



Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022

GEMEINSAM
ANPACKEN.
KLIMANEUTRAL
2040



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: www.um.baden-wuerttemberg.de
E-Mail: poststelle@um.bwl.de

KONZEPTION UND REDAKTION

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Referat 64: Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft

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

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

**BILDNACHWEIS TITELBILD**

Agri-Photovoltaik Kressbronn (© Fraunhofer ISE)

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 2023

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 Stromeinspeisung und Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien
nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz
- 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



Bild: Gersbach im Schwarzwald, Öschgraben mit seinen Windkraftanlagen (© Marc / stock.adobe.com)

ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2022 um knapp 2 Prozent auf 1.289 Petajoule (PJ) gesunken. Auf der einen Seite ist der Endenergieverbrauch durch Energieeinsparungen und den milden Winter deutlich zurückgegangen, während im Umwandlungssektor mehr Steinkohle zur Stromerzeugung eingesetzt wurde (siehe unten). Stark rückläufig war der Nettostromimportsaldo, auf den alleine mehr als die Hälfte des gesunkenen Primärenergieverbrauchs im Land zurückgeht. Der primärenergetische Beitrag der

[PJ]	2021	2022	
Primärenergieverbrauch	1.314	1.289	-1,9 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	202	205	+1,5 %
- davon Kernenergie	122	122	-0,1 %
- davon fossile Energieträger	929	919	-1,1 %
- davon Stromimport (netto)	61	44	-29,0 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	15,3 %	15,9 %	

erneuerbaren Energien ist um 1,5 Prozent gestiegen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch erhöhte sich damit auf 15,9 Prozent.

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Das Jahr 2022 war geprägt von überaus hohen Energiepreisen, insbesondere für Erdgas und Strom. Dies führte zu hohen Einsparungen, die zusammen mit dem relativ milden Winter 2022/2023 zu einem Rückgang des Endenergieverbrauchs von Erdgas um mehr als 12 Prozent führten. Nachdem im Vorjahr aufgrund von Vorzieheffekten der Heizölabsatz auf sehr geringem Niveau lag, ist dieser 2022 wieder gestiegen. Insgesamt lag der Endenergieverbrauch 2022 nach ersten Berechnungen rund 4 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der Endenergie-

[TWh]	2021	2022	
Endenergieverbrauch	285	273	-4,2 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	47,1	47,9	+1,8 %
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (netto)	238	226	-5,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	16,5 %	17,5 %	

verbrauch erneuerbarer Energien ist dagegen um fast 2 Prozent gestiegen. Aufgrund des rückläufigen Endenergieverbrauchs insgesamt stieg deren Anteil am Endenergieverbrauch um einen Prozentpunkt auf 17,5 Prozent.

Die Lage auf dem europäischen Strommarkt war durch eine geringe Kraftwerksverfügbarkeit im Ausland und im Zuge der hohen Gaspreise sehr angespannt. Der Beitrag der Steinkohle zur Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg stieg deshalb das zweite Jahr in Folge an. Insgesamt wurden knapp 17,3 Terrawattstunden (TWh) Strom in Steinkohlekraftwerken erzeugt, was dem Niveau der Jahre 2017/2018 entspricht. Deutlich gestiegen ist aber auch der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung mit einem Plus von 5,5 Prozent. Insgesamt lag die Bruttostromerzeugung im Land um 4 TWh beziehungsweise knapp 8 Prozent deutlich höher als im Vorjahr. Der Bruttostromverbrauch ging nach ersten Berechnungen um mehr als 1 Prozent auf 66,7 TWh zurück. Das höhere Erzeugungsniveau

[TWh]	2021	2022	
Bruttostromerzeugung¹⁾	50,6	54,6	+7,9 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	18,3	19,3	+5,5 %
- davon Kernenergie	11,2	11,1	-0,1 %
- davon fossile Energieträger und Sonstige	21,1	24,1	+14,2 %
Stromimport (Saldo)	17,0	12,1	-29,0 %
Bruttostromverbrauch¹⁾	67,6	66,7	-1,4 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	36,2 %	35,4 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	27,1 %	29,0 %	

im Land bei gleichzeitig gesunkenem Verbrauch führte zu einem starken Rückgang des Stromimportsaldo um knapp 5 TWh beziehungsweise 29 Prozent auf 12,1 TWh.

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.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 8

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg ist um 1 TWh beziehungsweise 5,5 Prozent auf 19,3 TWh gestiegen. Wenngleich der Bruttozubau von Windenergieanlagen mit 5 Anlagen und insgesamt 21 Megawatt (MW) relativ niedrig ausfiel (Nettozubau unter Berücksichtigung des Anlagenrückbaus: 13 MW), so sorgte das bessere Windjahr im Vergleich zu 2021 für eine Mehrerzeugung von rund 0,2 TWh. Noch stärker gestiegen ist mit einem Plus von 1,3 TWh die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen. Hier sorgten ein gutes Strahlungsjahr sowie ein erneuter Aufwuchs beim Bruttozubau auf rund 820 MW (2021: 620 MW) für einen deutlichen Anstieg. Das relativ trockene Jahr führte jedoch zu einem Rückgang der Wasserkrafterzeugung um rund 0,4 TWh. Da die Bruttostromerzeugung insgesamt noch stärker gestiegen ist, verringerte sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung leicht auf gut 35 Prozent.



Bild: Agri-Photovoltaik Kressbronn (© Fraunhofer ISE)

Die im Vergleich zum Vorjahr deutlich wärmere Witterung und die hohen Preise führten im Jahr 2022 zu einem geringeren Einsatz von Energieträgern in der Wärmeherzeugung. Gleichzeitig waren aufgrund der hohen Preise für fossile Energieträger weiter steigende Installationszahlen bei Biomasseheizungen, Wärmepumpen und Solarthermieanlagen zu verzeichnen. Insgesamt ist der Beitrag der erneuerbaren Energien im Wärmesektor im Jahr 2022 mit knapp 1 Prozent weniger stark gesunken als der Verbrauch fossiler Energieträger. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung wuchs damit um mehr als einen Prozentpunkt auf 18 Prozent.

Im Verkehrssektor ist der Endenergieverbrauch von Kraftstoffen 2022 um 1,4 Prozent gestiegen. Geringfügig gesunken ist der Absatz von Biokraftstoffen. Damit sank der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor von 5,9 Prozent auf 5,8 Prozent.

[TWh]	2021	2022	
Endenergieverbrauch zur Wärmeherzeugung¹	144	132	-8,0 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	24,0	23,8	-0,6 %
- davon fossil	120	109	-9,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	16,7 %	18,0 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe (ohne Strom)	81,1	82,3	+1,4 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	4,8	4,8	-0,5 %
- davon fossil	76,3	77,5	+1,5 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	5,9 %	5,8 %	

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; 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

1) Ohne Strom

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG

IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

	ENDENERGIE	PRIMÄR-ENERGIE-ÄQUIVALENT ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode	ANTEIL AM ENERGIE-VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV nach Wirkungsgradmethode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG					
			Anteil am Bruttostromverbrauch²⁾	Anteil an der Bruttostromerzeugung³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.140	14,9	6,2	7,6	1,2
Windenergie	2.916	10,5	4,4	5,3	0,8
Photovoltaik	7.869	28,3	11,8	14,4	2,2
feste biogene Brennstoffe	932	11,9	1,4	1,7	0,9
flüssige biogene Brennstoffe	5	0,1	0,01	0,01	0,01
Biogas	2.862	23,0	4,3	5,2	1,8
Klärgas	185	1,7	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	24	0,3	0,04	0,04	0,03
Geothermie	1,0	0,03	0,001	0,002	0,003
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	394	5,6	0,6	0,7	0,4
Gesamt	19.329	96,4	29,0	35,4	7,5
WÄRMEERZEUGUNG (ENDENERGIE)					
			Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme⁶⁾		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.802	28,1	5,9		2,2
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	9.112	32,2	6,9		2,5
flüssige biogene Brennstoffe	3	0,02	0,002		0,001
Biogas, Deponiegas, Klärgas	2.161	8,2	1,6		0,6
Solarthermie	1.922	6,9	1,5		0,5
tiefe Geothermie	107	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme ⁹⁾	2.140	11,2	1,6		0,9
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	595	4,2	0,4		0,3
Gesamt	23.843	91,2	18,0		7,1
KRAFTSTOFFE					
			Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs¹⁰⁾		
Biodiesel	3.423	12,3	4,2		1,0
Bioethanol	1.197	4,3	1,5		0,3
Pflanzenöl	3	0,01	0,004		0,001
Biomethan	146	0,5	0,2		0,04
Gesamt	4.770	17,2	5,8		1,3
ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE					
Gesamt	47.941	204,7	17,5		15,9

Alle Angaben vorläufig; Stand September 2023. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

- 1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.289 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom siehe Anhang II
- 2) Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 66,7 TWh
- 3) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 54,6 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 132,5 TWh

7) Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, 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 82,3 TWh (ohne Strom)

11) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 273 TWh

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

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	BIOMASSE																							
	WASSERKRAFT ¹⁾		WINDENERGIE		PHOTOVOLTAIK ²⁾		BIOMASSE GESAMT		DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON BIOGAS ³⁾		DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS ⁴⁾		DAVON KLÄRGAS		DAVON DEPONIEGAS		GEOTHERMIE		SUMME STROMERZEUGUNG	
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	
2000	5.628	768	53	62	5	12	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	33	213	116	131	0,0	6.215							
2005	4.910	775	312	273	272	426	1.812	938	158	51	282	76	291	122	128	0,0	7.306							
2006	5.186	775	395	295	465	618	2.258	956	161	172	526	120	386	127	90	0,0	8.304							
2007	5.261	775	586	405	668	879	2.716	991	162	259	757	158	479	135	94	0,0	9.231							
2008	4.691	777	614	417	951	1.272	2.889	987	168	208	992	178	481	146	76	0,0	9.146							
2009	4.471	777	545	451	1.370	1.899	3.280	1.064	182	167	1.389	224	458	149	53	0,0	9.666							
2010	5.132	832	541	461	2.085	2.918	3.312	1.068	179	134	1.545	260	364	153	49	0,1	11.071							
2011	4.404	837	589	478	3.320	3.841	3.701	1.075	189	51	1.929	319	442	159	45	0,0	12.014							
2012	4.945	842	666	503	4.048	4.431	3.862	1.102	185	42	2.155	335	357	165	41	0,5	13.521							
2013	5.616	866	667	534	4.108	4.773	4.047	1.073	193	38	2.320	368	404	173	39	1,2	14.439							
2014	4.803	871	679	550	4.797	5.025	4.280	1.101	185	36	2.519	458	406	181	37	0,6	14.559							
2015	4.300	876	831	696	5.090	5.188	4.623	1.160	195	46	2.791	466	406	184	35	0,0	14.845							
2016	4.850	881	1.235	1030	4.994	5.335	4.609	1.148	193	47	2.763	526	430	187	34	0,3	15.687							
2017	4.396	883	1.982	1420	5.312	5.542	4.641	1.155	193	30	2.822	498	408	195	32	0,3	16.331							
2018	3.941	885	2.581	1524	5.587	5.842	4.640	1.149	193	36	2.837	532	392	196	30	0,0	16.749							
2019	4.500	887	2.909	1551	5.764	6.267	4.560	1.024	193	37	2.899	575	379	196	25	0,0	17.733							
2020	4.130	888	2.986	1579	6.351	6.891	4.715	1.110	194	29	2.960	622	395	196	25	0,0	18.182							
2021	4.529	889	2.679	1701	6.535	7.511	4.577	1.053	182	12	2.903	640	391	193	25	0,7	18.321							
2022	4.140	892	2.916	1714	7.869	8.290	4.403	932	174	5	2.862	635	394	185	24	1,0	19.329							



Bild: Biogasanlage Emmingen (© Björn Hänssler / UM)

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⁾		SOLARTHERMIE ⁷⁾	TIEFE GEOTHERMIE	UMWELTWÄRME ⁸⁾	SUMME WÄRMEERZEUGUNG	BIODIESEL	BIOETHANOL	PFLANZENÖL	BIOMETHAN	SUMME KRAFTSTOFFE	SUMME ENDENERGIEBEREITSTELLUNG	
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[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	18.817														
2004	12.841	7.524	4.195	2	213	906	706	2.004	64	53	13.663	536	26	7	0	569	20.447														
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	24.664														
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	28.605														
2007	14.014	6.843	5.076	166	347	1.583	932	2.597	76	136	15.159	4.323	454	1.143	0	5.920	30.310														
2008	15.159	7.297	5.631	166	494	1.571	939	2.929	76	161	16.335	3.589	639	561	1	4.790	30.271														
2009	15.969	7.331	6.120	126	832	1.561	1.091	3.217	88	218	17.366	3.239	927	136	2	4.304	31.336														
2010	17.585	8.135	7.178	116	920	1.235	1.140	3.415	95	253	19.073	3.309	1.160	78	10	4.557	34.701														
2011	15.375	6.971	6.555	47	1.010	792	1.400	3.679	102	291	17.168	3.222	1.235	26	12	4.496	33.679														
2012	17.034	7.484	7.371	38	1.203	939	1.442	3.878	105	327	18.908	3.314	1.231	34	45	4.624	37.053														
2013	18.438	8.011	8.131	31	1.461	805	1.384	4.041	105	366	20.294	2.951	1.188	0	65	4.204	38.937														
2014	16.325	6.633	7.141	32	1.733	787	1.541	4.172	105	471	18.442	3.166	1.257	7	61	4.491	37.492														
2015	17.947	7.069	8.018	38	2.033	789	1.648	4.285	105	589	20.289	2.772	1.143	1	48	3.964	39.098														
2016	18.372	7.284	8.392	40	2.025	630	1.516	4.355	105	1.105	21.098	2.851	1.174	4	52	4.082	40.866														
2017	18.657	7.366	8.605	24	2.070	591	1.701	4.394	105	1.217	21.680	2.931	1.162	4	61	4.159	42.169														
2018	17.471	6.758	8.021	30	2.070	591	1.773	4.419	105	1.346	20.694	3.104	1.207	1	54	4.366	41.810														
2019	18.232	6.989	8.539	32	2.102	572	1.713	4.410	105	1.474	21.524	3.056	1.155	3	91	4.305	43.563														
2020	18.117	6.905	8.442	26	2.149	595	1.769	4.414	107	1.640	21.632	3.974	1.056	3	123	5.155	44.969														
2021	20.391	7.826	9.661	11	2.304	589	1.649	4.630	111	1.844	23.996	3.486	1.170	3	134	4.793	47.110														
2022	19.674	7.802	9.112	3	2.161	595	1.922	4.671	107	2.140	23.843	3.423	1.197	3	146	4.770	47.941														

Alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum jeweiligen Jahresende und berücksichtigen den Rückbau von Anlagen.

Für die mit keine Angaben (k.A.) ausgefüllten Felder konnten keine Werte ermittelt werden. Die Zeitreihen zur Strom- und Wärmebereitstellung aus Biomasse wurden überarbeitet.

Alle Angaben vorläufig; Stand September 2023. Abweichungen in den Summen durch Rundungen. Quellen: siehe Seite 7

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung am aktuellen Rand und Leistungszeitreihe: Heimerl [5]
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (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; siehe Anhang I; Wert 2010 (2014, 2018 und 2022) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet)

6) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke

7) Eine Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung kann durch den Konversionsfaktor 0,7 kWh/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

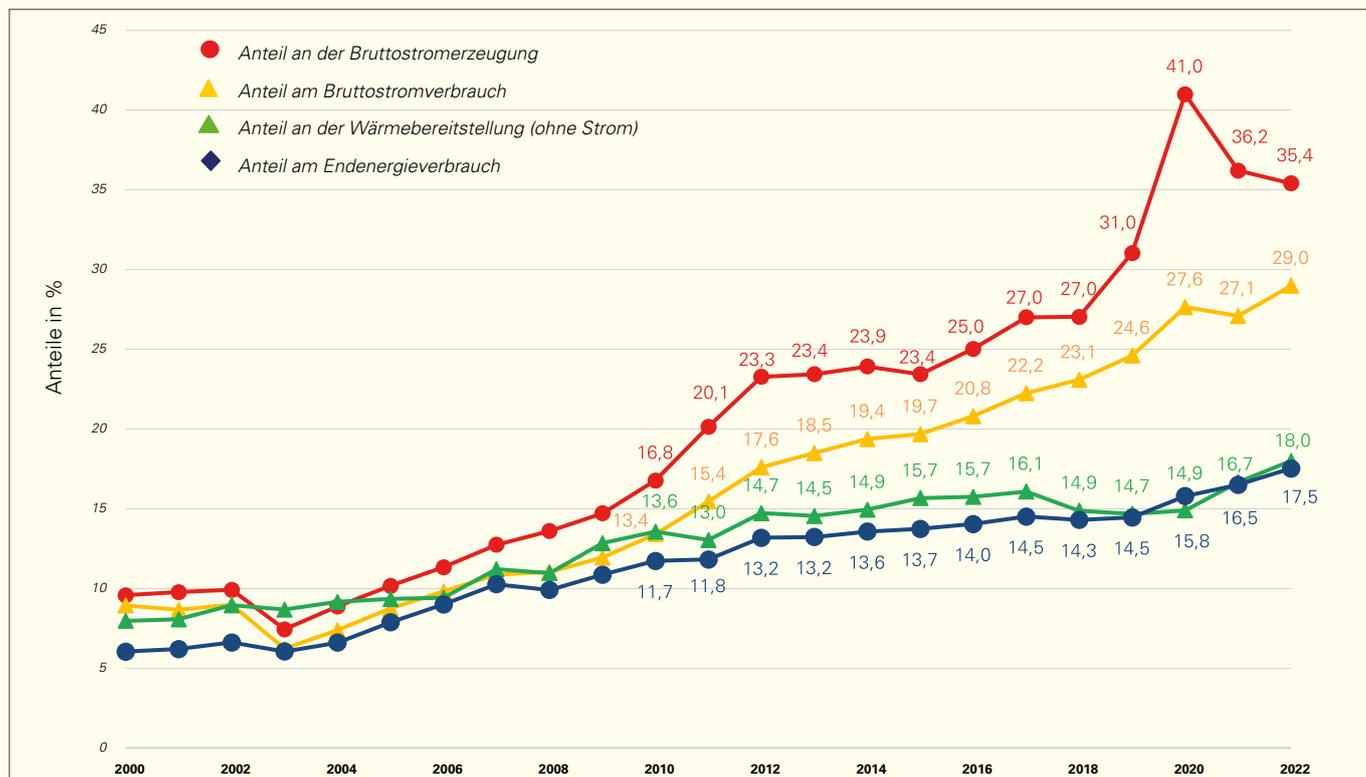
	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ANTEIL AM ENDENERGIEVERBRAUCH [%]														
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	16,8	20,1	23,3	23,4	23,9	23,4	25,0	27,0	27,0	31,0	41,0	36,2	35,4
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	13,4	15,4	17,6	18,5	19,4	19,7	20,8	22,2	23,1	24,6	27,6	27,1	29,0
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	13,6	13,0	14,7	14,5	14,9	15,7	15,7	16,1	14,9	14,7	14,9	16,7	18,0
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	5,5	5,3	5,5	4,9	5,2	4,4	4,5	4,5	4,8	4,7	6,4	5,9	5,8
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	6,0	11,7	11,8	13,2	13,2	13,6	13,7	14,0	14,5	14,3	14,5	15,8	16,5	17,5
ANTEIL AM PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH [%]														
Stromerzeugung	1,8	3,9	4,7	5,2	5,2	5,5	5,6	5,7	6,0	6,2	6,3	7,3	7,1	7,5
Wärmebereitstellung	2,3	4,0	4,1	5,1	5,3	5,1	5,4	5,4	5,7	5,5	5,7	6,5	7,0	7,1
Kraftstoffverbrauch	0,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	1,3	1,3
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,1	8,9	9,9	11,4	11,5	11,7	12,0	12,1	12,7	12,8	13,1	15,3	15,3	15,9

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; 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

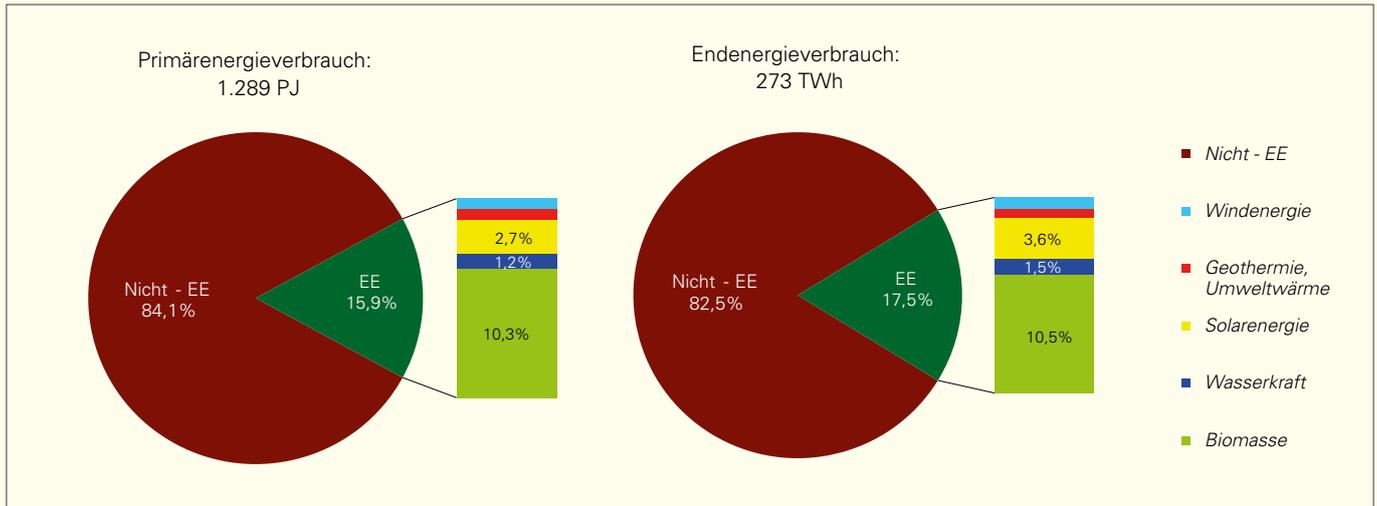
am Bruttostromverbrauch. In Baden-Württemberg sind die Nettostrombezüge vergleichsweise hoch. Da zum Anteil der erneuerbaren Energien am Importstrom keine Angaben vorliegen, kann nur der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch ermittelt werden.

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



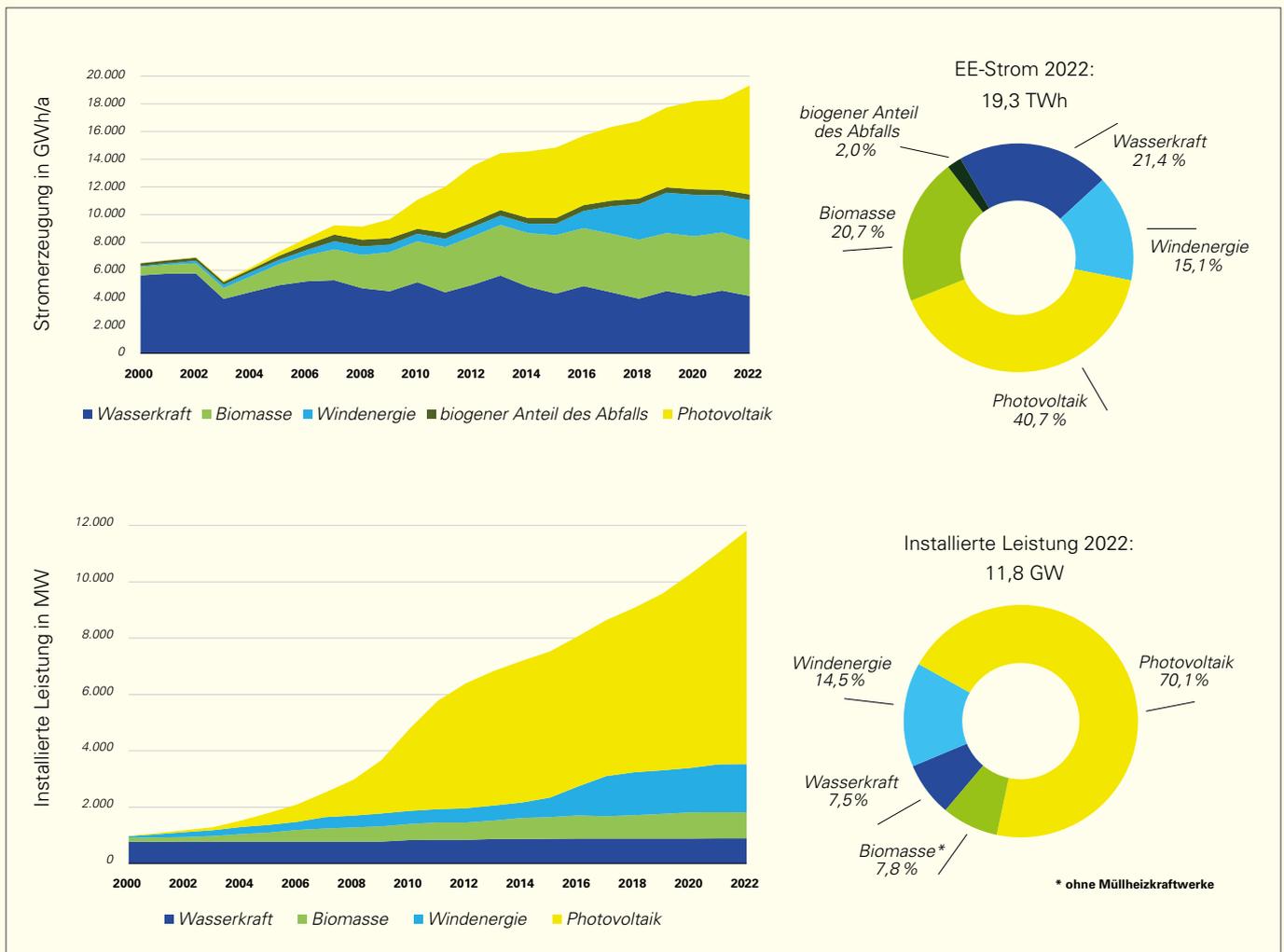
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; Quellen: siehe Seite 7

STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDEENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022



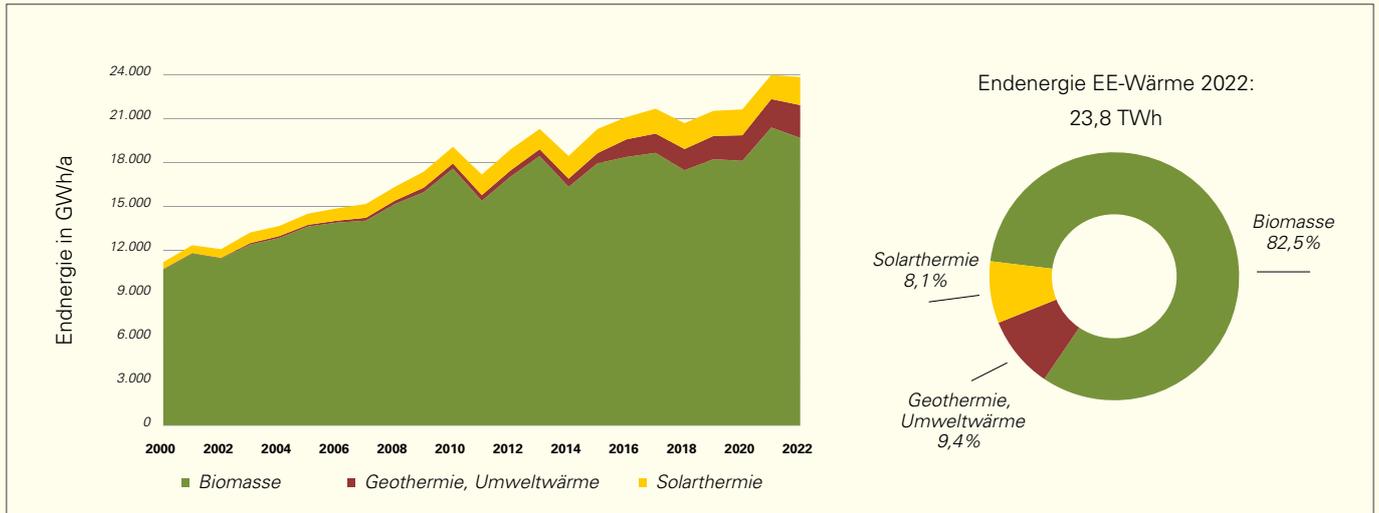
Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023

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

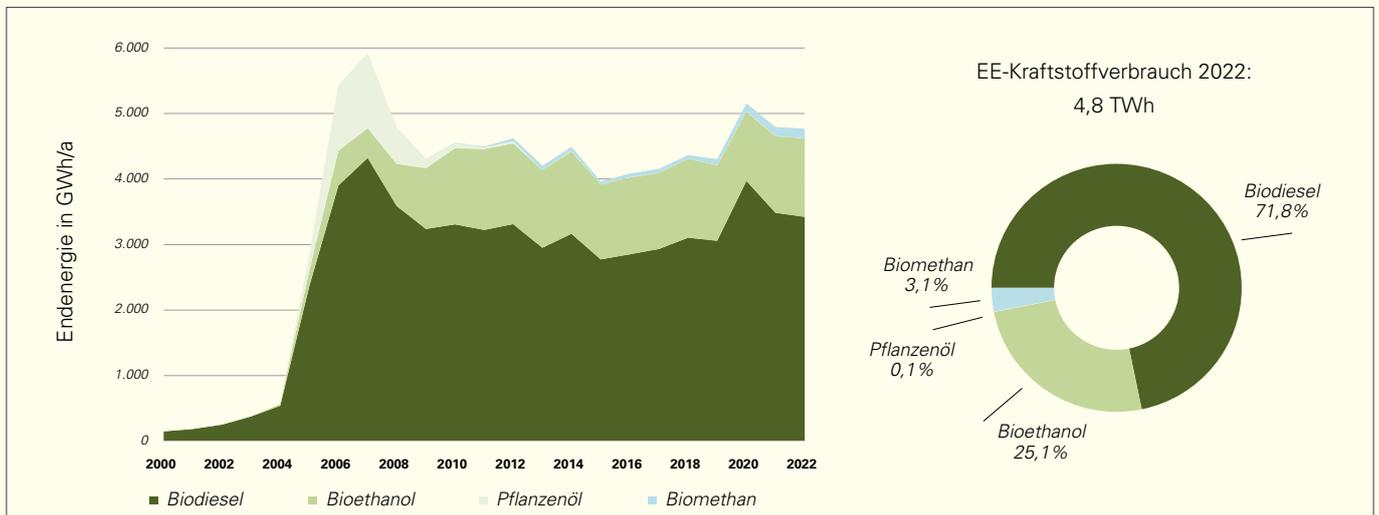


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023

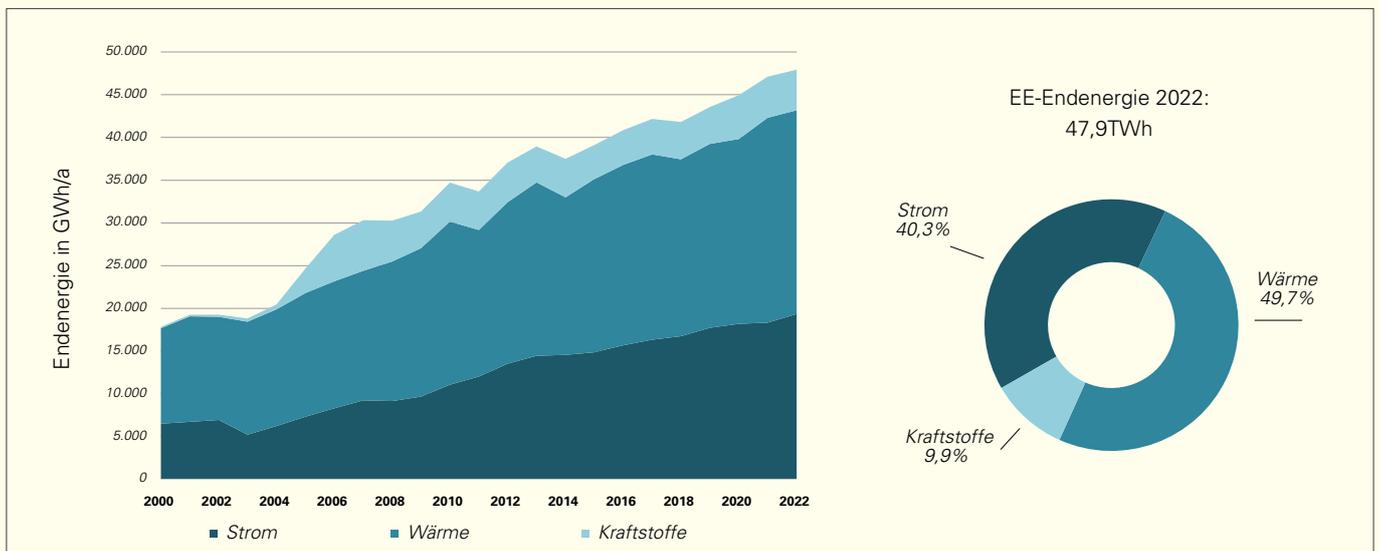
ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DES BIOKRAFTSTOFFVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG



ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

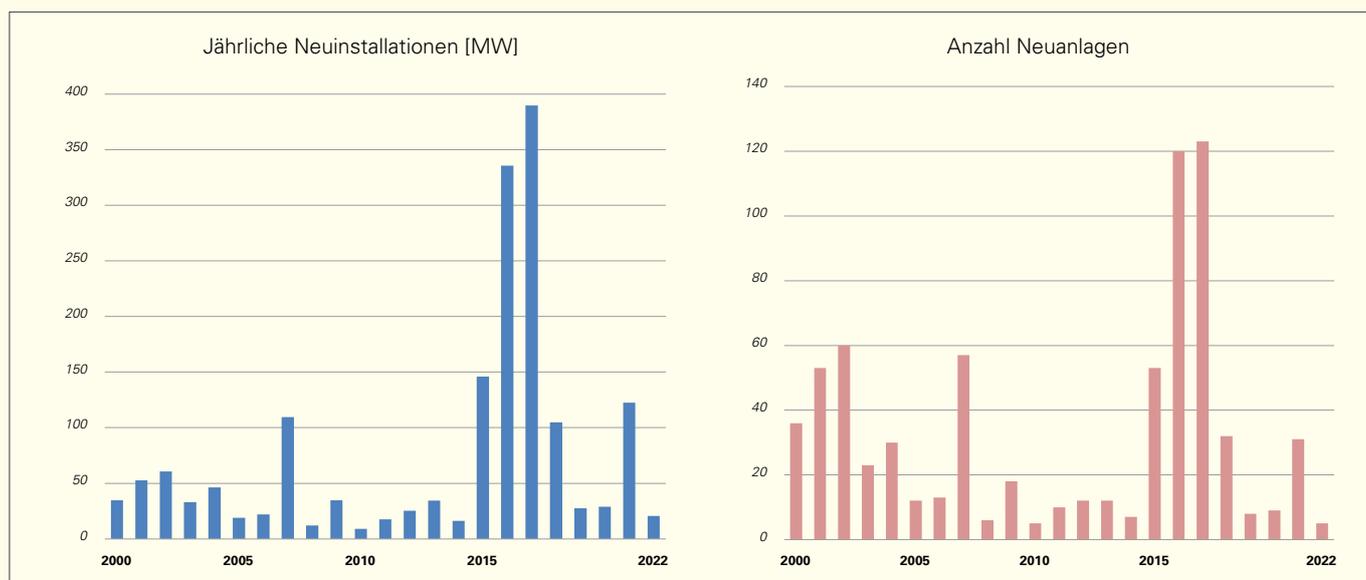


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023

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.

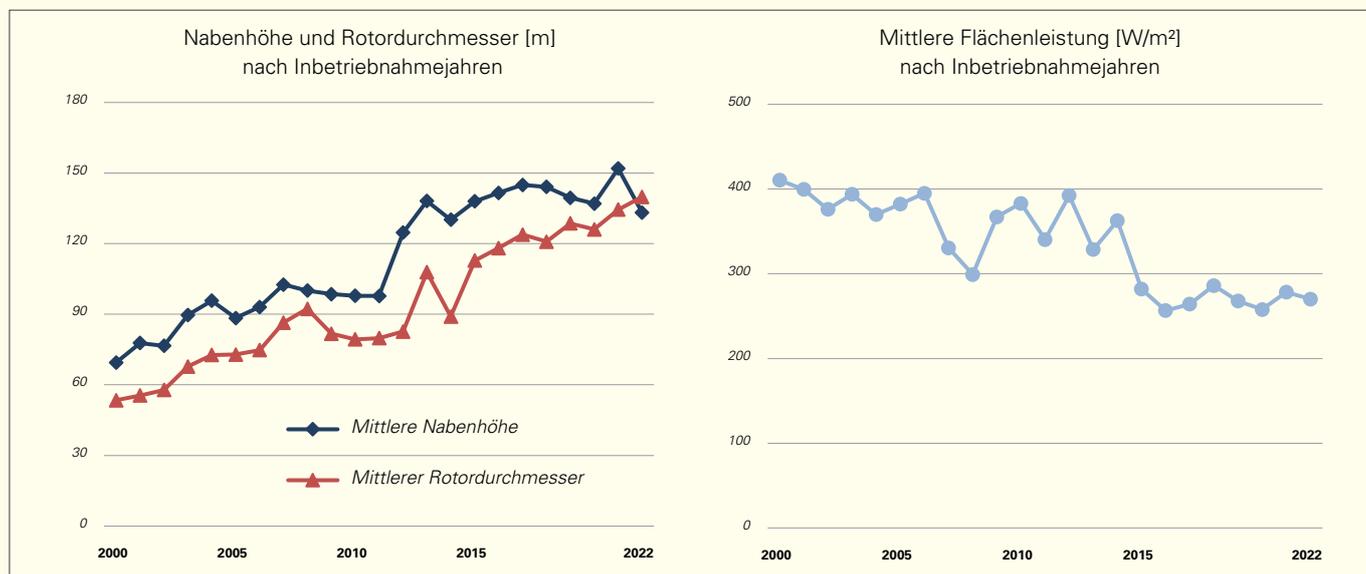
2021 hat sich die Zahl der Neuinstallationen gegenüber dem Vorjahr verdreifacht, im Folgejahr sank die Zahl der Inbetriebnahmen auf 5 Anlagen. Die mittlere Leistung der neu installierten Anlagen lag zuletzt bei 4,1 MW pro Anlage.



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 September 2023

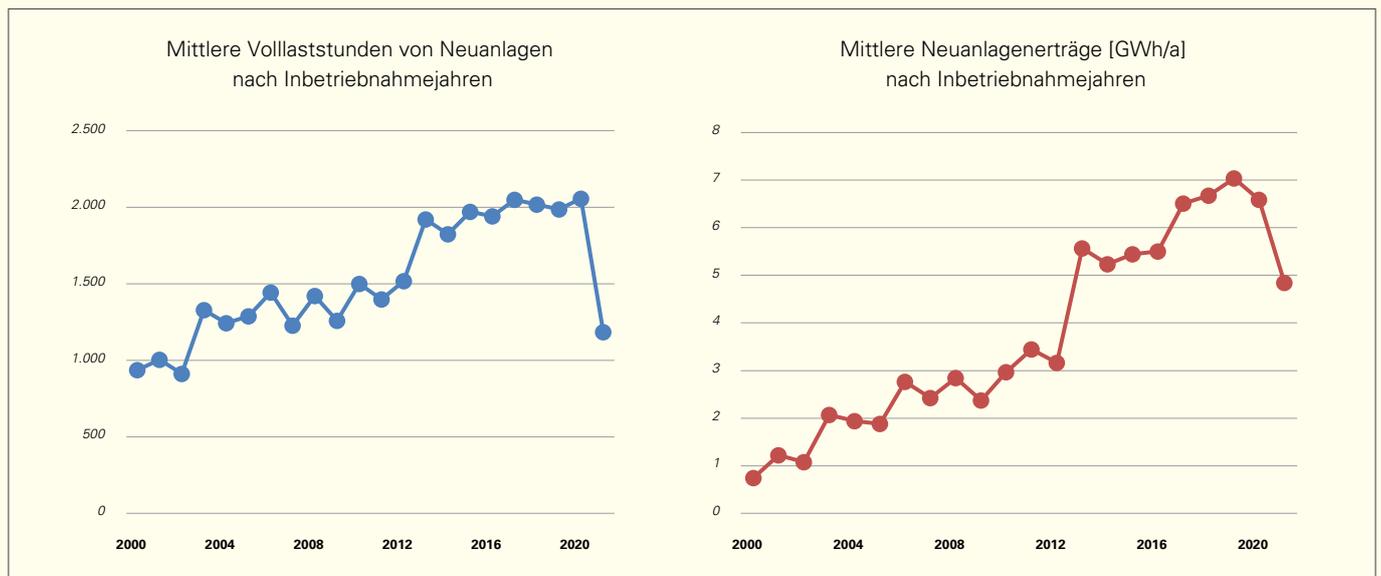
VOLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN

(BETRIEBSJAHR 2022)

Die Volllaststunden moderner Windenergieanlagen in Baden-Württemberg liegen heute typischerweise in der Größenordnung von 2.000 Stunden. Die tatsächliche Auslastung der Anlagen schwankt je nach Standort und Wetterjahr. Die erhebliche Steigerung gegenüber früheren Jahren, als die Volllaststunden im Bereich von 1.500 und weniger lagen, ist maßgeblich auf zwei Entwicklungen zurückzuführen: Den stetigen Anstieg der Nabenhöhe, wodurch die Anlagen in windreicheren Höhen operieren, sowie die Steigerung der überstrichenen Rotorkreisfläche im Verhältnis zur Nennleistung, das sogenannte Rotor-Generator-Verhältnis.

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, fallen die mittleren Erträge und Volllaststunden der im Jahr 2021 errichteten Windenergieanlagen im Betriebsjahr 2022

verglichen mit denen vorhergehender Anlagenjahrgänge deutlich schlechter aus. Die geringe Auslastung dürfte in erster Linie durch technische Probleme und Vorsichtsmaßnahmen begründet sein. So hatte Sturm Ignatz mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 100 km/h am 21. Oktober 2021 in zwei Windparks in Frankreich (Auzay) und Baden-Württemberg (Nattheim) zu erheblichen Rotorblattschäden geführt [25]. Auch im Windpark Hohenlochen (Baden-Württemberg), in dem der gleiche Anlagentyp wie in Auzay und Nattheim verbaut wurde, mussten 2022 an mehreren Anlagen Rotorblätter getauscht werden [26]. Es ist davon auszugehen, dass sich die Auslastung der 2021er Anlagen in den kommenden Betriebsjahren wieder in einer Größenordnung von 2.000 Volllaststunden einpendelt.



Quelle: Auswertung EEG-Daten 2022 [17]; das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2022 ist nicht dargestellt; Erträge und Volllaststunden der 2021er Anlagen durch Rotorblattschäden und entsprechende Prüfmaßnahmen bei anderen Anlagen beeinflusst.

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, sind jedoch seit 2022 wieder erkennbar gestiegen.

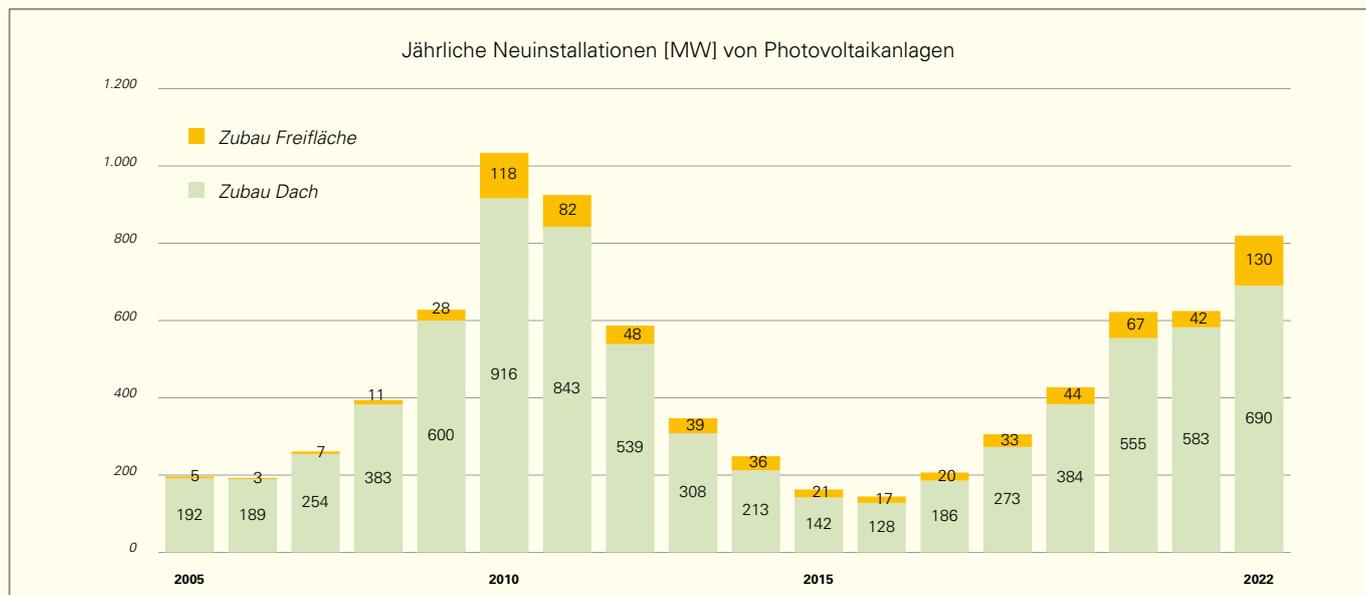
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023*
Anzahl	10	9	94	100	201	2	27	15	21	11	51	30

* 1. Halbjahr

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. 2021 stagnierte der Zubau auf Vorjahresniveau. Mit mehr als 800 MW Neuanlagen ist der Zubau im

Jahr 2022 deutlich angestiegen. Der positive Trend setzt sich im Jahr 2023 fort – in den ersten acht Monaten des Jahres wurden bereits mehr als 1.100 MW Neuanlagen in Betrieb genommen. Zum Stand Ende 2022 waren in Baden-Württemberg knapp 7,6 GW Dachanlagen und fast 0,8 GW Freiflächenanlagen installiert.

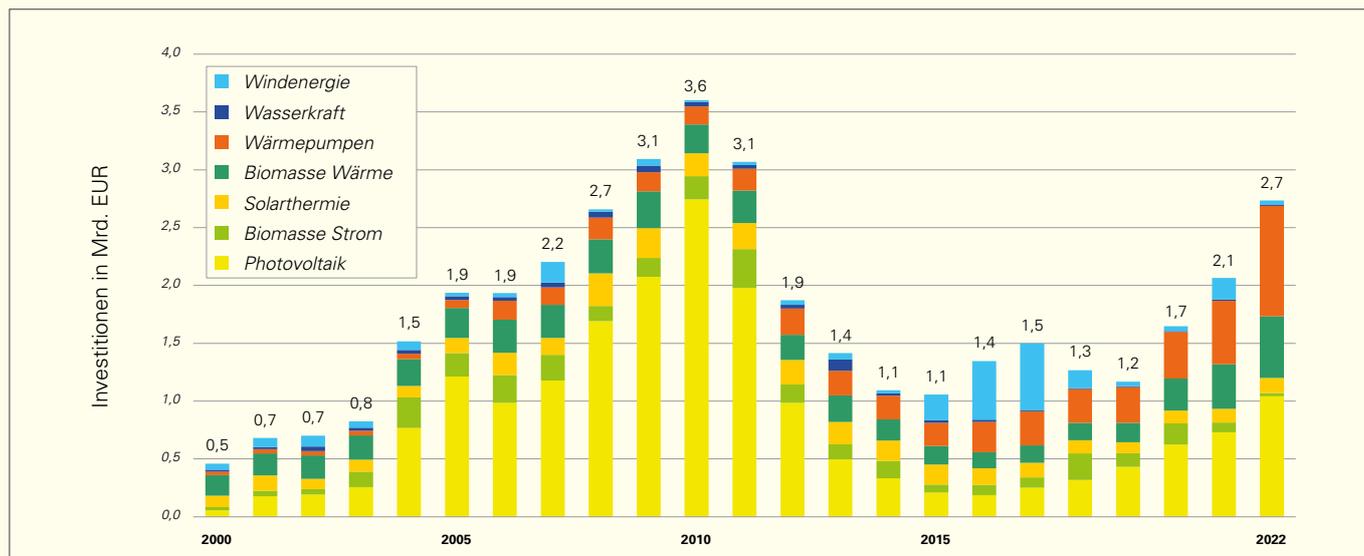


Quelle: Auswertungen EEG-Daten [17] und Marktstammdatenregister [19] (Datenstand 09/2023). Alle Angaben vorläufig. Anlagen ohne Zuordnung (EEG-Daten) beziehungsweise sonstige Anlagen (MaStR) wurden dem Dachanlagensegment zugerechnet. Die hier angeführten Zahlen sind nicht direkt mit der Leistungszeitreihe auf Seite 8 zu vergleichen, da sich diese aus früheren Datenständen speist, in denen auch mittlerweile nicht mehr in Betrieb befindliche Anlagen enthalten sind.



Bild: Wohnhäuser bei Oberkirch mit Solarzellen (© Fotolyse / stock.adobe.com)

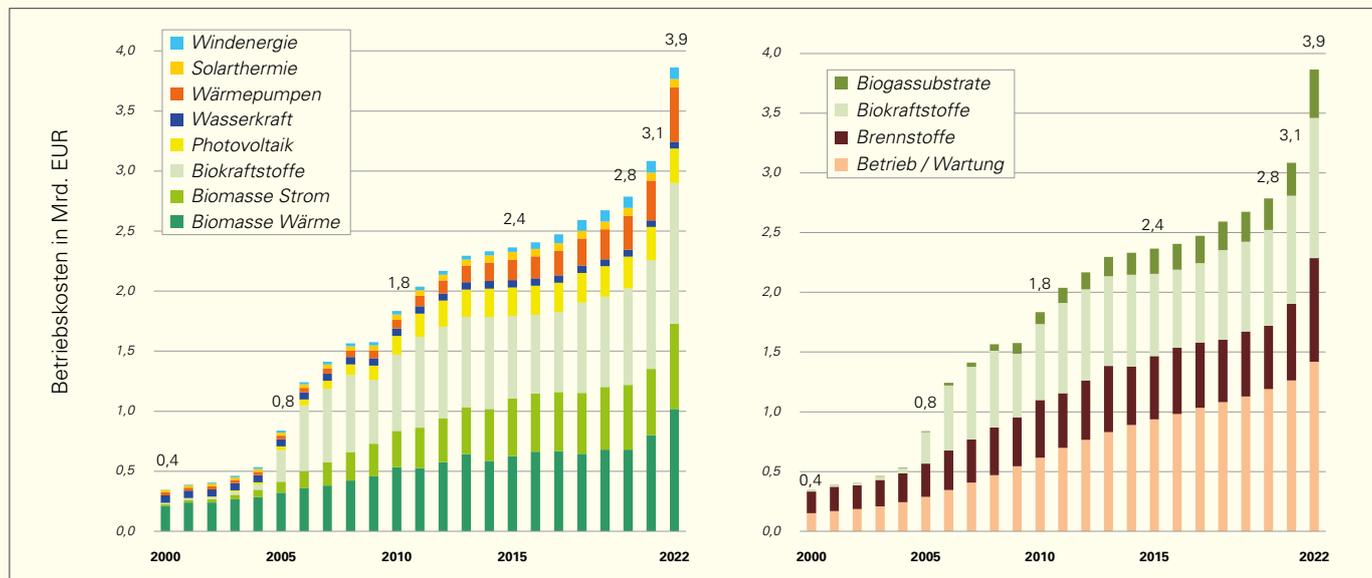
INVESTITIONEN IN ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Die Investitionen in neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind im Jahr 2022 mit 2,7 Milliarden Euro weiter gestiegen. Da mehr Photovoltaik-Anlagen als im Vorjahr installiert wurden und die Preise gestiegen sind, beliefen sich die Investitionen auf gut 1 Milliarde Euro. Fast ähnlich viel wurde im wachsenden Wärmepumpenmarkt investiert. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 40 Milliarden Euro in Neu-

anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Auch bei den Betriebskosten der Anlagen zeigten sich die Preissteigerungen, insbesondere durch gestiegene Brennstoffpreise. Damit sind die Kosten für den Betrieb des in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien im Jahr 2022 auf 3,9 Milliarden Euro gestiegen.

BETRIEB VON ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Mit einem Drittel entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, rund 30 Prozent auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Die restlichen knapp 40 Prozent fallen

für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung et cetera) der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien an.

Berechnungsstand September 2023; 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 2022

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	
	Vermeidungs- faktor [g/MWh _{el}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungs- faktor [g/MWh _{th}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO ₂	687.973	13.298	227.112	5.274
CH ₄	499,7	9,7	-135,5	-3,1
N ₂ O	-22,1	-0,4	-9,9	-0,2
CO₂-Äquivalent	695.880	13.451	220.705	5.125
Versauernd wirkende Gase				
SO ₂	190,0	3,7	-35,2	-0,8
NO _x	375,1	7,2	-185,3	-4,3
SO₂-Äquivalent	446,6	8,6	-119,0	-2,8
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-581,3	-11,2	-2.879,1	-66,9
NMVOC	21,9	0,4	217,6	5,1
Staub	0,1	0,0	-135,4	-3,1

	KRAFTSTOFFE	
	Vermeidungs- faktor [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO ₂	307.272	1.466
CO₂-Äquivalent	285.017	1.359

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

EINSPARUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2022

IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	BRAUNKOHLE	STEINKOHLE	ERDGAS	DIESEL- KRAFTSTOFF	OTTO- KRAFTSTOFF	MINERALÖL	GESAMT
Primärenergie [TWh]							
Strom	5,3	24,8	8,9	-	-	0,0	39,1
Wärme	1,5	1,3	8,0	-	-	9,7	20,4
Kraftstoffe	-	-	0,1	2,6	1,2	-	3,9
Gesamt	6,8	26,1	17,0	2,6	1,2	9,7	63,5
Primärenergie [PJ]							
Gesamt	24,5	94,0	61,3	9,4	4,3	35,0	228,5
Mengen	2,4 Millionen t	3,4 Millionen t	1.580 Millionen m ³	261 Millionen Liter	133 Millionen Liter	978 Millionen Liter	

Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2021 [27].
Alle Angaben vorläufig. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

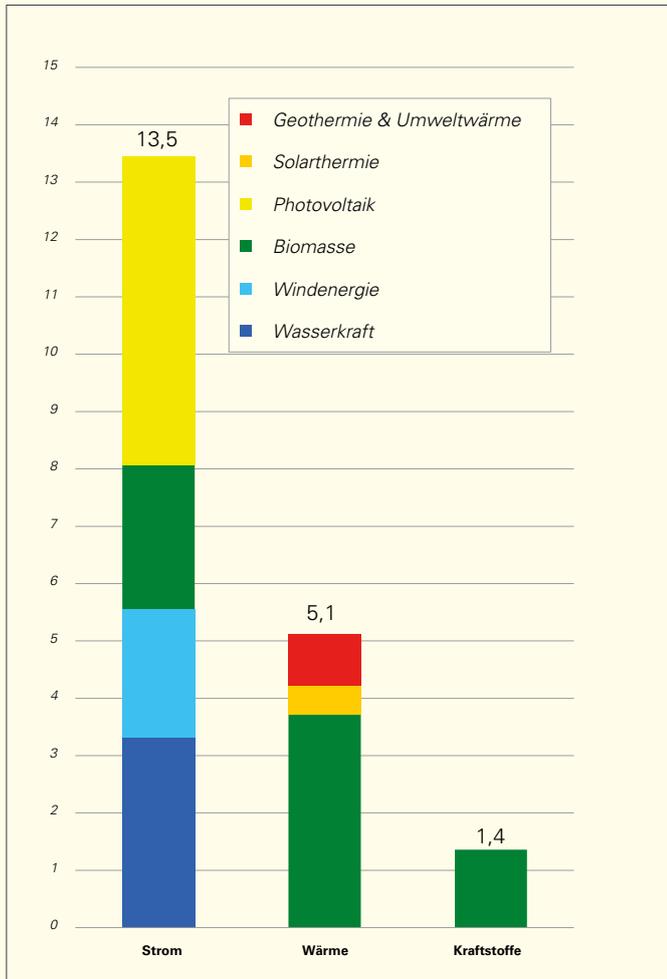
Die obenstehende Tabelle zeigt die durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg eingesparten fossilen Energieträger. Da in Deutschland fossile Energieträger zu einem hohen Anteil importiert

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

TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

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 2022 knapp 20 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden.

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 2021 [27].



Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

	Vermeidungs- faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
Strom			
Wasserkraft	802	3.322	24,7
Windenergie	766	2.232	16,6
Photovoltaik	684	5.381	40,0
feste biogene Brennstoffe	743	693	5,2
flüssige biogene Brennstoffe	336	2	0,0
Biogas	474	1.355	10,1
Klär gas	701	130	1,0
Deponie gas	701	17	0,1
Geothermie	648	0,6	0,0
biogener Anteil des Abfalls	806	318	2,4
Summe Strom		13.451	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	112	872	17,0
feste biogene Brennstoffe (modern)	235	2.155	42,0
flüssige biogene Brennstoffe	94	0	0,0
Biogas, Deponie gas, Klär gas	259	559	10,9
Solarthermie	265	510	10,0
tiefe Geothermie	272	29	0,6
Umweltwärme	180	864	16,9
biogener Anteil des Abfalls	228	136	2,7
Summe Wärme		5.125	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	276	944	69,4
Bioethanol	309	370	27,2
Pflanzenöl	231	0,7	0,05
Biomethan	307	45	3,3
Summe Kraftstoffe		1.359	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		19.935	

TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Baden-Württemberg hat sich mit dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 Prozent zu reduzieren. Das Land strebt bis 2040 eine Netto-Treibhausgasneutralität an [28]. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, sind von den jeweiligen Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft,

Landnutzung und Abfallwirtschaft entsprechende ambitionierte Emissionsminderungsbeiträge erforderlich. Bis zum Jahr 2030 entspricht das auf alle Sektoren verteilt einem Emissionsziel von rund 32 Millionen CO₂-Äquivalenten [29].

Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2022 die Treibhausgas-Emissionen um rund 18,8 Millionen Tonnen (-20,7 Prozent) gesunken. Für die Zielerreichung 2030

nach Klimaschutzgesetz ist eine weitere Reduktion des Treibhausgasausstoßes in Höhe von 40,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten beziehungsweise 56 Prozent gegenüber dem Jahr 2022 erforderlich [30].

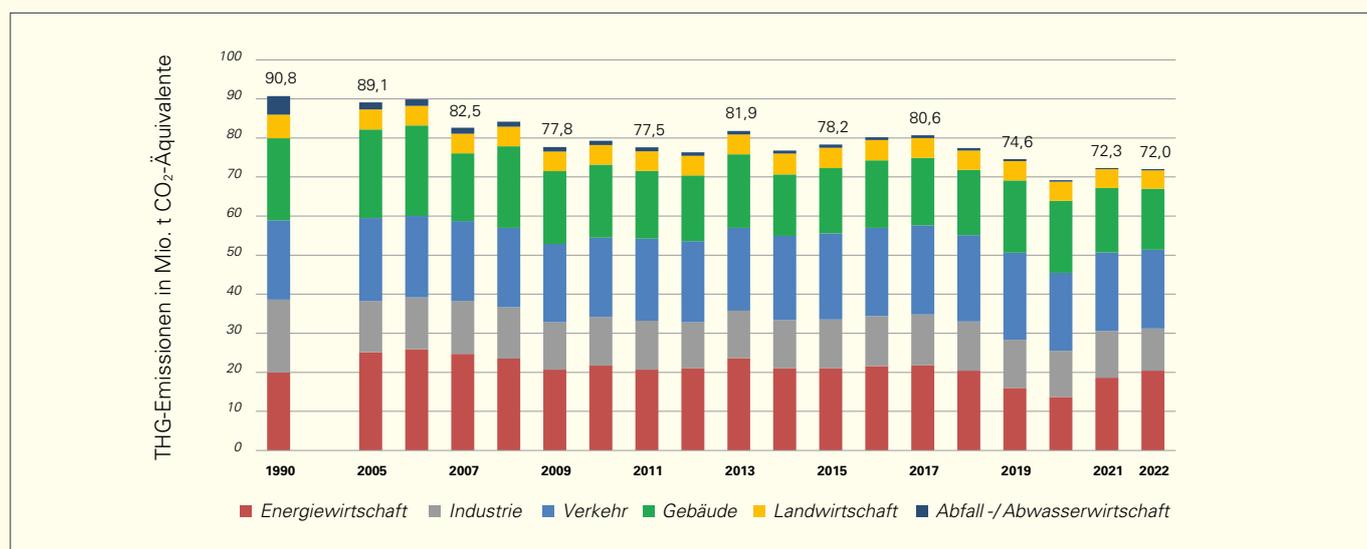
Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes wurden in Baden-Württemberg im Jahr 2022 Treibhausgasemissionen von rund 72 Millionen Tonnen ausgestoßen, was ungefähr dem Vorjahresniveau (2021: 72,3 Millionen Tonnen) entspricht. Davon entfielen rund 28 Prozent jeweils auf die Sektoren Energiewirtschaft (20,4 Millionen Tonnen) und Verkehr (20,2 Millionen Tonnen), gefolgt vom Gebäudesektor mit rund 22 Prozent (15,6 Millionen Tonnen), der Industrie mit 15 Prozent (10,8 Millionen Tonnen), der Landwirtschaft mit knapp 7 Prozent (4,7 Millionen Tonnen) und mit 0,4 Prozent (0,3 Millionen Tonnen) dem Sektor Abfall-/Abwasserwirtschaft [30].

Weiterhin auf einem sehr hohen Niveau lagen die Treibhausgasemissionen bei der Energiewirtschaft. Sie sind im Vergleich zum Vorjahr um weitere 10 Prozent (1,8 Millionen Tonnen) angestiegen. Hauptsächlich Verantwortlich dafür ist, wie bereits im Jahr 2021, der

gestiegene Beitrag der Stromerzeugung aus Steinkohle. In der Industrie sank der Treibhausgasausstoß deutlich um 10,3 Prozent (1,2 Millionen Tonnen). Dies ist der stärkste Rückgang seit dem Jahr 2009 und war in fast allen Branchen, insbesondere bei den energieintensiven Industriebranchen wie der Papierindustrie sowie der Eisen- und Stahlindustrie, zu beobachten.

Dagegen sind im Verkehrssektor im Jahr 2022 die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Vorjahr leicht um 0,4 Prozent (0,1 Millionen Tonnen) angestiegen. Während die Emissionen im Personenverkehr (Pkw, Busse, Krafträder) zunahm, sank der Ausstoß von Treibhausgasen im Güterverkehr und bei den schweren Nutzfahrzeugen. Dies ist hauptsächlich auf den gesunkenen Gütertransport auf Grund der schwachen Konjunktur zurückzuführen.

Im Jahr 2022 haben die vergleichsweise milde Witterung während der Heizperiode, die Einsparungen beim Gasverbrauch sowie die stark gestiegenen Energiekosten dazu geführt, dass die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor im Vergleich zum Vorjahr um 5,4 Prozent (0,9 Millionen Tonnen) zurückgegangen sind. [30]



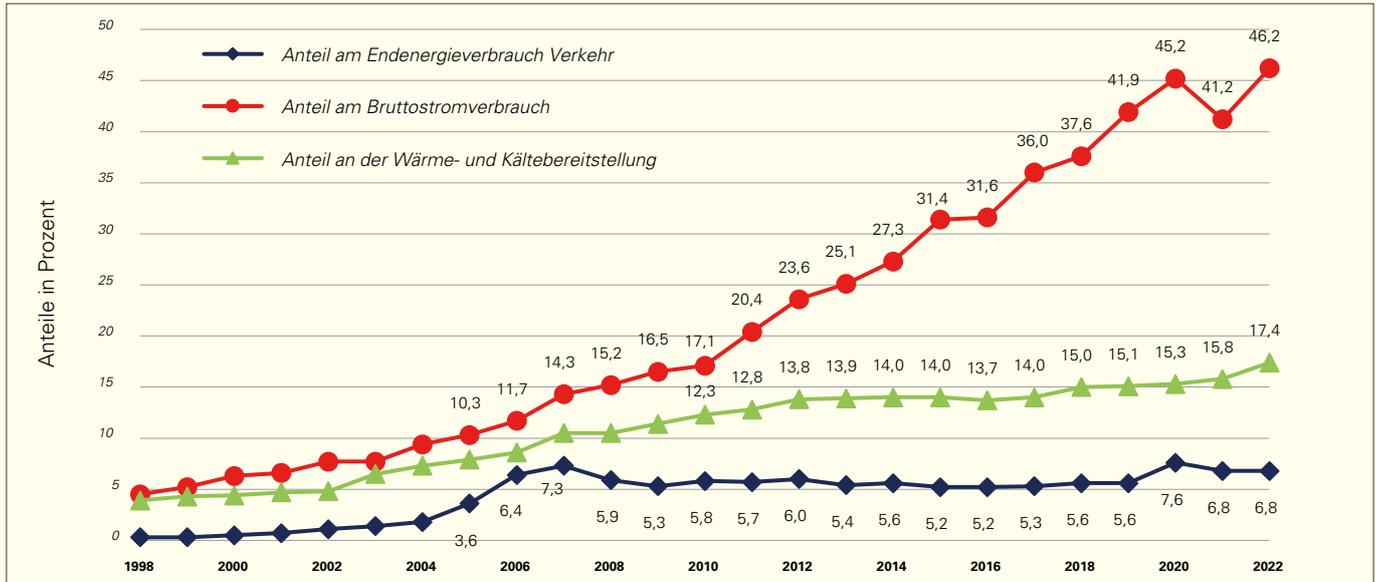
Berechnungsstand: Juni 2023; Angaben für 2022 Schätzung

Nähere Erläuterungen zu den jeweiligen Sektoren unter Statistisches Landesamt Baden-Württemberg:

<https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>

Quelle: StaLa [30]

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



Quellen: [31]

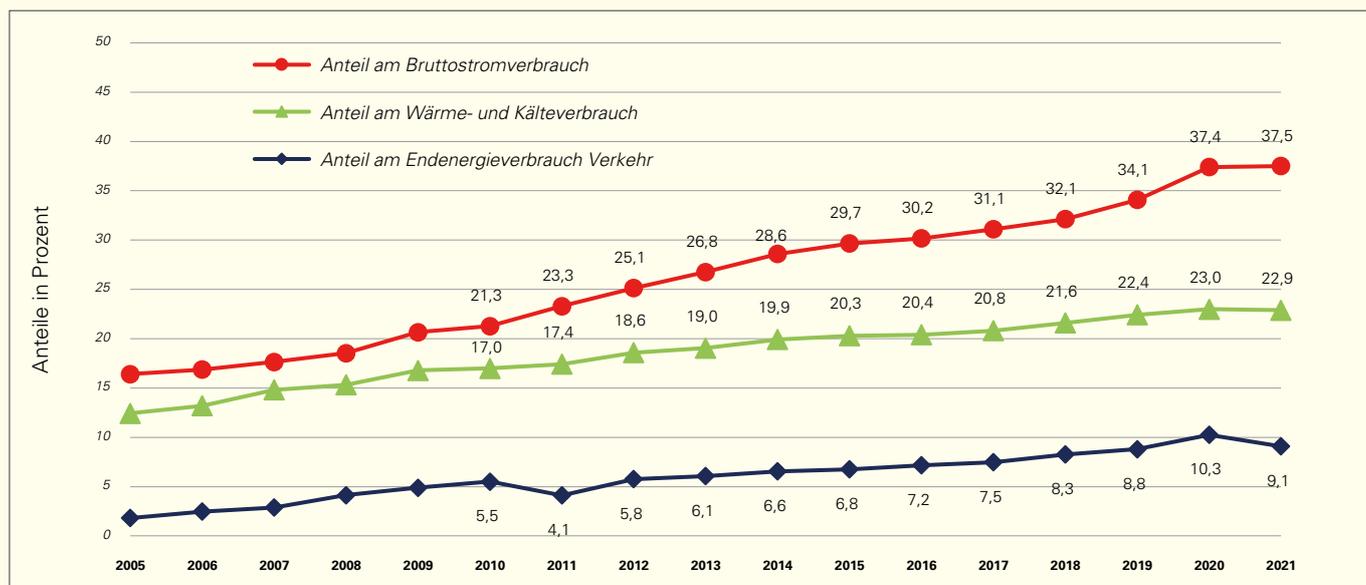
In Deutschland wurde im Jahr 2022 über 46 Prozent des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien erzeugt. Im EEG 2023 ist das Ziel verankert, dass bereits im Jahr 2030 mindestens 80 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Durch die hohe Zahl an Sonnenstunden, gute Windverhältnisse und einen deutlichen Zuwachs an PV-Anlagen ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Vorjahr um fast 9 Prozent auf 254 TWh angestiegen. Bei gleichzeitig sinkendem Stromverbrauch stieg der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Stromverbrauch um fünf Prozentpunkte auf 46,2 Prozent.

Die Nutzung von erneuerbarer Wärme und Kälte liegt bei rund 200 TWh und ist damit gegenüber dem Vorjahr stabil geblieben. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch ist aufgrund der hohen Preise für fossile Energieträger und die daraus resultierenden Einsparungen von 15,8 auf 17,4 Prozent angestiegen. Über die Jahre hinweg ist im Verkehrsbereich eine Stagnation der Nutzung von Biokraftstoffen zu beobachten. Bei einem leicht gesunkenem Biodiesel- und leicht gestiegenem Bioethanolabsatz blieb der Verbrauch von Biokraftstoffen im Jahr 2022 unter dem Strich auf Vorjahresniveau.



Bild: Solar-Testfeld in Widderstall auf der schwäbischen Alb, Panorama (© Jürgen Fäichle / stock.adobe.com)

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DER EUROPÄISCHEN UNION



Quellen: [32]

Nach Berechnungen der Europäischen Union (EU) auf Grundlage der EU-Richtlinie EU-RL 2018/2001 (RED II) erreichten die erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2021 einen Anteil von 37,5 Prozent am Bruttostromverbrauch und einen Anteil am Wärme und Kälteverbrauch von 22,9 Prozent. Beide Anteile blieben damit auf dem Niveau des Vorjahres. Dagegen sank der Anteil am Endenergieverbrauch im Vergleich zum Vorjahr auf 9,1 Prozent.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien geht EU-weit, wie auch in Deutschland beziehungsweise Baden-Württemberg, im Strombereich deutlich schneller voran als im Wärme- und Verkehrsbereich.

Anmerkung: Datenstand 09/2023; EU-Anteile auf Grundlage der EU-Richtlinien (EU-RL 2018/2001, RED II) 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 https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN/default/table 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:52020D-C0952&from=EN> publiziert.



Bild: Solar-Testfeld in Widderstall auf der schwäbischen Alb, Panorama (© Jürgen Fäichle / stock.adobe.com)

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

	2021				2022			
	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	415	46	951	14	246	27	862	0,0
Deponie-, Gruben-, Klärgas	12	0,9	8,3	0,0	7	0,7	9,2	0,0
Biomasse	767	164	3.446	350	552	120	3.511	101
Geothermie	0,7	0,1	0	0	1,0	0,2	0	0
Windenergie	140	12	2.505	62	46	4	2.946	0
Photovoltaik	4.835	1.571	967	90	5.454	1.688	1.365	52
Gesamt	6.170	1.794	7.877	515	6.305	1.839	8.692	153

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: [33]

Im Jahr 2022 wurden in Baden-Württemberg rund 6,3 TWh Strom aus erneuerbaren Energien im Rahmen der „Festvergütung“ eingespeist und damit 2 Prozentpunkte mehr als im Vorjahr. Die Vergütungszahlungen erhöhten sich um 3 Prozent auf über 1,8 Milliarden Euro. Der Anteil der aus erneuerbaren Energien eingespeisten Strommenge, die direkt an der Strombörse vermarktet wurde, stieg im Jahr 2022 deutlich auf insgesamt knapp 8,7 TWh an, wobei aber die ausgezahlten Marktprämien auf 153 Millionen Euro sanken. Im Jahr 2021 betragen diese noch rund 515 Millionen Euro. Dies ist mit den hohen Börsenstrompreisen und gestiegenen Markterlösen aus der Vermarktung des Stroms zu erklären, womit der Förderbedarf (Marktprämie) rückläufig war.

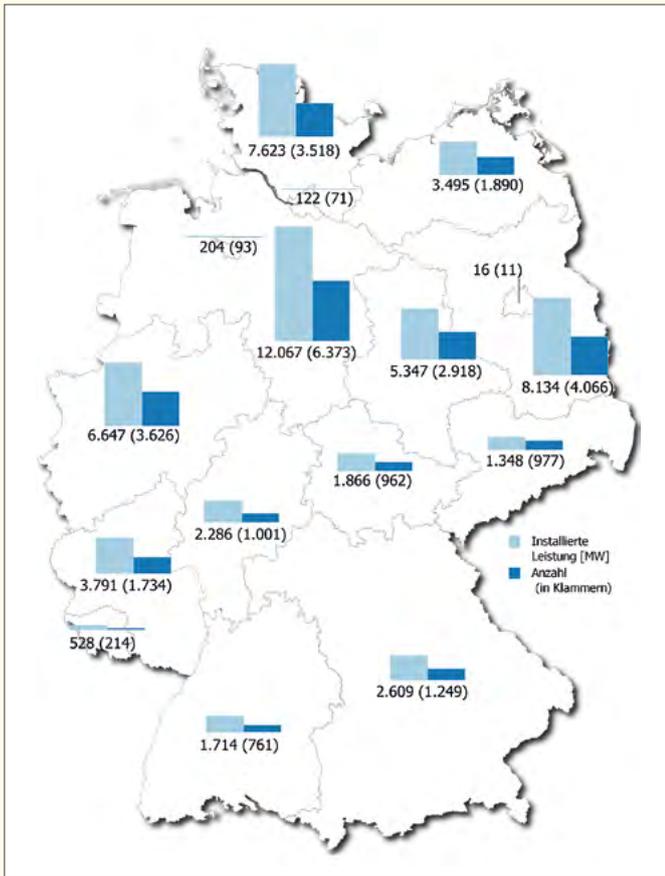
Auf Bundesebene wurden im Jahr 2022 insgesamt 37,1 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese wurden mit 10,2 Milliarden Euro vergütet. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2022 auf Bundesebene 183 TWh, wobei auch bundesweit die Summe der ausbezahlten Marktprämien deutlich sank und zwar von 9 Milliarden Euro (2021) auf 2 Milliarden Euro im Jahr 2022.

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.



Bild: Stromerzeugung in der Rheinebene (© familie-eisenlohr.de / stock.adobe.com)

INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2022

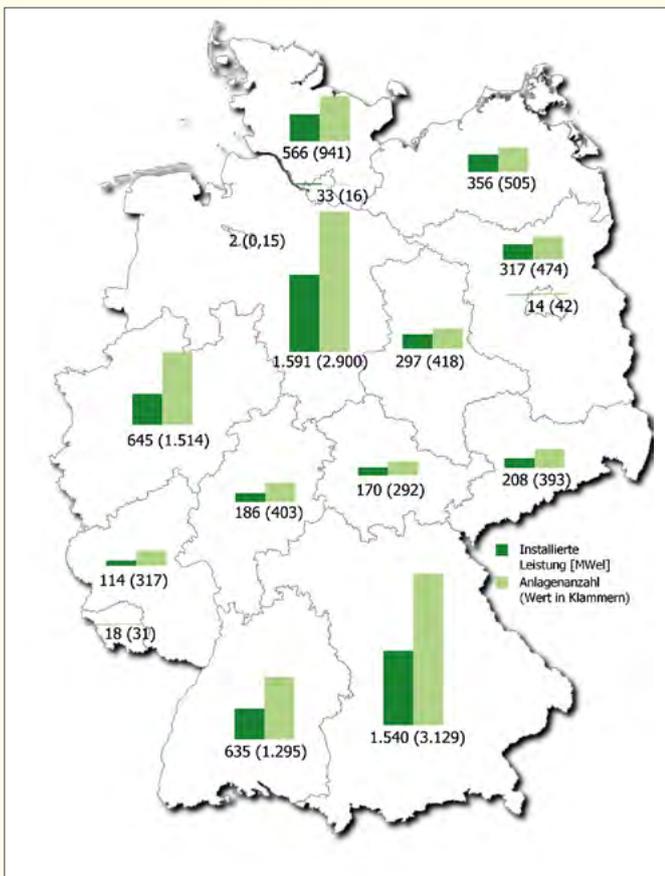


Deutschlandweit waren Ende des Jahres 2022 rund 58 GW Windenergieleistung an Land installiert. Damit wuchs die installierte Leistung um 2,1 GW. Dies entspricht einem Anstieg um 30 Prozent gegenüber dem Vorjahreszubau (2021: 1,6 GW). Der größte Zuwachs erfolgte wie in den Vorjahren in Nord-/Mitteldeutschland.

Bei der Windenergie auf See konnte im Jahr 2022 ein Leistungszubau von 0,3 GW verzeichnet werden. Die installierte Leistung stieg somit auf 8,1 GW.

Leistungsangaben in MW
Anlagenbestand Ende 2022, September 2023
Quelle: [34], [24]
©GeoBasis-DE / BKG 2021

INSTALLIERTE ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ANZAHL VON BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN ENDE 2022



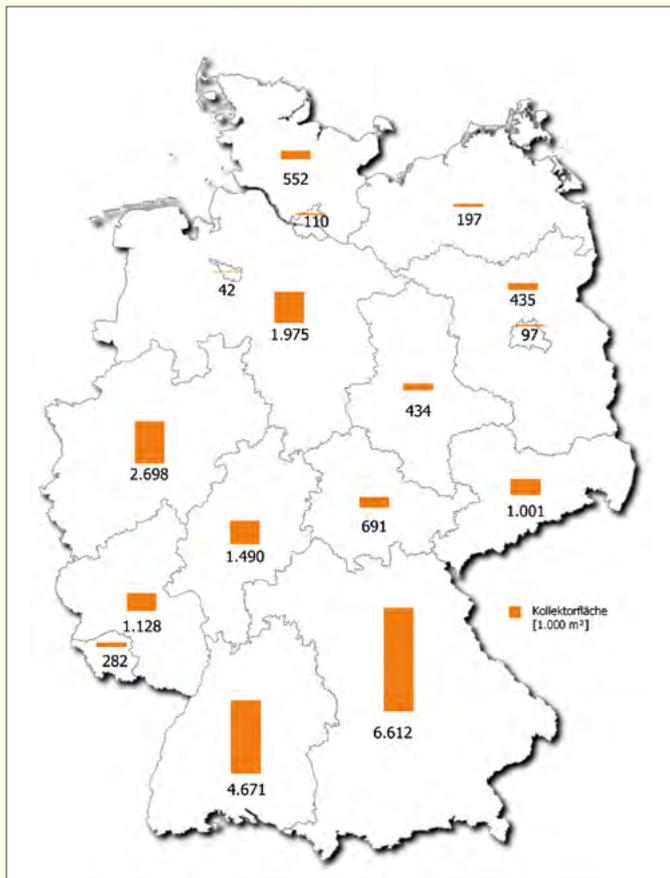
In den vergangenen Jahren waren durch die so genannte Überbauung von Biogas-Bestandsanlagen noch deutliche Zuwächse bei der installierten Leistung zu verzeichnen. Diese dienen vor allem dazu, eine flexible, bedarfsgerechte Stromerzeugung bereitzustellen.

Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan beläuft sich Ende 2022 auf rund 6,7 GW_{el} (2021: 6,6 GW_{el}), die sich auf rund 12.700 Blockheizkraftwerke verteilen.

In Baden-Württemberg sind knapp 1.300 Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von rund 635 MW_{el} in Betrieb.

Leistungsangaben in MW_{el}
Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Hinweis: Es sind nur Anlagen angeführt, die im betreffenden Jahr Strom erzeugt haben.
Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–19]
© GeoBasis-DE / BKG 2021

REGIONALE VERTEILUNG DER INSTALLIERTEN KOLLEKTORFLÄCHE VON SOLARTHERMISCHEN ANLAGEN ENDE 2022



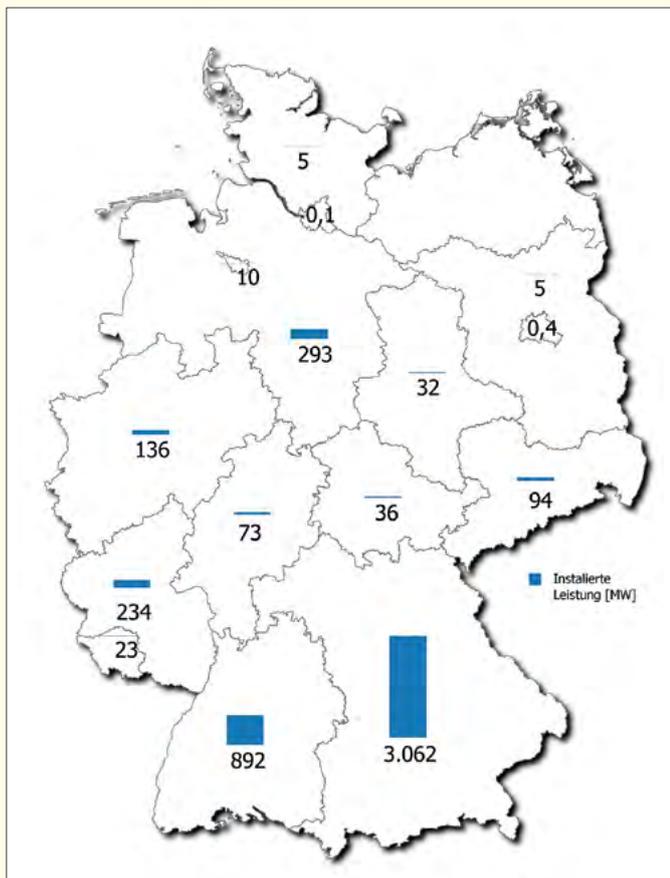
Bundesweit wurden im Jahr 2022 solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von rund 0,7 Millionen Quadratmeter (m²) installiert. Insgesamt waren unter Berücksichtigung des Abbaus alter Anlagen Ende des Jahres 2022 knapp 22,4 Millionen m² Solarkollektorfläche installiert [3]. Davon sind mehr als die Hälfte der Kollektoren in den einstrahlungsreichen südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg installiert.

Solarthermischen Anlage können nicht nur zur Warmwasserbereitung genutzt werden, sondern auch zur Unterstützung der Heizung (Kombianlagen). Rund die Hälfte der neu zugebauten Anlagen im Jahr 2022 sind solche Kombianlagen.

Berechnung auf Basis der Daten aus dem Marktanreizprogramm. Für 2022 Abschätzung anhand erster Zahlen aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude.

*Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quelle: ZSW auf Basis von [3], [35]
© GeoBasis-DE / BKG 2021*

INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2022

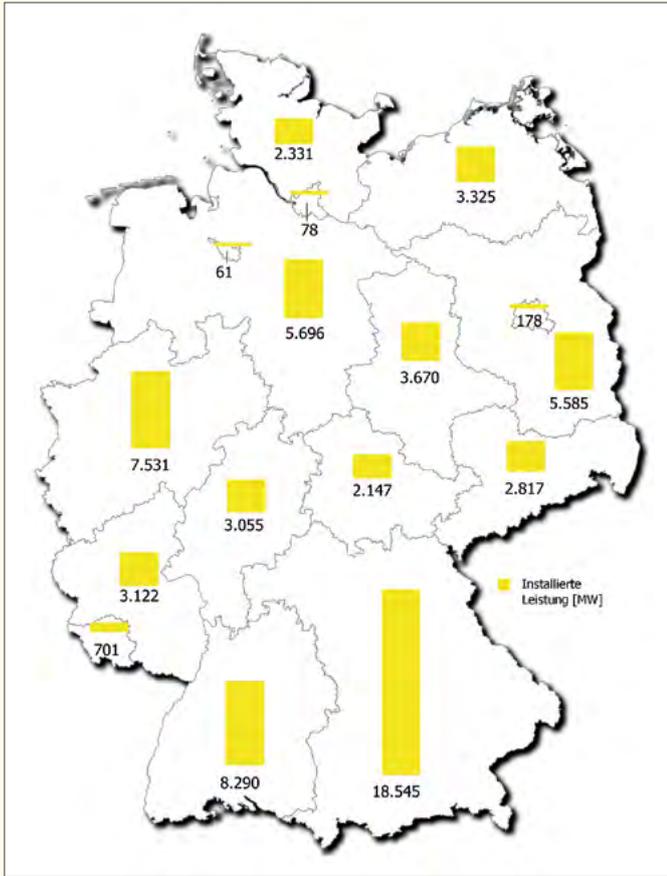


In Deutschland ist der Ausbau von Wasserkraft an seine Grenzen gestoßen, da an den meisten potentiellen Standorten bereits Wasserkraftanlagen installiert sind. 80 Prozent der insgesamt rund 4.900 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken (ohne Pumpspeicherkraftwerke) in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Hintergrund sind die günstigen topographischen Gegebenheiten in diesen beiden Bundesländern. Bayern liegt mit einer installierten Leistung von mehr als 3.000 MW deutlich vor Baden-Württemberg.

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.

*Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke, keine Pumpspeicherkraftwerke
Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quelle: [36]
© GeoBasis-DE / BKG 2021*

INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2022

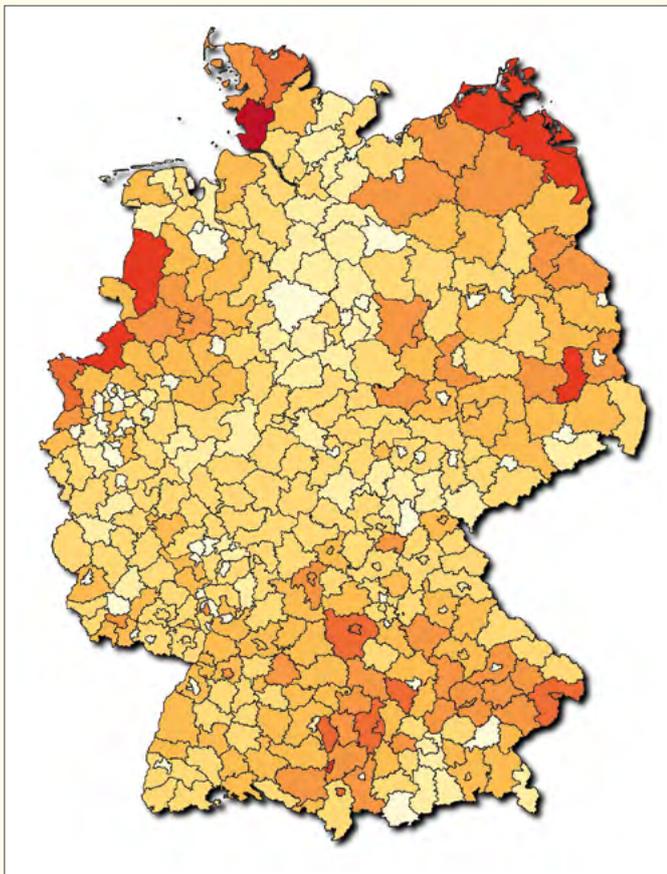


Im Jahr 2022 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 7,3 GW neu installiert. Mit Abstand den höchsten Zubau im Jahr 2022 hatte mit knapp 2,1 GW Bayern. An zweiter Stelle folgte Nordrhein-Westfalen mit rund 0,9 GW, gefolgt von Baden-Württemberg mit rund 0,8 GW.

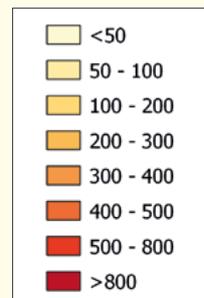
Ende des Jahres 2022 waren in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 67 Gigawatt am Netz, rund 12 Prozent mehr als noch ein Jahr zuvor (2021: 60,1 Gigawatt). Damit übersteigt nun erstmals die Leistung der installierten Photovoltaikanlagen jene der Windenergieanlagen an Land.

Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
 Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]
 © GeoBasis-DE / BKG 2021

VERTEILUNG DER INSTALLATIONSDICHTEN VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND

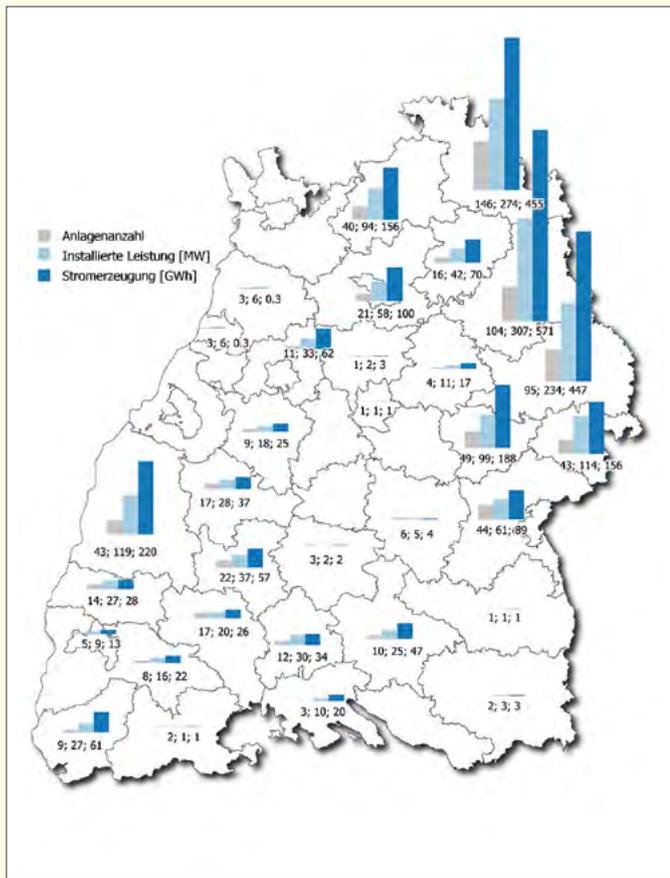


Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg, 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 2022, Datenstand: September 2023
 Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]
 © GeoBasis-DE / BKG 2021

REGIONALE VERTEILUNG DER WINDKRAFTANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2022

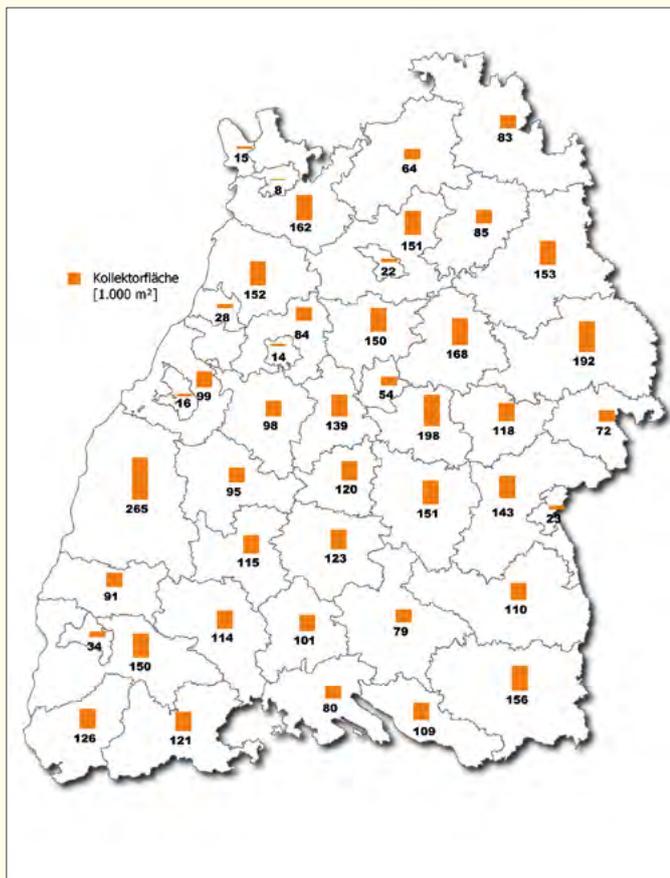


Windkraftanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Nordosten des Bundeslandes installiert. Auf diese Region entfallen etwas mehr als 50 Prozent des erzeugten Windstroms und knapp 50 Prozent der im Land installierten Windkraftleistung. An erster Stelle liegt der Kreis Schwäbisch Hall mit einer Leistung von 307 MW und einer Stromerzeugung von 571 GWh, gefolgt vom Main-Tauber-Kreis (274 MW und 455 GWh) sowie dem Ostalbkreis (242 MW und 447 GWh).

Eine Ausnahme in der regionalen Verteilung ist der Ortenaukreis im Westen von Baden-Württemberg, der ebenfalls hohe Anlagenzahlen und Stromerträge aufweist.

Ohne Kleinwindanlagen
 Anlagenstand Ende 2022, Datenstand: September 2023
 Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17], [24]
 © GeoBasis-DE / BKG 2021

REGIONALE VERTEILUNG DER SOLAROTHERMISCHEN KOLLEKTORFLÄCHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2021

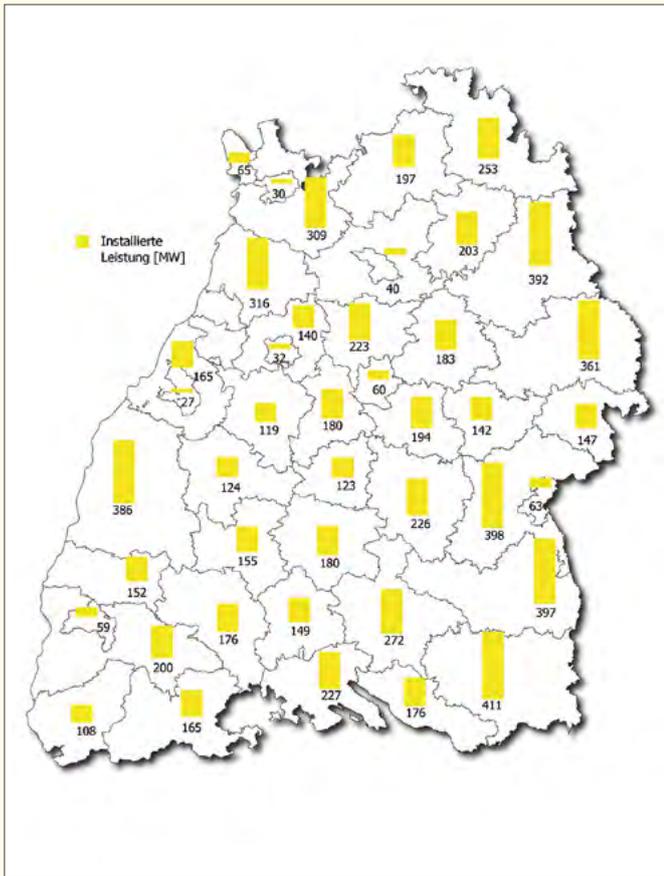


Knapp 21 Prozent der in Deutschland installierten Kollektorfläche von solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt knapp 420 m² Kollektorfläche. Bezogen auf die Einwohnerzahlen sind überdurchschnittlich viele Solarkollektoren in den Landkreisen Schwäbisch Hall, Ortenaukreis und Alb-Donau-Kreis 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.

Auf Grundlage der verfügbaren Daten ist keine Aktualisierung möglich.
 Abschätzung anhand der Daten aus dem Marktanzreizprogramm.

Anlagenstand Ende 2021, Datenstand: September 2022
 Quelle: ZSW auf Basis von [37]
 © GeoBasis-DE / BKG 2021

REGIONALE VERTEILUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2022



In Baden-Württemberg war Ende 2022 eine Photovoltaikleistung von rund 8,3 GW installiert. Typischerweise werden im Land vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe Photovoltaik-Anlagen gebaut. Der Bruttozubauf von PV-Anlagen im Jahr 2022 lag bei rund 820 MW.

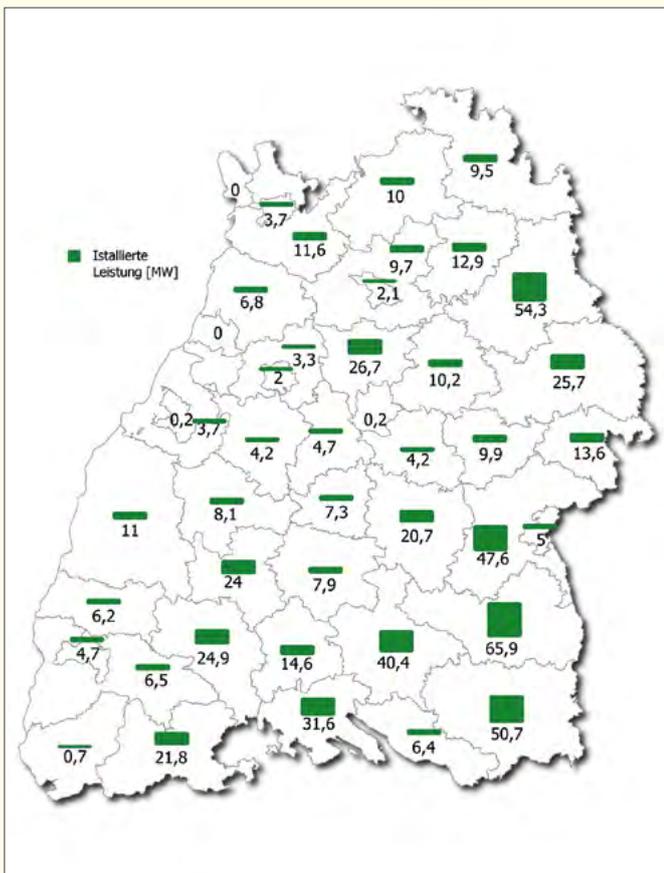
Überdurchschnittlich viel der baden-württembergischen Photovoltaikleistung ist mit 2,0 Kilowatt (kW) pro Einwohner in den Landkreisen Sigmaringen und Alb-Donau-Kreis installiert, dicht gefolgt von den Landkreisen Biberach, Schwäbisch Hall und dem Main-Tauber-Kreis mit jeweils 1,9 kW pro Einwohner. Im Hohenlohekreis entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner circa 1,8 kW und im Neckar-Odenwald-Kreis und im Landkreis Ravensburg sind es 1,4 kW. Im Stadtkreis Stuttgart ist die installierte Leistung pro Einwohner mit 0,1 kW am geringsten.

Anlagenstand Ende 2022, Datenstand: September 2023

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

© GeoBasis-DE / BKG 2021

REGIONALE VERTEILUNG DER BIOGAS- UND BIOMETHANANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2022



In Baden-Württemberg sind Ende 2022 knapp 1.300 Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerke mit einer installierten Leistung von rund 635 MW_{el} in Betrieb. Der größte Anteil entfällt auf Biogas-BHKWs mit einer elektrischen Leistung von 556 MW. Knapp 130 Anlagen mit einer Leistung von 80 MW waren in Form von Biomethan-Blockheizkraftwerken (Biomethananlagen) installiert.

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

Anlagenstand Ende 2022, Datenstand: September 2023

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

Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–19]

© GeoBasis-DE / BKG 2021



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) [38]. 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) [39]. 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 Wärmeengewinnung (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 [40], 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 3,07 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 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 [41], IVD [13]). Darüber hinaus werden jeweils aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteynfegerhandwerks 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 [42] 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.

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 Brennstoff-

preisen 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.

Die ausgewiesenen Beträge enthalten keine Umsatzsteuer, es sei denn, sie sind dem Haushaltssegment zuzurechnen.



Bild: Gewächshaus mit Agri-Photovoltaik-Modulen (© jeson / stock.adobe.com)

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



Bild: Windpark im Hochschwarzwald (© familie-eisenlohr.de / stock.adobe.com)

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). Aktuelle Informationen: Erneuerbare Energien. September 2023. 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 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). Gradtagzahlen 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. LTD, Renewables. Enercon probes damaged E-138s in Germany, France. reNEWS – Renewable Energy News. 22. Oktober 2021. Verfügbar unter: <https://renews.biz/73079/enercon-probes-damaged-e-138s-in-germany-france>

26. SCHWARZWÄLDER BOTE, Oberndorf. Noch ein neuer Rotor: Weitere Schäden im Windpark Hohenlochen. schwarz-waelder-bote.de. Verfügbar unter: <https://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.noch-ein-neuer-rotor-weitere-schaeden-im-windpark-hohenlochen.599a942d-4b16-4853-8ffd-35d2650e1d52.html>
27. UMWELTBUNDESAMT (UBA). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2021. Umweltbundesamt, 2022. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2021>
28. LANDESRECHT BW KlimaG BW. Landesnorm Baden-Württemberg, Gesamtausgabe Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023, gültig ab: 11.02.2023. Verfügbar unter: <https://www.landesrecht-bw.de/jportal/jsessionid=B6662F8DF950BB2EF00A696EA3225FA7.jp81?quelle=jlink&query=KlimaSchG+BW&psml=bsbawueprod.psml&max=true&aiz=true#jlr-KlimaSchGBW2023pP1>
29. MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT. Klima-Maßnahmen-Register (KMR). Baden-Württemberg.de. 3. April 2023. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/klimaschutz-in-bw/klima-massnahmen-register-kmr>
30. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Pressemitteilung 157/2023: Klimabilanz 2022: Treibhausgas-Emissionen um 0,4 % gesunken. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>
31. BUNDEMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI). Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html
32. EUROSTAT, STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, LUXEMBURG. SHARES (Renewables) – Energy – Eurostat. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ren/default/table?lang=en
33. INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter: <https://www.netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen/EEG/EEG-Abrechnung/EEG-Jahresabrechnungen/EEG-Jahresabrechnungen-2022-2000>
34. DEUTSCHE WINDGUARD GMBH. Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, Jahr 2022. Verfügbar unter: <https://www.windguard.de/windenergiestatistik.html>
35. BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA). Daten zum Marktanreizprogramm
36. 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
37. BSW – BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT E.V. Solaratlas. Verfügbar unter: www.solaratlas.de
38. 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
39. DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD). Globalstrahlung. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solar-energie/lstrahlungskarten_su.html
40. PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R. Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick. Geothermische Energie 56/57
41. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). Emissionskataster. Verfügbar unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/emissionskataster>
42. AG ENERGIEBILANZEN. Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. November 2015. Verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/files/vorwort.pdf>

**GEMEINSAM
ANPACKEN.
KLIMANEUTRAL
2040**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT