



Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft

Erneuerbare Energien

in Baden-Württemberg 2023





Inhaltsverzeichnis

- 4 Entwicklung des Energieverbrauchs
- 8 Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung
- 10 Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien
- 14 Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung
- 16 Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien
- 18 Daten zu Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Baden-Württemberg
- 22 Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien

- 24 Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien
- 26 Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg und Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien
- 30 Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa
- 32 Stromeinspeisung und Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz
- 34 Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern
- 37 Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen
- 39 Energieatlas Baden-Württemberg

Anhang

- 40 Methodische Erläuterungen
- 42 Glossar
- 43 Umrechnungstabellen
- 44 Quellenverzeichnis
- 46 Impressum

Entwicklung des Energieverbrauchs

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2023

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2023 nach ersten Berechnungen um 11 Prozent gesunken. Neben einem rückläufigen Endenergieverbrauch (siehe unten) ist dies insbesondere dem starken Rückgang der

Stromerzeugung in Kern- und Steinkohlekraftwerken zuzurechnen (siehe unten). Der Beitrag der erneuerbaren Energien ist um 4 Prozent gestiegen, womit sich ihr Anteil am Primärenergieverbrauch auf über 18 Prozent erhöht hat.

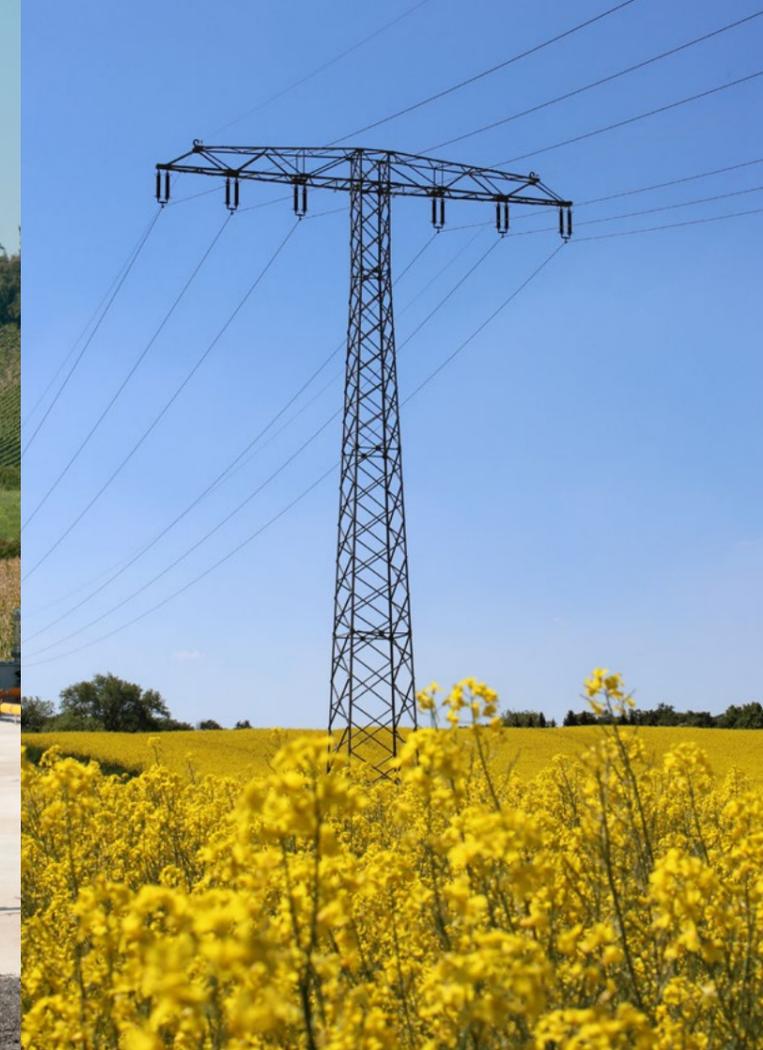
[PJ]	2022	2023	
Primärenergieverbrauch	1.289	1.145	-11,1 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	202	210	+4,0 %
- davon Kernenergie	122	21	-82,5 %
- davon fossile Energieträger	915	812	-11,3 %
- davon Stromimport (netto)	50	103	+103,9 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	15,7 %	18,3 %	

Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2023

Die Energiepreise für Endverbraucher lagen 2023 weiterhin deutlich über dem Vorkrisenniveau. Zusammen mit der konjunkturellen Entwicklung in Baden-Württemberg (preisbereinigtes und verkettetes Bruttoinlandsprodukt 2023: -0,6 Prozent) und den Witterungsbedingungen führte dies zu einem weiteren Rückgang des Endenergieverbrauchs

im Land. Insgesamt lag der Endenergieverbrauch 2023 nach ersten Berechnungen 2,5 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der Beitrag der erneuerbaren Energien ist dagegen um gut 4 Prozent gestiegen. Damit stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf 18 Prozent.

[TWh]	2022	2023	
Endenergieverbrauch	276	269	-2,5 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	46,5	48,4	+4,3 %
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (netto)	229	220	-3,9 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	16,9 %	18,0 %	



Im Jahr 2023 wurden 31 Prozent weniger Strom im Land erzeugt, als noch im Vorjahr. Zum einen ist die Stromerzeugung aus Kernenergie aufgrund des im April 2023 vollzogenen Kernenergieausstiegs von 11,1 auf 1,9 Terawattstunden (TWh) gesunken. Zum anderen halbierte sich die Stromerzeugung in Steinkohlekraftwerken von 17,2 TWh auf 9,4 TWh. Auch die Stromerzeugung in Gaskraftwerken war weiter rückläufig. Die erneuerbaren Energien sind dagegen um rund 9 Prozent gewachsen. Damit lag die Bruttostromerzeugung 2023 insgesamt bei lediglich gut 37 TWh. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung lag daher bei nur moderatem Anstieg mit 55 Prozent deutlich höher als in den Vorjahren.

Zum Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat insbesondere das überdurchschnittliche Windjahr beigetragen, womit 0,8 TWh mehr Strom aus Windenergieanlagen erzeugt wurden. Der Neuanlagenzubau lag mit 16 Anlagen mit insgesamt 62 MW mehr als dreimal so hoch wie im Vorjahr. Damit waren zum Jahresende 2023 rund 1.770 MW installiert. Trotz eines Rekordzubaues von 2,0 GW neuer Photovoltaikanlagen war der Zuwachs bei der PV-Stromerzeugung mit 5 Prozent beziehungsweise knapp 0,4 TWh relativ gering. Dies ist der geringeren Einstrahlung mit weniger Sonnenstunden zuzurechnen. Deutlich gestiegen ist die Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen (+0,7 TWh), wohingegen die Stromerzeugung aus Biomasseanlagen leicht rückläufig war.



Der Bruttostromverbrauch ging nach ersten Berechnungen um 3 Prozent auf rund 66 TWh zurück. Dazu trug auch der sinkende Kraftwerkseigenverbrauch im Zuge der stark rückläufigen Stromerzeugung in Kernkraft- und Steinkohlekraftwerken bei. Bezogen auf den Bruttostromverbrauch lag der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg bei rund 31 Prozent. Aufgrund des niedrigen Erzeugungsniveaus im Land verdoppelte sich der Stromimportsaldo auf 28,5 TWh. Somit wurden per Saldo mehr als 40 Prozent des Bruttostromverbrauchs importiert.

Strahlungsjahr. Im Gegensatz zur Photovoltaik konnte der Neuanlagenzubaue den Ertragsrückgang jedoch nicht kompensieren. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung wuchs damit um einen Prozentpunkt auf 18 Prozent.

Im Verkehrssektor ist der Endenergieverbrauch von Kraftstoffen 2023 geringfügig gesunken. Leicht gestiegen ist der Absatz von Biokraftstoffen. Damit erhöhte sich der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor auf knapp 6 Prozent.

Die im Vergleich zum Vorjahr deutlich wärmere Witterung und die weiterhin vergleichsweise hohen Endverbraucherpreise führten im Jahr 2023 nach ersten Berechnungen zu einem geringeren Einsatz von Energieträgern in der Wärmeerzeugung. Dagegen ist die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Summe leicht gestiegen. Der Großteil der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien entfällt nach wie vor auf Biomasseheizungen, deren Beitrag konstant geblieben ist. Deutlich gestiegen ist die Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen aufgrund der hohen Zubauzahlen in den Jahren 2022 und 2023. Wie bei der Photovoltaik zeigt sich bei der Solarthermie das schlechte

[TWh]	2022	2023	
Bruttostromerzeugung¹⁾	53,9	37,3	-30,8 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	18,7	20,4	+9,1 %
- davon Kernenergie	11,1	1,9	-82,5 %
- davon fossile Energieträger und Sonstige	24,0	14,9	-37,9 %
Stromimport (Saldo)	14,0	28,5	+103,9 %
Bruttostromverbrauch¹⁾	67,9	65,8	-3,0 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	34,8 %	54,8 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	27,6 %	31,1 %	

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.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 9.

[TWh]	2022	2023	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung¹⁾	134	129	-3,5 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	23,0	23,3	+1,2 %
- davon fossil	111	106	-4,5 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	17,2 %	18,0 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe (ohne Strom)	82,3	81,0	-1,6 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	4,7	4,7	+0,4 %
- davon fossil	77,6	76,3	-1,7 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	5,7 %	5,9 %	

1) Ohne Strom.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 9; zur Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch seit 2000 siehe Seiten 14 und 15.

Beitrag zur Energiebereitstellung

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2023

	End-energie	Primärenergie-äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode	Anteil am Energieverbrauch		Anteil am PEV nach Wirkungsgradmethode
	[GWh]		[PJ]	[%]	
Stromerzeugung			Anteil am Bruttostromverbrauch²⁾	Anteil an der Bruttostromerzeugung³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.536	16,3	6,9	12,2	1,4
Windenergie	3.772	13,6	5,7	10,1	1,2
Photovoltaik	7.858	28,3	11,9	21,1	2,5
feste biogene Brennstoffe	930	11,7	1,4	2,5	1,0
flüssige biogene Brennstoffe	7	0,1	0,01	0,02	0,01
Biogas	2.768	22,4	4,2	7,4	2,0
Klärgas	200	1,7	0,3	0,5	0,1
Deponiegas	23	0,3	0,03	0,06	0,03
Geothermie	2,4	0,1	0,004	0,006	0,008
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	346	5,0	0,5	0,9	0,4
Gesamt	20.441	99,6	31,1	54,8	8,7
Wärmeerzeugung (Endenergie)			Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme⁶⁾		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.277	26,2		5,6	2,3
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	8.905	34,0		6,9	3,0
flüssige biogene Brennstoffe	5	0,03		0,004	0,003
Biogas, Deponiegas, Klärgas	2.043	7,8		1,6	0,7
Solarthermie	1.830	6,6		1,4	0,6
tiefe Geothermie	107	0,4		0,08	0,03
Umweltwärme ⁹⁾	2.575	14,4		2,0	1,3
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	523	3,8		0,4	0,3
Gesamt	23.264	93,1		18,0	8,1

	End-energie	Primärenergie-äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode	Anteil am Energieverbrauch		Anteil am PEV nach Wirkungsgradmethode
	[GWh]		[PJ]	[%]	
Kraftstoffe			Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs¹⁰⁾		
Biodiesel	3.357	12,1		4,1	1,1
Bioethanol	1.202	4,3		1,5	0,4
Pflanzenöl	4	0,01		0,005	0,001
Biomethan	178	0,6		0,2	0,06
Gesamt	4.742	17,1		5,9	1,5
Energiebereitstellung aus EE			Anteil am gesamten Endenergieverbrauch¹¹⁾		
Gesamt	48.447	209,8		18,0	18,3

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

- 1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.145 Petajoule (PJ); bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II.
- 2) Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 65,8 TWh.
- 3) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 37,3 TWh.
- 4) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.
- 5) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt.
- 6) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 129 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 81,0 TWh (ohne Strom).
- 11) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 269 TWh.

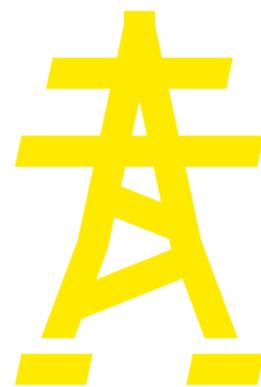
Quellen: [1] bis [19] und Ausgaben der Vorjahre.



Entwicklung der Energiebereitstellung

Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien und installierte Leistung in Baden-Württemberg

	Wasserkraft ¹⁾		Windenergie		Photovoltaik ²⁾		Biomasse		Biomasse						Geothermie	Summe Stromerzeugung	
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	Biomasse Gesamt	davon feste biogene Brennstoffe	davon feste biogene Brennstoffe	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biogas ³⁾		davon biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	davon Klärgas			davon Deponiegas
							[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2010	5.132	832	541	461	2.085	2.918	3.312	1.068	179	136	1.542	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	2.154	334	357	165	41	0,5	13.521
2013	5.616	866	667	534	4.108	4.773	4.047	1.073	193	39	2.319	368	404	173	39	1,2	14.439
2014	4.803	871	679	550	4.797	5.025	4.280	1.101	185	37	2.518	458	406	181	37	0,6	14.559
2015	4.300	876	831	696	5.090	5.188	4.623	1.160	195	47	2.790	466	406	184	35	0,0	14.845
2016	4.850	881	1.235	1.030	4.994	5.335	4.609	1.148	193	48	2.762	526	430	187	34	0,3	15.687
2017	4.396	883	1.982	1.420	5.312	5.542	4.641	1.155	193	32	2.820	498	408	195	32	0,3	16.331
2018	3.941	885	2.581	1.524	5.587	5.842	4.640	1.149	193	37	2.836	531	392	196	30	0,0	16.749
2019	4.500	887	2.909	1.551	5.764	6.267	4.571	1.024	193	38	2.898	575	390	196	25	0,0	17.744
2020	4.130	888	2.986	1.579	6.351	6.891	4.699	1.110	194	30	2.958	622	379	196	25	0,0	18.166
2021	4.529	889	2.679	1.699	6.535	7.511	4.546	1.053	182	13	2.902	640	360	193	25	0,7	18.290
2022	3.840	892	3.021	1.711	7.481	8.285	4.394	932	174	5	2.862	635	373	197	24	1,0	18.738
2023	4.536	892	3.772	1.766	7.858	10.285	4.274	930	175	7	2.768	638	346	200	23	2,4	20.441



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.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quellen siehe Seite 9.

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem/vergütetem PV-Strom).

- 3) Die Leistungs- und Stromdaten enthalten auch Biomethan-Blockheizkraftwerke.
- 4) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt.
- 5) Kamin-, Kachel-, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I.
- 6) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke
- 7) Eine Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung kann durch den Konversionsfaktor 0,7 kW_{th}/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 (vgl. auch Anhang I).

Entwicklung der Energiebereitstellung

Wärme- und Kraftstoffbereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg

	Biomasse						Solarthermie ⁷⁾		tiefe Geothermie	Umweltwärme ⁸⁾	Summe Wärmeerzeugung	Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Biomethan	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergiebereitstellung
	Biomasse Gesamt	davon feste biogene Brennstoffe (Einzelfeuerstätten) ⁵⁾	davon feste biogene Brennstoffe (Zentralheizungen, Heiz(kraft)werke) ⁶⁾	davon flüssige biogene Brennstoffe	davon Biogas, Deponiegas, Klärgas	davon biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	[GWh]	[1.000 m ²]									
2010	17.584	8.135	7.181	118	916	1.235	1.140	3.415	95	253	19.072	3.309	1.160	78	10	4.557	34.700
2011	15.245	6.971	6.427	47	1.008	792	1.400	3.679	102	291	17.038	3.222	1.235	26	12	4.496	33.548
2012	16.951	7.484	7.287	38	1.202	939	1.442	3.878	105	327	18.825	3.314	1.231	34	45	4.624	36.970
2013	18.385	8.011	8.069	32	1.469	805	1.384	4.041	105	366	20.241	2.951	1.188	0	65	4.204	38.884
2014	16.316	6.633	7.100	33	1.763	787	1.541	4.172	105	471	18.433	3.166	1.257	7	61	4.491	37.483
2015	17.890	7.069	7.925	39	2.069	789	1.648	4.285	105	589	20.232	2.772	1.143	1	48	3.964	39.041
2016	18.330	7.284	8.314	41	2.061	630	1.516	4.355	105	1.105	21.056	2.851	1.174	4	52	4.082	40.825
2017	18.609	7.366	8.518	25	2.108	591	1.701	4.394	105	1.217	21.632	2.931	1.162	4	61	4.159	42.121
2018	17.444	6.758	7.954	31	2.110	591	1.773	4.419	105	1.346	20.668	3.104	1.207	1	54	4.366	41.783
2019	18.231	6.989	8.485	33	2.136	588	1.713	4.410	105	1.474	21.523	3.056	1.155	3	91	4.305	43.572
2020	18.071	6.905	8.382	27	2.186	572	1.769	4.414	107	1.640	21.586	3.974	1.056	3	123	5.155	44.907
2021	20.256	7.826	9.566	11	2.310	543	1.649	4.630	107	1.844	23.856	3.386	1.136	3	134	4.659	46.805
2022	18.799	7.412	8.654	3	2.167	563	1.950	4.671	107	2.132	22.988	3.392	1.182	3	148	4.724	46.451
2023	18.752	7.277	8.905	5	2.043	523	1.830	4.704	107	2.575	23.264	3.357	1.202	4	178	4.742	48.447



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.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quellen siehe Seite 9.

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem/vergütetem PV-Strom).

- 3) Die Leistungs- und Stromdaten enthalten auch Biomethan-Blockheizkraftwerke.
- 4) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt.
- 5) Kamin-, Kachel-, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I.
- 6) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke
- 7) Eine Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung kann durch den Konversionsfaktor 0,7 kW_{th}/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 (vgl. auch Anhang I).

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Baden-Württemberg

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Anteil am Endenergieverbrauch	[%]						
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	16,8	20,1	23,3	23,4	23,9	23,4
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	13,4	15,4	17,6	18,5	19,4	19,7
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	12,8	12,3	13,9	13,7	14,1	14,8
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	5,5	5,3	5,5	4,9	5,2	4,4
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	6,0	11,4	11,5	12,8	12,9	13,2	13,4
Anteil am Primärenergieverbrauch	[%]						
Stromerzeugung	1,8	3,9	4,7	5,2	5,2	5,5	5,6
Wärmebereitstellung	2,7	4,7	4,7	5,3	5,5	5,3	5,6
Kraftstoffverbrauch	0,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,6	9,7	10,5	11,6	11,7	12,0	12,2

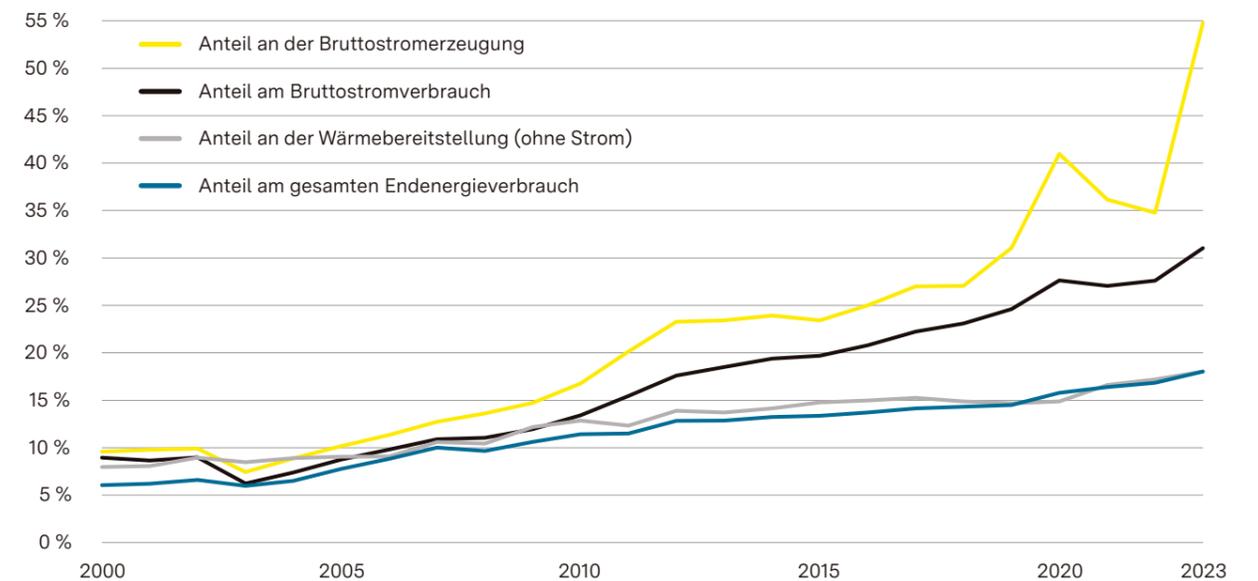
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Anteil am Endenergieverbrauch	[%]							
Anteil an der Bruttostromerzeugung	25,0	27,0	27,0	31,1	41,0	36,2	34,8	54,8
Anteil am Bruttostromverbrauch	20,8	22,2	23,1	24,6	27,6	27,0	27,6	31,1
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	15,0	15,2	14,9	14,7	14,9	16,6	17,2	18,0
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	4,5	4,5	4,9	4,7	6,4	5,7	5,7	5,9
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	13,7	14,2	14,3	14,5	15,8	16,4	16,9	18,0
Anteil am Primärenergieverbrauch	[%]							
Stromerzeugung	5,7	6,0	6,2	6,3	7,2	7,0	7,3	8,7
Wärmebereitstellung	5,6	5,9	5,8	5,9	6,7	7,2	7,1	8,1
Kraftstoffverbrauch	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	1,3	1,3	1,5
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	12,3	12,9	13,1	13,3	15,4	15,5	15,7	18,3

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

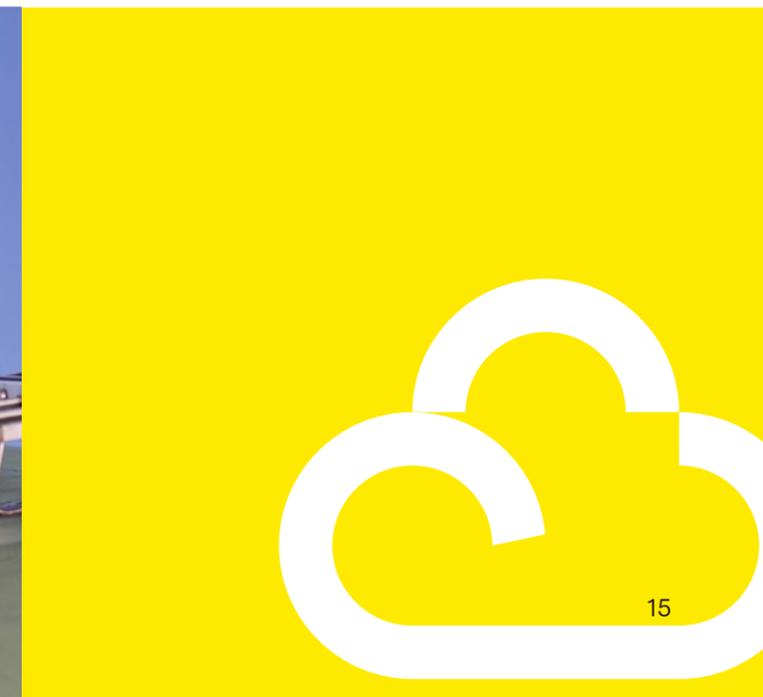
Da die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg deutlich geringer ist als der Bruttostromverbrauch, ist der hohe Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auch auf die insgesamt geringe Stromerzeugung zurückzuführen. Zusätzlich angegeben ist deshalb der Anteil der erneuerbaren Energien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

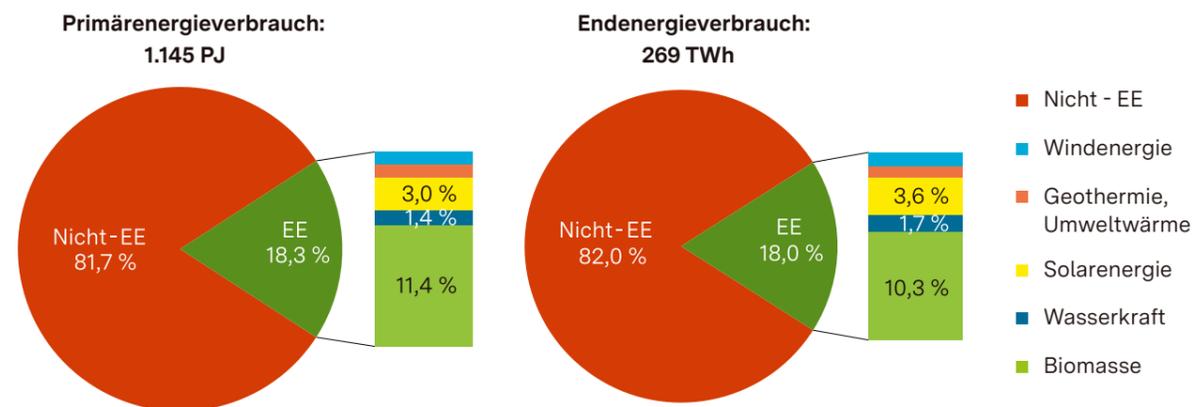


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024; Quellen: siehe Seite 9.

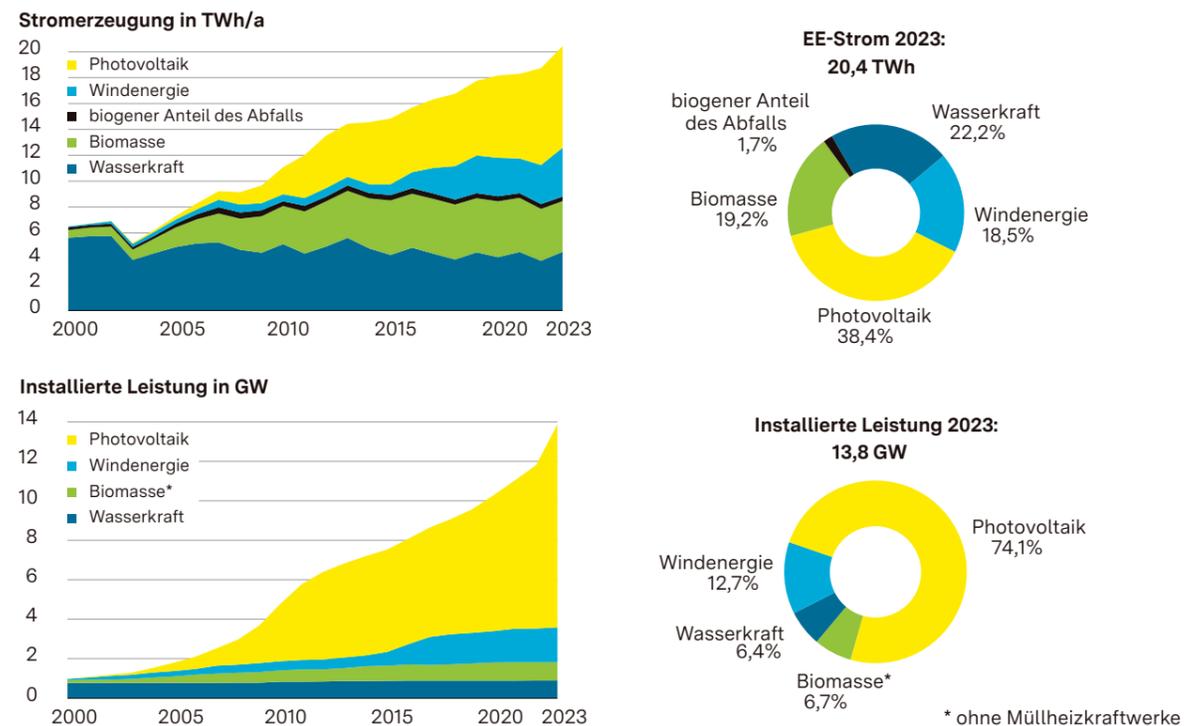


Struktur der Energiebereitstellung

Struktur des Primärenergie- und Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2023

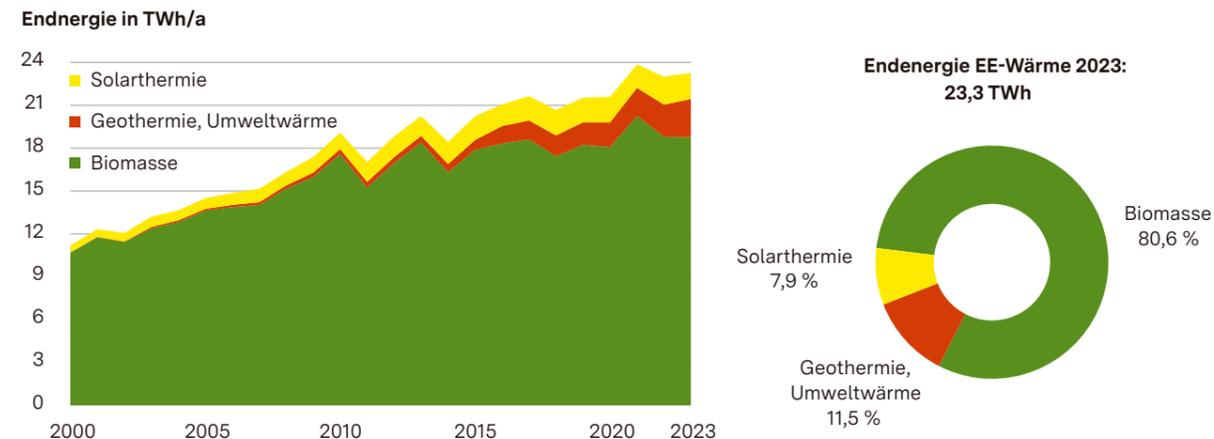


Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der installierten elektrischen Leistung in Baden-Württemberg

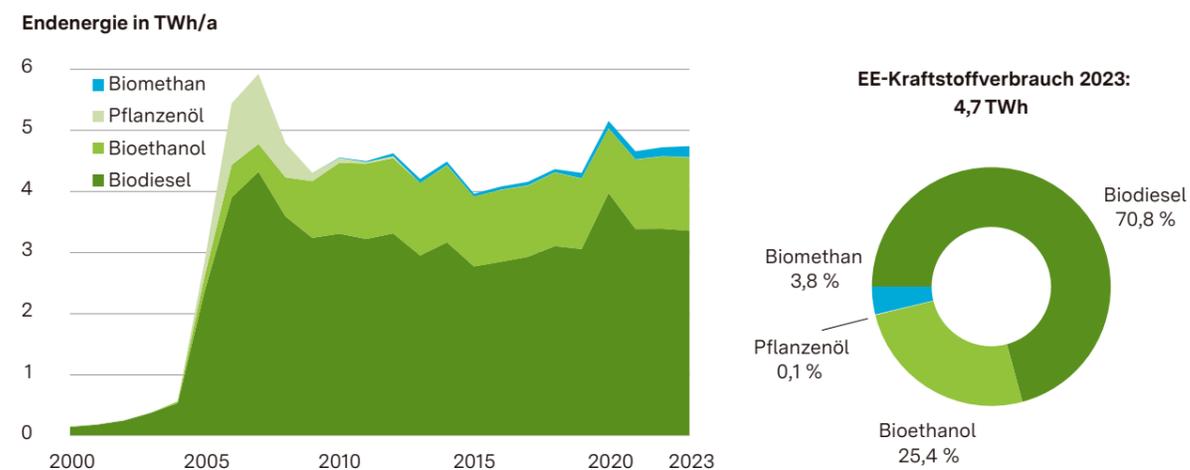


Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024.

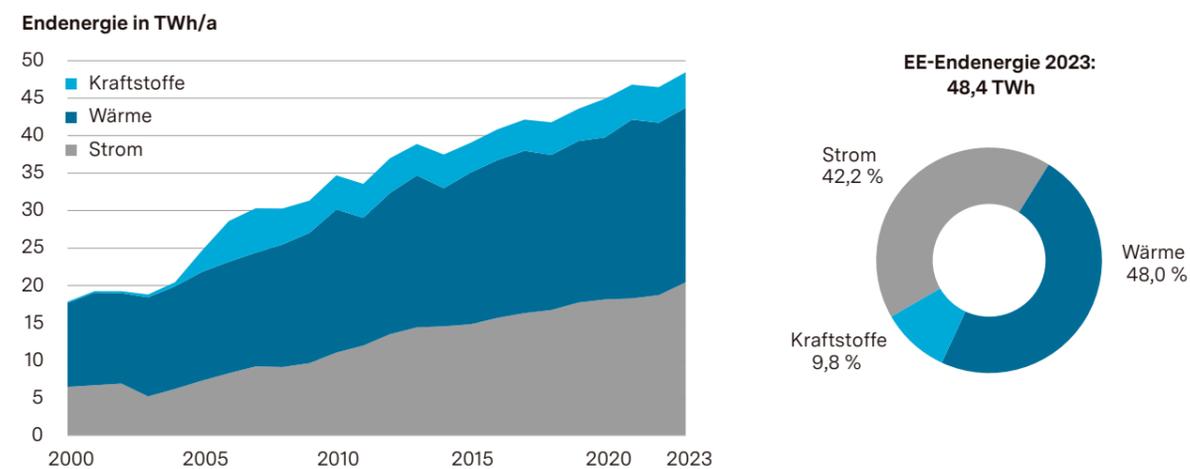
Entwicklung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg



Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs in Baden-Württemberg



Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2024.

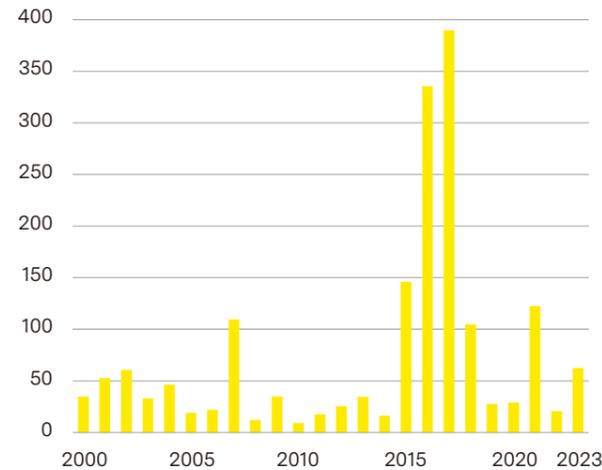
Windenergie

Entwicklung der jährlichen Neuinstallationen und mittleren Neuanlagenleistung von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg

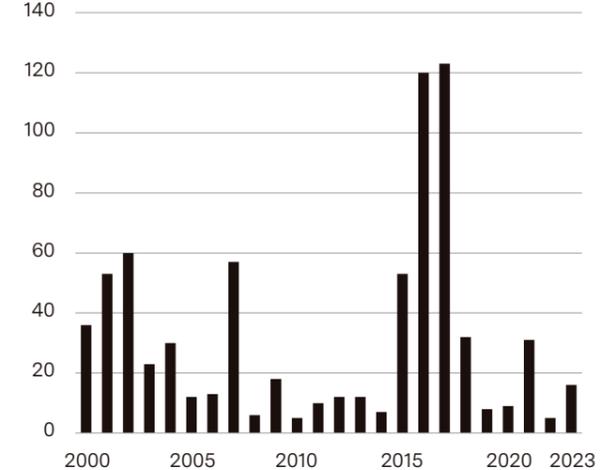
Nach einem deutlichen Anstieg der jährlichen Neuinstallationen von Windenergieanlagen an Land in den Jahren 2015 bis 2017 ist der Zubau von Neuanlagen in den Jahren 2018 und 2019 jeweils erheblich zurückgegangen. Dies ist primär auf die Einführung von Ausschreibungen und auf die schwache Genehmigungssituation zurückzuführen.

2021 hat sich die Zahl der Neuinstallationen gegenüber dem Vorjahr verdreifacht, sank im Folgejahr deutlich auf fünf Anlagen und erhöhte sich 2023 auf 16 Anlagen mit insgesamt über 60 MW. Die mittlere Leistung der neu installierten Anlagen lag zuletzt bei knapp 4 MW pro Anlage.

Jährliche Neuinstallationen [MW]



Anzahl Neuanlagen

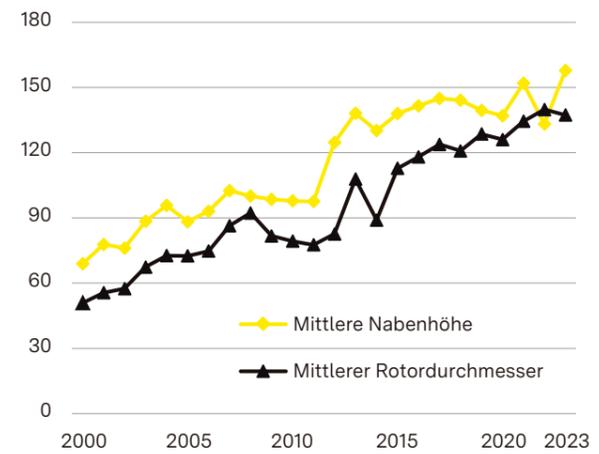


Entwicklung von Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Flächenleistung von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg

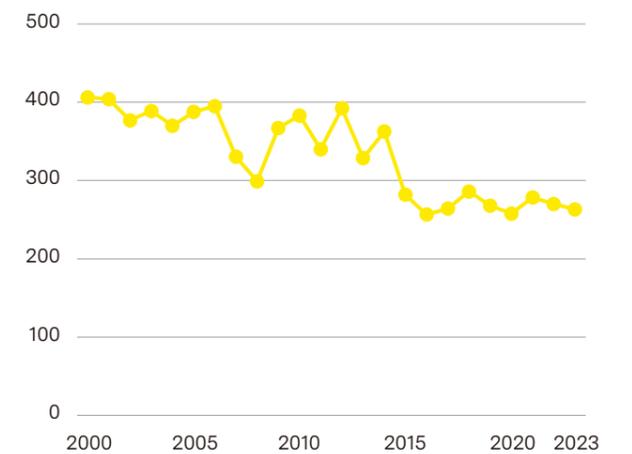
Um angesichts begrenzter Standortverfügbarkeit und Standortgütern ausreichend hohe Winderträge für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu realisieren, wurden neue Windenergieanlagen in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren im Trend höher und weisen einen größeren Rotor-

durchmesser auf. Der Trend zu Anlagen, die auf das Binnenland optimiert sind, zeigt sich ebenfalls in der tendenziell sinkenden Flächenleistung (installierte Leistung zu überstrichener Rotorfläche) von Neuanlagen.

Nabenhöhe und Rotordurchmesser [m] nach Inbetriebnahmejahren



Mittlere Flächenleistung [W/m²] nach Inbetriebnahmejahren



Quelle: Auswertung LUBW-Daten [20]; Datenstand September 2024.

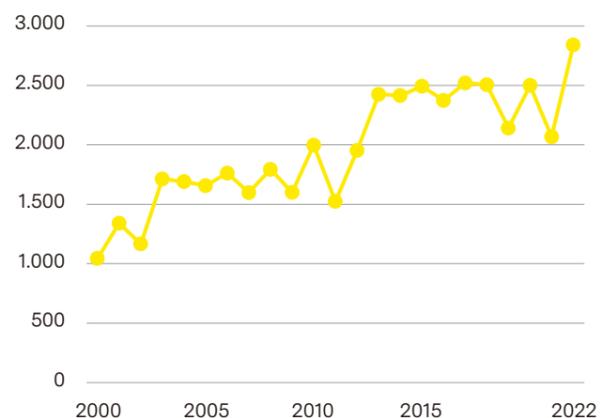


Volllaststunden und mittlere Anlagenerträge nach Inbetriebnahmejahren (Betriebsjahr 2023)

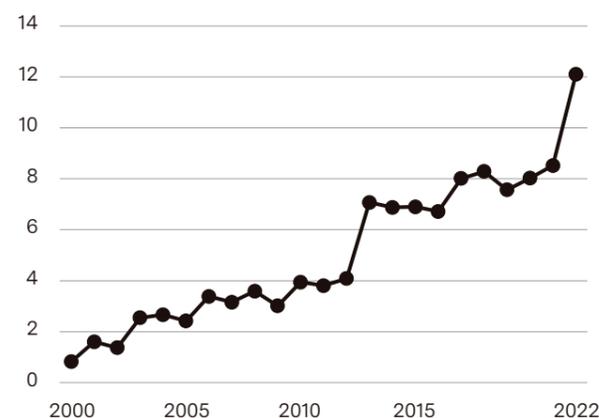
Die Volllaststunden moderner Windenergieanlagen in Baden-Württemberg liegen heute typischerweise in der Größenordnung von 2.000 Stunden. Die tatsächliche Auslastung der Anlagen schwankt je nach Standort und Wetterjahr. Die erhebliche Steigerung gegenüber früheren Jahren, als die Volllaststunden im Bereich 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.

Das Betriebsjahr 2023 war ein überdurchschnittlich gutes Windjahr. Dies zeigt sich an den untenstehenden mittleren Volllaststunden und Neuanlagenerträgen nach Inbetriebnahmejahren. Die neueren Anlagengenerationen erreichten Größenordnungen von 2.500 Volllaststunden beziehungsweise 8 Gigawattstunden (GWh) pro Anlage und Jahr. Einen Ausreißer nach oben bildet das Inbetriebnahmejahr 2022: Von den fünf neu installierten Anlagen befinden sich drei Anlagen an sehr guten Standorten mit überaus hohen Volllaststunden und dementsprechend hohen Jahresenergieerträgen.

Mittlere Volllaststunden von Neuanlagen nach Inbetriebnahmejahren



Mittlere Neuanlagenerträge [GWh/a] nach Inbetriebnahmejahren



Quelle: Auswertung EEG-Daten 2023 [15]; Der Installationsjahrgang 2023 ist nicht dargestellt, da die in diesem Jahr installierten Anlagen kein vollständiges Betriebsjahr aufweisen.

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 Genehmi-

gungszahlen 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	2024*
Anzahl	10	9	94	100	201	2	27	15	21	11	50	53	28

Anzahl genehmigter Anlagen.
* Stand September 2024

Photovoltaik

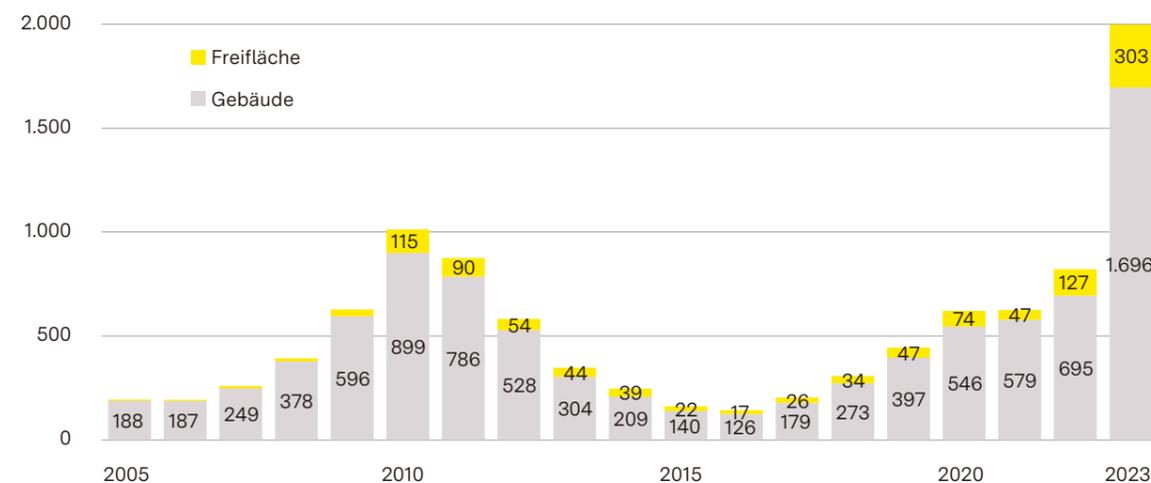
Entwicklung des Zubaus von Photovoltaik-Gebäudeanlagen und -Freiflächenanlagen

Nach einem hohen Photovoltaikzubau in den Jahren 2009 bis 2012 im Zuge stark sinkender Anlagenpreise ist der Zubau von Neuanlagen bis zum Jahr 2016 erheblich gesunken. Seit 2017 ist jedoch wieder ein stetiger Aufwärtstrend zu verzeichnen. Im Jahr 2023 wurde ein Rekordzubau von rund 2.000 MW erreicht, davon rund 300 MW Freiflächenanlagen.

Das hohe Zubauniveau setzt sich im Jahr 2024 fort. Im ersten Halbjahr wurden Neuanlagen mit mehr als 1.100 MW in Betrieb genommen.

Zum Stand Ende 2023 waren in Baden-Württemberg knapp 9,2 GW Gebäudeanlagen und 1,1 GW Freiflächenanlagen installiert.

Anlagenbestand von Photovoltaikanlagen nach Inbetriebnahmejahren in MW



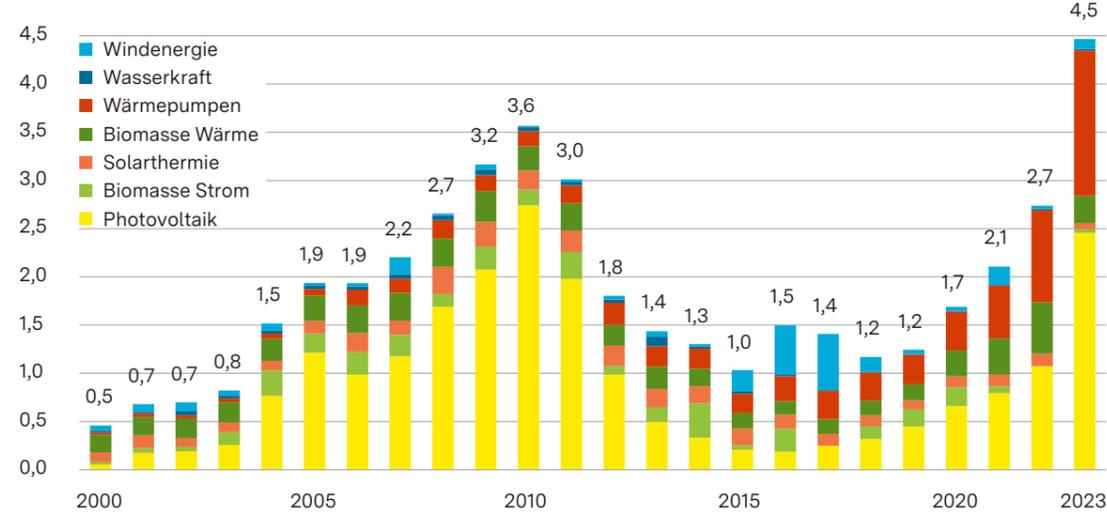
Quelle: Auswertungen Marktstammdatenregister [16] (Datenstand 08/2024). Alle Angaben vorläufig. Dachanlagen und steckerfertige Solaranlagen sind dem Gebäudesegment zugeordnet, alle anderen PV-Anlagen werden als Freiflächenanlagen geführt. Die hier angeführten Zahlen zeigen den Anlagenbestand zum Jahresende 2023 nach Inbetriebnahmejahren. Diese Werte sind nicht direkt mit denjenigen auf Seite 10 zu vergleichen, da sich diese aus früheren Datenständen speisen, in denen auch mittlerweile nicht mehr in Betrieb befindliche Anlagen enthalten sind.



Wirtschaftliche Bedeutung in Baden-Württemberg

Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Investitionen in Milliarden EUR



Im Jahr 2023 wurden in Baden-Württemberg Rekord-Investitionen von 4,5 Milliarden Euro in erneuerbare Energien getätigt. Mit 2,5 Milliarden Euro hatten Photovoltaik-Anlagen damit den größten Anteil. Im Vergleich zu 2010 wurde doppelt so viel Photovoltaik-Leistung neu installiert, die Investitionssumme lag aufgrund langfristig gesunkener

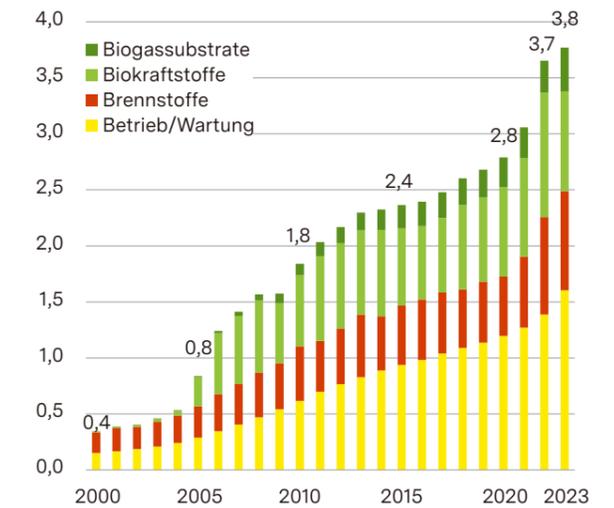
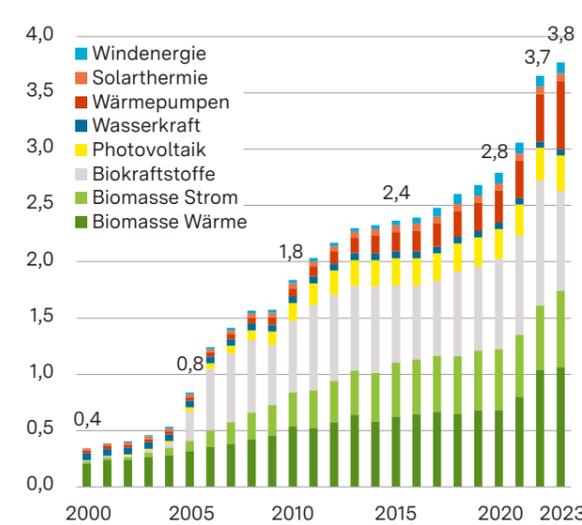
Anlagenpreise unterhalb des Werts von 2010. Parallel dazu wurden 2023 rund 1,5 Milliarden Euro in neue Wärmepumpen investiert. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 45 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Bei den Betriebskosten der Anlagen zeigt sich das weiterhin hohe Preisniveau durch gestiegene Brennstoffpreise. Die Kosten für den Betrieb des in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien lag mit 3,8 Milliarden Euro knapp über dem Vorjahreswert.

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.

Betriebskosten in Milliarden EUR



Berechnungsstand September 2024; Investitionen und Betriebskosten privater Haushalte mit Umsatzsteuer, ansonsten ohne Umsatzsteuer. In Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Siehe auch Anhang III. Quelle: Berechnungen ZSW.



Umweltauswirkungen

Vermiedene Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2023 in Baden-Württemberg

	Strom		Wärme		Kraftstoffe		Gesamt
	Vermeidungsfaktor [g/kWh _{el}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungsfaktor [g/kWh _{th}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungsfaktor [g/kWh _{th}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase							
CO ₂	694	14.178	244	5.400	307	1.454	21.032
CH ₄	0,6	12,1	-0,1	-2,8	-0,2	-0,8	8,6
N ₂ O	-0,02	-0,4	-0,01	-0,2	-0,1	-0,3	-0,9
CO₂-Äquivalent	705	14.415	238	5.265	287	1.362	21.043
Versauernd wirkende Gase							
SO ₂	0,2	4,1	0,03	0,6	-0,1	-0,7	4,0
NO _x	0,4	8,5	-0,1	-3,2	0,4	1,9	7,2
SO₂-Äquivalent	0,5	10,0	-0,1	-1,8	0,1	0,6	8,8
Ozonvorläufersubstanzen							
CO	-0,5	-10,9	-2,8	-62,4	1,1	5,0	-68,3
NMVOG	0,02	0,4	-0,2	-4,7	0,2	1,0	-3,3
Staub	0,0	0,0	-0,1	-3,0	-0,02	-0,1	-3,1

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 einer Mehremission an Luftschadstoffen im Vergleich zur fossilen Wärmebereitstellung gegenüber. Dies betrifft hauptsächlich die Emission von Kohlenmonoxid (CO), flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOG) sowie Staub aller Partikelgrößen.

Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2023 in Baden-Württemberg

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Dieselmotorkraftstoff	Ottomotorkraftstoff	Mineralöl	Gesamt
Primärenergie [TWh]							
Strom	5,6	26,3	9,4	-	-	0,0	41,4
Wärme	1,5	1,2	7,9	-	-	10,4	21,0
Kraftstoffe	-	-	0,2	2,6	1,2	-	3,9
Gesamt	7,2	27,5	17,5	2,6	1,2	10,4	66,3
Primärenergie [PJ]							
Gesamt	25,8	99,1	62,8	9,2	4,3	37,4	238,6
Mengen	2,5 Millionen Tonnen	3,6 Millionen Tonnen	1.619 Millionen m ³	257 Millionen Liter	133 Millionen Liter	1.045 Millionen Liter	

Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2022 [21]; 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 und -vermeidung

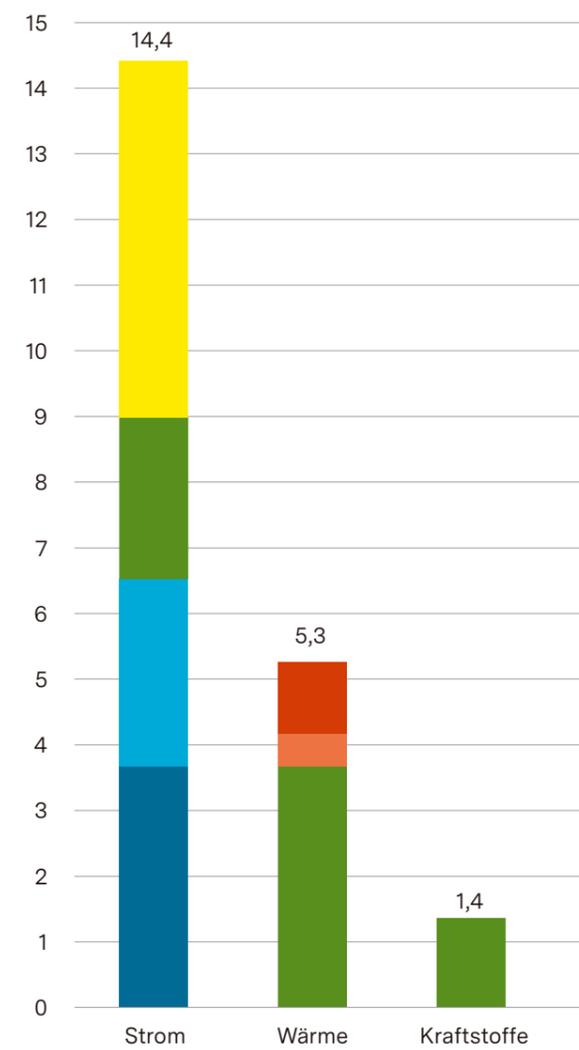
Treibhausgasvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2023

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2023 rund 21 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente (CO₂-Äquivalente) vermieden werden. Mit 14,4 Millionen Tonnen entfällt der größte Teil auf die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien, 5,3 Millionen Tonnen werden im Wärmesektor vermieden.

Die Treibhausgasvermeidung (THG-Vermeidung) durch erneuerbare Energien im Stromsektor wird auch außerhalb Baden-Württembergs wirksam. Durch die enge Vermaschung des deutschen und europäischen Stromnetzes substituiert Strom aus erneuerbaren Energien auch Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken außerhalb Baden-Württembergs.



THG-Vermeidung in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente



- Geothermie & Umweltwärme
- Solarthermie
- Photovoltaik
- Biomasse
- Windenergie
- Wasserkraft

Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2022 [21].

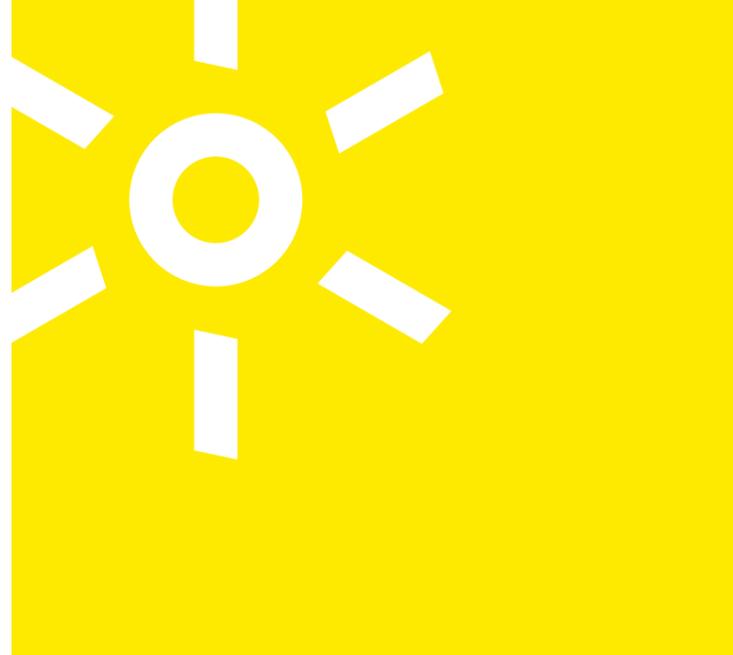
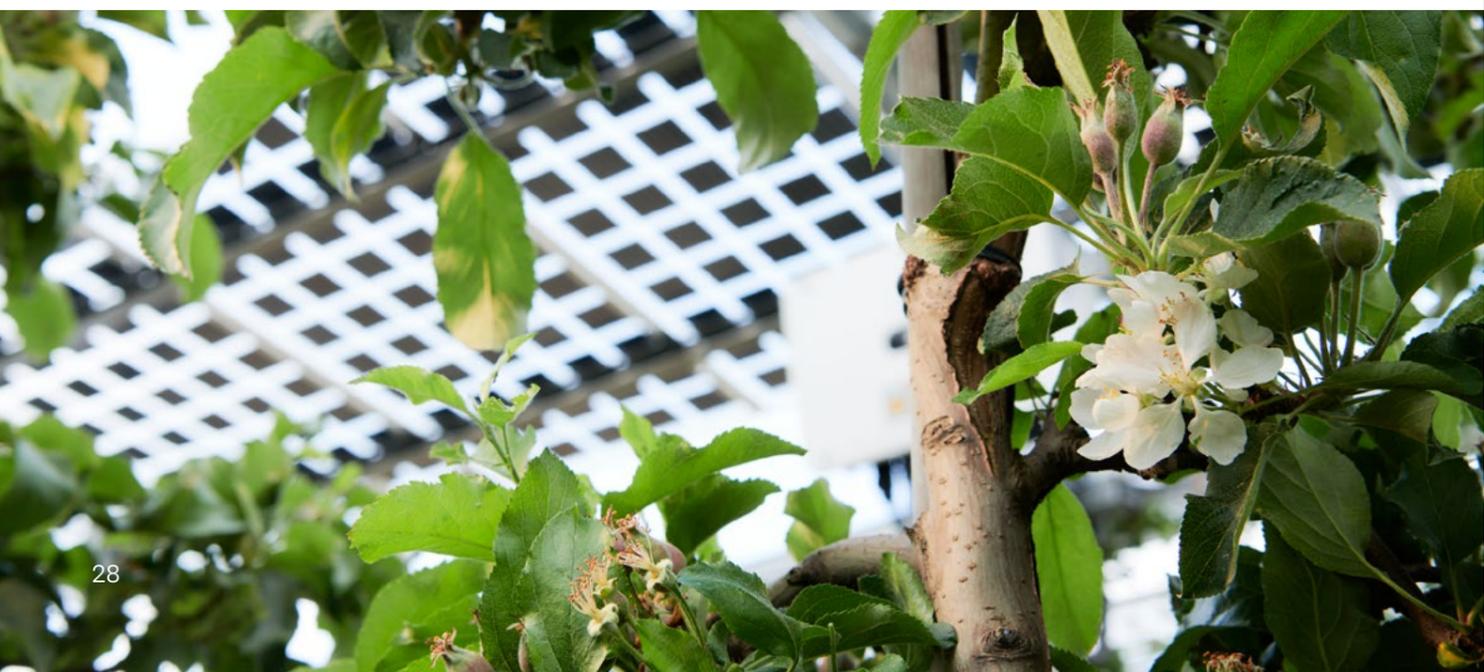
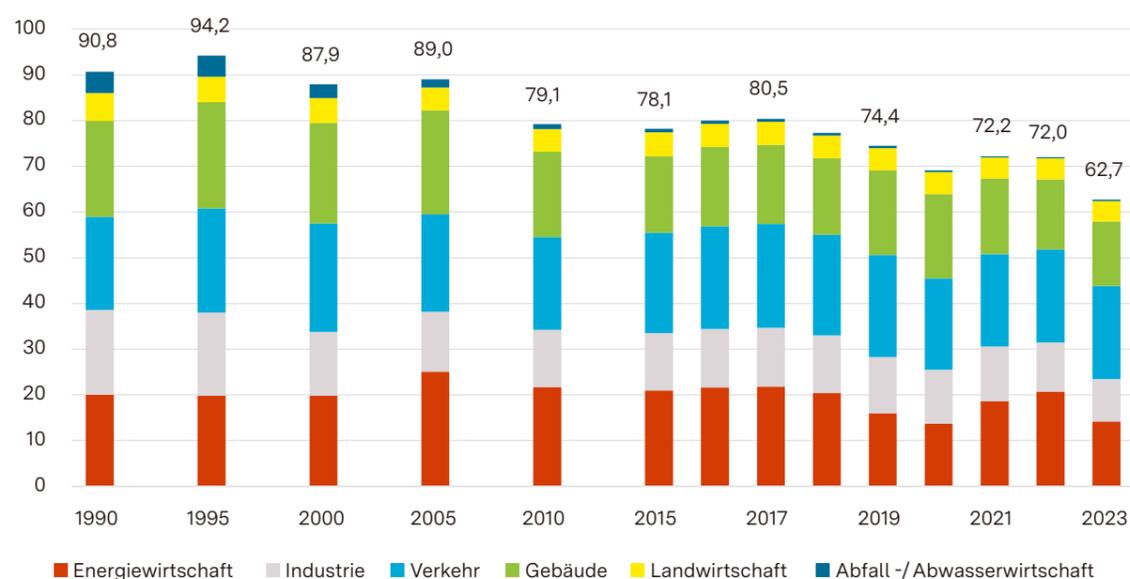
	Vermeidungsfaktor	vermiedene Emissionen
	[g/kWh]	[1.000 t]
Strom		
Wasserkraft	808	3.665
Windenergie	758	2.859
Photovoltaik	690	5.424
feste biogene Brennstoffe	747	695
flüssige biogene Brennstoffe	272	2
Biogas	481	1.332
Klärgas	703	141
Deponiegas	672	15
Geothermie	649	2
biogener Anteil des Abfalls	812	281
Summe Strom		14.415
Wärme		
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	116	841
feste biogene Brennstoffe (modern)	242	2.152
flüssige biogene Brennstoffe	63	0,3
Biogas, Deponiegas, Klärgas	274	561
Solarthermie	274	502
tiefe Geothermie	284	30
Umweltwärme	181	1.055
biogener Anteil des Abfalls	238	124
Summe Wärme		5.265
Kraftstoffe		
Biodiesel	278	935
Bioethanol	310	372
Pflanzenöl	236	1
Biomethan	305	54
Summe Kraftstoffe		1.362
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		21.043

Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg hat sich mit dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 um mindestens 65 Prozent zu reduzieren. Das Land strebt bis 2040 Netto-Treibhausgasneutralität an [22]. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, sind in allen Sektoren ambitionierte Emissionsminderungsbeiträge erforderlich [23].

Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2023 die Treibhausgasemissionen um rund 28,1 Millionen Tonnen (-30,9 Prozent) gesunken. Für die Zielerreichung 2030 nach Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg ist eine weitere Reduktion des Treibhausgasausstoßes in Höhe von 30,9 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid-äquivalenten (CO₂-Äquivalenten) beziehungsweise 49 Prozent gegenüber dem Jahr 2023 auf 32 Millionen Tonnen erforderlich [24].

THG-Emissionen in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente



Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes wurden in Baden-Württemberg im Jahr 2023 Treibhausgasemissionen von 62,7 Millionen Tonnen ausgestoßen, was einem deutlichen Rückgang um 12,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr (2022: 72,0 Millionen Tonnen) entspricht. Auf den Sektor Verkehr entfielen mit 20,3 Millionen Tonnen rund 32 Prozent der Emissionen, gefolgt von den Sektoren Energiewirtschaft (14,2 Millionen Tonnen) und Gebäude (14,1 Millionen Tonnen) mit jeweils 23 Prozent, der Industrie mit knapp 15 Prozent (9,3 Millionen Tonnen), der Landwirtschaft mit 7 Prozent (4,5 Millionen Tonnen) und dem Sektor Abfall-/Abwasserwirtschaft mit unter 0,5 Prozent (0,3 Millionen Tonnen) [24].

Die Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft gingen im Vergleich zum Vorjahr deutlich um 31,6 Prozent (6,5 Millionen Tonnen) zurück. Neben dem konjunkturell bedingt gesunkenen Energieverbrauch trugen hierzu insbesondere der stark verminderte Einsatz von Steinkohle sowie die gewachsene Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bei.

In der Industrie sank der Treibhausgasausstoß deutlich um 14,5 Prozent (1,5 Millionen Tonnen). Dies ist der stärkste Rückgang seit dem Jahr

2009, der vor allem auf konjunkturell bedingte Produktionsrückgänge, insbesondere bei den energieintensiven Industriebranchen wie der Zement-, Kalk-, Chemie und Papierindustrie, zu beobachten war.

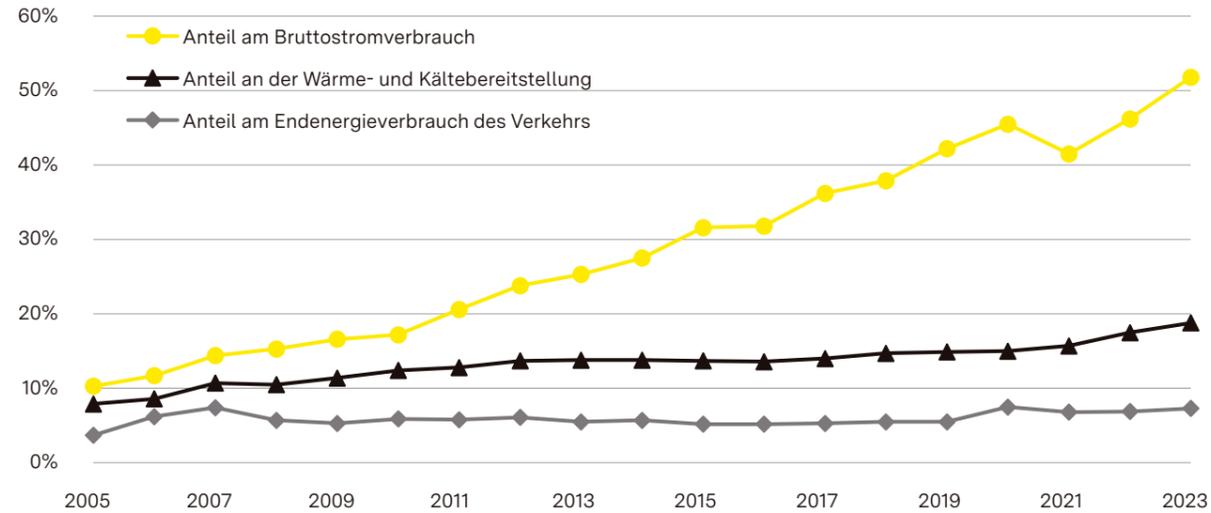
Im Verkehrssektor wuchsen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Vorjahr um 0,3 Prozent. Während die Emissionen im Personenverkehr (Personenkraftwagen, Busse, Krafträder) zunahm, ging der Ausstoß von Treibhausgasen im Güterverkehr zurück. Dies ist hauptsächlich auf den gesunkenen Gütertransport auf Grund der schwachen Konjunktur zurückzuführen.

Im Jahr 2023 haben die im Vergleich zum Vorjahr deutlich wärmere Witterung während der Heizperiode sowie die nach wie vor vergleichsweise hohen Verbraucherpreise dazu geführt, dass die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor im Vergleich zum Vorjahr um 7,7 Prozent (1,2 Millionen Tonnen) sanken.

Im Bereich der Landwirtschaft ging der Treibhausgasausstoß im Vorjahresvergleich um 1,7 Prozent zurück. Zurückzuführen ist dieser Rückgang vor allem auf eine Verringerung der Tierbestände. [24]

Nutzung in Deutschland und Europa

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland



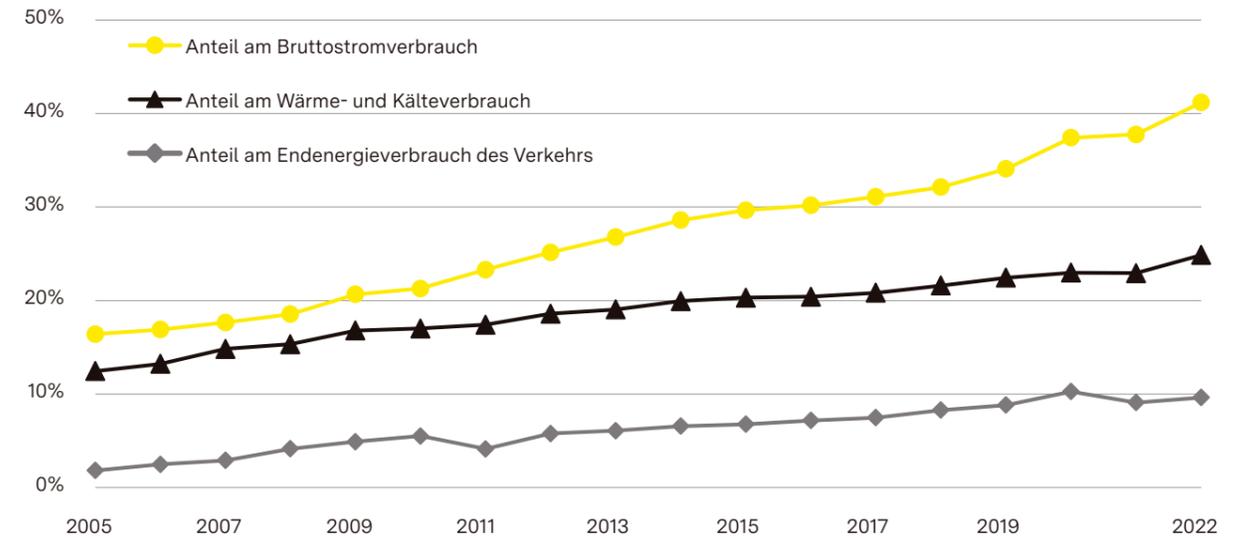
Quelle: [25]

In Deutschland wurden im Jahr 2023 rund 52 Prozent des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien erzeugt. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023 ist das Ziel verankert, dass bereits im Jahr 2030 mindestens 80 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Durch den Ausbau der Windenergie und Photovoltaik erhöhte sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien um 7 Prozent. Aufgrund des unterdurchschnittlichen Strahlungsjahrs trug die Photovoltaik relativ wenig zum Wachstum bei. Im Gegenzug ist die Stromerzeugung mit Windenergieanlagen an Land um fast 20 Prozent gewachsen. Darüber hinaus trug der sinkende Stromverbrauch zum Anstieg des Anteils der erneuerbaren Energien bei.

Die Nutzung von erneuerbarer Wärme und Kälte liegt bei rund 205 TWh und ist damit gegenüber dem Vorjahr um lediglich ein Prozent gestiegen. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch ist aufgrund des zurückgegangenen Wärmeverbrauchs insgesamt von 17,5 auf 18,8 Prozent angestiegen.

Über die Jahre hinweg ist im Verkehrsbereich eine Stagnation der Nutzung von Biokraftstoffen zu beobachten. Bei einem leicht höheren Biokraftstoffabsatz lag der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor nur geringfügig höher als im Vorjahr.

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in der Europäischen Union



Quelle: [26]

Nach Berechnungen der Europäischen Union ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch der EU-27 um gut drei Prozentpunkte auf rund 41 Prozent gestiegen. Im Verkehrs- und Wärmesektor ist der Ausbautrend verhaltener, wie auch auf Bundesebene und in Baden-Württemberg.



Einspeisung

Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg

	2022				2023			
	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	246	27	862	0,0	139	15	1.112	10,5
Deponie-, Gruben-, Klärgas	7	0,7	9,2	0,0	6	0,4	8,8	0,0
Biomasse	552	120	3.511	101	240	52	3.403	371
Geothermie	1,0	0,2	0	0	2,4	0,5	0	0
Windenergie	46	4	2.946	0	5	0,4	3.867	39
Photovoltaik	5.454	1.688	1.365	52	5.242	1.517	1.437	130
Gesamt	6.305	1.839	8.692	153	5.634	1.586	9.828	550

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: [27]



Die Börsenstrompreise im Jahr 2023 lagen niedriger als im Vorjahr. Im Rahmen der Direktvermarktung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fielen damit höhere Zahlungen für Marktprämien an, die als Förderung die Differenz zwischen Börsenstrompreisen und den jeweiligen anzulegenden Werten der Anlagen mit Zahlungsanspruch nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG-Anlagen) ausgleichen. Parallel dazu sind die im Rahmen der Direktvermarktung vermarkteten Strommengen von EEG-Anlagen in Baden-Württemberg deutlich angewachsen, insbesondere im Bereich der Windenergie. Die im Rahmen der „Festvergütung“ über die Übertragungsnetzbetreiber vermarkteten Strommengen von Anlagen in Baden-Württemberg sanken dagegen um rund 10 Prozent, womit auch die EEG-Vergütungszahlungen rückläufig waren.

Auf Bundesebene wurden im Jahr 2023 insgesamt gut 34 TWh Strom im Rahmen der EEG-„Festvergütung“ eingespeist. Diese wurden mit 9,1 Milliarden Euro vergütet. Die direkt vermarktete Strommenge belief sich auf mehr als 200 TWh. Die gesunkenen

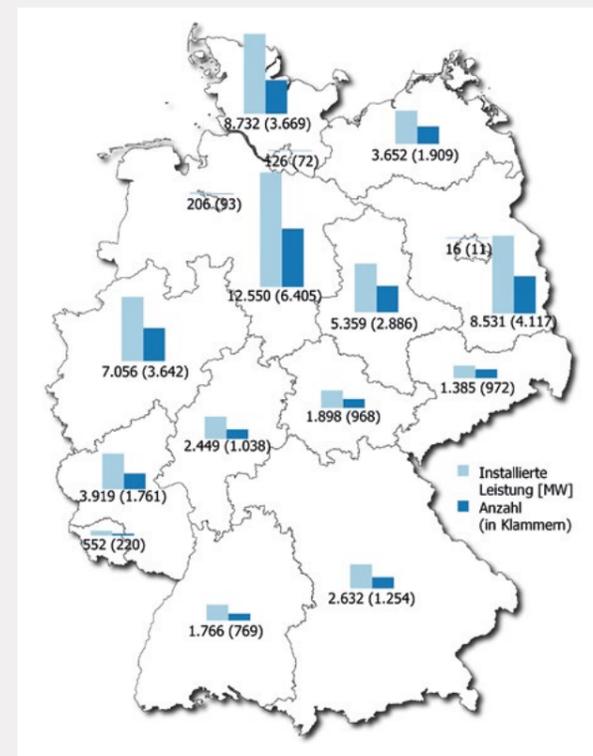
Börsenstrompreise zeigten sich in Form deutlich gestiegener Marktprämienzahlungen von 8,3 Milliarden Euro gegenüber 2 Milliarden Euro im Vorjahr. Knapp 13 Prozent der bundesweit direkt vermarkteten Strommengen entfallen auf Anlagen, die ohne Inanspruchnahme der Marktprämie vermarktet wurden. Auf Landesebene lag dieser Anteil mit knapp 11 Prozent leicht niedriger, da der Anteil der Windenergie an den vermarkteten Strommengen in Baden-Württemberg geringer ist als auf Bundesebene.

Ein direkter Vergleich der Förderzahlungen der EEG-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.



Nutzung nach Bundesländern

Installierte Leistung und Anzahl von Windenergieanlagen nach Bundesländern Ende 2023

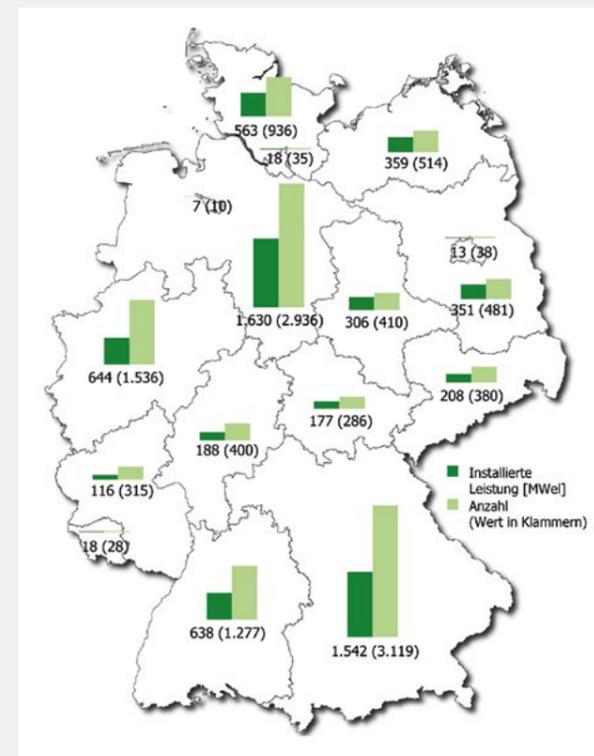


Leistungsangaben in MW
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: [20], [28]
©GeoBasis-DE / BKG 2023

Deutschlandweit waren Ende des Jahres 2023 rund 61 GW Windenergieleistung an Land installiert. Damit wuchs die installierte Leistung um 3,0 GW. Dies entspricht einem Anstieg um 43 Prozent gegenüber dem Vorjahreszubau (2022: 2,1 GW). Der größte Zuwachs erfolgte wie in den Vorjahren in Nord-/Mitteldeutschland.

Bei der Windenergie auf See konnte im Jahr 2023, wie schon im Vorjahr, ein Leistungszubau von 0,3 GW verzeichnet werden. Die installierte Leistung stieg somit auf 8,5 GW.

Installierte elektrische Leistung und Anzahl von Biogas- und Biomethananlagen Ende 2023

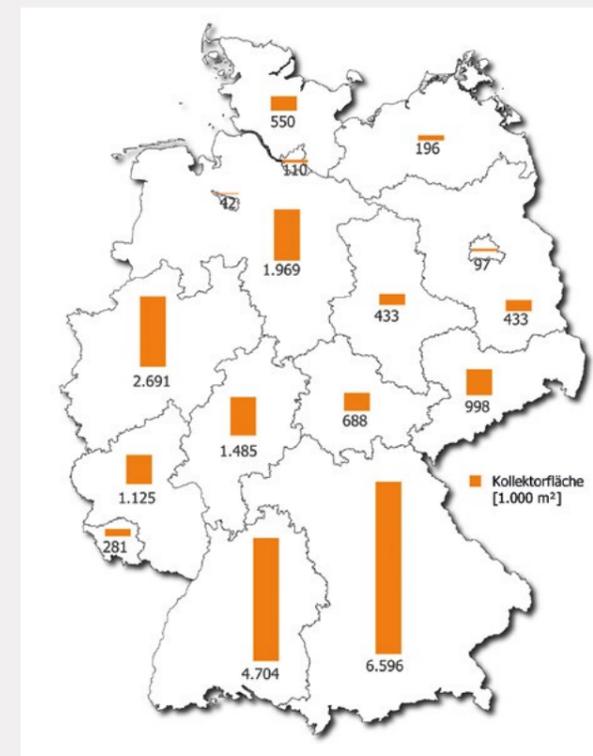


Leistungsangaben in MW_{el}
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Hinweis: Es sind nur Anlagen angeführt, die im betreffenden Jahr Strom erzeugt haben.
Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten und MaStR [15], [16]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

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

Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan beläuft sich Ende 2023 auf rund 6,8 GW_{el} (2022: 6,7 GW_{el}), die sich auf 12.700 Blockheizkraftwerke verteilen. In Baden-Württemberg sind rund 1.280 Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von rund 638 MW_{el} in Betrieb.

Regionale Verteilung der installierten Kollektorfläche von solarthermischen Anlagen Ende 2023

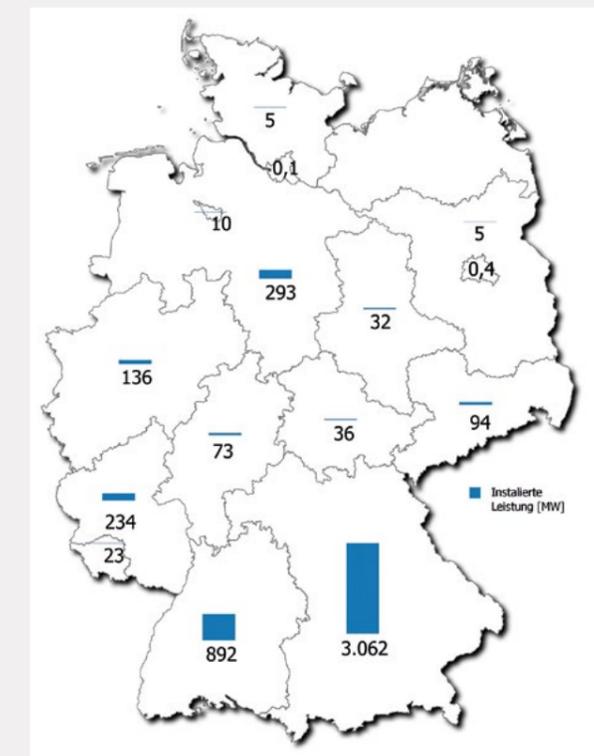


Berechnung auf Basis der Daten aus dem Marktanzreizprogramm. Für 2023 Abschätzung anhand erster Zahlen aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: ZSW auf Basis von [29], [30], [31]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

Bundesweit wurden im Jahr 2023 solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von knapp 0,4 Millionen Quadratmeter (m²) installiert. Insgesamt waren unter Berücksichtigung des Abbaus alter Anlagen Ende des Jahres 2023 knapp 22,4 Millionen m² Solarkollektorfläche installiert [29]. 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 2023 sind solche Kombianlagen.

Installierte Leistung von Wasserkraftanlagen nach Bundesländern Ende 2022



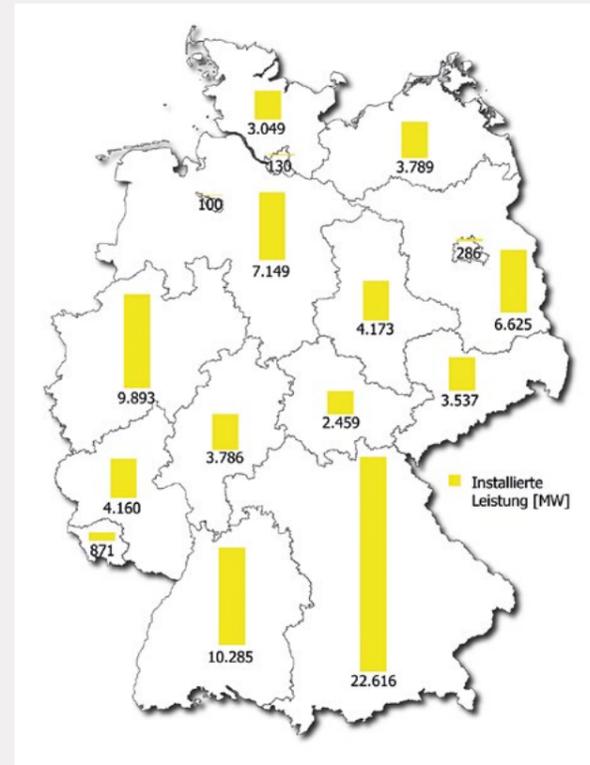
Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke, keine Pumpspeicherkraftwerke
Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quelle: [32]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

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.

Nutzung nach Landkreisen

Installierte Leistung von Photovoltaikanlagen Ende 2023

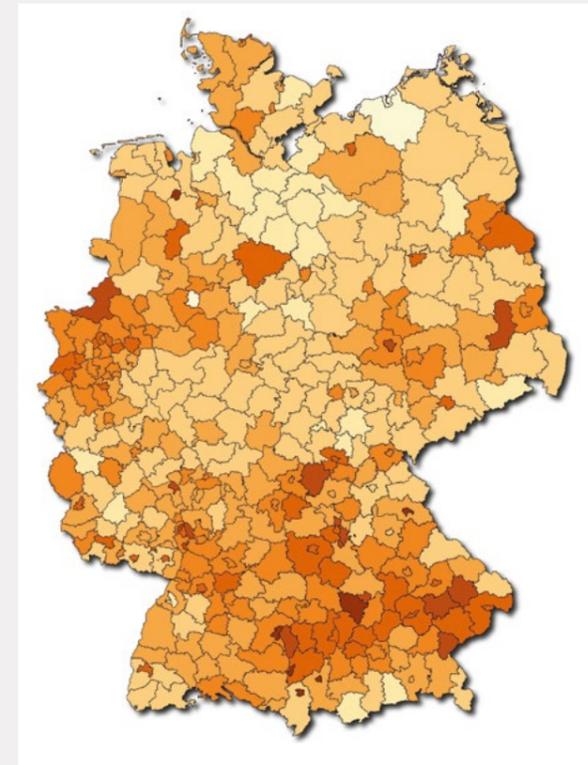


Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: ZSW, Auswertung MaStR [16]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

Im Jahr 2023 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 15,2 GW neu installiert. Mit Abstand den höchsten Zubau im Jahr 2023 hatte mit knapp 3,9 GW Bayern. An zweiter Stelle folgte Nordrhein-Westfalen mit rund 2,3 GW, gefolgt von Baden-Württemberg mit rund 2,0 GW.

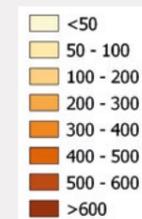
Ende des Jahres 2023 waren in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 82,9 GW am Netz, rund 22 Prozent mehr als noch ein Jahr zuvor (2022: 67,7 GW). Damit übersteigt die Leistung der installierten Photovoltaikanlagen jene der Windenergieanlagen an Land deutlich.

Verteilung der Installationsdichte von Photovoltaikanlagen in Deutschland



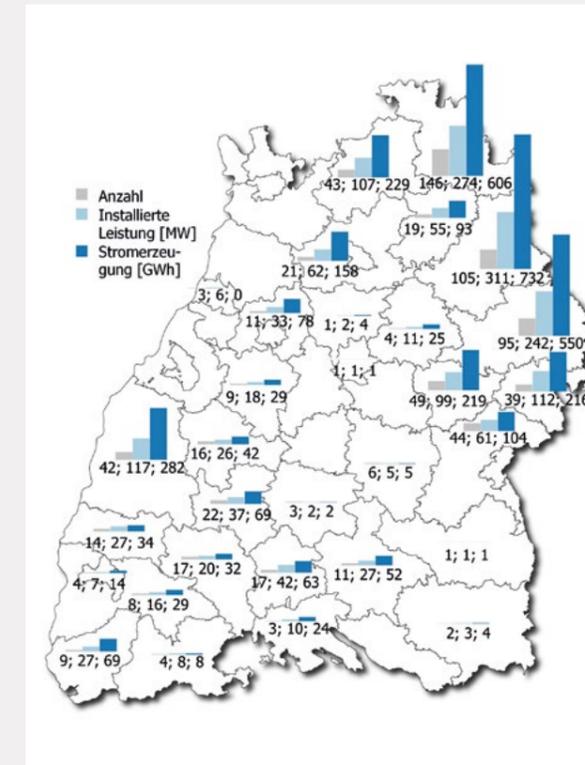
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: ZSW, Auswertung MaStR [16] und [33]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km²



Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. In der Tendenz zeigt sich im Süden und Westen eine höhere Installationsdichte als in der Mitte und im Norden. Einzelne Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Bayern, aber auch vereinzelt in den anderen Bundesländern.

Regionale Verteilung der Windkraftanlagen in Baden-Württemberg Ende 2023

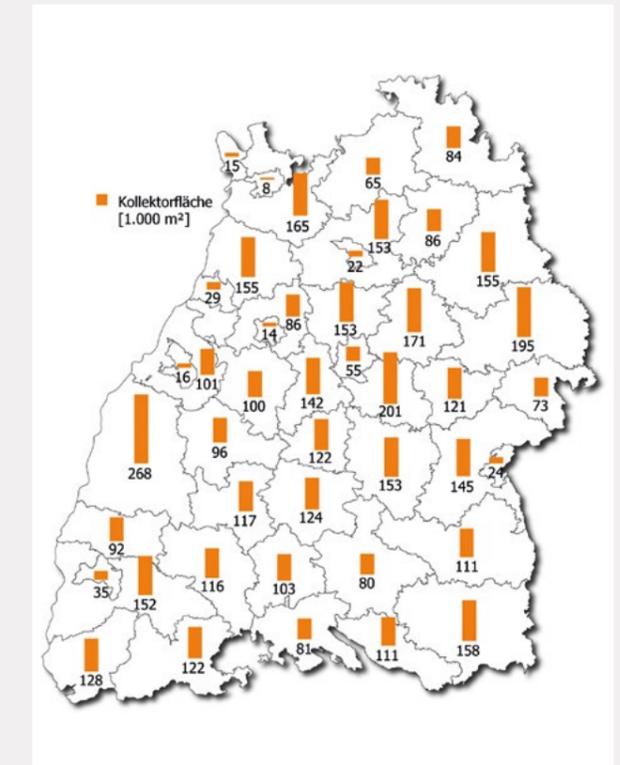


Ohne Kleinwindanlagen.
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: ZSW, Auswertung Energieatlas und EEG-Daten [15], [20]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

Windkraftanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Nordosten des Bundeslandes installiert. Auf diese Region entfallen 50 Prozent des erzeugten Windstroms und knapp 47 Prozent der im Land installierten Windkraftleistung. An erster Stelle liegt der Kreis Schwäbisch Hall mit einer Leistung von 311 MW und einer Stromerzeugung von 732 GWh, gefolgt vom Main-Tauber-Kreis (274 MW und 606 GWh) sowie dem Ostalbkreis (242 MW und 550 GWh).

Eine Ausnahme in der regionalen Verteilung ist der Ortenaukreis im Westen Baden-Württembergs, der mit einer installierten Leistung von 117 MW und einer Stromerzeugung von 282 GWh ebenfalls hohe Anlagenzahlen und Stromerträge aufweist.

Regionale Verteilung der solarthermischen Kollektorfläche in Baden-Württemberg Ende 2023



Abschätzung anhand der Daten aus dem Marktanzreizprogramm und der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quelle: ZSW auf Basis von [34], [35]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

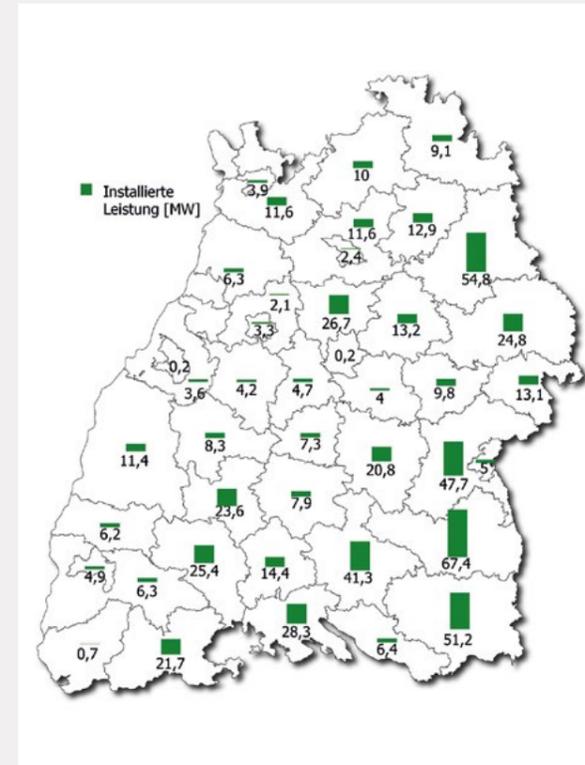
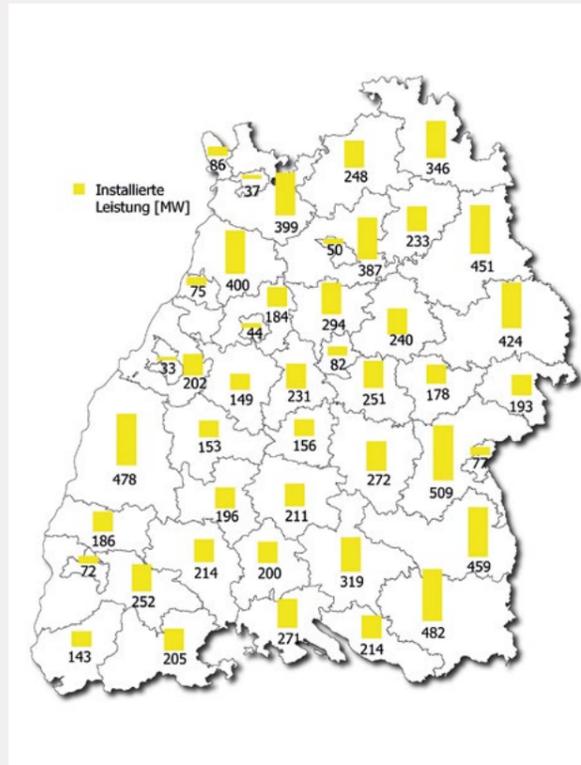
Knapp 21 Prozent der in Deutschland installierten Kollektorfläche solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt knapp 420 m² Kollektorfläche. Bezogen auf die Einwohnerzahlen sind überdurchschnittlich viele Solarkollektoren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

Energieatlas Erneuerbare Energien

Energieatlas Baden-Württemberg

Regionale Verteilung der Photovoltaikleistung in Baden-Württemberg Ende 2023

Regionale Verteilung der Biogas- und Biomethan- anlagen in Baden-Württemberg Ende 2023



Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Quellen: ZSW, Auswertung MaStR [16]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

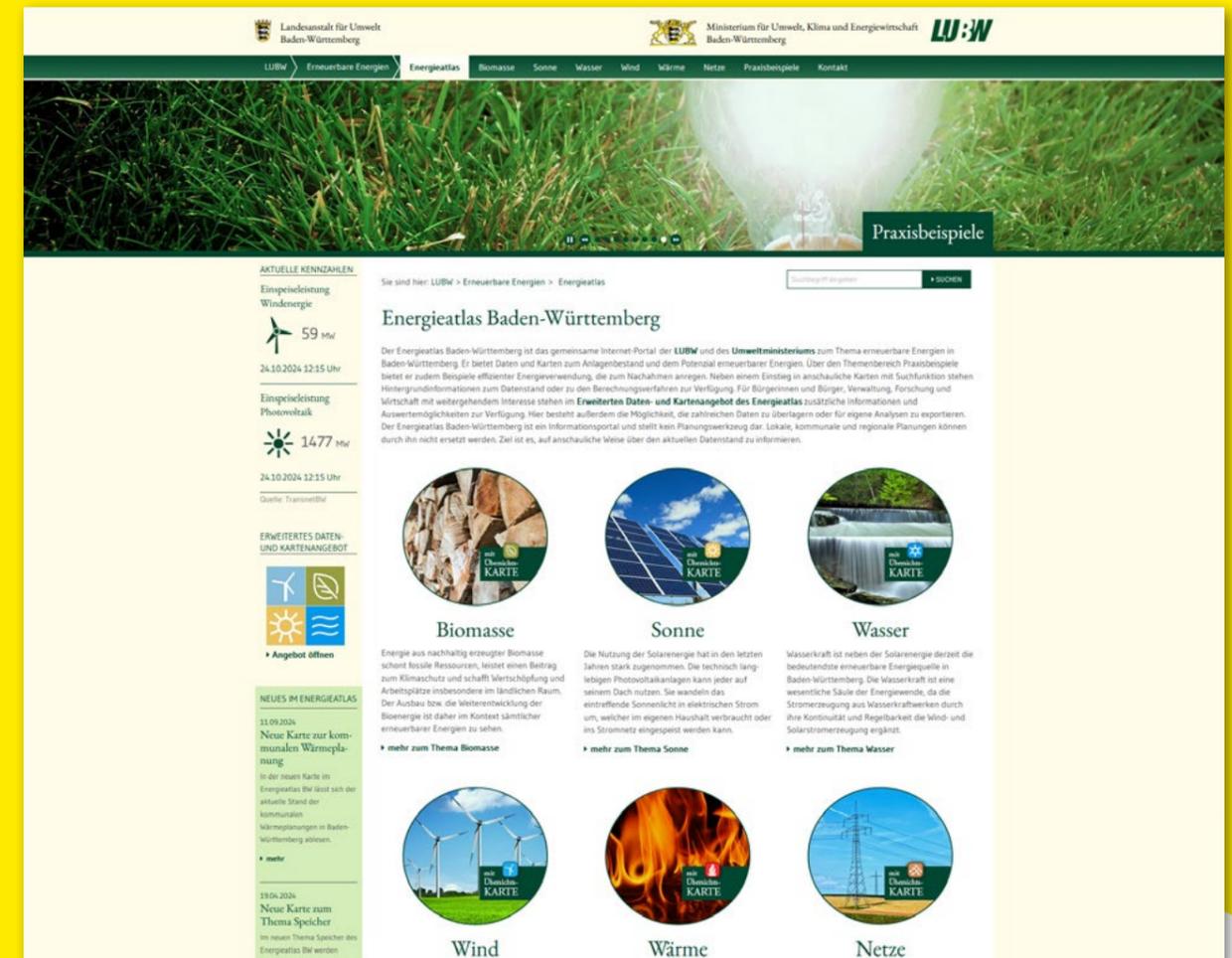
Anlagenbestand Ende 2023, Datenstand: September 2024
Hinweis: Es sind nur Anlagen angeführt, die im betreffenden Jahr Strom erzeugt haben.
Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten und MaStR [15], [16]
© GeoBasis-DE / BKG 2023

In Baden-Württemberg war Ende 2023 eine Photovoltaikleistung von rund 10,3 GW installiert. Typischerweise werden im Land vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe Photovoltaik-Anlagen gebaut. Der Bruttozubaue von PV-Anlagen im Jahr 2023 lag bei 2,0 GW.

In Baden-Württemberg waren Ende 2023 rund 1.280 Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerke mit einer installierten Leistung von rund 638 MW_{el} in Betrieb. Der größte Anteil entfällt auf Biogas-Blockheizkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von rund 565 MW. Mehr als 110 Anlagen mit einer Leistung von knapp 74 MW waren in Form von Biomethan-Blockheizkraftwerken (Biomethan-anlagen) installiert.

Bezogen auf die installierte Leistung je Einwohner liegt der Main-Tauber-Kreis mit 2,6 Kilowatt (kW) je Einwohner (EW) vor dem Alb-Donau-Kreis und dem Kreis Sigmaringen mit 2,5 beziehungsweise 2,4 kW/EW. In den Landkreisen Schwäbisch Hall und Biberach entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner 2,2 kW und im Hohenlohekreis 2,0 kW. Im Stadtkreis Stuttgart ist die installierte Leistung pro Einwohner mit 0,1 kW am geringsten.

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.



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 energieatlas-bw.de.

Methodische Erläuterungen

Anhang I: Berechnung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien

Solarthermie

Die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solarkollektoren basiert methodisch auf der international gebräuchlichen IEA-Methode der Internationalen Energieagentur (IEA) [36]. Grundlage für die Berechnung ist die mittlere jährliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche. Als Datengrundlage für die Berechnung der mittleren Globalstrahlungswerte für Baden-Württemberg dienen die Veröffentlichungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [37]. Die jährlichen Globalstrahlungswerte werden mit 0,44 (Trinkwasseranlagen) beziehungsweise 0,33 (Kombianlagen) sowie der Aperturfläche der Kollektoren multipliziert. Da die Kollektorflächen als Bruttoangaben vorliegen, wurden diese mit einem Umrechnungsfaktor von 0,9 in Aperturflächen überführt.

Wärmeerzeugung aus geothermischen Anlagen

Unter tiefeingeothermischen 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 [18, 19]. Der Wärmeaustrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20°C bezogen [38], die Auslastung wurde mit 6.000 Stunden angesetzt. Die bei einigen Quellen notwendige Antriebsenergie für Pumpen wurde vernachlässigt.

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) benötigen für den Betrieb in der Regel elektrische Antriebsenergie. Als Jahresarbeitszahlen (das Verhältnis der pro Jahr gelieferten Wärmemenge zur benötigten Antriebsenergie) wurden für Luft/Wasser-Wärmepumpen 3,1 für Wasser/Wasser-Wärmepumpen und Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,8 und für Gas-Wärmepumpen 1,4 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich des primärenergetisch bewerteten Strom- beziehungsweise Erdgaseinsatzes (Primärenergiefaktoren nach EnEV) berechnet und ist nicht direkt mit den auf Bundesebene ausgewiesenen Werten vergleichbar.

Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung aus Biomasse mit traditionellen Anlagen

Zu den Einzelfeuerstätten im Bereich der Holznutzung gehören im Wesentlichen Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen und Kamine. Darüber hinaus wird in Zentralheizungsanlagen und Heizwerken Holz verfeuert. Eine belastbare Ermittlung der in diesem Segment eingesetzten Holzmenge beziehungsweise der damit erzeugten Wärmemenge ist nur begrenzt möglich, da der Markt lediglich eine geringe Transparenz aufweist. So wird zum Beispiel ein großer Teil des dafür eingesetzten Holzes nicht kommerziell gehandelt.

Die Zeitreihe basiert auf Studien zum Emissionsaufkommen in den Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg (LUBW [39], IVD [11]). Darüber hinaus werden jeweils aktuelle Angaben des Landesinventionsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet (LIV [10]). Zukünftige Änderungen auf Basis einer verbesserten oder geänderten 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 [40] auf die Bereiche Strom und Wärme aufgeteilt. Zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents der Bereitstellung von Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien werden Endenergie und Primärenergie gleichgesetzt.

Anhang 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 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.

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

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 so genannte 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 so genannte 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 verstärker 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

Quellenverzeichnis

1. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Energiebericht Baden-Württemberg. Diverse Ausgaben.
2. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Energie. Verfügbar unter: statistik-bw.de/Energie
3. SOLARENERGIE-FÖRDERVEREIN DEUTSCHLAND E.V. Regionale Stromertragsdaten von PV-Anlagen. Verfügbar unter: pv-ertraege.de
4. HEIMERL, Stephan. Persönliche Mitteilungen.
5. ARBEITSGRUPPE ERNEUERBARE ENERGIEN-STATISTIK (AGEE-STAT). Persönliche Mitteilungen.
6. KLIMASCHUTZ- UND ENERGIEAGENTUR BADEN-WÜRTTEMBERG (KEA). Persönliche Mitteilungen 2005 bis 2014.
7. ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIEBILANZEN E.V. Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2023. 11. März 2024. Verfügbar unter: ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2024/05/AGEB_Jahresbericht2023_20240529_dt.pdf
8. BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE E.V. Diverse Pressemeldungen.
9. INTERNATIONALES GEOTHERMIEZENTRUM BOCHUM. Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes. Bestandsaufnahme und Trends. 2. Aktualisierung der Studie. November 2017.
10. LANDESINNUNGSVERBAND DES SCHORNSTEINFEGERHANDWERKS BADEN-WÜRTTEMBERG. Persönliche Mitteilungen.
11. KILGUS, Daniel, STRUSCHKA, Michael und BAUMBACH, Günter. Ermittlung des Emissionsaufkommens für Staub im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg. Dezember 2007.
12. INTERESSENGEMEINSCHAFT DER THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN IN DEUTSCHLAND E.V. Angaben zu Abfallverwertungsanlagen. Verfügbar unter: itad.de/ueber-uns/anlagen
13. INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU). Gradtagzahlen in Deutschland.
14. ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (ZSW). Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland. Diverse Evaluierungsberichte.
15. ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER. EEG-Stamm- und Bewegungsdaten.
16. BUNDESNETZAGENTUR. Marktstammdatenregister. Verfügbar unter: marktstammdatenregister.de/MaStR
17. AG ENERGIEBILANZEN E.V. (AGEB). Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland.
18. 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.
19. 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.
20. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). Energieatlas BW – Erweitertes Daten- und Kartenangebot. Verfügbar unter: udo.lubw.baden-wuerttemberg.de
21. UMWELTBUNDESAMT. Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2022. 2023. Verfügbar unter: umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger-2022
22. Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023. 7. Februar 2023. Verfügbar unter: landesrecht-bw.de/bsbw/document/jlr-KlimaSchGBW2023rahmen
23. MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT. Klima-Maßnahmen-Register (KMR). Baden-Württemberg.de. 3. April 2023. Verfügbar unter: um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/klimaschutz-in-bw/klima-massnahmen-register-kmr
24. STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Klimabilanz 2023: Treibhausgas-Ausstoß auf dem niedrigsten Stand seit 1990. 4. Juli 2024. Verfügbar unter: statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2024169
25. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ. Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. 3. Mai 2024. Verfügbar unter: bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023.html
26. Eurostat. Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector. 19. September 2024. Verfügbar unter: ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG_07_40/default/table
27. NETZTRANSPARENZ. EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter: netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen/EEG/EEG-Abrechnungen/EEG-Jahresabrechnungen/EEG-Jahresabrechnungen
28. DEUTSCHE WINDGUARD GMBH. Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland. Jahr 2023. 16. Januar 2024. Verfügbar unter: windguard.de/statistik-jahr-2023.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/windenergiestatistik/2023/Jahr/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Jahr%202023.pdf
29. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ. Erneuerbare Energien in Zahlen. Verfügbar unter: bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html
30. BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE (BAFA). Daten zum Marktanreizprogramm.
31. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ. Fachinformationen zur BEG. Verfügbar unter: energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/BEG/beg-fachinformation.html
32. 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.
33. STATISTISCHES BUNDESAMT. Kreisfreie Städte und Landkreise nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2022. Statistisches Bundesamt. 21. September 2023. Verfügbar unter: destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/04-kreise.html
34. BSW - BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT E.V. Solaratlas. Verfügbar unter: solaratlas.de
35. BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE. Auswertung der BEG-Förderung im Bereich Solarthermie in Baden-Württemberg. 2024.
36. IEA SOLAR HEATING AND COOLING PROGRAMME. Converting Installed Solar Collector Area & Power Capacity into Estimated Annual Solar Collector Energy Output. Verfügbar unter: iea-shc.org/Data/Sites/1/documents/statistics/Calculation_Method.pdf
37. DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD). Globalstrahlung. Verfügbar unter: dwd.de/DE/leistungen/solar-energie/lstrahlungskarten_su.html
38. PESTER, S., SCHELLSCHMIDT, R. und SCHULZ, R. Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermie Anlagen in Deutschland auf einen Blick. Geothermische Energie 56/57.
39. LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW). Emissionskataster. Verfügbar unter: lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/emissionskataster
40. AG ENERGIEBILANZEN. Energie in Zahlen. Arbeit und Leistungen der AG Energiebilanzen. Januar 2019. Verfügbar unter: ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2019/01/ageb-energie_in_zahlen_2019.pdf

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
Telefon: +49 711 126-0
Fax: +49 711 126-2881
Internet: um.baden-wuerttemberg.de
E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Konzeption und Redaktion

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Referat 64

Konzeption und Ausarbeitung

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
Tobias Kelm, Dr. Peter Bickel

Gestaltung

Layoutlounge – Büro für Gestaltung, Brandmair & Bausch GbR, 70794 Filderstadt

Bildnachweis

Titelseite: © Umweltministerium/Björn Hänsler
Seite 2: © Jan/stock.adobe.com
Seite 5: links: © Eberhard/stock.adobe.com; rechts: © Layoutlounge/Stefanie Brandmair
Seite 6: © Layoutlounge/Stefanie Brandmair
Seite 9: links: © Björn Schlapbach/stock.adobe.com; rechts: © Jürgen Fälchle/stock.adobe.com
Seite 15: © backyardpix/stock.adobe.com
Seite 18: © Jan/stock.adobe.com
Seite 19: © Dominik Rueß/stock.adobe.com
Seite 21: © geoki/stock.adobe.com
Seite 22/23: © Umweltministerium/Björn Hänsler
Seite 25: © creativenature.nl/stock.adobe.com
Seite 26: © Layoutlounge/Birgit Bausch
Seite 28: © Agri-Photovoltaik Kressbronn/Fraunhofer ISE
Seite 29: © Agri-Photovoltaik Kressbronn/Fraunhofer ISE
Seite 31: © familie-eisenlohr.de/stock.adobe.com
Seite 33: © Fotolyse/Fotolia.com
Seite 46: © EinBlick/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: September 2024

