



Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021

IMPRESSUM**HERAUSGEBER**

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
Tel.: 0711 126 - 0
Fax: 0711 126 - 2881
Internet: 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, 70794 Filderstadt

DRUCK

Kern GmbH, 66450 Bexbach
Der Druck ist CO₂-kompensiert, gedruckt auf 100 Prozent
Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel

**BILDNACHWEIS TITELBILD**

Solkraftwerk in der Natur (© Jürgen Fälchle/stock.adobe.com)

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 2022

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
- 13 Daten zu Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Baden-Württemberg
- 16 Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien
- 17 Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien
- 18 Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg und
Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien
- 20 Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa
- 22 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

- 30 Methodische Erläuterungen
- 32 Glossar
- 33 Umrechnungstabellen
- 34 Quellenverzeichnis



ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

Die Corona-Pandemie und die Maßnahmen zu deren Bekämpfung hatten im Jahr 2020 erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaftsleistung und damit auf den Energieverbrauch. Im Jahr 2021 stieg die Wirtschaftsleistung wieder an und somit auch die Nachfrage nach Energie. In Baden-Württemberg betrug der Primärenergieverbrauch im Jahr 2021 nach ersten Berechnungen insgesamt 1.309 Petajoule (PJ). Damit ist der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg im Jahr 2021 um 2,4 Prozent im Vergleich zum Vorjahr gestiegen, dazu trug auch die erhöhte Stromproduktion aus Steinkohle erheblich bei (Wirkungsgradmethode).

[PJ]	2020	2021	
Primärenergieverbrauch	1.279	1.309	+2,4 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	202	208	+2,8 %
- davon Kernenergie	121	122	+0,3 %
- davon fossile Energieträger	879	919	+4,6 %
- davon Stromimport (netto)	77	61	-20,6 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	15,8 %	15,9 %	

Der primärenergetische Beitrag der erneuerbaren Energien steigerte sich um knapp 3 Prozent, womit deren Anteil am Primärenergieverbrauch auf rund 16 Prozent angewachsen ist.

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2021 ist um 0,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Hierbei überlagern sich zwei Effekte: Zum einen stieg der Verbrauch im Industrie- sowie im Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor, insbesondere von Strom, Erdgas und Fernwärme. Auch der Gas- und Fernwärmeverbrauch in Haushalten ist witterungsbedingt gestiegen. Dem gegenüber steht ein deutlicher Rückgang des Heizölabsatzes, da es Vorzieheffekte im Jahr 2020 gab. Im Verkehrssektor ist der Verbrauch nur geringfügig gestiegen. Der Beitrag

[TWh]	2020	2021	
Endenergieverbrauch	284	283	-0,3 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	44,8	46,8	+4,3 %
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (netto)	239	236	-1,2 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	15,8 %	16,5 %	

der erneuerbaren Energien ist um mehr als 4 Prozent gewachsen, womit sich der Anteil am Endenergieverbrauch auf 16,5 Prozent erhöht hat.

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist nach ersten Berechnungen um knapp 15 Prozent auf 50,9 Terrawattstunden (TWh) angewachsen. Dies ist hauptsächlich den Steinkohlekraftwerken zuzurechnen. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg ist gegensätzlich zum bundesweiten Trend um 1,5 Prozentpunkte gestiegen (siehe rechts). Der Stromverbrauch hat sich um knapp 4 Prozent erhöht, liegt jedoch mit rund 68 TWh noch unterhalb des Niveaus vor der Corona-Pandemie (circa 72 TWh). Da die Bruttostromerzeugung im Land stärker als der Bruttostromverbrauch gestiegen ist, gingen die Nettostromimporte um 19 Prozent auf 17 TWh zurück.

[TWh]	2020	2021	
Bruttostromerzeugung¹⁾	44,3	50,9	+14,7 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	18,2	18,4	+1,5 %
- davon Kernenergie	11,1	11,2	+0,3 %
- davon fossile Energieträger und Sonstige	15,1	21,3	+41,2 %
Stromimport (Saldo)	21,4	17,3	-19,3 %
Bruttostromverbrauch¹⁾	65,8	68,1	+3,6 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	41,0 %	36,3 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	27,6 %	27,1 %	

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 getroffen werden.

Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg ist von 18,2 TWh auf 18,4 TWh gestiegen. 2021 wurden 31 neue Windenergieanlagen mit insgesamt 123 Megawatt (MW) errichtet. Die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen lag jedoch mit rund 2,6 TWh trotz des Neuanlagenzubaues unterhalb des Vorjahresniveaus. Aufgrund des geringeren Anteils der Windenergie im Land wurde deren Rückgang bei der Strombereitstellung durch die Mehrerzeugung aus Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen mehr als ausgeglichen. Neben einem schlechten Windjahr war auch ein unterdurchschnittliches Solarjahr zu verzeichnen. Trotz der geringeren Globalstrahlung ist die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen aufgrund des Zubaues, der ungefähr auf dem Vorjahresniveau liegt (2021 und 2022 jeweils rund 620 MW), um rund 0,2 TWh auf 6,6 TWh gestiegen. Dagegen konnte bei Solarthermieranlagen der geringere Wärmeertrag nicht durch einen höheren Zubau aufgefangen werden und war rückläufig. Im Zuge des regenreichen Jahres stieg die Stromproduktion aus Wasserkraft um 0,5 TWh auf 4,7 TWh an.

Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2021 einen Beitrag von 18,4 TWh beziehungsweise 36 Prozent zur Stromerzeugung. Der Rückgang des Anteils um rund 5 Prozentpunkte gegenüber dem Jahr 2020 (41 Prozent) ist hauptsächlich der gestiegenen Bruttostromerzeugung in Steinkohlekraftwerken 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 knapp über 27 Prozent deutlich geringer aus.

Die im Vergleich zum Vorjahr deutlich kühlere Witterung führte im Jahr 2021 zu einem stärkeren Einsatz von erneuerbaren Energieträgern in der Wärmeerzeugung. Dies lässt sich auch auf tendenziell steigende Installationszahlen bei Biomasseheizungen zurückführen. Bei den Solarwärmanlagen war zwar 2021 wieder ein Anstieg der installierten Kollektorfläche zu verzeichnen (da wieder mehr Neuanlagen zugebaut als rückgebaut oder ersetzt wurden), jedoch aufgrund der geringeren Globalstrahlung ein Rückgang bei der Wärmeerzeugung.

[TWh]	2020	2021	
Endenergieverbrauch zur Wärme- erzeugung	146	143	-1,8 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	21,3	23,6	+10,8 %
- davon fossil	124	119	-4,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	14,7 %	16,5 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe (ohne Strom)	79,7	79,8	+0,2 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	5,3	4,7	-11,8 %
- davon fossil	74,4	75,1	+1,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	6,7 %	5,9 %	

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; 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 Beitrag der Wärmepumpen ist aufgrund des weiterhin sehr hohen Zubauniveaus gestiegen. Insgesamt ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmesektor im Jahr 2021 damit gegenüber dem Vorjahr um knapp 2 Prozentpunkte auf 16,5 Prozent gewachsen.

Im Verkehrssektor lag der Endenergieverbrauch (ohne Strom) 2021 auf dem Vorjahresniveau. Der Endenergieverbrauch von Biokraftstoffen im Verkehrssektor ist indes nach ersten Berechnungen um knapp 12 Prozent zurückgegangen. Besonders deutlich sank die Nutzung von Biodiesel (minus 17 Prozent). Der Absatz von Bioethanol stieg dagegen um rund 5 Prozent. Damit ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor um 0,8 Prozentpunkte auf 5,9 Prozent gesunken. Der Hintergrund für den Rückgang ist das hohe Verbrauchsniveau im Jahr 2020, das durch die Erhöhung der Treibhausgas-minderungsquote stark angestiegen war. Für das Jahr 2021 muss davon ausgegangen werden, dass auch andere Treibhausgas-minderungsoptionen genutzt wurden und deshalb die Nachfrage nach Biokraftstoffen rückläufig war.

**BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG
IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021**

	ENDENERGIE	PRIMÄR- ENERGIE- ÄQUIVALENT ¹⁾ nach Wirkungsgrad- methode	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV nach Wirkungsgrad- methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG			Anteil am Brutto- stromver- brauch²⁾	Anteil an der Brutto- stromer- zeugung³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.673	16,8	6,9	9,2	1,3
Windenergie	2.624	9,4	3,9	5,2	0,7
Photovoltaik	6.567	23,6	9,6	12,9	1,8
feste biogene Brennstoffe	1.053	11,1	1,5	2,1	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	13	0,2	0,02	0,03	0,01
Biogas	2.892	27,8	4,2	5,7	2,1
Klärgas	192	1,7	0,3	0,4	0,1
Deponiegas	31	0,4	0,05	0,06	0,03
Geothermie	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	399	5,7	0,6	0,8	0,4
Gesamt	18.445	96,8	27,1	36,3	7,4
WÄRMEERZEUGUNG (ENDENERGIE)			Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme⁶⁾		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.826	28,2		5,5	2,2
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	9.774	37,2		6,8	2,8
flüssige biogene Brennstoffe	13	0,1		0,01	0,01
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.824	7,7		1,3	0,6
Solarthermie	1.649	5,9		1,2	0,5
tiefe Geothermie	111	0,4		0,08	0,03
Umweltwärme ⁹⁾	1.844	10,2		1,3	0,8
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	601	4,3		0,4	0,3
Gesamt	23.642	94,0		16,5	7,2
KRAFTSTOFFE			Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs¹⁰⁾		
Biodiesel	3.418	12,3		4,3	0,9
Bioethanol	1.147	4,1		1,4	0,3
Pflanzenöl	2,9	0,01		0,004	0,001
Biomethan	132	0,5		0,2	0,04
Gesamt	4.699	16,9		5,9	1,3
ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE			Anteil am gesamten Endenergieverbrauch¹¹⁾		
Gesamt	46.786	207,7		16,5	15,9

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

- 1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.309 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II.
- 2) Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 68,1 TWh.
- 3) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 50,9 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 143 TWh.
- 7) Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, 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 Endenergieverbrauch des Verkehrs von 79,8 TWh (ohne Strom).
- 11) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 283 TWh.

Quellen: [1] – [23] und Ausgaben der Vorjahre

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	WASSERKRAFT ¹⁾		WINDENERGIE		PHOTOVOLTAIK ²⁾		BIOMASSE										GEOTHERMIE	SUMME STROMERZEUGUNG
							BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON BIOGAS ³⁾		DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS ⁴⁾		DAVON KLÄRGAS		
	[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	982	474	104	3	107	17	201	100	97	0,0	5.212	
2004	4.426	775	306	254	134	229	1.342	719	153	14	154	27	213	110	131	0,0	6.209	
2005	4.910	775	312	273	272	426	1.802	938	158	51	282	54	291	111	128	0,0	7.296	
2006	5.186	775	395	295	465	619	2.249	956	161	172	526	96	386	118	90	0,0	8.295	
2007	5.261	775	586	404	668	880	2.706	991	162	259	757	127	479	126	94	0,0	9.221	
2008	4.691	777	614	416	951	1.274	2.877	987	168	208	992	140	481	133	76	0,0	9.133	
2009	4.471	777	545	451	1.370	1.903	3.266	1.064	182	173	1.382	223	458	136	53	0,0	9.652	
2010	5.132	832	541	460	2.085	2.937	3.299	1.068	179	135	1.542	259	364	140	49	0,1	11.057	
2011	4.404	837	589	478	3.320	3.862	3.689	1.075	189	51	1.929	321	442	147	45	0,0	12.002	
2012	4.945	842	666	503	4.048	4.449	3.849	1.102	185	42	2.155	336	357	152	41	0,5	13.508	
2013	5.616	866	667	534	4.108	4.796	4.027	1.073	193	38	2.319	370	404	154	39	1,2	14.419	
2014	4.803	871	679	550	4.797	5.045	4.262	1.101	185	36	2.519	461	406	164	37	0,6	14.542	
2015	4.300	876	831	695	5.090	5.209	4.607	1.160	195	46	2.788	468	406	171	35	0,0	14.828	
2016	4.850	881	1.235	1.030	4.994	5.354	4.598	1.148	193	47	2.761	484	430	178	34	0,3	15.676	
2017	4.396	883	1.982	1.419	5.312	5.560	4.640	1.155	193	30	2.828	499	408	188	32	0,3	16.330	
2018	3.941	885	2.581	1.522	5.587	5.866	4.660	1.149	193	36	2.862	534	392	191	30	0,0	16.769	
2019	4.500	887	2.909	1.550	5.776	6.294	4.565	1.024	193	37	2.902	575	379	192	31	0,0	17.750	
2020	4.130	888	2.986	1.578	6.351	6.916	4.705	1.110	194	29	2.962	621	380	192	32	0,0	18.172	
2021	4.673	889	2.624	1.701	6.567	7.537	4.581	1.053	182	13	2.892	638	399	192	31	0,7	18.445	



Bild: Biogasanlage (© ThomBal/stock.adobe.com)

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

	BIOMASSE																	
	BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE (EINZELFEUERSTÄTTEN) ⁵⁾	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE (ZENTRALHEIZUNGEN, HEIZKRAFTWERKE) ⁶⁾	DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON BIOGAS, DEPONIEGAS, KLARGAS	DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS ⁴⁾												
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[1.000 m²]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	10.690	6.806	2.830	0	135	918	476	1.427	k.A.	25	11.190	148	0	10	0	157	17.839	
2001	11.774	7.472	3.206	0	163	932	537	1.613	k.A.	30	12.340	183	0	11	0	193	19.254	
2002	11.441	6.986	3.308	0	190	957	589	1.732	k.A.	37	12.068	251	0	11	0	262	19.258	
2003	12.382	7.453	3.810	0	199	920	725	1.869	64	45	13.216	376	0	3	0	379	18.807	
2004	12.841	7.524	4.195	2	213	906	706	2.004	64	53	13.663	536	26	7	0	569	20.441	
2005	13.631	7.690	4.610	28	231	1.073	755	2.177	64	53	14.502	2.372	239	245	0	2.856	24.654	
2006	13.887	7.323	4.844	108	321	1.290	833	2.428	76	65	14.860	3.900	534	1.006	0	5.441	28.596	
2007	14.015	6.843	5.076	166	348	1.583	932	2.597	76	136	15.159	4.323	454	1.143	0	5.920	30.301	
2008	15.156	7.297	5.631	166	491	1.571	939	2.929	76	161	16.332	3.589	639	561	1	4.790	30.255	
2009	15.974	7.331	6.120	131	832	1.561	1.091	3.217	88	218	17.371	3.239	927	136	2	4.304	31.326	
2010	17.585	8.135	7.178	119	918	1.235	1.140	3.415	95	253	19.073	3.309	1.160	78	10	4.557	34.687	
2011	15.373	6.971	6.555	48	1.007	792	1.400	3.679	102	291	17.166	3.222	1.235	26	12	4.496	33.663	
2012	17.016	7.484	7.371	37	1.186	939	1.442	3.878	105	327	18.891	3.314	1.231	34	45	4.624	37.023	
2013	18.392	8.011	8.131	31	1.415	805	1.384	4.041	105	366	20.248	2.951	1.188	0	65	4.204	38.871	
2014	16.147	6.633	7.141	32	1.554	787	1.541	4.172	105	471	18.264	3.166	1.257	7	61	4.491	37.297	
2015	17.721	7.069	8.018	39	1.805	789	1.648	4.285	105	589	20.062	2.772	1.143	1	48	3.964	38.855	
2016	18.138	7.284	8.392	41	1.790	630	1.516	4.355	105	1.105	20.864	2.851	1.174	4	52	4.082	40.621	
2017	18.406	7.366	8.605	25	1.818	591	1.701	4.394	105	1.217	21.428	2.931	1.162	4	61	4.159	41.917	
2018	17.222	6.758	8.021	31	1.821	591	1.773	4.419	105	1.346	20.445	3.104	1.207	1	54	4.366	41.581	
2019	17.958	6.989	8.540	32	1.826	572	1.713	4.410	105	1.474	21.250	3.056	1.155	3	91	4.305	43.304	
2020	17.822	6.905	8.455	28	1.862	573	1.769	4.414	107	1.640	21.338	4.114	1.093	3	121	5.330	44.840	
2021	20.037	7.826	9.774	13	1.824	601	1.649	4.630	111	1.844	23.642	3.418	1.147	3	132	4.699	46.786	

Alle Angaben vorläufig; Stand September 2022; Abweichungen in den Summen durch Rundungen. Quellen: siehe Seite 7

Alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum jeweiligen Jahresende. Für die mit keine Angaben (k.A.) ausgefüllten Felder konnten keine Werte ermittelt werden. Die Zeitreihen zur Strom- und Wärmebereitstellung aus Biomasse wurden überarbeitet.

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung am aktuellen Rand und Leistungszeitreihe: Heimerl [5].
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (das heißt einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem/vergütetem PV-Strom).
- 3) Überarbeitete Zeitreihe; die Leistungs- und Stromdaten enthalten auch Biomethan-BHKW.

- 4) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt.
- 5) Kamin-, Kachel-, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I; Wert 2010 (2014 und 2018) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet).
- 6) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke.
- 7) Eine Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung kann durch den Konversionsfaktor 0,7 kW_m/m² 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 (vergleiche auch Anhang I).

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

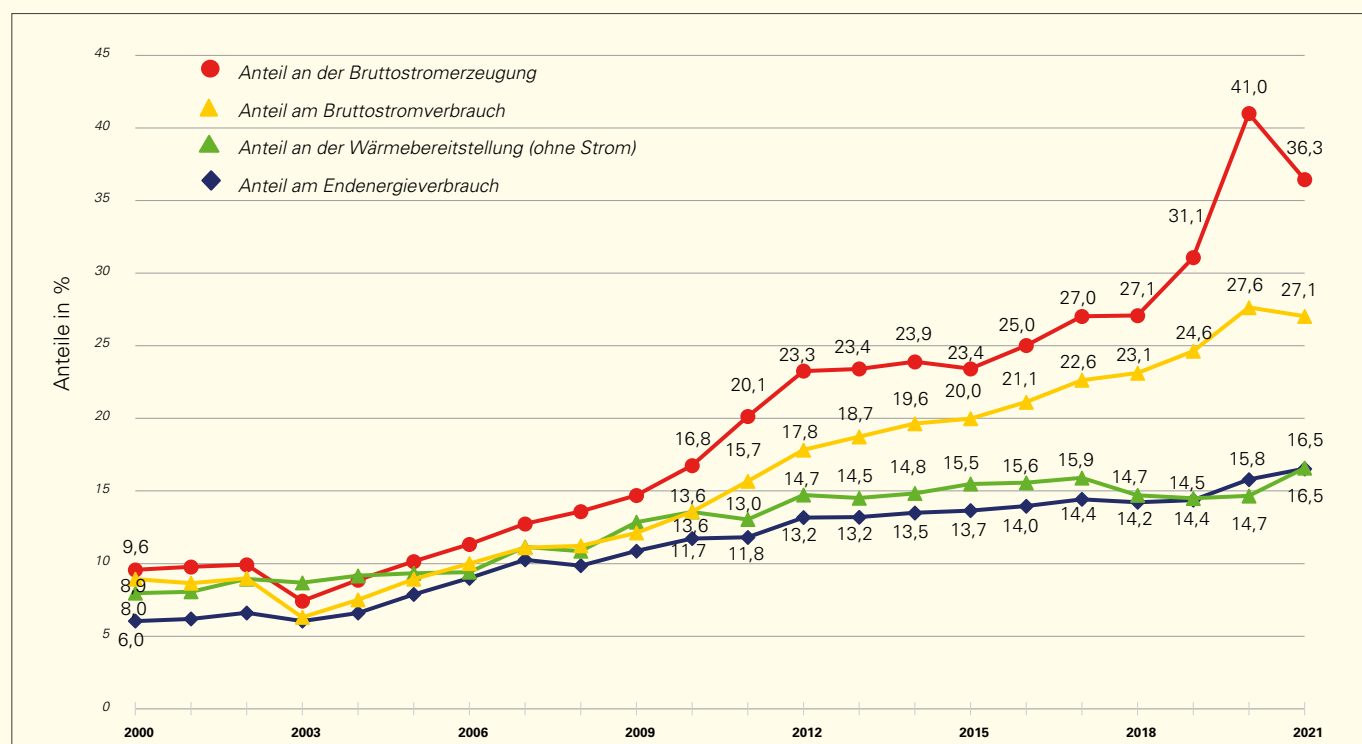
	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ANTEIL AM ENDENERGIEVERBRAUCH [%]														
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	10,1	16,8	20,1	23,3	23,4	23,9	23,4	25,0	27,0	27,1	31,1	41,0	36,3
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	8,9	13,6	15,7	17,8	18,7	19,6	20,0	21,1	22,6	23,1	24,6	27,6	27,1
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	9,3	13,6	13,0	14,7	14,5	14,8	15,5	15,6	15,9	14,7	14,5	14,7	16,5
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	6,7	5,9
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	6,0	7,9	11,7	11,8	13,2	13,2	13,5	13,7	14,0	14,4	14,2	14,4	15,8	16,5
ANTEIL AM PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH [%]														
Stromerzeugung	1,8	2,4	3,9	4,8	5,3	5,4	5,8	5,9	6,0	6,3	6,4	6,5	7,6	7,4
Wärmebereitstellung	2,3	2,9	4,1	4,4	5,5	5,7	5,4	5,8	5,7	6,0	5,8	5,9	6,7	7,2
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	1,3
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,1	6,0	9,1	10,4	12,0	12,1	12,4	12,6	12,7	13,4	13,3	13,5	15,8	15,9

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Da die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg deutlich geringer ist als der Bruttostromverbrauch, ist der hohe Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auch auf die insgesamt geringe Stromerzeugung zurückzuführen. Zusätzlich angegeben ist deshalb der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg

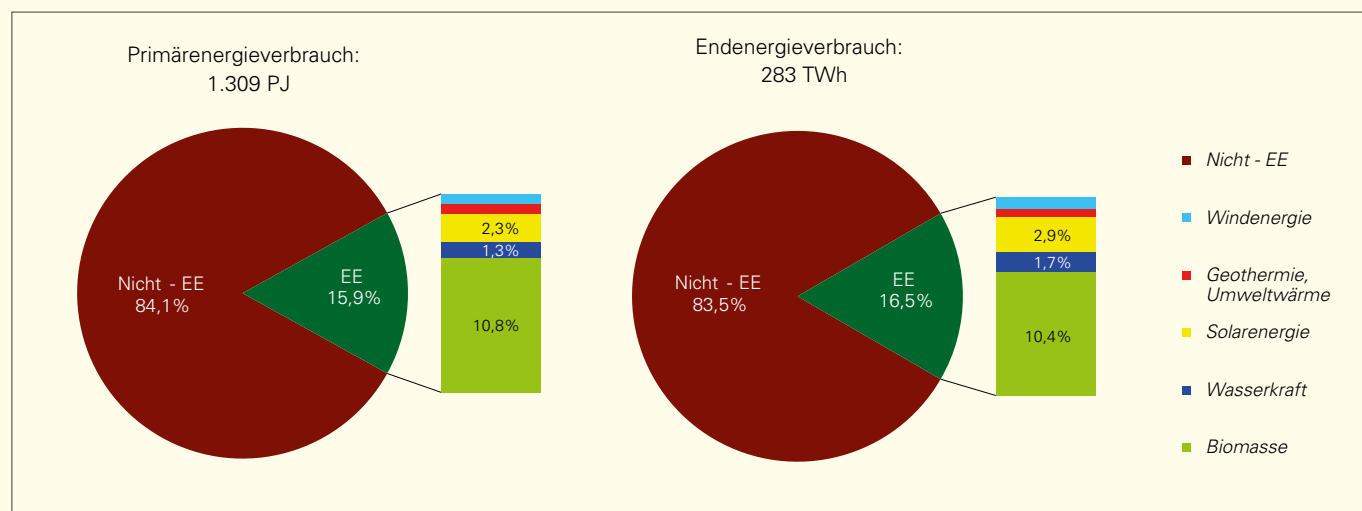
am Bruttostromverbrauch. In Baden-Württemberg sind die Nettostrombezüge hingegen vergleichsweise hoch. Da zum Anteil der erneuerbaren Energien am Importstrom keine Angaben vorliegen, gehen diese nicht in den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ein.

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

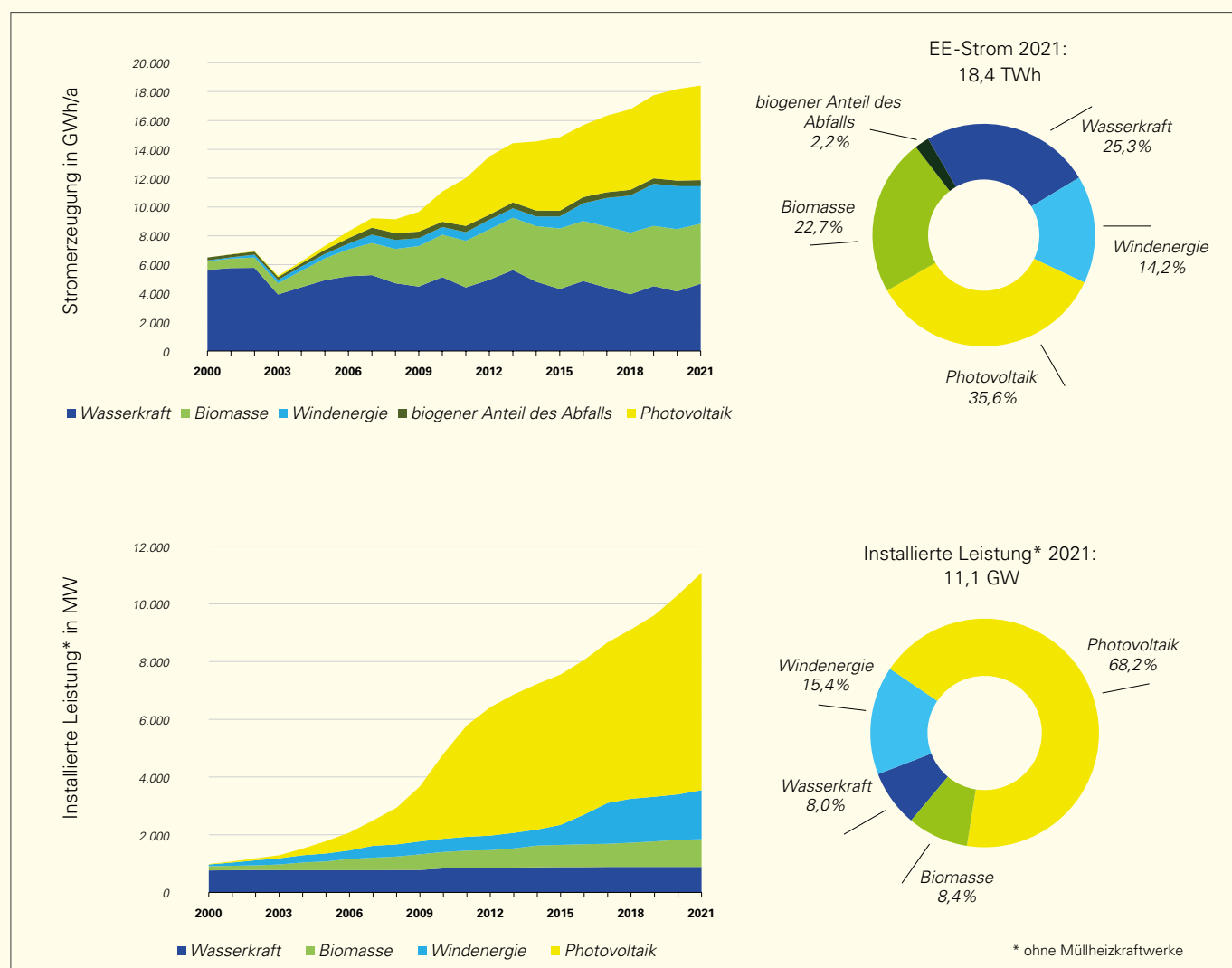


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; Quellen: siehe Seite 7

STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDEENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

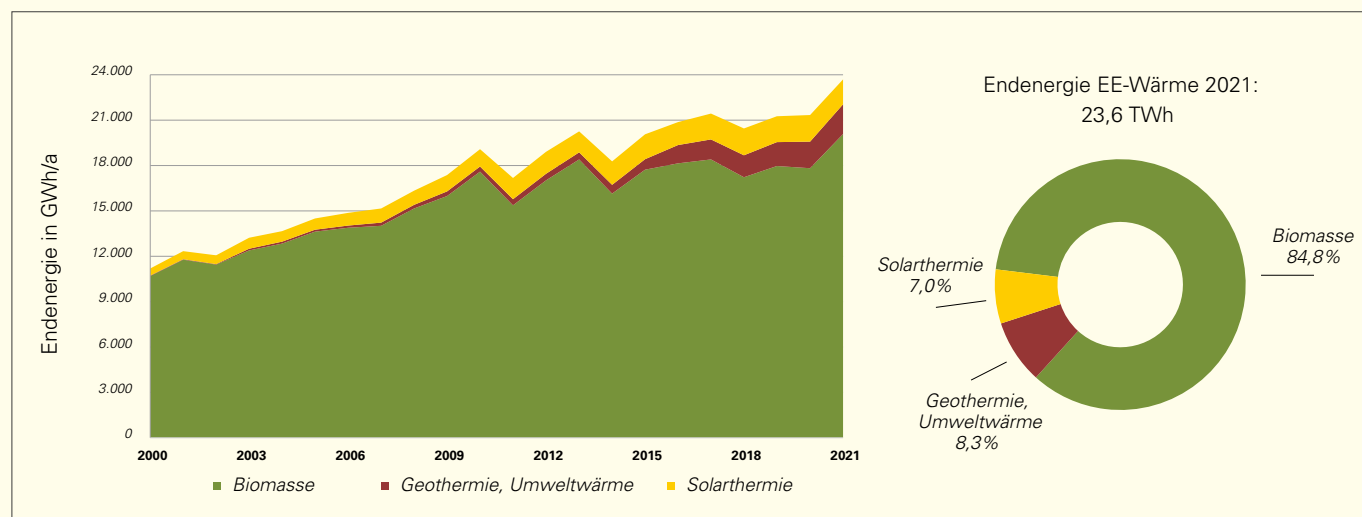


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022

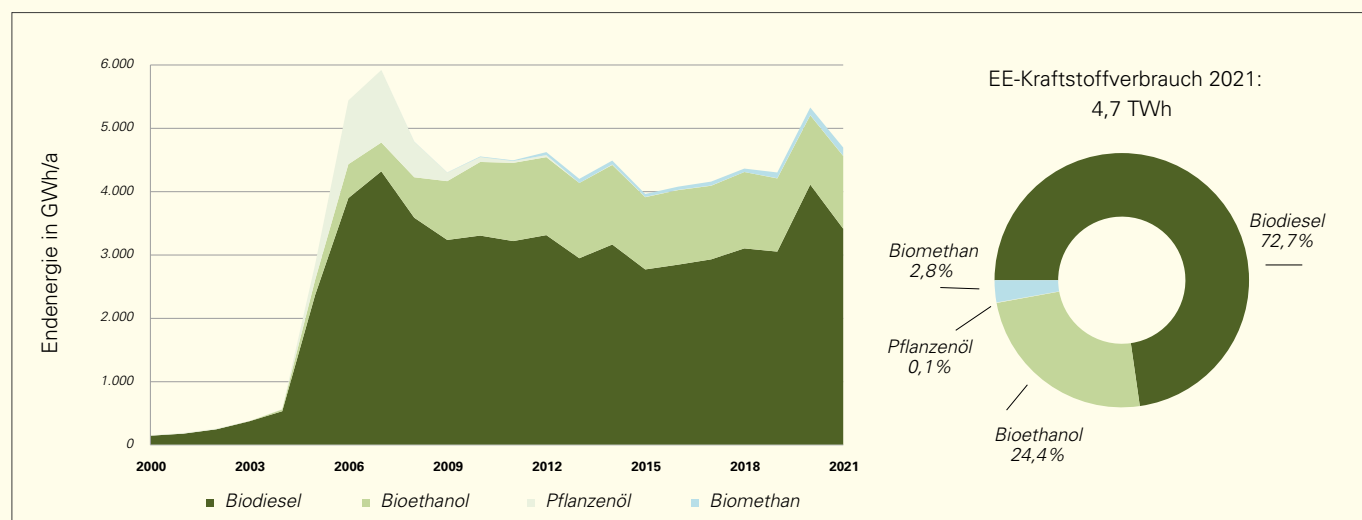
ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN
UND DER INSTALLIERTEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022

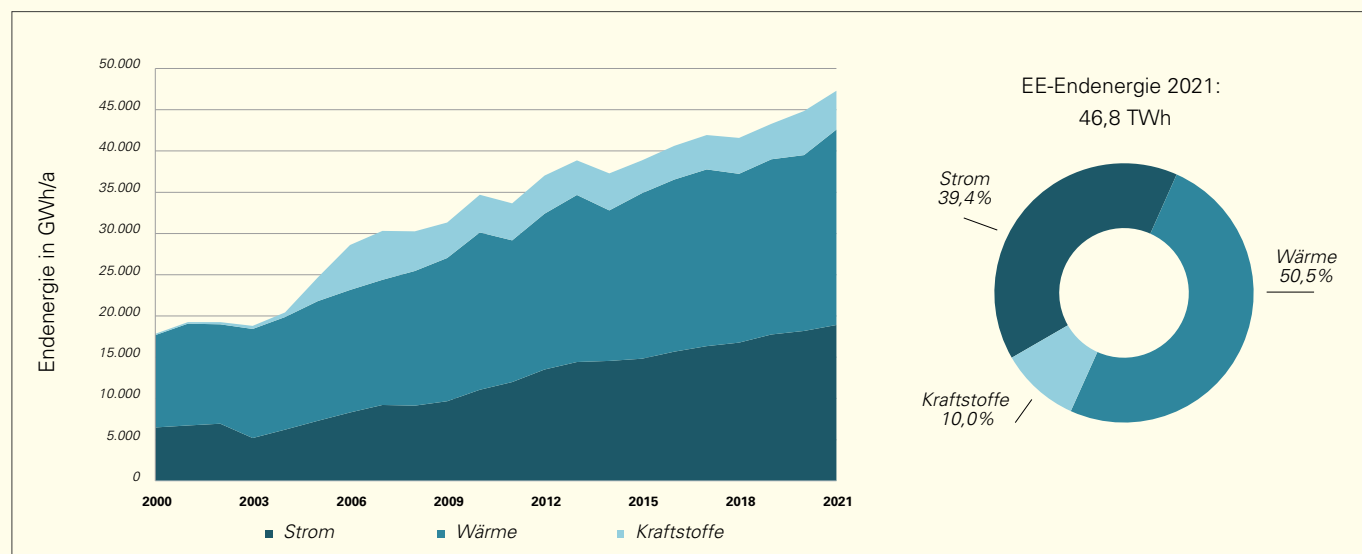
ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

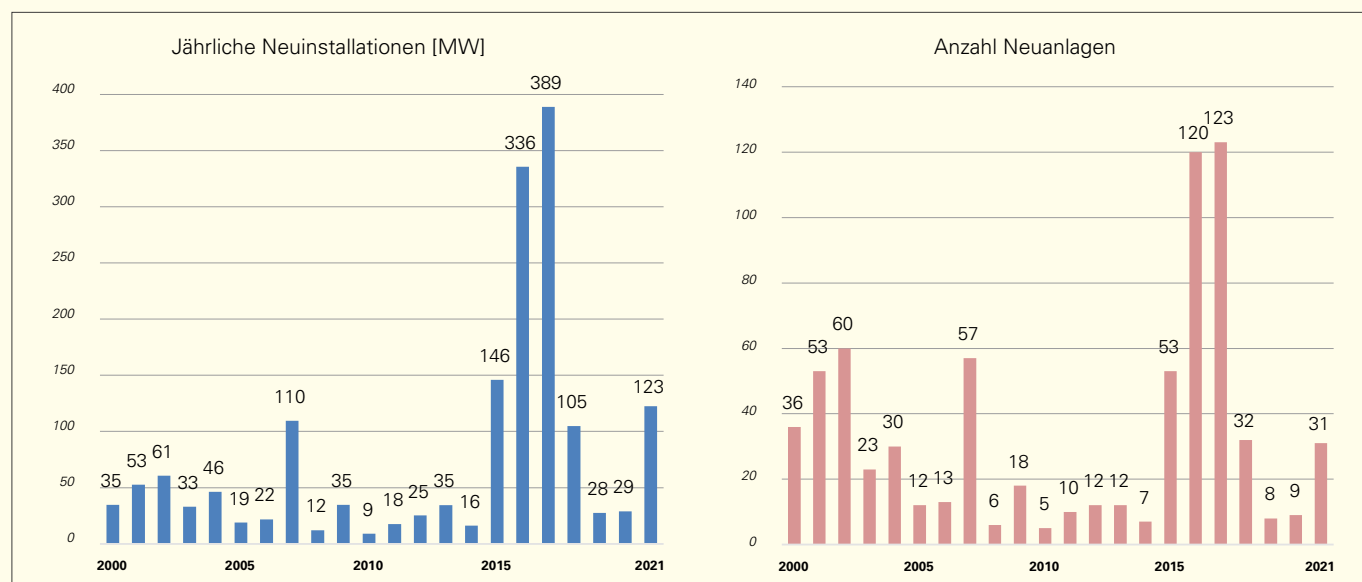


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022

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.

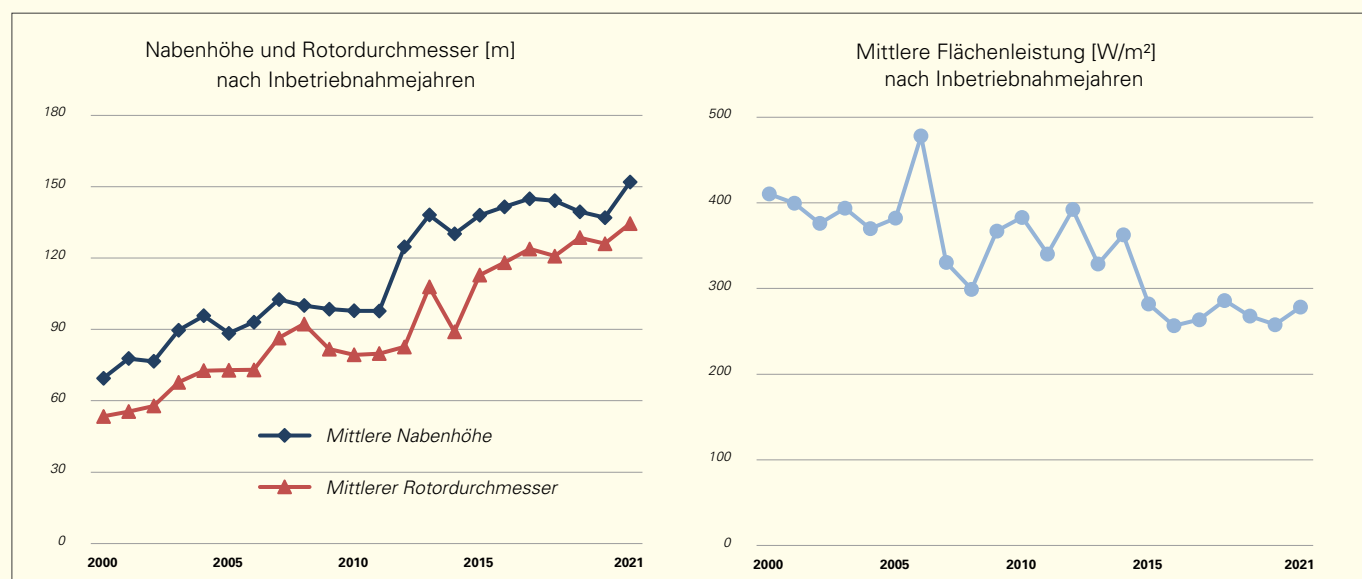
2021 hat sich die Zahl der Neuinstallationen gegenüber dem Vorjahr verdreifacht. Die neu installierte Anlagenleistung hat sich aufgrund weiter gestiegener Anlagenleistungen auf nunmehr 4 MW pro Neuanlage gegenüber dem Vorjahr vervierfacht.



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

Um angesichts begrenzter Standortverfügbarkeit und Standortgütern 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.



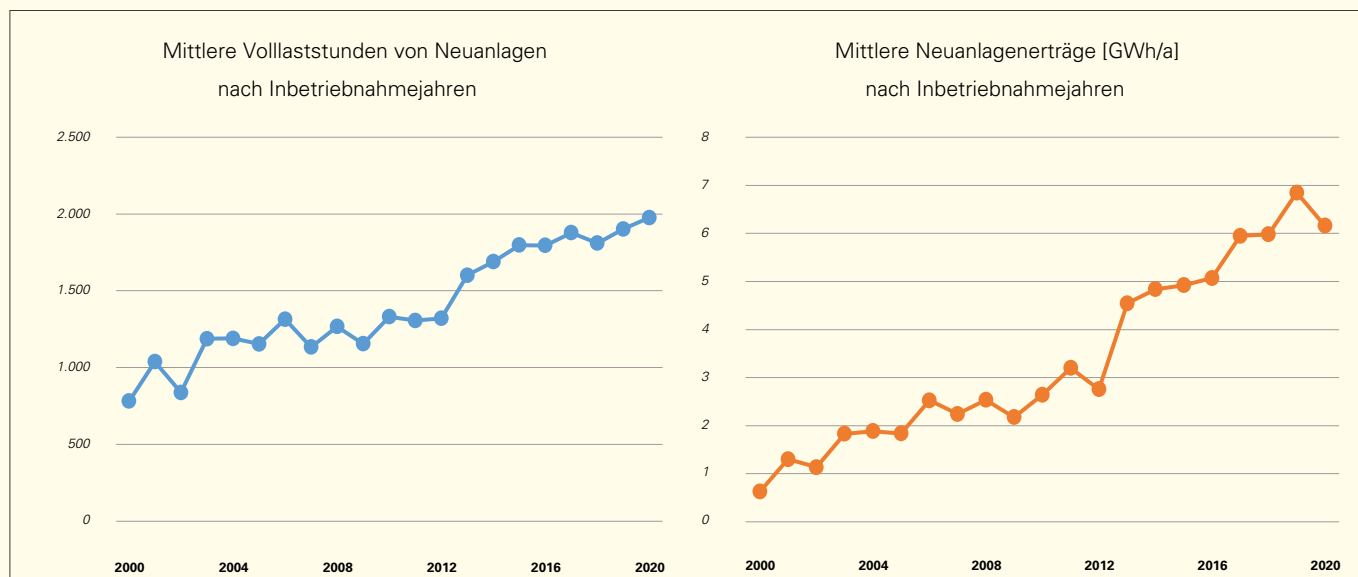
Quelle: Auswertung LUBW-Daten [24]; Datenstand Juli 2022

VOLLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN

(BETRIEBSJAHR 2021)

Die Volllaststunden von Neuanlagen in Baden-Württemberg liegen heute je nach Wetterjahr in der Größenordnung von 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 6 bis 7 GWh Strom pro Neuanlage und Jahr.



Quelle: Auswertung EEG-Daten 2021 [17]; das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2021 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.

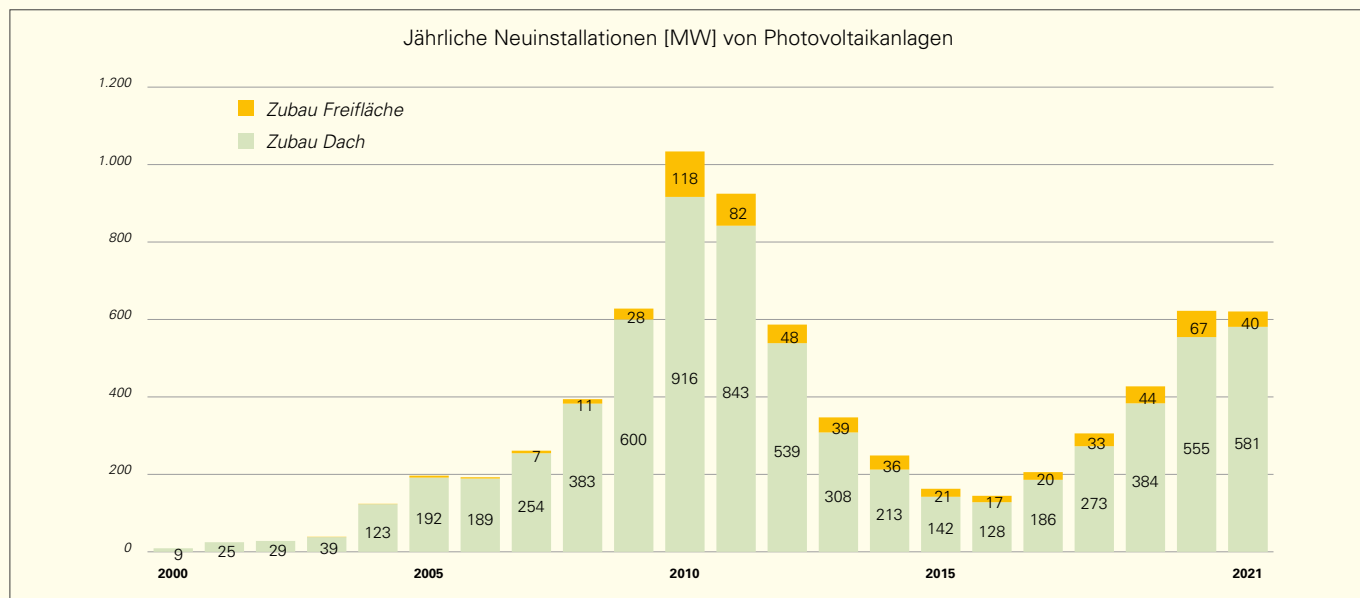
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022*
Anzahl	10	9	94	100	201	2	27	15	21	11	10

* 1. Halbjahr

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. 2021 stagnierte der Zubau auf Vorjahresniveau. Die mittlere Neuanlagenleistung ist im Jahr 2021 gegenüber dem

Vorjahr gesunken, weil mehr Kleinanlagen im Leistungsbereich 10 bis 30 kW installiert wurden und der Zubau von Dach- und Freiflächenanlagen über 300 kW rückläufig war. Zum Stand Ende 2021 waren in Baden-Württemberg rund 6,9 GW Dachanlagen und 0,6 GW Freiflächenanlagen installiert.

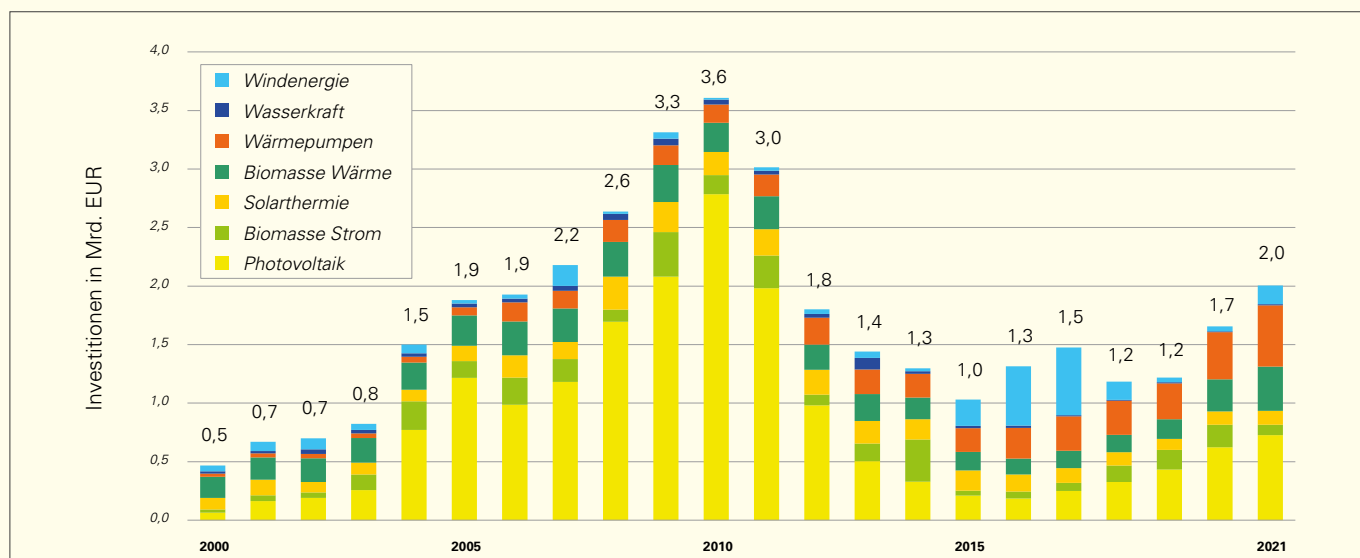


Quelle: Auswertungen EEG-Daten [17] und Marktstammdatenregister [19] (Datenstand 09/2022). Alle Angaben vorläufig. Anlagen ohne Zuordnung (EEG-Daten) beziehungsweise sonstige Anlagen (MaStR) wurden dem Dachanlagensegment zugerechnet



Bild: Windkraftanlagen auf dem Messelberg, Schwäbische Alb (© rkbox/stock.adobe.com)

INVESTITIONEN IN ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

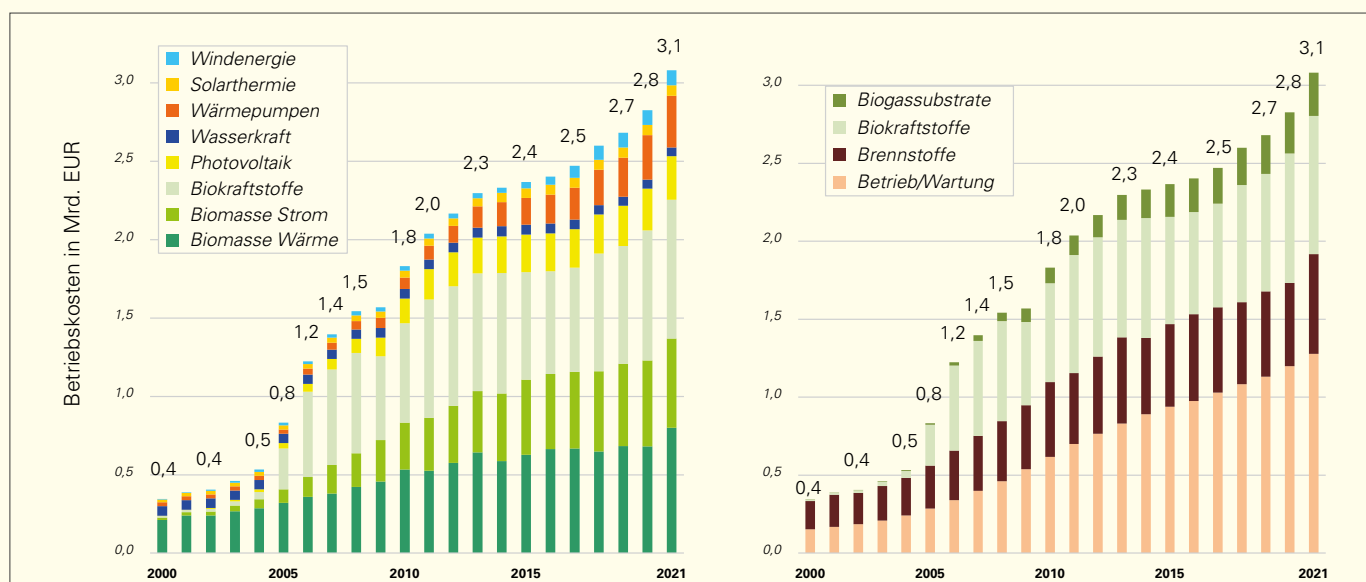


Die Investitionen in neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind im Jahr 2021 mit 2,0 Milliarden Euro deutlich gestiegen. Da im Vergleich zum Vorjahr mehr kleine und teurere, aber weniger große Photovoltaikanlagen installiert wurden, erhöhten sich die Investitionen trotz stagnierendem Leistungszubau auf gut 0,7 Milliarden Euro. Gut vervierfacht haben sich die Investitionen in Windenergieanlagen, auch die Investitionen in neue Wärmepumpen sind deutlich gestiegen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund

37 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

Der Betrieb des in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien war im Jahr 2021 mit Betriebskosten in Höhe von rund 3,1 Milliarden Euro verbunden. Nicht nur die Preise für Mineralöle und Erdgas sind gestiegen, sondern auch die von Brenn- und Kraftstoffen auf Basis erneuerbarer Energien. Darüber hinaus fallen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der Anlagen an.

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 2022; Investitionen und Betriebskosten privater Haushalte mit Umsatzsteuer, ansonsten ohne Umsatzsteuer. In Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Siehe auch Anhang III. Quelle: Berechnungen ZSW

VERMIEDENE EMISSIONEN DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2021

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.

	STROM		WÄRME	
	Vermeidungs- faktor [g/MWh _{st}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungs- faktor [g/MWh _{st}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO ₂	702.156	12.951	239.825	5.589
CH ₄	310,8	5,7	-80,9	-1,9
N ₂ O	-24,6	-0,5	-7,9	-0,2
CO₂-Äquivalent	702.553	12.959	235.457	5.487
Versauernd wirkende Gase				
SO ₂	189,1	3,5	52,9	1,2
NO _x	337,6	6,2	-178,4	-4,2
SO₂-Äquivalent	422,9	7,8	-71,3	-1,7
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-547,5	-10,1	-2.730,2	-63,6
NMVOG	18,3	0,3	-205,0	-4,8
Staub	-0,3	0,0	-130,1	-3,0

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

	KRAFTSTOFFE	
	Vermeidungs- faktor [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO ₂	304.013	1.428
CO₂-Äquivalent	286.011	1.344

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

EINSPARUNG FOSSILER ENERGietRÄGER DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2021

IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	BRAUNKOHLE	STEINKOHLE	ERDGAS	DIESEL- KRAFTSTOFF	OTTO- KRAFTSTOFF	MINERALÖL	GESAMT
Primärenergie [TWh]							
Strom	7,4	21,7	8,1	-	-	0,0	37,2
Wärme	1,6	1,5	10,6	-	-	10,9	24,5
Kraftstoffe	-	-	0,1	2,6	1,1	-	3,9
Gesamt	9,0	23,2	18,8	2,6	1,1	10,9	65,6
Primärenergie [PJ]							
Gesamt	32,4	83,4	67,8	9,4	4,1	39,2	236,2
Mengen	3,2 Millionen t	3,0 Millionen t	1.738 Millionen m ³	261 Millionen Liter	127 Millionen Liter	1.094 Millionen Liter	

Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2020 [25];

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

Baden-Württemberg hat sich mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 das Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 Prozent zu reduzieren. Das Land strebt bis 2040 Klimaneutralität an. Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2021 die Treibhausgas-Emissionen um 17,6 Millionen Tonnen (–19,4 Prozent) gesunken [26].

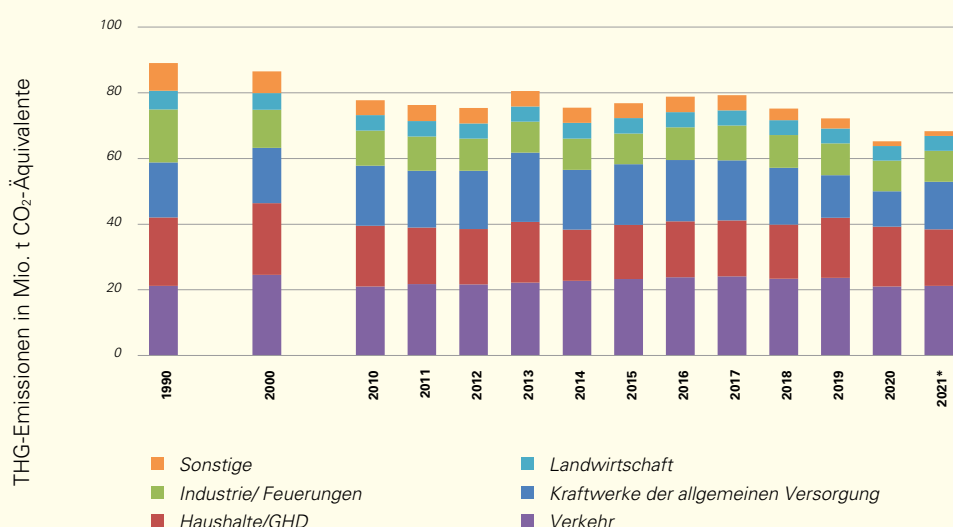
Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes sind im Jahr 2021 die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg gegenüber von der Corona-Pandemie geprägten Vorjahr aber wieder um rund 3,9 Millionen Tonnen (5,6 Prozent) auf 73 Millionen Tonnen gestiegen.

Allein die Treibhausgas-Emissionen der Energiewirtschaft sind sprunghaft um 35 Prozent auf 4,8 Millionen Tonnen im Jahr 2021 angestiegen. Die Hauptursachen dafür waren die stark gestiegenen Erdgaspreise, die

kühlere Witterung und der wieder gestiegene Strombedarf. Die höhere Stromnachfrage führte dazu, dass die Stromerzeugung aus der besonders emissionsintensiven Steinkohle um 59 Prozent zunahm.

Im Vergleich dazu ist der Treibhausgas-Ausstoß im Gebäudesektor im Jahr 2021 um 1,1 Millionen Tonnen deutlich gesunken. Der Hauptgrund für den Rückgang um 5,7 Prozent war ein Vorzieh-Effekt beim Heizölabsatz. Dies führte dazu, dass im Jahr 2021 die Nachfrage an Heizöl deutlich eingebrochen ist. Der Erdgaseinsatz ist dagegen witterungsbedingt gestiegen.

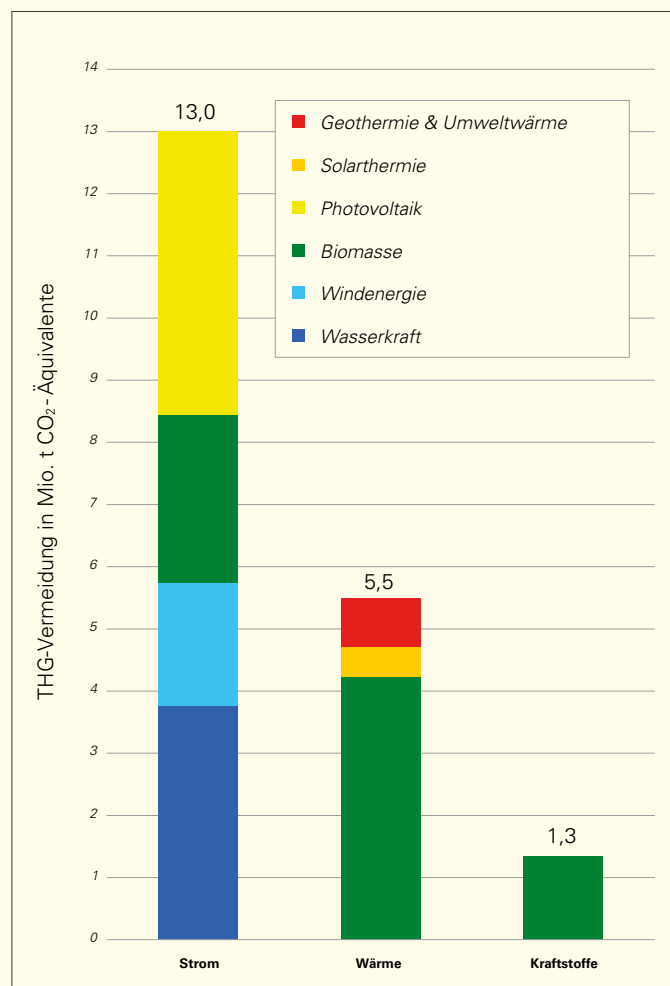
Im Industriesektor ist der Treibhausgas-Ausstoß nur marginal um 0,4 Prozent angestiegen. Die Treibhausgas-Emissionen in der Landwirtschaft und in der Abfall- und Abwasserwirtschaft lagen etwa auf dem Niveau des Vorjahres [26].



* 2021 vorläufig; Quelle: StaLa [26]

TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

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 2021 mehr als 20 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden.

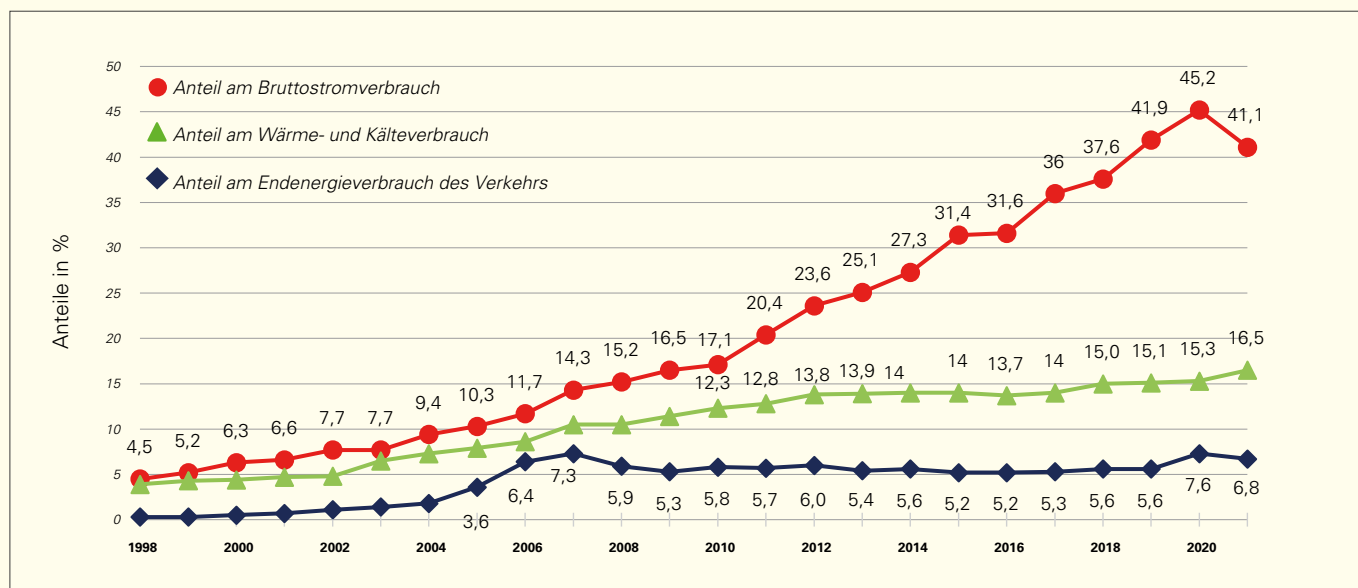


Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen. Die Ergebnisse basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2020 [25].

	Vermeidungs- faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
Strom			
Wasserkraft	806	3.764	29,0
Windenergie	754	1.979	15,3
Photovoltaik	685	4.501	34,7
feste biogene Brennstoffe	751	791	6,1
flüssige biogene Brennstoffe	340	4	0,0
Biogas	496	1.435	11,1
Klärgas	716	138	1,1
Deponiegas	714	22	0,2
Geothermie	671	0,5	0,0
biogener Anteil des Abfalls	811	323	2,5
Summe Strom		12.959	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	143	1.119	20,4
feste biogene Brennstoffe (modern)	255	2.497	45,5
flüssige biogene Brennstoffe	111	1	0,0
Biogas, Deponiegas, Klärgas	256	476	8,7
Solarthermie	284	469	8,5
tiefe Geothermie	280	31	0,6
Umweltwärme	183	757	13,8
biogener Anteil des Abfalls	230	138	2,5
Summe Wärme		5.487	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	278	948	70,6
Bioethanol	309	354	26,4
Pflanzenöl	294	0,8	0,06
Biomethan	307	40	3,0
Summe Kraftstoffe		1.344	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		19.790	

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



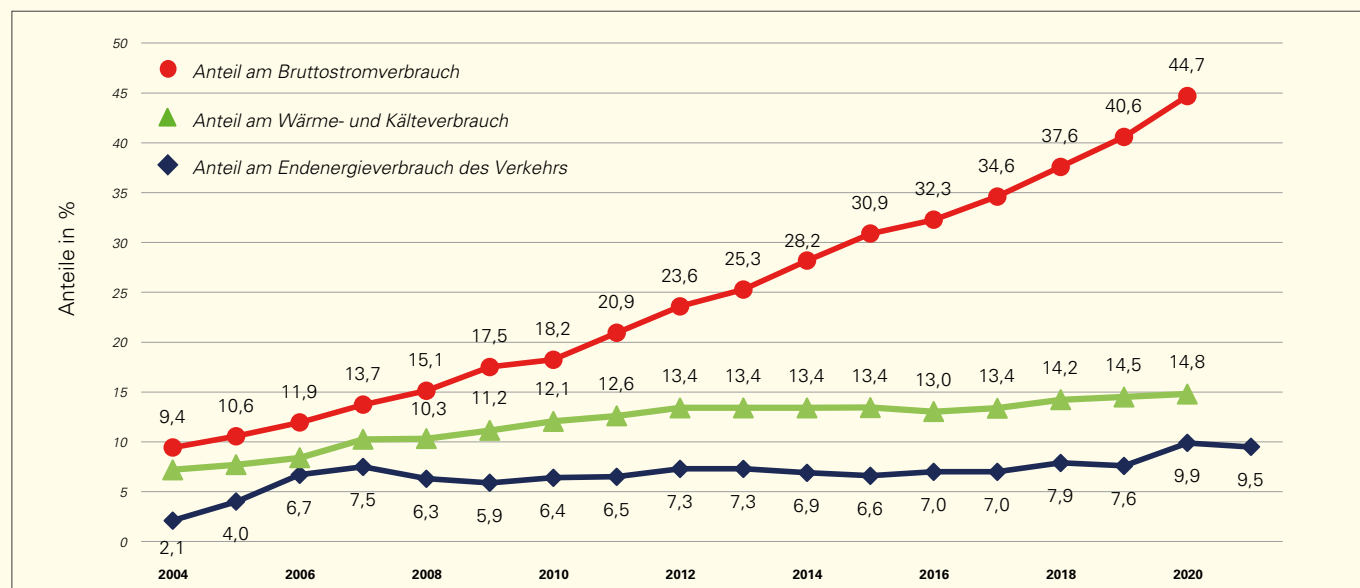
Quelle: [27]

Die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland hat sich in den vergangenen zwanzig Jahren in den einzelnen Bereichen sehr unterschiedlich entwickelt. Alleine der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten auf über 40 Prozent nahezu verzehnfacht. Die Ausbaudynamik hat aber in den letzten Jahren nachgelassen. Insbesondere der Ausbau der Windenergie an Land blieb weit hinter den gesetzlichen Zielsetzungen zurück. In Folge dessen konnte der Leistungszubau witterungsbedingte Erzeugungsrückgänge im Jahr 2021 erstmals nicht mehr ausgleichen und der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch in Deutschland ist gegenüber dem Vorjahr um knapp 4 Prozent auf 41 Prozent gesunken.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ist dagegen im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahr (15,3 Prozent) auf 16,5 Prozent gestiegen. Im Vergleich zu den Vorjahren führte die deutlich kühlere Witterung unter anderem dazu, dass mehr biogene Energieträger zur Wärmeerzeugung eingesetzt wurden.

Über die Jahre hinweg war im Verkehrsbereich eine Stagnation der Nutzung von Biokraftstoffen auf einem Niveau von 5 bis 6 Prozent zu verzeichnen. Aufgrund von verschärften Treibhausgasminderungsquoten im Jahr 2020 kam es dann zu einem sprunghaften Anstieg auf 7,6 Prozent. Im Jahr 2021 sank der Anteil aber wiederum auf 6,8 Prozent, da weitere Treibhausgasminderungsoptionen genutzt wurden. Dies führte zu einer rückläufigen Nachfrage an Biokraftstoffen.

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



Quelle: [28]

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. Nachdem das Vereinigte Königreich (UK) die EU verlassen hatte, wurde der Zielwert auf 20,6 Prozent angepasst. Mit einem Anteil der erneuerbaren Energien von 22,1 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 konnten die EU-27 dieses Ziel sogar übertreffen. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass im Jahr 2020 pandemiebedingt der gesamte Bruttoendenergieverbrauch der EU gesunken war, was sich positiv auf den Anteilswert auswirkte.

Schon Ende des Jahres 2018, als die Zielerreichung nach der alten Richtlinie bereits in Sicht war, wurde eine neue EU-Richtlinie (RL (EU) 2018/2001) verabschiedet. Nach dieser müssen die Mitgliedstaaten nun sicherstellen, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch EU-weit bis zum Jahr 2030 auf mindestens 32 Prozent ansteigt. Der im Jahr 2020 geschlossene Green Deal wird zudem eine weitere Steigerung dieses Ziels nach sich ziehen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch soll dann bis zum Jahr 2030 mehr als verdoppelt werden – von heute rund 20 Prozent auf 45 Prozent.

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. Informationen zur aktuellen Entwicklung erneuerbaren Energien in der EU werden auf der Internetseite von Eurostat unter <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> veröffentlicht. Der aktuelle Statusbericht Deutschlands ist auf der Internetseite der Europäischen Kommission unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0952&from=EN> publiziert.

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

	2020				2021			
	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung ¹⁾	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung ¹⁾	Markt- und Flexibilitätsprämien
	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR
Wasserkraft	333	37	968	39	415	46	951	14
Deponie-, Gruben-, Klärgas	18	1,4	3,3	0,2	12	0,9	8,3	0,0
Biomasse	857	182	3.478	545	767	164	3.446	350
Geothermie	0,2	0,4	0	0	0,7	0,1	0	0
Windenergie	197	17	2.772	169	140	12	2.505	62
Photovoltaik	5.105	1.713	891	130	4.835	1.571	967	90
Gesamt	6.511	1.951	8.113	883	6.170	1.794	7.877	515

1) inklusive Marktprämienmodell, sonstige Direktvermarktung und Mieterstromzuschlag

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: [29]

Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg rund 6,2 TWh Strom aus erneuerbaren Energien eingespeist und damit 5 Prozentpunkte weniger als im Vorjahr. Die „Festvergütung“ nach EEG sank um 8 Prozent auf knapp 1,8 Milliarden Euro. Der Anteil der direkt vermarkteten Strommenge sank insgesamt auf knapp 7,9 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,5 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschließlich 23 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen).

Auf Bundesebene wurden im Jahr 2021 insgesamt 38,3 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese wurden mit 10,2 Milliarden Euro vergütet. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2021 auf Bundesebene 162 TWh, wobei 9 Milliarden Euro Marktprämien und 221 Millionen Euro Flexibilitätsprämien ausbezahlt wurden.

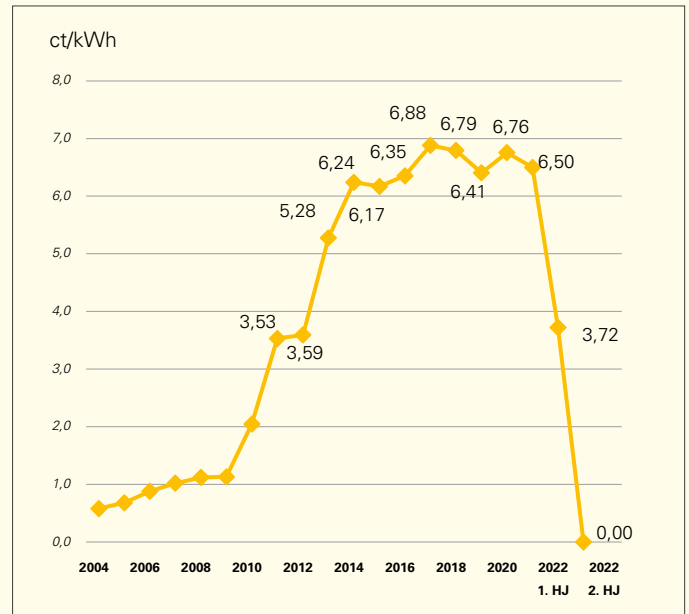
Ein direkter Vergleich der Förderzahlungen der Direktvermarktung mit den EEG-Vergütungszahlungen ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber ausgezahlt.

Neben den oben angeführten geförderten Vermarktungswegen haben Anlagenbetreiber im Rahmen der „sonstigen Direktvermarktung“ die Möglichkeit, den Strom aus erneuerbaren Energiequellen direkt an der Strombörse zu vermarkten oder diesen an einen Direktvermarkter zu verkaufen. Vor allem Solar- und Windkraftanlagen, die älter als 20 Jahre sind und damit aus der EEG-Förderung herausfallen, wählen diese Vermarktungsform. Des Weiteren führen die seit Mitte 2021 hohen Strompreise verstärkt dazu, dass immer häufiger auch neu installierte Anlagen diesen Vermarktungsweg mit dem Ziel der Erlösoptimierung wählen.

ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

Die Entwicklung der EEG-Umlage hat einen erheblichen Einfluss auf die Höhe des Strompreises. Um Haushalte und auch die Industrie aufgrund der derzeit hohen Energiepreise zu entlasten, hat die Bundesregierung mit der EEG-Novelle 2023 die EEG-Umlage abgeschafft.

Die EEG-Umlage betrug im ersten Halbjahr 2022 3,723 ct/kWh. Im Vergleich zum Jahr 2021 sank sie damit bereits um 2,8 ct/kWh (43 Prozent) und lag für das erste Halbjahr 2022 somit auf dem niedrigsten Stand seit 10 Jahren. Dies ist auf die hohen Marktpreise und den hohen EEG-Kontostand sowie den Bundeszuschuss von 3,25 Milliarden Euro zurückzuführen [30]. Um die weiter stark steigenden Strompreise abzufedern, wurde die für das Jahr 2023 geplante Abschaffung der EEG-Umlage um ein halbes Jahr vorgezogen. Stromkunden müssen seit dem 1. Juli 2022 keine EEG-Umlage mehr zahlen, da die EEG-Differenzkosten vollständig aus dem Bundeshaushalt finanziert werden.

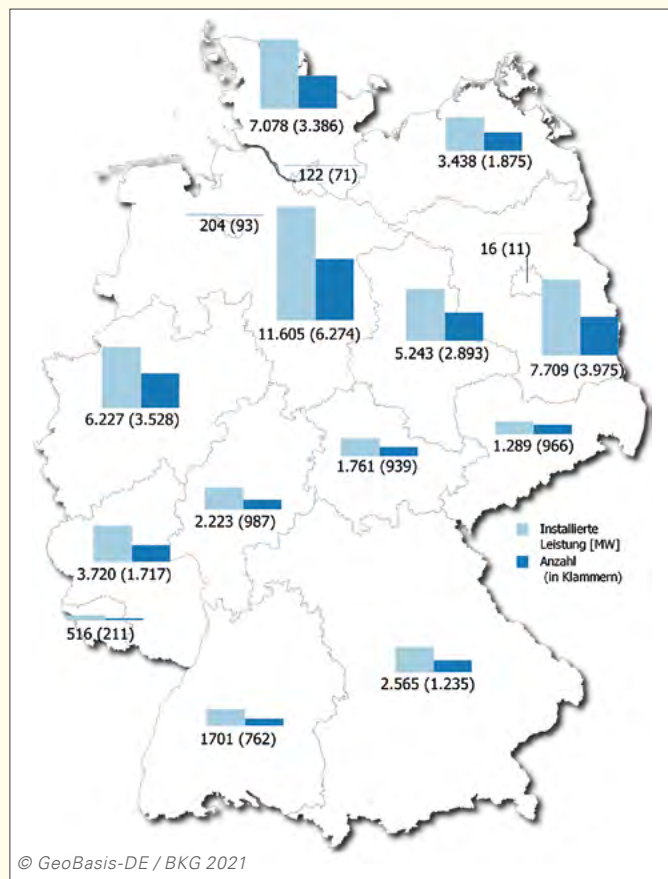


Quellen: [3], [30]



Bild: Wasserkraftanlage (© B. Alapfy)

INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2021



Deutschlandweit wurden im Jahr 2021 rund 484 Windenergieanlagen an Land mit einer Bruttoleistung von 1,9 GW zugebaut (Nettozubau: 1,7 GW). Der Zubau bleibt weiterhin auf einem sehr niedrigen Niveau, wobei sich aber langsam eine Erholung abzeichnet. Denn mit 1,9 GW wurden rund 35 Prozent mehr Leistung zugebaut als im Jahr 2020 (1,4 GW). An Land waren damit bis Ende des Jahres 2021 insgesamt rund 56,1 GW installiert. In Baden-Württemberg wurden 31 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 123 MW installiert. Damit wächst die installierte Leistung auf insgesamt 1.701 MW an.

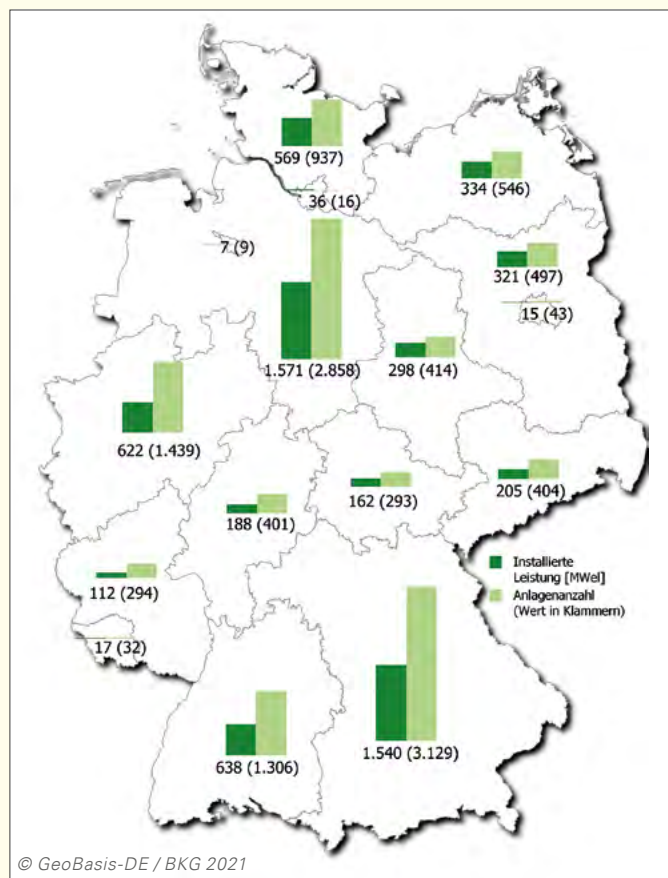
Auf See (offshore) wurde im Jahr 2021 keine Windenergieleistung neu installiert. Ende des Jahres war damit eine Off-shore-Leistung von insgesamt 7,8 GW am Netz. Ab dem Jahr 2022 ist laut Bundesregierung wieder geplant, neue Windkraftanlagen auf See zu installieren und diese dann bis 2025 in Betrieb zu nehmen.

Leistungsangaben in MW

Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quellen: [31], [24]

INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN ENDE 2021



Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan beläuft sich Ende 2021 auf rund 6,6 GW_{el}, die sich auf rund 12.600 Blockheizkraftwerke verteilen. In Baden-Württemberg sind über 1.300 Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von knapp 640 MW_{el} in Betrieb.

Rund 90 Prozent des Zubaus sind weiterhin dem 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.

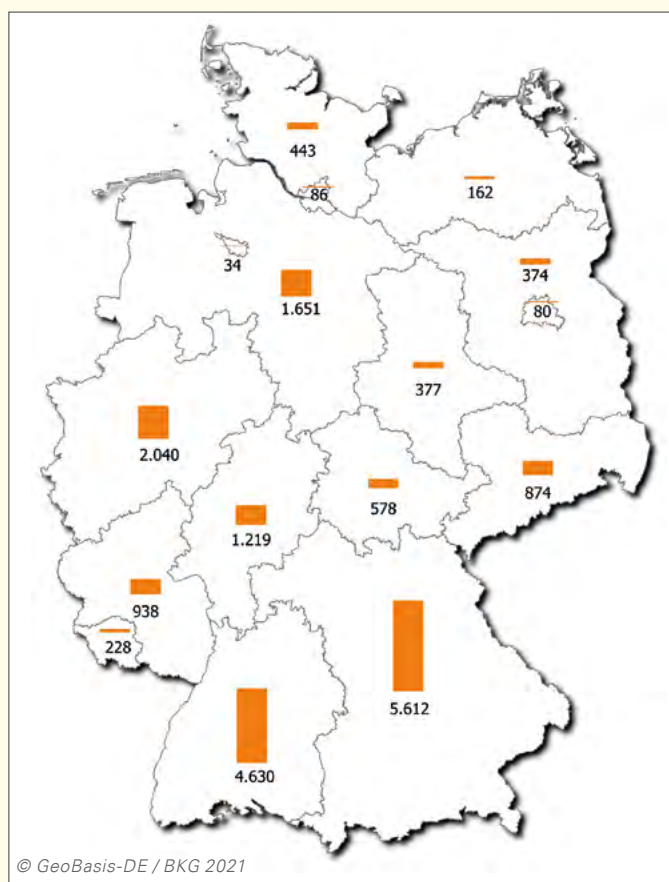
Leistungsangaben in MW_{el}

Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Hinweis: Es sind nur Anlagen angeführt, die im betreffenden Jahr Strom erzeugt haben.

Quellen: [17–19]

REGIONALE VERTEILUNG DER INSTALLIERTEN KOLLEKTORFLÄCHE VON SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN ENDE 2021



Im Jahr 2021 wurden bundesweit rund 81.000 neue solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von rund 640.000 Quadratmetern (m²) installiert. Dies entspricht etwa dem Vorjahresniveau. Insgesamt waren unter Berücksichtigung des Abbaus alter Anlagen Ende des Jahres 2021 knapp 21,8 Millionen m² Solarkollektorfläche installiert [3].

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.

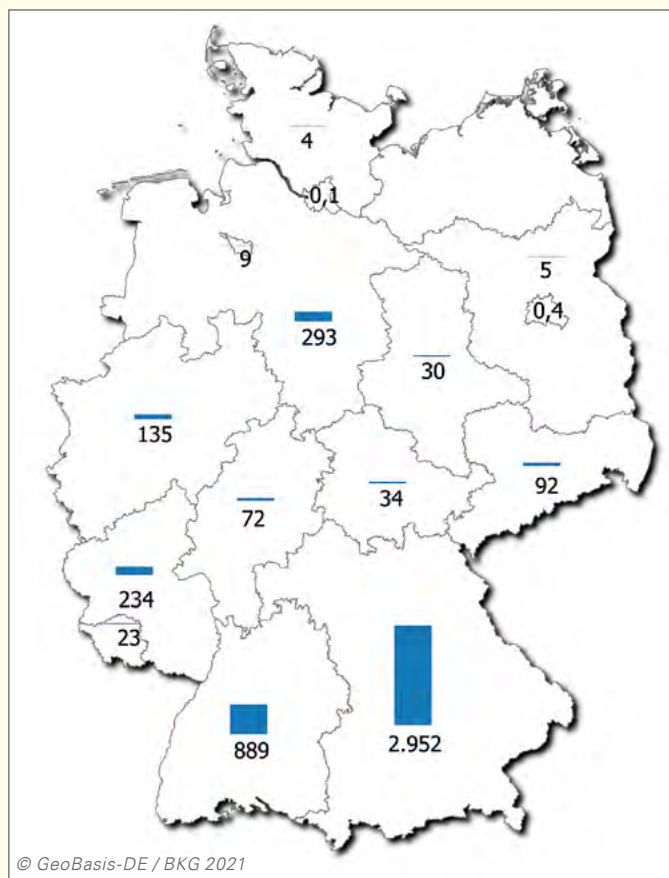
Angaben in 1.000 m²

Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm

Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quellen: [3, 32]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2021



In Deutschland ist der Ausbau von Wasserkraft an seine Grenzen gestoßen, da an den meisten potenziellen Standorten bereits Wasserkraftanlagen installiert sind.

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 mehr als 2.950 MW weit vorne. Hintergrund sind die günstigen topografischen Gegebenheiten in diesen beiden Bundesländern.

Aufgrund der topografischen 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.

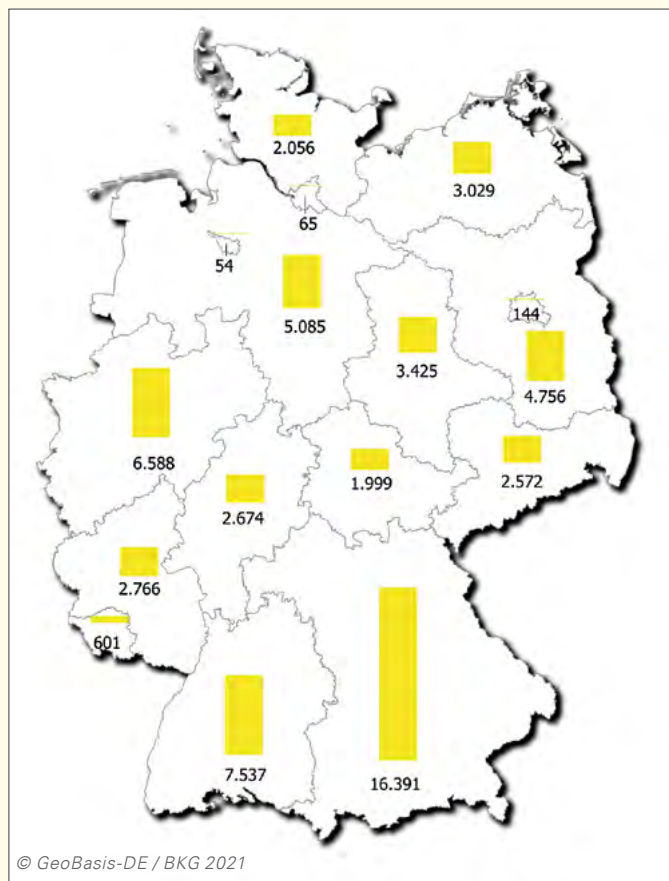
Leistungsangaben in MW

Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke, keine Pumpspeicherkraftwerke

Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quelle: [33]

INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2021



Im Jahr 2021 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 5,7 GW neu installiert. Mit Abstand den höchsten Zubau im Jahr 2021 hatte mit knapp 1.560 MW Bayern. An zweiter Stelle folgte Nordrhein-Westfalen mit rund 650 MW, gefolgt von Baden-Württemberg mit rund 620 MW.

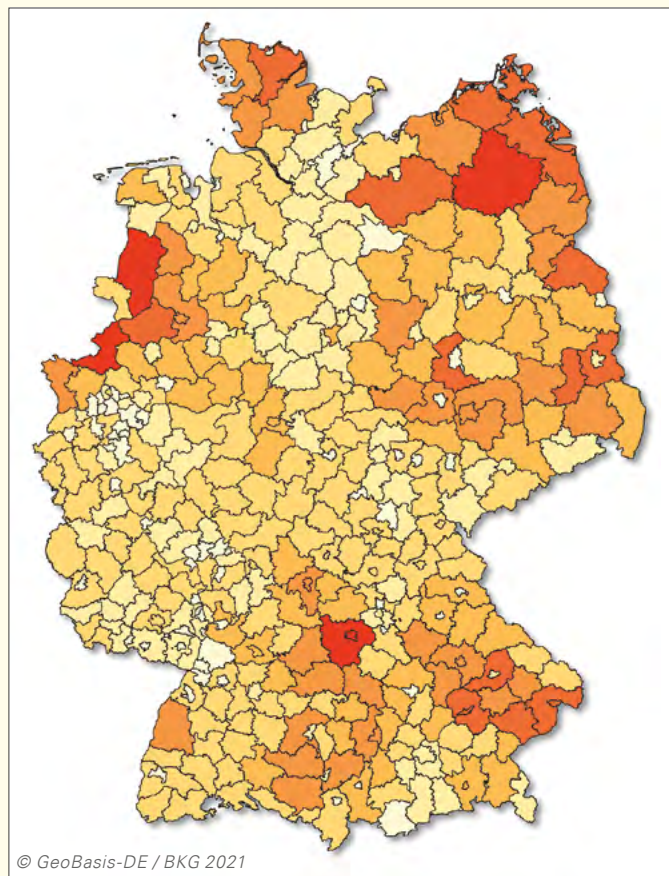
Ende des Jahres 2021 waren in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 59 Gigawatt am Netz, rund 9 Prozent mehr als noch ein Jahr zuvor (2020: 54 Gigawatt). Damit übersteigt nun erstmals die Leistung der installierten Photovoltaikanlagen jene der Windenergieanlagen an Land.

Angaben in MW

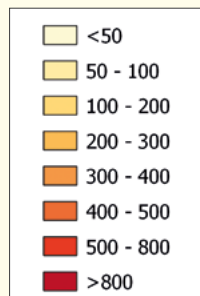
Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quellen: [17–20]

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, Niedersachsen und in Nordrhein-Westfalen.

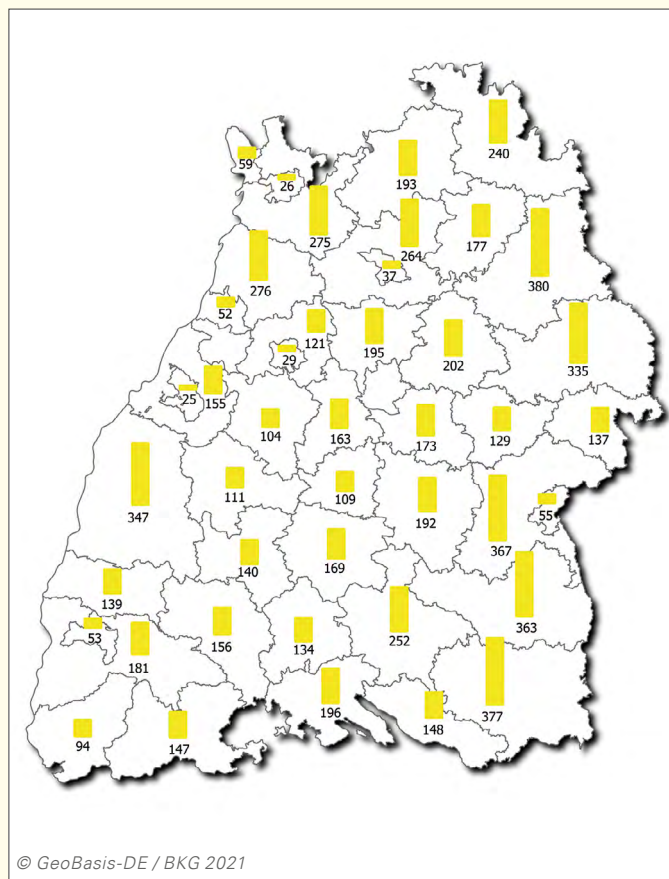


Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km²

Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [29]

REGIONALE VERTEILUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2021



In Baden-Württemberg war Ende 2021 eine Photovoltaikleistung von rund 7,5 GW installiert. Typischerweise werden im Land vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe Photovoltaik-Anlagen gebaut. Solarparks sind bisher nur vereinzelt realisiert worden. Bis Ende 2021 waren Solarparks mit einer Leistung von rund 0,6 GW installiert.

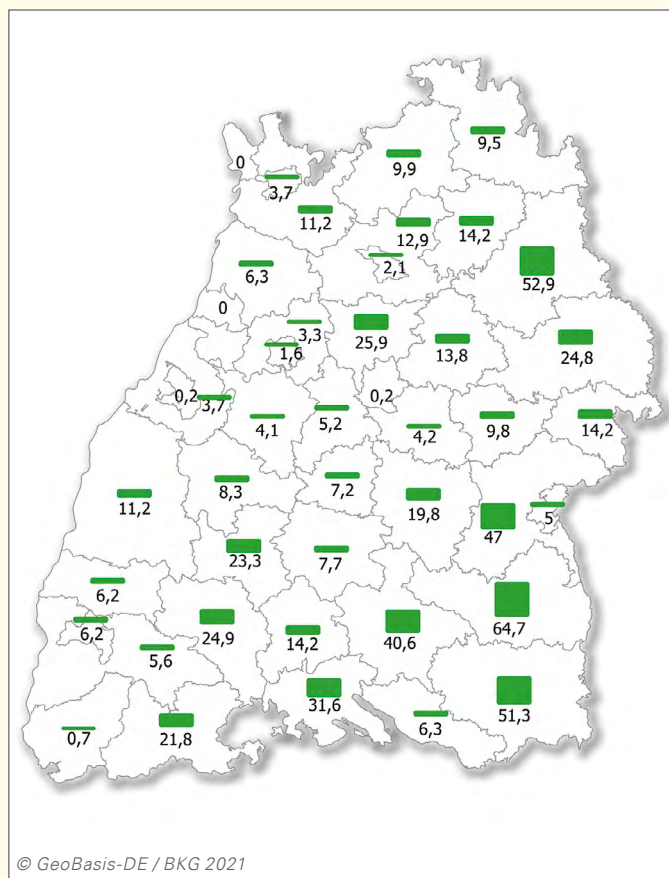
Überdurchschnittlich viel der baden-württembergischen Photovoltaikleistung ist wie bereits auch in den Vorjahren im Landkreis Schwäbisch Hall mit 1,7 Kilowatt (kW) pro Einwohner installiert. Dicht gefolgt von den Landkreisen Sigmaringen und Main-Tauber-Kreis mit 1,6 kW pro Einwohner. In den Kreisen Alb-Donau und Biberach entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner circa 1,5 kW.

Angaben in MW

Anlagenstand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]

REGIONALE VERTEILUNG DER BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2021



In Baden-Württemberg sind Ende 2021 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von 556 MW und Satelliten-Blockheizkraftwerke (Biomethananlagen) mit rund 82 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 Erzeugung von Biogas und Biomethan in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg, Alb-Donau-Kreis und in Schwäbisch Hall.

Angaben in MW_e

Anlagenstand Ende 2021; Datenstand: September 2022

Quellen: [29], [18], [19]



Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) für Daten und Karten zum Thema erneuerbare Energien. Bürgern, Kommunen, Verwaltung, Forschung und Wirtschaft werden damit wichtige Informationen zum Stand der dezentralen Energieerzeugung und zum regionalen Energiebedarf zur Verfügung gestellt. Der Energieatlas bietet mit seinem landesweiten Überblick Energieberatern, Planern und interessierten Akteuren Hintergrundinformationen und Handreichungen an. Lokale, kommunale und regionale Planungen können dadurch aber nicht ersetzt werden. Ziel ist es, mit Hilfe vernetzter Informationen, Möglichkeiten effizienter Energieverwendung anzuregen, um somit langfristig und nachhaltig Energie einzusparen.

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

ANHANG I: BERECHNUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

SOLARTHERMIE

Die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solar Kollektoren basiert methodisch auf der international gebräuchlichen IEA-Methode der Internationalen Energieagentur (IEA) [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 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 [22, 23]. 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 3,05 für Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,78 und für Gas-Wärmepumpen 1,36 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich des primär energetisch bewerteten Strom- beziehungsweise Erdgas-einsatzes (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 [38], IVD [13]). Darüber hinaus werden jeweils aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet (LIV [12]). Zukünftige Änderungen auf Basis einer verbesserten oder geändernten Datenlage sind nicht auszuschließen.

ANHANG II: 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 [39] 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 III: 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.

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.

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.

GLOSSAR

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 Rohöleeinheit	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: Bohrplatz Graben-Neudorf (© Lutz Stahl)

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. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK). Aktuelle Informationen: Erneuerbare Energien. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Aktuelle-Informationen/aktuelle-informationen.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 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. ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Stamm- und Bewegungsdaten
18. BUNDESNETZAGENTUR. Anlagenregister. Verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_RegDaten_FoerdSaetze.html
19. BUNDESNETZAGENTUR. Marktstammdatenregister. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
20. BUNDESNETZAGENTUR. Datenmeldungen Photovoltaikanlagen
21. AG ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB). Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland
22. 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
23. 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

24. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). Energieatlas BW – Erweitertes Daten- und Kartenangebot. Verfügbar unter: <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>
25. UMWELTBUNDESAMT (UBA). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2020. Umweltbundesamt, 2021. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger-2020>
26. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Pressemitteilung 151/2022: Treibhausgas-Emissionen um 5,6 Prozent gestiegen. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2022151>
27. BUNDESMINISTERIUM 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); 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
28. EUROSTAT, STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, LUXEMBURG. SHARES (Renewables) – Energy – Eurostat. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
29. INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>
30. ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER (ÜNB). Pressemitteilung zur EEG-Umlage 2022. 15. Oktober 2021
31. DEUTSCHE WINDGUARD GMBH. Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, Jahr 2021. Verfügbar unter: <https://www.windguard.de/jahr-2021.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
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
36. DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD). Globalstrahlung. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solare-energie/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://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/emissionskataster>
39. AG ENERGIEBILANZEN. Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. November 2015. Verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/files/vorwort.pdf>

