

# Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2015



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 - 2377

Internet: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de>

E-Mail: [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)

Kontakt, Idee, Konzeption und Redaktion:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

Referat 64 „Erneuerbare Energien“

Konzeption und Ausarbeitung:

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, ZSW Stuttgart

- M.Sc. Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Tobias Kelm

Fotonachweis:

Dipl.-Ing. Bruno Lorinser, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

Gestaltung Umschlag:

Axel Göhner, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau

Baden-Württemberg

Realisierung, Satz, Repro und Druck:

Schwäbische Druckerei GmbH

Stuttgart



*Das verwendete Papier ist FSC-  
und mit dem "Blauen Engel" zertifiziert.*

Oktober 2016

Anmerkung: Die vorliegende Zusammenstellung entstand in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit zahlreichen Verbänden, Forschungseinrichtungen und Instituten. Sämtliche Angaben in dieser Broschüre sind vorläufig und können sich im Abgleich mit den Daten der amtlichen Statistik oder anderen Quellen noch verändern.



Großes Kollektorfeld für solarthermische Anlage in Crailsheim



Neu angelegtes Umgehungsgewässer beim Wasserkraftwerk Ryburg-Schwörstadt

# Inhaltsverzeichnis

## Inhaltsverzeichnis

Entwicklung des Energieverbrauchs	7
Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung	8
Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien	9
Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung	10
Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien	11
Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien	15
Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien	16
Treibhausgas-Emissionen in Baden-Württemberg und Treibhausgas-Vermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien	17
Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland und Europa	19
Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und Entwicklung der EEG-Umlage	21
Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern	22
Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen	25
Energieatlas Erneuerbare Energien	29
Beschäftigungseffekte in Baden-Württemberg	31
Beratungsangebot und Öffentlichkeitsarbeit	33
Literaturhinweise	34
Verzeichnis relevanter Institutionen	37
Informationsdienste	39
<b>Anhang</b>	
Methodische Erläuterungen	40
Glossar	45
Umrechnungstabellen	47
Quellenverzeichnis	48



Solarthermischer Großkollektor in Crailsheim, dessen Umfeld als Lebensraum gestaltet ist.

## Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2015

[PJ]	2014	2015	
<b>Primärenergieverbrauch</b>	<b>1.396</b>	<b>1.447</b>	<b>+3,7 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	172	178	+3,6 %
davon fossil/Kernkraft	1.224	1.269	+3,7 %
<b>Anteil der EE am Primärenergieverbrauch</b>	<b>12,3 %</b>	<b>12,3 %</b>	

Aufgrund der kühleren Witterungsbedingungen, der deutlich gestiegenen Stromerzeugung aus Steinkohle und des Wirtschaftswachstums ist der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg im Jahr 2015

gegenüber dem Vorjahr nach ersten Schätzungen um fast 4 % gestiegen. Anteilig trugen die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2015 wie im Vorjahr 12,3 % zum Primärenergieverbrauch bei.

## Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2015

[TWh]	2014	2015	
<b>Endenergieverbrauch</b>	<b>278</b>	<b>286</b>	<b>+2,6 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	36,8	38,3	+3,9 %
davon fossil/Kernkraft	242	247	+2,4 %
<b>Anteil der EE am Endenergieverbrauch</b>	<b>13,2 %</b>	<b>13,4 %</b>	

Auch der Endenergieverbrauch ist im Jahr 2015 angestiegen. Dies ist auf Verbrauchssteigerungen in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr zurückzuführen (vgl. untenstehende Tabellen und Erläuterungen). Der

Beitrag der erneuerbaren Energien ist stärker gewachsen, womit im Jahr 2015 ein Anteil von 13,4 % am Endenergieverbrauch erreicht wurde.

Die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ist nach ersten Schätzungen mit +5,9 % wieder deutlich gestiegen und erreicht 64,4 TWh. Dies ist hauptsächlich auf die Mehrerzeugung in Steinkohlekraftwerken zurückzuführen, in denen im

[TWh]	2014	2015	
<b>Bruttostromerzeugung <sup>1)</sup></b>	<b>60,9</b>	<b>64,4</b>	<b>+5,9 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	14,8	14,9	+0,8 %
davon fossil/Kernkraft	46,1	49,5	+7,5 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	24,3 %	23,1 %	

Jahr 2015 gut 13 % mehr Strom als im Vorjahr erzeugt wurden (+2,4 TWh). In den Kernkraftwerken Baden-Württembergs stieg die Erzeugung um 0,9 TWh gegenüber dem Vorjahr (+4 %).

<b>Bruttostromverbrauch <sup>1)</sup></b>	<b>75,4</b>	<b>76,6</b>	<b>+1,6 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	14,8	14,9	+0,8 %
davon fossil/Kernkraft	60,6	61,7	+1,8 %
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	19,6 %	19,5 %	

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist insgesamt nur moderat gewachsen, da die Mehrerzeugung aus Windenergie- (+27 %) und Photovoltaikanlagen (+6 %) durch das schlechte Wasserjahr (-10 %) weitgehend kompensiert wurde. Trotz des hohen Zuwachses der installierten Leistung von Windenergieanlagen von 146 MW ist die Mehrerzeugung primär dem guten Windjahr zuzurechnen, da die neuen Windenergieanlagen fast ausschließlich im vierten

<b>Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung <sup>2)</sup></b>	<b>124</b>	<b>130</b>	<b>+4,7 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	17,6	19,2	+9,1 %
davon fossil	106	110	+4,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	14,2 %	14,8 %	
<b>Endenergieverbrauch Kraftstoffe</b>	<b>87,3</b>	<b>87,6</b>	<b>+0,4 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	4,4	4,2	-6,3 %
davon fossil	82,8	83,4	+0,7 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	5,1 %	4,8 %	

Quartal 2015 in Betrieb genommen wurden. Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2015 einen Beitrag von knapp 15 TWh bzw. gut 23 % zur Stromerzeugung.

Der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg ist gegenüber dem Vorjahresniveau nach ersten Schätzungen auf 76,6 TWh gestiegen. Als Folge des Anstiegs der Bruttostromerzeugung sind die Stromimporte im Jahr 2015 deutlich gesunken.

Nach dem milden Jahr 2014 ist der Verbrauch von erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung im Jahr 2015 wieder angestiegen. Insgesamt erreicht der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung knapp 15 % im Jahr 2015. Zu berücksichtigen ist, dass mit der vorliegenden Ausgabe eine Angleichung an die Bundesmethodik erfolgt und der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmesektor auf den Endenergieverbrauch im Wärmesektor ohne Strom bezogen wird.

Der Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor ist weiter angestiegen. Gleichzeitig ist die Nutzung von Biokraftstoffen rückläufig. Insgesamt ging der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehr auf 4,8 % zurück.

1) In Baden-Württemberg wird mehr Strom verbraucht, als erzeugt wird. Über den Anteil der erneuerbaren Energien am importierten Strom kann jedoch mangels Daten keine Aussage gemacht werden.

2) ohne Strom zur Wärmeerzeugung (analog zur Methodik auf Bundesebene)

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 8; zur Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch seit 1998 siehe Seite 10.

# Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2015

	End- energie [GWh]	Primärenergie- äquivalent <sup>1)</sup> nach Wirkungsgradmethode [PJ]	Anteil am Endenergie- verbrauch		Anteil am PEV nach Wirkungs- gradmethode <sup>1)</sup> [%]
			[%]	[%]	
<b>Stromerzeugung</b>			<b>Anteil am Bruttostrom- verbrauch <sup>2)</sup></b>	<b>Anteil an der Bruttostrom- erzeugung <sup>3)</sup></b>	
Wasserkraft <sup>4)</sup>	4.347	15,6	5,7	6,7	1,1
Windenergie	860	3,1	1,1	1,3	0,2
Photovoltaik	5.270	19,0	6,9	8,2	1,3
feste biogene Brennstoffe	1.128	11,6	1,5	1,8	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	35	0,4	0,0	0,1	0,0
Biogas	2.630	26,4	3,4	4,1	1,8
Klärgas	184	1,4	0,2	0,3	0,1
Deponiegas	35	0,6	0,05	0,05	0,04
Geothermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	420	4,8	0,5	0,7	0,3
<b>Gesamt</b>	<b>14.908</b>	<b>83,0</b>	<b>19,5</b>	<b>23,1</b>	<b>5,7</b>
<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme <sup>6)</sup></b>		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>7)</sup>	8.866	31,9	6,8		2,2
feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>8)</sup>	5.966	24,1	4,6		1,7
flüssige biogene Brennstoffe	27	0,2	0,02		0,01
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.142	6,0	0,9		0,4
Solarthermie	1.599	5,8	1,2		0,4
tiefe Geothermie	105	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme <sup>9)</sup>	634	6,5	0,5		0,4
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	864	4,9	0,7		0,3
<b>Gesamt</b>	<b>19.203</b>	<b>79,8</b>	<b>14,8</b>		<b>5,5</b>
<b>Kraftstoffe</b>			<b>Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs <sup>10)</sup></b>		
Biodiesel	2.906	10,5	3,3		0,7
Bioethanol	1.183	4,3	1,4		0,3
Pflanzenöl	3	0,01	0,0		0,0
Biomethan	72	0,3	0,1		0,0
<b>Gesamt</b>	<b>4.165</b>	<b>15,0</b>	<b>4,8</b>		<b>1,0</b>
<b>Energiebereitstellung aus EE</b>			<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch <sup>11)</sup></b>		
<b>Gesamt</b>	<b>38.277</b>	<b>177,8</b>	<b>13,4</b>		<b>12,3</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

- 1) bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch von 1.447 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II
- 2) bezogen auf einen geschätzten Bruttostromverbrauch von 76,6 TWh
- 3) bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung von 64,4 TWh
- 4) einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken
- 5) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt
- 6) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von insgesamt 130 TWh
- 7) Kachelöfen, Kaminöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten
- 8) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke
- 9) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; s. Anhang I
- 10) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch des Verkehrs von 87,6 TWh (ohne Strom)
- 11) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch von 286 TWh

Quellen: ZSW [1], Fichtner [2], ISI [3], WM [4], StaLa [5], BMU [6], ISET [8], UIL [9], SFV [10], IE [11], DEWI [12], WindGuard [13], Heimerl [14], IE [15], AGEE [16], KEA [17], AGEb [18], LEL [19], Stober [20], BWP [21], GZB [22], LIV [23], IVD [24], LUBW [25], ITAD [26] LSZ [27], DBFZ [28], TransnetBW [29], Amprion [30], IWU [31], BW [32], ZSW [33], BAFA [36], EG [37], AGEb [39], ÜNB [42], BNetzA [44], AGEb [48]



## Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg

	Wasserkraft <sup>1)</sup>		Windenergie <sup>2)</sup>		Photovoltaik <sup>3)</sup>		feste biogene Brennstoffe		flüssige biogene Brennstoffe		Biogas <sup>4)</sup>		Klärgas	Deponiegas	Geothermie	biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW <sub>p</sub> ]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]					
2000	5.628	768	35	63	5	9	307	58	0	37	7	93	160	0	203	<b>6.469</b>	
2001	5.750	772	92	118	19	38	354	66	1,2	56	11	101	152	0	205	<b>6.730</b>	
2002	5.769	776	174	179	33	71	398	75	1,5	80	13	107	139	0	218	<b>6.919</b>	
2003	4.549	775	234	210	79	123	474	104	2,9	107	17	110	97	0	201	<b>5.853</b>	
2004	5.036	775	307	259	134	256	728	153	14	154	27	116	131	0	213	<b>6.834</b>	
2005	4.934	775	312	278	272	452	957	158	51	282	54	122	128	0	291	<b>7.349</b>	
2006	5.233	775	395	300	465	646	981	161	172	526	96	127	90	0	386	<b>8.376</b>	
2007	5.172	775	587	410	668	911	991	162	259	757	127	135	94	0	479	<b>9.142</b>	
2008	5.120	777	614	422	951	1.268	974	168	208	992	140	146	76	0	481	<b>9.561</b>	
2009	4.877	777	545	456	1.370	1.888	1.095	181	294	1.265	162	149	53	0,04	458	<b>10.106</b>	
2010	5.098	832	541	465	2.085	3.009	1.094	179	217	1.462	203	153	49	0,1	359	<b>11.060</b>	
2011	4.079	837	589	482	3.320	3.864	975	188	62	1.909	256	159	46	0	442	<b>11.581</b>	
2012	4.738	842	666	506	4.072	4.419	1.133	190	37	2.155	272	165	41	0,5	357	<b>13.366</b>	
2013	5.103	866	667	536	4.290	4.757	1.100	194	33	2.327	296	173	39	1,2	404	<b>14.138</b>	
2014	4.841	871	679	551	4.974	5.013	1.118	194	33	2.525	319	181	37	0,6	406	<b>14.795</b>	
2015	4.347	876	860	697	5.270	5.173	1.128	195	35	2.630	321	184	35	0	420	<b>14.908</b>	

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

	feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>6)</sup>		feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>7)</sup>		flüssige biogene Brennstoffe		Biogas, Deponiegas, Klärgas		Solarthermie <sup>8)</sup>		tiefe Geothermie		Umweltwärme <sup>9)</sup>		biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>		Summe Wärmeerzeugung		Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Biomethan	Summe Kraftstoffe		Summe Endenergiebereitstellung	
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[1.000 m <sup>2</sup> ]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]					[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	6.839	939	0	58	275	668	468	k.A.	28	922	<b>9.061</b>	148	0	10	0	157	<b>15.687</b>									
2001	7.768	1.033	0,3	73	334	882	618	k.A.	34	939	<b>10.181</b>	183	0	11	0	193	<b>17.104</b>									
2002	7.492	1.230	0,3	87	396	978	684	k.A.	40	955	<b>10.201</b>	251	0	11	0	262	<b>17.382</b>									
2003	7.681	1.542	0,3	93	518	1.126	788	64	48	827	<b>10.773</b>	366	0	13	0	379	<b>17.006</b>									
2004	7.912	1.858	2,0	87	523	1.273	891	64	58	699	<b>11.202</b>	527	25	18	0	569	<b>18.605</b>									
2005	7.959	2.224	27	104	612	1.450	1.015	64	69	736	<b>11.795</b>	2.357	232	267	0	2.856	<b>22.000</b>									
2006	8.049	2.594	105	184	709	1.706	1.194	76	85	774	<b>12.575</b>	3.895	526	1.020	0	5.441	<b>26.392</b>									
2007	8.159	2.978	161	208	782	1.883	1.318	76	182	900	<b>13.446</b>	4.329	449	1.142	0	5.920	<b>28.508</b>									
2008	8.274	3.360	161	343	883	2.231	1.562	76	212	960	<b>14.270</b>	3.594	631	565	1	4.790	<b>28.621</b>									
2009	8.401	4.152	221	557	1.033	2.551	1.786	88	281	943	<b>15.676</b>	3.236	922	144	2	4.304	<b>30.085</b>									
2010	8.905	4.876	188	659	1.107	2.786	1.950	95	323	739	<b>16.892</b>	3.290	1.171	86	22	4.569	<b>32.520</b>									
2011	8.570	4.631	58	797	1.274	3.020	2.114	102	336	910	<b>16.679</b>	3.202	1.252	29	26	4.509	<b>32.769</b>									
2012	8.682	5.346	33	832	1.326	3.257	2.280	105	368	735	<b>17.427</b>	3.303	1.240	35	56	4.634	<b>35.427</b>									
2013	8.765	5.853	26	986	1.350	3.455	2.419	105	401	831	<b>18.315</b>	2.946	1.191	1	75	4.214	<b>36.667</b>									
2014	8.031	5.519	25	1.098	1.469	3.657	2.560	105	511	835	<b>17.594</b>	3.118	1.239	9	79	4.445	<b>36.834</b>									
2015	8.866	5.966	27	1.142	1.599	3.849	2.694	105	634	864	<b>19.203</b>	2.906	1.183	3	72	4.165	<b>38.277</b>									

Alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum Jahresende. Für die mit k.A. ausgefüllten Felder konnten keine Werte ermittelt werden.

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016. Abweichungen in den Summen durch Rundungen. Quellen siehe Seite 8.

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken; Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken; ab 2003 Abweichung zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe (Heimerl [14])
- 2) Neue Zeitreihe zur installierten Leistung von Windenergieanlagen mit Daten der LUBW
- 3) Stromerzeugung einschließlich Eigenverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem PV-Strom)
- 4) In der Leistungsangabe des Jahres 2013 sind erstmals auch die nichtlandwirtschaftlichen Reststoff- und Abfallvergärungsanlagen enthalten (LEL [19])
- 5) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt
- 6) Kaminöfen, Kachelöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet)
- 7) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet)
- 8) zur Umrechnung der Kollektortfläche in Leistung wurde der Konversionsfaktor 0,7 kW<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> verwendet
- 9) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; s. Anhang I

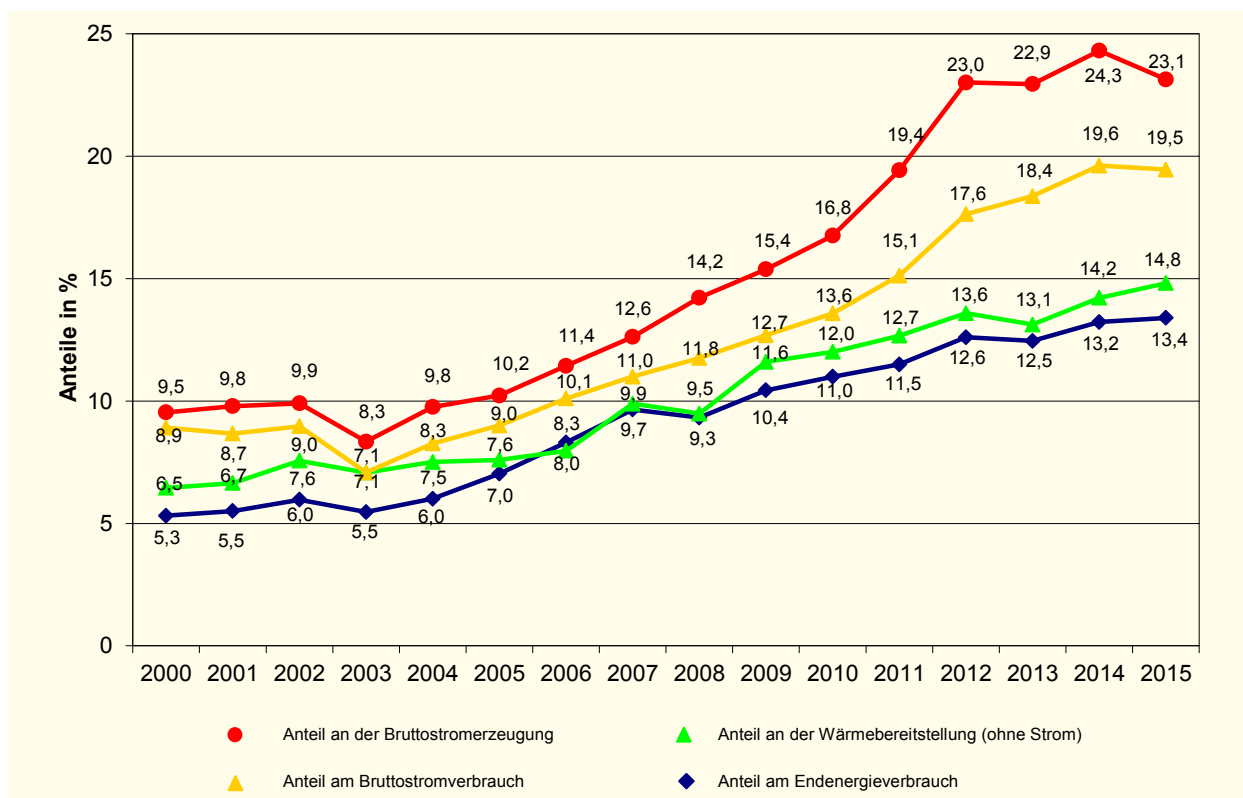
## Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Baden-Württemberg

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Endenergieverbrauch</b>																
	[%]															
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,5	9,8	9,9	8,3	9,8	10,2	11,4	12,6	14,2	15,4	16,8	19,4	23,0	22,9	24,3	23,1
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	8,7	9,0	7,1	8,3	9,0	10,1	11,0	11,8	12,7	13,6	15,1	17,6	18,4	19,6	19,5
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	6,5	6,7	7,6	7,1	7,5	7,6	8,0	9,9	9,5	11,6	12,0	12,7	13,6	13,1	14,2	14,8
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	3,3	6,3	6,9	5,7	5,3	5,5	5,3	5,5	4,9	5,1	4,8
<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch</b>	<b>5,3</b>	<b>5,5</b>	<b>6,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,0</b>	<b>7,0</b>	<b>8,3</b>	<b>9,7</b>	<b>9,3</b>	<b>10,4</b>	<b>11,0</b>	<b>11,5</b>	<b>12,6</b>	<b>12,5</b>	<b>13,2</b>	<b>13,4</b>
<b>Primärenergieverbrauch</b>																
	[%]															
Stromerzeugung	1,8	1,8	1,9	1,7	2,2	2,5	2,9	3,4	3,5	3,9	4,0	4,6	5,3	5,4	5,9	5,7
Wärmebereitstellung	2,3	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,6	3,7	4,2	4,4	4,8	5,2	5,3	5,3	5,5
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0
<b>Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>	<b>5,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>	<b>8,3</b>	<b>8,3</b>	<b>9,1</b>	<b>9,4</b>	<b>10,5</b>	<b>11,7</b>	<b>11,7</b>	<b>12,3</b>	<b>12,3</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

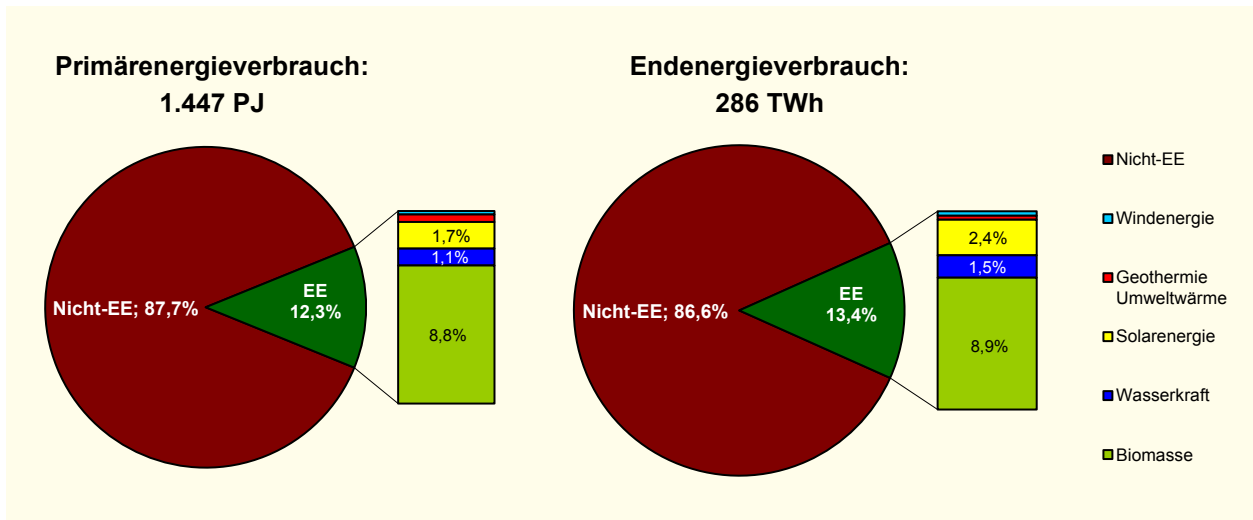
Da die Stromerzeugung in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2008 insgesamt eine rückläufige Tendenz aufweist, sind die Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ab 2008 überzeichnet. Ein realistischeres Bild der erneuerbaren Energien im Stromsektor erlaubt der Bezug auf den Bruttostromverbrauch, der bis 2011 vergleichsweise konstant um ein Niveau von etwa 81 TWh pendelte, allerdings seit 2012 auch eine rückläufige Tendenz aufweist. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch in Baden-Württemberg belief sich im Jahr 2015 auf knapp 20 %.

## Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung, an der Wärmebereitstellung und am Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg

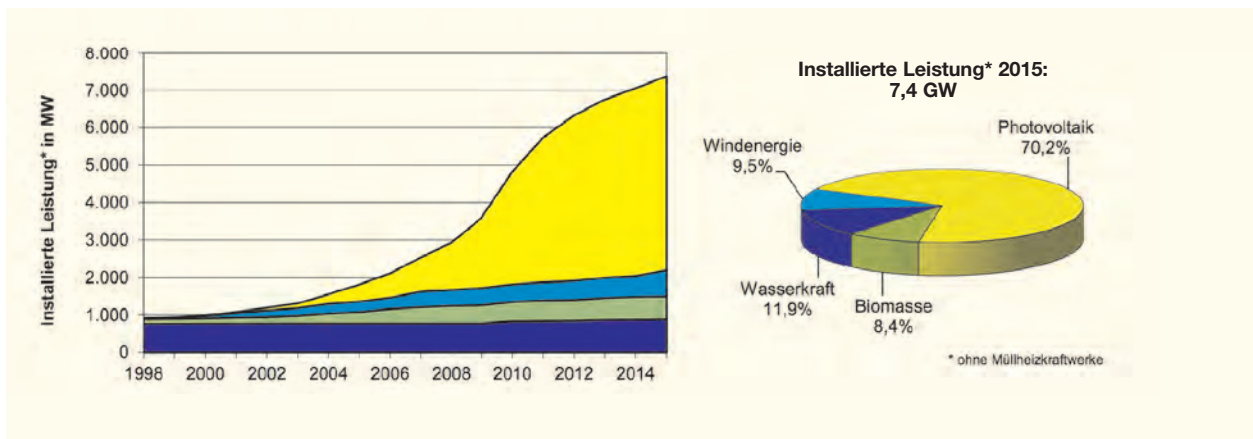
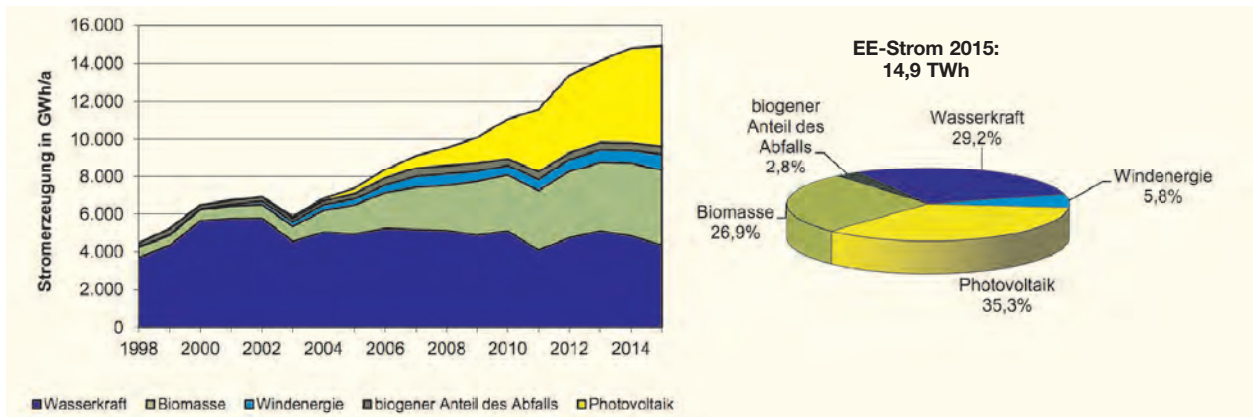


Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016; Quellen: siehe S. 8

# Struktur des Primärenergie- und Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2015



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

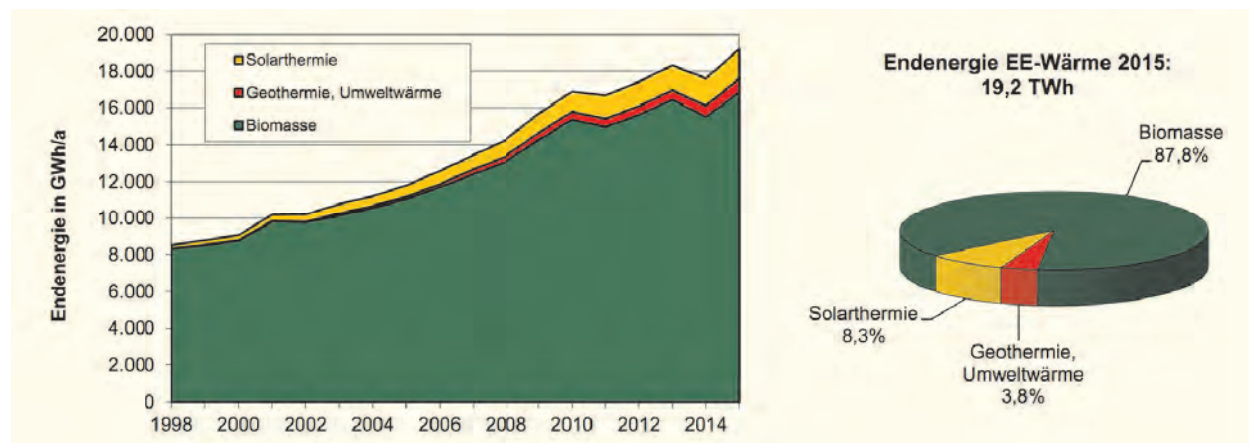


Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016.

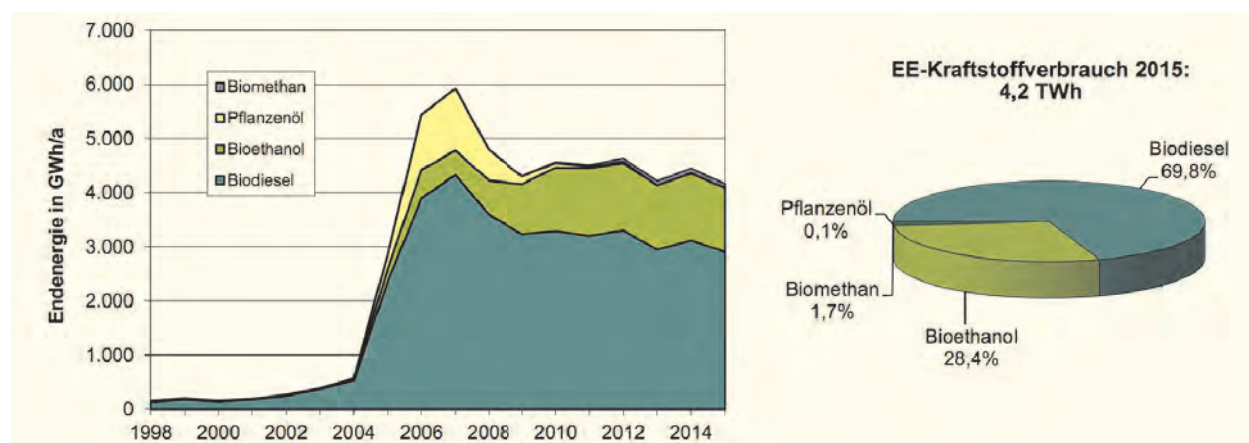


Bau eines Wasserspeichers für Windstrom bei Gaildorf

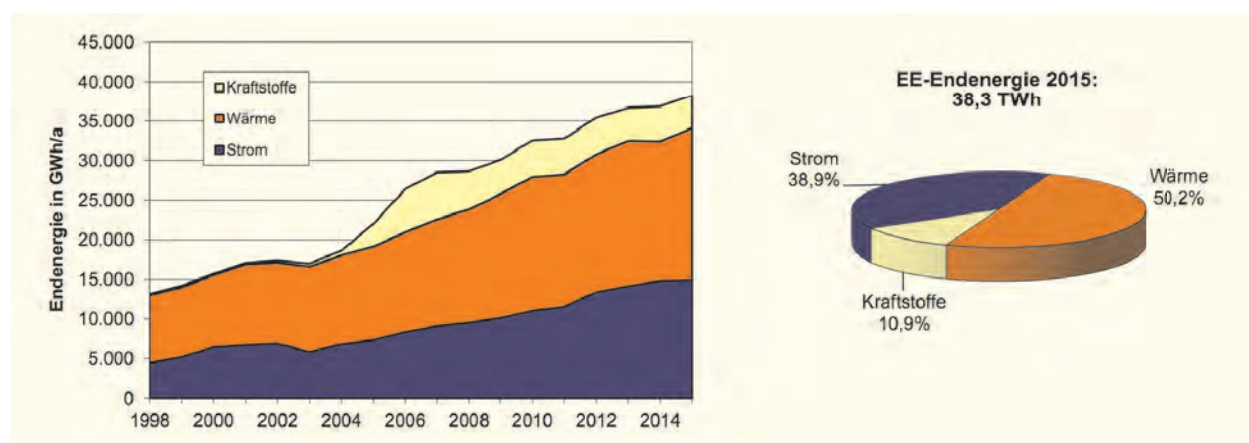
## Entwicklung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien Baden-Württemberg



## Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs in Baden-Württemberg



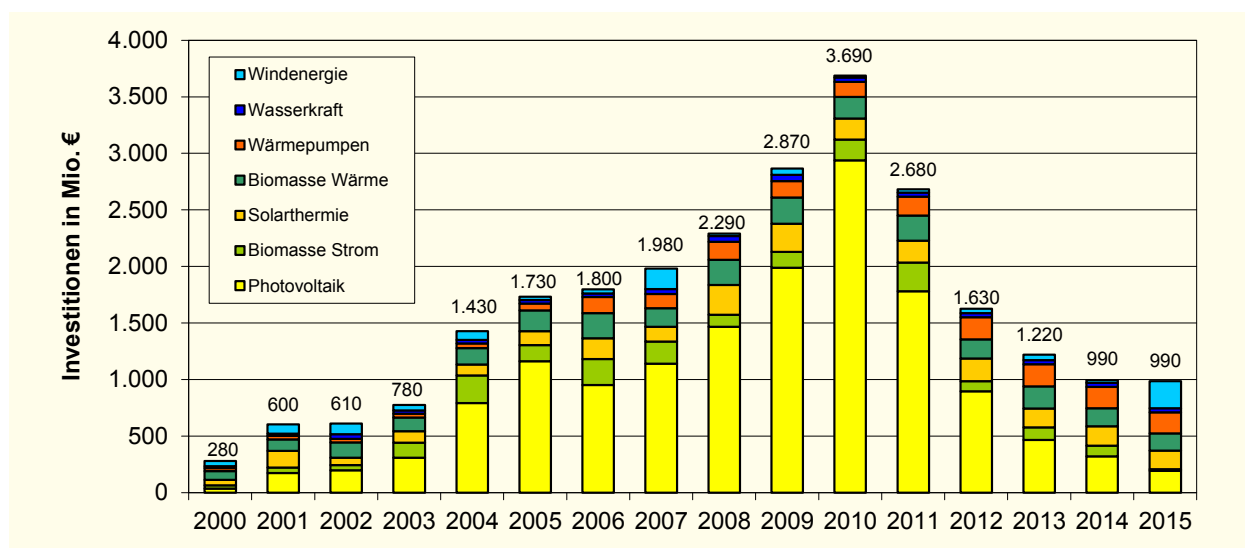
## Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg



Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2016.

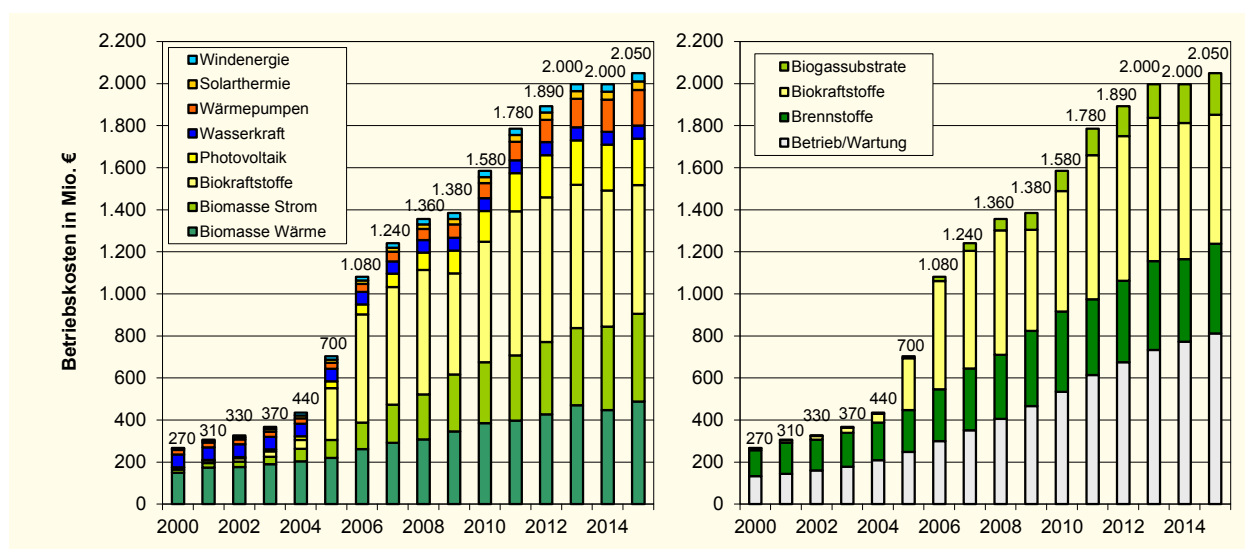


Solarthermische Großkollektorfelder in Crailsheim



Nachdem in den Jahren 2011 bis 2014 der Trend bei der Investition in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg rückläufig war, stabilisierten sich die Investitionen im Jahr 2015 auf dem Niveau des Vorjahres bei rund einer Milliarde Euro. Weiterhin rückläufig ist der Zubau von Photovoltaikanlagen, auch Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse wurden im Jahr 2015 nur noch vereinzelt errichtet. Im Bereich der Anlagen zur Nutzung von Biomasse im Wärmebereich, Solarthermie, Wasserkraft sowie Wärmepumpen war in den vergangenen Jahren insgesamt ein vergleichsweise konstantes Investitionsniveau zu verzeichnen. Stark zugelegt haben im Jahr 2015 die Investitionen in Windenergieanlagen mit insgesamt rund 240 Millionen Euro. Insgesamt wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 25,6 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

Baden-Württemberg profitiert neben der Herstellung und Installation von Anlagen für den eigenen Markt und für Exporte (vgl. Seite 31) auch vom Betrieb der Anlagen durch die Wartung und Instandhaltung der Anlagen sowie durch die Bereitstellung von Brennstoffen, Biokraftstoffen und Substraten für Biogasanlagen. Der Betrieb des Ende 2015 in Baden-Württemberg befindlichen Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Kosten in Höhe von rund 2,0 Milliarden Euro verbunden.



Mit rund 30 % entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, rund 30 % auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Das restliche Drittel fällt für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung, etc.) der EE-Anlagen an.

Berechnungsstand September 2016. Ohne Umsatzsteuer und in Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Änderungen gegenüber den Vorjahreszahlen aufgrund aktualisierter Berechnungsgrundlagen. Quelle: Berechnungen ZSW

## Vermiedene Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2015 in Baden-Württemberg

Bei der Ermittlung der durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermiedenen Emissionen wird eine Nettobilanzierung eingesetzt. Diese berücksichtigt einerseits die vermiedenen Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger, andererseits auch die Emissionen, die bei der Bereitstellung erneuerbarer Energien anfallen. Darüber hinaus werden die Vorketten der Energiebereitstellung (indirekte Emissionen) durchgängig berücksichtigt. Die damit ermittelten Werte stellen somit die vermiedenen Gesamtemissionen der Nutzung erneuerbarer Energien dar.

	Strom		Wärme	
	Vermeidungs- faktor <sup>1)</sup> [g/MWh <sub>e</sub> ]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungs- faktor <sup>1)</sup> [g/MWh <sub>th</sub> ]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
<b>Treibhausrelevante Gase</b>				
CO <sub>2</sub>	705.450	10.517	278.469	5.348
CH <sub>4</sub>	490,9	7,3	146,6	2,8
N <sub>2</sub> O	-59,1	-0,9	-11,4	-0,2
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>697.585</b>	<b>10.400</b>	<b>278.023</b>	<b>5.339</b>
<b>Versauernd wirkende Gase<sup>2)</sup></b>				
SO <sub>2</sub>	232,4	3,5	165,1	3,2
NO <sub>x</sub>	116,4	1,7	-135,1	-2,6
<b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>313,4</b>	<b>4,7</b>	<b>71,8</b>	<b>1,4</b>
<b>Ozonvorläufersubstanzen</b>				
CO	-523,7	-7,8	-6.464,6	-124,1
NMVOC	-16,1	-0,2	-392,2	-7,5
Staub	-5,4	-0,1	-242,3	-4,7

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.

Bei der Nutzung von Biokraftstoffen ist das Emissionsniveau und die gegenüber fossilen Kraftstoffen eingesparte Emissionsmenge abhängig von der Rohstoffbasis und der Herkunft der Biokraftstoffe. Derzeit erreicht man mit dem Einsatz von Pflanzenöl die höchste spezifische Emissionsminderung, gefolgt von Bioethanol und Biodiesel.

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

2) Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

	Kraftstoffe	
	Vermeidungs- faktor <sup>1)</sup> [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO <sub>2</sub>	208.866	870
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>154.142</b>	<b>642</b>

## Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2015 in Baden-Württemberg

Die nebenstehende 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 bzw. Baden-Württemberg.

	Braun- kohle	Stein- kohle	Erdgas	Diesel- kraftstoff	Otto- kraftstoff	Mineral- öl	Gesamt
Primärenergie [TWh]							
<b>Strom</b>	1,1	27,7	5,9	-	-	0,0	34,7
<b>Wärme</b>	1,0	1,8	10,3	-	-	8,7	21,8
<b>Kraftstoffe</b>	-	-	-	1,7	1,1	-	2,7
<b>Gesamt</b>	<b>2,1</b>	<b>29,5</b>	<b>16,2</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>8,7</b>	<b>59,2</b>
Primärenergie [PJ]							
<b>Gesamt</b>	<b>7,4</b>	<b>106,1</b>	<b>58,4</b>	<b>6,0</b>	<b>3,8</b>	<b>31,4</b>	<b>213,1</b>
<b>Mengen</b>	<b>0,6</b>	<b>3,5</b>	<b>1.840</b>	<b>167</b>	<b>118</b>	<b>878</b>	
	Mio. t	Mio. t	Mio. m <sup>3</sup>	Mio. Liter	Mio. Liter	Mio. Liter	

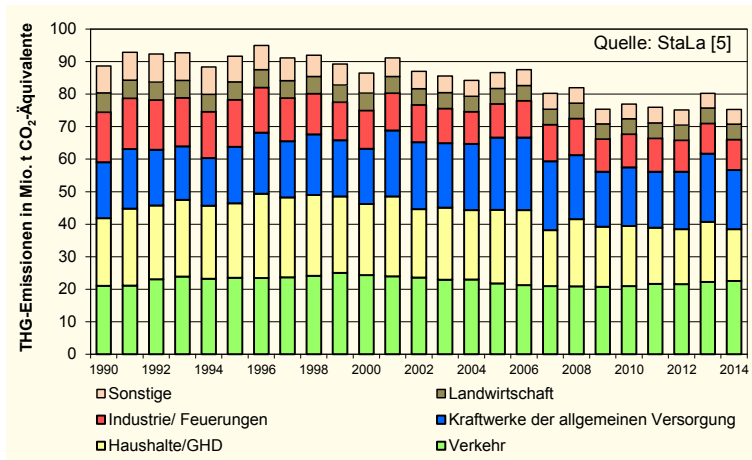
Zum angenommenen Strom- und Wärmebereitstellungsmix siehe Anhang II.

Alle Angaben vorläufig. Abweichungen in den Summen durch Rundungen. Quellen: BMU [6], ISI [40], UBA [41], UBA [46]



## Treibhausgas-Emissionen in Baden-Württemberg

Die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in Baden-Württemberg sind im Jahr 2014 aufgrund der im Vergleich zum Vorjahr geringeren Kohleverstromung deutlich gesunken. Ein witterungsbedingter Rückgang war darüber hinaus in den Sektoren Haushalte und GHD festzustellen. Die THG-Emissionen der Industrie und die nicht energiebedingten Treibhausgasemissionen verharren auf dem Vorjahresniveau. Dagegen sind im Verkehrssektor die Emissionen weiterhin gestiegen.

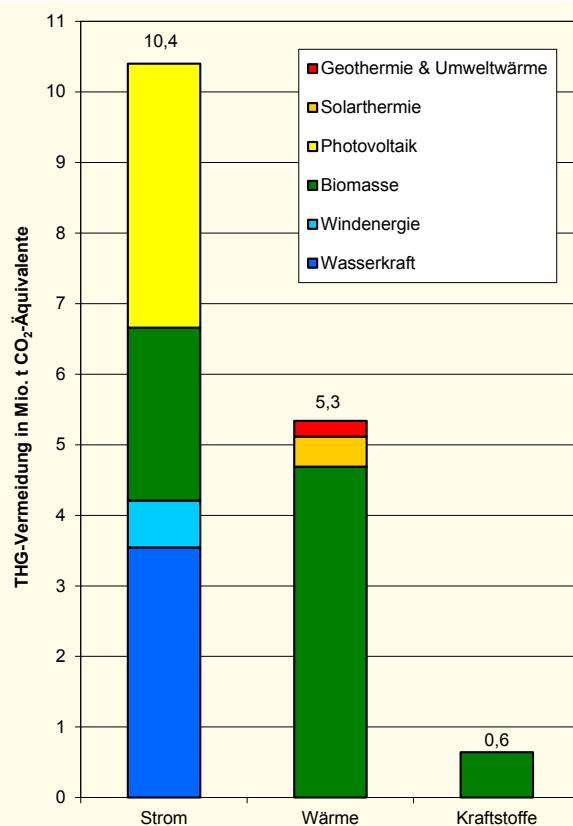


## THG-Vermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2015

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2015 rund 16,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt im Jahr 2015 damit eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen in der Größenordnung von 17 bis 18 % zu.

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

	Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Anteil
	[g/kWh]	[1.000 t]	[%]
<b>Strom</b>			
Wasserkraft	815	3.544	34,1
Windenergie	776	667	6,4
Photovoltaik	710	3.740	36,0
feste biogene Brennstoffe	786	887	8,5
flüssige biogene Brennstoffe	490	17	0,2
Biogas	394	1.035	10,0
Klärgas	780	143	1,4
Deponiegas	781	27	0,3
Geothermie	601	0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	806	339	3,3
<b>Summe Strom</b>		<b>10.400</b>	<b>100,0</b>
<b>Wärme</b>			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	286	2.540	47,6
feste biogene Brennstoffe (modern)	278	1.656	31,0
flüssige biogene Brennstoffe	287	8	0,1
Biogas, Deponiegas, Klärgas	203	232	4,3
Solarthermie	265	424	7,9
tiefe Geothermie	270	28	0,5
Umweltwärme	88	195	3,7
biogener Anteil des Abfalls	296	256	4,8
<b>Summe Wärme</b>		<b>5.339</b>	<b>100,0</b>
<b>Kraftstoffe</b>			
Biodiesel	159	462	73,4
Bioethanol	141	167	26,6
Pflanzenöl	176	1	0,1
Biomethan	169	12	2,0
<b>Summe Kraftstoffe</b>		<b>642</b>	<b>100,0</b>
<b>Summe Strom, Wärme &amp; Kraftstoffe</b>		<b>16.381</b>	

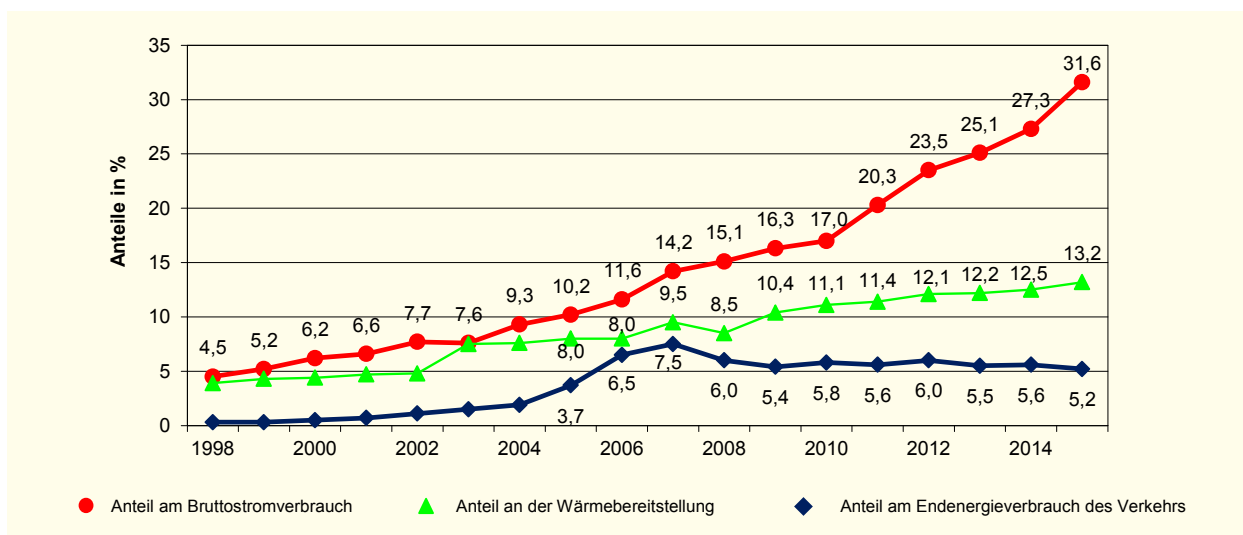


Alle Angaben vorläufig. Quellen: siehe S. 16 sowie [6], [41], [46]. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.



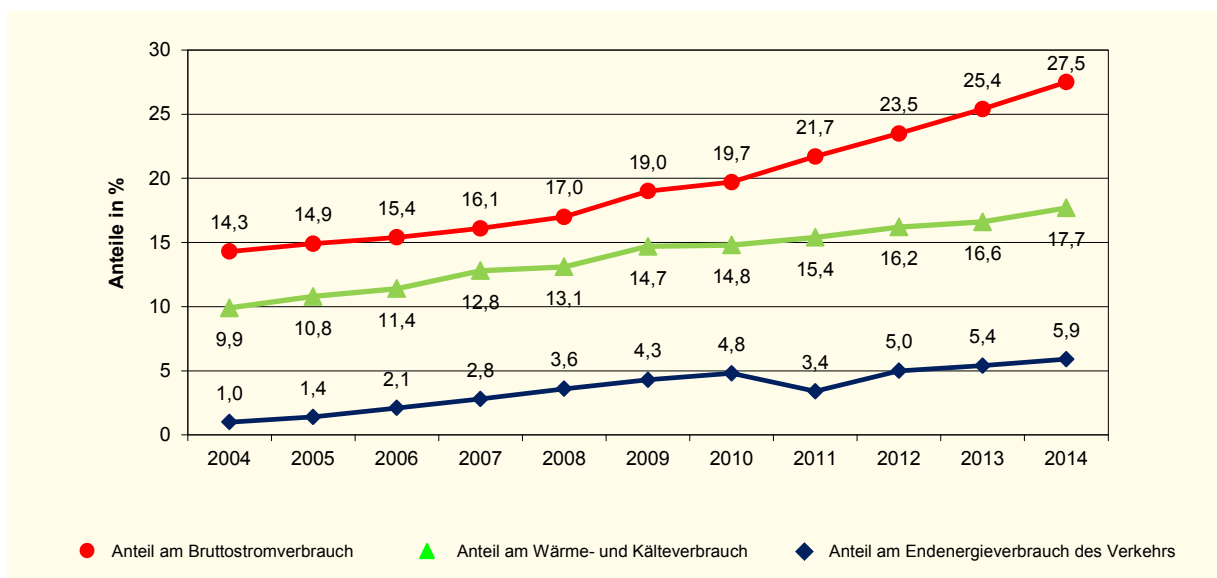
Schwarzwaldlandschaft mit moderner Windkraftanlage

## Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland



Die Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland zeigt seit 1998 einen stabilen Aufwärtstrend. Insbesondere die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien hat sich seit Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 sehr dynamisch entwickelt. Einen bedeutenden Anteil für die Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland hat die Nutzung der Windkraft, die die Nutzung der Wasserkraft bereits seit 2004 übersteigt. Auf Bundesebene ist für das Jahr 2025 ein Anteil der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung von 40 % bis 45 % vorgesehen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll im selben Zeitraum auf 14 % steigen. Zusammen mit einer weiteren Steigerung der Nutzung von Biokraftstoffen soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch auf 18 % betragen.

## Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in der EU-28



Die EU hat sich das Ziel gesetzt, im Jahr 2020 mindestens 20 % des Endenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien zu decken. Dieser Anteil wird unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren auf die Mitgliedsländer der Europäischen Union verteilt. Deutschland hat dabei bis 2020 einen Anteil von 18 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch vorzuweisen.

Quellen: BMU [6], EU [34]



Freiland-Photovoltaikanlage bei Lutstrut

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

	2015				2014			
	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitätsprämien
	GWh	Mio. €	GWh	Mio. €	GWh	Mio. €	GWh	Mio. €
Wasserkraft	468	50	907	32	513	54	1.033	27
Deponie-, Gruben-, Klärgas	28	2,2	4,0	0,2	39	3,0	4,7	0,2
Biomasse	1.478	308	2.755	381	1.598	331	2.320	307
Geothermie	0,0	0,0	0	0	0,6	0,1	0	0
Windenergie	283	25	622	42	248	22	489	33
Photovoltaik	4.676	1.676	327	65	4.425	1.609	296	67
<b>Gesamt</b>	<b>6.933</b>	<b>2.061</b>	<b>4.615</b>	<b>521</b>	<b>6.824</b>	<b>2.018</b>	<b>4.143</b>	<b>435</b>

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

Quellen: ÜNB [47]

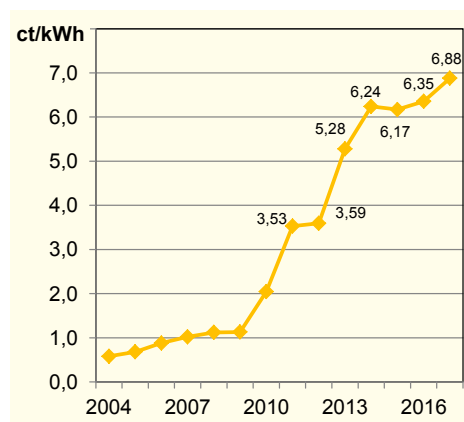
Die Einspeisung von Strom, der nach dem EEG vergütet wird, hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Im Jahr 2015 wurden in Baden-Württemberg rund 6,9 TWh EE-Strom eingespeist und nach dem EEG mit insgesamt gut 2 Mrd. Euro vergütet. Zusätzlich wurden 4,6 TWh EE-Strom direkt vermarktet, wofür Prämien in Höhe von 0,5 Mrd. Euro gezahlt wurden (einschl. 5,2 Mio. € Flexibilitätsprämie). Dem gegenüber steht auf Bundesebene eine EE-Einspeisung von 50 TWh im Jahr 2015, die mit insgesamt 12,7 Milliarden Euro vergütet werden, sowie 112 TWh direkt vermarkteter Strom (11,5 Mrd. € Marktprämien und 42,5 Mio. € Flexibilitätsprämien).

Mit der Direktvermarktung wird ein Teil des nach EEG vergütungsfähigen Stroms außerhalb des EEG-Vermarktungsmechanismus an Großhändler oder an der Strombörse verkauft. Ein direkter Vergleich von EEG-Vergütungszahlungen und Markt- bzw. Flexibilitätsprämien ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber ausgezahlt. In der Direktvermarktung befinden sich heute hauptsächlich Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse und Wasserkraft, zunehmend aber auch Windenergie- und Photovoltaikanlagen.

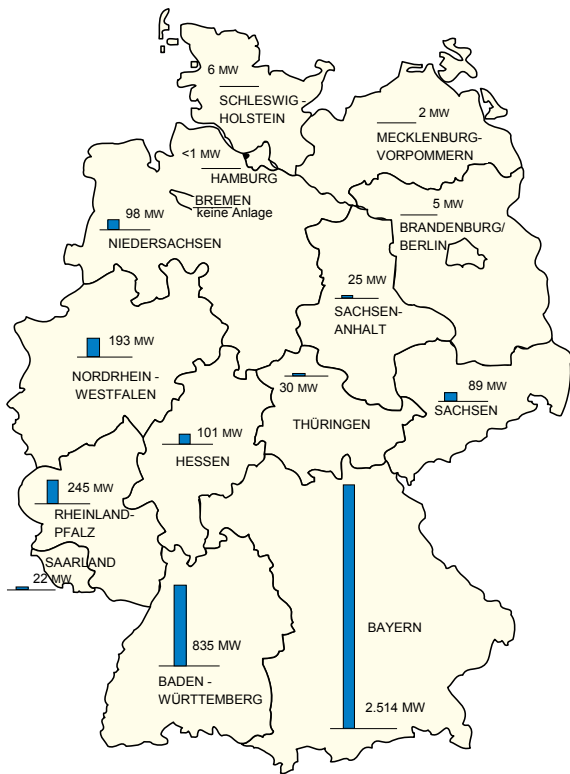
### Entwicklung der EEG-Umlage

Die EEG-Umlage ist in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. Ursächlich dafür war nicht nur der sehr dynamische EE-Zubau (insb. Photovoltaik-Anlagen), sondern darüber hinaus auch das geringe Börsenstrompreinsniveau und der Rückgang des nichtprivilegierten Letztverbraucherabsatzes.

Durch die Regelungen des novellierten EEG 2014, das am 1. August 2014 in Kraft getreten ist, aber auch durch die in den vergangenen Jahren stark abgesenkten Vergütungssätze für neue Photovoltaikanlagen, wird sich der zukünftige Anstieg der EEG-Umlage voraussichtlich deutlich abschwächen. Der geringfügige Rückgang der EEG-Umlage 2015 ist jedoch weniger auf die Wirkungen des novellierten EEG, als auf einen Einmaleffekt zurückzuführen.



## Installierte Leistung von Wasserkraftanlagen



Über 80 % der insgesamt knapp 4.200 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Wegen der günstigen topographischen Gegebenheiten entfallen mehr als drei Viertel des gesamten Potenzials auf diese beiden Bundesländer.

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

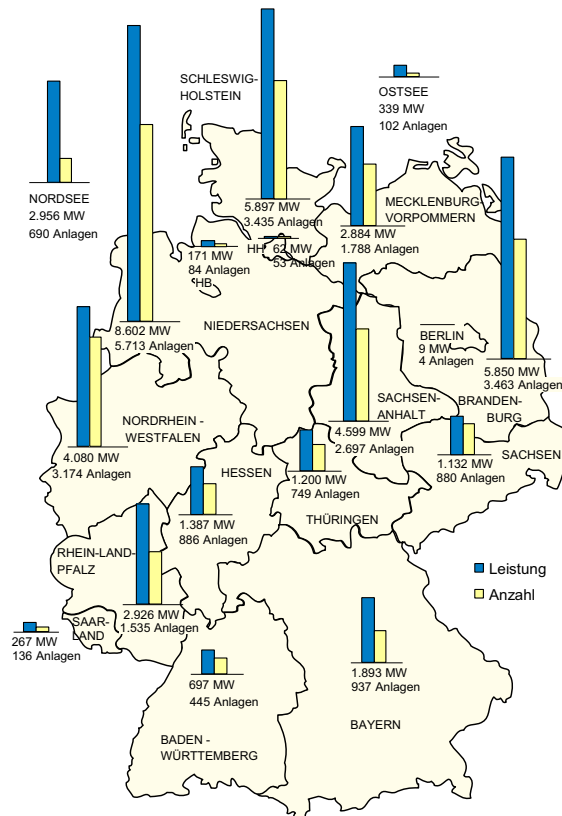
Leistungsangaben in MW<sub>e</sub>

Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke.

Stand: Anfang 2010

Quelle: [35]

## Installierte Leistung und Anzahl von Windenergieanlagen nach Bundesländern Ende 2015



In Deutschland wurden im Jahr 2015 insgesamt rund 1.370 Windenergieanlagen an Land mit einer Gesamtleistung von 3,7 GW errichtet. Gut ein Achtel der neu installierten Leistung entfällt auf Repoweringprojekte.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2015 53 Anlagen mit einer Gesamtleistung von insgesamt fast 150 MW installiert, womit der Anlagenbestand auf rd. 700 MW wächst.

Auch vor der Küste wächst der Bestand an Windenergieanlagen weiter. So waren Ende 2015 insgesamt 792 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 3,3 GW am Netz. Davon entfallen 90 % auf Anlagen in der Nordsee.

Leistungsangaben in MW<sub>e</sub>

Stand: Ende 2015

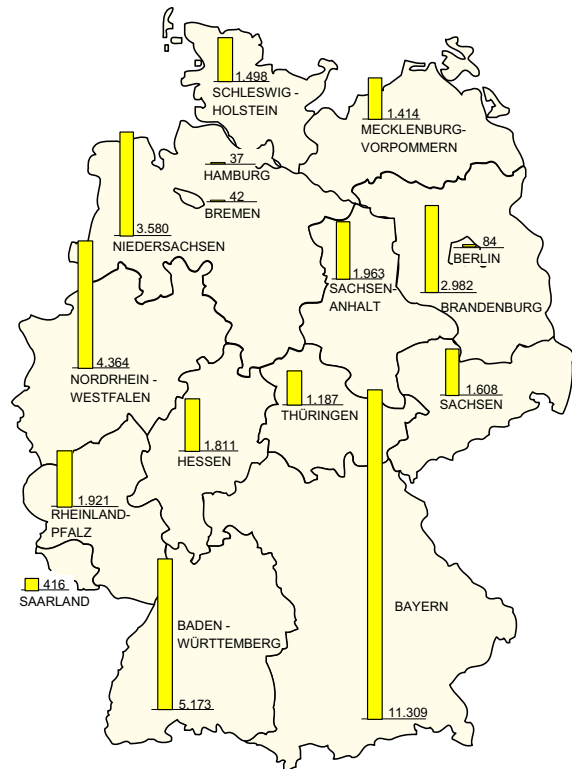
Quelle: DEWI [12], Windguard [13]

## Installierte Leistung von Photovoltaikanlagen Ende 2015

Im Jahr 2015 war der PV-Zubau weiterhin rückläufig. Bundesweit wurden 1,4 GW neu installiert, davon rund 160 MW in Baden-Württemberg. Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber auch in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Niedersachsen.

In den vergangenen Jahren war eine deutliche Verlagerung des Zubaus hin nach Ost- und Mitteldeutschland zu beobachten. Dies war primär auf die Errichtung großer Solarparks zurückzuführen, während in Baden-Württemberg eher kleine Anlagen installiert wurden.

Angaben in MW<sub>p</sub>  
 Stand: Ende 2015  
 Quelle: ÜNB [42], BNetzA [44]

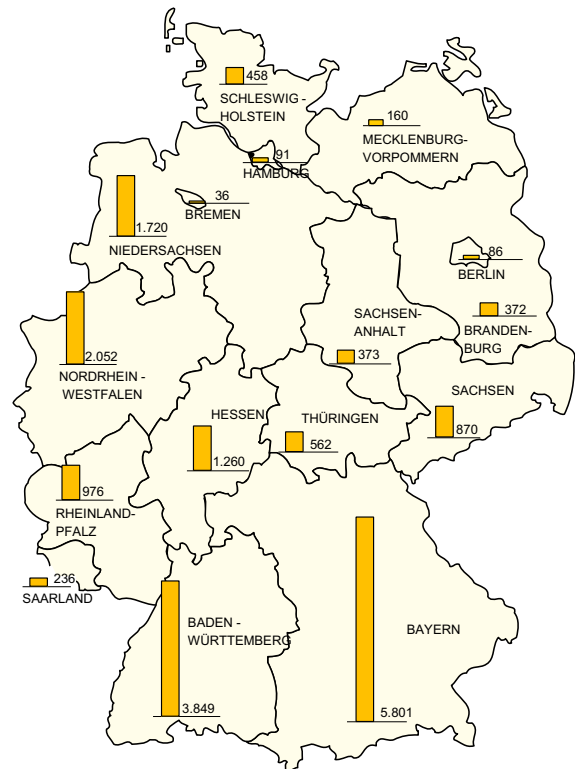


## Regionale Verteilung der installierten Kollektorfläche von solarthermischen Anlagen Ende 2015

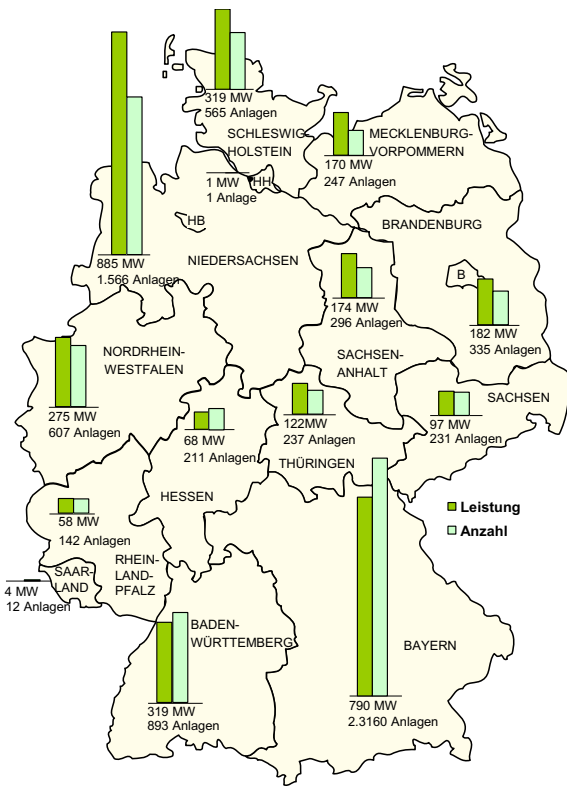
Insgesamt waren in Deutschland zum Ende des Jahres 2015 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von knapp 19 Mio. m<sup>2</sup> installiert. Maßgeblich zum Aufbau des Bestands von Solarwärmeanlagen hat das Marktanzreizprogramm beigetragen. Mehr als die Hälfte der Kollektoren sind in den einstrahlungsreichen südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg installiert.

Etwa jede zweite neue solarthermische Anlage wird nicht nur zur Warmwasserbereitung genutzt, sondern auch zur Unterstützung der Heizung (Kombianlagen). Bezogen auf die neu installierte Kollektorfläche beträgt der Anteil der Kombianlagen knapp zwei Drittel.

Angaben in 1.000 m<sup>2</sup>  
 Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanzreizprogramm  
 Stand: Ende 2015  
 Quelle: BMU [6], BAFA [36]



## Installierte elektrische Leistung und Anzahl von Biogasanlagen Ende 2014



Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas beläuft sich Ende 2014 auf rund 3,5 GW<sub>el</sub>, die sich auf rund 7.700 Anlagen verteilen. In Baden-Württemberg sind etwa 890 Anlagen mit einer Leistung von knapp 320 MW<sub>el</sub> in Betrieb.

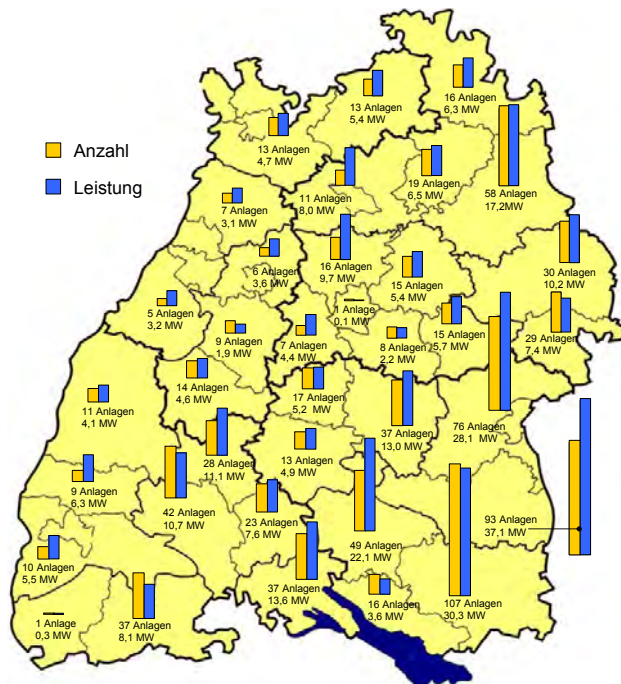
Während in Süddeutschland überwiegend kleinere Biogasanlagen vorzufinden sind, werden in den übrigen Bundesländern aufgrund anderer landwirtschaftlicher Strukturen deutlich größere Anlagen betrieben. Zum Vergleich: die mittlere Anlagenleistung in Baden-Württemberg beträgt 360 kW, in Niedersachsen 565 kW und in Mecklenburg-Vorpommern 690 kW.

Leistungsangaben in MW<sub>el</sub>

Stand: Ende 2014

Quelle: DBFZ [28]

## Regionale Verteilung der Biogasanlagen in Baden-Württemberg Ende 2015



In Baden-Württemberg sind Ende 2015 knapp 900 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 320 MW<sub>el</sub> installiert. Der Schwerpunkt bei der Nutzung von Biogas in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg und im Alb-Donau-Kreis.

Die Regelungen des EEG 2014, insbesondere der Wegfall von Einsatzstoffvergütungsklassen, haben zu einem deutlich reduzierten Zubau von Biogasanlagen geführt. Weitere Ausbaupotenziale, jedoch in deutlich geringem Umfang als für Energiepflanzen, bestehen im Bereich der Abfallvergärung.

Leistungsangaben in MW<sub>el</sub>

Stand: Ende 2015

Quelle: LEL [19]



## Regionale Verteilung der Windkraftanlagen in Baden-Württemberg Ende 2015

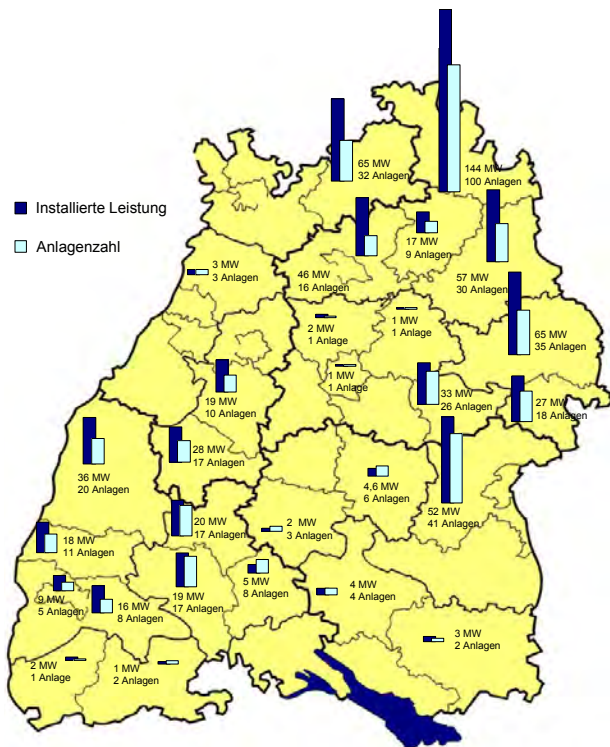
Windkraftanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Norden und Osten des Bundeslandes installiert. Hervorzuheben ist der Main-Tauber-Kreis, auf den mit rd. 140 MW rund ein Fünftel der im Land installierten Windkraftleistung entfällt.

Die Planungs- und Realisierungsaktivitäten im Land haben seit einigen Monaten stark zugelegt. So wurden im ersten Halbjahr 2016 bereits mehr Anlagen in Betrieb genommen, als im gesamten Vorjahr in Summe installiert wurden.

Ohne Kleinwindanlagen < 50 kW

Stand: Ende 2015

Quelle: LUBW [52]



Nutzung nach Landkreisen

## Regionale Verteilung der solarthermischen Anlagen in Baden-Württemberg Ende 2015

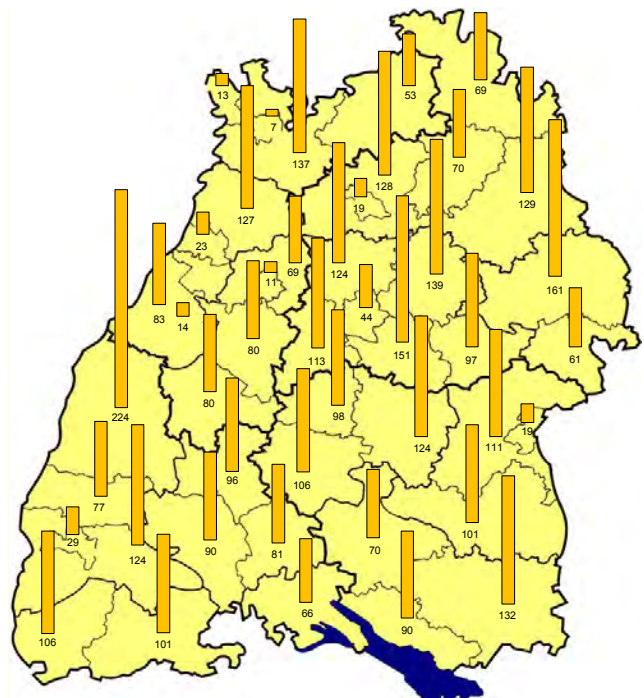
Etwa ein Fünftel der in Deutschland installierten Kollektorfläche solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt rund 350 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Überdurchschnittlich viele Solarkollektoren sind in den Landkreisen Alb-Donau-Kreis, Biberach, Hohenlohekreis, Rottweil sowie Schwäbisch Hall installiert. Eine unterdurchschnittliche Nutzung ist v.a. in den Stadtkreisen vorzufinden, was hauptsächlich auf den dort vergleichsweise geringen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern zurückzuführen ist.

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

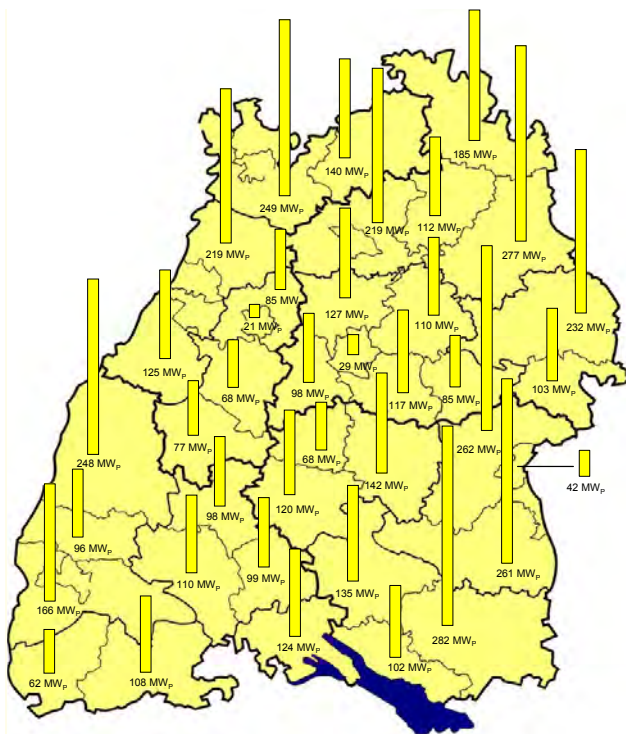
Abschätzung anhand der Daten aus dem Marktanreizprogramm. Neuberechnung anhand der Förderdaten 2001 bis 2015.

Stand: Ende 2015

Quelle: ZSW [1], BAFA [36]



## Regionale Verteilung der Photovoltaikanlagen in Baden-Württemberg Ende 2015



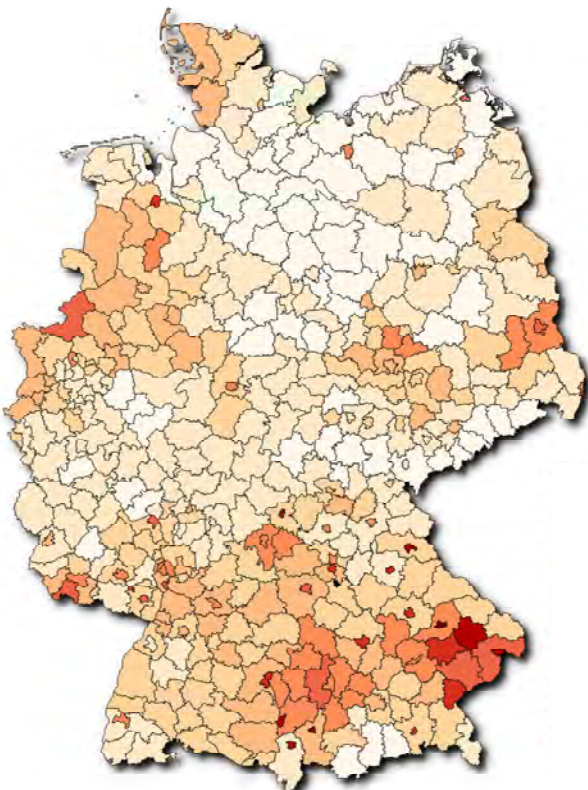
In Baden-Württemberg waren Ende 2015 rund 5,2 GW<sub>p</sub> Photovoltaikleistung installiert. Typischerweise werden in Baden-Württemberg vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe PV-Anlagen gebaut. Solarparks sind nur vereinzelt realisiert worden.

Überdurchschnittlich viel der baden-württembergischen Photovoltaikleistung ist in den Landkreisen Schwäbisch-Hall, Biberach und im Alb-Donau- bzw. Main-Tauber-Kreis installiert: Dort entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner ca. 1,4 bis 1,5 kW<sub>p</sub>.

Stand: Ende 2015

Quelle: TransnetBW [29], Amprion [30], BNetzA [44]

## Verteilung der Installationsdichte von Photovoltaikanlagen in Deutschland



Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer (vgl. S. 23) zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Niederbayern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg, wo besonders viele Solarparks installiert sind sowie in Schwaben, aber auch im Westen Schleswig-Holsteins.

Stand: Ende 2014

Quelle: ZSW (Auswertung EEG-Daten)

Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km<sup>2</sup>

- < 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- 350 - 400
- > 400



Wasserspeicher für Windenergie bei Gaildorf



Freiland-Photovoltaikanlage bei Rottweil

# Energieatlas Baden-Württemberg

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg LUBW

LUBW > Erneuerbare Energien > Energieatlas > Biomasse > Sonne > Wasser > Wind > Wärmebedarf > Netze > Praxisbeispiele > Kontakt

ENERGIEATLAS Baden-Württemberg

AKTUELLE KENNZAHLEN

Einspeiseleistung Windenergie 83 MW  
08.08.2016 - 09:15 Uhr

Einspeiseleistung Photovoltaik 2428 MW  
08.08.2016 - 09:45 Uhr  
Quelle: TransnetBW

ERWEITERTES DATEN- UND KARTENANGEBOT

Sie sind hier: LUBW > Erneuerbare Energien > Energieatlas

Energieatlas Baden-Württemberg

Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der 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. Im **erweiterten Daten- und Kartenangebot des Energieatlas** stehen darüber hinaus zusätzliche Informationen und Auswertmöglichkeiten zur Verfügung.

mit Übersichtskarte

mit Übersichtskarte

mit Übersichtskarte

Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der 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](http://www.energieatlas-bw.de).

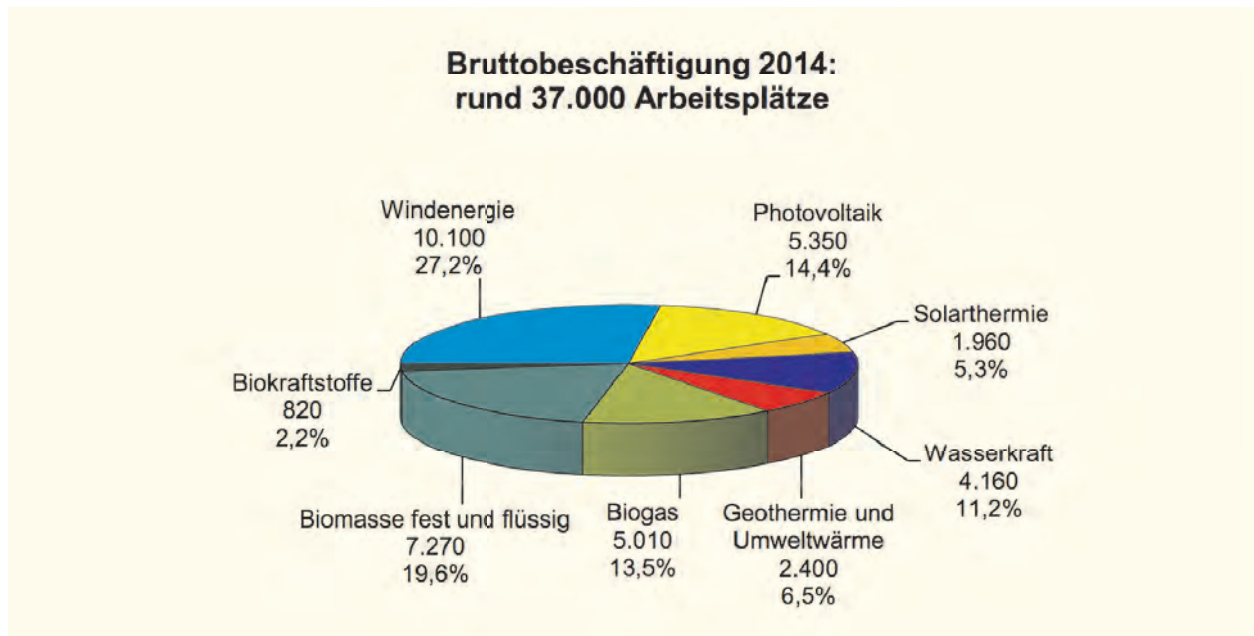


Einbau einer Wasserkraftschnecke in Künzelsau



Energielandschaft um Blaubeuren

## Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2014



Im Bereich der erneuerbaren Energien beeinflussen verschiedene Faktoren die Bruttobeschäftigung in Baden-Württemberg: die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, der Betrieb des Anlagenbestandes, die Bereitstellung von biogenen Energieträgern sowie die Herstellung und Lieferung von Vorleistungen. Ausgehend von rund 20.000 EE-Arbeitsplätzen im Jahr 2008 [51] hat sich die Beschäftigtenzahl in Baden-Württemberg im Jahr 2014 fast verdoppelt. So waren 2014 in Baden-Württemberg rund 37.000 Personen mit der Herstellung und dem Betrieb von EE-Anlagen sowie der Produktion von Komponenten und der Erbringung von Vorleistungen beschäftigt [49]. Den Schwerpunkt mit über 40 % der Arbeitsplätze bilden nach wie vor die Photovoltaik- und die Windenergiebranche. Rund 35 % der Beschäftigten sind der Bereitstellung und energetischen Nutzung von fester, gasförmiger und flüssiger Biomasse sowie Biokraftstoffen zuzurechnen.

In den vergangenen Jahren war die Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien rückläufig. Dies ist primär darauf zurückzuführen, dass in den Jahren 2013 und 2014 deutlich weniger PV-Anlagen installiert wurden, als noch in den Jahren 2010 bis 2012. Zwar fiel der Rückgang der Neuinstallationen im Jahr 2014 weniger stark aus als in anderen Bundesländern. Baden-Württemberg ist jedoch als Lieferant von Anlagenkomponenten auch vom allgemeinen Rückgang der Neuinstallationen betroffen.

Baden-Württemberg stellt insgesamt einen wichtigen Standort des Anlagen- und Komponentenbaus im Bereich der erneuerbaren Energien dar. Insbesondere gilt dies für Anlagen in den Bereichen Wasserkraft und Solarthermie sowie für Komponenten für Photovoltaikmodule und Windkraftanlagen. Von Bedeutung sind diese Bereiche vor allem für das indirekte EE-Beschäftigungsvolumen im Land.

Der Anteil der indirekt Beschäftigten in der EE-Branche Baden-Württembergs ist mit 67 % im Jahr 2014, relativ betrachtet, gewachsen (2011: 59 % indirekt Beschäftigte [50]) und liegt damit über dem Bundesdurchschnitt von etwa 61 %. In Baden-Württemberg werden damit über Zulieferungen an Anlagenhersteller und Serviceunternehmen vergleichsweise hohe indirekte Beschäftigungseffekte generiert. Zurückzuführen ist der hohe Anteil an indirekter Beschäftigung auf die breite industrielle Basis in Baden-Württemberg, insbesondere in den Bereichen Elektrotechnik und Maschinenbau.

Quelle: [49]



Fischaufstieg einer kleinen Wasserkraftanlage an der oberen Blau



## Beratungsangebot und Öffentlichkeitsarbeit

Das Land hat eine Vielzahl von einschlägigen Materialien veröffentlicht. Zu nennen sind insbesondere die vielfältigen Informationen des Umweltministeriums zu technischen und wirtschaftlichen Fragen zu beinahe allen erneuerbaren Energien. Besondere Beachtung finden auch die herausgegebenen Fibeln (Solarfibel, Holzenergiefibel, Geothermiefibel, Wasserkraftfibel, Nahwärmefibel und weitere), sowie die Broschüre „Unterwegs zu den Erneuerbaren Energien“ (siehe dazu auch die Auflistung auf Seite 34). Darüber hinaus bietet das Umweltministerium Informationsveranstaltungen sowie Fort- und Weiterbildungen zu den Themen erneuerbare Energien und Energieeffizienz an.

Das Land unterstützt den Ausbau erneuerbarer Energien auch durch gezielte Beratungsangebote und Öffentlichkeitsarbeit. Die landeseigene Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg ([www.kea-bw.de](http://www.kea-bw.de)) berät potenzielle Investoren, vor allem Kommunen und Contracting-Partner, in allen Fragen aus dem Bereich der erneuerbaren Energien. Mit dem unabhängigen Informations- und Marketingprogramm „Zukunft Altbau“ wendet sich das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft an die Eigentümer von Wohnimmobilien. Koordinierende Aufgaben im Bereich der Lokalen Agenda, und damit auch zum Themenbereich der erneuerbaren Energien, nimmt das bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg angesiedelte Agenda-Büro des Landes wahr ([www.lubw.badenwuerttemberg.de](http://www.lubw.badenwuerttemberg.de)). Zudem unterstützen die regionalen Energieagenturen geplante Projekte vor Ort unabhängig und kompetent. Für die Landwirtschaft wird eine Biogasberatung angeboten ([www.landwirtschaft-mlr.badenwuerttemberg.de](http://www.landwirtschaft-mlr.badenwuerttemberg.de)).

Die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg bietet einschlägige Informationen vor allem zum Einsatz von Energieholz an. Die entsprechenden Unterlagen können über die KEA bezogen werden ([www.kea-bw.de](http://www.kea-bw.de)). Die Landesforstverwaltung präsentiert das Thema Holzenergie auf einer großen Anzahl von Verbrauchermessen; eine entsprechende Wanderausstellung kann ausgeliehen werden ([www.forstbw.de](http://www.forstbw.de)).

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft hat die von ihm modellhaft geförderten kommunalen Projekte in der Broschüre „Modellprojekte des Klimaschutzes“ dokumentiert, die sich vor allem an kommunale Entscheidungsträger wendet. Die Klimaschutz- und Energieagentur hat den Leitfaden „Holzenergie für Kommunen“ erarbeitet, der Initiatoren und Multiplikatoren in der kommunalen Verwaltung Hilfestellungen für die Entwicklung von entsprechenden Projekten an die Hand gibt. Seit 1995 richtet das Ministerium jährlich einen „Kommunaler Klimaschutzkongress“ mit mehreren hundert Teilnehmern aus. Die erneuerbaren Energien nehmen dabei stets einen großen Raum ein.

## Die folgende Auflistung gibt eine Übersicht über die einschlägigen Veröffentlichungen des Landes:

**Energiebericht 2016**, Daten zur Energieversorgung Baden-Württembergs, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2016.

**Holzenergiefibel**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, November 2008 (3. Auflage).

**Innovative Holzheizung mit Pellets**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Mai 2010 (2. Auflage).

**Holzenergie – Pellets, Empfehlungen für Planung, Ausführung und Betrieb von Pellet-Heizungsanlagen**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, 2012.

**Kommunales Energie-Management**, Leitfaden für Städte und Gemeinden, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, März 2009 (4. Auflage).

**Auf dem Weg zur klimaneutralen Kommune – Wie es andere machen – Erfahrungen mit 14 Modellprojekten**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, April 2014.

**KWK – Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Oktober 2016.

**Nahwärmefibel**, Aufzeigen von Nahwärmekonzepten und deren vielfältige Rahmenbedingungen, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Februar 2007 (2. Auflage).

**Qualitätsmanagement – Fehlervermeidung bei Wärmepumpen- und Erdsonden-Heizsystemen**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Mai 2010 (2. Auflage).

**Wärmepumpen-Checkliste, Empfehlungen für Planung, Ausführung und Betrieb von Wärmepumpen-Heizungsanlagen**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Oktober 2015.

**Solarfibel**, Solare und energetische Wirkungszusammenhänge und Anforderungen in der Stadtplanung, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, November 2007 (5. Auflage).

**Unterwegs zu den erneuerbaren Energien**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Dezember 2010 (4. Auflage).

**Wärme ist unter uns**, Geothermie in Baden-Württemberg, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, April 2008 (2. Auflage).

**Wasserkraft**, Technik, Planung und Genehmigung von Wasserkraftanlagen, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Juli 2010 (2. Auflage).

**Windatlas Baden-Württemberg**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, November 2014.

**Bürger machen Energie – Rechtsformen und Tipps für Bürgerenergieanlagen**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Staatsministerium Baden-Württemberg, LUBW, 2012.



Flügelenden einer modernen Windkraftanlage



Doppelt geregelte Kaplanmaschine einer kleinen Wasserkraftanlage im Schwarzwald

**Ministerium für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)**

Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart  
 Telefon 0711 – 126 0  
 Telefax 0711 – 126 2881  
 E-Mail [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)  
 Internet [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

**Ministerium für Ländlichen Raum und  
Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR)**

Kernerplatz 10, 70182 Stuttgart  
 Telefon 0711 – 126 0  
 Telefax 0711 – 126 2255  
 E-Mail [poststelle@mlr.bwl.de](mailto:poststelle@mlr.bwl.de)  
 Internet [www.mlr.baden-wuerttemberg.de](http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de)

**Landesanstalt für Umwelt, Messungen und  
Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)**

Postfach 10 01 63; 76231 Karlsruhe  
 Telefon 0721 – 5600 0  
 Fax 0721 – 5600 2360  
 E-Mail [poststelle@lubw.bwl.de](mailto:poststelle@lubw.bwl.de)  
 Internet [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

**Statistisches Landesamt Baden-Württemberg**

Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart  
 Telefon 0711 – 641 0  
 Fax 0711 – 641 2440  
 E-Mail [poststelle@stala.bwl.de](mailto:poststelle@stala.bwl.de)  
 Internet [www.statistik.baden-wuerttemberg.de](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de)

**Klimaschutz- und Energieagentur  
Baden-Württemberg (KEA) GmbH**

Kaiserstr. 94a, 76133 Karlsruhe  
 Telefon 0721 – 98471 0  
 Telefax 0721 – 98471 20  
 E-Mail [info@kea-bw.de](mailto:info@kea-bw.de)  
 Internet [www.kea-bw.de](http://www.kea-bw.de)

**Regierungspräsidium Freiburg**

**Kompetenzzentrum Energie** (Referat 21)

Schwendistr. 12, 79114 Freiburg im Breisgau  
 Telefon 0761 – 208 4660  
 E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpf.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpf.bwl.de)  
 Internet [www.rp-freiburg.de](http://www.rp-freiburg.de)

**Regierungspräsidium Karlsruhe**

**Kompetenzzentrum Energie** (Referat 21)

Schlossplatz 1-3, 76131 Karlsruhe  
 Telefon 0721 – 926 3241  
 E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de)  
 Internet [www.rp-karlsruhe.de](http://www.rp-karlsruhe.de)

**Regierungspräsidium Stuttgart**

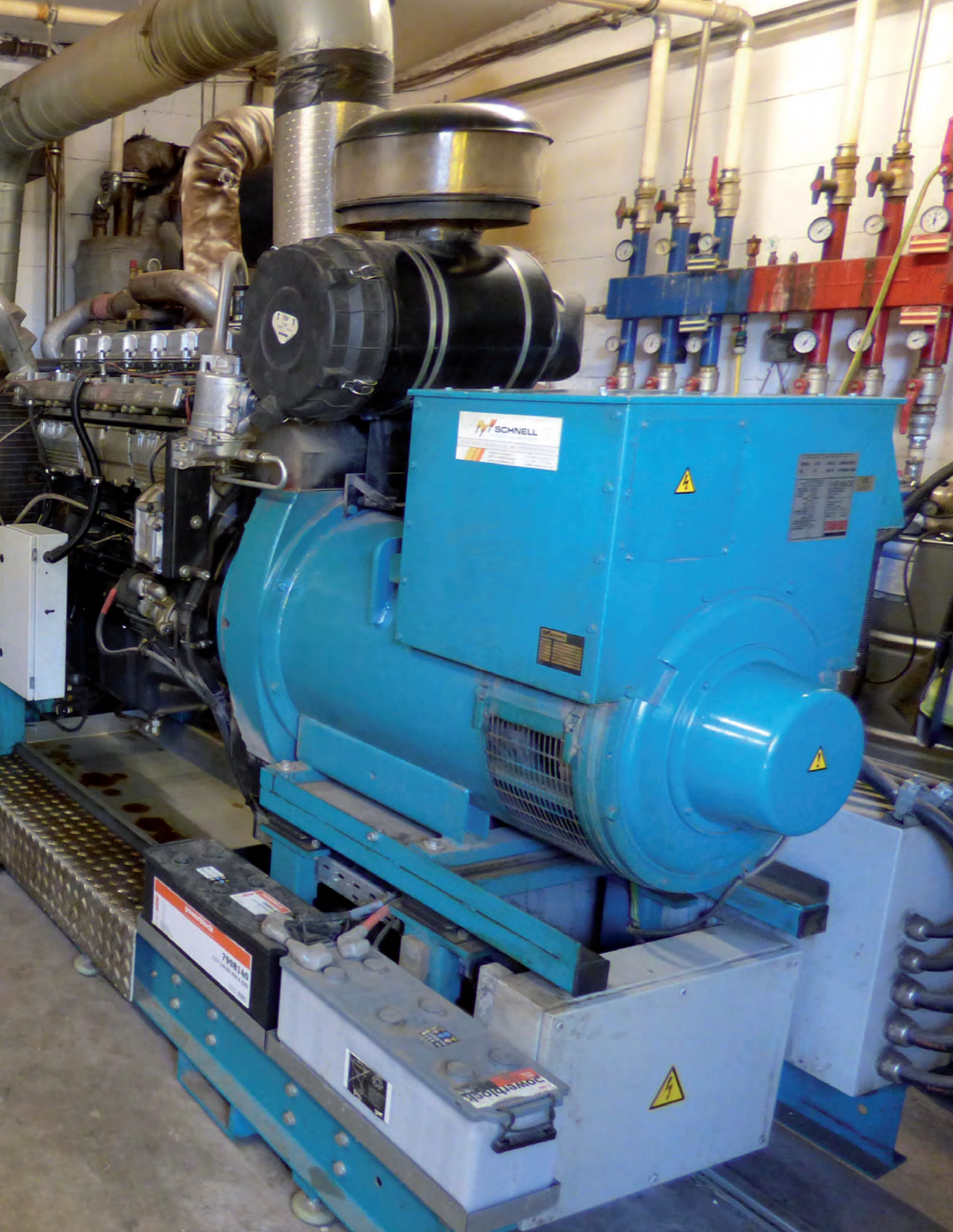
**Kompetenzzentrum Energie** (Referat 21)

Ruppmannstr. 21, 70565 Stuttgart  
 Telefon 0711 – 904 12118  
 E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rps.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rps.bwl.de)  
 Internet [www.rp-stuttgart.de](http://www.rp-stuttgart.de)

**Regierungspräsidium Tübingen**

**Kompetenzzentrum Energie** (Referat 21)

Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen  
 Telefon 07071 – 757 3224  
 E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpt.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpt.bwl.de)  
 Internet [www.rp-tuebingen.de](http://www.rp-tuebingen.de)



BHKW-Anlage einer Biogasanlage bei Rottweil

## Informationsdienste

---

**www.ie-bw.de**

Informationszentrum Energie

Telefon 0711/126-1223, E-Mail harald.hoeflich@um.bwl.de

Das Umweltministerium Baden-Württemberg bietet mit dem Informationszentrum Energie Beratung und Information zu erneuerbaren Energien und rationeller Energieanwendung sowie die Koordination von Projekten zu deren Verbreitung.

---

**www.energie-aber-wie.de**

Qualifizierungskampagne Erneuerbare Energien

Telefon 0711/126-1224, E-Mail info@energie-aber-wie.de

Die Qualifizierungskampagne Erneuerbare Energien des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft informiert umfassend, fundiert und neutral über den Einsatz erneuerbarer Energien und über Techniken der rationellen Energienutzung.

---

**www.kea-bw.de**

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

Kaiserstraße 94a, D-76133 Karlsruhe

Telefon 0721 / 98471 - 0, E-Mail info@kea-bw.de

Informationsangebot zur Nutzung erneuerbarer Energien; Ergebnisse und Erfahrungen aus Projekten der KEA; Veranstaltungshinweise.

---

**www.zukunftaltbau.de**

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

Gutenbergstr. 76, 70176 Stuttgart

Telefon 08000 - 12 33 33, E-Mail info@zukunftaltbau.de

Umfassende Informationen rund um die energieeffiziente Modernisierung privater Gebäude. Informationen zu den einsetzbaren Technologien und zur Finanzierung; individuelle Beratung auch hinsichtlich Förderprogramme von Land, Bund und EU.

---

**www.bine.info**

Bürger-Information Neue Energietechniken,  
Nachwachsende Rohstoffe, Umwelt (BINE)

Kaiserstr. 185-197, 53113 Bonn

Telefon 0228 - 92379 - 0, Fax -29,

E-Mail redaktion@bine.info

Informationsangebot des Forschungszentrums Karlsruhe über Ergebnisse und Erfahrungen aus Forschung und Anwendungsprojekten im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz und Linkliste.

---

**www.stromeffizienz.de**

Deutsche Energie-Agentur GmbH

Telefon 0800 - 0736 734

Umfangreiches Informationsangebot der Deutschen Energie-Agentur rund um die Themen Energieeinsparung und erneuerbare Energien; Datenbanken mit Energieberatern; Fördermittelsuche; Energie-Lexikon; Links und Verweise auf Fachliteratur.

---

**www.erneuerbare-energien.de**

Informationsangebot des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zu Aktivitäten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien; Erläuterungen zu relevanten Gesetzestexten; Hinweise auf Förderungen und wissenschaftliche Studien.

---

**www.iwr.de**

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien

Übersicht über Unternehmen der Branche der erneuerbaren Energien; Informationen über Unternehmensentwicklungen; Veranstaltungshinweise.

## Anhang I: Berechnung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien

### Solarthermie

Für die vorliegende Ausgabe wurde die Berechnung der Wärmebereitstellung mit Solarkollektoren auf die international gebräuchliche IEA-Methode [38] umgestellt. Grundlage für die Berechnung ist die mittlere jährliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche. Da mittlere Globalstrahlungswerte für Baden-Württemberg nicht verfügbar sind sondern nur gemittelt über Deutschland, wurde angenommen, dass die Einstrahlung in Baden-Württemberg rund 10 % höher ist, als im Bundesmittel. Die so ermittelten jährlichen Globalstrahlungswerte werden mit 0,44 (Trinkwasseranlagen) bzw. 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 tiefergeothermischen Anlagen sind durch Tiefbohrungen erschlossene warme bis heiße Grundwässer sowie frei ausfließende Thermalwässer zusammengefasst, die für Bade- bzw. balneologische Zwecke eingesetzt werden. Einige der Thermal-Badewässer werden zusätzlich vor oder nach dem Badebetrieb zur Wärmeengewinnung (Warmwasserbereitung, Heizung) genutzt. Der Wärmeartrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20°C bezogen [45], die Auslastung wurde mit 6.000 h angesetzt. Die bei einigen Quellen notwendige Antriebsenergie für Pumpen wurde vernachlässigt.

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) benötigen für den Betrieb in der Regel elektrische Antriebsenergie. Als Jahresarbeitszahlen (das Verhältnis der pro Jahr gelieferten Wärmemenge zur benötigten Antriebsenergie) wurden für Luft/Wasser-Wärmepumpen 2,73, für Wasser/Wasser-Wärmepumpen 3,33, für Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,63 und für Warmwasser-Wärmepumpen 2,0 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich der primärenergetisch bewerteten Elektrizität (Primärenergiefaktor von 2,4 für das Jahr 2015 nach EnEV [7]) berechnet. Wärmeenergie aus Wärmepumpenanlagen mit einer Jahresarbeitszahl geringer als 2,6 ist somit nicht als erneuerbare Energie zu werten, da in diesem Fall primärenergetisch betrachtet mehr Energie eingesetzt wurde, als Wärmeenergie erzeugt wurde.

### Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung aus Biomasse mit traditionellen Anlagen

Zu den traditionellen Anlagen der Holznutzung gehören Beistellherde, Kamin- bzw. Kachelöfen, offene Kamine und Holz-/Kohleöfen. Eine belastbare Ermittlung der in diesem Segment eingesetzten Holzmenge bzw. der damit genutzten Endenergie ist nur begrenzt möglich, da der Markt lediglich eine geringe Transparenz aufweist. So wird z.B. ein großer Teil des dafür eingesetzten Holzes nicht kommerziell gehandelt.

Die Nutzung von biogenen Festbrennstoffen zur Wärmebereitstellung mit traditionellen Systemen wurde in der Vergangenheit unterschätzt. Neue Erkenntnisse für die Jahre 2005 und 2006 konnten aus einer Studie zum Emissionsaufkommen in den Sektoren Haushalten und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg gewonnen werden (LUBW [25], IVD [24]). Darüber hinaus werden aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet (LIV [23]). Zukünftige Änderungen auf Basis einer verbesserten Datenlage sind nicht auszuschließen.



## Anhang II: Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren, Emissionsvermeidung und eingesparten fossilen Energieträger

	Kernkraft	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl
Wind	0%	3%	80%	17%	0%
Wasser	0%	3%	76%	22%	0%
feste Biomasse	0%	3%	75%	23%	0%
Photovoltaik	0%	3%	76%	22%	0%
Biogas	0%	3%	75%	22%	0%
Klär- u. Deponiegas	0%	3%	74%	24%	0%
Geothermie	0%	3%	76%	22%	0%
Flüssige Biomasse	0%	3%	74%	24%	0%
biogener Anteil des Abfalls	0%	3%	75%	23%	0%

Mit den vorliegenden Berechnungen zur Substitution fossiler Energieträger werden die Vorketten der Energiebereitstellung durchgängig berücksichtigt, sowohl für die fossilen Energieträger, als auch für erneuerbaren Energien. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf aktualisierten Emissionsfaktoren für

das Jahr 2013, da zum Stand der Berichterstellung noch keine aktuelleren Berechnungsdaten vorlagen [46].

### Emissionsvermeidungsfaktoren und eingesparte fossile Energieträger für die Stromerzeugung

Strom	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>el</sub>
Braunkohle	2,68
Steinkohle	2,64
Erdgas	2,04
Mineralöl	2,48
Wasserkraft	0,01
Windenergie	0,04
Photovoltaik	0,31
Feste Biomasse (HKW)	0,06
Flüssige Biomasse (BHKW)	0,26
Biogas (BHKW)	0,37
Klär-/Deponiegas (BHKW)	0,00
Biogener Anteil des Abfalls	0,03
Geothermie	0,47

Für die Berechnung der vermiedenen Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien müssen Annahmen über den substituierten Stromerzeugungsmix getroffen werden. Je nach Einspeisecharakteristik ersetzen die erneuerbaren Energieträger in unterschiedlichem Maße konventionelle Energieträger im vorhandenen Kraftwerkspark. Kernenergie wird von den erneuerbaren Energien nicht ersetzt, da Kernkraftwerke im Vergleich zu den ebenfalls im Grundlastbereich eingesetzten Braunkohlekraftwerken niedrigere Grenzkosten aufweisen [40]. Der unter Berücksichtigung der verschiedenen Erzeugungscharakteristika und -mengen der erneuerbaren Energien und der damit verbundenen unterschiedlichen Substitutionseffekte gewichtete THG-Minderungsfaktor beträgt für alle erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung in Baden-

Württemberg rund 698 g/kWh<sub>el</sub> (vgl. S. 16).

Zur Ermittlung der durch die Nutzung erneuerbarer Energien eingesparten Primärenergie werden auch die oben erläuterten Substitutionsbeziehungen angesetzt. Wie bei der Bilanzierung der eingesparten Emissionen werden auch hier die vorgelagerten Prozesse der Gewinnung, Aufbereitung und Bereitstellung sowohl der erneuerbaren, als auch der fossilen Energieträger berücksichtigt.

Die Primärenergieeinsparung im Stromsektor berücksichtigt neben den Substitutionsfaktoren die mittleren Nutzungsgrade des deutschen Kraftwerksparks sowie den kumulierten Primärenergieaufwand zur Bereitstellung und Nutzung der fossilen Energieträger. Von der so ermittelten Bruttoeinsparung wird der Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung von Biomasse sowie zur Herstellung und zum Betrieb der erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen abgezogen. Für Baden-Württemberg ergibt sich damit für die Stromerzeugung ein mittlerer Netto-Einsparungsfaktor von 2,33 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbar bereitgestelltem Strom.

### Emissionsvermeidungsfaktoren und eingesparte fossile Energieträger für die Wärmeerzeugung

	Heizöl	Gas	Steinkohle	Braunkohle	Fernwärme	Strom
Solarthermie	45%	51%	0%	0%	2%	3%
Wärmepumpen	46%	45%	1%	2%	5%	3%
Holz (Einzelfeuerung)	41%	50%	0%	1%	2%	6%
Holz (Zentralheizung)	65%	20%	2%	3%	0%	10%
Feste Biomasse (Industrie)	8%	54%	8%	16%	15%	0%
Flüssige Biomasse (BHKW)	29%	52%	2%	1%	10%	6%
Biogas (BHKW)	53%	40%	7%	0%	0%	0%
Biomasse-H(KW)	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Biogener Anteil des Abfalls	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Tiefengeothermie	0%	0%	0%	0%	100%	0%

Zur Berechnung der vermiedenen Emissionen durch die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wird wie auch bei der Stromerzeugung für jeden erneuerbaren Energieträger ein substituiertes Energieträgergemisch unterstellt. Im Vergleich zur bisherigen Methodik wird für die verschiedenen erneuerbaren Energieträger

jeweils ein eigener substituiertes fossiler Wärmebereitstellungsmix angenommen. Diese Verteilung ist im Gegensatz zu den Substitutionsfaktoren auf Stromseite wesentlich unsicherer, da im Wärmesektor eine große technologische Vielfalt und Dezentralität vorherrscht.

In die Ermittlung der vermiedenen Emissionen im Wärmesektor gehen die Emissionsfaktoren für die aus fossilen Energieträgern vermiedenen und die durch die erneuerbare Energiebereitstellung verursachten Emissionen in privaten Haushalten, Landwirtschaft und Industrie ein. Analog zur Berechnung im Stromsektor wird die gesamte Vorkette sowohl für die fossile, als auch für die erneuerbare Energiebereitstellung berücksichtigt. Zur Ermittlung der Netto-Einsparung werden von den vermiedenen fossilen Emissionen die bei der Nutzung erneuerbarer Energien verursachten Emissionen abgezogen. Die Primärenergieeinsparung durch die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien wird anhand der gezeigten Substitutionsfaktoren berechnet. Ähnlich zur Ermittlung der Primärenergieeinsparung im Stromsektor gehen Angaben zum kumulierten fossilen Primärenergieaufwand für die fossile und erneuerbare Wärmebereitstellung in die Berechnung ein. Fernwärme wird auf 51 % Erdgas, 27 % Steinkohle, 2 % Mineralöl, 8 % Braunkohle sowie 12 % sonstigen Energieträgern aufgeteilt. Grundlaststrom wird mit 40 % Braunkohle, 40 % Kernenergie, 12 % Steinkohle und 8 % Erdgas angesetzt.

Insgesamt ergibt sich für die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Mittel eine Einsparung von 1,13 kWh Primärenergie pro kWh erneuerbarem Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung.

Wärme	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>input</sub>
Erdgas	1,15
Heizöl	1,18
Braunkohlebrikett	1,24
Steinkohlekoks	1,39
Fernwärme (incl. Verluste)	1,20
Grundlaststrom	1,71
Brennholz (Heizung)	0,04
Biomasse (Industrie)	0,15
Biomasse (HKW)	0,02
Flüssige Biomasse (BHKW)	0,09
Biogas (BHKW)	0,06
Biogener Anteil des Abfalls	0,01
Tiefe Geothermie	0,47
Wärmepumpen	0,58
Solarthermie	0,12

### Emissionsvermeidungsfaktoren und eingesparte fossile Energieträger für Kraftstoffe

Der heute überwiegend eingesetzte Biokraftstoff Biodiesel gilt nicht als CO<sub>2</sub>-neutral, weil bei seiner Herstellung u.a. Methanol fossilen Ursprungs eingesetzt wird. Dieses kann aber zumindest teilweise durch eine entsprechende Nutzung der bei der Biodieselherstellung anfallenden Nebenprodukte Glycerin und Rapsschrot kompensiert werden.

	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> -Äquivalent [g/kWh]
Biodiesel	218	159
Pflanzenöl	248	176
Bioethanol	187	141
Biome than	174	169

Zur Ermittlung der im Rahmen der Nutzung biogener Kraftstoffe (einschließlich der gesamten Bereitstellungskette) entstehenden Emissionen kommt die nebenstehende Verteilung auf die einzelnen Rohstoffe zur Anwendung. Dabei werden die gesamten Vorketten mitberücksichtigt. Eine Bilanzierung der direkten und indirekten Landnutzungsänderungen ist jedoch bislang nicht Teil der Berechnung. Die Höhe der Primärenergieeinsparung durch Biokraftstoffe ist hauptsächlich bestimmt durch die Herkunft sowie die Allokationsmethode zur Aufteilung des Energieverbrauchs auf Haupt- und Nebenprodukte. Für die Substitution fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe wird angenommen, dass Bioethanol Benzin ersetzt, während Biodiesel und Pflanzenöl mineralischen Diesel substituieren. Mit Berücksichtigung des Primärenergieaufwands für die Biokraftstoffe ergibt sich für Biodiesel eine Primärenergieeinsparung von 0,55 kWh bzw. für Pflanzenöl 0,71 kWh gegenüber mineralischem Diesel. Durch Bioethanol werden 0,94 kWh gegenüber Benzin eingespart. Für alle Biokraftstoffe, die in Baden-Württemberg genutzt werden, ergibt sich im Mittel eine Primärenergieeinsparung von rund 0,65 kWh pro kWh erneuerbarem Kraftstoffeinsatz.

Kraftstoff	kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>input</sub>
Benzin	1,19
Diesel	1,11
Biodiesel (Raps)	0,57
Biodiesel (Soja)	0,69
Biodiesel (Palmöl)	0,52
Biodiesel (Abfall)	0,40
Pflanzenöl (Raps)	0,40
Pflanzenöl (Soja)	0,23
Bioethanol (Getreide)	0,53
Bioethanol (Zuckerrübe)	0,43
Bioethanol (Zuckerrohr)	0,18

### CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Äquivalent

Wichtige Treibhausgase sind die so genannten Kyoto-Gase, die im Rahmen des Kyoto-Protokolls reduziert werden sollen. Diese tragen in unterschiedlichem Maße zum Treibhauseffekt bei. Um die Treibhauswirkung der einzelnen Gase vergleichen zu können, wird ihnen das relative Treibhauspotenzial zugeordnet, das ein Maß für ihre Treibhauswirkung bezogen auf die Referenzsubstanz CO<sub>2</sub> darstellt. Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent der Kyoto-Gase berechnet sich aus der Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge CO<sub>2</sub> in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung verursachen würde.

Kategorie	Gas	Kürzel	Relatives Treibhausgas- bzw. Versauerungspotenzial (für Strom und Wärme / Verkehr)	
Treibhausgase	Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	1	CO <sub>2</sub> -Äq.
	Methan	CH <sub>4</sub>	21 / 25	
	Distickstoffoxid	N <sub>2</sub> O	310 / 298	
säurebildende Schadstoffe	Schwefelhexafluorid	SO <sub>2</sub>	1	SO <sub>2</sub> -Äq.
	perfluorierte Kohlenwasserstoffe	NO <sub>x</sub>	0,696	

Die oben gezeigten relativen Treibhausgas- bzw. Versauerungspotenziale wurden vom Umweltbundesamt für die Emissionsbilanzierung der erneuerbaren Energien angesetzt [46], auf deren Basis im vorliegenden Bericht die Einsparungen für Baden-Württemberg berechnet wurden.

Für die Bilanz im Strom- und Wärmesektor wurden die Werte der Treibhausgaspotenziale mit hundertjährigem Zeithorizont aus dem Zweiten IPCC-Sachstandsbericht aus dem Jahr 1996 herangezogen (IPCC, 1996), um konsistent mit den Vorgaben der Emissionsberichterstattung nach der Klimarahmenkonvention in Verbindung mit dem Kyoto-Protokoll sowie den entsprechenden Richtlinien und Verordnungen der EU zu verfahren. Im Verkehrssektor werden hingegen aus Gründen der Konsistenz mit RL 2009/28/EG die Werte aus dem Vierten IPCC-Sachstandsberichts aus dem Jahr 2007 verwendet.

### Anhang III: Berechnung der Primärenergieäquivalente für Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien

Seit 1995 wird in Deutschland für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 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 %. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 % in Ansatz gebracht.

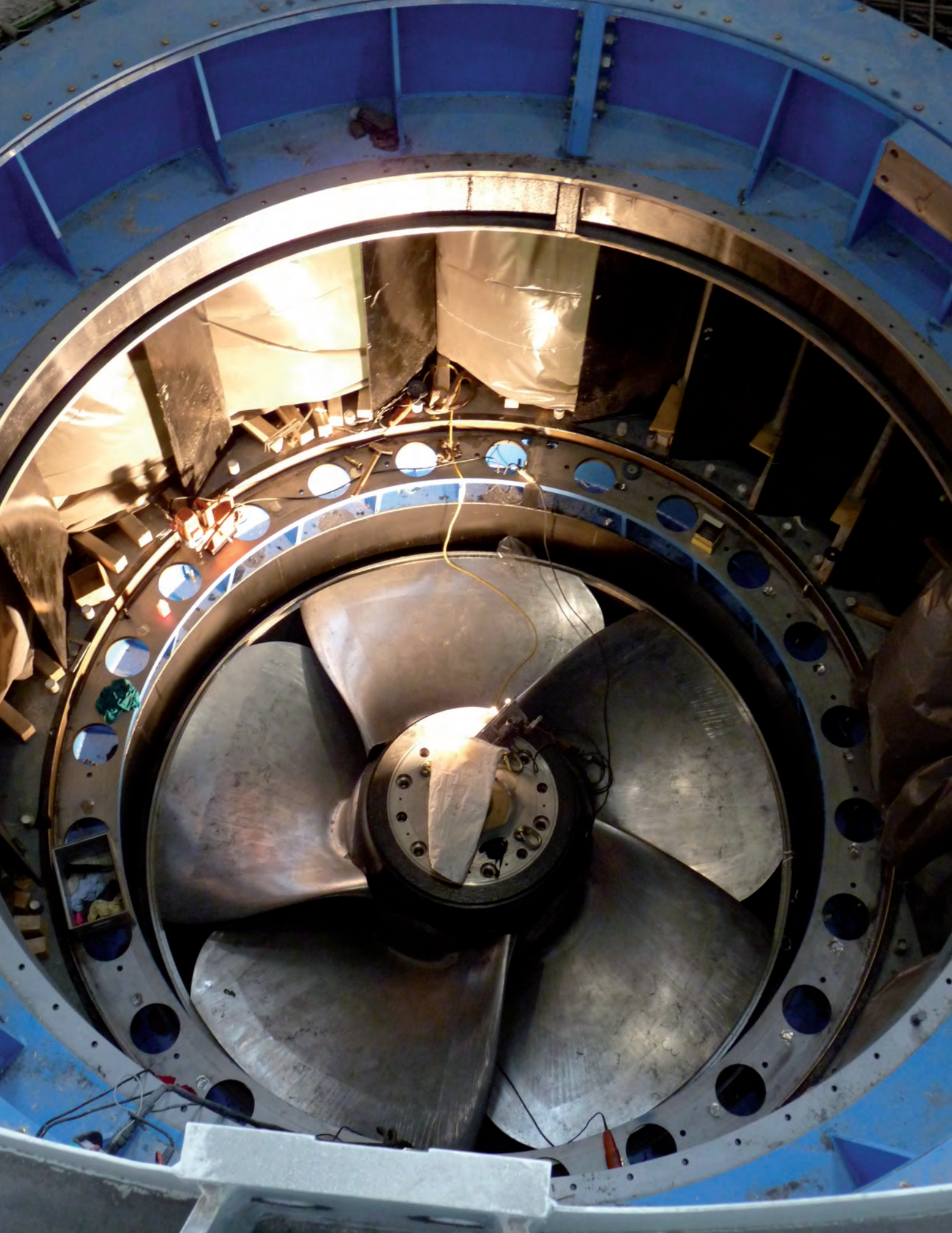
Die Primärenergieäquivalente der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse wurde auf Basis der für die vorliegende Ausgabe neu ermittelten Zeitreihen ebenfalls neu berechnet. Zugrunde gelegt wurden in Abhängigkeit von der Leistung anlagenscharf berechnete Nutzungsgrade. Die Aufteilung auf die Bereiche Strom und Wärme erfolgte nach der finnischen Methode [37], [39]. Zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents der Bereitstellung von Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien werden Endenergie und Primärenergie gleichgesetzt.

### Anhang IV: Umsatzerlöse aus der Nutzung erneuerbarer Energien

Für die vorliegende Ausgabe wurden die Zeitreihen zu den Investitionen und Betriebskosten fortgeschrieben, die sich aus der Errichtung von Neuanlagen sowie dem Betrieb des Anlagenbestandes ergeben. Grundsätzlich setzen sich die Umsätze aus dem Betrieb der Anlagen aus den Wartungs- und Betriebskosten sowie für Biomasseanlagen zusätzlich aus den Kosten für die Brennstoffe bzw. 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 % kommerziell gehandelt werden. Die restlichen 50 % stammen zum überwiegenden Teil aus der Selbstwerbung und werden für die Umsatzberechnung nicht berücksichtigt. Für Anlagen zur Nutzung von Klärgas, Deponiegas sowie des biogenen Abfalls werden keine Betriebskosten angesetzt. Für die Wartungs- und Betriebskosten werden anlagentypische Werte angesetzt.

Für den Kraftstoffbereich wird der Erlös unmittelbar aus dem Verkauf von Biokraftstoffen ermittelt. Zu berücksichtigen sind dabei die unterschiedlichen Kraftstoffarten sowie Vertriebswege. Für den Kraftstoffabsatz an öffentlichen Tankstellen, für die Abgabe an Fahrzeugflotten und für Beimischungen zu Dieselmotoren werden unterschiedlich hohe Werte angesetzt.



Leitapparat und Laufwerk einer vertikal eingebauten Turbine im Kraftwerk Eglisau

### **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 (z.B. 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 %. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 % 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, d.h. den Quotient 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.



Aufbau einer Windenergieanlage

## Vorsätze und Vorzeichen

k	Kilo	10 <sup>3</sup>	Tausend
M	Mega	10 <sup>6</sup>	Million (Mio.)
G	Giga	10 <sup>9</sup>	Milliarde (Mrd.)
T	Tera	10 <sup>12</sup>	Billion (Bill.)
P	Peta	10 <sup>15</sup>	Billiarde (Brd.)

## Umrechnungen

		PJ	GWh	Mio. t SKE	Mio. t RÖE
1 PJ	Petajoule	1	277,78	0,034	0,024
1 GWh	Gigawattstunde	0,0036	1	0,00012	0,000086
1 Mio. t SKE	Mio. Tonnen Steinkohleeinheit	29,31	8.141	1	0,70
1 Mio. t RÖE	Mio. Tonnen Rohöleinheit	41,87	11.630	1,43	1

## Typische Eigenschaften von Kraftstoffen

	Dichte [kg/l]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l]
Biodiesel	0,88	10,3	9,1	37,1	32,6
Bioethanol	0,79	7,4	5,9	26,7	21,1
Rapsöl	0,92	10,4	9,6	37,6	34,6
Diesel	0,84	12,0	10,0	43,1	35,9
Benzin	0,76	12,2	9,0	43,9	32,5

## Typische Eigenschaften von festen und gasförmigen Energieträgern

	Dichte [kg/l] bzw. [kg/m <sup>3</sup> ]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m <sup>3</sup> ]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l] bzw. [MJ/m <sup>3</sup> ]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	-	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (in m <sup>3</sup> )	0,76	11,6	8,8	41,7	31,7
Heizöl EL	0,86	11,9	10,2	42,8	36,8
Biogas (in m <sup>3</sup> )	1,20	4,2 - 6,3	5,0 - 7,5	15,0 - 22,5	18,0 - 27,0
Holzpellets	0,65	4,9 - 5,4	3,2 - 3,5	17,5 - 19,5	11,4 - 12,7

## Quellenverzeichnis

- [1] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2002 bis August 2004, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart, Karlsruhe, 2004.
- [2] Fichtner: Evaluierung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Stuttgart, 2002.
- [3] Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI): Evaluierung der Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien durch das Bundesministerium für Wirtschaft (1994 – 1998), im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Karlsruhe, 1999.
- [4] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg und Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Energiebericht Baden-Württemberg, Stuttgart, 2001, 2004, 2007, 2010, 2012, 2014 und 2016.
- [5] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (StaLa), diverse Veröffentlichungen auf [www.statistik.baden-wuerttemberg.de](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de), Stuttgart, 2005-2016.
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) bzw. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, diverse Ausgaben, Berlin, 2005-2016.
- [7] Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013.
- [8] Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET): Windenergie-Report, Kassel, 1999 bis 2004.
- [9] Umweltinstitut Leipzig (UIL), Institut für Energetik und Umwelt (IE): Evaluierung des 100.000-Dächer-Solarstrom-Programms im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Leipzig, 2002.
- [10] Solarenergie-Förderverein Deutschland (SFV): Solarstromerträge für diverse Jahre.
- [11] Institut für Energetik und Umwelt (IE): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Leipzig, Februar 2007.
- [12] Molly, J. P., Deutsches Windenergie-Institut (DEWI): Status der Windenergienutzung in Deutschland, diverse Ausgaben, Wilhelmshaven.
- [13] WindGuard: Status des Windenergieausbaus in Deutschland. Zusätzliche Auswertungen und Daten für das Jahr 2015. Varel, 2016.
- [14] S. Heimerl, Fichtner, persönliche Mitteilungen, 2006 bis 2016.
- [15] Institut für Energetik und Umwelt Leipzig (IE): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Stromerzeugung aus Biomasse, Leipzig, Endbericht vom 20. März 2008.
- [16] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), persönliche Mitteilungen, 2005 bis 2016.
- [17] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA), persönliche Mitteilungen, 2005 bis 2014.
- [18] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2015. März 2016.
- [19] Staatliche Biogasberatung Baden-Württemberg, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL): Biogasanlagen in Baden-Württemberg, 2009-2016.
- [20] I. Stober, Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 5 – Umwelt, persönliche Mitteilungen, Freiburg, 2007 bis 2010.
- [21] Bundesverband Wärmepumpe (BWP): diverse Pressemeldungen, 2010 bis 2016.
- [22] Geothermiezentrum Bochum (GZB): Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes. Bestandsaufnahme und Trends. Studie im Auftrag des Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg. Februar 2010.
- [23] Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg (LIV), persönliche Mitteilungen, Ulm, 2007 bis 2016.
- [24] Kilgus, D., Struschka, M., Baumbach, G., Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD) der Universität Stuttgart: Ermittlung des Emissionsaufkommens für Staub im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher in Baden-Württemberg, Studie im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg, Stuttgart, Dezember 2007.
- [25] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Luftschadstoff-Emissionskataster, Ausgaben 2000 bis 20010, Karlsruhe, 2000-2013.
- [26] Interessengemeinschaft der thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (ITAD), Würzburg, 2009-2016.
- [27] M. Dederer, Staatliche Biogasberatung Baden-Württemberg, LSZ Boxberg, persönliche Mitteilungen, 2009 bis 2015.



- [28] Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Zwischenberichte 2009 bis 2014, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Leipzig, 2010 bis 2015.
- [29] TransnetBW: EEG-Anlagendaten in der Regelzone der TransnetBW GmbH, Karlsruhe, 2016.
- [30] Amprion: EEG-Anlagendaten in der Regelzone der Amprion GmbH, Dortmund, 2016.
- [31] Institut für Wohnen und Umwelt (IWU): Berechnungsblatt zur Bestimmung der Heizgradtage bzw. der Gradtagzahl für 42 deutsche Wetterstationen (Daten des Deutschen Wetterdienstes), Darmstadt, März 2016.
- [32] Landtag von Baden-Württemberg: Stellungnahme des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg zur nachträglichen Einbindung vorhandener Biogasanlagen in eine Wärmenutzung, Drucksache 14/4351 vom 15.04.2009, Stuttgart, 2009.
- [33] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg: Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland, Evaluierungen für die Jahre 2007 bis 2012, Gutachten im Auftrag der KfW, Stuttgart, 2008 bis 2015.
- [34] Eurostat: Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen; Datenstand vom August 2016.
- [35] Ingenieurbüro Floecksmühle: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Vorhaben II d, Wasserkraft. Aachen, Juli 2014.
- [36] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschborn, 2005-2015.
- [37] Richtlinie 2004/8/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG.
- [38] International Energy Agency - Solar Heating and Cooling Programme (IEA-SHC): Converting Installed Solar Collector Area & Power Capacity into Estimated Annual Solar Collector Energy Output.
- [39] AG Energiebilanzen: Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. Stand August 2010.
- [40] Klobasa, M; Sensfuß, F.: Gutachten zur CO<sub>2</sub>-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2010 und 2011, Bericht des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Karlsruhe, Mai 2013.
- [41] Umweltbundesamt: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012. Dessau-Roßlau, März 2014.
- [42] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: EEG-Anlagenstammdaten zum Stichtag 31.12.2013. August 2014.
- [43] Bundesnetzagentur: EEG-Statistikbericht 2010. Bonn, August 2012.
- [44] Bundesnetzagentur: Erfassung der gemeldeten Photovoltaikanlagen. Stand März 2016.
- [45] Pester, S.; Schellschmidt, R.; Schulz, R.: Verzeichnis geothermischer Standorte – Geothermische Anlagen in Deutschland auf einen Blick, in: Geothermische Energie, 16. Jahrgang/Heft 3, Juli/September 2007.
- [46] Umweltbundesamt: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Stand November 2014. Dessau-Roßlau, 2014.
- [47] Übertragungsnetzbetreiber 50hertz, amprion, Tennet und TransnetBW: EEG-Jahresabrechnung 2015. Stand 29.07.2016.
- [48] AG Energiebilanzen: Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2014. August 2015.
- [49] GWS: Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2013 in den Bundesländern. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Osnabrück, 30. September 2014.
- [50] GWS/ZSW: Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten- und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Osnabrück, Stuttgart, Juni 2012.
- [51] Bickel P., Kelm T., Püttner A.: Verbesserte Abschätzung des in Baden-Württemberg wirksamen Investitionsimpulses durch die Förderung Erneuerbarer Energien. Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg, Zentrum Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart, November 2009.
- [52] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Windkraftanlagen in Baden-Württemberg. Stand Juli 2016.



Photovoltaikanlage auf der Mutlanger Heide



Ansicht in den Turmschaft einer modernen Windkraftanlage



Die erneuerbaren Energien:  
Ein starkes Stück Natur.