

# Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2012



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

## Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Tel.: 0711/ 126 - 0

Fax: 0711/ 126 - 2881

Internet: <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 Finanzen und Wirtschaft  
Baden-Württemberg

Realisierung, Satz, Repro und Druck:

Schwäbische Druckerei GmbH  
Stuttgart



Oktober 2013

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



Aufbau einer neuen Windenergieanlage auf der Schwäbischen Alb

# 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 Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien	11
Wirtschaftliche Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energien	15
Umweltauswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien	16
THG-Emissionen und THG-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 Abschätzung der Kosten	21
Nutzung erneuerbarer Energien nach Bundesländern	22
Nutzung erneuerbarer Energien nach Landkreisen	25
Potenziale nachwachsender Energieträger	29
Beschäftigungseffekte in Baden-Württemberg	31
Förderung der erneuerbaren Energien	32
Literaturhinweise	34
Verzeichnis relevanter Institutionen	37
Informationsdienste	39
<b>Anhang</b>	
Methodische Erläuterungen	40
Glossar	45
Umrechnungstabellen	47
Quellenverzeichnis	48



Kaplanturbine im neuen Kraftwerk Rheinfelden

## Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2012

[PJ]	2011	2012	
<b>Primärenergieverbrauch</b>	<b>1.476</b>	<b>1.475</b>	<b>-0,1 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	154	168	+8,9 %
davon fossil/Kernkraft	1.321	1.306	-1,1 %
<b>Anteil der EE am Primärenergieverbrauch</b>	<b>10,5 %</b>	<b>11,4 %</b>	

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2012 nach ersten Schätzungen insgesamt auf dem Vorjahresniveau und damit erneut auf einem geringen Stand verharrt. Zum Rückgang 2011 hat einerseits der Kernenergieausstieg und andererseits der gesunkene Brennstoffverbrauch beigetragen. Im Jahr 2012 ist der Primärenergieverbrauch im Bereich der Kernenergie weiter zurückgegangen, wurde jedoch weitgehend von einem erhöhten Brennstoffverbrauch im Wärmesektor sowie einem weiter gewachsenen Verbrauch erneuerbarer Energien ausgeglichen. Der Anteil der erneuerbaren Energien betrug im Jahr 2012 damit 11,4 %.

## Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2012

[TWh]	2011	2012	
<b>Endenergieverbrauch</b>	<b>285</b>	<b>289</b>	<b>+1,5 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	32,7	35,5	+8,3 %
davon fossil/Kernkraft	252	254	+0,6 %
<b>Anteil der EE am Endenergieverbrauch</b>	<b>11,5 %</b>	<b>12,3 %</b>	

Der Beitrag der erneuerbaren Energien erreicht damit rund 12 %.

Nachdem die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren stark zurückgegangen ist, verharrt die inländische Stromerzeugung bei knapp 60 TWh. Zum einen erzeugten die baden-württembergischen Kernkraftwerke im Jahr 2012 mit knapp 22 TWh rund 15 % weniger Strom als im Vorjahr (-3,9 TWh), zum anderen stieg die

[TWh]	2011	2012	
<b>Bruttostromerzeugung</b> <sup>1)</sup>	<b>59,6</b>	<b>58,8</b>	<b>-1,4 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	11,4	13,2	+16,5 %
davon fossil/Kernkraft	48,3	45,5	-5,6 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	19,1 %	22,5 %	
<b>Bruttostromverbrauch</b> <sup>1)</sup>	<b>78,4</b>	<b>79,1</b>	<b>+0,9 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	11,4	13,2	+16,5 %
davon fossil/Kernkraft	67,0	65,8	-1,8 %
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	14,5 %	16,8 %	
<b>Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung</b> <sup>2)</sup>	<b>152</b>	<b>157</b>	<b>+3,4 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	16,8	17,5	+4,4 %
davon fossil	135	140	+3,3 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	11,0 %	11,1 %	
<b>Endenergieverbrauch Kraftstoffe</b>	<b>83,5</b>	<b>82,5</b>	<b>-1,2 %</b>
davon erneuerbare Energien (EE)	4,6	4,7	+2,1 %
davon fossil	78,9	77,8	-1,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehr	5,5 %	5,7 %	

Der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg lag im Jahr 2012 knapp ein Prozent über dem Vorjahresniveau. Mit der geringfügig rückläufigen Bruttostromerzeugung sind die Netto-Stromimporte nach Baden-Württemberg im Vergleich zum Vorjahr gewachsen.

Nach einem starken Rückgang des Brennstoffverbrauchs zur Wärmebereitstellung im Jahr 2011 hat der Verbrauch ein Jahr später wieder zugelegt. Nach einem aufgrund des geringen Verbrauchs überzeichneten Anteil erneuerbarer Energien im Vorjahr betrug der EE-Anteil 2012 an der Wärmebereitstellung rund 11 %.

Der Kraftstoffverbrauch ist im Jahr 2012 moderat zurückgegangen. Der Biokraftstoffverbrauch bewegt sich auf dem Niveau des Vorjahres. Das Stagnieren des gesamten Biokraftstoffverbrauchs ist insbesondere auf das seit vier Jahren weitgehend konstante Verbrauchsniveau von Biodiesel zurückzuführen, der heute fast ausschließlich als Beimischung zur Erfüllung der Biokraftstoffquoten genutzt wird. Die Nutzung von Pflanzenöl als Reinkraftstoff bleibt auf niedrigem Niveau. Insgesamt beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehr 5,7 %.

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) Einschließlich Strom zur Wärmeerzeugung; die Summe aus Bruttostromerzeugung, Endenergie zur Wärmebereitstellung und Endenergieverbrauch Kraftstoffe ist deshalb nicht mit dem oben angegebenen Wert des Endenergieverbrauchs zu vergleichen.

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2013; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt; Quellen: siehe Seite 9; zur Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch seit 1998 siehe Seite 10.

## Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2012

	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>	4.738	17,1	6,0	8,1	1,2
Windenergie	596	2,1	0,8	1,0	0,1
Photovoltaik	4.310	15,5	5,4	7,3	1,1
feste biogene Brennstoffe	1.099	11,6	1,4	1,9	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	73	1,0	0,1	0,1	0,1
Biogas	1.850	24,1	2,3	3,1	1,6
Klärgas	148	1,3	0,2	0,3	0,1
Deponiegas	41	0,7	0,05	0,07	0,05
Geothermie	0,5	0	0	0	0
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	393	4,6	0,5	0,7	0,3
<b>Gesamt</b>	<b>13.248</b>	<b>78,1</b>	<b>16,8</b>	<b>22,5</b>	<b>5,3</b>
<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme <sup>6)</sup></b>		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>7)</sup>	8.682	31,3	5,5		2,1
feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>8)</sup>	5.420	22,2	3,4		1,5
flüssige biogene Brennstoffe	68	0,3	0,0		0,02
Biogas, Deponiegas, Klärgas	782	5,3	0,5		0,4
Solarthermie	1.314	4,7	0,8		0,3
tiefe Geothermie	105	0,4	0,1		0,03
Umweltwärme <sup>9)</sup>	327	4,2	0,2		0,3
biogener Anteil des Abfalls <sup>5)</sup>	810	4,7	0,5		0,3
<b>Gesamt</b>	<b>17.508</b>	<b>73,1</b>	<b>11,1</b>		<b>5,0</b>
<b>Kraftstoffe</b>			<b>Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs <sup>10)</sup></b>		
Biodiesel	3.422	12,3	4,1		0,8
Bioethanol	1.237	4,5	1,5		0,3
Pflanzenöl	35	0,1	0,04		0,01
<b>Gesamt</b>	<b>4.694</b>	<b>16,9</b>	<b>5,7</b>		<b>1,1</b>
<b>Energiebereitstellung aus EE</b>			<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch <sup>11)</sup></b>		
<b>Gesamt</b>	<b>35.450</b>	<b>168,0</b>	<b>12,3</b>		<b>11,4</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2013. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

- 1) bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch von 1.475 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang III
- 2) bezogen auf einen geschätzten Bruttostromverbrauch von 79,1 TWh
- 3) bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung von 58,8 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 157 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 82,5 TWh (Kraftstoffe und Elektrizität im Straßen- und Schienenverkehr)
- 11) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch von 289 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 [38], AGEb [39], ÜNB [44], BNetzA [46], AGEb [50]

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

	Wasserkraft <sup>1)</sup>		Windenergie		Photovoltaik		feste biogene Brennstoffe		flüssige biogene Brennstoffe		Biogas		Klärgas	Deponiegas	Geothermie	biogener Anteil des Abfalls <sup>2)</sup>	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW <sub>p</sub> ]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]					
1998	3.689	760	18	22	2	2	304	53	0	20	4	77	153	0	196	<b>4.458</b>	
1999	4.331	764	22	32	2	3	271	53	0	27	5	78	162	0	311	<b>5.204</b>	
2000	5.628	768	53	61	5	9	307	58	0,5	37	7	85	160	0	203	<b>6.478</b>	
2001	5.750	772	92	108	19	38	354	66	1,2	56	11	91	152	0	205	<b>6.720</b>	
2002	5.769	776	193	180	33	71	398	75	1,5	80	13	97	139	0	218	<b>6.929</b>	
2003	4.549	775	234	209	79	123	474	104	2,9	107	17	100	97	0	201	<b>5.844</b>	
2004	5.036	775	306	249	134	256	728	153	14	154	27	110	131	0	213	<b>6.828</b>	
2005	4.934	775	312	262	272	452	957	158	51	282	54	111	128	0	291	<b>7.339</b>	
2006	5.233	775	395	325	465	646	981	161	172	526	96	118	90	0	386	<b>8.366</b>	
2007	5.172	775	586	404	668	911	991	162	259	757	127	126	94	0	479	<b>9.132</b>	
2008	5.120	777	614	422	951	1.309	974	168	208	992	140	133	76	0	481	<b>9.549</b>	
2009	4.877	777	545	452	1.370	1.937	1.095	181	346	1.187	162	135	53	0,04	458	<b>10.066</b>	
2010	5.098	832	541	467	2.085	2.936	1.094	179	264	1.394	203	140	49	0,1	359	<b>11.026</b>	
2011	4.079	837	589	486	3.320	3.776	975	188	73	1.703	256	147	46	0	440	<b>11.371</b>	
2012	4.738	842	596	502	4.310	4.431	1.099	191	73	1.850	275	148	41	0,5	393	<b>13.248</b>	

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

	feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>3)</sup>	feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>4)</sup>	flüssige biogene Brennstoffe	Biogas, Deponiegas, Klärgas	Solarthermie <sup>5)</sup>		tiefe Geothermie	Umweltwärme <sup>6)</sup>	biogener Anteil des Abfalls <sup>2)</sup>	Summe Wärmeerzeugung	Biodiesel	Bioethanol	Pflanzenöl	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergiebereitstellung
					[GWh]	[1.000 m <sup>2</sup> ]									
1998	6.650	745	0	54	201	506	354	k.A.	17	868	<b>8.535</b>	139	0	15	<b>154</b> <b>13.147</b>
1999	6.826	748	0	54	256	603	422	k.A.	22	895	<b>8.801</b>	182	0	20	<b>202</b> <b>14.207</b>
2000	6.839	966	0,2	58	294	668	468	k.A.	27	922	<b>9.105</b>	348	0	23	<b>371</b> <b>15.954</b>
2001	7.768	1.044	0,3	73	357	882	618	k.A.	33	939	<b>10.214</b>	489	0	28	<b>517</b> <b>17.451</b>
2002	7.492	1.259	0,3	87	427	978	684	k.A.	39	955	<b>10.260</b>	766	0	34	<b>800</b> <b>17.989</b>
2003	7.681	1.541	0,3	93	482	1.126	788	64	47	827	<b>10.734</b>	1.118	0	40	<b>1.157</b> <b>17.735</b>
2004	7.912	1.847	2,0	87	547	1.273	891	64	53	699	<b>11.211</b>	1.435	64	46	<b>1.545</b> <b>19.584</b>
2005	7.959	2.196	27	104	617	1.450	1.015	64	59	736	<b>11.762</b>	2.600	234	287	<b>3.121</b> <b>22.223</b>
2006	8.049	2.613	105	184	708	1.706	1.194	76	73	774	<b>12.581</b>	3.855	466	977	<b>5.297</b> <b>26.245</b>
2007	8.159	3.110	161	208	795	1.883	1.318	76	150	900	<b>13.559</b>	4.545	456	1.161	<b>6.162</b> <b>28.853</b>
2008	8.274	3.411	161	343	898	2.231	1.562	76	170	960	<b>14.294</b>	3.694	621	557	<b>4.871</b> <b>28.714</b>
2009	8.401	4.212	262	484	1.027	2.551	1.786	88	228	943	<b>15.645</b>	3.330	886	139	<b>4.355</b> <b>30.065</b>
2010	8.905	4.758	228	582	1.133	2.786	1.950	95	268	739	<b>16.708</b>	3.447	1.151	84	<b>4.682</b> <b>32.416</b>
2011	8.570	4.931	68	689	1.223	3.020	2.114	102	289	905	<b>16.778</b>	3.349	1.222	28	<b>4.599</b> <b>32.747</b>
2012	8.682	5.420	68	782	1.314	3.257	2.280	105	327	810	<b>17.508</b>	3.422	1.237	35	<b>4.694</b> <b>35.450</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 April 2013. 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) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde gemäß der amtlichen Statistik ab 2010 mit 50 % angesetzt, vorher mit 60%
- 3) Kachelöfen, Kaminöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten; siehe auch Anhang I; Wert 2010 witterungsbedingt überzeichnet
- 4) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke
- 5) zur Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung wurde der Konversionsfaktor 0,7 kW<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> verwendet
- 6) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; s. Anhang I

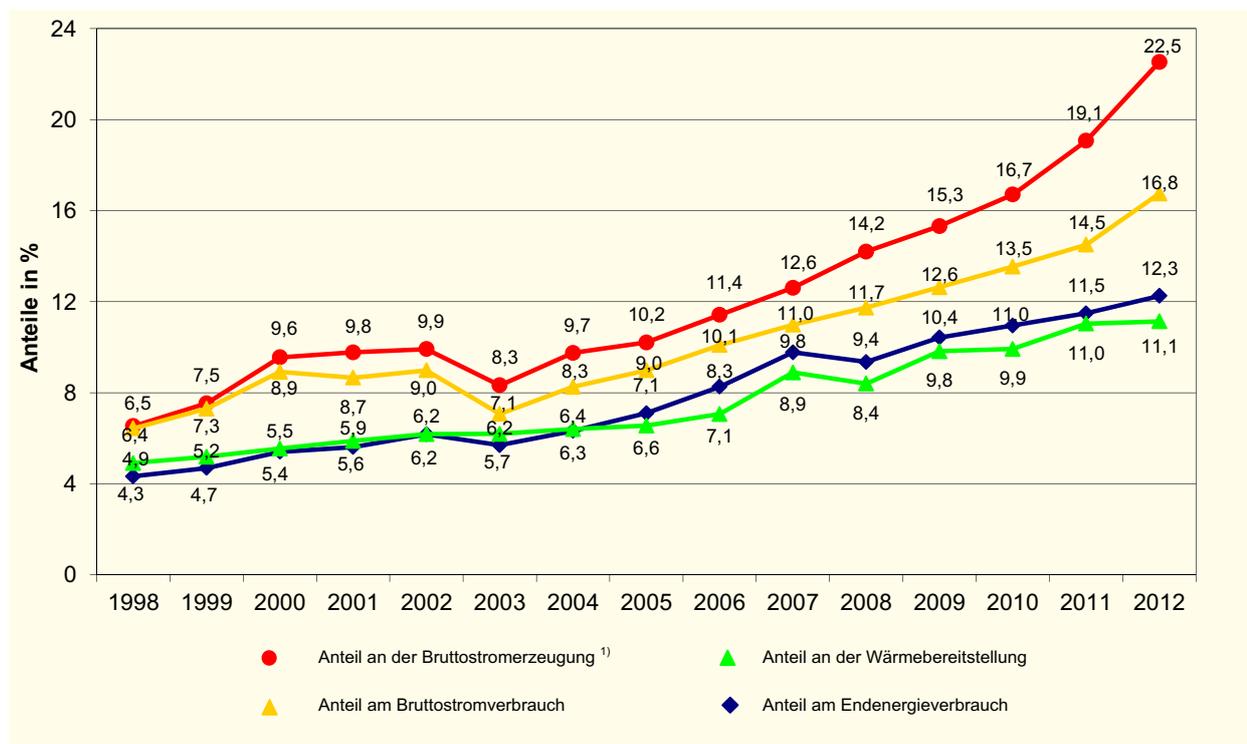
## Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Baden-Württemberg

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Endenergieverbrauch</b> [%]															
Anteil an der Bruttostromerzeugung	6,5	7,5	9,6	9,8	9,9	8,3	9,7	10,2	11,4	12,6	14,2	15,3	16,7	19,1	22,5
Anteil am Bruttostromverbrauch	6,4	7,3	8,9	8,7	9,0	7,1	8,3	9,0	10,1	11,0	11,7	12,6	13,5	14,5	16,8
Anteil an der Wärmebereitstellung	4,9	5,2	5,5	5,9	6,2	6,2	6,4	6,6	7,1	8,9	8,4	9,8	9,9	11,0	11,1
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	1,8	3,7	6,3	7,4	6,0	5,4	5,8	5,5	5,7
<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,4</b>	<b>5,6</b>	<b>6,2</b>	<b>5,7</b>	<b>6,3</b>	<b>7,1</b>	<b>8,3</b>	<b>9,8</b>	<b>9,4</b>	<b>10,4</b>	<b>11,0</b>	<b>11,5</b>	<b>12,3</b>
<b>Primärenergieverbrauch</b> [%]															
Stromerzeugung	1,3	1,6	1,8	1,9	2,0	1,8	2,2	2,6	3,0	3,6	3,7	4,2	4,4	4,7	5,3
Wärmebereitstellung	2,1	2,2	2,3	2,5	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,5	3,7	4,2	4,4	4,7	5,0
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,7	1,1	1,4	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1
<b>Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch</b>	<b>3,4</b>	<b>3,9</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>5,4</b>	<b>6,2</b>	<b>7,2</b>	<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	<b>9,3</b>	<b>9,9</b>	<b>10,5</b>	<b>11,4</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2012. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

Da die Stromerzeugung in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2008 rückläufig ist, sind die Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ab 2008 deutlich überzeichnet. Ein realistischeres Bild der erneuerbaren Energien im Stromsektor erlaubt der Bezug auf den Bruttostromverbrauch, der in den vergangenen Jahren vergleichsweise konstant um ein Niveau von etwa 81 TWh pendelte, in den vergangenen zwei Jahren jedoch unter 80 TWh lag. Der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung ist in 2011 aufgrund des schlechten Wasserjahrs in absoluten Zahlen kaum gewachsen, durch den gesunkenen Stromverbrauch jedoch anteilig stärker. Der Rückgang von Stromerzeugung und -verbrauch in 2012 führt gemeinsam mit der gegenüber dem Vorjahr höheren EE-Stromerzeugung zu deutlich gestiegenen EE-Anteilen im Stromsektor.

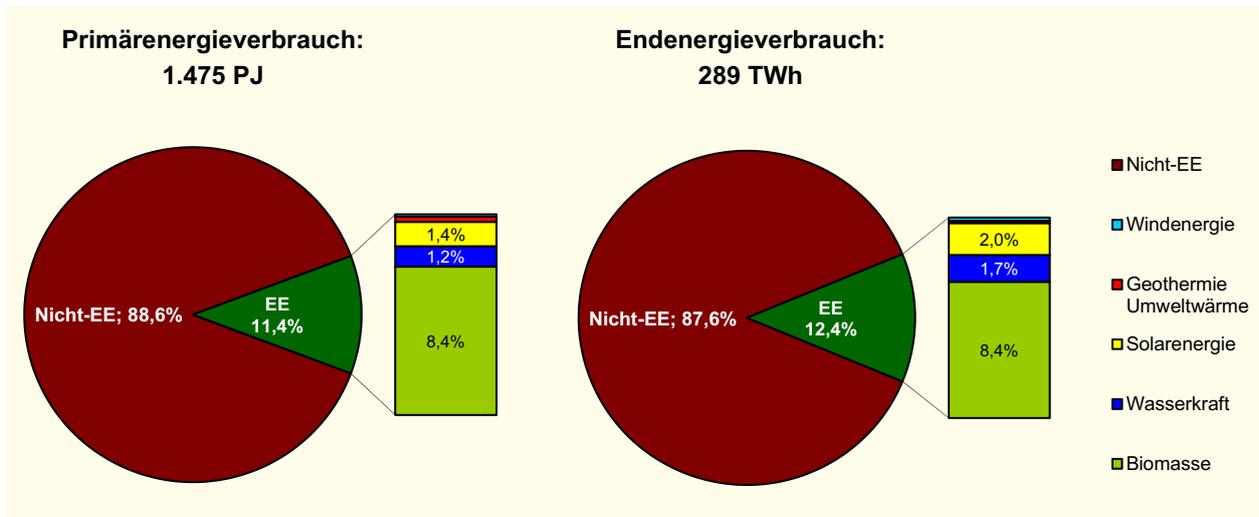
## Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung, an der Wärmebereitstellung und am Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg



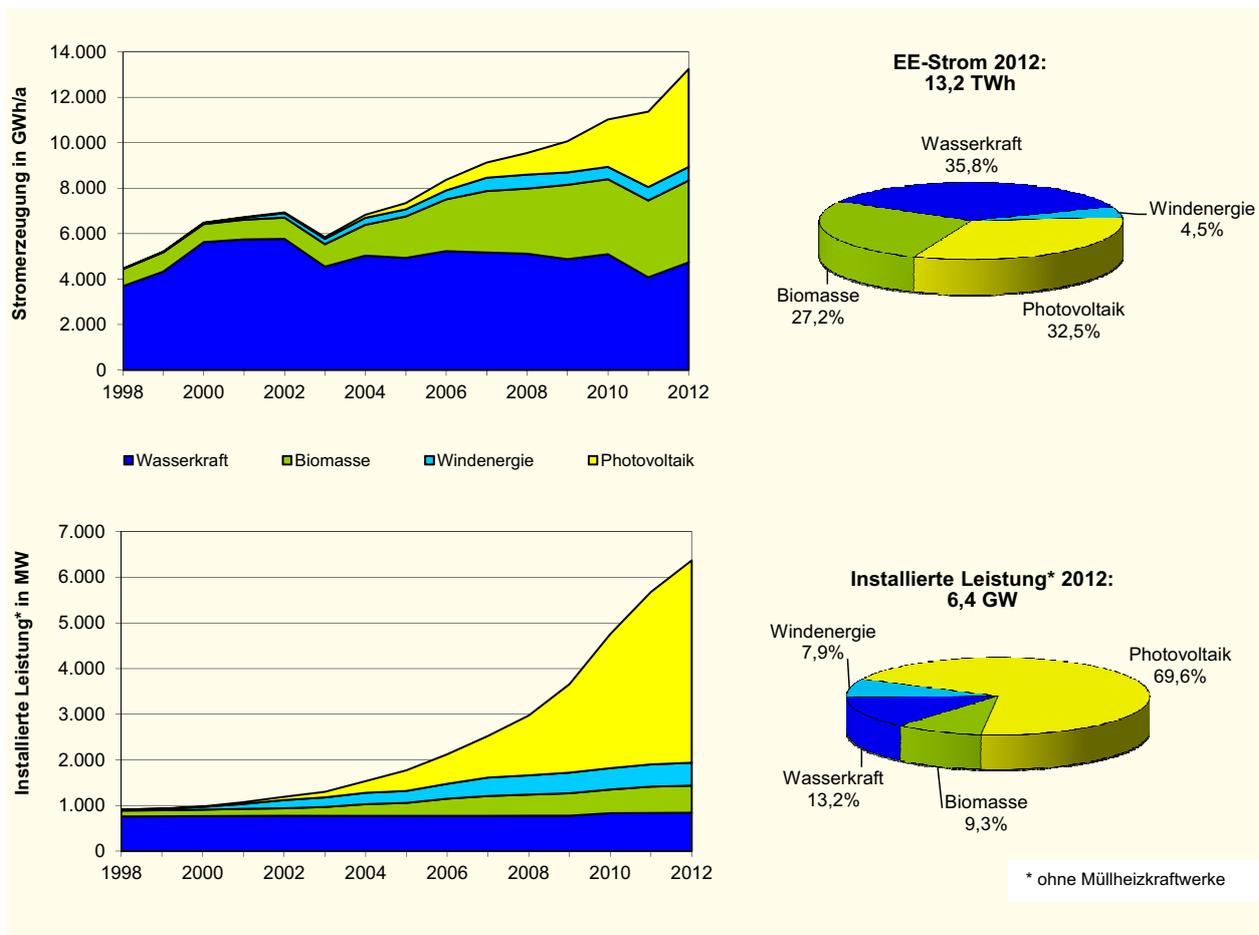
1) Einbruch bei der Stromerzeugung im Jahr 2003 bedingt durch die geringen Erträge der Wasserkraftwerke infolge der extremen Trockenheit

Alle Angaben vorläufig, Stand Oktober 2013; Quellen: siehe S. 9

# Struktur des Primärenergie- und Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg 2012



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

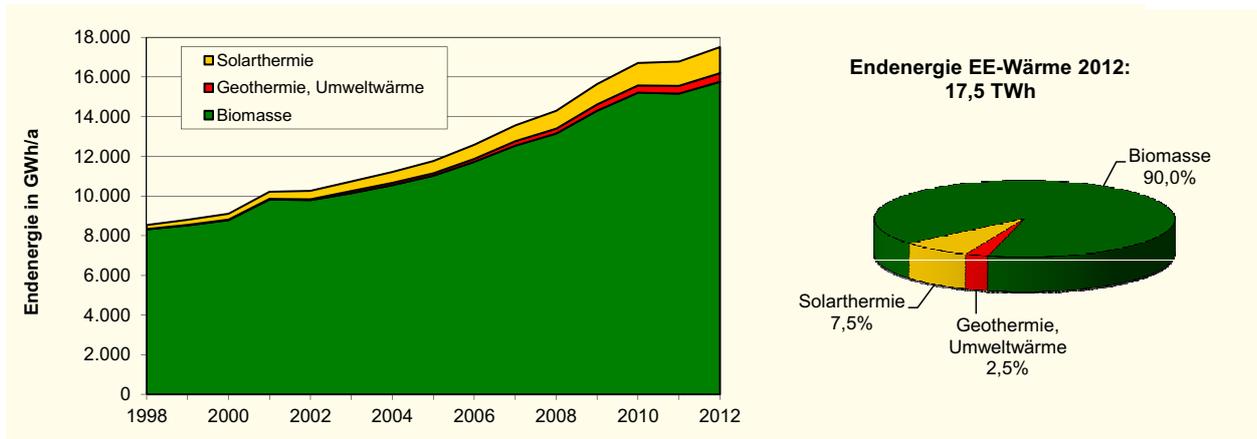


Alle Angaben vorläufig.

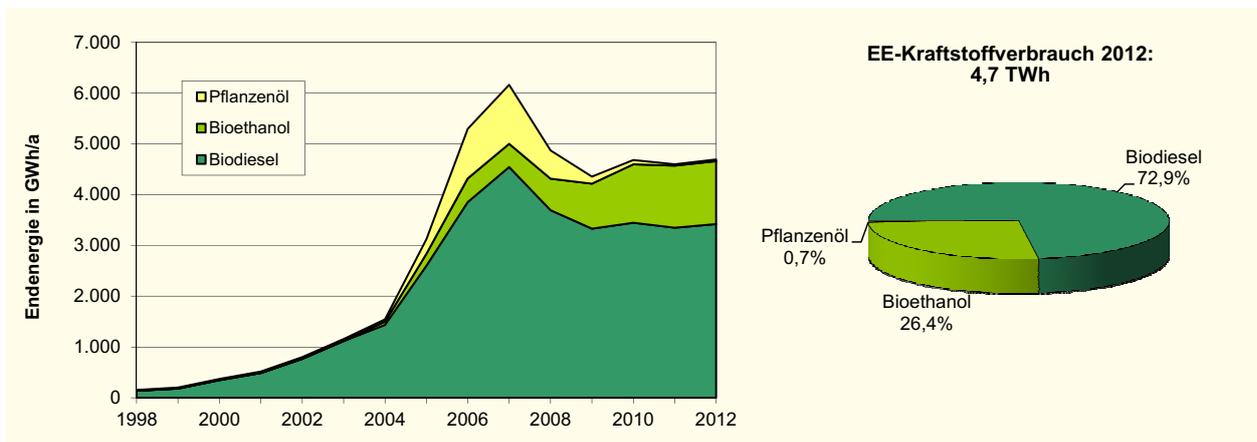


Naturnahes Umgebungsgewässer am neuen Kraftwerk Rheinfelden

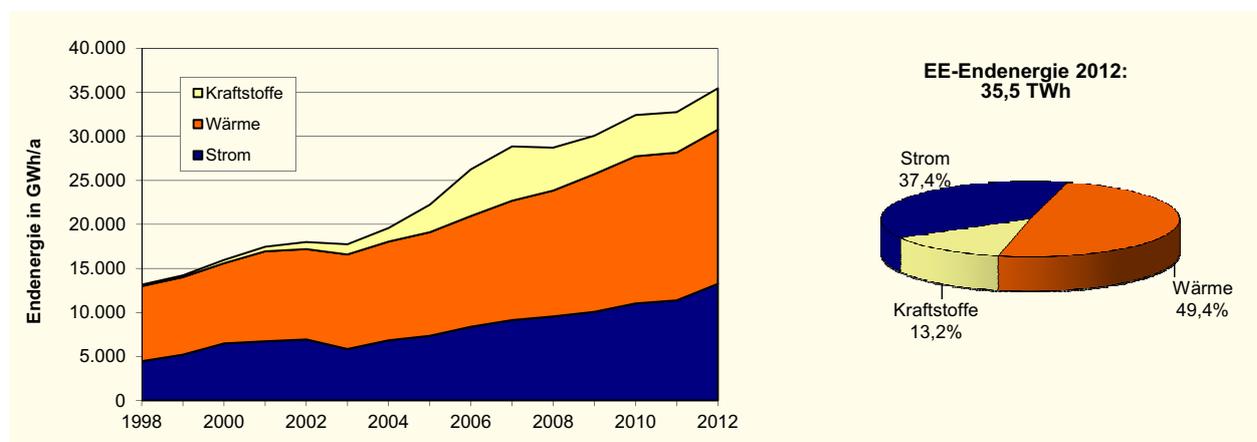
## Entwicklung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien Baden-Württemberg



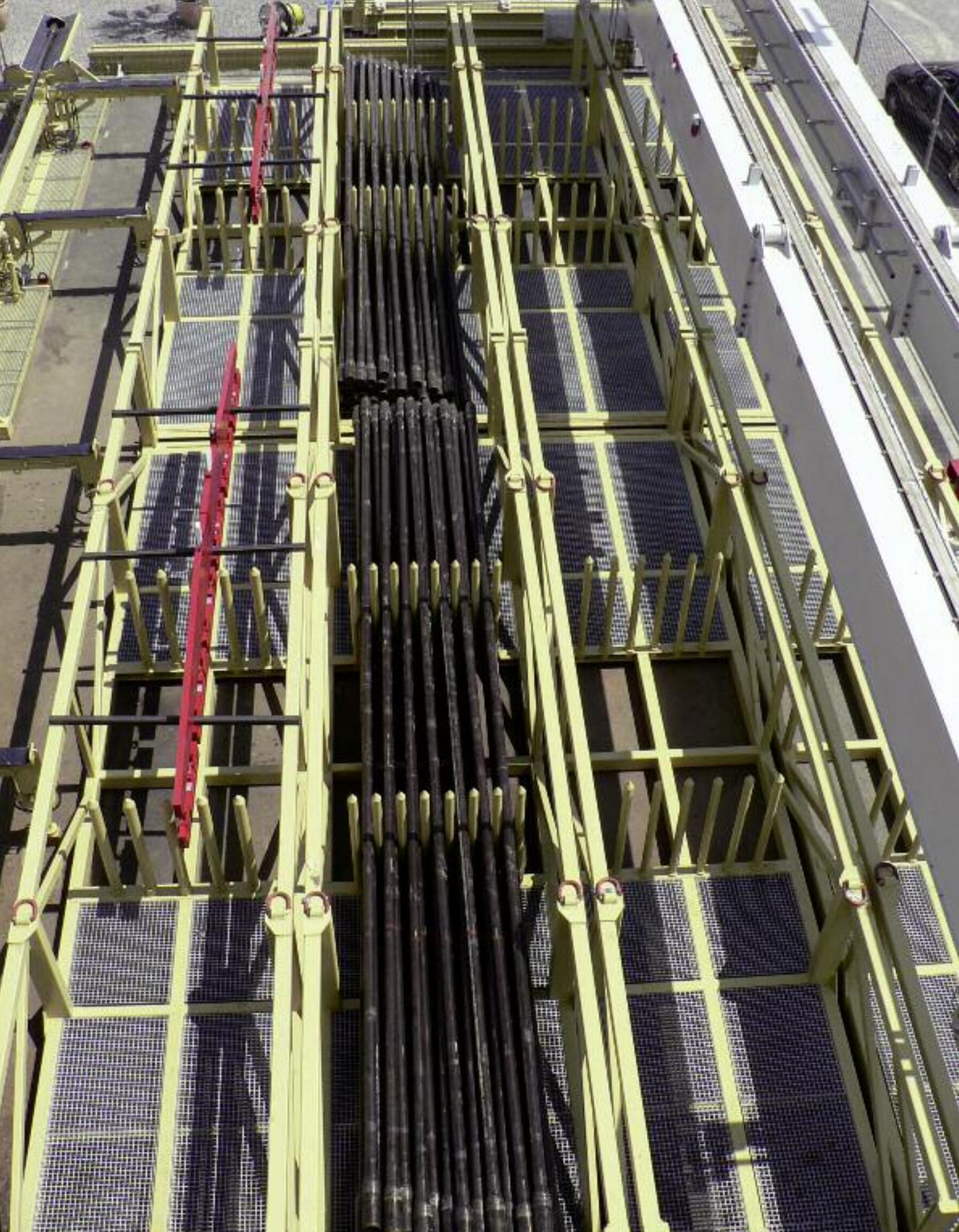
## Entwicklung des Biokraftstoffverbrauchs in Baden-Württemberg



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

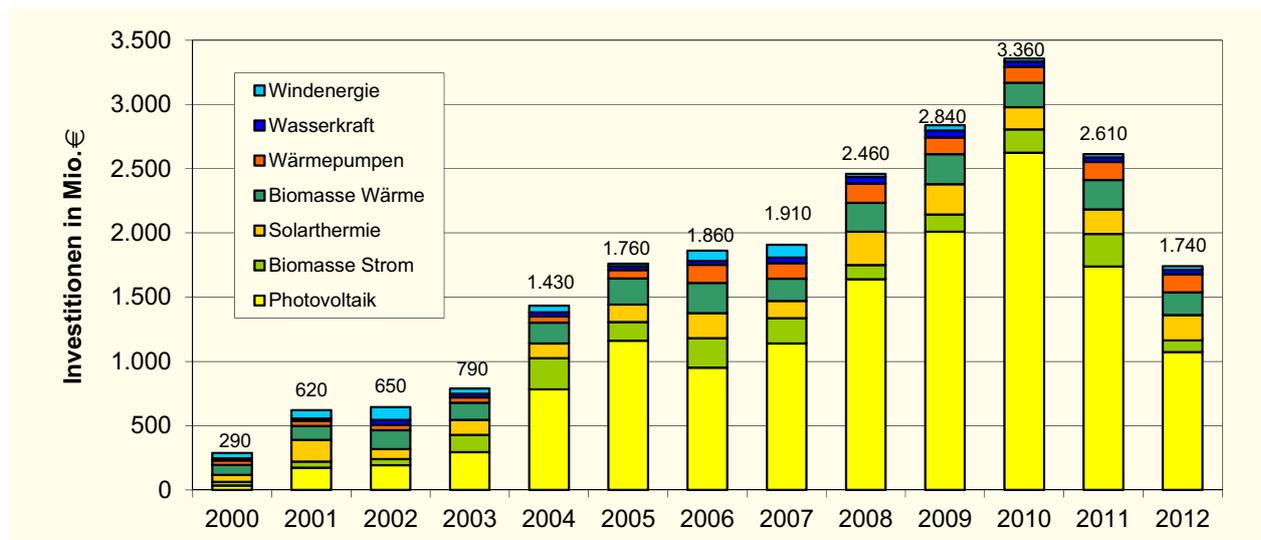


Alle Angaben vorläufig.



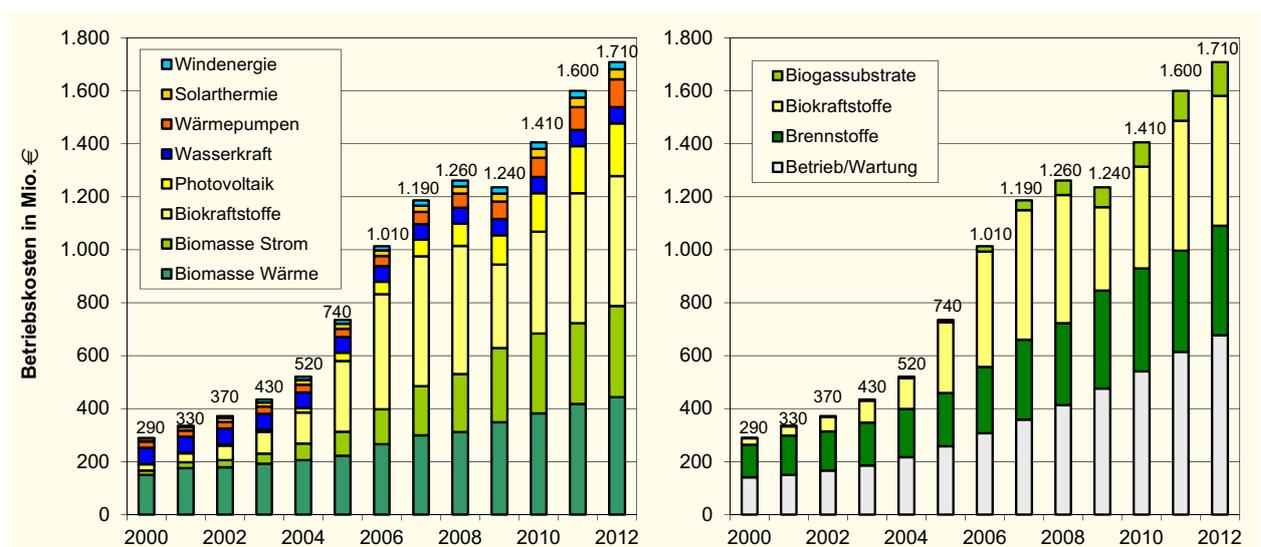
Rohrlager bei großer Tiefbohranlage zur Nutzung geothermischer Energie

## 2012 wurden in Baden-Württemberg 1,7 Milliarden Euro in Neuanlagen investiert



Die Investitionen in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien waren im Jahr 2012 weiter rückläufig und beliefen sich auf 1,74 Mrd. Euro. Dafür hauptsächlich verantwortlich ist der auch 2012 zurückgegangene Zubau von Photovoltaikanlagen. In Kombination mit dem in 2012 fortschreitenden Preisverfall wurden in Baden-Württemberg nur noch etwas mehr als 60 % des Vorjahresniveaus in PV-Anlagen investiert. Im Bereich der Anlagen zur Nutzung von Biomasse, Solarthermie, Wind- und Wasserkraft sowie Wärmepumpen war in den vergangenen sechs Jahren ein vergleichsweise konstantes Investitionsniveau von jährlich 0,7 bis 0,8 Mrd. Euro zu verzeichnen. Insgesamt wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 mehr als 22 Mrd. 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 2012 in Baden-Württemberg befindlichen Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Kosten in Höhe von rund 1,7 Mrd. Euro verbunden.



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

Alle Angaben vorläufig, ohne Umsatzsteuer und in Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Änderungen gegenüber den Vorjahreszahlen aufgrund aktualisierter Berechnungsgrundlagen, vgl. auch Anhang IV. Quelle: Berechnungen ZSW

## Vermiedene Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2012 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>el</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>	708.375	<b>9.384</b>	282.743	<b>4.951</b>
CH <sub>4</sub>	879,8	<b>11,7</b>	163,0	<b>2,9</b>
N <sub>2</sub> O	-46,7	<b>-0,6</b>	-12,1	<b>-0,2</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>721.819</b>	<b>9.563</b>	<b>282.436</b>	<b>4.946</b>
<b>Versauernd wirkende Gase<sup>2)</sup></b>				
SO <sub>2</sub>	252,8	<b>3,3</b>	151,0	<b>2,6</b>
NO <sub>x</sub>	161,3	<b>2,1</b>	-270,2	<b>-4,7</b>
<b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>363,6</b>	<b>4,8</b>	<b>-59,7</b>	<b>-1,0</b>
<b>Ozonvorläufersubstanzen</b>				
CO	-419,4	<b>-5,6</b>	-6.644,2	<b>-116,4</b>
NM/OC	-2,8	<b>0,0</b>	-431,4	<b>-7,6</b>
Staub	7,1	<b>0,1</b>	-254,9	<b>-4,5</b>

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 siehe Anhang II.

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

	Kraftstoff	
	Vermeidungs- faktor <sup>1)</sup> [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO <sub>2</sub>	204.283	<b>959</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>139.349</b>	<b>654</b>

## Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Jahr 2012 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.

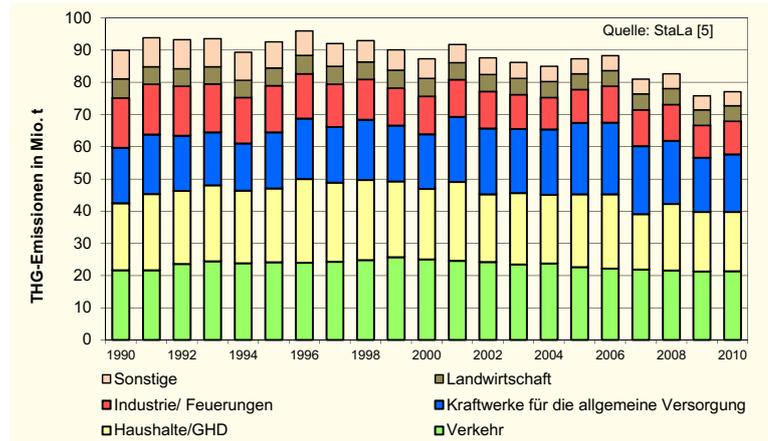
	Braun- kohle	Stein- kohle	Erdgas	Diesel- kraftstoff	Otto- kraftstoff	Mineral- öl	Gesamt
Primärenergie [TWh]							
<b>Strom</b>	1,0	24,8	5,3	-	-	0,0	31,1
<b>Wärme</b>	1,1	1,5	9,6	-	-	7,6	19,9
<b>Kraftstoff</b>	-	-	-	1,9	1,2	-	3,1
<b>Gesamt</b>	<b>2,1</b>	<b>26,3</b>	<b>15,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	<b>7,6</b>	<b>54,0</b>
Primärenergie [PJ]							
<b>Gesamt</b>	<b>7,6</b>	<b>94,6</b>	<b>53,9</b>	<b>6,9</b>	<b>4,2</b>	<b>27,4</b>	<b>194,5</b>
<b>Mengen</b>	<b>0,6</b>	<b>3,1</b>	<b>1.698</b>	<b>192</b>	<b>129</b>	<b>767</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 [43], UBA [48]

## THG-Emissionen in Baden-Württemberg

Die energiebedingten Treibhausgas-emissionen in Baden-Württemberg sind nach einem konjunkturbedingten Rückgang im Jahr 2010 wieder leicht angestiegen. Weitgehend konstant geblieben sind die Emissionen in den Bereichen Haushalte und Kleinverbraucher sowie Verkehr. Ein erhöhter THG-Ausstoß war im Bereich der öffentlichen Kraftwerke durch den verstärkten Einsatz von Steinkohle zu verzeichnen.

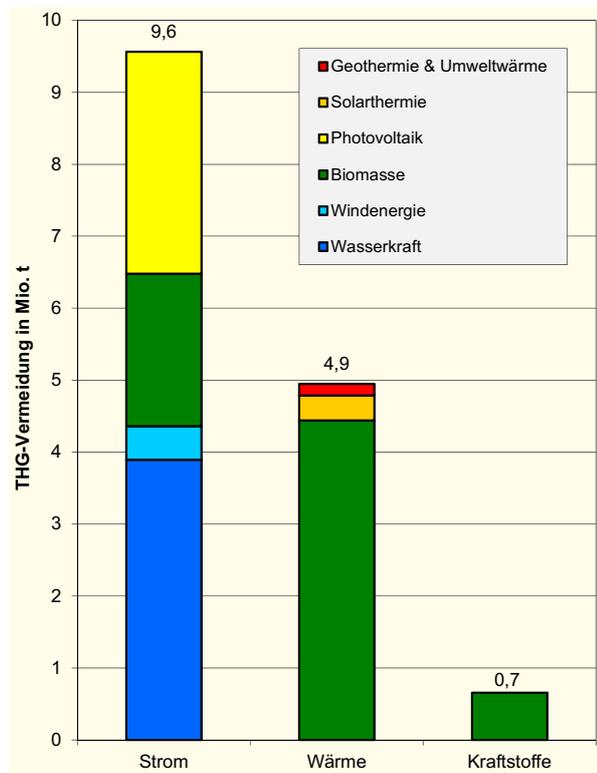


## THG-Vermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2012

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhaus-Emissionen im Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2012 rund 15,2 Mio. t Treibhausgase vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt im Jahr 2012 damit eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen in der Größenordnung von 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 [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1000 t]	Anteil [%]
<b>Strom</b>			
Wasserkraft	822	3.895	40,7
Windenergie	781	466	4,9
Photovoltaik	716	3.085	32,3
feste biogene Brennstoffe	793	871	9,1
flüssige biogene Brennstoffe	506	37	0,4
Biogas	400	741	7,7
Klärgas	788	117	1,2
Deponiegas	787	33	0,3
Geothermie	608	0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	813	320	3,3
<b>Summe Strom</b>		<b>9.563</b>	<b>100,0</b>
<b>Wärme</b>			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	287	2.489	50,3
feste biogene Brennstoffe (modern)	282	1.528	30,9
flüssige biogene Brennstoffe	285	19	0,4
Biogas, Deponiegas, Klärgas	210	165	3,3
Solarthermie	265	349	7,0
tiefe Geothermie	265	28	0,6
Umweltwärme	86	132	2,7
biogener Anteil des Abfalls	291	236	4,8
<b>Summe Wärme</b>		<b>4.946</b>	<b>100,0</b>
<b>Kraftstoffe</b>			
Biodiesel	142	486	74,3
Bioethanol	131	162	24,8
Pflanzenöl	176	6	0,9
<b>Summe Kraftstoffe</b>		<b>654</b>	<b>100,0</b>
<b>Summe Strom, Wärme &amp; Kraftstoffe</b>		<b>15.163</b>	

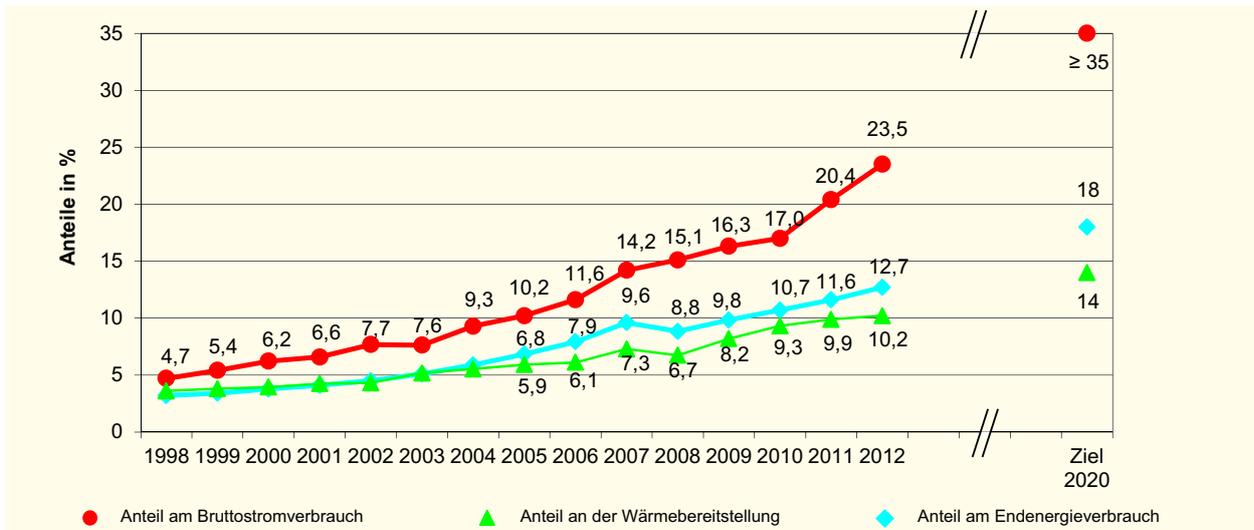


Alle Angaben vorläufig. Quellen: siehe S. 16 sowie [6], [43], [48]. Abweichungen in den Summen durch Rundungen.



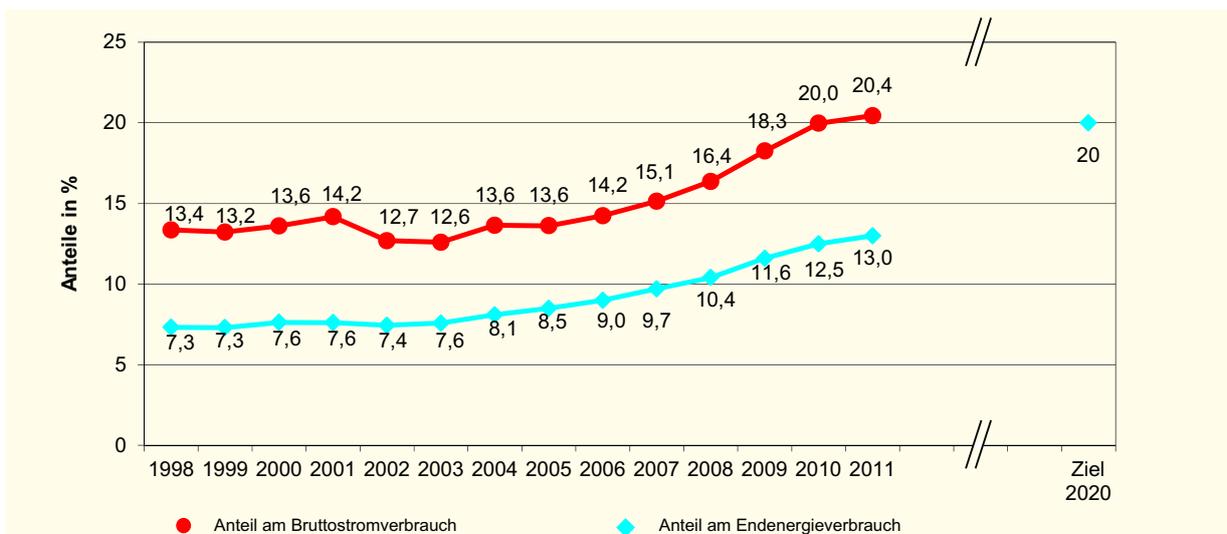
Biogasanlage in Mauernheim

## 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. Für das Jahr 2020 ist ein Anteil der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung von mindestens 35 % 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 % steigen.

## Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in der EU-27



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 somit bis 2020 einen Anteil von 18 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch vorzuweisen.

Alle Angaben vorläufig; für die EU sind keine Angaben zum Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung verfügbar;  
 Quellen: BMU [6], EU [34]



Solarthermische Großkollektoranlage in Crailsheim

## Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg und Deutschland im Jahr 2012

	Baden-Württemberg (TransnetBW)			Deutschland		
	EEG-Einspeisung <sup>1)</sup> [GWh]	EEG-Vergütung <sup>1)</sup> [T€]	Direktvermarktung [GWh]	EEG-Einspeisung [GWh]	EEG-Vergütung [T€]	Direktvermarktung [GWh]
Wasserkraft	503	50.649	724	2.724	270.473	2.693
Deponie-, Gruben-, Klärgas	36	2.801	6	578	41.798	1.191
Biomasse	2.587	516.246	968	24.353	4.871.904	9.967
Geothermie	0	92	0	25	5.537	0
Windenergie	362	32.284	390	14.394	1.322.935	36.287
Photovoltaik	4.078	1.600.216	117	24.369	8.903.596	1.025
<b>Gesamt</b>	<b>7.566</b>	<b>2.202.288</b>	<b>2.205</b>	<b>66.444</b>	<b>15.416.243</b>	<b>51.162</b>

1) 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 geringe Abweichungen.

Quellen: ÜNB [49]

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt die Abnahme und die Vergütung von aus erneuerbaren Energiequellen und Grubengas gewonnenem Strom durch Versorgungsunternehmen, die Netze für die allgemeine Stromversorgung betreiben. Die Einspeisung von EEG-Strom hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Mittlerweile werden in Baden-Württemberg rund 7,6 TWh EE-Strom eingespeist und nach dem EEG vergütet. Zusätzlich wurden 2,2 TWh Strom direkt vermarktet, hauptsächlich Strom aus Biomasse und Wasserkraft, zunehmend aber auch Strom aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen. Dem gegenüber steht auf Bundesebene eine EE-Einspeisung von 66,4 TWh, die mit insgesamt 15,4 Milliarden Euro vergütet werden, sowie 51,2 TWh direkt vermarkteter Strom. Mit der Direktvermarktung wird ein Teil des nach EEG vergütungsfähigen Stroms außerhalb des EEG-Vermarktungsmechanismus an Großhändler oder an der Strombörse verkauft.

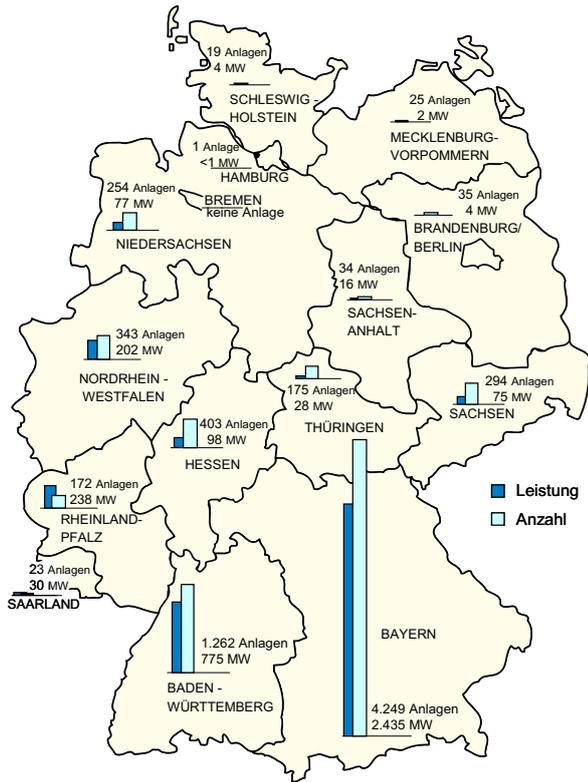
### Abschätzung der EEG-Kosten für die Stromverbraucher

Das EEG gewährt Betreibern von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien eine Vergütung, die einen kostendeckenden Betrieb der EE-Anlagen ermöglicht. Auf die Stromverbraucher entfallen jedoch nicht die gesamten gezahlten EEG-Vergütungen als Zusatzkosten, sondern nur die Differenzkosten zwischen der gezahlten EEG-Vergütung und den durchschnittlichen Strombezugskosten. Da die Bestimmung der durchschnittlichen Strombezugskosten nicht möglich ist, müssen diese geschätzt werden. Diese Annahmen können sich z. T. deutlich unterscheiden.

Die auf EE-Anlagen in Baden-Württemberg entfallenden Differenzkosten können auf Basis der Angaben in obiger Tabelle abgeschätzt werden. Die Regelzone der TransnetBW ist weitgehend deckungsgleich mit den Landesgrenzen Baden-Württembergs und kann damit für die vorliegende Abschätzung herangezogen werden. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2012 auf Basis der Angaben in obiger Tabelle rund 7,6 TWh Strom mit insgesamt rund 2,2 Milliarden Euro nach dem EEG vergütet. Der entsprechende Wert des Stromes zu Großhandelspreisen kann auf rund 330 Millionen Euro geschätzt werden. Die Differenz zwischen den EEG-Vergütungszahlungen von 2,2 Milliarden Euro und dem Stromwert von 330 Millionen Euro ergibt die reinen EEG-Differenzkosten von knapp 1,9 Milliarden Euro für Anlagen in der baden-württembergischen Regelzone im Jahr 2012.

Aufgrund des enormen Preisverfalls von Photovoltaikanlagen wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Kürzungen an der PV-Förderung vorgenommen. Die Vergütungssätze für PV-Anlagen liegen in der zweiten Jahreshälfte 2013 unter 15 ct/kWh (Kleinanlagen) bzw. unter 10 ct/kWh (Freiflächenanlagen). Der weitere Ausbau der Photovoltaik in Deutschland und Baden-Württemberg wird sich deshalb nur noch vergleichsweise gering auf die Differenzkosten bzw. EEG-Umlage auswirken.

## Installierte Leistung von Wasserkraftanlagen



Über 80 % der insgesamt knapp 4.000 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Wegen der günstigen topographischen Gegebenheiten entfallen mehr als drei Viertel des gesamten Potenzials auf diese beiden Bundesländer.

Insgesamt sind in Deutschland Anfang 2007 rund 7.300 Wasserkraftwerke in Betrieb. An der Verteilung der Anlagenleistung auf die Bundesländer hat sich in den vergangenen Jahren nur wenig geändert.

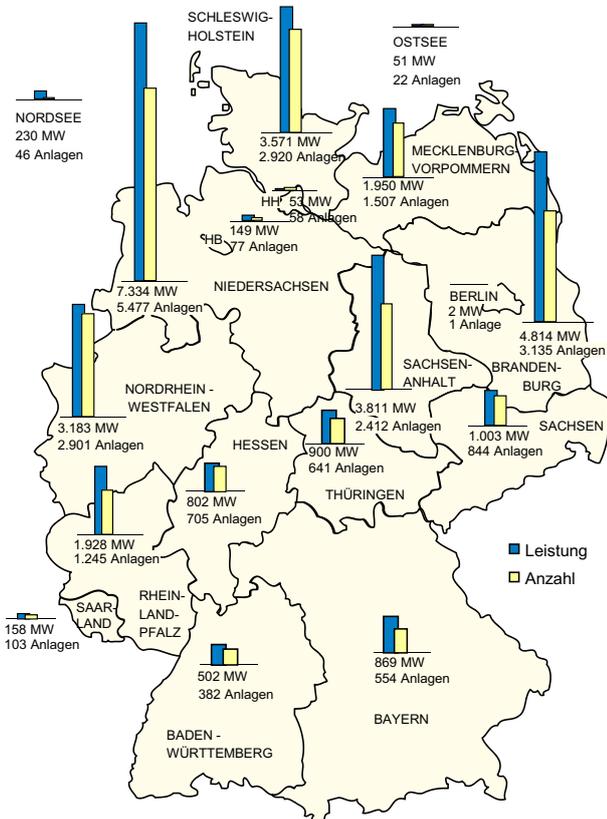
Leistungsangaben in MW<sub>el</sub>

Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke.

Stand: Anfang 2007

Quelle: ew [35]

## Installierte Leistung und Anzahl von Windenergieanlagen nach Bundesländern Ende 2012



In Deutschland wurden im Jahr 2012 insgesamt rund 1.000 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 2,4 GW errichtet. Knapp 18 % der neu installierten Leistung entfällt auf Repoweringprojekte.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2012 neun Anlagen mit einer Gesamtleistung von 19 MW installiert, womit der Anlagenbestand 500 MW überschreitet.

In der Nordsee wurden sechzehn neue Offshore-Windenergieanlagen mit einer Leistung von jeweils fünf Megawatt errichtet. Zusammen mit den Anlagen in der Ostsee wächst damit der Bestand der vor der Küste errichteten Anlagen auf insgesamt 68 Anlagen mit über 280 MW.

Leistungsangaben in MW<sub>el</sub>

Stand: Ende 2012

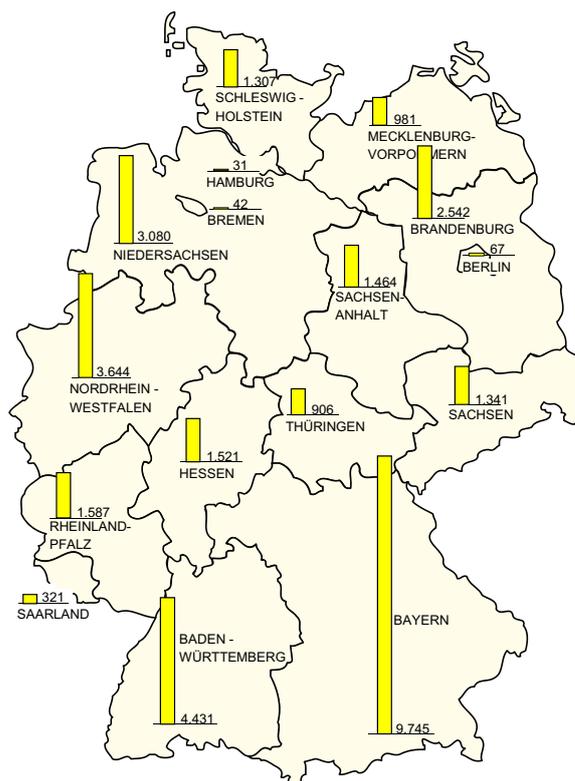
Quelle: DEWI [12], Windguard [13]

## Installierte Leistung von Photovoltaikanlagen Ende 2012

Auch im Jahr 2012 setzte sich der PV-Zubau auf hohem Niveau fort. Bundesweit wurden 7,6 GW neu installiert, davon knapp 0,7 GW in Baden-Württemberg.

Schwerpunkte beim Zubau zeigten sich in den südlichen Bundesländern, aber insbesondere auch in Brandenburg (Solarparks) und Niedersachsen.

Der PV-Zubau war in den vergangenen Jahren stark getrieben von großen Solarparks. Mit den EEG-Änderungen der PV-Novelle 2012 wurde diese Entwicklung gebremst. Da in Baden-Württemberg vergleichsweise wenige Solarparks gebaut wurden, dürfte dies den PV-Zubau im Land vergleichsweise wenig beeinflussen.



Angaben in MW<sub>p</sub>

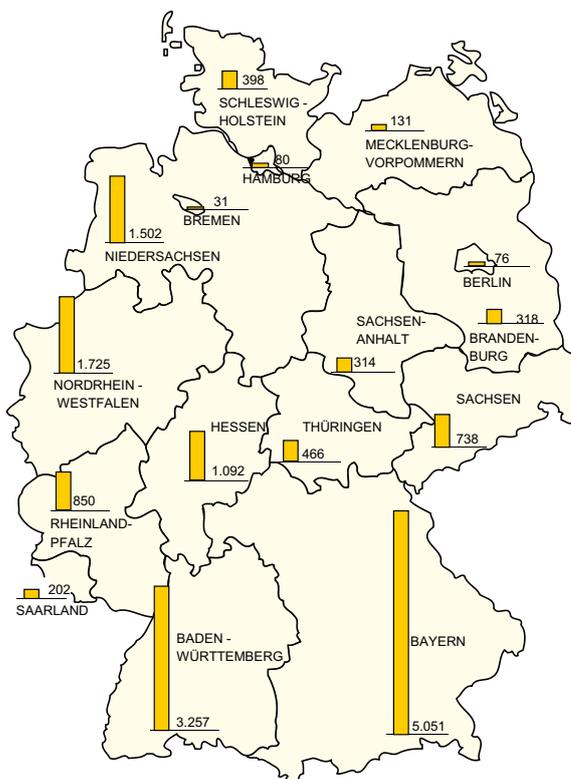
Stand: Ende 2012

Quelle: ÜNB [44], BNetzA [46]

## Regionale Verteilung der installierten Kollektorfläche von solarthermischen Anlagen Ende 2012

Insgesamt waren in Deutschland zum Ende des Jahres 2012 thermische Solaranlagen mit einer Kollektorfläche von rund 16,3 Mio. m<sup>2</sup> installiert. Maßgeblich zum Aufbau des Bestands von Solarwärmanlagen 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 sogar zwei Drittel.



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

Grobabschätzung anhand der Daten aus dem Marktanzreizprogramm

Stand: Ende 2012

Quelle: BMU [6], BAFA [36]



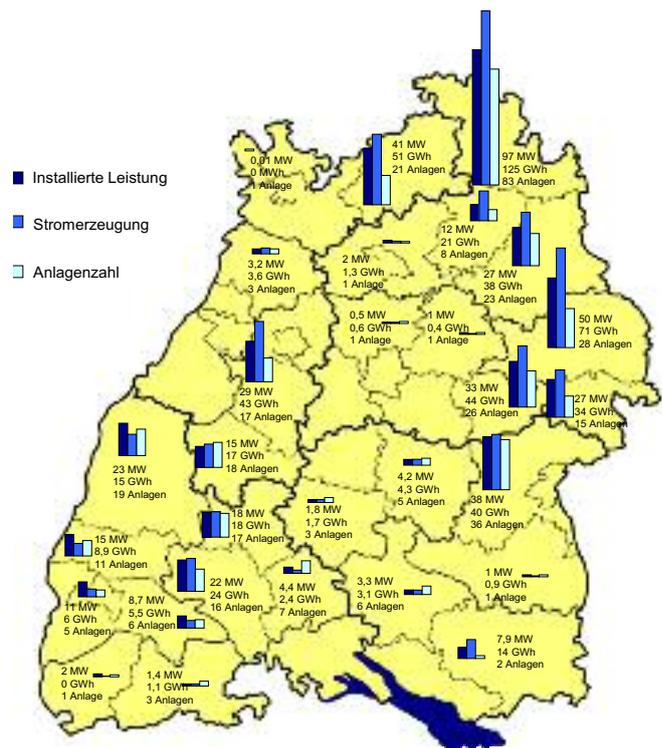
## Regionale Verteilung der Windkraftanlagen in Baden-Württemberg Ende 2011

In Baden-Württemberg waren Ende 2011 knapp 390 Windkraftanlagen mit einer Leistung von insgesamt 490 MW installiert. Mit Abstand am meisten Windkraftleistung ist im Main-Tauber-Kreis mit 97 MW in Betrieb, gefolgt vom Ostalbkreis mit einer installierten Leistung von 50 MW.

Mit einer Leistung von 28 MW ist der Windpark Simmersfeld im Landkreis Calw der größte Windpark in Baden-Württemberg. Die 14 Einzelanlagen mit jeweils 2 MW erzeugten im Jahr 2011 in Summe rund 42 Mio. kWh Strom.

Stand: Ende 2011

Quelle: TransnetBW [29]



Nutzung nach Landkreisen

## Regionale Verteilung der solarthermischen Anlagen in Baden-Württemberg 2012

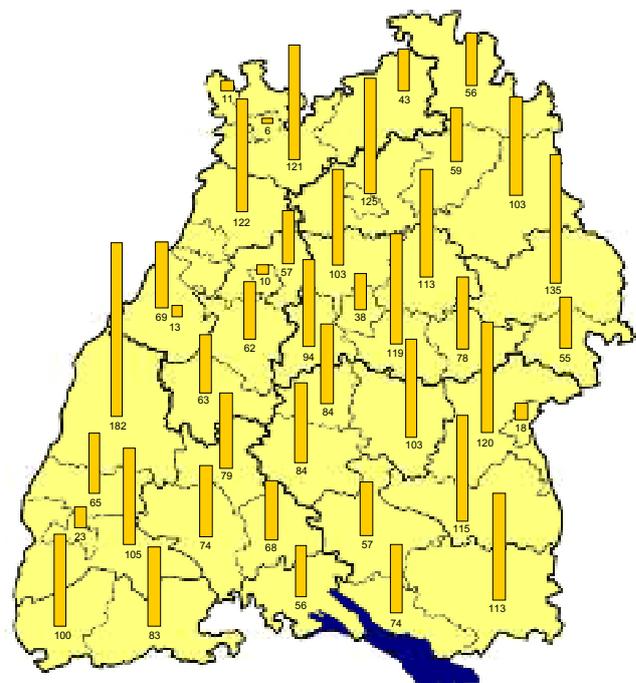
Etwa ein Fünftel der in Deutschland installierten Kollektorfläche solarthermischer Anlagen befindet sich in Baden-Württemberg. Auf 1.000 Einwohner in Baden-Württemberg kommen im Durchschnitt rund 300 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Überdurchschnittlich viele Solarkollektoren sind in den Landkreisen Alb-Donau-Kreis, 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 Marktanzreizprogramm

Stand: Ende 2012

Quelle: ZSW [1], BAFA [36]





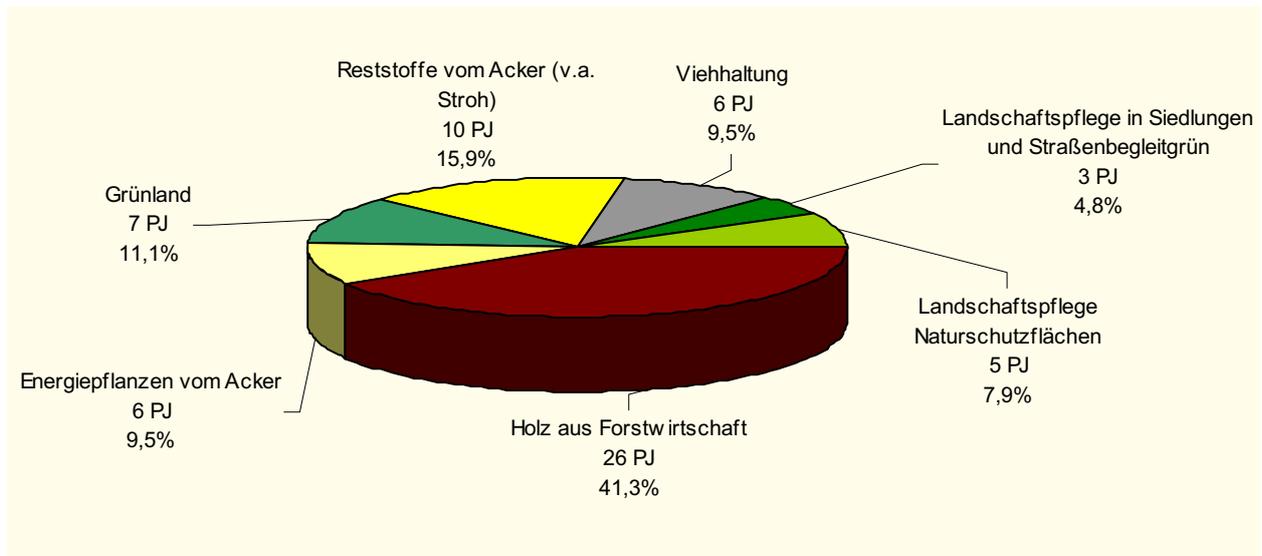


Gelungene Fassadenintegration von Photovoltaik und solarthermischen Kollektoren



Biogasanlage mit Fermenter und automatischer Substratzuführung

## Potenziale nachwachsender Energieträger in Baden-Württemberg



Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg hat die Potenziale der nachwachsenden Energieträger für Baden-Württemberg quantitativ abgeschätzt. Demnach besteht ein theoretisches Potenzial zur energetischen Nutzung von insgesamt 143 bis 145 PJ/a. Nachhaltig und wirtschaftlich machbar sind nach der Schätzung des Nachhaltigkeitsbeirats davon 63 bis 68 PJ/a. Vom nachhaltig und wirtschaftlich realisierbaren Potenzial wurden im Jahr 2006 bereits 39 PJ Bioenergie aus Land- und Forstwirtschaft genutzt. Zur Ausschöpfung des nachhaltig und wirtschaftlich machbaren Potenzials aus der Land- und Forstwirtschaft sowie Landschaftspflege sind ein weiterer agrartechnischer Fortschritt sowie eine Steigerung durch massive zusätzliche Förderung bei Sammlung und Transport notwendig.

Quelle: NBBW [37]

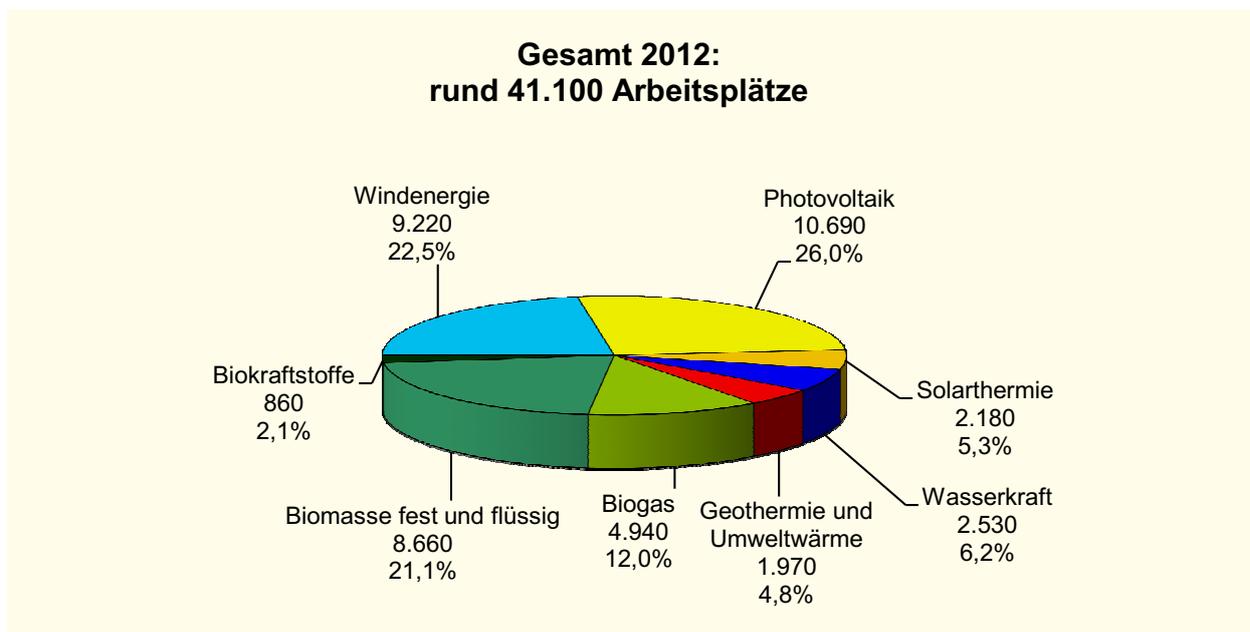


Holzenergie und Photovoltaik, beides erneuerbare Energien.



Solarthermischer Großkollektor mit Freilandaufstellung

## Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2012



Parallel mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien wuchsen die Beschäftigungswirkungen in Deutschland und auch in Baden-Württemberg. Ausgehend von rund 20.000 Arbeitsplätzen im Jahr 2008 [53] hat sich die Beschäftigtenzahl in Baden-Württemberg bis heute mehr als verdoppelt. Im Jahr 2012 waren in Baden-Württemberg mehr als 41.000 Personen mit der Herstellung und dem Betrieb von EE-Anlagen sowie der Produktion von Komponenten und der Erbringung von Vorleistungen beschäftigt.

Im Vergleich zum Vorjahr ist insgesamt ein leichter Beschäftigungsrückgang von rund 4 % zu verzeichnen. Der Rückgang ist zu einem großen Teil auf die Konsolidierung der PV-Branche zurückzuführen. Baden-Württemberg ist dabei weniger vom geringeren Umsatzniveau der PV-Hersteller betroffen, sondern vielmehr vom rückläufigen Zubau im Land und den gesunkenen Exporten des PV-Maschinen- und Anlagenbaus. Da nicht nur für die deutschen PV-Hersteller, sondern weltweit – insbesondere auch in Asien – die Konsolidierung der Angebotsseite fortschreitet, spürt der heimische PV-Maschinen- und Anlagenbau die weltweite Investitionszurückhaltung in neue PV-Produktionsanlagen.

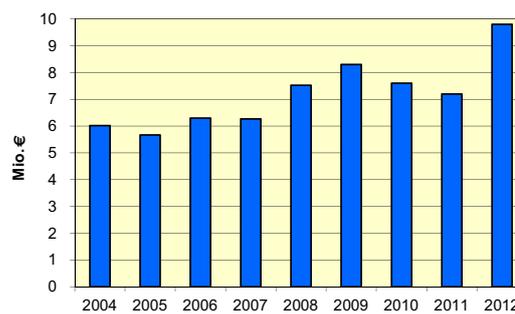
Den Schwerpunkt mit etwa der Hälfte der Arbeitsplätze bilden nach wie vor die Photovoltaik- und die Windenergiebranche. Im Gegensatz zur PV-Branche war im Bereich Windenergie ein Beschäftigungszuwachs von 13 % zu verzeichnen. Trotz der in Baden-Württemberg noch vergleichsweise geringen Anzahl installierter Windturbinen profitiert Baden-Württemberg vor allem durch die Herstellung und den Export von Vorleistungen von Komponenten wie beispielsweise Getriebe oder Hydraulik. Rund ein Drittel der Beschäftigten sind im Biomassebereich tätig, wovon wiederum knapp ein Drittel der Arbeitsplätze auf die Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen entfallen.

Der Anteil der indirekt Beschäftigten in der EE-Branche ist – basierend auf den Zahlen 2011 [52] – in Baden-Württemberg höher als im Bundesmittel mit knapp 59 %. In Baden-Württemberg wird damit über die Lieferungen in andere Bundesländer – insbesondere in Richtung Ost- und Westdeutschland – eine vergleichsweise hohe indirekte Beschäftigung generiert. Zurückzuführen ist der hohe Anteil an indirekter Beschäftigung auf die breite industrielle Basis in Baden-Württemberg, insbesondere in den Bereichen Elektrotechnik und Maschinenbau.

Die obigen Zahlen sind einer Studie von GWS [51] entnommen. Ausgehend von Bundesdaten wurden die Beschäftigungseffekte für die Bundesländer über ein räumliches Allokationsmodell auf die einzelnen Länder verteilt.

## Programme zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien des Landes Baden-Württemberg

Das Land Baden-Württemberg unterstützt den Ausbau erneuerbarer Energien und fördert daher ergänzend zu den Programmen des Bundes gezielt Forschung und Entwicklung zur Nutzung erneuerbarer Energien. Insgesamt stellten das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft sowie das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Jahr 2012 rund 9,8 Mio. € Mittel bereit. Mit den Fördermitteln wurden hauptsächlich Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Pilotprojekte angestoßen.



### Förderprogramm „Wohnen mit Zukunft: Erneuerbare Energien“ des Landes

Das Land fördert den Einbau von Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien in neuen und bestehenden Wohnimmobilien. Hierzu wird ein zinsverbilligter Förderkredit der L-Bank gewährt. Die KfW-Bankengruppe stellt hierfür zinsgünstige Refinanzierungsmittel zur Verfügung. Gefördert werden Anlagen auf der Basis erneuerbarer Energien – d.h. solarthermische Anlagen zur Warmwassererwärmung und/oder Raumheizung, automatisch beschickte Biomasseanlagen, Holzvergaser-Zentralheizungen, Wärmepumpen, Erdwärmeübertrager und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur Wärmeversorgung (z.B. Blockheizkraftwerke oder Brennstoffzellen).

### Förderprogramm „Klimaschutz-Plus“ des Landes

Im Rahmen des Programms „Klimaschutz-Plus“ des Landes werden neben anderen Maßnahmen auch Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Form von Holzpellettheizungen, elektrisch betriebenen Wärmepumpen, solarthermischen Anlagen sowie Pflanzenöl-BHKW gefördert ([www.klimaschutz-plus.baden-wuerttemberg.de](http://www.klimaschutz-plus.baden-wuerttemberg.de)). Antragsberechtigt sind Kommunen und Landkreise sowie private Unternehmen (keine Großunternehmen) und Einrichtungen (z.B. Kirchen), soweit es sich um die Beheizung von Nichtwohngebäuden handelt. Die Förderung wird in Form eines Zuschusses gewährt, dessen Höhe sich an der konkret erzielten CO<sub>2</sub>-Minderung bemisst. Im Jahr 2012 wurden im kommunalen sowie im allgemeinen CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm 3 Solarwärmeanlagen mit insgesamt 75 m<sup>2</sup> Kollektorfläche sowie 31 Holzpellettheizungen mit einer Gesamtleistung von 5,6 MW gefördert. Die Anlagen wurden vom Land mit insgesamt rund 1,4 Millionen Euro gefördert.

### Förderprogramm des Landes für Demonstrationsvorhaben

Das vom Umweltministerium getragene Programm „Demonstrationsvorhaben der rationellen Energieverwendung und der Nutzung Erneuerbarer Energieträger“ fördert den erstmaligen Einsatz kommerziell verfügbarer Techniken mit einem Zuschuss von bis zu 40 % der Investitionsmehrkosten. In den Jahren 2000 bis 2012 konnten 7,8 Mio. € für modellhafte Vorhaben gewährt werden. Beispiele sind die solarthermische Anlage mit Ganzjahresspeicher in Crailsheim oder eine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage auf der Basis von Holzhackschnitzeln in Neckarsulm. Die bisherigen Erfahrungen mit dem Programm sind sehr positiv, da Innovationen ermöglicht und in zahlreichen Fällen auch Nachfolgeprojekte initiiert werden konnten.

### Bioenergie-Wettbewerb

Der Bioenergie-Wettbewerb der Landesregierung zielt u.a. darauf ab, einen höheren Nutzungsgrad zu erzielen, die energetische Nutzung von bislang nicht oder unzureichend eingesetzten Biomassen voran zu bringen, die Energieeffizienz durch den Aufbau von Wärmenetzen zu steigern und auftretende Emissionen durch Einsatz geeigneter Filtertechnik zu mindern. Daneben sollen Vorbildprojekte für den ländlichen Raum, z. B. das Bioenergie-dorf Mauenheim, multipliziert werden.

## 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 Fibel (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.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)). Zudem unterstützen die regionalen Energieagenturen geplante Projekte vor Ort unabhängig und kompetent. Für die Landwirtschaft wird eine Biogasberatung angeboten ([www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.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 2012**, Daten zur Energieversorgung Baden-Württembergs, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2012.

**Energie sparen durch Wärmepumpenanlagen**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Dezember 2009 (10. aktualisierte Auflage).

**Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg**, Vorteile und Nutzungsmöglichkeiten, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, April 2010 (3. Auflage).

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

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

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

**KWK – Gute Beispiele in der Praxis**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Februar 2012.

**Leuchtturmprojekte zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, August 2007.

**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)

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

**Umweltplan Baden-Württemberg**, Umweltpolitik des Landes Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2007.

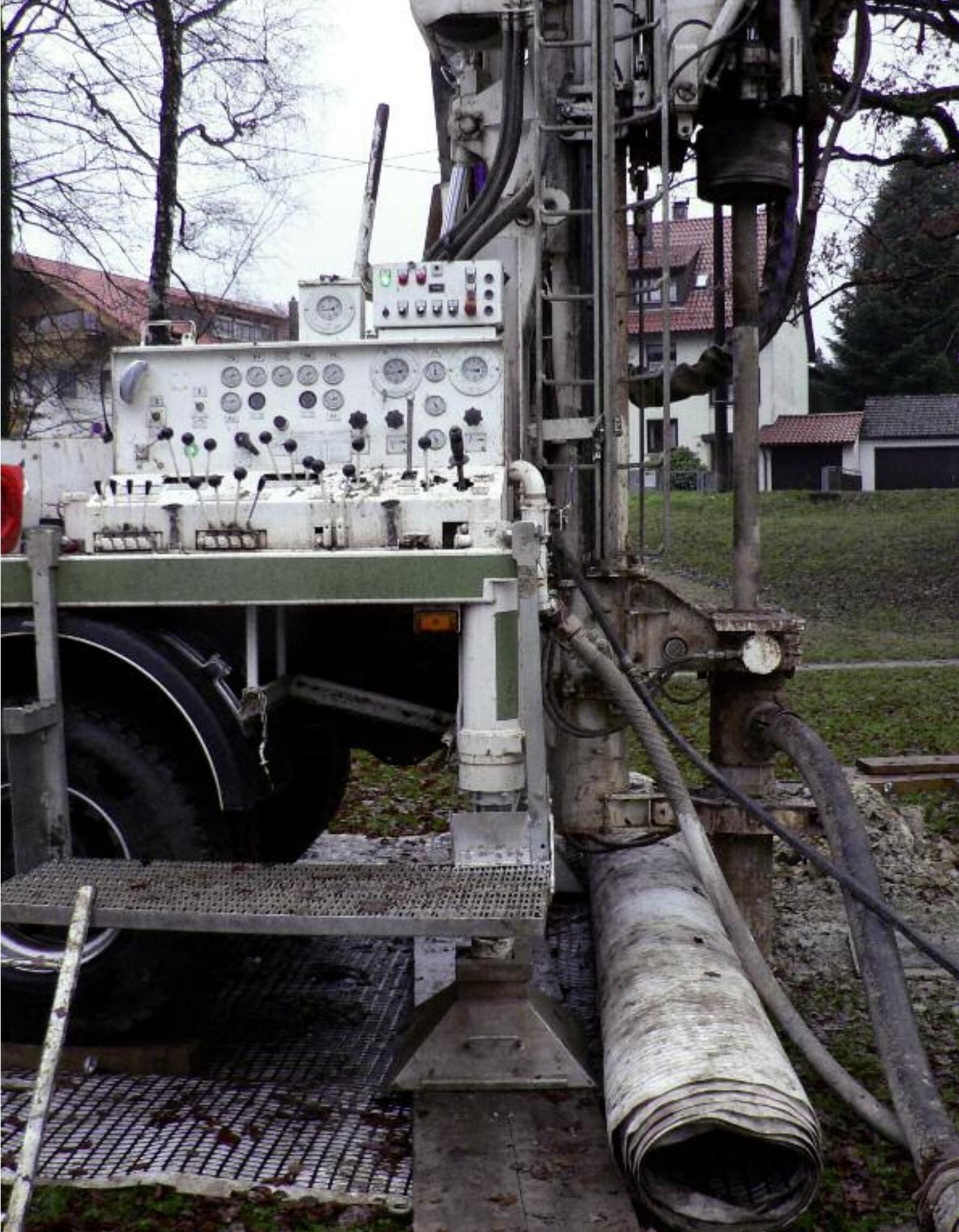
**Unterwegs zu den erneuerbaren Energien**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Dezember 2010 (4. Auflage).

**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).

**Wegweisende Bioenergieprojekte – Drei Jahre Bioenergiewettbewerb**, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2011

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



Bohranlage zur Herstellung von Erdwärmesonden



Windenergieanlage bei Stötten auf der Schwäbischen Alb

**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**

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**

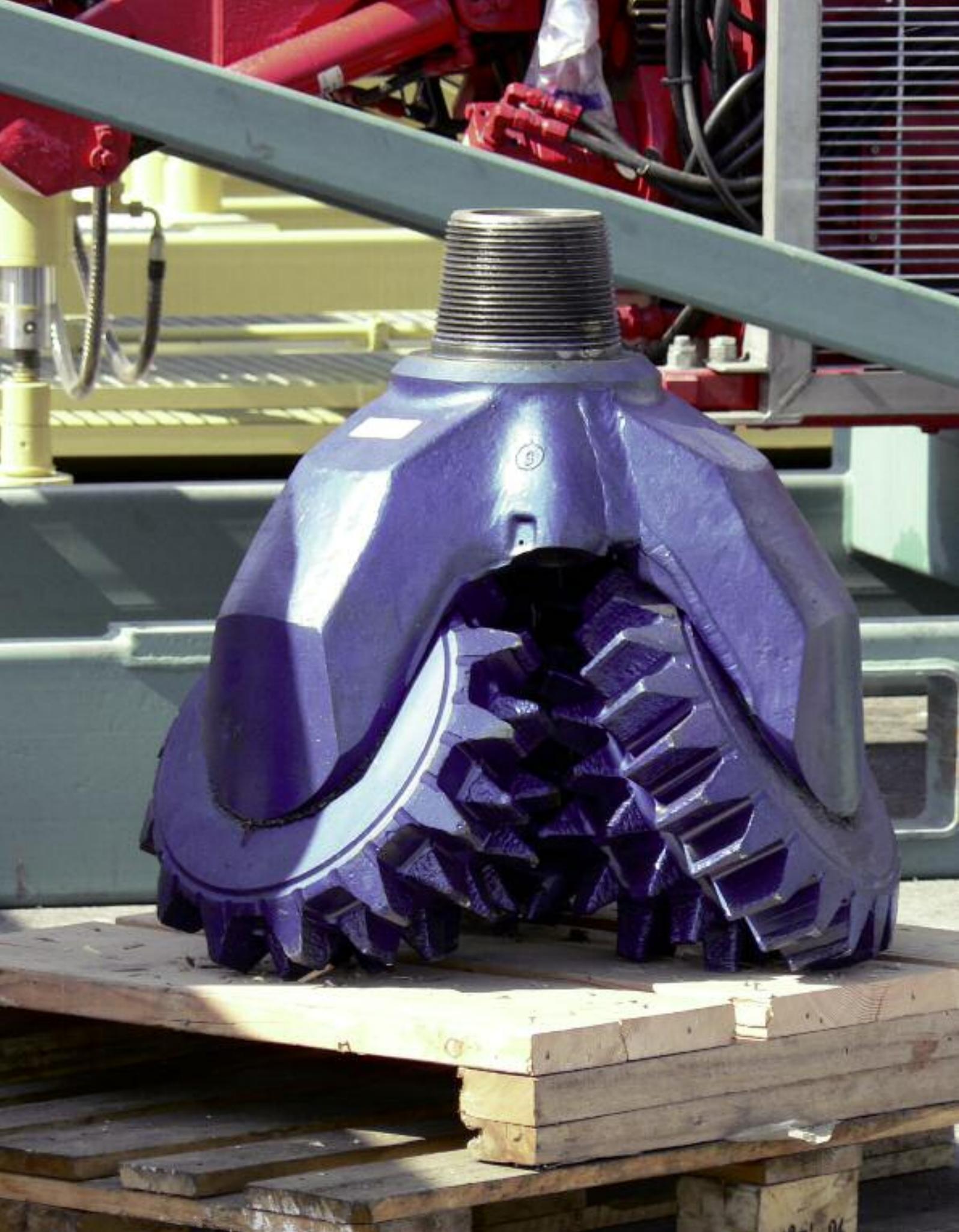
Schlossplatz 1-3, 76131 Karlsruhe  
 Telefon 0721 – 926 3241  
 E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de)  
 Internet [www.rp-karlsruhe.de](http://www.rp-karlsruhe.de)

**Regierungspräsidium Stuttgart  
Kompetenzzentrum Energie**

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**

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)



Bohrmeißel für die Erbohrung tiefer geothermischer Energie

## Informationsdienste

---

**[www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/82909/](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/82909/)**

Informationszentrum Energie

Telefon 0711/123-2667, E-Mail [harald.hoefflich@um.bwl.de](mailto:harald.hoefflich@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](http://www.energie-aber-wie.de)**

Qualifizierungskampagne Erneuerbare Energien

Telefon 0711/123-2588, E-Mail [info@energie-aber-wie.de](mailto: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](http://www.kea-bw.de)**

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

Kaiserstraße 94a, D-76133 Karlsruhe

Telefon 0721 / 98471 - 0, E-Mail [info@kea-bw.de](mailto:info@kea-bw.de)

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

---

**[www.zukunftaltbau.de](http://www.zukunftaltbau.de)**

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg

Gutenbergstr. 76, 70176 Stuttgart

Telefon 08000 - 12 33 33, E-Mail [info@zukunftaltbau.de](mailto: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](http://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](mailto:redaktion@bine.info)

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

---

**[www.thema-energie.de](http://www.thema-energie.de)**

Deutsche Energie-Agentur GmbH

Telefon 08000 - 736 734

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](http://www.erneuerbare-energien.de)**

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

---

**[www.iwr.de](http://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

Die angegebene Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Ertrag von 495 kWh/m<sup>2</sup> für Anlagen zur Warmwasserbereitung und 330 kWh/m<sup>2</sup> für Kombianlagen (Anlagen zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung) bzw. Schwimmbadabsorber. Dabei wurde ein Zuschlag für die günstigen Solarstrahlungsbedingungen in Baden-Württemberg von 10 % gegenüber dem Bundesdurchschnitt eingerechnet.

### Wärmeerzeugung aus geothermischen Anlagen

Unter tiefegeothermischen 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 Wärmergewinnung (Warmwasserbereitung, Heizung) genutzt. Der Wärmeaustrag wurde auf eine typische Rücklauftemperatur von 20°C bezogen [47], die Auslastung wurde mit 8.000 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 2,66, für Wasser/Wasser-Wärmepumpen 3,26, für Sole/Wasser-Wärmepumpen 3,56 und für Warmwasser-Wärmepumpen 2,0 angesetzt. Die regenerativ erzeugte Wärme wird aus der gesamten Heizwärmemenge abzüglich der primärenergetisch bewerteten Elektrizität (Primärenergiefaktor 2,6 nach EnEV 2009 [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 [25]. 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 [24]. Darüber hinaus konnten aktuelle Angaben des Landesinnungsverbands des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg eingearbeitet werden [23]. Die gesamte Zeitreihe seit 1998 wurde in Anlehnung an die Bundeszahlen [6] sowie mit den genannten Quellen für die Ausgabe vom Juli 2009 neu berechnet und stellt damit den aktuellen Kenntnisstand zur Nutzung biogener Festbrennstoffe in traditionellen Anlagen dar. 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%	75%	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%	75%	22%	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 2012 [48].

### 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 722 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 2,3 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 (Einzelheizung)	41%	50%	0%	1%	2%	6%
Holz (Zentralheizung)	65%	20%	2%	3%	0%	10%
Feste Biomasse (Industrie)	8%	53%	9%	17%	13%	0%
Flüssige Biomasse (BHKW)	30%	47%	2%	1%	9%	10%
Biogas (BHKW)	59%	36%	5%	0%	0%	0%
Biomasse-H(K)W	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 ver-

schiedenen 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 Biodieselerstellung anfallenden Nebenprodukte Glycerin und Rapsschrot kompensiert werden.

	Raps	Soja	Palmöl	Abfälle	Getreide	Zuckerrohr	Zucker- rübe	Andere
Biodiesel	87%	1%	5%	7%	0%	0%	0%	0%
Pflanzenöl	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bioethanol	0%	0%	0%	0%	79%	1%	19%	1%

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 0,66 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.

Gas		relatives Treibhauspotenzial <sup>1)</sup>	
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>2)</sup>
CH <sub>4</sub>	Methan	23	(21)
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid	296	(310)
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid	22.200	(23.900)
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe	8.600-11.900	(6.500-9.200)
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe	43-12.000	(140-11.700)

1) bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren

2) Referenzsubstanz

Die Werte geben den derzeitigen wissenschaftlichen Stand nach IPCC [42] wieder. Für das Kyoto-Protokoll und die Treibhausgas-Berichterstattung sind die geklammerten Werte nach IPCC [43] relevant, mit denen auch in dieser Broschüre gerechnet wird.

Analog zum CO<sub>2</sub>-Äquivalent wird das Versauerungspotenzial bestimmt. Das SO<sub>2</sub>-Äquivalent gibt an, welche Menge an SO<sub>2</sub> die gleiche versauernde Wirkung aufweist.

Gas		relatives Versauerungspotenzial	
SO <sub>x</sub>	als SO <sub>2</sub> Schwefeldioxide		1 <sup>3)</sup>
NO <sub>x</sub>	als NO <sub>2</sub> Stickoxide		0,70
NH <sub>3</sub>	Ammoniak		1,88
HCl	Salzsäure		0,88
HF	Fluorwasserstoff		1,60
H <sub>2</sub> S	Schwefelwasserstoff		0,98

3) Referenzsubstanz

### 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 [38], [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 Holz hackschnitzel 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.



Kessel einer Holzhackschneitzelfeuerung

### **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**

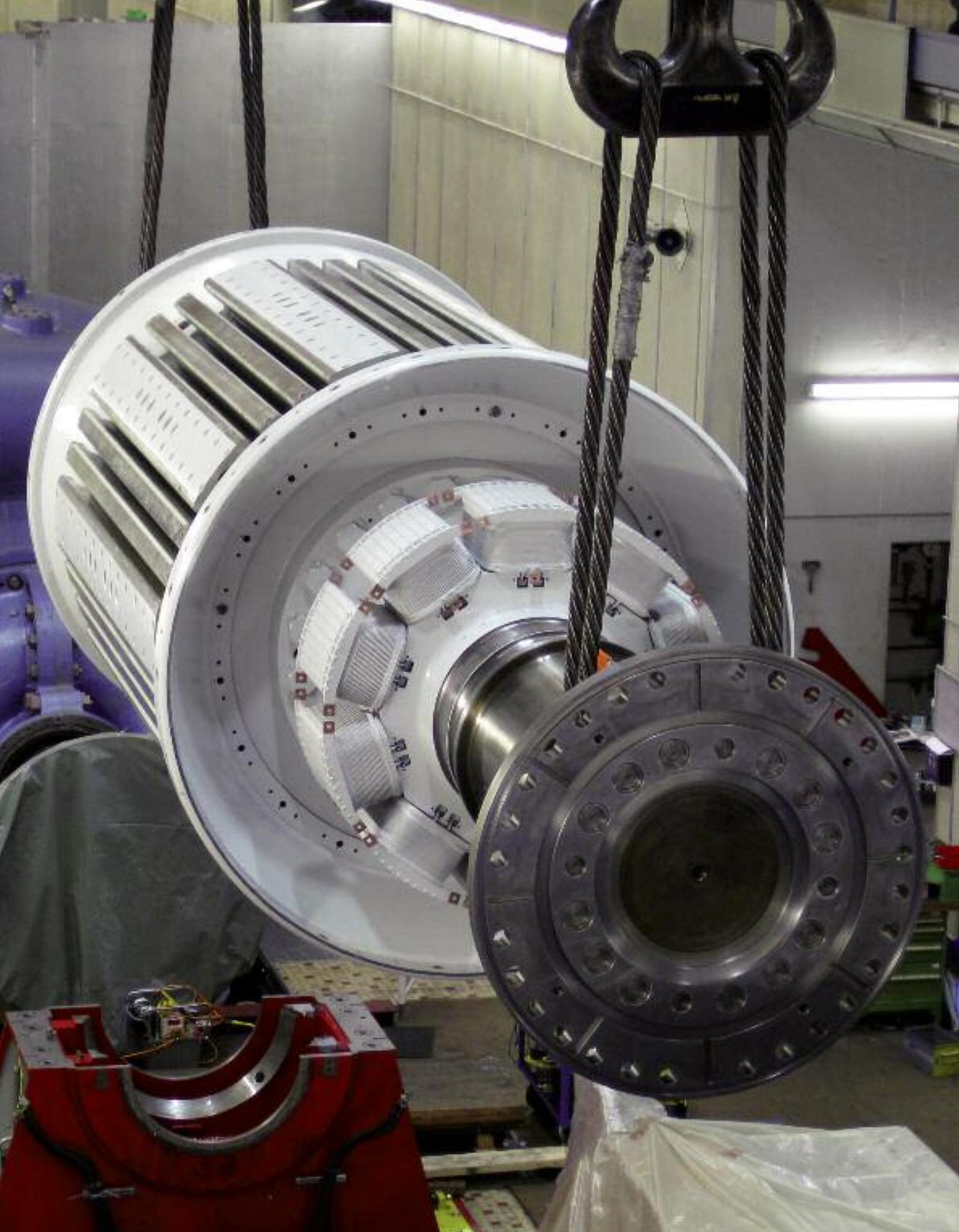
Bei der Bestimmung des Primärenergieinhaltes der Elektrizität aus erneuerbaren Energien besteht die Schwierigkeit, dass, mit Ausnahme der Biomasse, den erneuerbaren Energieträgern kein Heizwert zugeordnet werden kann. Seit 1995 wird in Deutschland für diese Energieträger die so genannte Wirkungsgradmethode 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 % in Ansatz gebracht.

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.



Läufer eines großen Motorgenerators im Pumpspeicherkraftwerk Wehr

## 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 (WM): Energiebericht Baden-Württemberg, Stuttgart, 2001, 2004, 2007, 2010 und 2012.
- [5] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (StaLa), diverse Veröffentlichungen auf [www.statistik.baden-wuerttemberg.de](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de), Stuttgart, 2005-2013.
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, diverse Ausgaben, Berlin, 2005-2013.
- [7] Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 29. April 2009, BGBl. I S. 954.
- [8] Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET): Windenergie-Report, Kassel, 1999 bis 2004.
- [9] Umweltinstitut Leipzig (UILL), 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 2012. Varel, 2013.
- [14] S. Heimerl, Fichtner, persönliche Mitteilungen, 2006 bis 2012.
- [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 2013.
- [17] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA), persönliche Mitteilungen, 2005 bis 2013.
- [18] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2010. Februar 2011.
- [19] Staatliche Biogasberatung Baden-Württemberg, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL): Biogasanlagen in Baden-Württemberg, 2009-2012.
- [20] I. Stober, Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 5 – Umwelt, persönliche Mitteilungen, Freiburg, 2007 bis 2010.
- [21] Bundesverband Wärmepumpe (BWP): Absatzzahlen 2012: 70.000 neue Wärmepumpen in Deutschland installiert. Berlin, 21.01.2013.
- [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 2013.
- [24] Kílgy, 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.

- [27] M. Dederer, Staatliche Biogasberatung Baden-Württemberg, LSZ Boxberg, persönliche Mitteilungen, 2009 bis 2013.
- [28] Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Zwischenberichte 2009 bis 2012, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Leipzig, 2010 bis 2013
- [29] TransnetBW: EEG-Anlagendaten in der Regelzone der TransnetBW GmbH, Karlsruhe, 2012.
- [30] Amprion: EEG-Anlagendaten in der Regelzone der Amprion GmbH, Dortmund, 2012.
- [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 2013.
- [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 2011, Gutachten im Auftrag der KfW, Stuttgart, 2008 bis 2012.
- [34] Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderungen und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG; Amtsblatt der Europäischen Union, veröffentlicht am 5.6.2009.
- [35] ew, Magazin für Energiewirtschaft: Stromgewinnung aus regenerativer Wasserkraft in Deutschland – Überblick, Jg. 106 (2007), Heft 25-26, Frankfurt, 2007.
- [36] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschborn, 2005-2012.
- [37] Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg (NBBW): Energie aus Biomasse: Potenziale und Empfehlungen für Baden-Württemberg, Stuttgart, April 2008.
- [38] 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.
- [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 2008 und 2009, 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, März 2011.
- [41] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Climate Change 2001: The Scientific Basis, 2001.
- [42] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996.
- [43] Umweltbundesamt: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Dessau-Roßlau, Oktober 2009.
- [44] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: EEG-Anlagenstammdaten zum Stichtag 31.12.2011. September 2012.
- [45] Bundesnetzagentur: EEG-Statistikbericht 2010. Bonn, August 2012.
- [46] Bundesnetzagentur: Erfassung der gemeldeten Photovoltaikanlagen. Stand März 2013.
- [47] 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.
- [48] Umweltbundesamt: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2012. Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Stand Juli 2013. Dessau-Roßlau, 2013.
- [49] Übertragungsnetzbetreiber 50hertz, amprion, Tennet und TransnetBW: EEG-Jahresabrechnung 2012. Stand 26.07.2013.
- [50] AG Energiebilanzen: Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2012. September 2013.
- [51] GWS: Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2012 in den Bundesländern. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Osnabrück, 12. Juli 2013.
- [52] 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.
- [53] 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.



Blick auf eine Anlage des größten baden-württembergischen Windparks in Simmersfeld



Bohrung für Erdwärmesonden



Die erneuerbaren Energien:  
Ein starkes Stück Natur.