



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Erneuerbare Energien in Zahlen

Internet-Update ausgewählter Daten



IMPRESSUM

IMPRESSUM

- Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit ▪ 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de
Internet: www.bmu.de ▪ www.erneuerbare-energien.de
- Redaktion: Dipl.-Ing. (FH) Dieter Böhme, Dr. Wolfhart Dürrschmidt
BMU, Referat KI III 1
(Allgemeine und grundsätzliche Angelegenheiten der Erneuerbaren Energien)
- Fachliche Bearbeitung: Dr. Frank Musiol, Dipl.-Ing. Thomas Nieder, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thorsten Rüther,
Dipl.-Biol. M. Eng. Kerstin van Mark
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart
Dipl.-Forstwirt Michael Memmler, M.A. Stefan Rother, Dipl.-Ing./Lic. rer. reg. Sven Schneider
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet I 2.5
- Gestaltung: Dipl.-Kffr. Ulrike Zimmer,
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart
- Abbildungen: Titelseite: BMU / Thomas Härtrich
Seite 17: Thomas Trutschel/photothek.net
Seite 27: BMU / Bernd Müller
- Stand: Dezember 2011

INHALT

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat)	4
Einleitung.....	5
Erneuerbare Energien in Deutschland: Das Wichtigste im Jahr 2010 auf einen Blick	6
Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung und vermiedene Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 2010	7
Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland 1990 und von 1998 bis 2010.....	8
Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2010.....	9
Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010	13
Einsparung von fossilen Energieträgern und Energieimporten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010	16
Wirtschaftliche Impulse aus dem Bau und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2010.....	17
Struktur der nach dem EEG vergüteten Strommengen seit 2000	19
Langfristig realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotenzial erneuerbarer Energien für die Strom-, Wärme- und Kraftstofferzeugung in Deutschland	20
Anhang: Methodische Hinweise.....	21
Umrechnungsfaktoren, Abkürzungsverzeichnis.....	28
Quellenverzeichnis	29

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat)



Das Bundesumweltministerium hat im Einvernehmen mit dem Bundeswirtschaftsministerium und dem Bundeslandwirtschaftsministerium die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat) eingerichtet, um Statistik und Daten der erneuerbaren Energien auf eine umfassende, aktuelle und abgestimmte Basis zu stellen. Die Ergebnisse der Arbeit der AGEE-Stat sind Teil der vorliegenden Veröffentlichung.

Die AGEE-Stat ist ein unabhängiges Fachgremium und arbeitet seit Februar 2004. Mitglieder sind Expertinnen und Experten aus

- dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU),
- dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi),
- dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV),

- dem Umweltbundesamt (UBA),
- dem Statistischen Bundesamt (StBA),
- der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR),
- der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) und
- dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden Württemberg (ZSW).

Als Leiter der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik wurde Anfang 2010 Herr Dr. Musiol (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg) eingesetzt.

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten der AGEE-Stat liegt im Bereich der Statistik der erneuerbaren Energien. Des Weiteren hat das Fachgremium die Aufgabe,

- eine Grundlage für die verschiedenen nationalen, EU-weiten und

internationalen Berichtspflichten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien zu legen und

- allgemeine Informations- und Öffentlichkeitsarbeit zu Daten und Entwicklung der erneuerbaren Energien zu leisten.

Zur Verbesserung der Datenbasis und der wissenschaftlichen Berechnungsmethoden werden im Rahmen der AGEE-Stat verschiedene Forschungsarbeiten durchgeführt. Workshops und Anhörungen zu bestimmten Fachthemen unterstützen gleichfalls die Arbeit des Gremiums.

Weitere Informationen zur AGEE-Stat und zu erneuerbaren Energien sind auf der Internet-Themenseite des BMU www.erneuerbare-energien.de zu finden.

The screenshot shows the AGEE-Stat website with a navigation menu on the left and several news articles in the main content area. The navigation menu includes sections like 'DIE THEMEN', 'Datenservice', 'Überblick', 'UNSER SERVICE', and 'Erneuerbare Energien'. The main content area features articles such as 'Erneuerbare Energien überschreiten 20 Prozent-Marke', 'Weltweit zweistellige Wachstumsraten der Erneuerbaren', 'Anteil der Erneuerbaren in Deutschland auch 2010 gestiegen', and '340.000 Arbeitsplätze durch erneuerbare Energien'.

Einleitung

Grundlage der Veröffentlichungen des BMU ist die Datenbasis der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Die fortlaufende Erstellung von Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ist ein aufwändiger, sich ständig wiederholender Prozess. Ausgehend von vorliegendem Datenmaterial und Experteneinschätzungen wird jeweils eine Momentaufnahme des Ausbaus der erneuerbaren Energien erstellt. Durch neue bzw. verbesserte Daten wird eine Anpassung dieses Abbilds notwendig.

Dieses Vorgehen spiegelt sich auch in den Veröffentlichungen des BMU wider. Nachdem im Laufe des Jahres 2011 weitere Erkenntnisse über den Fortschritt beim Ausbau der erneuerbaren Energien sowie bei der Entwicklung in den anderen Energie-

bereichen gewonnen werden konnten, **informiert das hier vorliegende „Internet-Update“ über aktualisierte Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010 gegenüber der Druckfassung der BMU-Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung“ vom Juli 2011.**

Die hier dokumentierten Daten geben somit den zum Zeitpunkt der Veröffentlichung aktuellen Datenstand an, wobei Änderungen insbesondere auf zusätzliche Datenverfügbarkeit zurückzuführen sind. Diese Daten können sich aber in den kommenden Veröffentlichungen des BMU noch ändern.

Im Internet werden auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“

unter www.erneuerbare-energien.de, in der Rubrik „Datenservice/ Zeitreihen: Entwicklung ab 1990“ Daten veröffentlicht, die fortlaufend entsprechend dem jeweils aktuellen Kenntnisstand aktualisiert werden. Diese Zeitreihen im Excel-Format stehen zum Download bereit.

Des Weiteren finden sich auf der BMU-Themenseite Grafiken und Tabellen mit aktuellen Daten und weitere Informationen rund um die erneuerbaren Energien.

Die vorliegende Fachinformation steht nur als Online-Version zur Verfügung und kann von der BMU-Themenseite www.erneuerbare-energien.de, Rubrik „Datenservice/ Erneuerbare Energien in Zahlen“ heruntergeladen werden.

INFORMATIONEN ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN

(u. a. Dokumente des BMU, Pressemitteilungen,
Forschungsergebnisse, Publikationen)
auf der BMU-Themenseite im Internet unter
www.erneuerbare-energien.de

Erneuerbare Energien in Deutschland: Das Wichtigste im Jahr 2010 auf einen Blick

Das haben die erneuerbaren Energien 2010 erreicht:

- 11,3 % am gesamten Endenergieverbrauch – Strom, Wärme und Mobilität (2009: 10,2 %)
- 17,1 % am Bruttostromverbrauch (2009: 16,4 %)
- 10,2 % am Endenergieverbrauch für Wärme (2009: 8,9 %)
- 5,8 % am Kraftstoffverbrauch (2009: 5,4 %)
- Treibhausgasemissionen von 120 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden
- Investitionen in Höhe von 27,9 Mrd. Euro ausgelöst (2009: 20,0 Mrd. Euro)
- 367.400 Menschen in der Branche beschäftigt (2009: 339.500)

Investitionen und Beschäftigung erreichen Höchststände

Mit 27,9 Mrd. Euro verbuchten die Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2010 einen neuen Rekordstand, der im Wesentlichen auf den Photovoltaik-Boom zurückzuführen war. Einen neuen

Höchststand erreichte auch die Beschäftigung: 367.400 Menschen hatten in der Branche einen Job.

Höhere Anteile der Erneuerbaren trotz steigendem Energieverbrauch

Nach Überwindung der Wirtschaftskrise ist der Energieverbrauch in Deutschland 2010 wieder kräftig gestiegen. Die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien wuchs jedoch gleichzeitig so stark, dass der Trend ihrer wachsenden Anteile in allen Bereichen ungebrochen ist.

Flaute bei der Windenergie

Der Nettozubau an Windkraftleistung war 2010 gegenüber dem Vorjahr rückläufig und lag bei 1.493 MW (2009: 1.880 MW). Auch die Stromerzeugung ging trotz des Zubaus aufgrund einer ungewöhnlich wind-schwachen Witterung zurück und lag bei nur 37,8 TWh. In einem durchschnittlichen Windjahr hätten die insgesamt installierten Windkraftanlagen etwa 5 TWh mehr Strom produziert.

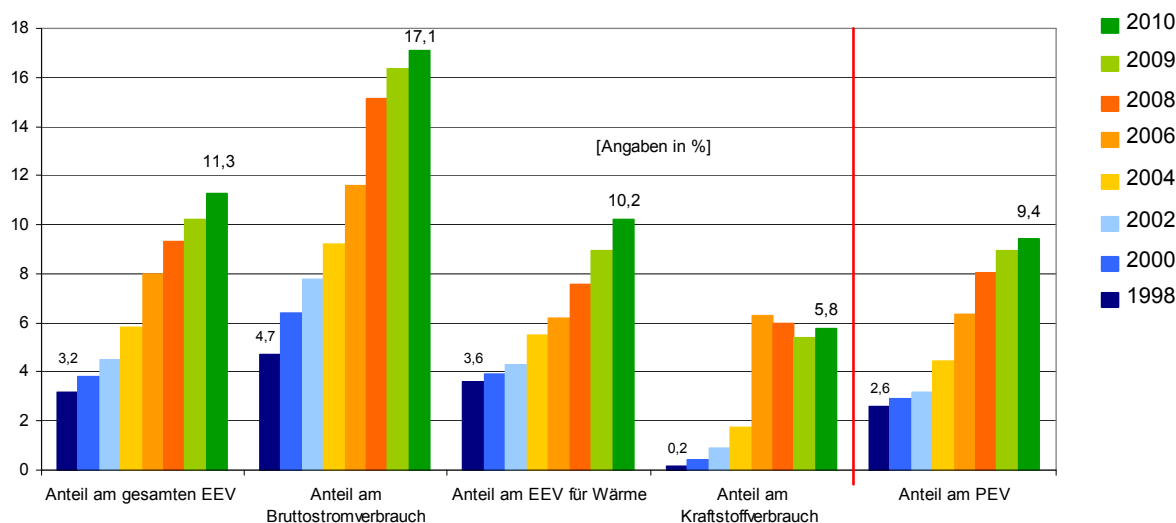
Biomassenutzung weiter im Aufwärtstrend

Im Bereich der Biomasse hielt insbesondere der Trend zum Ausbau der Stromerzeugung aus Biogas weiter an. Aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse wurden 2010 insgesamt 27,3 TWh Strom erzeugt (einschl. Deponie- und Klärgas sowie biogenem Abfall) waren es 33,9 TWh; rund 3,8 Mio. Tonnen Biokraftstoffe wurden abgesetzt. Der Absatz von Pelletheizungen ging allerdings gegenüber dem Vorjahr deutlich zurück.

Photovoltaik im Höhenflug

Mit einem Zubau von rund 7.400 MW war Deutschland 2010 ein weiteres Mal Photovoltaik-Weltmeister. Mit rund 11,7 TWh stieg der Anteil am Bruttostromverbrauch auf knapp 2 %. Der Zubau solarthermischer Kollektorfläche blieb jedoch mit rund 1,14 Mio. m² deutlich hinter dem des Vorjahres zurück.

Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe nachfolgende Tabellen

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung und vermiedene Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 2010

		Endenergie 2010	Anteil am Endenergieverbrauch	vermiedene THG- Emissionen	Endenergie 2009
		[GWh]	[%]	[1.000 t]	[GWh]
Stromerzeugung	Wasserkraft ¹⁾	20.956	3,4	16.649	19.036
	Windenergie	37.793	6,2	27.800	38.639
	an Land	37.619	6,2	27.672	38.602
	auf See (Offshore)	174	0,03	128	38
	Photovoltaik	11.683	1,9	7.934	6.583
	biogene Festbrennstoffe	11.204	1,8	8.721	11.356
	biogene flüssige Brennstoffe	1.676	0,3	1.009	2.009
	Biogas	14.454	2,4	8.170	10.757
	Klärgas	1.101	0,2	824	1.057
	Deponiegas	650	0,1	486	810
	biogener Anteil des Abfalls ²⁾	4.781	0,8	3.694	4.352
	Geothermie	27,7	0,005	14	18,8
	Summe	104.326	17,1	75.301	94.618
Wärmeerzeugung	biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ³⁾	72.700	5,1	21.928	62.016
	biogene Festbrennstoffe (Industrie) ⁴⁾	23.916	1,7	7.259	19.818
	biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁵⁾	6.744	0,5	1.931	6.222
	biogene flüssige Brennstoffe ⁶⁾	7.945	0,6	2.086	4.311
	Biogas	13.654	1,0	2.141	8.570
	Klärgas ⁷⁾	1.086	0,08	289	1.076
	Deponiegas	294	0,02	78	390
	biogener Anteil des Abfalls ²⁾	7.566	0,5	2.209	6.832
	Solarthermie	5.200	0,4	1.167	4.733
	tiefe Geothermie	285	0,02	18	291
	oberflächennahe Geothermie ⁸⁾	5.300	0,4	443	4.640
	Summe	144.690	10,2	39.551	118.899
	Kraftstoff	Biodiesel	26.097	4,2	3.581
Pflanzenöl		636	0,1	112	1.044
Bioethanol		8.714	1,4	1.261	6.673
Summe		35.447	5,8	4.953	32.805
gesamt	284.463	EEV¹²⁾	11,3	119.806	246.322

Anmerkung:
Angaben in der gesamten Broschüre vorläufig.
Zur Stromerzeugung aus Photovoltaik und zur
Wärmebereitstellung aus Solarthermie siehe Anhang
Abs. 1. Abweichungen in den Summen durch
Rundungen.

- 1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 2) biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
- 3) überwiegend Holz einschl. Holzpellets

- 4) Industrie = Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des verarbeitenden Gewerbes, nach § 8 EnStatG
- 5) nach §§ 3 und 5 EnStatG
- 6) Wärme inkl. Papierindustrie (Sulfitablauge) und weiterer Industrie
- 7) enthält Wert zur Wärmenutzung in den Kläranlagen
- 8) inkl. Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen
- 9) bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2010 von 610,4 TWh, nach AGEBA [64]

- 10) EEV für Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme 2010 von 1.416 TWh (5.095 PJ), nach AGEBA [4]
- 11) bezogen auf den Kraftstoffverbrauch (ohne Flugkraftstoff) 2010 von 614,1 TWh, nach BAFA [50]
- 12) bezogen auf EEV 2010 von 2.517 TWh (9.060 PJ) nach AGEBA [2]

Quellen: BMU auf Basis AGEBA-Stat und weiterer Quellen, siehe nachfolgende Tabellen

Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland 1990 und von 1998 bis 2010

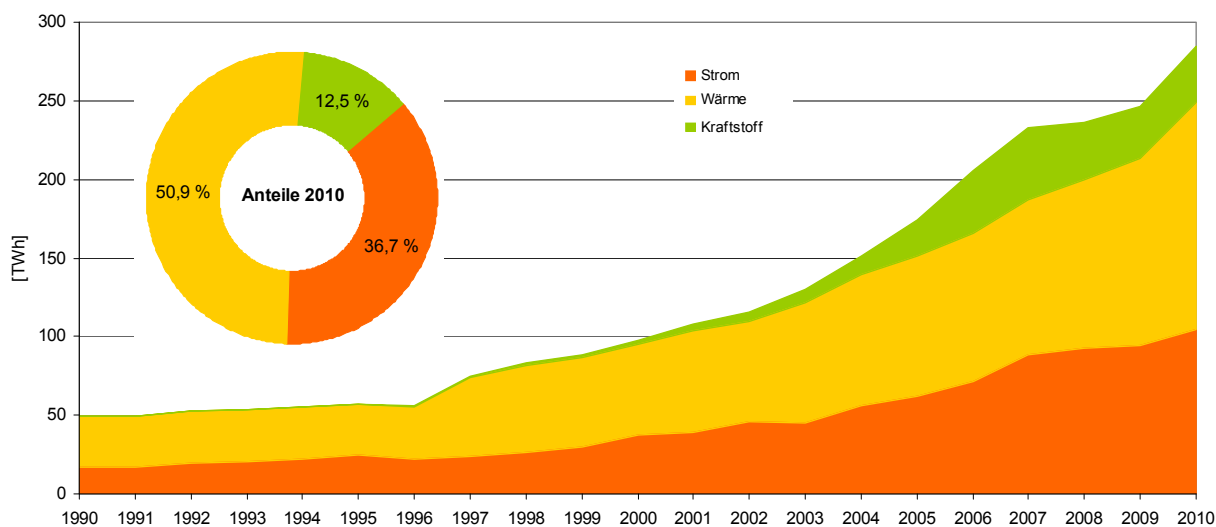
	1990	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Endenergieverbrauch (EEV)	[%]	[%]												
Stromerzeugung (bezogen auf gesamten Bruttostromverbrauch)	3,1	4,7	5,4	6,4	6,7	7,8	7,5	9,2	10,1	11,6	14,3	15,1	16,4	17,1
Wärmebereitstellung (bezogen auf gesamte Wärmebereitstellung)	2,1	3,6	3,8	3,9	4,2	4,3	5,0	5,5	6,0	6,2	7,4	7,6	8,9	10,2
Kraftstoffverbrauch ¹⁾ (bezogen auf gesamten Kraftstoffverbrauch)	0,0	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
Anteil EE am gesamten EEV	1,9	3,2	3,4	3,8	4,1	4,5	5,0	5,8	6,8	8,0	9,5	9,3	10,2	11,3
Primärenergieverbrauch (PEV)	[%]	[%]												
Anteil EE am gesamten PEV²⁾	1,3	2,6	2,8	2,9	2,9	3,2	3,8	4,5	5,3	6,3	7,9	8,1	8,9	9,4

1) bis 2002 Bezugsgröße Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; ab 2003 der gesamte Verbrauch an Motorkraftstoff, ohne Flugkraftstoff

2) berechnet nach Wirkungsgradmethode, nach AGEV [4]

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat nach VDEW [8], [9], [10]; DIW [13], EEFA [67] und BDEW [11] sowie weiteren Quellen, siehe Seiten 9, 11 und 12

Entwicklung der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland nach Sektoren



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiteren Quellen, siehe Seiten 9, 11 und 12

Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2010

Stromerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

	Wasser- kraft ¹⁾	Wind- energie	Biomasse ²⁾	biogener Anteil des Abfalls ³⁾	Photo- voltaik	Geothermie	Summe Strom- erzeugung	Anteil am Bruttostrom- verbrauch
	[GWh]						[GWh]	[%]
1990	15.580	71	221	1.213	1	0	17.086	3,1
1991	15.402	100	260	1.211	2	0	16.974	3,1
1992	18.091	275	296	1.262	3	0	19.927	3,7
1993	18.526	600	433	1.203	6	0	20.768	3,9
1994	19.501	909	569	1.306	8	0	22.293	4,2
1995	20.747	1.500	665	1.348	11	0	24.271	4,5
1996	18.340	2.032	759	1.343	16	0	22.490	4,1
1997	18.453	2.966	880	1.397	26	0	23.722	4,3
1998	18.452	4.489	1.642	1.618	32	0	26.233	4,7
1999	20.686	5.528	1.849	1.740	42	0	29.845	5,4
2000	24.867	7.550	2.893	1.844	64	0	37.218	6,4
2001	23.241	10.509	3.348	1.859	76	0	39.033	6,7
2002	23.662	15.786	4.089	1.949	162	0	45.648	7,8
2003	17.722	18.713	6.086	2.161	313	0	44.995	7,5
2004	19.910	25.509	7.960	2.117	556	0,2	56.052	9,2
2005	19.576	27.229	10.978	3.047	1.282	0,2	62.112	10,1
2006	20.042	30.710	14.841	3.844	2.220	0,4	71.657	11,6
2007	21.169	39.713	19.760	4.521	3.075	0,4	88.238	14,3
2008	20.446	40.574	22.872	4.659	4.420	17,6	92.989	15,1
2009	19.036	38.639	25.989	4.352	6.583	18,8	94.618	16,4
2010	20.956	37.793	29.085	4.781	11.683	27,7	104.326	17,1

Zur Stromerzeugung aus Photovoltaik siehe Anhang Abs. 1.

- 1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 2) bis 1998 nur Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung, Angaben ab 2003

beinhalten auch die industrielle Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse (Sulfitablauge)

- 3) Anteil des biogenen Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat, ZSW [1]; VDEW [17], [18], [22], [27], [28], [29];

BDEW [6], [23], [30]; AGEB [2], [64]; ÜNB [68]; StBA [21]; SFV [26]; Erdwärme-Kraft GbR [41]; geo x [42]; Geothermie Unterhaching [43]; Pfälzwerke geofuture [44]; ewb Bruchsal [45]; Energie AG Oberösterreich [46]; DBFZ [12]

Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

	Wasser- kraft	Wind- energie	Biomasse	biogener Anteil des Abfalls	Photo- voltaik	Geo- thermie	Gesamte Leistung
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW _p]	[MW]	[MW]
1990	3.429	55	85	499	1	0	4.069
1991	3.394	106	96	499	2	0	4.097
1992	3.550	174	105	499	3	0	4.331
1993	3.509	326	144	499	5	0	4.483
1994	3.563	618	178	499	6	0	4.865
1995	3.595	1.121	215	525	8	0	5.464
1996	3.510	1.549	253	551	11	0	5.874
1997	3.525	2.089	318	527	18	0	6.476
1998	3.601	2.877	432	540	23	0	7.473
1999	3.523	4.435	467	555	32	0	9.012
2000	3.538	6.097	579	585	76	0	10.875
2001	3.538	8.750	696	585	186	0	13.755
2002	3.785	11.989	843	585	296	0	17.498
2003	3.934	14.604	1.091	847	435	0	20.911
2004	3.819	16.623	1.444	1.016	1.105	0,2	24.007
2005	4.115	18.390	1.964	1.210	2.056	0,2	27.735
2006	4.083	20.579	2.620	1.250	2.899	0,2	31.431
2007	4.169	22.194	3.434	1.330	4.170	3,2	35.300
2008	4.138	23.836	3.969	1.440	6.120	3,2	39.507
2009	4.151	25.716	4.519	1.550	9.914	7,5	45.858
2010	4.395	27.209	5.014	1.650	17.320	7,5	55.596

Anmerkungen: Bis einschließlich 1999 beinhalten die Angaben zur installierten elektrischen Leistung der Biomasseanlagen nur die „Kraftwerke der allgemeinen Versorgung“ sowie die „sonstigen EE-Einspeiser“.

Die Angaben zur installierten Leistung beziehen sich jeweils auf den Stand zum Jahresende.

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie VDEW [17], [18], [22], [27], [28], [29], BDEW [30]; EnBW [39]; Fichtner [40]; BWE [47]; DEWI et al.[33]; DEWI [48]; BSW [51]; IE [58]; DBFZ [12]; ITAD [66]; Erdwärme-Kraft GbR [41]; geo x GmbH [42]; Geothermie Unterhaching [43]; Pfalzwerke geofuture [44]; ewb Bruchsal [45]; Energie AG Oberösterreich [46]; BNetzA [52], [74]; ZSW [1] nach [71]

Wärmebereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

	Biomasse ¹⁾	biogener Anteil des Abfalls ²⁾	Solarthermie ³⁾	Geothermie ⁴⁾	Summe Wärmeerzeugung	Anteil am Wärmeverbrauch
	[GWh]				[GWh]	[%]
1990	28.265	2.308	107	1.515	32.195	2,1
1991	28.360	2.308	169	1.517	32.354	2,1
1992	28.362	2.308	221	1.522	32.413	2,1
1993	28.368	2.308	280	1.530	32.486	2,1
1994	28.375	2.308	355	1.537	32.575	2,2
1995	28.387	2.308	440	1.540	32.675	2,1
1996	28.277	2.538	549	1.551	32.915	2,0
1997	45.591	2.290	690	1.569	50.140	3,2
1998	49.740	3.405	848	1.604	55.597	3,6
1999	50.858	3.674	1.026	1.645	57.203	3,8
2000	51.419	3.548	1.261	1.694	57.922	3,9
2001	58.220	3.421	1.587	1.765	64.993	4,2
2002	57.242	3.295	1.884	1.855	64.276	4,3
2003	69.182	3.169	2.144	1.956	76.451	5,0
2004	75.376	3.690	2.443	2.086	83.595	5,5
2005	79.746	4.692	2.778	2.294	89.510	6,0
2006	83.023	4.911	3.218	2.762	93.914	6,2
2007	86.670	4.783	3.638	3.415	98.506	7,4
2008	93.133	5.020	4.134	4.168	106.455	7,6
2009	102.403	6.832	4.733	4.931	118.899	8,9
2010	126.339	7.566	5.200	5.585	144.690	10,2

1) Erhebungsmethode 1996/1997 geändert; abweichend zu den Vorjahren ab 2003 Angaben nach §§ 3, 5 (Heizkraft- und Heizwerke) und § 8 (Industrie) des EnStatG von 2003 sowie Wärmenutzung in Klärgasanlagen

2) Angaben 1990 bis 1994 gleichgesetzt mit 1995, Angaben 2000 bis 2002 geschätzt mit Orientierung an Werten 1999 und 2003. Biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt. Steigerung bei Wärme 2009 gegenüber dem Vorjahr durch erstmalige Berücksichtigung neu verfügbarer Daten. Es handelt sich um eine statistische Anpassung, die keine Aussage über den tatsächlichen Nutzungsausbau zulässt.

3) Nutzenergie; Rückbau von Altanlagen ist berücksichtigt

4) einschließlich Wärme aus Tiefengeothermie und Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie ZSW [1]; StBA [21]; IEA [65]; AGEB [4], [69], [70]; DEPV [19]; BDH [7]; BSW [51]; ZfS [54]; nach IE et al. [58]; nach ITW [72]; GZB [59]; LIAG [61]; BWP [3]; DBFZ [12]

Solarwärme: Entwicklung der Fläche und der Leistung der Solarkollektoren in Deutschland seit 1990

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
kumulierte Fläche	[1.000 m ²]	348	478	594	762	957	1.167	1.460	1.816	2.182	2.624	3.252
kumulierte Leistung	[MW]	244	335	416	534	670	817	1.022	1.271	1.527	1.837	2.276

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
kumulierte Fläche	[1.000 m ²]	4.149	4.679	5.395	6.151	7.099	8.501	9.437	11.331	12.909	14.044
kumulierte Leistung	[MW]	2.904	3.275	3.777	4.306	4.969	5.951	6.606	7.931	9.036	9.831

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie ZSW [1]; ZfS [54]; BDH [7]; BSW [51]

Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

	Biodiesel	Pflanzenöl	Bioethanol	Summe Biokraftstoffe	Anteil am Kraftstoffverbrauch ¹⁾
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[%]
1990	0	k.A.	0	0	0
1991	2	k.A.	0	2	0
1992	52	21	0	73	0,01
1993	52	31	0	83	0,01
1994	258	31	0	289	0,05
1995	310	53	0	363	0,06
1996	516	53	0	569	0,09
1997	825	104	0	929	0,1
1998	1.032	115	0	1.147	0,2
1999	1.341	146	0	1.487	0,2
2000	2.579	167	0	2.746	0,4
2001	3.611	209	0	3.820	0,6
2002	5.674	251	0	5.925	0,9
2003	8.253	292	0	8.545	1,4
2004	10.493	345	481	11.319	1,8
2005	18.570	2.047	1.763	22.380	3,7
2006 ²⁾	29.062	7.426	3.792	40.280	6,3
2007	34.242	8.749	3.438	46.429	7,4
2008	27.812	4.192	4.673	36.677	6,0
2009	25.088	1.044	6.673	32.805	5,4
2010 ³⁾	26.097	636	8.714	35.447	5,8

1) Bezogen auf den gesamten Kraftstoffverbrauch ohne Flugkraftstoffe

2) In der Biodieselmenge 2006 ist auch Pflanzenöl enthalten. AGQM [31] und UFOP [32] weisen für 2006 einen Biodieselvebrauch von 25.800 GWh aus.

3) Biokraftstoffmengen 2010:
 Biodiesel: 2.529.000 Tonnen,
 Pflanzenöl: 61.000 Tonnen,
 Bioethanol: 1.165.000 Tonnen.

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie BMU/BMELV [14]; BMELV [15]; BAFA [16], [50]; FNR [60]; AGQM [31]; UFOP [32]

Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. In allen Verbrauchssektoren (Strom, Wärme, Verkehr) werden fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt. Die energiebedingten Treibhausgasemissionen sinken entsprechend. (Übersichten zu energiebedingten Emissionen in Deutschland stellt das Umweltbundesamt auf seiner Internetseite bereit.)

Insgesamt resultierte im Jahr 2010 eine Treibhausgasvermeidung von rund 120 Mio. t CO₂-Äquivalenten. Auf den Stromsektor entfielen 75,3 Mio. t, davon sind rund 57 Mio. t der EEG-vergüteten Strommenge

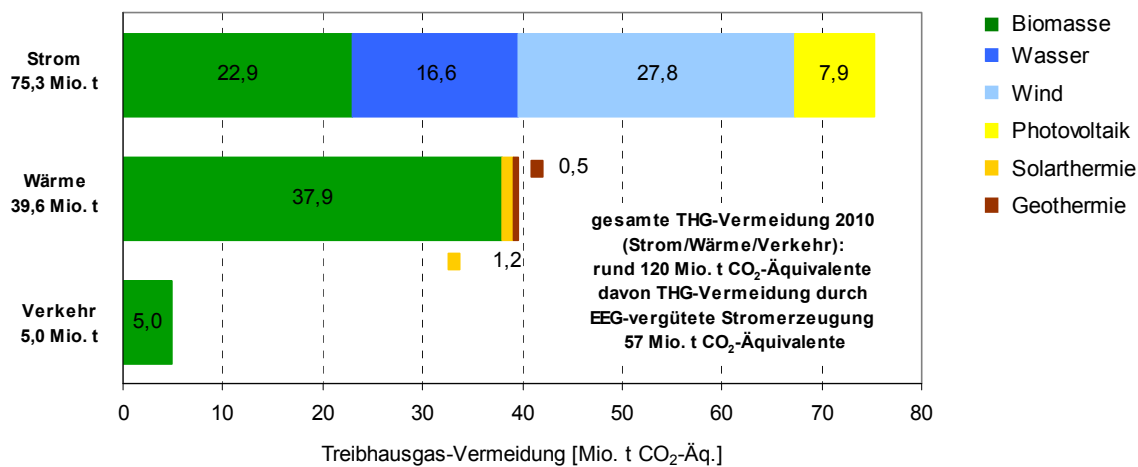
zuzuordnen. Im Wärmebereich wurden 39,6 Mio. t und im Kraftstoffbereich 5,0 Mio. t CO₂-Äquivalente vermieden.

Bei einer ausschließlichen Betrachtung des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂), bei der unter anderem Methanemissionen bei der Nutzung fossiler und biogener Brennstoffe sowie Lachgasemissionen beim Anbau von Energiepflanzen außer Acht bleiben, ergibt sich ein leicht abweichendes Bild. Danach haben die erneuerbaren Energien 2010 insgesamt 118 Mio. t CO₂-Emissionen vermieden. Hiervon entfallen 70,9 Mio. t auf die erneuerbare Stromerzeugung (davon 54 Mio. t auf

die EEG vergütete Strommenge), 39,5 Mio. t auf die erneuerbare Wärmebereitstellung und 7,3 Mio. t auf den Einsatz von Biokraftstoffen.

Die Netto-Bilanz der vermiedenen Emissionen durch erneuerbare Energien berücksichtigt grundsätzlich alle vorgelagerten Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie zur Herstellung der Anlagen. Den Emissionen der durch erneuerbare Energien ersetzten konventionellen Energieträger werden dabei diejenigen Emissionen gegenübergestellt, die aus den Vorketten und dem Betrieb der regenerativen Energieerzeugungsanlagen stammen.

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2010



Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

Der Beitrag der Geothermie zur Emissionsvermeidung im Stromsektor wurde hier aufgrund der geringen Mengen vernachlässigt.

Quellen: UBA auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Seiten 14 und 15

Bei Strom und Wärme wird das Ergebnis maßgeblich dadurch beeinflusst, welche fossilen Brennstoffe durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Bei den Biokraftstoffen ist besonders die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend. Weitere Informationen hierzu finden sich im Anhang.

Die Treibhausgasvermeidung durch Bioenergieträger ist in besonderem Maße sowohl von der Emissionsintensität der ersetzten fossilen Energieträger als auch von Art und

Herkunft der eingesetzten Rohstoffe abhängig. Sofern es sich dabei nicht um biogene Reststoffe (u. a. Holz) und Abfälle handelt, sind Landnutzungsänderungen durch den landwirtschaftlichen Anbau der Energiepflanzen zu beachten. Sie können die Bilanzergebnisse entscheidend beeinflussen. Die Effekte indirekter (d.h. durch Verdrängungseffekte mittelbar verursachter) Landnutzungsänderungen werden bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen noch nicht berücksichtigt. Methodische Ansätze werden derzeit u. a. von der Europä-

ischen Kommission erarbeitet. Direkte Landnutzungsänderungen sind seit Januar 2011 bei Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen durch die Regelungen der Biokraftstoff- und Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung weitgehend ausgeschlossen; beim Energiepflanzenanbau zur Biogasgewinnung besteht weiterhin bezüglich direkter Landnutzungsänderungen eine gewisse Relevanz, z.B. aufgrund von Grünlandumbrüchen.

Emissionsbilanz erneuerbarer Stromerzeugung 2010

		EE Stromerzeugung gesamt: 104.326 GWh	
Treibhausgas/ Luftschadstoff		Vermeidungsfaktor	vermiedene Emissionen
		[g/kWh]	[1.000 t]
Treibhaus- effekt ¹⁾	CO ₂	679	70.851
	CH ₄	2,30	240
	N ₂ O	-0,02	-1,9
	CO₂-Äquivalent	722	75.301
Versauer- ung ²⁾	SO ₂	0,31	32,0
	NO _x	0,08	7,8
	SO₂-Äquivalent	0,36	37,4
Ozon ³⁾ / Staub ⁴⁾	CO	-0,23	-23,9
	NMVOG	-0,01	-1,1
	Staub	-0,03	-2,9

1) Weitere Treibhausgase (SF₆, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.

2) Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.

3) NMVOG und CO sind wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das wesentlich zum so genannten „Sommersmog“ beiträgt.

4) Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

Basis der Berechnungen ist das „Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2006 und 2007“ (Klobasa et al. [88]). Zur Methodik der Berechnungen siehe Anhang Abs. 3.

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und Klobasa et al. [88]; UBA [92]; Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Ciroth [83]; aktualisierte Daten UBA [37]

Emissionsbilanz erneuerbarer Wärmebereitstellung 2010

		EE Wärmebereitstellung gesamt: 144.690 GWh	
Treibhausgas/ Luftschadstoff		Vermeidungsfaktor	vermiedene Emissionen
		[g/kWh]	[1.000 t]
Treibhaus- effekt ¹⁾	CO ₂	273	39.490
	CH ₄	0,24	34,8
	N ₂ O	-0,01	-2,2
	CO₂-Äquivalent	273	39.551
Versäue- rung ²⁾	SO ₂	0,21	30,3
	NO _x	-0,14	-20,6
	SO₂-Äquivalent	0,11	15,9
Ozon ³⁾ Staub ⁴⁾	CO	-4,83	-698,8
	NMVOG	-0,23	-32,9
	Staub	-0,18	-26,7

- 1) Weitere Schadstoffe mit Treibhausgaspotenzial (SF₆, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.
- 2) Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.
- 3) NMVOG und CO sind wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das wesentlich zum „Sommermog“ beiträgt.
- 4) Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

Zur Methodik der Berechnungen siehe Anhang Abs. 4.

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und Frondel et al. [87]; UBA [92]; Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Ciroth [83]; AGEB [2], [73]; aktualisierte Daten UBA [37]

Emissionsbilanz erneuerbare Kraftstoffbereitstellung 2009

		Biogene Kraftstoffe gesamt: 35.447 GWh	
Treibhausgas/ Luftschadstoff		Vermeidungsfaktor	vermiedene Emissionen
		[g/kWh]	[1.000 t]
Treibhaus- effekt ¹⁾	CO ₂	205	7.278
	CH ₄	-0,27	-9,6
	N ₂ O	-0,20	-6,9
	CO₂-Äquivalent	140	4.953
Versäue- rung ²⁾	SO ₂	-0,04	-1,6
	NO _x	-0,37	-13,1
	SO₂-Äquivalent	-0,302	-10,7
Ozon ³⁾ Staub ⁴⁾	CO	-0,06	-2,1
	NMVOG	0,14	4,8
	Staub	-0,03	-1,0

- 1) Weitere Schadstoffe mit Treibhausgaspotenzial (SF₆, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.
- 2) Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.
- 3) NMVOG und CO sind wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das wesentlich zum „Sommermog“ beiträgt.
- 4) Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.
- 5) Zur Methodik der Berechnungen siehe Anhang Abs. 5.

Zur Methodik der Berechnungen siehe Anhang Abs. 5.

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und EP/ER [85]; BR [79]; BR [80]; BDB⁸ [82]; VDB [81]; UFOP [93]; Greenpeace [78]; BLE [96]; StBA [95] und IFEU [5]

Einsparung von fossilen Energieträgern und Energieimporten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010

Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl/ Heizöl	Diesel- Kraftstoff	Otto- Kraftstoff	gesamt
Primärenergie [TWh]							
Strom	14,9	161,1	63,6	0,0	-	-	239,5
Wärme	12,0	13,9	74,3	58,6	-	-	158,7
Verkehr	-	-	-	-	16,0	7,0	23,0
gesamt	26,9	174,9	137,9	58,6	16,0	7,0	421,3
Primärenergie [PJ]							
gesamt	96,7	629,8	496,5	210,8	57,6	25,2	1.516,5
das entspricht¹⁾:	9,4 Mio. t²⁾	20,6 Mio. t³⁾	13.529 Mio. m³	5.366 Mio. Liter	1.607 Mio. Liter	776 Mio. Liter	

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe auch Anhang Abs. 6.

1) Zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden folgende von der AGEB 2008 ermittelten Heizwerte angesetzt: Braunkohlen 2,498 kWh/kg, Braunkohlebriketts 5,426 kWh/kg, Staubkohlen 6,064 kWh/kg; Steinkohle 8,428

kWh/kg, Steinkohlekoks 7,958 kWh/kg, Erdgas 9,769 kWh/m³, Heizöl leicht 9,927 kWh/Liter, Dieseldieselkraftstoff 9,964 kWh/Liter, Ottokraftstoff 9,011 kWh/Liter.

2) darunter circa 8,5 Mio. t Braunkohlen, circa 0,3 Mio. t Braunkohlebriketts und circa 0,5 Mio. t Staubkohlen

3) darunter circa 20,1 Mio. t Steinkohle und circa 0,2 Mio. t Steinkohlekoks

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86] sowie weiterer Quellen, siehe Tabellen Seiten 14-15

Entwicklung der Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Strom	Wärme	Verkehr	gesamt
Primärenergie [TWh]				
2009	218,9	132,5	21,8	373,2
2010	239,5	158,7	23,0	421,3

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86] sowie weiterer Quellen, siehe Tabellen Seiten 14-15

Entwicklung der eingesparten Kosten in Deutschland bei fossilen Energieimporten¹⁾

	Strom	Wärme	Verkehr	gesamt
[Mrd. EUR]				
2009	2,1	3,1	0,9	6,2 ²⁾
2010	2,5	3,3	0,8	6,7 ²⁾

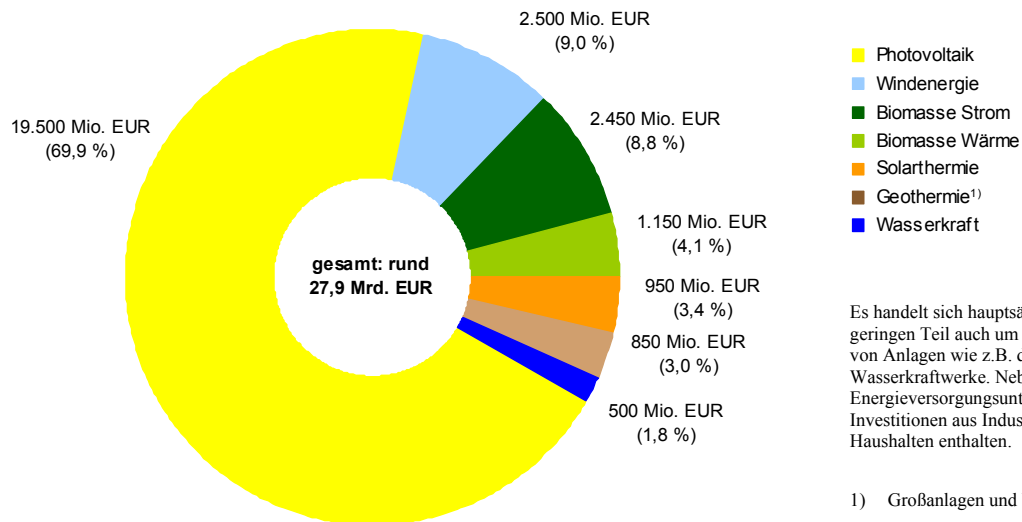
Vorläufige Angaben

- Ohne importierte Braunkohle für Heizzwecke (Briketts). Importanteile von Erdöl und Erdgas nach [BMW]. Für Kesselkohle Importanteil 100 %, da feste Abnahmeverträge für deutsche Steinkohle keine Verminderung zulassen. Einsparungen bei Kesselkohle führen daher zu einer Verringerung der Steinkohleimporte. Der Importanteil von Steinkohle liegt insgesamt bei über 75 %. Importpreise nach [BAFA].
- Bruttoangaben. Bei Berücksichtigung biogener Brennstoffimporte verringern sich die Importersparnisse auf 5,8 Mrd. EUR (2010) bzw. 5,7 Mrd. EUR (2009). Vgl. zum Berechnungsweg [62]

Quelle: ISI et al. [55]

Wirtschaftliche Impulse aus dem Bau und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2010

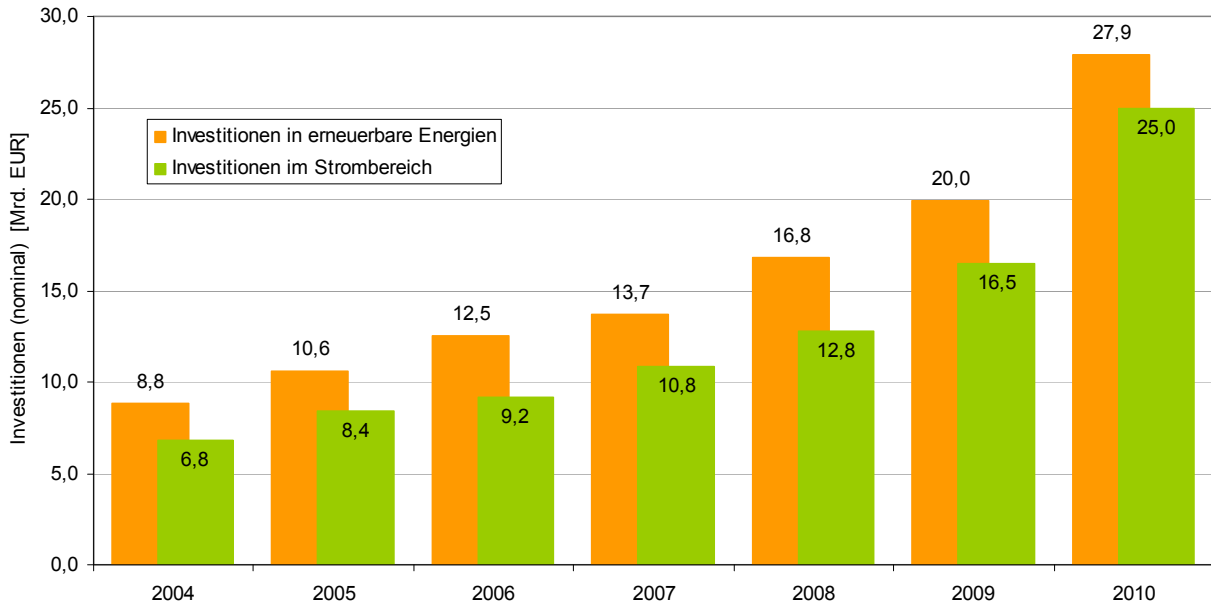
Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland im Jahr 2010



Quelle: BMU nach ZSW [1]

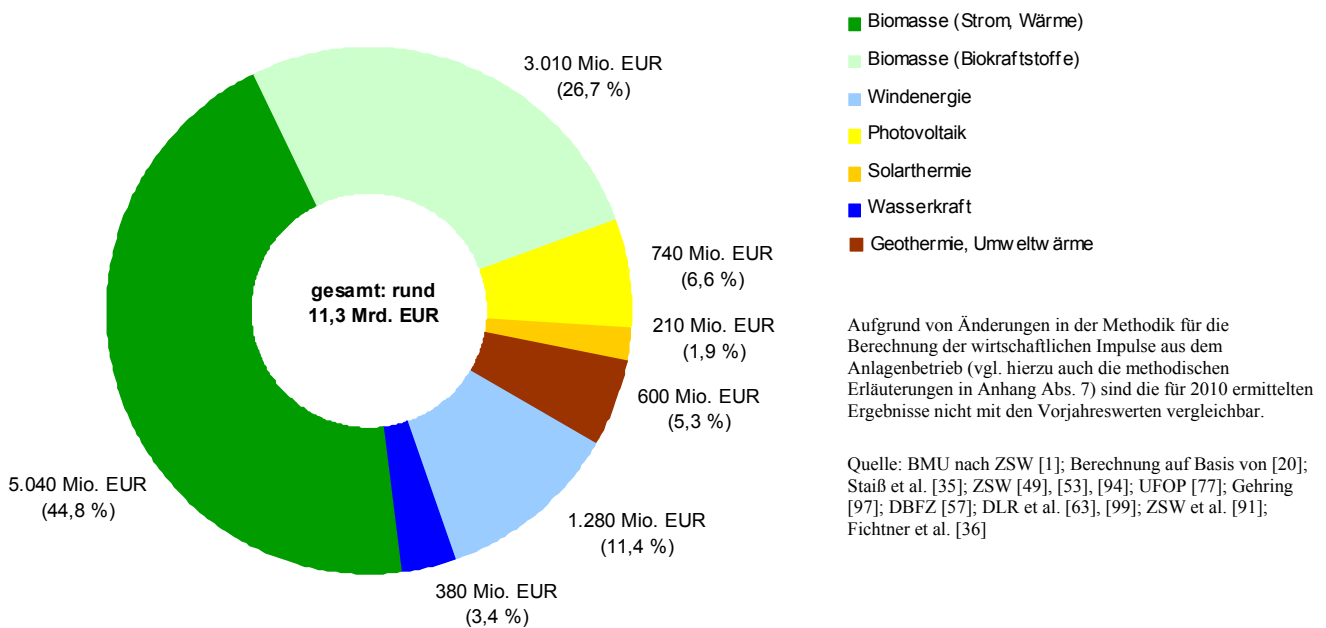


Entwicklung der Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien und deren induzierter Anteil im Strombereich in Deutschland bis zum Jahr 2010



Quelle: BMU nach ZSW [1]

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2010



Struktur der nach dem EEG vergüteten Strommengen seit 2000

		2000 ¹⁾	2002	2004	2006	2008	2009	2010
Letztverbrauch gesamt	[GWh]	344.663	465.346	487.627	495.203	493.506	466.055	485.465
Privilegierter Letztverbrauch ²⁾	[GWh]	-	-	36.865	70.161	77.991	65.023	80.665
EEG-vergütete Strommenge gesamt ³⁾	[GWh]	10.391,0	24.969,9	38.511,2	51.545,2	71.147,9	75.053,4	80.698,9
Wasserkraft, Gase ⁴⁾	[GWh]	4.114,0	6.579,3	4.616,1	4.923,9	4.981,5	4.877,2	5.049,0
Gase ⁴⁾	[GWh]			2.588,6	2.789,2	2.208,2	2.019,5	1.160,0
Biomasse	[GWh]	586,0	2.442,0	5.241,0	10.901,6	18.947,0	22.979,9	25.145,9
Geothermie	[GWh]	-	-	0,2	0,4	17,6	18,8	27,7
Windenergie (an Land und auf See)	[GWh]	5.662,0	15.786,2	25.508,8	30.709,9	40.573,7	38.579,7	37.633,8
Solare Strahlungsenergie	[GWh]	29,0	162,4	556,5	2.220,3	4.419,8	6.578,3	11.682,5
EEG-Quote ⁵⁾	[%]	3,01	5,37	8,48	12,01	17,13	18,58	20,02
Durchschnittsvergütung	[ct/kWh]	8,50	8,91	9,29	10,88	12,25	13,95	15,86
Gesamtvergütung ⁶⁾	[Mrd. EUR]	0,88	2,23	3,61	5,81	9,02	10,78	13,18
Nicht vergütete EE-Strommenge	[GWh]	26.827	20.678	17.541	20.112	21.841	19.564	23.627
Gesamte EE-Strommenge	[GWh]	37.218	45.648	56.052	71.657	92.989	94.618	104.326

1) Rumpffahr: 01.04. – 31.12.2000

2) Durch die Besondere Ausgleichsregelung des EEG seit Juli 2003 privilegierter Letztverbrauch

3) Nachkorrekturen (2002 bis 2010) sind, da die zusätzlichen Einspeisungen für Vorjahre nach Wirtschaftsprüfer-Bescheinigungen nicht

Energieträgern zugeordnet werden können, hier nicht enthalten.

4) Deponie-, Klär- und Grubengas erstmals 2004 gesondert aufgeführt

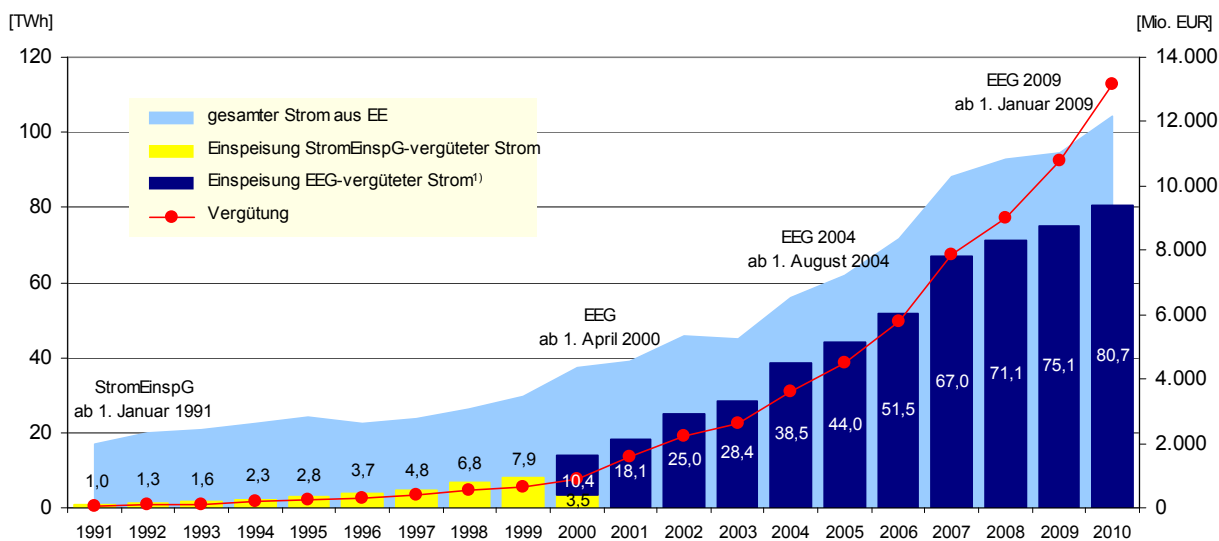
5) Quote an nicht privilegiertem Letztverbrauch

6) Gesamtvergütung ohne Abzug der vermiedenen Netznutzungsentgelte.

Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber unter <http://www.eeg-kwk.net>.

Quellen: ÜNB [68]; ZSW [1]

Einspeisung und Vergütung nach dem StromEinspG (StromEinspG) ab 1991 und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ab 1. April 2000



1) private und öffentliche Einspeisung

Quellen: ÜNB [68]; ZSW [1]

Langfristig realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotenzial erneuerbarer Energien für die Strom-, Wärme- und Kraftstofferzeugung in Deutschland

	Nutzung	realisierbare Potenziale		Kommentare
	2010	Ertrag	Leistung	
Stromerzeugung	[TWh]	[TWh/a]	[MW]	
Wasserkraft ¹⁾	21,0	25	5.200	Laufwasser und natürlicher Zufluss zu Speichern
Windenergie ²⁾	37,8			
an Land	37,6	175	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 2.500 h/a
auf See (Offshore)	0,2	280	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 4.000 h/a
Biomasse ³⁾	33,9	60	10.000	Erzeugung teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung
Photovoltaik	11,7	150	165.000 ⁴⁾	nur geeignete Dach-, Fassaden- und Siedlungsflächen
Geothermie	0,03	90	15.000	Bandbreite 66 - 290 TWh je nach Anforderungen an eine Wärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung)
Summe	104,3	780		
Anteil bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2010	17,1 %	127,8 %		
Wärmeerzeugung	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse	133,9	170		einschließlich Nutzwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung
Geothermie	5,6	300		nur Energiebereitstellung aus hydrothermalen Quellen
Solarthermie	5,2	400		nur geeignete Dach- und Siedlungsflächen
Summe	144,7	870		
Anteil bezogen auf Endenergieverbrauch für Wärme 2010⁵⁾	10,2 %	61,5 %		
Kraftstoffe	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse	35,4	90		2,35 Mio. ha Anbaufläche für Energiepflanzen (von insgesamt 4,2 Mio. ha Anbaufläche)
Summe	35,4	90		
Anteil bezogen auf den Kraftstoffverbrauch 2010	5,8 %	14,7 %		
Anteil bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch 2010	11,3 %	69,1 %		Der prozentuale Anteil des EE-Nutzungspotenzials erhöht sich durch Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, so dass langfristig eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien möglich ist.

Importe von Energieträgern auf der Basis erneuerbarer Energien sind in den Angaben nicht enthalten.

- 1) ohne Meeresenergie
- 2) vorläufige Werte (laufende gutachterliche Untersuchung)
- 3) einschließlich des biogenen Abfalls
- 4) Leistungsangabe bezogen auf die Modulleistung (MW_p), die korrespondierende Wechselstromleistung beträgt ungefähr 150 GW
- 5) Raumwärme, Warmwasser- und sonstige Prozesswärme

Quellen: Nitsch [24]; Scholz [25]; ZSW [1]; Arbeitsgemeinschaft: WI, DLR, IFEU [76]

Aufgrund unterschiedlicher Annahmen zur Verfügbarkeit geeigneter Standorte, zu den technischen Eigenschaften der Nutzungstechnologien und weiterer Faktoren können die Ergebnisse von Potenzialabschätzungen sehr stark streuen.

Die hier angegebenen Orientierungswerte berücksichtigen insbesondere auch die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes und stellen somit

eher eine Untergrenze des technisch erschließbaren Potenzials dar. Die energetische Nutzung von Biomasse weist eine hohe Flexibilität auf. Je nach Erfordernis kann sich deshalb die Zuordnung der Potenziale auf die Bereiche Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung verändern. Dies gilt insbesondere für den Anbau von Energiepflanzen (hier auf der Basis einer Anbaufläche von 4,2 Mio. Hektar ermittelt).

Anhang: Methodische Hinweise

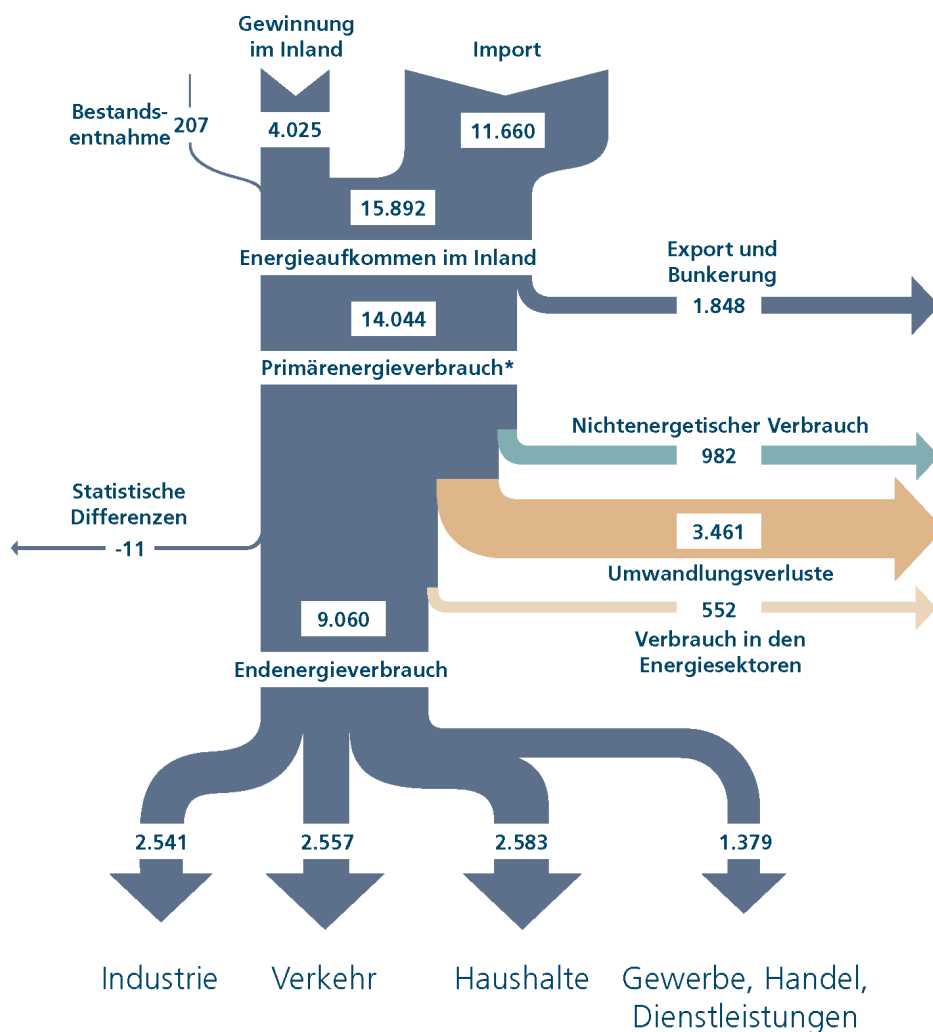
Die hier veröffentlichten Angaben geben teilweise nur vorläufige Ergebnisse wieder. Bis zur Veröffentlichung endgültiger Angaben können sich im Vergleich zu früheren Publikationen Änderungen ergeben. Differenzen zwischen den Werten in den Tabellen und den entsprechenden

Spalten- bzw. Zeilensummen ergeben sich durch Rundungen.

Die übliche Terminologie der Energiestatistik umfasst u.a. den Begriff (Primär-)Energieverbrauch, der physikalisch jedoch nicht korrekt ist, weil Energie weder gewonnen noch verbraucht, sondern lediglich in

verschiedene Energieformen umgewandelt werden kann (z.B. Wärme, Elektrizität, mechanische Energie). Dieser Vorgang ist allerdings nicht vollständig umkehrbar, so dass die technische Arbeitsfähigkeit der Energie teilweise verloren geht.

Darstellung des Energieflusses in Deutschland für das Jahr 2010 (PJ)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 9,4%.

* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt.

29,308 Petajoule (PJ) \pm 1 Mio. t Steinkohleneinheiten (SKE)

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 07/2011, Download unter www.ag-energiebilanzen.de

1. Energiebereitstellung aus Photovoltaik und Solarthermie

Photovoltaik

Die Stromerzeugung 2002 bis 2010 entspricht den EEG-Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber. Bis einschließlich 2001 wurde die Stromerzeugung berechnet, und zwar anhand der installierten Leistung am Jahresanfang und der Hälfte des Leistungszuwachses des jeweiligen Jahres multipliziert mit einem spezifischen Stromertrag. Der spezifische Stromertrag wurde vom Solarenergie-Förderverein [26] als Durchschnittswert für Deutschland zur Verfügung gestellt. Die Halbierung trägt der Tatsache Rechnung, dass der Anlagenzubau im

jeweiligen Jahr nur anteilig zur Stromerzeugung beitragen kann.

Solarthermie

Die angegebene Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Wärmeertrag. Dieser beträgt bei Anlagen zur Warmwasserbereitstellung 450 kWh/m²*a. Neben der Warmwasserbereitstellung werden verstärkt in den letzten Jahren Solarthermieanlagen auch zur kombinierten Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung eingesetzt.

Weil bei Anlagen zur Heizungsunterstützung in den Sommermonaten die

Erzeugungsmöglichkeiten nicht voll genutzt werden können, wird bei ihnen mit einem reduzierten Wärmeertrag von 300 kWh/m²*a gerechnet. Bei Schwimmbadabsorbern wird gleichfalls mit einem Ertrag von 300 kWh/m²*a gerechnet.

Da wegen des Anlagenzubaus die im Laufe eines Jahres zur Verfügung stehende Kollektorfläche geringer ist als die angegebene installierte Fläche am Jahresende, wird der Flächenzuwachs eines Jahres nur zur Hälfte für die Berechnung der Wärmebereitstellung in diesem Jahr berücksichtigt.

Zur Umrechnung der Flächen in Leistung wurde der Konversionsfaktor 0,7 kW_{th}/m² verwendet [38].

2. CO₂- und SO₂-Äquivalent

Wichtige Treibhausgase sind die sogenannten Kyoto-Gase CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, FKW und H-FKW, die im Rahmen des Kyoto-Protokolls reduziert werden sollen. Sie tragen in unterschiedlichem Maße zum Treibhauseffekt bei. Um die Treibhauswirkung der einzelnen Gase vergleichen zu können, wird ihnen ein Faktor - das relative Treibhauspotenzial (THP) - zugeordnet, das ein Maß für ihre Treibhauswirkung bezogen auf die Referenzsubstanz CO₂ darstellt.

Das Treibhauspotenzial wird in der Einheit CO₂-Äquivalente angegeben und berechnet sich durch Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge an CO₂ in

einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde, wie das betrachtete Vergleichsgas.

Für die Berechnungen der vermiedenen Emissionen werden aufgrund schlechter Datenverfügbarkeit nur die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O berücksichtigt.

Analog zum Treibhauspotenzial wird das Versauerungspotenzial von SO₂, NO_x, HF, HCl, H₂S und NH₃ bestimmt. Es wird in der Einheit SO₂-Äquivalente angegeben und zeigt, welche Menge an SO₂ die gleiche versauernde Wirkung aufweist.

Für die Berechnungen der vermiedenen Emissionen werden wegen schlechter Datenverfügbarkeit nur die

Luftschadstoffe SO₂ und NO_x berücksichtigt.

Gas	relatives Treibhausgaspotenzial ¹⁾
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
Gas	relatives Versauerungspotenzial
SO ₂	1
NO _x	0,696
NH ₃	1,88

1) In dieser Broschüre wird mit den Werten nach IPCC aus dem Jahr 1995 [56] gerechnet. Sie sind für die Treibhausgas-Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention und nach dem Kyoto-Protokoll gemäß den UNFCCC Richtlinien [34] vorgeschrieben.

Das Treibhausgaspotenzial bezieht sich auf einen Zeithorizont von 100 Jahren; CO₂ als Referenzsubstanz.

3. Berechnung der Vermeidungsfaktoren und der vermiedenen Emissionen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

In die Berechnung der vermiedenen Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien gehen das Mengengerüst der erneuerbaren Stromerzeugung sowie Substitutions- und Emissionsfaktoren ein. Substitutionsfaktoren drücken aus, welche fossilen Brennstoffe durch die jeweilige erneuerbare Energiequelle ersetzt werden. Emissionsfaktoren geben die Menge emittierter Treibhausgas- und Luftschadstoffe pro kWh erzeugten fossilen bzw. erneuerbaren Stroms an. Sie setzen sich aus den direkten Emissionen bei der Stromerzeugung und den Emissionen aus der so genannten Vorkette zusammen. Die Vorkette beinhaltet den Schadstoffausstoß bei der Herstellung der Erzeugungsanlagen sowie bei der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transport der fossilen sowie der erneuerbaren Energieträger. Bei gekoppelter Strom- und Wärmerzeugung erfolgt eine Allokation gemäß der in der EU-RL 2004/8/EG festgelegten „finnischen Methode“. Die verwendeten Substitutionsfaktoren beruhen auf dem „Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2008 und 2009“

(Klobasa et al. [88]). Über ein Strommarktmodell wurde ermittelt, in welchem Ausmaß erneuerbare Energien bei dem zurzeit vorhandenen Kraftwerkspark konventionelle Energieträger ersetzen. Die von Kernkraftwerken bereitgestellte Grundlast wird danach bisher nicht durch erneuerbare Energien substituiert, da sie gegenüber Braunkohlekraftwerken geringere variable Kosten aufweist. Im Vergleich zu den Vorjahren weist das aktuelle Gutachten (Klobasa et al. [88]) eine deutlich geringere Substitution von Strom aus Braunkohlekraftwerken aus. Die Gründe liegen sowohl in einem veränderten Erzeugungsmix (weniger Stromerzeugung aus Kernenergie) als auch in einer überarbeiteten Methodik, die nun unter anderem auch den Stromaußenhandel berücksichtigt. Als Folge reduziert sich die berechnete Treibhausgasvermeidung erneuerbarer Energien in den Jahren 2008 bis 2010 um zwei bis vier Mio. t CO₂-Äquivalente gegenüber der Vergleichsrechnung mit den Substitutionsfaktoren früherer Berechnungen. Die Emissionsfaktoren für fossile und erneuerbare Stromproduktion wurden verschiedenen Datenbanken entnom-

men bzw. aus Forschungsprojekten abgeleitet. Die direkten Emissionsfaktoren der fossilen Stromerzeugung werden über ein implizites Verfahren auf Basis der UBA-Datenbank zur nationalen Emissionsberichterstattung (ZSE) [92] berechnet. Des Weiteren wird für die Ermittlung des impliziten Emissionsfaktors der Brennstoffausnutzungsgrad der unterschiedlichen Kraftwerksarten herangezogen. Datengrundlage hierfür sind die Sondertabelle Bruttostromerzeugung nach Energieträgern [64] und die Auswertungstabellen zur Energiebilanz [2] der AGEBA. Die Emissionen der fossilen Vorketten wurden der Datenbank GEMIS des Öko-Instituts [90] entnommen. Für die Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energien wurden repräsentative Datensätze aus verschiedenen Datenbanken ausgewählt und teilweise angepasst. Als Quellen wurden insbesondere Öko-Institut [90], Ecoinvent [84], UBA [92], Vogt et al. [89], Ciroth [83] und Frick et al. [86] herangezogen. Ausführliche Angaben zur Berechnungsmethodik und den Datenquellen sind in UBA [75] dargestellt.

	Substitutionsfaktoren des EE-Stroms ¹⁾				
	Kernkraft ²⁾	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöle
	[%]				
Wasser	0	6	63	31	0
Wind	0	6	64	30	0
Photovoltaik	0	5	65	31	0
feste Biomasse	0	6	63	31	0
flüssige Brennstoffe	0	6	64	31	0
Biogas	0	6	64	31	0
Deponiegas	0	6	64	31	0
Klärgas	0	6	64	31	0
biog. Anteil des Abfalls ³⁾	0	6	63	31	0
Geothermie	0	6	63	31	0

1) Dies ist so zu verstehen, dass z. B. 1 kWh Wasserkraft zu 6 % Strom aus Braunkohlekraftwerken, zu 63 % Strom aus Steinkohlekraftwerken und zu 31 % Strom aus Gaskraftwerken substituiert.

2) Die durch Kernkraftwerke bereitgestellte Grundlast wird nach den zugrunde gelegten Modellannahmen nicht durch erneuerbare Energien substituiert.

3) Anteil des biogenen Abfalls mit 50 % angesetzt

Quelle: Klobasa et al. [88]

4. Berechnung der Vermeidungsfaktoren und der vermiedenen Emissionen für die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

Die Berechnung der durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmesektor vermiedenen Emissionen an Treibhausgasen und Luftschadstoffen erfolgt in drei Schritten:

Zunächst werden für jeden der erneuerbaren Wärmebereitstellungspfade Substitutionsfaktoren ermittelt. Diese geben an, welche fossilen Primär-, aber auch Sekundärenergieträger, wie Fernwärme oder Strom, die erneuerbare Wärmebereitstellung übernehmen müssten, wenn letztere nicht verfügbar wäre. Wichtige Hinweise hierzu liefern die Ergebnisse einer empirischen Erhebung zum Einsatz von Solarthermie, Wärmepumpen und Holzfeuerungen in privaten Haushalten [87]. Darüber hinaus wurden Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zum

Energieverbrauch der Wirtschaftszweige Verarbeitung von Steinen und Erden, Papierindustrie und sonstige Gewerbe (u.a. Holzwirtschaft) sowie der privaten Haushalte herangezogen. Hinsichtlich der Bereitstellung erneuerbarer Fern- und Nahwärme aus Holz, aus dem biogenen Anteil des Abfalls und aus Geothermie wird angenommen, dass diese zu 100 % fossil erzeugte Fernwärme ersetzt und die Netzverluste vergleichbar sind. In einem zweiten Schritt werden Emissionsfaktoren sowohl für die erneuerbare Wärmebereitstellung in privaten Haushalten, Landwirtschaft und Industrie als auch für die entsprechend vermiedene fossile Wärmebereitstellung aus UBA [92], Öko-Institut [90], Ecoinvent [84], Vogt et al. [89], Ciroth [83], Frick et al. [86] entnommen bzw. abgeleitet.

Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen dabei die gesamte „Vorkette“ der Bereitstellung fossiler wie erneuerbarer Energieträger mit ein. Bei gekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung erfolgt eine Allokation auf Strom und Wärme gemäß der so genannten „finnischen Methode“ nach EU-RL 2004/8/EG. Im letzten Bilanzierungsschritt werden die vermiedenen fossilen Emissionen den bei der Nutzung erneuerbarer Energien auftretenden Emissionen gegenübergestellt, um die Netto-Vermeidung von Treibhausgasen und Luftschadstoffen zu ermitteln. Ausführliche Angaben zur Berechnungsmethodik und den Datenquellen sind in UBA [75] dargestellt.

	Substitutionsfaktoren der EE-Wärme					
	Heizöl	Erdgas	Steinkohle	Braunkohle	Fernwärme	Ei. Heizung
	[%]					
Holz- Einzelöfen (Haushalte)	41	50	0	1	2	6
Holz- Zentralfeuerungen (Haushalte)	65	20	2	3	0	10
feste Biomasse (Industrie)	13	54	10	14	9	0
feste Biomasse- HW/HKW	0	0	0	0	100	0
flüssige Biomasse (Industrie)	7	67	10	3	13	0
flüssige Biomasse (Haushalte)	29	51	1	1	9	9
Bio-, Klär-, Deponiegas - BHKW	58	37	5	0	0	0
biogener Anteil d. Abfall – HW/HKW	0	0	0	0	100	0
Tiefen-Geothermie – HW/HKW	0	0	0	0	100	0
Solarthermie (Haushalte)	45	51	0	0	1	3
Wärmepumpen (Haushalte)	45	44	1	2	5	3
Gesamt	35	38	3	3	17	4

Quellen: UBA [75], [92] auf Basis AGEE-Stat und Frondel et al. [87]; AGEb [2], [4]

5. Berechnung der Vermeidungsfaktoren und der vermiedenen Emissionen bei der Verwendung von Biokraftstoffen

Die Berechnung der durch die Verwendung von Biokraftstoffen vermiedenen Emissionen basiert auf folgenden Eckpunkten:

- Bezug im Wesentlichen auf die typischen Werte der EU-Richtlinie „Erneuerbare Energien“ (2009/28/EG), ergänzt durch IFEU [5]
- Berücksichtigung der Art und Herkunft der Rohstoffe zur Biokraftstoffherzeugung in Deutschland sowie Einbeziehung von Importen und Exporten
- Allokation der Haupt- und Nebenprodukte auf Basis der unteren Heizwerte

Des Weiteren wird der Umfang der Emissionsminderung durch die Emissionsfaktoren der verschiedenen biogenen und fossilen Kraftstoffe bestimmt. Den Berechnungen der Treibhausgasemissionsminderungen liegen weitgehend die typischen Werte der EU-Richtlinie EE (2009/28/EG) zugrunde (Ausnahme Biodiesel auf Abfallbasis – IFEU [5]). Im letzten Schritt wird die Netto-Vermeidung an CO₂ und aller Treibhausgase durch Verrechnung der vermiedenen fossilen Emissionen mit den bei der Nutzung erneuerbarer Energien entstandenen Emissionen ermittelt. Ausführliche Darstellungen zur Berechnungsmethodik sowie zu den Datenquellen sind in UBA [75] enthalten.

- Beachtung unterschiedlicher Produktionstechnologien / Energieversorgung

Die Substitutionsbeziehungen wurden wie folgt gesetzt: 1 kWh Bioethanol ersetzt 1 kWh Benzin, und 1 kWh Biodiesel bzw. Pflanzenöl ersetzt 1 kWh mineralischen Diesel. Eine Differenzierung der fahrzeugbedingten Emissionen durch den Einsatz von Biokraftstoffen bzw. von konventionellen Kraftstoffen erfolgt nicht.

Die Rohstoffgrundlagen bzw. die Herkunft der Rohstoffe sind wesentliche Faktoren für die Höhe der Emissionsvermeidung beim Einsatz von Biokraftstoffen. Die nebenstehende Tabelle gibt eine Übersicht dazu.

Direkte und indirekte Landnutzungsänderungen – welche bei Anbaubiomassen eine große Rolle spielen – wurden in die Bilanzierung für das Jahr 2010 nicht einbezogen. Da Landnutzungsänderungen hohe Treibhausgasemissionen verursachen können und folglich von erheblicher Relevanz sind, müssten sie jedoch bei der Bilanz berücksichtigt werden. Methodische Ansätze für die indirekten Landnutzungsänderungen werden derzeit, u.a. von der Europäischen Kommission, entwickelt. Direkte Landnutzungsänderungen sind seit Januar 2011 durch die Regelungen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung weitgehend ausgeschlossen.

Anteile einzelner Rohstoffe an der gesamten Biokraftstoffverwendung in Deutschland 2010

	Bio-diesel	Pflanzen-öl	Bio-ethanol
	[%]		
Raps	84	100	
Soja	11	0	
Palm	5	0	
Abfälle	0,4	0	
Getreide			71
Zuckerrohr			4
Rüben			25
andere			0

Angaben gerundet

1) Die deutsche Biodieselerzeugung auf Basis von Abfällen ist wesentlich höher.

Quellen: UBA [75] auf Basis BDBe [82]; VDB [81]; UFOP [93]; Greenpeace [78]; BLE [96]; StBA [95]

Verwendete Treibhausgas-Emissionsfaktoren¹⁾

Kraftstoff (Rohstoffgrundlage)	Emissionsfaktor
	[g CO ₂ -Äqui./kWh]
Benzin/ Diesel (fossil)	301,7
Biodiesel (Raps)	165,6
Biodiesel (Soja)	180,0
Biodiesel (Palm)	115,2
Biodiesel (Abfälle)	57,6
Pflanzenöl (Raps)	126,0
Pflanzenöl (Soja)	152,6
Bioethanol (Getreide)	172,2
Bioethanol (Rüben)	118,8
Bioethanol (Zuckerrohr)	86,4
Biodiesel (gewichtet)	154
Pflanzenöl (gewichtet)	126
Bioethanol (gewichtet)	155

1) basierend auf IPCC 2007

Quellen: UBA [75] auf Basis AGEE-Stat und EP/ER [85]; BR [79]; [80]; IFEU [5]

6. Einsparung fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien

Energieträger	Verbrauch an Primärenergie (fossil) [kWh _{prim} /kWh _{el}]
Braunkohle (Kraftwerk)	2,72
Steinkohle (Kraftwerk)	2,62
Erdgas (Kraftwerk)	2,18
Mineralöl (Kraftwerk)	2,59
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

Quellen: Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86]

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieressourcen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor orientiert sich eng an Methodik und Datenquellen der Emissionsbilanzen (s. a. Anhang Abs. 3-5). Je nach Substitutionsbeziehung sparen die verschiedenen erneuerbaren Energiebereitstellungspfade dabei unterschiedliche fossile Brennstoffe inkl. den Bedarf für deren Vorkette ein.

Die Einsparung fossiler Brennstoffe im Stromsektor errechnet sich aus den von Klobasa et al. [88] ermittelten Substitutionsfaktoren der erneuerbaren Energien (vgl. Anhang Abs. 3), den durchschnittlichen Brennstoffausnutzungsgraden der deutschen Kraftwerke sowie dem kumulierten Aufwand an Primärenergie zur

Bereitstellung der fossilen Energieträger.

Energieträger	Mittlerer Brutto-Brennstoffausnutzungsgrad der Kraftwerke [%]
Braunkohle	38,3
Steinkohle	42,1
Erdgas	51,1
Mineralöl	44,7

Quellen: AGE B [2], [4]

Anschließend erfolgt eine Gegenüberstellung der Brutto-Einsparung an fossilen Energieträgern mit dem fossilen Primärenergieaufwand zur Bereitstellung biogener Energieträger sowie zur Herstellung und zum Betrieb erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen.

Energieträger	Verbrauch an Primärenergie (fossil) [kWh _{prim} /kWh _{input}]
Erdgas (Heizung)	1,15
Heizöl (Heizung)	1,18
Braunkohlebrikett (Ofen)	1,22
Steinkohlenkoks (Ofen)	1,38
Fernwärme ¹⁾	1,19
Strom ²⁾	1,71
Brennholz (Heizung)	0,04
Holz-Pellets (Heizung)	0,11
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

1) fossiler Mix ohne Abfall und EE; einschließlich Netzverluste

2) Anteil fossile Primärenergien ohne Uran; einschließlich Netzverluste

Quellen: Öko-Institut [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86]

Die Primärenergieeinsparung im Wärmesektor errechnet sich ebenfalls

aus den Substitutionsfaktoren und den kumulierten fossilen Energieaufwendungen der fossilen wie erneuerbaren Wärmebereitstellung (vgl. Anhang Abs. 4).

Die Einsparung der Sekundärenergieträger Fernwärme und Strom wird dabei proportional auf die zur Fernwärme- bzw. Strombereitstellung eingesetzten Primärenergieträger aufgeteilt. Der eingesparte fossile Brennstoffmix der Fernwärme setzt sich demnach aus 61 % Erdgas, 28 % Steinkohle, 2 % Mineralöl und 9 % Braunkohle zusammen. Als Energieträgermix der Stromerzeugung werden 24 % Braunkohle, 22 % Kernenergie, 19 % Steinkohle, 14 % Erdgas, 4 % sonstige und 17 % erneuerbare Energieträger angesetzt. Netz- und sonstige Verluste werden pauschal mit 8 % bei Fernwärme und mit 14 % bei Strom angesetzt.

Die Einsparung fossiler Primärenergie im Verkehrssektor geht von der Substitution von Dieselmotoren durch Biodiesel und Pflanzenöl sowie von Ottomotoren durch Bioethanol aus. Neben der landwirtschaftlichen Erzeugung und der Herkunft der Biokraftstoffe bestimmt insbesondere die Allokationsmethode zur Auf-

teilung des Energieverbrauchs auf Haupt- und Nebenprodukte die Höhe der Primärenergieeinsparung durch Biokraftstoffe. Die Datensätze, welche nach der energetischen Wertigkeit der Produkte alloziert wurden, sind der Datenbank GEMIS des Öko-Instituts (fossile Kraftstoffe) sowie dem IFEU-Kurzgutachten [5] (Biokraftstoffe) entnommen.

Energieträger	Verbrauch an Primärenergie (fossil) [kWh _{prim} /kWh _{input}]
Benzin	1,21
Diesel	1,15
Biodiesel (Raps)	0,57
Biodiesel (Soja)	0,69
Biodiesel (Palmöl)	0,52
Pflanzenöl (Raps)	0,40
Pflanzenöl (Soja)	0,23
Bioethanol (Zuckerrübe)	0,43
Bioethanol (Zuckerrohr)	0,43
Bioethanol (Weizen)	0,18

Quellen: Öko-Institut [90]; IFEU [98]

7. Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der in den vergangenen Jahren zu beobachtende starke Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland hat zu einer enorm gewachsenen Bedeutung der EE-Branche für die Gesamtwirtschaft geführt. Hierzu trägt – in Form von Investitionen – vor allem der Bau von Anlagen bei. Daneben stellt mit zunehmender Anlagenzahl der Betrieb dieser Anlagen einen wachsenden Wirtschaftsfaktor dar. Zu den wirtschaftlichen Impulsen durch den Anlagenbetrieb tragen neben den Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen, insbesondere in Form von Personalkosten und Hilfsenergiekosten, auch die Bereitstellung von regenerativen Brennstoffen und Biokraftstoffen bei.

Die Kosten für Wartung und Betrieb der Anlagen werden auf Basis technologiespezifischer Wertansätze ermittelt. Dazu wurden Kostenrechnungen aus diversen wissenschaftlichen Untersuchungen herangezogen. Hierzu gehören vor allem die Forschungsvorhaben zum EEG (u.a. Forschungsbericht zum EEG-

Erfahrungsbericht, Zwischenberichte zum Monitoring der Stromerzeugung aus Biomasse, Bericht der Analyse zur möglichen Anpassung der EEG-Vergütung für Photovoltaik-Anlagen), die Evaluierungen des Marktanreizprogramms sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien. Genaue Verweise auf die verwendeten Quellen werden im Textteil gegeben.

Zur Ermittlung der Umsätze durch die Brennstoffbereitstellung werden die Kosten fester und flüssiger Brennstoffe sowie der eingesetzten Substrate zur Herstellung von Biogas berücksichtigt. Zu den umsatzrelevanten festen Biomassebrennstoffen gehören vor allem Altholz, Wald- und Industrierestholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel, Holzbriketts sowie der kommerziell gehandelte Teil des Brennholzes. Flüssige Brennstoffe für die stationäre Nutzung umfassen Palmöl, Rapsöl sowie sonstige Pflanzenöle; Hauptbestandteil der umsatzrelevanten Substrate zur Biogaserzeugung

sind Maissilage und Grassilage. Insgesamt wurden die Umsätze durch Bereitstellung biogener Brennstoffe (feste und flüssige Bioenergieträger) und den Substrateinsatz in Biogasanlagen mit knapp 3,3 Mrd. Euro bewertet.

Für den Kraftstoffbereich werden Umsätze auf Basis von Großhandels- und Endverbraucherpreisen bestimmt. Zu berücksichtigen sind dabei die unterschiedlichen Kraftstoffarten sowie Vertriebswege. Beispielsweise wurde für den Absatz von Biodiesel als Beimischung zu Mineralöldiesel von einem Durchschnittspreis von 73,53 Cent/l netto ausgegangen, für die Abgabe an Nutzfahrzeuge an Eigenverbrauchstankstellen von 90,79 Cent/l netto.

Die im Textteil ausgewiesenen wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb sind nicht mit den Werten der Vorjahre vergleichbar, da sie auf Basis einer neuen Systematik ermittelt wurden.



Umrechnungsfaktoren, Abkürzungsverzeichnis

		PJ	TWh	Mio. t SKE	Mio. t RÖE
1 Petajoule	PJ	1	0,2778	0,0341	0,0239
1 Terawattstunde	TWh	3,6	1	0,123	0,0861
1 Mio. t Steinkohleneinheiten	Mio. t SKE	29,308	8,14	1	0,7
1 Mio. t Rohöleinheiten	Mio. t RÖE	41,869	11,63	1,429	1

AusglMechV	Verordnung Ausgleichsmechanismus
BHKW	Blockheizkraftwerk
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EnStatG	Energiestatistikgesetz
EU-RL	EU-Richtlinie
HKW	Heizkraftwerk
HW	Heizwerk
k.A.	keine Angaben
PEV	Primärenergieverbrauch
StromEinspG	Stromeinspeisungsgesetz
THG	Treibhausgas

Quellenverzeichnis

Mitteilungen aus:

- | | | |
|--|---|--|
| [1] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). | [31] Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. (AGQM). | [51] Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), Berlin. |
| [4] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin. | [32] Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP). | [52] Bundesnetzagentur (BNetzA), Bonn. |
| [6] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin. | [39] EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart, 2007 und Vorjahre. | [54] ZfS Rationelle Energietechnik GmbH, Hilden. |
| [7] Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH), Köln. | [40] Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart. | [60] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow. |
| [15] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, (BMELV), Bonn. | [41] Erdwärme-Kraft GbR, Berlin. | [66] Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen (ITAD). |
| [19] Deutscher Energie-Pellet-Verband (DEPV), www.depv.de . | [42] geo x GmbH, Landau. | [67] EEFA GmbH & Co. KG, Münster. |
| [21] Statistisches Bundesamt (StBA), Wiesbaden. | [43] Geothermie Unterhaching GmbH & Co. KG, Unterhaching. | [72] Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW), Universität Stuttgart. |
| [26] Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (SFV), Aachen. | [44] Pfalzwerke geofuture GmbH, Landau. | [81] Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V., 2010. |
| | [45] Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH (ewb), Bruchsal. | |
| | [46] Energie AG Oberösterreich Wärme GmbH, Vöcklabruck. | |
| | [50] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2011. | |

Literatur:

- | | | |
|---|---|---|
| [2] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland – Daten für die Jahre von 1990 bis 2010. Berlin, Stand: Juli 2011. | Endenergieverbrauch in Deutschland 2005, Berlin, 2007 | [16] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Amtliche Mineralölstatistik, www.bafa.de . |
| [3] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.: Wärmepumpen-Absatzzahlen für 2010: Der Markt konsolidiert sich. PM vom 27. Januar 2011, www.waermepumpe.de . | [11] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW): Energie-Info Endenergieverbrauch in Deutschland 2006 und 2007, Berlin, Feb. und Dez. 2008. | [17] Grawe, J.; Nitschke, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1990/91. In: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jg. 90 (1991), Heft 24, VDEW (Hrsg.). |
| [5] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU): Erweiterung der Treibhausgas-Bilanzen ausgewählter Biokraftstoffpfade. Heidelberg, Januar 2011. | [12] Deutsches BiomasseForschungszentrum GmbH (DBFZ): Fortschreibung der Daten zur Stromerzeugung aus Biomasse - 3. und 4. Zwischenbericht, im Auftrag der AGEE-Stat, April und September 2011, unveröffentlichte Berichte. | [18] Grawe, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1992 und 1994. Beide in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jg. 92 (1993) sowie Jg. 94 (1995), jeweils Heft 24, VDEW (Hrsg.). |
| [8] Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Endenergieverbrauch in Deutschland, VDEW-Materialien, Frankfurt a. M. 1998/1999/2000/2001/2002/2003. | [13] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Verkehr in Zahlen 2010/2011. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (Hrsg.). | [20] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland - Leitszenario 2009, im Auftrag des BMU, August 2009, http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/applikation/pdf/leitszenario2009_bf.pdf . |
| [9] Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Energie Spezial – Endenergieverbrauch in Deutschland 2004, Berlin, 2006. | [14] „Erster/ Zweiter/ Dritter/ Vierter/ Fünfter und Sechster nationaler Bericht zur Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG vom 08.05.2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“, BMU 2007, Vorjahre BMELV. | |
| [10] Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Energie Info – | | |

- [22] Böhmer, T.: Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung in den Jahren 2000 - 2003. Alle in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahr 2000 in Jg. 101 (2002), Heft 7, Jahr 2001 in Jg. 102 (2003), Heft 7, Jahr 2002 in Jg. 101 (2002), Heft 10, Jahr 2003 in Jg. 104 (2005), Heft 10, alle VDEW (Hrsg.).
- [23] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW): EEG-Mittelfristprognose: Entwicklungen 2000 bis 2014, www.bdew und Prognosen der Übertragungsnetzbetreiber: 2011 – 2015: www.eeg-kwk.net/cps/rde/xchg/eeg_kwk/hs.xsl/Jahres-Mittelfristprognosen.htm.
- [24] Nitsch, J.: Datengerüst zur Basisvariante des Leitszenarios 2010. Unveröffentlichtes Arbeitspapier im Rahmen des Projekts: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau von erneuerbaren Energien“ für das BMU, Stuttgart, 20. April 2010.
- [25] Scholz, Y.: „Ergebnisse der Modellierung einer 100%igen EE-Stromversorgung im Jahr 2050“; DLR/STB Stuttgart; Beitrag (Arbeitsbericht) zur Stellungnahme Nr. 15 des SRU vom 5.5. 2010.
- [27] Grawe, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1996. In: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jg. 96 (1997), Heft 24, VDEW (Hrsg.).
- [28] Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1997, 1998 und 1999. Alle in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jg. 97 (1998), Jg. 98 (1999) sowie Jg. 99 (2000), jeweils in Heft 24, VDEW (Hrsg.).
- [29] Kiesel, F.: Ergebnisse der VDEW-Erhebung Regenerativanlagen 2004 und 2005. Beide in: ew (Elektrizitätswirtschaft), beide Jahre in Jg. 105 (2006), Heft 10 sowie Heft 26, VDEW (Hrsg.).
- [30] Kiesel, F.: Ergebnisse der BDEW-Erhebung Regenerativanlagen 2006, 2008 und 2009. Alle in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jg. 106 (2007), Heft 25-26, VDEW (Hrsg.); Jg. 109 (2010), Heft 1-2 und Heft 25, BDEW (Hrsg.).
- [33] Ender, C.; DEWI GmbH, Wilhelmshaven: Windenergienutzung in Deutschland, Stand 31.12.2010, In: DEWI MAGAZIN, No. 38, Februar 2011, S. 36-48.
- [34] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part I: UNFCCC reporting guidelines on annual inventories (following incorporation of the provisions of decision 13/CP.9); FCCC/SBSTA/2004/8.
- [35] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) et al.: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2007 gemäß § 20 EEG – Forschungsbericht, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), November 2007, http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/40485.php.
- [36] Fichtner GmbH & Co. KG, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE), GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Solar- und Wärmetechnik Stuttgart (SWT), Technologie- und Förderzentrum (TFZ): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011 - Evaluierung des Förderjahres 2009, Zwischenbericht Dezember 2010, http://www.fichtner.de/pdf/MAP-Evaluationsbericht_2009.pdf.
- [37] Umweltbundesamt (UBA): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2009 - Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“ Dessau-Roßlau, 2009.
- [38] International Energy Agency – Solar Heating and Cooling Programme (IEA-SHC) and several solar thermal trade associations: Worldwide capacity of solar thermal energy greatly underestimated, Press release 10. November 2004, www.iea-shc.org.
- [47] Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE): Zahlen zur Windenergie, 11.06.2002.
- [48] Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI): Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland, DEWI Magazin, 2004 - 2009.
- [49] Leipziger Institut für Energie GmbH (IE), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Analyse zur möglichen Anpassung der EEG-Vergütung für Photovoltaik-Anlagen, März 2010, im Auftrag des BMU, 5.03.2010.
- [53] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland für die Jahre 2007 - 2009, http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/PDF-Dokumente_Evaluationen/Erneuerbare_Energien_Evaluierung_2009.pdf.
- [55] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Kurz-Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2010; im Auftrag des BMU, Juni 2011, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/40870/>.
- [56] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Second Assessment Report Climate Change 1995; weitere Informationen unter www.de-ipcc.de.

- [57] Deutsches BiomasseForschungs-Zentrum GmbH (DBFZ) in Kooperation mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse - Zwischenberichte, Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, März 2010 und März 2011.
- [58] Institut für Energetik und Umwelt GmbH (IE), Leipzig, Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Prof. Dr. jur. Stefan Klinski, Berlin: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Stromerzeugung aus Biomasse – Endbericht, im Auftrag des BMU, März 2008.
- [59] Bracke, R.; Platt, M.; Exner, St.: Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends. Geothermie-Zentrum Bochum (GZB) im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, März 2010.
- [61] Leipzig-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) (Hrsg.): Geothermisches Informationssystem für Deutschland, www.geotis.de.
- [62] Lehr, U.: Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Veröffentlichung im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt“, Mai 2011, Osnabrück.
- [63] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – „Leitstudie 2010“, im Auftrag des BMU, Dezember 2010, http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/47034.php.
- [64] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990 – 2010 nach Energieträgern, Stand 04.11.2011.
- [65] International Energy Agency (IEA), Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften Eurostat, United Nations/Economic Commission for Europe (UNECE): Energy Questionnaire - Renewables and Wastes 2007.
- [68] EEG/KWK-G Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: EEG-Jahresabrechnungen, www.eeg-kwk.net/cps/rde/xchg/eeg_kwk/hs.xsl/EEG_Jahresabrechnungen.htm.
- [69] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin: Satellitenbilanz "Erneuerbare Energieträger" 1995 – 2003.
- [70] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin: Satellitenbilanz "Erneuerbare Energieträger" für das Jahr 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010.
- [71] Amprion GmbH, EnBW Transportnetze AG, transpower Stromübertragungs GmbH und Vattenfall Europe Transmission GmbH, Anlagenstammdaten, Stand November 2009.
- [73] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Energiebilanz für Deutschland, 1990 bis 2007, Berlin, 2009.
- [74] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA): EEG-Statistikbericht 2007 – Statistikbericht zur Jahresendabrechnung 2007 nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG), Redaktionsschluss 31. Juli 2009, www.bundesnetzagentur.de.
- [75] Umweltbundesamt (UBA): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. Climate Change 12/2009, Dessau-Roßlau, 2009, www.umweltbundesamt.de.
- [76] Ramesohl, S. et al.: Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Einführung alternativer Kraftstoffe, insbesondere regenerativ erzeugten Wasserstoffs. Arbeitsgemeinschaft WI, DLR, IFEU, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, März 2006.
- [77] Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP): UFOP-Marktinformation - Ölsaaten und Biokraftstoffe, Ausgaben Januar 2009 bis Dezember 2010, http://www.ufop.de/publikationen_marktinformationen.php.
- [78] Greenpeace e.V.: Untersuchung der Agrosprit-Beimischungen zum Sommerdiesel 2009 und Winterdiesel 2010, www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/Agrosprit_Untersuchungen.pdf - 27.05.2010.
- [79] Bundesregierung (BR): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV) vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182).
- [80] Bundesregierung (BR): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung - BioSt-NachV) vom 23. Juli 2009 (BGBl. I S. 2174).
- [82] Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDB⁶): Bioethanolproduktion in Deutschland 2007 bis 2010, <http://www.bdbe.de/branche/marktdaten/>, 21.12.2011.
- [83] Ciroth, A.: Validierung der Emissionsfaktoren ausgewählter erneuerbarer Energiebereitstellungsketten, Berlin, 2009.
- [84] Ecoinvent v2.01: Datenbank des Schweizer Zentrums für Ökoinventare v2.0. EMPA, St. Gallen, 2008.
- [85] EP/ER: 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 Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, Amtsblatt der EU L140/15 v. 5. Juni 2009.
- [86] Frick, S.; Schröder, G.; Rychtyk, M. et al.: Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung. Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Leipzig, 2008.

- [87] Frondel, M.; Grösche, P.; Tauchmann, H. et al.: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2005. Forschungsprojekt Nr. 15/06 des BMWi, 2008.
- [88] Klobasa, M.; Sensfuß, F.: CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2008 und 2009 – Gutachten, Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Karlsruhe, März 2011.
- [89] Vogt, R.; Gärtner, S.; Münch, J. et. al.: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, Heidelberg, 2008.
- [90] Öko-Institut: Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.5, 2008.
- [91] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Solites Steinbeis Forschungszentrum für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005, Oktober 2006, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/39812/4590/>.
- [92] Umweltbundesamt (UBA): Zentrales System Emissionen. UBA- Datenbank zur Unterstützung der Emissionsberichterstattung, Submission 2010, Stand: Februar 2010.
- [93] Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.: Biodiesel aus Palmöl fast ausschließlich aus dem Ausland importiert. PM vom 04.05.2010, www.biokraftstoffverband.de.
- [94] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum Januar bis Dezember 2006, Juli 2007, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/39812/4590/>.
- [95] Statistisches Bundesamt: Statistik zum Außenhandel WA38249091 Erzeugung d. chem. Industrie, Fettsäurenmonoalkylester für das Jahr 2009.
- [96] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Abgang von Ölen und Fetten der Ölmühle / der Raffinerie / des Härtungsbetriebes / des Herstellers von Fischöl, Monatsmeldungen 2009.
- [97] Dr. Gehrig Management- & Technologieberatung GmbH: Erhebung statistischer Daten zu Preisen nachwachsender Rohstoffe - 3. Zwischenbericht, Dezember 2010.
- [98] ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU): Erweiterung der Treibhausgas-Bilanzen ausgewählter Biokraftstoffpfade. Heidelberg, Januar 2011
- [99] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart (ITW), Solites Steinbeis Forschungszentrum für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungsnetzwerk (C.A.R.M.E.N. e.V.), GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2008, Dezember 2009, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/39812/4590/>.