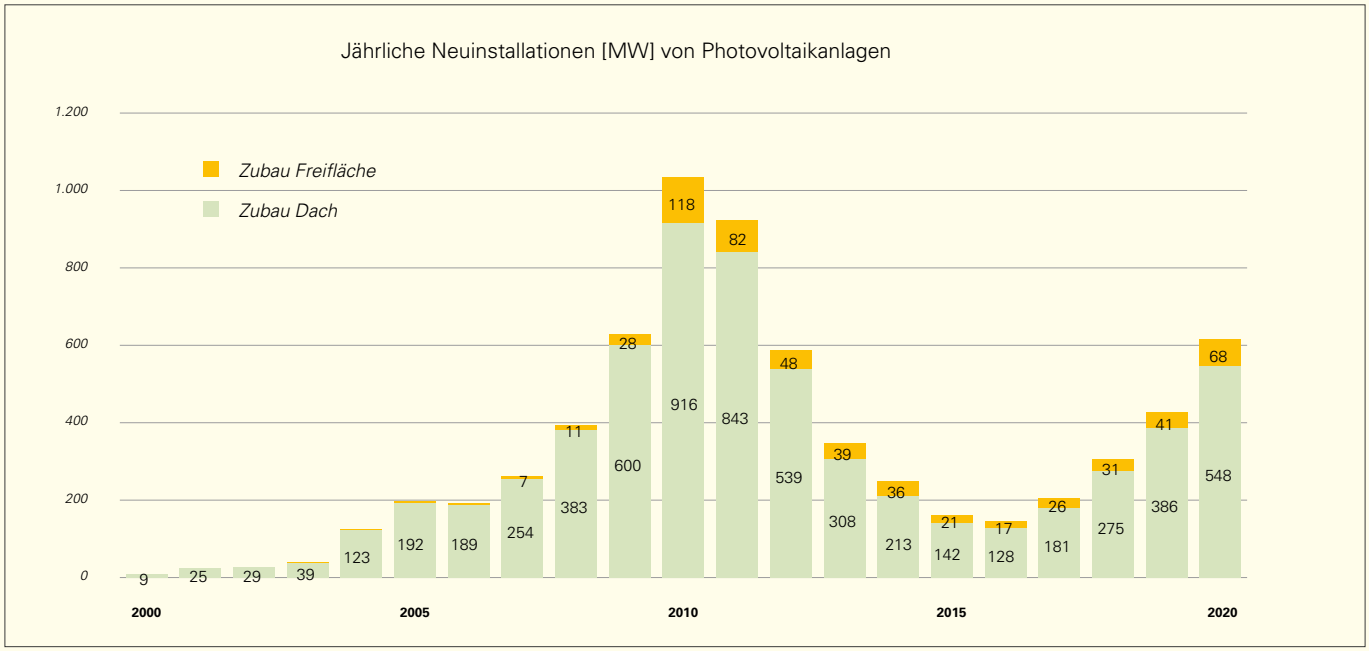
Von den 412 Wind-Planungsträgern haben 164 einen Aufstellungsbeschluss. Seit 2013 wurden insgesamt 64 Flächennutzungspläne genehmigt.

Bild: Photovoltaikanlage auf Dach (© tl6781 / stock.adobe.com)

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

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

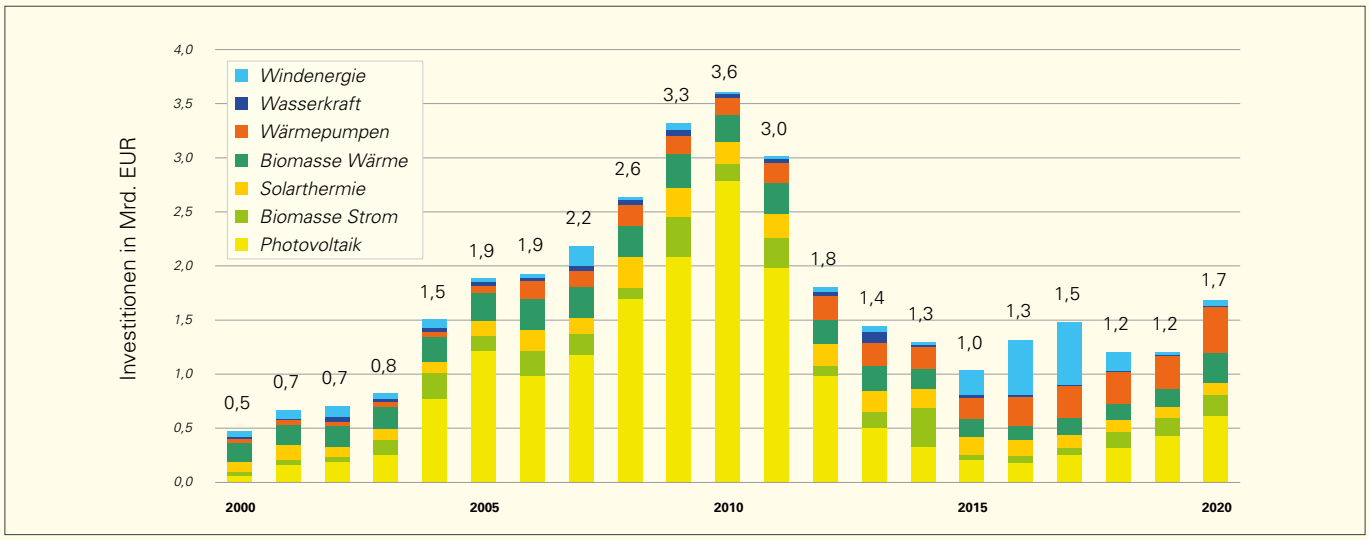
Nach einem starken Anstieg des Photovoltaikzubaus in den Jahren 2009 bis 2012 im Zuge stark sinkender Anlagenpreise ist der Zubau nach mehreren EEG-Novellen bis zum Jahr 2016 erheblich gesunken. Seit 2017 ist jedoch wieder ein stetiger Aufwärtstrend zu verzeichnen. Die mittlere Neuanlagenleistung lag in den vergangenen Jahren in der Größenordnung von 15 bis 20 kW und es war ein Aufwärtstrend bei Installation von Freiflächenanlagen zu verzeichnen. Zum Stand Ende 2020 waren in Baden-Württemberg rund 6,3 GW Dachanlagen und 0,6 GW Freiflächenanlagen installiert.



Quelle: Auswertungen EEG-Daten [18] und Marktstammdatenregister [20] (Datenstand 09/2021). Alle Angaben vorläufig. Anlagen ohne Zuordnung (EEG-Daten) beziehungsweise sonstige Anlagen (MaStR) wurden dem Dachanlagensegment zugerechnet

Bild: Photovoltaikanlage auf Dach (© tl6781 / stock.adobe.com)

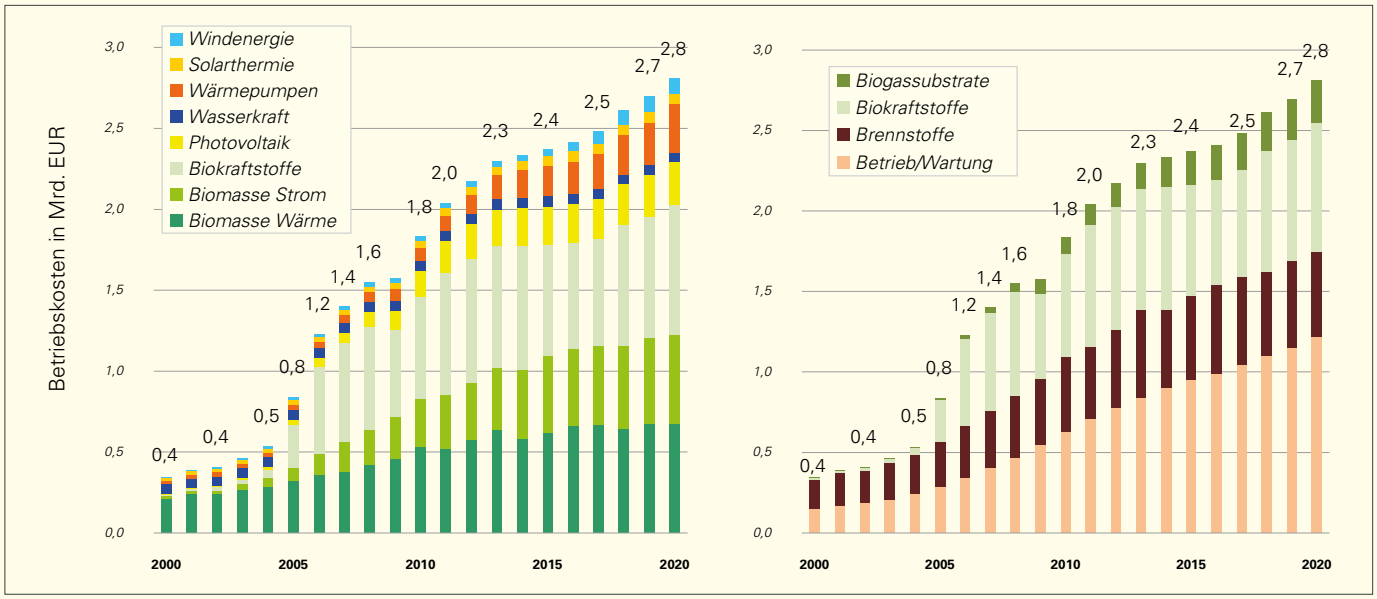
INVESTITIONEN IN ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Die Investitionen in neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien überstiegen im Jahr 2020 mit 1,7 Milliarden Euro deutlich das Niveau der vergangenen Jahre. Weiter gestiegen sind aufgrund der positiven Entwicklung des Zubaus die Investitionen im Photovoltaikbereich auf insgesamt rund 620 Millionen Euro. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 35 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 in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien war im Jahr 2020 mit Betriebskosten in Höhe von rund 2,8 Milliarden Euro verbunden.

BETRIEB VON ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Mit rund 30 Prozent 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 2021; Investitionen und Betriebskosten privater Haushalte mit Umsatzsteuer, ansonsten ohne Umsatzsteuer. In Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Quelle: Berechnungen ZSW

VERMIEDENE EMISSIONEN DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2020 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[1] [g/MWh$_{el}$]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungsfaktor[1] [g/MWh$_{th}$]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO_2	*701.314*	*12.772*	*240.545*	*5.173*
CH_4	*264,2*	*4,8*	*-83,7*	*-1,8*
N_2O	*-26,8*	*-0,5*	*-8,8*	*-0,2*
CO_2-Äquivalent	***699.887***	***12.746***	***235.835***	***5.072***
Versauernd wirkende Gase[2]				
SO_2	*184,0*	*3,4*	*49,9*	*1,1*
NO_X	*322,5*	*5,9*	*-168,2*	*-3,6*
SO_2-Äquivalent	***407,5***	***7,4***	***-67,2***	***-1,4***
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	*-550,7*	*-10,0*	*-2.564,2*	*-55,1*
NMVOC	*17,4*	*0,3*	*-191,7*	*-4,1*
Staub	***-0,9***	***0,0***	***-121,1***	***-2,6***

	KRAFTSTOFFE	
	Vermeidungsfaktor[1] [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO_2	*261.524*	*1.338*
CO_2-Äquivalent	***239.153***	***1.223***

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

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

EINSPARUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2020 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	BRAUNKOHLE	STEINKOHLE	ERDGAS	DIESEL-KRAFTSTOFF	OTTO-KRAFTSTOFF	MINERALÖL	GESAMT
				Primärenergie [TWh]			
Strom	*7,9*	*22,9*	*8,0*	*-*	*-*	*0,0*	*38,9*
Wärme	*1,7*	*1,6*	*10,7*	*-*	*-*	*12,3*	*26,3*
Kraftstoffe	*-*	*-*	*0,1*	*2,4*	*0,9*	*-*	*3,4*
Gesamt	***9,6***	***24,5***	***18,8***	***2,4***	***0,9***	***12,3***	***68,6***
				Primärenergie [PJ]			
Gesamt	***34,5***	***88,3***	***67,8***	***8,6***	***3,3***	***44,4***	***246,8***
Mengen	*3,5 Millionen t*	*3,2 Millionen t*	*1.740 Millionen m³*	*242 Millionen Liter*	*100 Millionen Liter*	*1.218 Millionen Liter*	

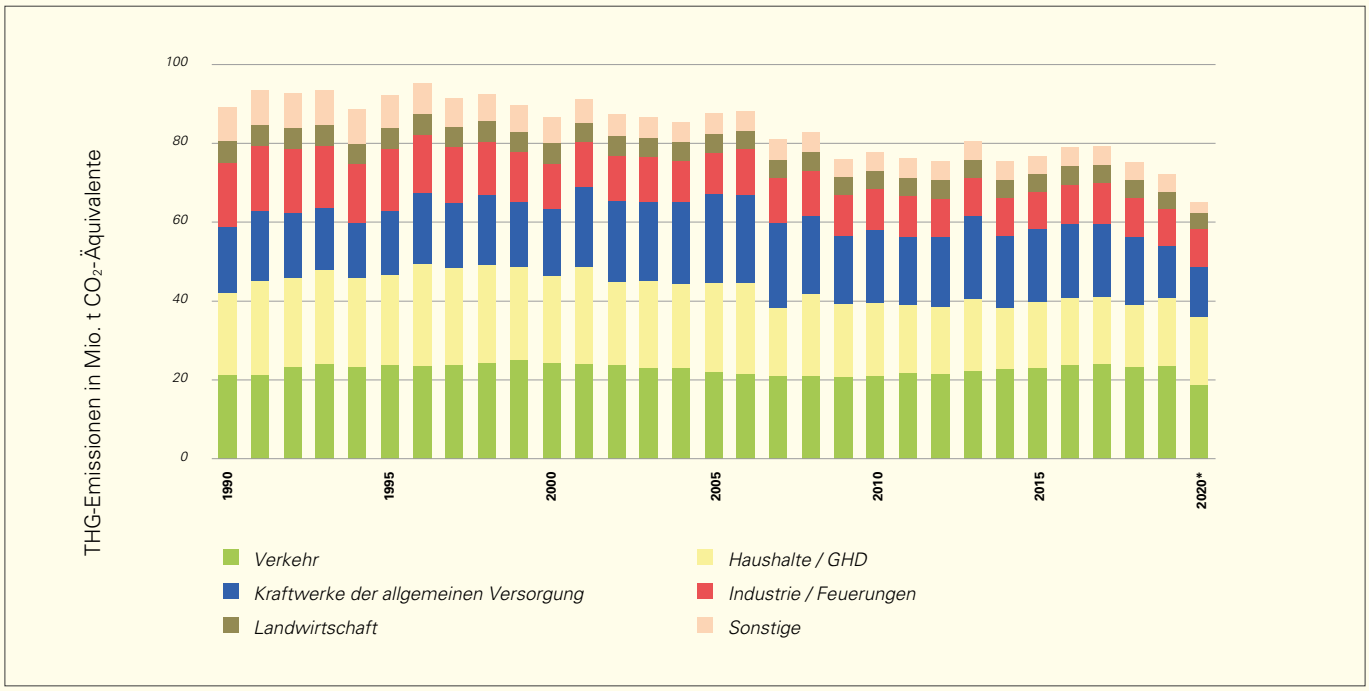
Zur Berechnungsgrundlage und -methodik siehe Anhang II
Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Die obenstehende Tabelle zeigt die durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg eingesparten fossilen Energieträger. Da in Deutschland fossile Energieträger zu einem 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 2020 nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes gegenüber dem Vorjahr um rund 6,2 Millionen Tonnen (8,7 Prozent) auf 65,2 Millionen Tonnen stark gesunken. Damit hat Baden-Württemberg das im Klimaschutzgesetz verankerte Ziel zur Minderung der Treibhausgas-Emissionen um mindestens 25 Prozent bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Referenzjahr 1990 mit 26,8 Prozent übertroffen. Einen großen Einfluss auf die Emissionsentwicklung im Jahr 2020 hat die Corona-Pandemie. Nach Schätzungen des Statistischen Landesamts würde die Minderung der Treibhausgas-Emissionen ohne Corona-Pandemie bei circa 23,5 Prozent liegen.

Die positive Emissionsentwicklung im Umwandlungssektor (Strom- und Wärmeversorgung), hat sich auch im Jahr 2020 fortgesetzt. Laut dem Statistischen Landesamt gingen dort die Emissionen gegenüber 2019 um 17,4 Prozent beziehungsweise 2,3 Millionen Tonnen zurück. Der Rückgang hängt allerdings nicht nur mit der Corona-Pandemie und der damit verbundenen geringeren Energienachfrage zusammen. Auf Grund gestiegener CO_2-Zertifikatspreise im EU-Emissionshandel war bereits vor der Pandemie bei der Strom- und Wärmeerzeugung ein rückläufiger Steinkohleeinsatz zu beobachten. Die Steinkohleverstromung ging im Vergleich zum Vorjahr um ein Viertel zurück. Bereits 2019 wurde mit erneuerbaren Energien mehr Strom im Land produziert als mit Steinkohle. Die nicht-energetischen Emissionen stammen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen sowie der Abfall- und Abwasserwirtschaft.

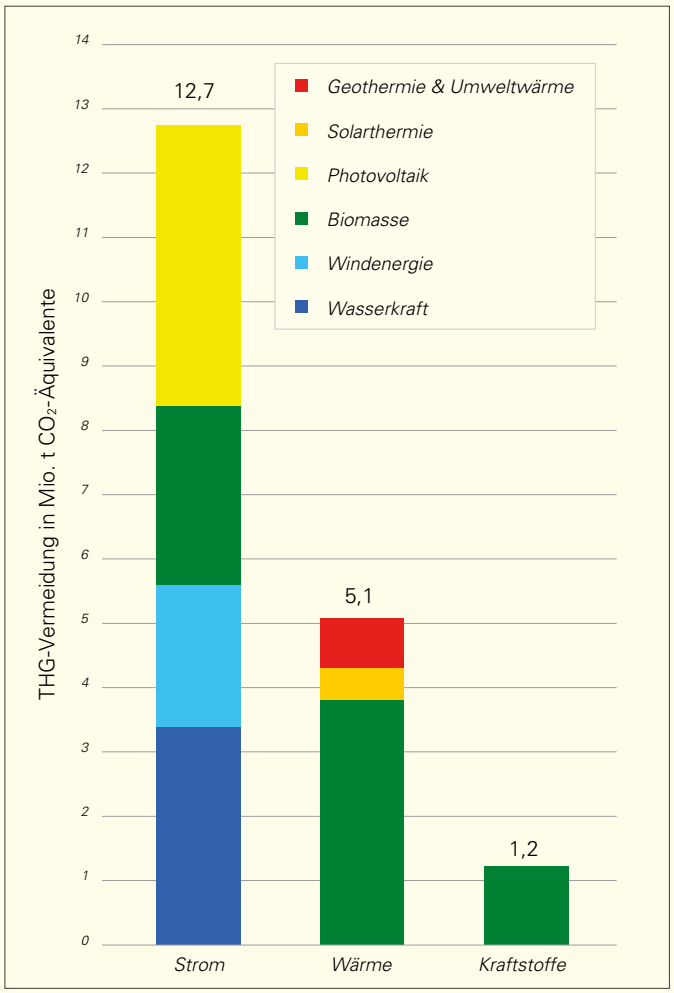


** 2020 vorläufig; Quelle: StaLa [26, 27]*

TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2020

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 2020 rund 19 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt damit eine Minderung der Treibhausgasemissionen in der Größenordnung von mehr als 20 Prozent zu.

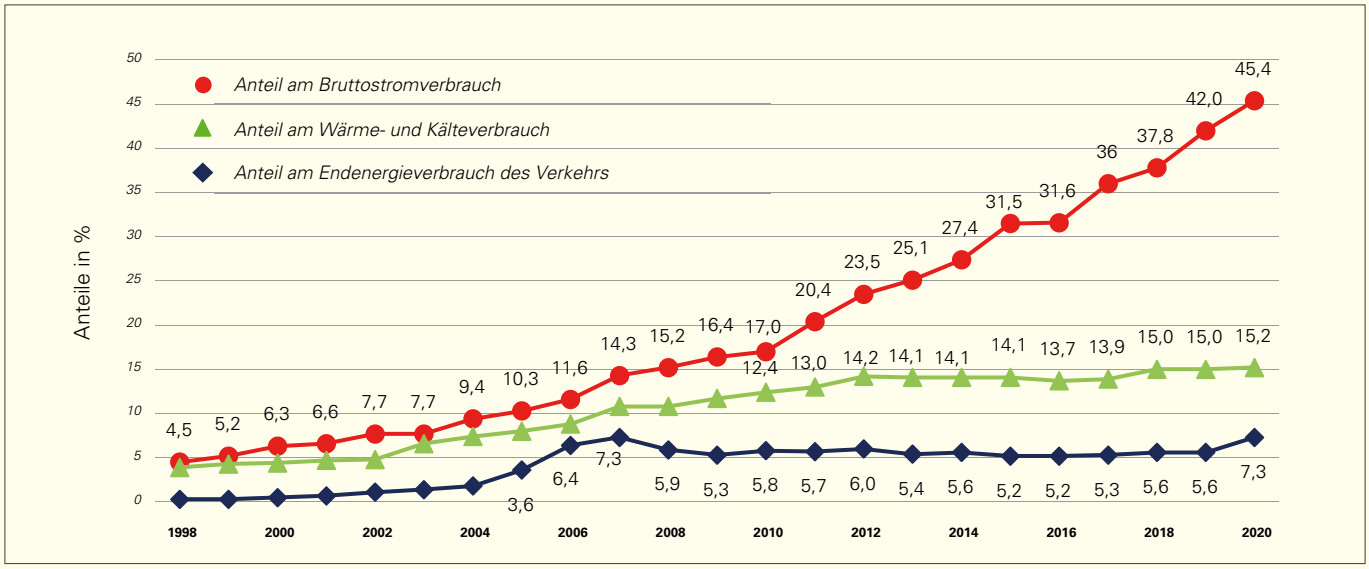
Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen (siehe Anhang II, Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren und eingesparten fossilen Energieträger).



	Vermeidungs-faktor	vermiedene Emissionen	Anteil
	[g/kWh]	**[1.000 t]**	**[%]**
Strom			
Wasserkraft	*806*	*3.381*	*26,5*
Windenergie	*754*	*2.225*	*17,5*
Photovoltaik	*685*	*4.362*	*34,2*
feste biogene Brennstoffe	*751*	*777*	*6,1*
flüssige biogene Brennstoffe	*340*	*13*	*0,1*
Biogas	*496*	*1.470*	*11,5*
Klärgas	*716*	*141*	*1,1*
Deponiegas	*714*	*20*	*0,2*
Geothermie	*671*	*0,0*	*0,0*
biogener Anteil des Abfalls	*811*	*357*	*2,8*
Summe Strom		***12.746***	***100,0***
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	*143*	*973*	*19,2*
feste biogene Brennstoffe (modern)	*255*	*2.131*	*42,0*
flüssige biogene Brennstoffe	*111*	*3*	*0,1*
Biogas, Deponiegas, Klärgas	*256*	*482*	*9,5*
Solarthermie	*284*	*503*	*9,9*
tiefe Geothermie	*280*	*30*	*0,6*
Umweltwärme	*183*	*732*	*14,4*
biogener Anteil des Abfalls	*230*	*219*	*4,3*
Summe Wärme		***5.072***	***100,0***
Kraftstoffe			
Biodiesel	*235*	*922*	*75,4*
Bioethanol	*262*	*278*	*22,8*
Pflanzenöl	*205*	*0,6*	*0,05*
Biomethan	*190*	*22*	*1,8*
Summe Kraftstoffe		***1.223***	***100,0***
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		***19.041***	

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

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND

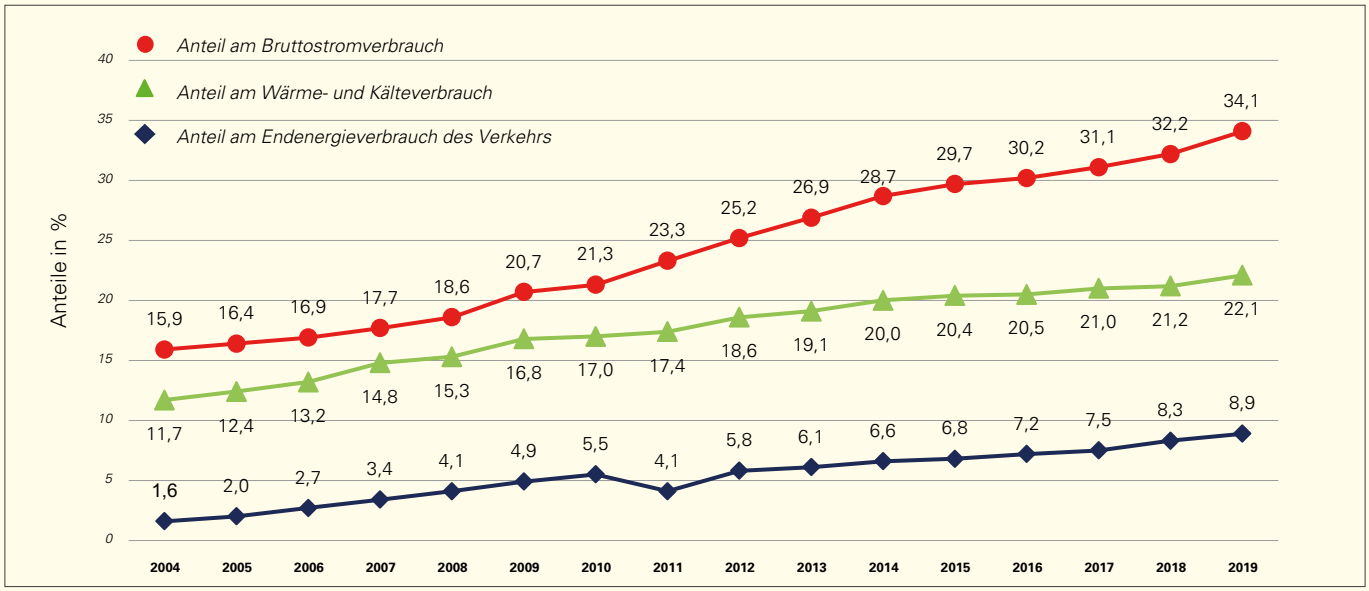


Quelle: [28]

Die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland ist in den vergangenen zwanzig Jahren in den einzelnen Nutzungsbereichen unterschiedlich stark fortgeschritten. Während im Verkehrsbereich über die Jahre hinweg eine Stagnierung der Nutzung von Biokraftstoffen auf einem Niveau von 5 bis 6 Prozent zu verzeichnen war, stieg er zuletzt auf über 7 Prozent an. Der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte war neben einer abermals sehr milden Witterung auch von Pandemieeffekten gezeichnet. Unter dem Strich ergab sich dadurch ein leichter Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 15,0 auf 15,2 Prozent. Ungebrochen ist der Aufwärtstrend im Strombereich, wo die bisherigen Ausbauziele übertroffen wurden. Pandemiebedingt sank der Bruttostromverbrauch um gut 4 Prozent, so dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch einen Sprung von über 3 Prozentpunkten auf einen neuen Rekordwert von 45,4 Prozent machen konnte.

Bild: Solarthermie an Wohngebäude (© Lorinser / Umweltministerium)

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



Quelle: [29]

Mit der Richtlinie 2009/28/EG trat im Juni 2009 erstmals ein verbindlicher EU-weiter Rahmen für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Kraft. Bis zum Jahr 2020 sollten die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs in der EU decken. Dieses Ziel wurde Ende 2018 mit der Richtlinie (EU) 2010/2001 fortgeschrieben. Nunmehr soll bis 2030 der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch der EU auf mindestens 32 Prozent ansteigen.

Der im Jahr 2020 geschlossene Green Deal wird zudem eine weitere Steigerung dieses Ziels nach sich ziehen. Im Jahr 2019 betrug der Anteil 19,7 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 über dem EU-Durchschnitt liegt, bleibt sie im Wärme/Kälte- und Verkehrsbereich teilweise weit 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. Die Abweichungen basieren auf unterschiedlichen Datenquellen und abweichenden Bilanzierungsmethoden. Aktuelle Statusberichte der Mitgliedstaaten sind auf den Internetseiten der Europäischen Kommission unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0952&from=EN veröffentlicht.

Bild: Bioenergiedorf Emmingen (© Björn Hänssler / Umweltministerium)

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

	2019				2020			
	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direkt-vermarktung	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direkt-vermarktung	Markt- und Flexibilitätsprämien
	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR
Wasserkraft	*431*	*48*	*1.066*	*35*	*333*	*37*	*968*	*39*
Deponie-, Gruben-, Klärgas	*19*	*1,5*	*5,2*	*0,2*	*18*	*1,4*	*3,3*	*0,2*
Biomasse	*942*	*198*	*3.257*	*488*	*857*	*182*	*3.478*	*545*
Geothermie	*0,8*	*0,2*	*0*	*0*	*0,2*	*0,4*	*0*	*0*
Windenergie	*213*	*18*	*2.716*	*144*	*197*	*17*	*2.772*	*169*
Photovoltaik	*4.843*	*1.667*	*668*	*108*	*5.105*	*1.713*	*891*	*130*
Gesamt	***6.447***	***1.932***	***7.711***	***776***	***6.511***	***1.951***	***8.113***	***883***

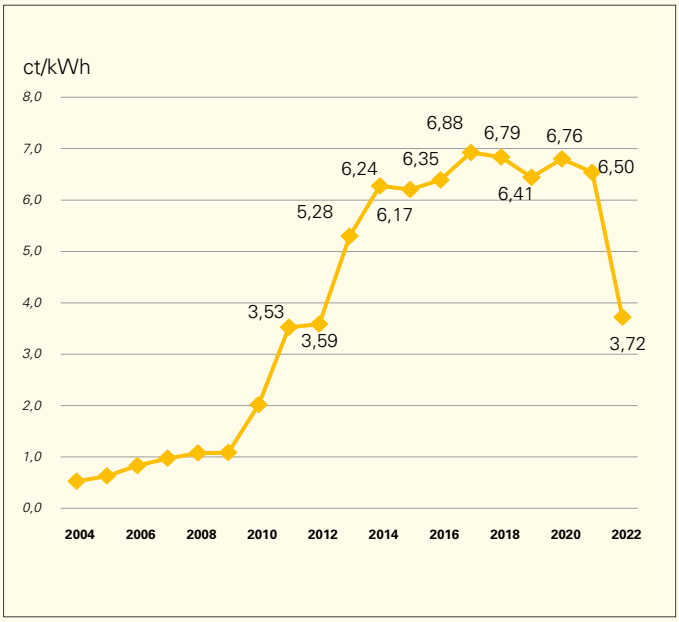
Die Angaben beziehen sich auf den in der Regelzone der TransnetBW aufgenommenen EEG-Strom. Da die Grenzen der Regelzone nicht vollständig deckungsgleich mit denen des Landes Baden-Württemberg sind, ergeben sich Abweichungen zu den für Baden-Württemberg angegebenen Strommengen in der vorliegenden Broschüre. Darüber hinaus wird ein großer Teil des Stroms aus Wasserkraftanlagen nicht nach dem EEG vergütet, sondern außerhalb des EEG vermarktet. Quelle: [30]

Im Jahr 2020 wurden in Baden-Württemberg rund 6,5 TWh Strom aus erneuerbaren Energien eingespeist und nach dem EEG mit „Festvergütungen“ von knapp 2 Milliarden Euro vergütet. Der Anteil der direkt vermarkteten Strommengen steigt weiterhin an und betrug im Jahr 2020 rund 8,1 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,9 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschl. 21 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen). Auf Bundesebene wurden im Jahr 2020 insgesamt 41,2 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese sind mit 11,2 Milliarden Euro vergütet worden. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2020 auf Bundesebene 181 TWh (2019: 171 TWh), wobei 18,5 Milliarden Euro Marktprämien und 195 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.

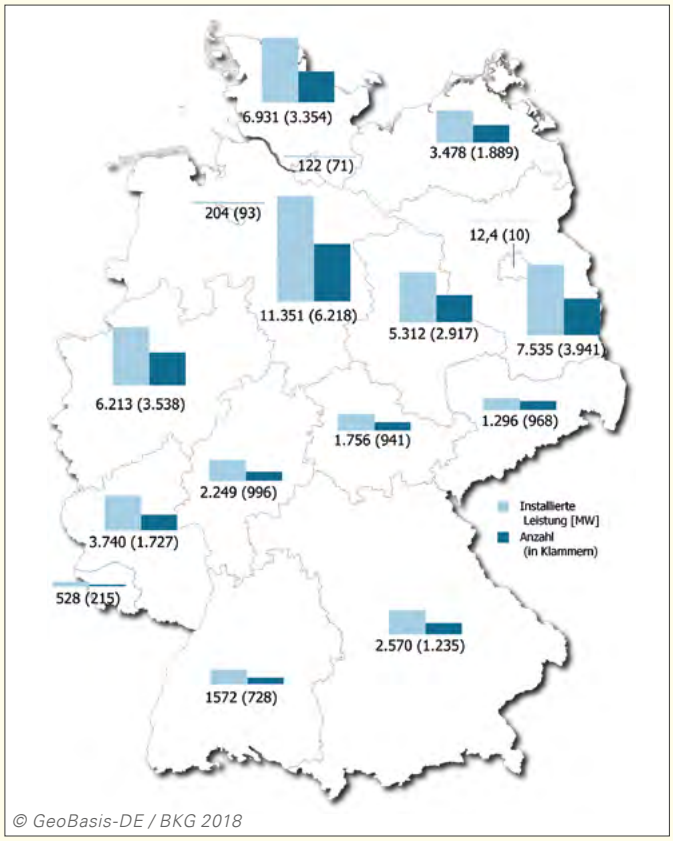
ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

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 nicht-privilegierten Letztverbraucherabsatzes.

Für das Jahr 2021 wurde die EEG-Umlage mittels eines Bundeszuschusses auf 6,5 ct/kWh gedeckelt. Ohne den Zuschuss läge die Umlage bei knapp 9,7 ct/kWh, weil die Börsenstrompreise und der Stromabsatz, bedingt durch die Corona-Maßnahmen, stark gesunken sind. Im Jahr 2022 sinkt die EEG-Umlage sehr deutlich auf rund 3,7 ct/kWh ab, weil die Börsenstrompreise und der EEG-Kontostand vergleichsweise hoch sind und zusätzlich ein Bundeszuschuss einfließt. Ohne den Bundeszuschuss läge die Umlage 2022 bei knapp 4,7 ct/kWh.



INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2020



© GeoBasis-DE / BKG 2018

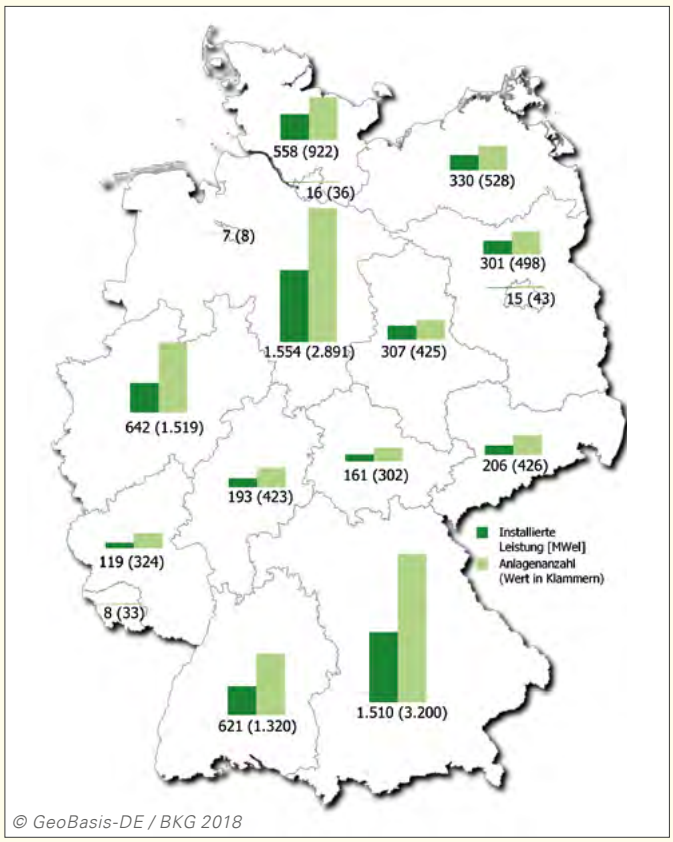
Nach dem Tiefststand im Vorjahr wurden im Jahr 2020 in Deutschland 420 Windenergieanlagen an Land mit einer Bruttoleistung von 1,4 GW zugebaut (Nettozubau: 1,2 GW). Der Zubau blieb jedoch weiterhin auf vergleichsweise niedrigem Niveau und auch deutlich von den Ausbauzielen entfernt. Ende des Jahres 2020 war damit an Land eine Windenergieleistung von insgesamt rund 54,4 GW am Netz.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2020 10 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 32 MW installiert und eine Anlage mit 0,6 MW stillgelegt. Damit wächst die installierte Leistung auf insgesamt 1.572 MW an.

Auf See (offshore) wurden im Jahr 2020 nur einzelne Windparks vervollständigt und daher mit 219 MW vergleichsweise wenig Windenergieleistung neu installiert (2019: 1.162 MW). Ende des Jahres war damit eine Offshore-Leistung von insgesamt 7,8 GW am Netz. Trotz des geringen Ausbaus im letzten Jahr wurde das Ausbauziel der Bundesregierung von 6,5 GW bis zum Jahr 2020 erreicht.

Leistungsangaben in MW
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: Juli 2021
Quellen: [31], [25]

INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN ENDE 2020



© GeoBasis-DE / BKG 2018

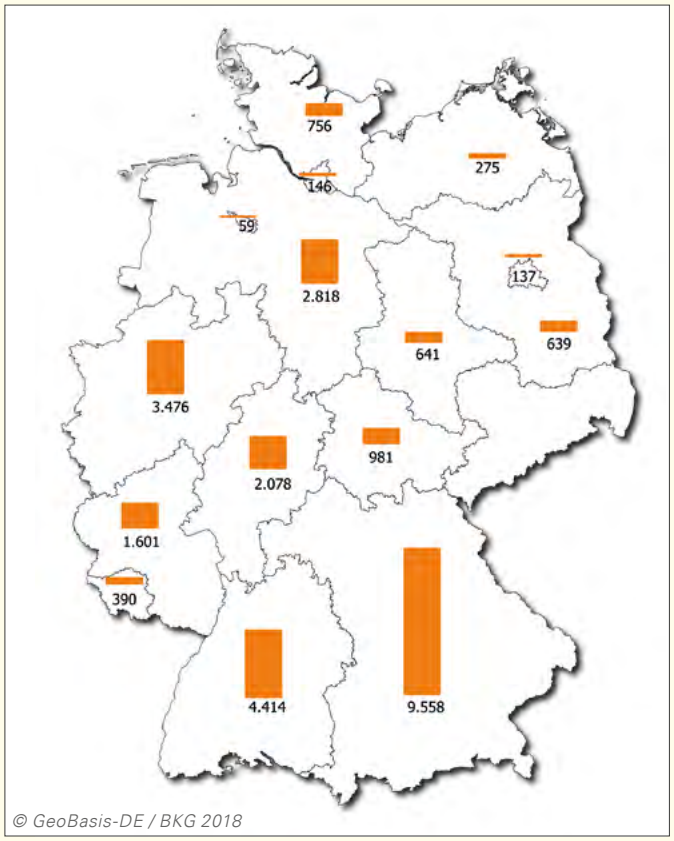
Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan belief sich Ende 2020 auf rund 6,6 GW_{el}, die sich auf rund 12.900 Blockheizkraftwerke verteilten. In Baden-Württemberg sind über 1.320 Biogas-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von mehr 621 MW_{el} in Betrieb.

Die Stromerzeugungskapazität von Biogas- und Biomethananlagen stieg bundesweit von 6,2 GW_{el} im Jahr 2019 auf 6,6 GW_{el} im Jahr 2020 an. Rund 90 Prozent des Zubaus ist dem zunehmenden Trend zur so genannten 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 MW_{el}
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: September 2021

Hinweis: Es sind nur Anlagen angeführt, die im betreffenden Jahr Strom erzeugt haben.
Quellen: [18–20]

REGIONALE VERTEILUNG DER INSTALLIERTEN KOLLEKTORFLÄCHE VON SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN ENDE 2020



© GeoBasis-DE / BKG 2018

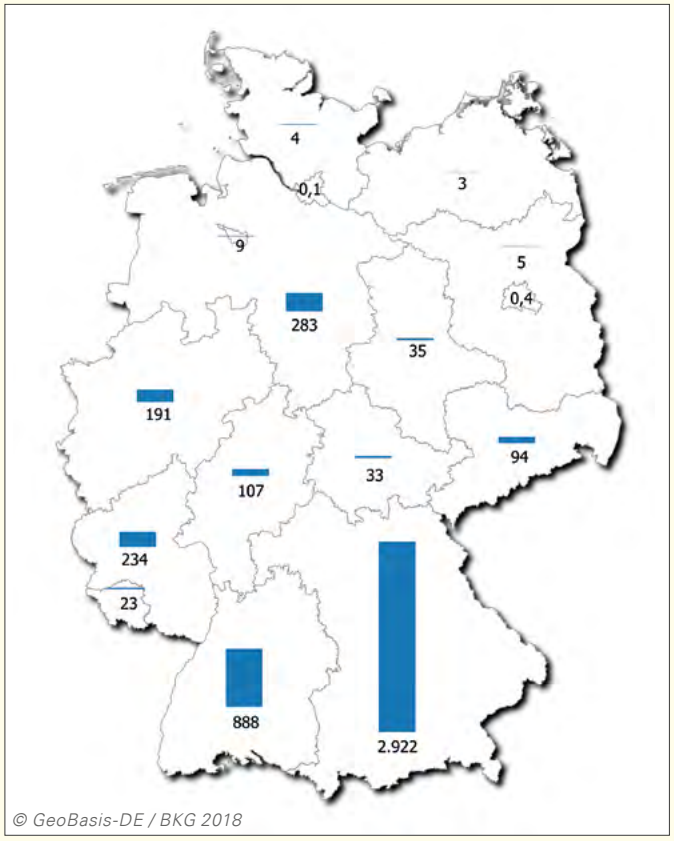
Nachdem die Installationszahlen über viele Jahre rückläufig waren, konnte 2020 mit 644.000 m² neu installierter Kollektorfläche ein Anstieg um ein Viertel gegenüber dem Vorjahr registriert werden (2019: 511.000 m²). Insgesamt waren unter Berücksichtigung des Abbaus alter Anlagen Ende des Jahres 2020 knapp 19,5 Millionen m² Solarkollektorfläche installiert beziehungsweise rund 130.000 m² mehr als ein Jahr zuvor.

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 m²
Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: Juli 2021
Quellen: [3, 32]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2020



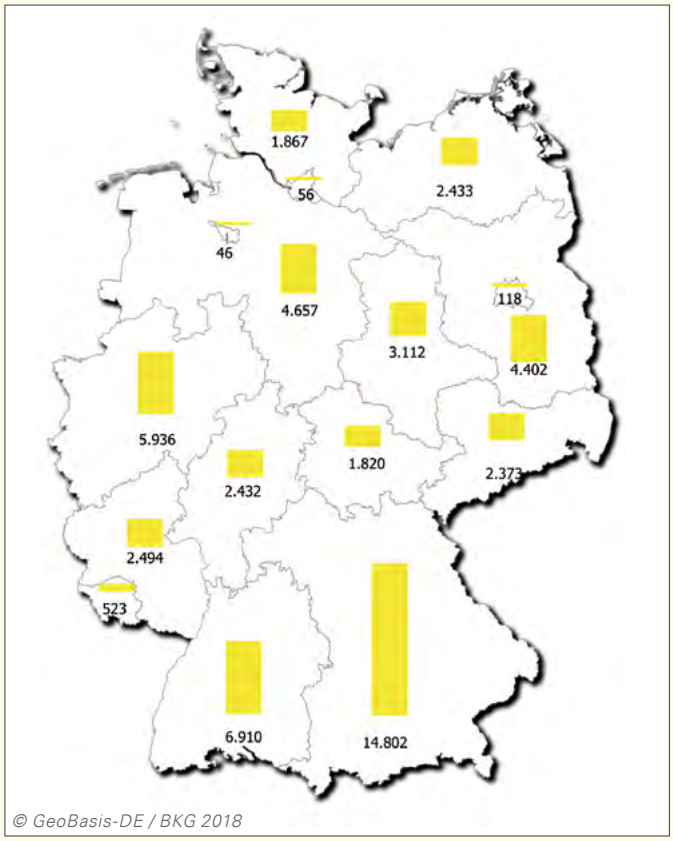
© GeoBasis-DE / BKG 2018

Knapp 80 Prozent der insgesamt rund 4.800 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken (ohne Pumpspeicherkraftwerke) in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Bayern liegt mit einer installierten Leistung von rund 2.900 MW weit vorne.

Aufgrund der topographischen Gegebenheiten aber auch durch strenge gesetzliche Regelungen im Bereich Umweltschutz hat sich die Verteilung der Anlagenleistung auf die Bundesländer in den vergangenen Jahren kaum geändert.

Leistungsangaben in MW
Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: Juli 2021
Quelle: [33]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2020



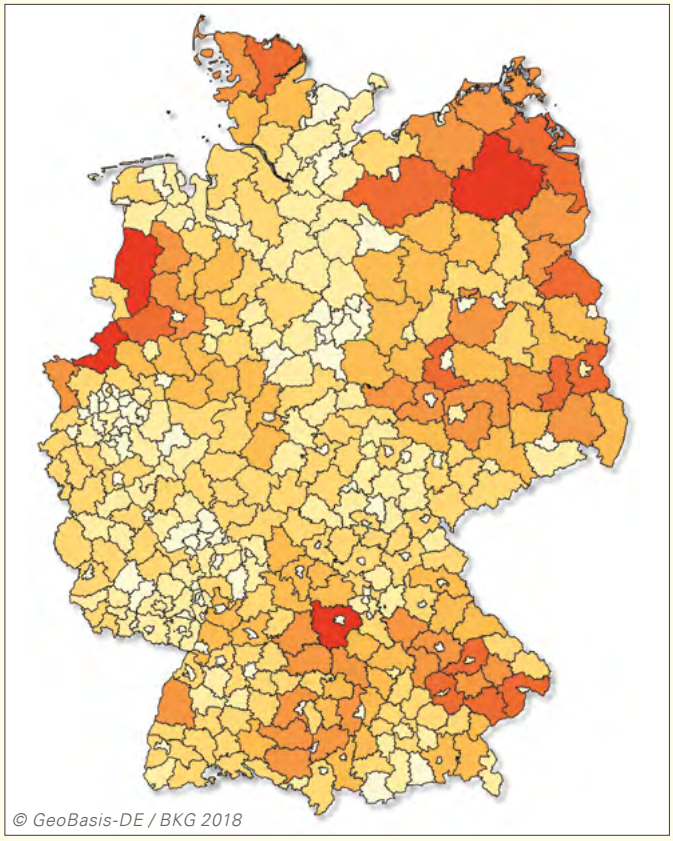
© GeoBasis-DE / BKG 2018

Im Jahr 2020 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 5,1 GW neu installiert, davon gut 616 MW in Baden-Württemberg. Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber auch in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg.

Bereits seit dem Jahr 2015 befindet sich die Photovoltaik bundesweit wieder im Aufwärtstrend, der auch im Jahr 2020 weiter anhielt. Insgesamt wurde bundesweit rund ein Viertel mehr Anlagenleistung neu installiert, als im Vorjahr.

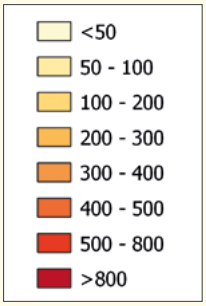
Angaben in MW
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: August 2021
Quellen: [18–21]

VERTEILUNG DER INSTALLATIONSDICHTE VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND



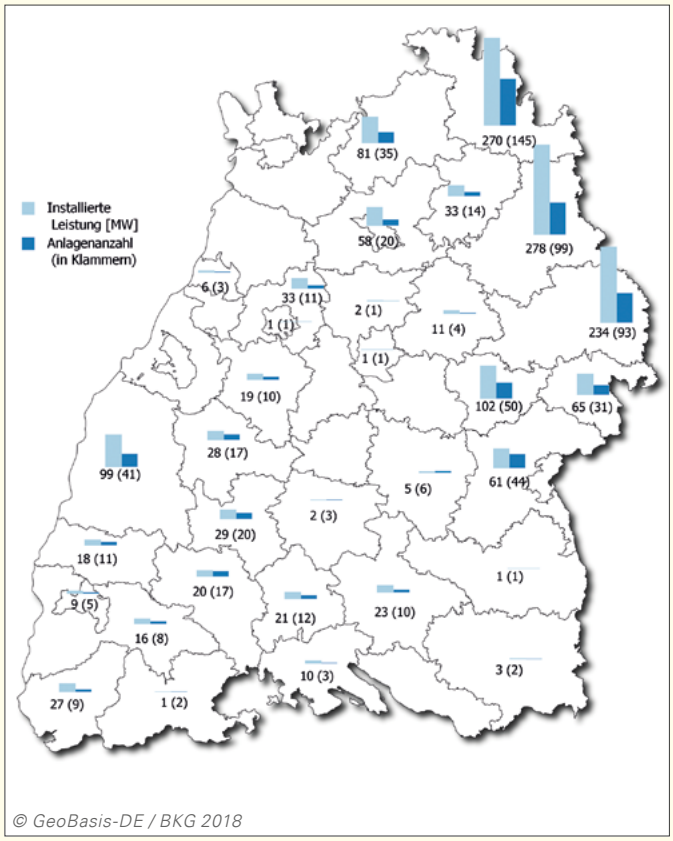
© GeoBasis-DE / BKG 2018

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, Niedersachsen und in Nordrhein-Westfalen.



Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km²
Anlagenbestand Ende 2020; Datenstand: August 2021
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [34]

REGIONALE VERTEILUNG DER WINDKRAFTANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2020



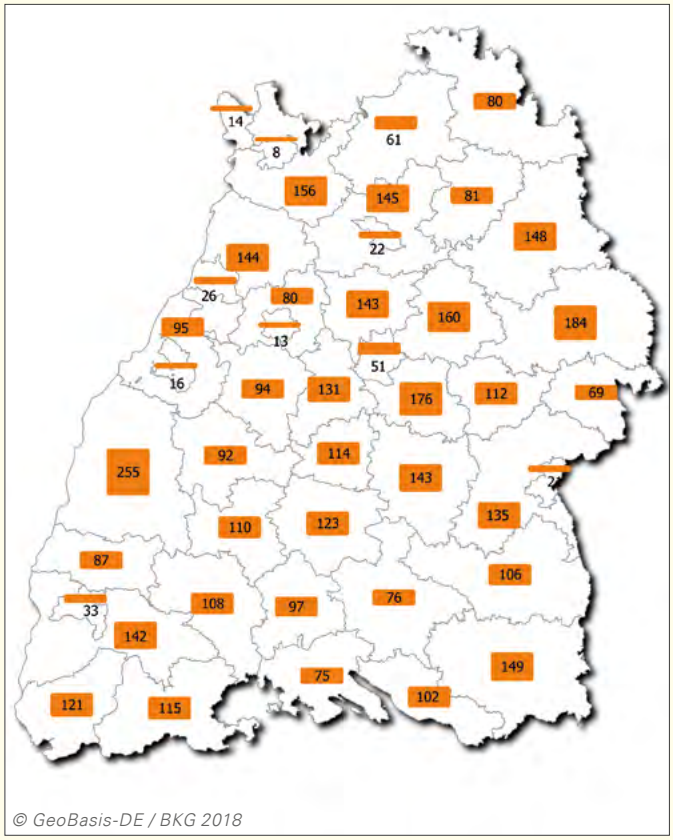
© GeoBasis-DE / BKG 2018

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. In den letzten beiden Jahren blieb aber der Ausbau von Windenergie deutlich hinter 2018 zurück. Der Bruttozubau betrug 2020 32 MW und ist damit gegenüber dem Vorjahr wieder leicht gestiegen.

Ohne Kleinwindanlagen
Anlagenstand Ende 2020; Datenstand: August 2021
Quelle: [25]

REGIONALE VERTEILUNG DER SOLARTHERMISCHEN KOLLEKTORFLÄCHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2020

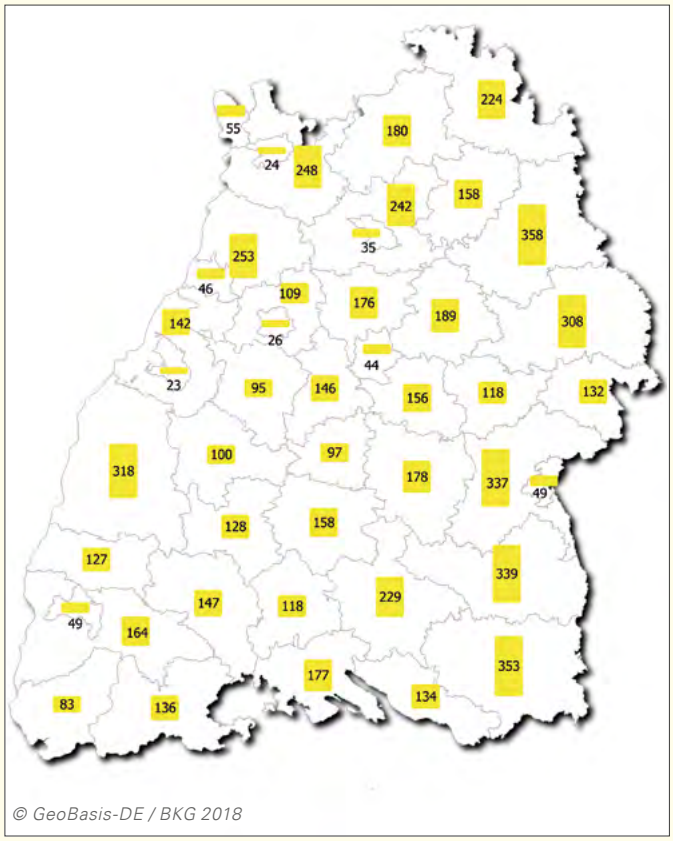


© GeoBasis-DE / BKG 2018

Rund 23 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 2020; Datenstand: August 2021
Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von [35]

REGIONALE VERTEILUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2020



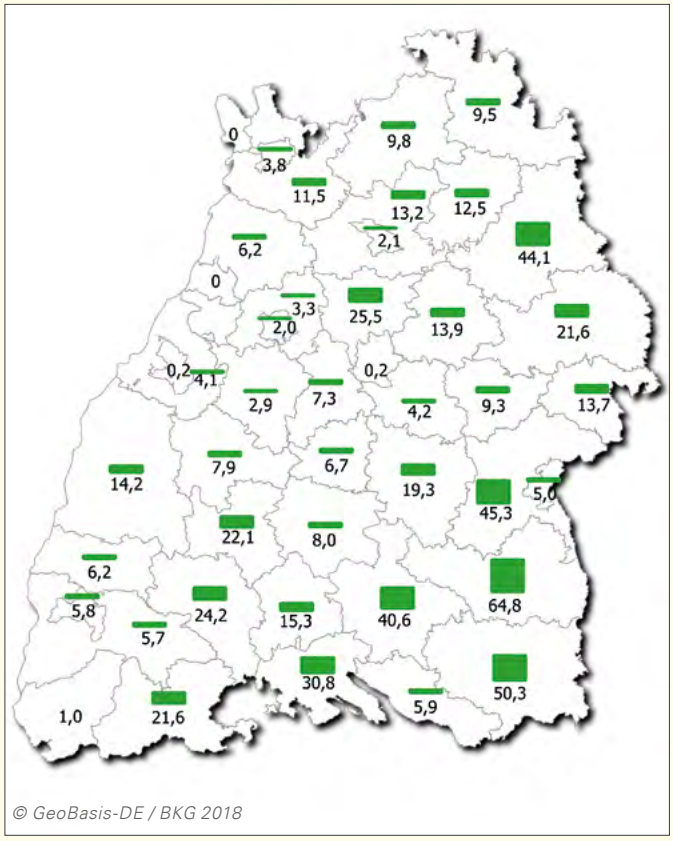
© GeoBasis-DE / BKG 2018

In Baden-Württemberg waren Ende 2020 rund 6,9 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 im Landkreis Schwäbisch Hall mit 1,7 kW pro Einwohner installiert. Dicht gefolgt von den Landkreisen Sigmaringen, und Main-Tauber-Kreis mit 1,6 kW pro Einwohner. In den Kreisen Alb-Donau und Biberach entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner circa 1,5 kW.

Angaben in MW
Anlagenstand Ende 2020; Datenstand: August 2021
Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [18–21]

REGIONALE VERTEILUNG DER BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2020



© GeoBasis-DE / BKG 2018

In Baden-Württemberg sind Ende 2020 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von 621 MW und Satelliten-Blockheizkraftwerke (Biomethananlagen) mit rund 85 MW installiert. Wie bereits in den vorangegangenen Jahren diente der Zubau bei den Biogasanlagen überwiegend der Leistungserhöhung von bestehenden Anlagen. Diese so genannte Überbauung ermöglicht eine verstärkt flexible und bedarfsgerechte Stromerzeugung.

Der Schwerpunkt bei der Nutzung von Biogas und Biomethan in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg, Alb-Donau-Kreis und in Schwäbisch Hall.

Angaben in MW_{el}
Anlagenstand Ende 2020; Datenstand: August 2021
Quellen: [19], [20], [34]

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 [36]. 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) [37].

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 tiefengeothermischen Anlagen sind durch Tiefbohrungen erschlossene warme bis heiße Grundwässer sowie frei ausfließende Thermalwässer zusammengefasst, die unter anderem für Bade- beziehungsweise 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 [23, 24]. Der Wärmeaustrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20° C bezogen [38], 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 3,02 für Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,75 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 zum Beispiel 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 [39], IVD [13]). Darüber hinaus werden jeweils aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet (LIV [12]). 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 2020 [39].

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 Treibhausgasminderungsfaktor beträgt für alle erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung in Baden-Württemberg rund 700 g/kWh$_{el}$ (vergleiche Seite 19).

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 2,13 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbar bereitgestelltem Strom.

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. 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 1,22 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbarem Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung.

EMISSIONSVERMEIDUNGSFAKTOREN UND EINGESPARTE FOSSILE ENERGIETRÄGER FÜR KRAFTSTOFFE

Der heute überwiegend eingesetzte Biokraftstoff Biodiesel gilt nicht als CO_2-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 0,65 kWh pro kWh erneuerbarem Kraftstoffeinsatz.

CO_2- UND SO_2-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, dass ein Maß für ihre Treibhauswirkung bezogen auf die Referenzsubstanz CO_2 darstellt.

Das CO_2-Äquivalent der Kyoto-Gase berechnet sich aus der Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge CO_2 in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung verursachen würde.

Bild: Windenergieanlagen in Schwäbisch Hall (© hdg033 / stock.adobe.com)

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 [40] 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.

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

UMRECHNUNGEN					
		PJ	**GWh**	**Mio. t SKE**	**Mio. t RÖE**
1 PJ	*Petajoule*	*1*	*277,78*	*0,034*	*0,024*
1 GWh	*Gigawattstunde*	*0,0036*	*1*	*0,00012*	*0,000086*
1 Mio. t SKE	*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/m³]	**Heizwert** [kWh/kg]	**Heizwert** [kWh/l] bzw. [kWh/m³]	**Heizwert** [MJ/kg]	**Heizwert** [MJ/l] 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*

Bild: PV-Anlage auf Dach der Uhlandschule (© Björn Hänssler /Umweltministerium)

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). Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). März 2021. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.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 ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB). Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020. 2021. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html
9. STOBER, Ingrid. Persönliche Mitteilungen 2007 bis 2010
10. BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE E.V. Diverse Pressemeldungen
11. INTERNATIONALES GEOTHERMIEZENTRUM BOCHUM. Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes. Bestandsaufnahme und Trends. 2. Aktualisierung der Studie. November 2017
12. LANDESINNUNGSVERBAND DES SCHORNSTEINFEGERHANDWERKS BADEN-WÜRTTEMBERG. Persönliche Mitteilungen
13. KILGUS, Daniel, STRUSCHKA, Michael und BAUMBACH, Günter. Ermittlung des Emissionsaufkommens für Staub im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg. Dezember 2007
14. INTERESSENGEMEINSCHAFT DER THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN IN DEUTSCHLAND E.V. Angaben zu Abfallverwertungsanlagen. Verfügbar unter: www.itad.de/ueber-uns/anlagen
15. INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU). Gradtagszahlen in Deutschland
16. ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (ZSW). Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland. Diverse Evaluierungsberichte
17. AG ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB). Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland. 2020. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungstabellen.html
18. ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Stamm- und Bewegungsdaten
19. BUNDESNETZAGENTUR. Anlagenregister. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/start.html
20. BUNDESNETZAGENTUR. Marktstammdatenregister. Verfügbar unter: https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR
21. BUNDESNETZAGENTUR. Datenmeldungen Photovoltaikanlagen
22. AG ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB). Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. 2020
23. 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
24. 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

25. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). Energieatlas BW – Erweitertes Daten- und Kartenangebot. Verfügbar unter: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de
26. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Treibhausgas-Emissionen. Verfügbar unter: https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Luft/Treibhausgase.jsp
27. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Treibhausgas-Emissionen um 8,7 Prozent gesunken; Treibhaus-Emissionen 2020 erstmals in allen Sektoren unter dem Emissionsniveau von 1990. Verfügbar unter: https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2021191
28. BUNDEMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI). Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (A-GEE-Stat). März 2021. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2020.pdf;jsessionid=3368E3748910DDE9B43FD3B34BB0C593?__blob=publicationFile&v=31
29. EUROSTAT, STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, LUXEMBURG. SHARES (Renewables) – Energy – Eurostat. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares
30. INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Jahresabrechnung 2020. 29. Juli 2021. Verfügbar unter: https://www.netztransparenz.de/portals/1/EEG-Jahresabrechnung_2020.pdf
31. DEUTSCHE WINDGUARD GMBH. Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, Jahr 2020. Verfügbar unter: https://www.windguard.de/jahr-2020.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/windenergiestatistik/2020/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land%20-%20Jahr%202020.pdf
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. INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter: https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen
35. BSW – BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT E.V. Solaratlas. Verfügbar unter: www.solaratlas.de
36. 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
37. DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD). Globalstrahlung. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_su.html
38. PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R. Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick. Geothermische Energie 56/57
39. UMWELTBUNDESAMT (UBA). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/emissionsvermeidung-durch-erneuerbare#Emissionsbilanz
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