



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

UMWELTPOLITIK



ERNEUERBARE ENERGIEN IN ZAHLEN - NATIONALE UND INTERNATIONALE ENTWICKLUNG

- Stand: Juni 2005 -



- 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:** BMU, Referat Z III 1 „Allgemeine und grundsätzliche Angelegenheiten der Erneuerbaren Energien“, Dr. Harald Kohl, Dipl.-Ing. (FH) Dieter Böhme
- Inhaltliche Bearbeitung:** Dr. Frithjof Staiß
Dipl.-Ing. (FH) Christel Linkohr
Dipl.-Kffr. Ulrike Zimmer
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart
- Satz und Gestaltung:** Feldes & Vogt GmbH & Co KG Werbeagentur, Bonn
Bildrechte Titelseite: Getty Images (M. Dunning); Enercon / Block Design;
Visum (K. Sawabe); zefa; Getty Images (C. Coleman)
- Druck:** Bonifatius GmbH, Paderborn
- Stand:** Juni 2005, 1. Auflage 20.000 Stück



ERNEUERBARE ENERGIEN IN ZAHLEN - NATIONALE UND INTERNATIONALE ENTWICKLUNG

- Stand: Juni 2005 -



Liebe Leserin,
lieber Leser,

der Anteil der erneuerbaren Energien ist kräftig gewachsen.

Die neuesten Zahlen zum Ausbaustand von Solarenergie, Wind- und Wasserkraft, Bioenergie und Geothermie beweisen es. Ich freue mich deshalb, eine neue Ausgabe der Broschüre Erneuerbare Energien in Zahlen heraus geben zu können.

Die nunmehr sechste, aktualisierte Ausgabe.

Regenerative Energieträger steuerten im Jahr 2004 3,6 Prozent zur Primärenergie und 9,3 Prozent zum Strom bei. Der Gesamtumsatz von etwa 11,5 Milliarden Euro zeigt auch: erneuerbare Energien haben sich im Markt inzwischen etabliert.

Erneuerbare Energien sind ökologisch notwendig, ökonomisch solide und sie schaffen Arbeitsplätze. Für mich der Beweis dafür, dass Deutschland den richtigen Weg eingeschlagen und mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz, aber auch mit anderen Marktanreizen die richtigen Akzente gesetzt hat.

Ich bedanke mich bei allen Akteuren, die mit großem Einsatz zu diesem Erfolg beigetragen haben. Ich bin sicher, dass wir mit vereinten Kräften auch unser nächstes Etappenziel erreichen werden: bis zum Jahr 2010 den Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch auf 4,2 Prozent und am Stromverbrauch auf mindestens 12,5 Prozent zu steigern. Im Jahre 2020 wollen wir mindestens 20 Prozent regenerativen Strom in Deutschland haben.

Und bis zur Mitte des Jahrhunderts soll die Hälfte des deutschen Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammen.



Jürgen Trittin
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



1998 - 2004: Erneuerbare Energien in Deutschland als Eckpfeiler der ökologischen Modernisierung	8
Das Wichtigste im Jahr 2004 auf einen Blick	10
Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung im Jahr 2004 in Deutschland	11
Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2004	11
Zeitliche Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und der installierten Leistung von 1990 bis Ende 2004	12
Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung	13
Struktur des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2004	13
Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004	13
Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004	14
Entwicklung der energiebedingten Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2004	16
Energiebedingte Emissionen nach Quellgruppen im Jahr 2003	17
Anteile der Quellgruppen an den energiebedingten CO ₂ -Emissionen im Jahr 2003	17
Umsatz aus der Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004	18
Umsatz aus dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004	18
Gesamtumsatz mit erneuerbaren Energien im Jahr 2004	19
Beschäftigungswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien	19
Förderprogramme für erneuerbare Energien	20
Einspeisung und Vergütung nach dem Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	21
Struktur der nach dem EEG vergüteten Strommengen	21
Das neue EEG	22
Das Marktanreizprogramm	24
Forschung und Entwicklung im Bereich Erneuerbare Energien	25

Langfristiges Nutzungspotenzial erneuerbarer Energien für die Strom- und Wärmeerzeugung sowie Kraftstoffe	26
Szenario zum ökologisch optimierten Ausbau erneuerbarer Energien	27
Europa	
Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch von 1990 bis 2003	28
Nutzung erneuerbarer Energien in ausgewählten EU-Ländern im Jahr 2003	29
Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien im europäischen Elektrizitätsbinnenmarkt	30
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-15 von 1990 bis 2003	31
Stromerzeugung aus Windenergie in der EU von 1990 bis 2004	31
Gesamte installierte Windleistung in der EU Ende 2004	32
Entwicklung der installierten Windleistung in der EU-15 von 1990 bis 2004	32
Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien	
Struktur des Welt-Primärenergieverbrauchs im Jahr 2002 im Vergleich zum Jahr 1971	33
Mittlere Wachstumsraten des Primärenergieverbrauchs und der erneuerbaren Energien im Zeitraum 1990 bis 2002	34
Struktur der Nutzung erneuerbarer Energien nach Anwendungsbereichen im Jahr 2002	34
Anteile erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch in verschiedenen Regionen im Jahr 2002	35
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in verschiedenen Regionen im Jahr 2002	36
Anteile erneuerbarer Energien an der weltweiten Stromerzeugung im Jahr 2002	36
Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien - <i>renewables2004</i> – und der Folgeprozess	37
Anhang: Methodische Hinweise	38
Umrechnungsfaktoren, Treibhausgase und weitere Luftschadstoffe	43
Quellenverzeichnis	44

1998 - 2004: Erneuerbare Energien in Deutschland als Eckpfeiler der ökologischen Modernisierung

Der Schutz des globalen Klimas, die Schonung wertvoller Ressourcen und eine weltweite nachhaltige Entwicklung – dies sind wichtige Herausforderungen, die wir im 21. Jahrhundert bewältigen müssen. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist die Energiewende. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung setzt die Bundesregierung auf den Ausstieg aus der Kernenergie, auf Energieeinsparung und Energieeffizienz und auf den Ausbau der erneuerbaren Energien.

Erneuerbare Energien in Deutschland

Die Offensive der Bundesregierung zur Förderung erneuerbarer Energien zeigt außergewöhnliche Erfolge. Seit Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000, das die Netzbetreiber verpflichtet, Strom aus Sonne, Wasser, Wind, Geothermie und Biomasse abzunehmen und dafür Mindestvergütungen zu zahlen, hat sich der Beitrag von Biomasse zur Elektrizitätserzeugung mehr als verdreifacht, Windstrom hat sich nahezu verfünffacht, und die solare Stromproduktion ist um den Faktor 10 gewachsen. Auch im Wärme- und Verkehrsbereich haben erneuerbare Energien kräftig zugelegt. Neben dem EEG führen weitere Förder- und Forschungsprogramme wie das aus dem Aufkommen der Ökologischen Steuerreform finanzierte Marktanzreizprogramm zur notwendigen Beschleunigung der Markteinführung erneuerbarer Energien.

Die Bilanz kann sich sehen lassen: 70 Millionen Tonnen klimaschädlichen Kohlendioxids haben die erneuerbaren Energien im Jahr 2004 vermieden, fast soviel, wie die Bevölkerung von Berlin, München, Hamburg und Köln zusammen verursacht. Damit leisten erneuerbare Energien einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Verpflichtung Deutschlands im Kyoto-Protokoll und innerhalb der EU zur Reduzierung der Emissionen der sechs wichtigsten Treibhausgase um 21 % bis 2008/2012 gegenüber 1990.

Erneuerbare Energien entwickeln sich zudem zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor. In Deutschland wurde im Jahr 2004 ein Gesamtumsatz mit Erneuerbaren Energien von rd. 11,5 Mrd. Euro erzielt.

Die Ziele der Bundesregierung sind noch weiter gesteckt: Der Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung soll bis zum Jahr 2010 gegenüber 2000 mindestens verdoppelt werden: beim Strom auf mindestens 12,5 %, beim Primärenergieverbrauch auf mindestens 4,2 %. Bis 2020 soll der Anteil an der Strombereitstellung mindestens 20 % betragen, und bis 2050 soll mindestens die Hälfte des deutschen Primärenergieverbrauchs aus regenerativen Quellen stammen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn gleichzeitig wesentlich sparsamer und effizienter mit Energie umgegangen wird.

Windenergie

Durch das EEG hat die Nutzung der Windenergie in Deutschland einen rasanten Aufschwung genommen. Mit 16.629 Megawatt installierter Leistung im Jahr 2004 liegt Deutschland weltweit vorne.

Im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsstrategie „Perspektiven für Deutschland“ hat die Bundesregierung unter Federführung des Bundesumweltministeriums auch eine Strategie zur Nutzung der Windenergie auf See vorgelegt und potenzielle Eignungsgebiete für Windparks in der Nord- und Ostsee identifiziert. Wenn Investoren von Offshore-Windparks und die Stromwirtschaft die Voraussetzungen für die Nutzung des auf See erzeugten Stroms schaffen, sind in etwa 25 Jahren installierte Leistungen bis 25.000 Megawatt möglich.

Biomasse

Mit der am 28. Juni 2001 in Kraft getretenen Biomasseverordnung und den Verbesserungen der Vergütung im Rahmen der EEG-Novelle wird der Weg für die klimaschonende Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstof-

fen sowie biogenen Rest- und Abfallstoffen geebnet. Seit dem 1. Januar 2004 sind im Rahmen der Ökologischen Steuerreform sämtliche Biokraft- und Bioheizstoffe in Reinform und in Mischungen mit fossilen Energieträgern auf den biogenen Anteil bezogen zunächst bis zum 31. Dezember 2009 steuerbefreit.

Geothermie

Damit das Potenzial der Energie aus dem Erdinneren auch in Deutschland nutzbar gemacht werden kann, fördert die Bundesregierung verschiedene Projekte zur geothermischen Stromerzeugung. Das EEG legt darüber hinaus eine Einspeisevergütung fest. Seit November 2003 wird in Deutschland erstmals Strom aus Erdwärme erzeugt. Damit ist die Nutzung der Geothermie in Deutschland einen großen Schritt vorangekommen. Nun müssen weitere Standorte erschlossen werden, um die geothermische Stromproduktion auszubauen.

Wasserkraft

Für den Ausbau der Wasserkraft liegen die wichtigsten Potenziale im Ersatz und in der Modernisierung vorhandener Anlagen. Dabei sind die ökologischen Belange zu beachten. Eine Leistungssteigerung, verbunden mit der Verbesserung des gewässerökologischen Zustands, ist erklärtes Ziel der Bundesregierung.

Fotovoltaik / Solarthermie

Die energiepolitischen Maßnahmen der Bundesregierung haben zwischen 1998 und 2004 zu einem raschen Anstieg der Stromerzeugung aus Fotovoltaikanlagen geführt. Zum 1. Januar 2004 sind mit dem 2. Gesetz zur Änderung des EEG verbesserte Bedingungen für die Vergütung von Sonnenstrom in Kraft getreten. Im Bereich der Solarthermie hat sich die installierte Solarkollektorfläche dank des Marktanzreizprogramms von 1999 bis 2004 mehr als verdoppelt. Deutschland ist mit Abstand der größte Markt für solarthermische Anlagen in Europa. Auf Grund der Marktentwicklung konnten die Kosten für Solarkollektoranlagen in den vergangenen 12 Jahren halbiert werden. Zu dieser Entwicklung hat auch die Anreizwirkung der im Rahmen der Ökologischen Steuerreform erhöhten Steuersätze auf Heizstoffe beigetragen.

Weitere Pfeiler der Energiewende

Die Bundesregierung nutzt konsequent die Potenziale für eine rationelle und sparsame Energieverwendung und die Verbesserung der Energieeffizienz. Zentral sind dabei die 1999 eingeleitete Ökologische Steuerreform sowie die im Klimaschutzprogramm vom Oktober 2000 enthaltenen Maßnahmen: u.a. die Energieeinsparverordnung, das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz sowie Maßnahmen im Bereich der Energieverbrauchskennzeichnung. Die Mittel des seit 2001 bestehenden Gebäudesanierungsprogramms zur Senkung der CO₂-Emissionen wurden im Mai 2003 aus Mitteln der Ökologischen Steuerreform fast verdoppelt. Im Jahr 2005 wurde auch der Emissionshandel für industrielle Anlagen eingeführt, der dafür sorgen soll, dass die deutsche Wirtschaft ihre Klimaschutzziele noch kostengünstiger und effizienter als bisher erreicht.

Mit der Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom 22. April 2002 ist auch der Ausstieg aus der Atomenergie rechtlich umgesetzt. Danach werden vorhandene Atomkraftwerke stillgelegt, wenn sie eine für jede einzelne Anlage festgelegte Strommenge erzeugt haben. Nachdem die Betreiber bereits endgültig auf die Wiederinbetriebnahme des rechtlich umstrittenen Atomkraftwerks Mülheim-Kärlich verzichteten, wurde bereits im November 2003 das Kraftwerk Stade stillgelegt und im Mai 2005 das älteste noch betriebene Kraftwerk Obrigheim. Das letzte Kernkraftwerk wird voraussichtlich in weniger als 20 Jahren abgeschaltet werden. Von der im Atomkonsens vereinbarten Gesamtstrommenge von rund 2.623 Milliarden Kilowattstunden bleibt noch eine Reststrommenge von rund 1.800 Milliarden Kilowattstunden. Der Ausstieg ist also weiter fortgeschritten, als die Anzahl der abgeschalteten Kraftwerke vermuten ließe.

Das Wichtigste im Jahr 2004 auf einen Blick!

Deutschland Fotovoltaik-Weltmeister

Zubau von 300 MW_p (2003: 150 MW_p) erstmals höher als in Japan (rd. 280 MW_p);
Zubau solarthermischer Kollektorfläche: 757.000 m² (2003: 729.000 m²) auf
über 6 Mio. m².

Wind erstmals vor Wasserkraft

25 TWh Stromproduktion aus Windenergie (Wasser: 21 TWh);
Zubau von 2.020 MW etwa 20 % geringer als im Vorjahr, entspricht jedoch
den Erwartungen; insgesamt 16.629 MW installiert.

Biokraftstoffe und -strom auf dem Vormarsch

EEG-Novelle stärkt den Ausbau im Strommarkt;
1 Mio. t-Grenze bei Biokraftstoffen überschritten;
Absatz von Pelletheizungen weiter steigend (ca. 7.000 Anlagen).

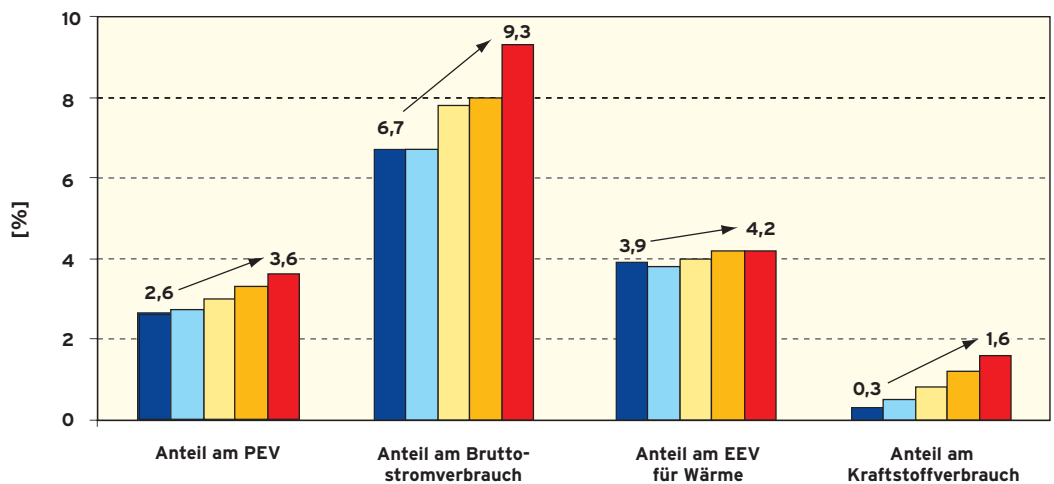
Wasserkraft stabilisiert

Günstigere Witterungsbedingungen führten zu höheren Erträgen.

Geothermie in Position

Im Strommarkt zahlreiche Projekte in der Planung;
Absatz von Wärmepumpen weiter steigend (über 13.000 Anlagen).

- ✓ 3,6 % Anteil am Primärenergieverbrauch (2003: 3,3 %)
- ✓ 9,3 % Anteil am Bruttostromverbrauch (2003: 8,0 %)
- ✓ 4,2 % Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme (2003: 4,2 %)
- ✓ 1,6 % Anteil am Kraftstoffverbrauch (2003: 1,2 %)



PEV Primärenergieverbrauch
EEV Endenergieverbrauch

Quellen:
siehe nachfolgende Tabellen

Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung im Jahr 2004 in Deutschland

	End-energie [GWh]	Primärenergieäquivalent ¹⁾		Anteil am Endenergieverbrauch [%]	Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch ¹⁰⁾			
		nach Wirkungsgradmethode [PJ]	nach Substitutionsmethode [PJ]		nach Wirkungsgradmethode [%]	nach Substitutionsmethode [%]		
Stromerzeugung	Wasserkraft ²⁾	21.000	75,6	206,6	Anteil am Stromverbrauch⁶⁾	3,50	0,5	1,4
	Windenergie	25.000	90,0	237,2		4,17	0,6	1,6
	Fotovoltaik	459	1,7	4,1		0,08	0,01	0,03
	biogene Festbrennstoffe	3.900	32,4	32,4		0,65	0,2	0,22
	biogene flüssige Brennstoffe	77	0,6	0,6		0,01	0,004	0,004
	Biogas	1.350	11,2	11,2		0,23	0,1	0,1
	Klärgas	820	6,8	6,8		0,14	0,05	0,05
	Deponiegas	1.050	8,7	8,7		0,18	0,1	0,1
	Geothermie ³⁾	0,4	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	2.170	18,0	18,0		0,36	0,1	0,1
	Summe	55.826	245,0	525,6		9,3	1,7	3,6
Wärmeerzeugung	biogene Festbrennstoffe	53.333	192,0		Anteil am EEV für Wärme⁷⁾	3,52	1,3	1,3
	biogene gasförmige Brennstoffe ⁵⁾	2.556	9,2			0,17	0,1	0,1
	biogene flüssige Brennstoffe	222	0,8			0,01	0,01	0,01
	Solarthermie	2.573	9,3			0,17	0,06	0,06
	tiefe Geothermie oberflächennahe Geothermie	1.444	5,2			0,01	0,003	0,003
	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	3.695	13,3			0,10	0,04	0,04
	Summe	63.937	230,2			4,2	1,6	1,6
Kraftstoff	Biodiesel	10.747	38,7		Anteil am EEV des Verkehrs⁹⁾	1,54	0,3	0,3
	Bioethanol	424	1,5			0,06	0,01	0,01
	Summe	11.171	40,2			1,6	0,3	0,3
gesamt	130.934	515,4	796,0	5,1⁸⁾	3,6	5,5		

vorläufige Angaben,
PEV: 14.438 PJ
EEV Endenergieverbrauch
PEV Primärenergieverbrauch

- 1) Erklärung der Methoden zur Bestimmung des Primärenergieäquivalents siehe Anhang Abs. 4, bei Wärme und Kraftstoff wird hier Endenergie gleich Primärenergie gesetzt
- 2) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 3) Stromerzeugung aus Geothermie bisher in einer Pilotphase
- 4) biogener Anteil mit 50 % angesetzt
- 5) Abweichend zu den Vorjahren hier einschließlich der Direktnutzung von Klärgas; Angaben zur Wärmebereitstellung aus flüssigen und gasförmigen Brennstoffen teilweise geschätzt
- 6) bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2004 von 600 TWh
- 7) bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme 2003 von 186 Mio t SKE oder 5.451 PJ
- 8) bezogen auf EEV 2003 von 9.218 PJ
- 9) bezogen auf Kraftstoffverbrauch 2003 von 2.513 PJ
- 10) bei einem Substitutionsfaktor von 8.309 kJ/kWh (Stand 2004, vorläufig), zur Erläuterung des Begriffs Primärenergieverbrauch siehe Anhang

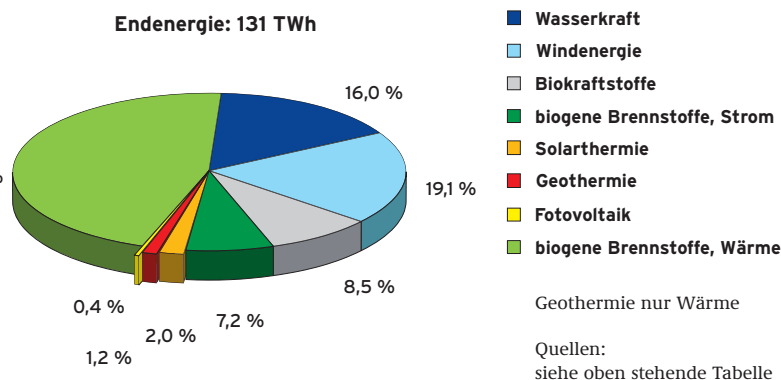
Zur Stromerzeugung aus Fotovoltaik und zur Wärmebereitstellung aus Solarthermie siehe auch Anhang Abs. 1.

Quellen:
ZSW [3]; nach BSI [10]; IE [20]; AGEB [1], [18]; DIW [11]; BMVEL [15]; StBA [5]; FNR [7]; ZIS [19]; VDEW [17]; SFV [28]; Erdwärme-Kraft [6]; ISI [41]

Struktur der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2004

Rund die Hälfte der gesamten Endenergie aus erneuerbaren Energiequellen wird durch Biomasse bereitgestellt.

Bezogen auf die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien hat Biomasse (hauptsächlich Holz) einen Anteil von 93 %. Für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hingegen sind vor allem die Windenergie mit 44,8 % und die Wasserkraft mit 37,6 % Anteil von großer Bedeutung.



Zeitliche Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und der installierten Leistung von 1990 bis Ende 2004¹⁾

Endenergie

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

k.A. = keine Angabe

- 1) für die Jahre 2000 bis 2004 vorläufige Daten
- 2) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 3) biogener Anteil des Abfalls ab 1990 mit 50 % angesetzt; bis 2000 nur Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung; Leistungsangaben bis 2002 ohne Thermische Abfallbehandlungsanlagen
- 4) hier einschl. des biogenen Anteils des Abfalls in Höhe von 50 %; abweichend zu den Vorjahren wurde ab 2003 auch eine Aussage zur Direktnutzung von Klärgas getroffen
- 5) ab 2003 tiefe und oberflächennahe Geothermie
- 6) entsprechend für 2004: Biodiesel: 1.040.000 t; 1,180 Mrd. l, Bio-Ethanol: 57.000 t; 72 Mio. l

Quellen: ZSW [3]; AGEb [14]; Heimerl EnBW [43]; BWE [16]; VDN [9]; StBA [5]; BMVEL [15]; IE [8], [20], [13]; Erdwärme-Kraft [6]; AGEb [14], [18]; BMVEL [15]; FNR [7]; DIW [11]

	Wasserkraft ²⁾		Windenergie		Biomasse Strom ³⁾		Fotovoltaik		Geothermie Strom		Summe Strom-erzeugung	Anteil am Bruttostrom-verbrauch
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW _p]	[GWh]	[MW]		
1990	17.000	4.403	40	56	1.422	190	1	2	0	0	18.463	3,4
1991	15.900	4.403	140	98	1.450	k. A.	2	3	0	0	17.492	3,2
1992	18.600	4.374	230	167	1.545	227	3	6	0	0	20.378	3,8
1993	19.000	4.520	670	310	1.570	k. A.	6	9	0	0	21.246	4,0
1994	20.200	4.529	940	605	1.870	276	8	12	0	0	23.018	4,3
1995	21.600	4.521	1.800	1.094	2.020	k. A.	11	16	0	0	25.431	4,7
1996	18.800	4.563	2.200	1.547	2.203	358	16	24	0	0	23.219	4,2
1997	19.000	4.578	3.000	2.082	2.479	400	26	36	0	0	24.505	4,5
1998	19.000	4.601	4.489	2.875	2.800	409	32	45	0	0	26.321	4,7
1999	21.300	4.547	5.528	4.444	3.020	448	42	58	0	0	29.890	5,4
2000	24.936	4.572	9.500	6.112	4.129	585	64	100	0	0	38.629	6,7
2001	23.383	4.600	10.456	8.754	5.065	825	116	178	0	0	39.020	6,7
2002	23.824	4.620	15.856	11.965	5.962	1.510	188	258	0	0	45.830	7,8
2003	20.350	4.640	18.919	14.609	7.982	1.694	333	408	0	0	47.584	8,0
2004	21.000	4.660	25.000	16.629	9.367	2.061	459	708	0,4	0,2	55.826	9,3

	Biomasse Wärme ⁴⁾	Solarthermie		Geothermie Wärme ⁵⁾	Summe Wärme-erzeugung	Biodiesel ⁶⁾	Bio-Ethanol ⁶⁾	Summe Kraftstoffe	Summe Endenergie-bereitstellung	Anteil am Endenergie-verbrauch	
		[GWh]	[1.000m ²]								[MW]
1990	k. A.	130	340	238	k.A.	k.A.	0	0	k.A.	k.A.	
1991	k. A.	166	468	328	k.A.	k.A.	2	0	2	k.A.	
1992	k. A.	218	590	413	k.A.	k.A.	52	0	52	k.A.	
1993	k. A.	279	749	524	k.A.	k.A.	103	0	103	k.A.	
1994	k. A.	351	946	662	k.A.	k.A.	258	0	258	k.A.	
1995	k. A.	440	1.159	811	1.425	k.A.	310	0	310	k.A.	
1996	k. A.	550	1.457	1.020	1.383	k.A.	517	0	517	k.A.	
1997	48.546	695	1.821	1.275	1.335	50.576	827	0	827	75.908	2,9
1998	51.613	857	2.194	1.536	1.384	53.854	1.033	0	1.033	81.208	3,1
1999	50.951	1.037	2.641	1.849	1.429	53.417	1.343	0	1.343	84.650	3,3
2000	54.314	1.279	3.284	2.299	1.433	57.026	2.583	0	2.583	98.238	3,8
2001	55.326	1.626	4.199	2.939	1.447	58.399	3.617	0	3.617	101.036	3,8
2002	54.626	1.955	4.749	3.324	1.483	58.064	5.683	0	5.683	109.577	4,3
2003	59.248	2.465	5.478	3.835	1.532	63.245	8.267	0	8.267	119.096	4,7
2004	59.806	2.573	6.235	4.365	1.558	63.937	10.747	424	11.171	130.934	5,1

Das Energieangebot aus Wasserkraft, Windenergie und Solarenergie unterliegt natürlichen Schwankungen, die sich sowohl kurzfristig und saisonal als auch auf den gesamten Jahresenergieertrag auswirken.

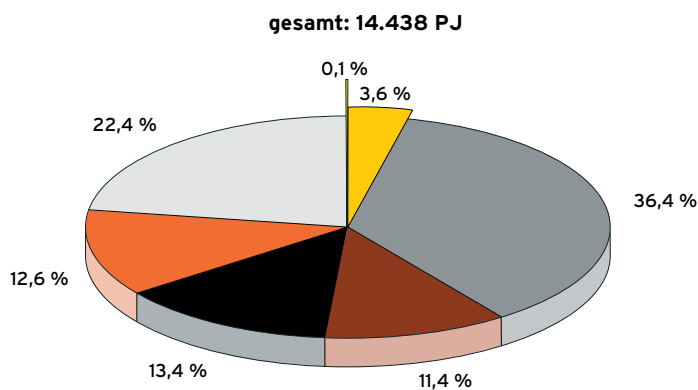
Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung

	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ¹⁾	2004 ^{1) 2) 3)}
Endenergieverbrauch	[%]						
Stromerzeugung (bezogen auf gesamten Bruttostromverbrauch)	4,7	5,4	6,7	6,7	7,8	8,0	9,3
Wärmebereitstellung⁴⁾ (bezogen auf gesamte Wärmebereitstellung)	3,5	3,5	3,9	3,8	4,0	4,2	4,2
Kraftstoffverbrauch (bezogen auf gesamten Kraftstoffverbrauch)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
Primärenergieverbrauch⁵⁾	2,1	2,2	2,6	2,7	3,0	3,3	3,6
Stromerzeugung (bezogen auf gesamten Primärenergieverbrauch)	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
Wärmebereitstellung⁴⁾ (bezogen auf gesamten Primärenergieverbrauch)	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6
Kraftstoffverbrauch (bezogen auf gesamten Primärenergieverbrauch)	0,03	0,03	0,06	0,09	0,14	0,2	0,3

- 1) vorläufige Angaben
- 2) Bezugsjahr für Wärme- und Kraftstoffverbrauch 2003
- 3) Bruttostromverbrauch nach DIW
- 4) zu Angaben zur Wärmebereitstellung siehe Seite 11
- 5) nach Wirkungsgradmethode; siehe Anhang Abs. 4

Quellen:
nach vorherigen Tabellen;
nach VDEW [17]; nach DIW [11]; nach AGEB [18], [1]; BMVEL [15]; FNR [7]; ZSW [3]

Struktur des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2004



- Erneuerbare Energieträger
- Mineralöl
- Braunkohle
- Steinkohle
- Kernenergie
- Erdgas
- Sonstige

vorläufige Angaben,
Primärenergieverbrauch,
Stand Januar 2005

Quellen: nach ZSW [3];
nach DIW [11]

Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004

	Braun- kohle	Stein- kohle	Erdgas	Öl schwer / Heizöl leicht	Diesel- Kraftstoff	Otto- Kraftstoff	gesamt
Primärenergie [TWh]							
Strom ¹⁾	81,2	59,5	8,5	-	-	-	149,2
Wärme	1,4	0,4	36,4	29,4	-	-	67,6
Kraftstoff	-	-	-	-	13,5	0,3	13,8
gesamt	82,6	59,9	44,9	29,4	13,5	0,3	230,6
Primärenergie [PJ]							
gesamt	297,3	215,6	161,8	105,8	48,6	1,1	830,2
das entspricht	33,1 Mio. t	7,5 Mio. t	4.790 Mio. m ³	2.960 Mio. Liter	1.360 Mio. Liter	34 Mio. Liter	

Zur Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger siehe Anhang Abs. 6.

Stromheizungen hier nicht berücksichtigt.

1) Substitution nach ISI [41]

Quellen: ZSW [3]; IZES [22]

Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004

Stromerzeugung aus Wasser, Wind, Biomasse, Solarenergie und Geothermie: 55.826 GWh

Die bei der Stromerzeugung aus Biomasse entstehenden Emissionen wurden hier berücksichtigt.

- 1) weitere Treibhausgase (SF₆, FKW, H-FKW) nicht berücksichtigt
- 2) weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind hier nicht angegeben, in der Berechnung des SO₂-Äquivalentfaktors jedoch enthalten
- 3) Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon

Zur Berechnung der Emissionsfaktoren und der vermiedenen Emissionen siehe Anhang Abs. 1.

Quellen:
 IZES [22]; ISI [41];
 Öko-Institut Darmstadt [24]

Treibhausgas/ Luftschadstoff		Emissionsfaktor [kg/GWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhaus- effekt ¹⁾	CO ₂	934,5*10 ³	52.168
	CH ₄	12,5	0,7
	N ₂ O	32,1	1,8
	CO₂-Äquivalent	944,4*10³	52.723
Versauerung ²⁾	SO ₂	513,6	28,7
	NO _x	589,5	32,9
	SO₂-Äquivalent	923,7	51,6
Ozon ³⁾	CO	298,5	16,7
	NM VOC	13,3	0,7
	Staub	27,9	1,6

Wärmebereitstellung aus Biomasse, Solarthermie und Geothermie: 63.937 GWh

- 1) bezogen auf Endenergie, nur Raumwärme sowie zentrale Warmwasserversorgung privater Haushalte, Wärmebereitstellungsmix ohne erneuerbare Energien im Jahr 2002
- 2) weitere Treibhausgase (SF₆, FKW, H-FKW) nicht berücksichtigt
- 3) weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind hier nicht angegeben, in der Berechnung des SO₂-Äquivalentfaktors jedoch enthalten
- 4) Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon

Zur Berechnung der Emissionsfaktoren und der vermiedenen Emissionen siehe Anhang Abs. 2.

Quellen: ZSW [3]; Gemis, Öko-Institut [2], Stat. Bundesamt [44]; VDEW [17]

Treibhausgas/ Luftschadstoff		Emissionsfaktor ¹⁾ [kg/GWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhaus- effekt ²⁾	CO ₂	228,5*10 ³	14.613
	CH ₄	8,3	0,5
	N ₂ O	1,9	0,1
	CO₂-Äquivalent	229,3*10³	14.661
Versauerung ³⁾	SO ₂	140,8	9,0
	NO _x	88,3	5,6
	SO₂-Äquivalent	203,6	13,0
Ozon ⁴⁾	CO	297,0	19,0
	NM VOC	11,6	0,7
	Staub	2,9	0,2

Biomasse gibt bei der Verbrennung nur die Menge CO₂ in die Atmosphäre ab, die sie während des Wachstums aufgenommen hat, und ist daher CO₂-neutral. Die bei der Verbrennung von Biomasse entstehenden anderen Treibhausgase (Methan, Distickstoffoxid) sind hier nicht berücksichtigt. Dies gilt auch für weitere Luftschadstoffe, insbesondere Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, flüchtige organische Verbindungen, Kohlenmonoxid und Staub. Bei älteren Feuerungsanlagen oder bei der Verbrennung von Holz im Kachel- oder Kaminofen sind sie zum Teil wesentlich höher als im fossilen Wärmebereitstellungsmix. Moderne Holzfeuerungen (Heizungen und Heizwerke) können die Emissionen jedoch erheblich reduzieren.

Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004

Biogene Kraftstoffe (1.040.000 t Biodiesel, 57.000 t Bioethanol): 11.171 GWh

Der heute überwiegend eingesetzte Biokraftstoff Biodiesel gilt nicht als CO₂-neutral, weil bei seiner Herstellung u.a. Methanol fossilen Ursprungs eingesetzt wird. Dieses kann aber zumindest teilweise durch eine entsprechende Nutzung der bei der Biodieselherstellung anfallenden Nebenprodukte Glycerin und Rapsschrot, kompensiert werden. Für den bei den biogenen Kraftstoffen vorhandenen Unterschied der Emissionsfaktoren von CO₂ und CO₂-Äquivalent sind Lachgas(N₂O)-Emissionen verantwortlich, die vor allem durch Düngung beim Pflanzenanbau entstehen. Für den in der Tabelle angegebenen CO₂-Äquivalent-Emissionsfaktor wird davon ausgegangen, dass durch den Einsatz von Biokraftstoffen derzeit etwa 80 % der vergleichbaren Klimagasemissionen fossiler Kraftstoffe vermieden werden.

Treibhausgas/ Luftschadstoff		Emissions- faktor [kg/GWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhaus- effekt ¹⁾	CO ₂	351,2·10 ³	3.923
	CH ₄	272,2	3,0
	N ₂ O	-383,8	-4,3
	CO₂-Äquivalent	243,8·10³	2.724
Versauerung ²⁾	SO ₂	649,4	7,3
	NO _x	155,8	1,7
	SO₂-Äquivalent	-235,0	-2,6
Ozon ³⁾	CO	60,6	0,7
	NM VOC	96,6	1,1
	Staub	6,1	0,1

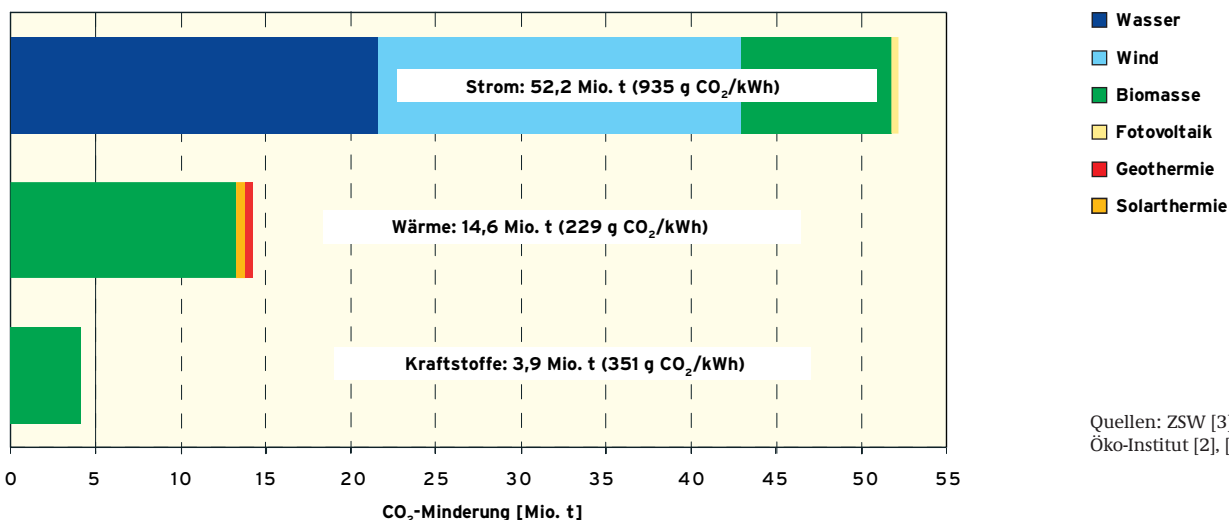
- 1) weitere Treibhausgase (SF₆, FKW, H-FKW) hier nicht berücksichtigt
- 2) weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind hier nicht angegeben, in der Berechnung des SO₂-Äquivalentfaktors jedoch enthalten
- 3) Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon

Quellen: ZSW [3]; Öko-Institut Darmstadt [24]

Emissionsfaktoren inkl. Vorketten und RME einschließlich Gutschriften für Nebenprodukte (Rapskuchen, Glycerin) in den Vorketten

Bei der Berechnung des SO₂-Äquivalents werden neben den hier dargestellten Emissionen an SO₂ und NO_x auch andere versauernde Schadstoffemissionen mit einbezogen, vor allem Ammoniak (NH₃). Hier ist die Bilanz der biogenen Kraftstoffe aufgrund der NH₃-Emissionen beim Pflanzenanbau ungünstiger als bei den fossilen Kraftstoffen, so dass sich insgesamt bei der Versauerung eine Mehremission (negativer Einsparfaktor) ergibt. Da künftig beim Energiepflanzenanbau verbesserte Methoden, Fruchtfolgen und Anbausysteme zum Einsatz kommen werden, lassen sich die Mehremissionen mittelfristig vermeiden.

Gesamte CO₂-Reduktion durch die Nutzung erneuerbarer Energien



Quellen: ZSW [3]; ISI [41]; Öko-Institut [2], [24]; IZES [22]

Der Beitrag erneuerbarer Energien zum Klimaschutz ist deutlich größer als zur Energieversorgung. Durch die Nutzung erneuerbarer Energien wurden im Jahr 2004 rund 70 Mio. Tonnen CO₂ vermieden, d.h. ohne ihre Nutzung wären die gesamten CO₂-Emissionen (ca. 830 Mio. Tonnen) rund 8,4 % höher. Der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Primärenergieverbrauch beträgt dagegen nur 3,6 %.

Entwicklung der energiebedingten Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -Äquivalent ¹⁾	SO ₂	NO _x ²⁾	NH ₃	SO ₂ -Äquivalent ³⁾	CO	NM VOC	Staub
	[Mio. t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[Mio. t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[1.000 t]	[1.000 t]
1990	989	1.778	34	1.040	5.269	2.714	16	7.219	10.529	1.980	1.684
1991	954	1.630	34	1.001	3.937	2.497	18	5.740	8.888	1.597	799
1992	906	1.582	35	952	3.251	2.311	18	4.928	7.761	1.369	497
1993	896	1.453	36	940	2.893	2.199	19	4.495	7.148	1.145	353
1994	880	1.306	36	921	2.422	2.037	19	3.912	6.498	979	267
1995	876	1.276	36	916	1.880	1.902	19	3.273	5.957	866	177
1996	900	1.189	36	938	1.285	1.822	19	2.625	5.591	767	169
1997	868	1.132	35	905	985	1.727	19	2.258	5.382	695	164
1998	860	1.056	35	894	781	1.671	19	2.014	4.969	626	154
1999	832	1.017	34	865	681	1.620	18	1.876	4.636	557	154
2000	835	895	33	865	582	1.534	17	1.714	4.304	473	147
2001	850	781	32	878	590	1.465	17	1.674	3.972	432	142
2002	841	752	31	868	558	1.401	16	1.594	3.712	392	138
2003	842	733	31	868	562	1.334	15	1.548	3.571	358	135
⁴⁾ 2004	834	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Stand Februar 2005

- 1) berücksichtigt sind CO₂, CH₄ und N₂O
- 2) berechnet als NO₂
- 3) berücksichtigt sind SO₂, NO_x und NH₃
- 4) Berechnung/Schätzung DIW [40]

Zur Bedeutung und Berechnung des CO₂- und SO₂-Äquivalents siehe Anhang Abs. 3.

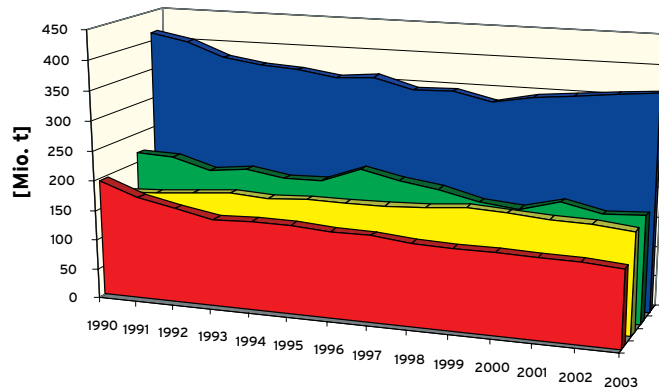
Quellen: UBA [4]; DIW [40]; ZSW [3]

Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen von 1990 bis 2003

- Industrie
- Verkehr
- Haushalte und Kleinverbraucher
- Kraft- und Fernheizwerke¹⁾

¹⁾ hier gesamte Energieerzeugung/-umwandlung mit Kraftwerken, Heizkraftwerken/Fernheizwerken und übrigen Umwandlungsbereichen

Quelle: UBA [4]

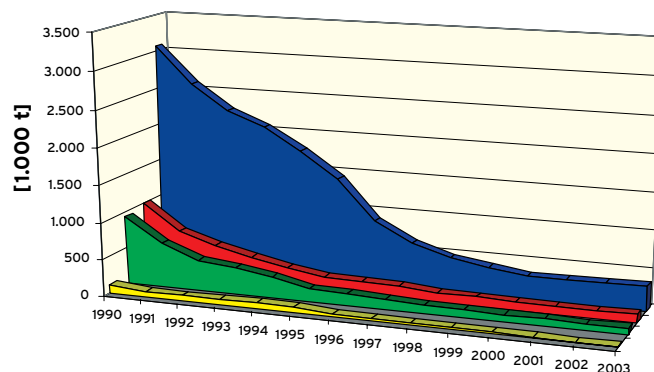


Die energiebedingten CO₂-Emissionen wurden zwischen 1990 und 2004 um rund 16 % gesenkt; die gesamten energiebedingten Treibhausgasemissionen wurden bis zum Jahr 2003 um rund 17 % gesenkt.

Entwicklung der energiebedingten SO₂-Emissionen von 1990 bis 2003

- Industrie
- Verkehr
- Haushalte und Kleinverbraucher
- Kraft- und Fernheizwerke

Quelle: UBA [4]



Die energiebedingten Emissionen von Schwefeldioxid konnten zwischen 1990 und 2003 um rund 89 % gesenkt werden.

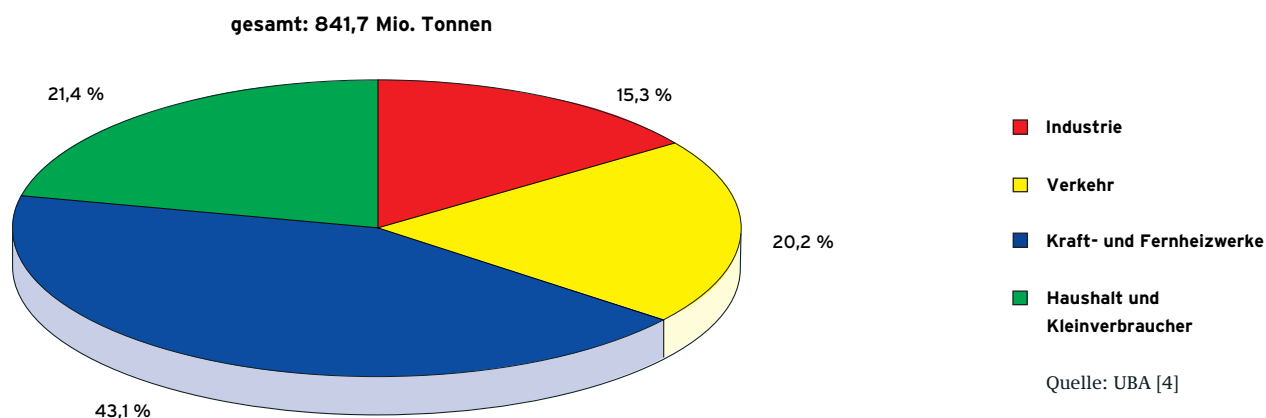
Energiebedingte Emissionen nach Quellgruppen im Jahr 2003

		Energie- wirtschaft ¹⁾	Haushalte und Klein- verbraucher ²⁾	Verkehr ³⁾	Industrie ⁴⁾	gesamt ⁵⁾	Einsparung durch EE ⁶⁾ (Jahr 2004)
CO ₂	[Mio. t]	362,6	179,8	170,2	129,1	841,7	70,7
CH ₄	[1.000 t]	5,6	32,2	11,4	5,6	733,2	4,3
N ₂ O	[1.000 t]	12,2	1,9	13,7	2,7	30,5	-2,4
CO ₂ -Äquivalent ⁷⁾	[Mio. t]	366,3	181,1	174,5	130,0	867,6	70,1
SO ₂	[1.000 t]	339,9	87,4	1,5	113,2	561,7	44,9
NO _x ⁸⁾	[1.000 t]	266,4	213,9	700,0	153,9	1.334,2	40,3
SO ₂ -Äquivalent ⁹⁾	[1.000 t]	536,0	249,1	518,4	224,7	1.547,9	61,9
CO	[1.000 t]	119,4	1.049,3	1.756,3	638,0	3.570,8	36,3
NM VOC	[1.000 t]	8,7	89,0	199,2	6,3	357,7	2,6
Staub	[1.000 t]	11,8	21,1	95,3	3,1	135,0	1,8

- 1) Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung, Fernheizwerke sowie Industriefeuerungen und Industriekraftwerke der Mineralölverarbeitung, der Gewinnung und Herstellung von festen Brennstoffen und sonstiger Energieindustrien
- 2) priv. Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Militär, zusätzlich land- und forstwirtschaftl. Verkehr sowie militärischer Boden- und Luftverkehr
- 3) einschl. Schienenverkehr, nationale Luftfahrt, Küsten- und Binnenschifffahrt
- 4) Verarbeitendes Gewerbe; ohne prozessbedingte Emissionen
- 5) Angaben einschließlich der diffusen Emissionen bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung von Brennstoffen.
- 6) Strom- und Wärmeerzeugung sowie Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien
- 7) berücksichtigt sind CO₂, CH₄ und N₂O
- 8) berechnet als NO₂
- 9) berücksichtigt sind SO₂ und NO_x

Stand Februar 2005
Quellen: UBA [4]; ZSW [3]

Anteile der Quellgruppen an den energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2003



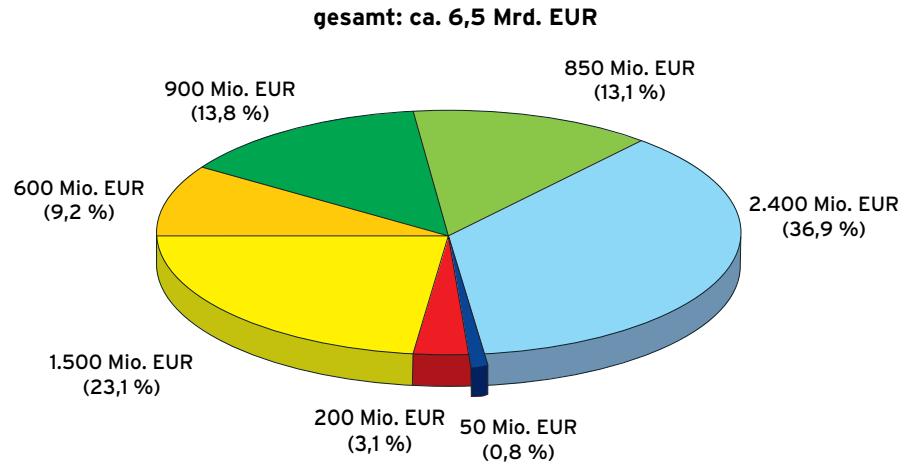
Umsatz aus der Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004

- Wind
- Wasser
- Geothermie¹⁾
- Fotovoltaik
- Solarthermie
- Biomasse Strom
- Biomasse Wärme

Schätzung

1) Großanlagen und Wärmepumpen

Quelle: ZSW [3]



Es handelt sich hauptsächlich um den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie z.B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke.

Umsatz aus dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2004

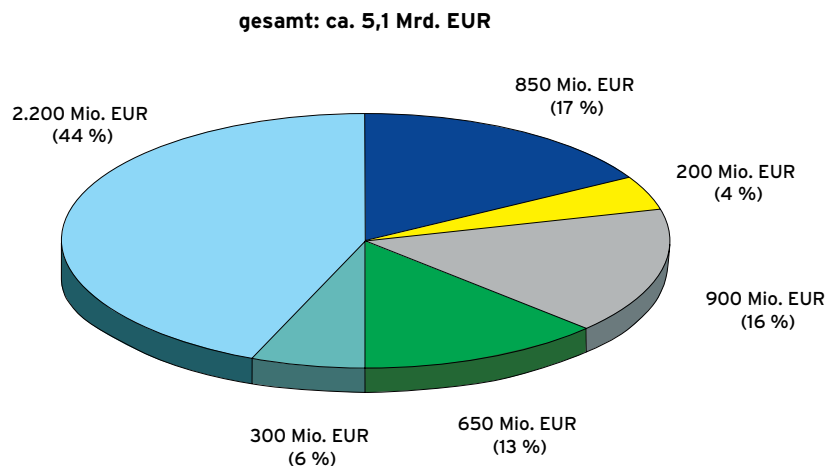
- Wasser
- Fotovoltaik
- Biokraftstoffe
- Biomasse Strom
- biogene Festbrennstoffe¹⁾
- Wind

Schätzung

1) nur Brennstoffe, die ausschließlich zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden.

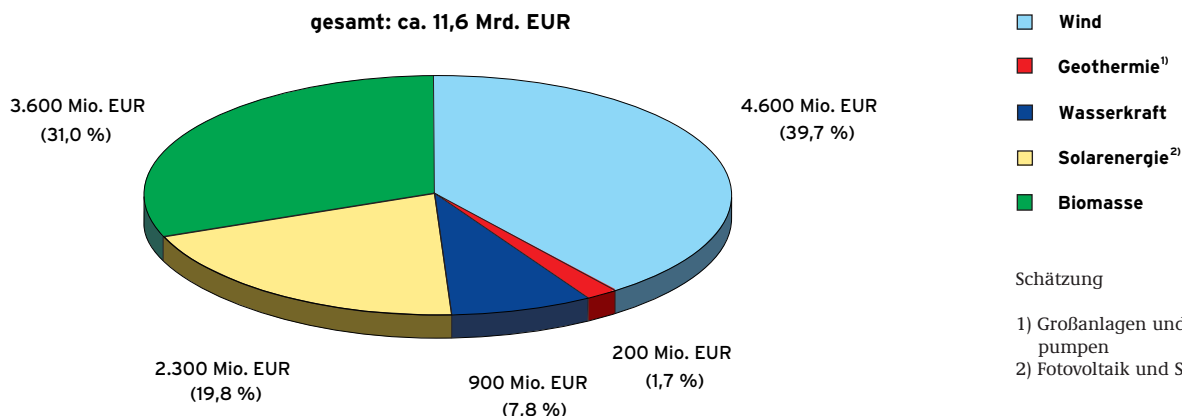
Erläuterungen siehe Anhang Abs. 7.

Quelle: ZSW [3]

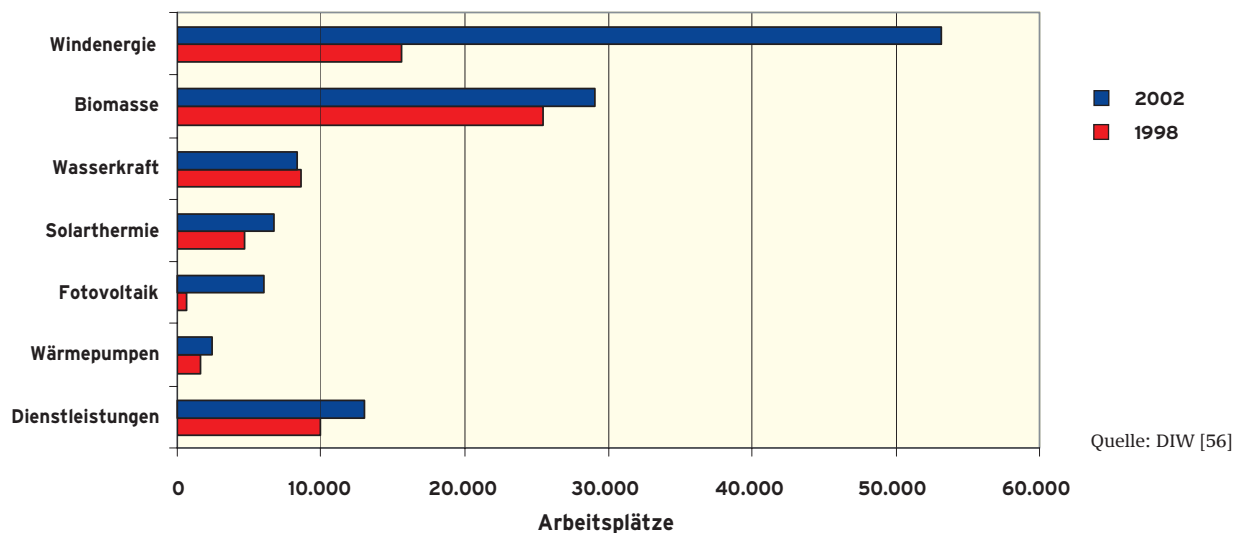


Für die Stromerzeugung ergibt sich der Umsatz aus der gezahlten Einspeisevergütung oder aus dem am freien Strommarkt erzielbaren Preis, für Kraftstoff aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Bei der Wärmeerzeugung trägt nur der Verkauf von Brennstoffen, d. h. in der Regel Holz, zum Umsatz bei, da die erzeugte Wärme meist nicht verkauft, sondern selbst genutzt wird.

Gesamtumsatz mit erneuerbaren Energien im Jahr 2004



Beschäftigungswirkungen der Nutzung erneuerbarer Energien



Die Beschäftigungswirkung durch die Nutzung erneuerbarer Energien lässt sich abschätzen, in dem zunächst auf der Basis des Investitionsvolumens und der Betriebskosten der Anlagen die gesamte Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen ermittelt wird. Unter Berücksichtigung der Verflechtung der Wirtschaftssektoren untereinander lässt sich dann mit so genannten Arbeitskoeffizienten (Anzahl der Beschäftigten je Einheit Bruttoproduktionswert) auf die Beschäftigung schließen, die durch die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in den einzelnen Sektoren entsteht.

Für das Jahr 2002 wurden etwa 120.000 Erwerbstätige im Bereich der erneuerbaren Energien ermittelt. Für das Jahr 2004 lassen sich etwa 130.000 abschätzen. Das sind 60.000 mehr Erwerbstätige als im Jahr 1998.

Förderprogramme für erneuerbare Energien

Die Bundesregierung fördert erneuerbare Energien durch Forschung und Entwicklung und verschiedene Maßnahmen zur Marktentwicklung. Zentrale Bedeutung kommt im Strommarkt dem Erneuerbare-Energien-Gesetz zu, während Biokraftstoffe von der Mineralölsteuerbefreiung im Rahmen der Ökologischen Steuerreform profitieren. Das ebenfalls aus der Ökologischen Steuerreform finanzierte Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien dient primär dem Ausbau der Wärmeerzeugung aus Biomasse, Solarenergie und Geothermie. Im Jahr 2004 wurden dafür rund 200 Mio. Euro bereitgestellt.

Kleinere Anlagen privater Investoren werden mit Zuschüssen unterstützt, größere Anlagen mit zinsverbilligten Darlehen und Teilschulderlassen. Einzelheiten der Förderung sind in den Förderrichtlinien geregelt.

Im Wohngebäudebereich liegen die Schwerpunkte insbesondere in der Förderung von Solarkollektoranlagen und Biomasseheizungen (Pelletanlagen und Scheitholzvergaserkessel). Darüber hinaus werden auch Biogasanlagen, Anlagen zur Nutzung fester Biomasse und der Tiefengeothermie, teilweise mit Nahwärmenetzen gefördert.

Ab Juli 2005 gelten für das Marktanreizprogramm neue Förderrichtlinien. Wesentliche Neuheiten sind höhere Fördersätze für Solarkollektoren zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, leicht verringerte Fördersätze für Solarkollektoren zur ausschließlichen Warmwasserbereitung und der Ersatz der bisherigen Förderung von Fotovoltaikanlagen auf Schulen durch einen neuen Programmteil „Wärme aus Erneuerbaren Energien in der Schule“. Die bisherigen Fördersätze für Biomasse-, Biogas- und Geothermieanlagen bleiben erhalten. Die Förderung von Maßnahmen zur Erweiterung, Reaktivierung und ökologischen Sanierung von Wasserkraftanlagen entfällt. Hierfür stehen alternative Förderprogramme der KfW zur Verfügung, z. B. das KfW-Umweltprogramm.

Für den Gebäudebereich hält die KfW-Förderbank attraktive Finanzierungsprogramme bereit. Dazu zählen auch der Einsatz erneuerbarer Energien und die Umstellung von Heizungsanlagen. Weiterhin vergibt die KfW Investitionskredite für Fotovoltaikanlagen („Solarstrom erzeugen“), für den Neubau von Energiesparhäusern („Ökologisches Bauen“) und für Maßnahmen zur Modernisierung im Wohnungsbestand („Wohnraum Modernisieren“).

Auskünfte über Zuschüsse im Rahmen des Marktanreizprogramms erteilt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Tel. (06196) 908-625 (www.bafa.de). Fragen zur Gewährung verbilligter Darlehen für gewerbliche oder kommunale Antragsteller beantwortet das Informationszentrum der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Tel. (01801) 335577 (www.kfw.de).

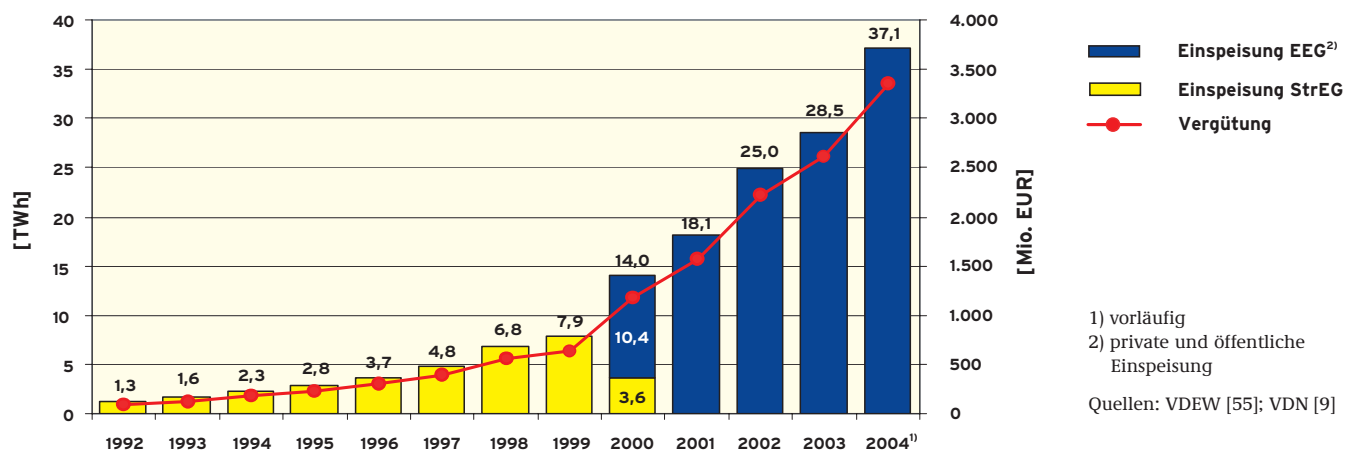
Wer darüber hinaus eine umfassende Energieberatung für ältere Wohngebäude in Anspruch nehmen möchte, erhält einen Zuschuss zu den Beratungskosten (Programm „Vor-Ort-Beratung“).

Die Förderung auf Bundesebene wird durch zahlreiche Maßnahmen in verschiedenen Bundesländern und Kommunen ergänzt. Eine Übersicht dazu bietet die bundesweite Kampagne „Klima sucht Schutz“ unter www.klimasuchtschutz.de, wo auch Informationen zum Thema Energiesparen im Haushalt zu finden sind.

Das Bundesumweltministerium hat in Kooperation mit dem BINE Informationsdienst (www.bine.info) eine ausführliche Broschüre über alle Fördermöglichkeiten auf der Ebene der EU, des Bundes, der Länder, der Kommunen und der Energieversorgungsunternehmen herausgegeben (www.bmu.de/klimaschutz/).

Eine umfassende Förderdatenbank bietet das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (<http://db.bmwa.bund.de>) an.

Einspeisung und Vergütung nach dem Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)



Das Stromeinspeisungsgesetz wurde am 1. April 2000 durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit verbesserten Vergütungssätzen abgelöst. Rund zwei Drittel der gesamten vergüteten Strommenge entfällt derzeit auf Strom aus Windenergie und nur 1,2 % auf Fotovoltaik-Strom. Dank der ersten Strom erzeugenden Geothermieanlage Deutschlands wurde 2004 erstmalig auch eine Vergütung für Geothermie-Strom gezahlt. Strom aus Wasserkraft stammt zu etwa 80 % aus älteren Anlagen mit mehr als 5 MW Leistung. Dieser Strom erhält keine EEG-Vergütung.

Der Beitrag der privaten Erzeuger an der Strombereitstellung durch erneuerbare Energien ist sehr hoch. Nach Angaben des VDEW [21] wurden von ihnen im Jahr 2004 rd. 33 TWh Strom zur Verfügung gestellt.

Struktur der nach dem EEG vergüteten Strommengen

			2000 ¹⁾	2001	2002	2003	2004 ⁴⁾
Letztverbrauch gesamt		[GWh]	344.663	464.286	468.321	478.016	472.724
Privilegierter Letztverbrauch ²⁾		[GWh]	-	-	-	6.552	29.361
EEG-Strommenge	gesamt	[GWh]	10.391	18.145	24.963	28.496	37.097
	§ 4 Wasserkraft, Gase ⁵⁾	[%]	-	33,60	26,70	20,60	20,00
	§ 5 Biomasse	[%]	-	8,10	9,20	12,20	13,70
	§ 6 Geothermie	[%]	-	0,00	0,00	0,00	0,01
	§ 7 Windkraft	[%]	-	57,90	63,50	66,20	65,10
	§ 8 Solare Strahlungsenergie	[%]	-	0,40	0,60	1,00	1,20
EEG-Quote³⁾		[%]	3,01	3,91	5,33	6,03	8,32
Durchschnittsvergütung		[ct/kWh]	8,50	8,69	8,87	9,14	9,05

zur Änderung des EEG siehe Seite 22

- 1) Rumpffahr: 01.04.-31.12.2000
- 2) Durch die Härtefall-Regelung (§ 11a EEG) privilegierter Letztverbraucher (seit Juli 2003)
- 3) Quote für nicht privilegierten Letztverbrauch
- 4) vorläufige Angaben, Februar 2005
- 5) Deponie-, Klär-, Grubengas

Quelle: VDN [9]

Das neue EEG

Mit der am 1. August 2004 in Kraft getretenen EEG-Novelle wurden die Rahmenbedingungen für die Einspeisung, Übertragung und Verteilung von Strom aus erneuerbaren Energien deutlich verbessert. Die Novelle gewährleistet zum einen die notwendige Planungs- und Investitionssicherheit für den inländischen Markt, zum anderen dient sie auch der Umsetzung der Richtlinie der EU zur Förderung erneuerbarer Energien im Strombereich vom September 2001.

Vergütungssätze nach dem EEG für Neuanlagen, die 2004 ab 1.08.2004 in Betrieb genommen wurden

Sparte	Anlagenleistung	Vergütungsregelung	Vergütungshöhe [ct/kWh]	Leistungsanteil ¹⁾	Laufzeit (Jahre)	Degression ⁶⁾	Bemerkungen	
Wasserkraft	bis 5 MW	§ 6 Absatz 1	9,67	bis 500 kW	30	-	ab 2008 bestimmte Standortbeschränkungen	
			6,65	ab 500 kW bis 5 MW				
	ab 5 MW bis 150 MW	§ 6 Absatz 2	7,67	bis 500 kW	15	1,0 %	nur bei Erneuerungen und nur Vergütung der Leistungserhöhung	
			6,65	ab 500 kW bis 10 MW				
			6,1	ab 10 MW bis 20 MW				
			4,56	ab 20 MW bis 50 MW				
			3,7	ab 50 MW bis 150 MW				
Deponiegas, Klärgas, Grubengas	unbegrenzt	§ 7 Absatz 1	7,67	bis 500 kW	20	1,5 %	bei Deponie- und Klärgas wird der dem über 5 MW hinausgehende Leistungsanteil zuzurechnende Strom nach dem Marktpreis vergütet	
			6,65	ab 500 kW bis 5 MW				
				6,65	Grubengas ab 5 MW			
	unbegrenzt	§ 7 Absatz 2	9,67	bis 500 kW	20	1,5 %	beim Einsatz bestimmter innovativer Technologien	
8,65			ab 500 kW bis 5 MW					
			8,65	Grubengas ab 5 MW				
Biomasse ²⁾	bis 20 MW	§ 8 Absatz 1 Satz 1	11,5	bis 150 kW	20	1,5 %		
			9,9	ab 150 bis 500 kW				
			8,9	ab 500 kW bis 5 MW				
			8,4	ab 5 MW bis 20 MW				
	bis 20 MW	§ 8 Absatz 1 Satz 2	3,9	bis 20 MW	20	1,5 %	bei Einsatz von Altholz der Kategorien A III und A IV bei Inbetriebnahme ab 1.07.2006	
	bis 20 MW	§ 8 Absatz 2 Satz 1	17,5	bis 150 kW	20	1,5 % ³⁾	Absatz 2 gilt nur bei besonderen Einsatzstoffen (Nachwachsende Rohstoffe)	
			15,9	ab 150 kW bis 500 kW				
				12,9	ab 500 kW bis 5 MW			
	bis 20 MW	§ 8 Absatz 2 Satz 2	17,5	bis 150 kW	20	1,5 % ³⁾	Absatz 2 Satz 2 gilt bei der Verbrennung von Holz im Sinne des Satzes 1	
15,9			ab 150 kW bis 500 kW					
			11,4	ab 500 kW bis 5 MW				
bis 20 MW	§ 8 Absatz 3	13,5	bis 150 kW	20	1,5 % ⁴⁾	Absatz 3 gilt für den im sogenannten gekoppelten Betrieb erzeugten Strom aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen		
		11,9	ab 150 kW bis 500 kW					
		10,9	ab 500 kW bis 5 MW					
		10,4	ab 5 MW bis 20 MW					
bis 20 MW	§ 8 Absatz 4	13,5	bis 150 kW	20	1,5 % ⁵⁾	Absatz 4 gilt für den gesamten Strom aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen beim Einsatz bestimmter innovativer Technologien		
		11,9	ab 150 kW bis 500 kW					
			10,9	ab 500 kW bis 5 MW				

1) Leistung im Sinne von § 12 Absatz 2.

2) Bei Biomasse sind weitere Kombinationen nach den Absätzen 2 bis 4 in § 8 möglich, die hier nicht dargestellt sind.

3) Die Degression bezieht sich nur auf die Grundvergütung nach Absatz 1, nicht auf den Bonus nach Absatz 2.

4) Die Degression bezieht sich nur auf die Grundvergütung nach Absatz 1, nicht auf den Bonus nach Absatz 3.

5) Die Degression bezieht sich nur auf die Grundvergütung nach Absatz 1, nicht auf den Bonus nach Absatz 4.

6) Die Höhe der Vergütung ist auch abhängig vom Jahr der Inbetriebnahme. Sie wird für neu in Betrieb genommene Anlagen jährlich gesenkt (Degression). Damit besteht ein kontinuierlicher Anreiz zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung.

Sparte	Anlagenleistung	Vergütungsregelung	Vergütungshöhe (ct/kWh)	Leistungsbereich	Laufzeit (Jahre)	Degression ¹⁾	Bemerkungen
Geothermie	unbegrenzt	§ 9 Absatz 1	15,0	bis 5 MW	20	1 % ab 2010	
			14,0	ab 5 MW bis 10 MW			
			8,95	ab 10 MW bis 20 MW			
			7,16	ab 20 MW			
Windenergie an Land		§ 10 Absatz 1	8,7 ²⁾		20	2 %	je nach Referenzertrag der Anlage wird der erhöhte Vergütungssatz über 5 bis 20 Jahre gewährt
			bzw. 5,5 ³⁾				
Windenergie-Offshore		§ 10 Absatz 3	9,10 ²⁾		20	2 % ab 2008	der erhöhte Anfangsvergütungssatz wird bei Inbetriebnahme vor 2011 gezahlt; er wird je nach Standort über 12 bis 20 Jahre gewährt
Solare Strahlungsenergie	auf oder an Gebäuden bzw. Lärmschutzwänden	§ 11 Absatz 2	57,4	bis 30 kW		5 %	
			54,6	ab 30 kW bis 100 kW			
			54,0	ab 100 kW			
	Fassadenintegrierte Anlagen	§ 11 Absatz 2 Satz 2	62,4	bis 30 kW	20	5 % ⁴⁾	
		59,6	ab 30 kW bis 100 kW				
		59,0	ab 100 kW				
	sonstige Anlagen	§ 11 Absatz 1	45,7		20	5 % ab 2005, 6,5 % ab 2006	es sind bestimmte Standortkriterien zu erfüllen

1) Die Höhe der Vergütung ist auch abhängig vom Jahr der Inbetriebnahme. Sie wird für neu in Betrieb genommene Anlagen jährlich gesenkt (Degression). Damit besteht ein kontinuierlicher Anreiz zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung.

2) Anfangsvergütung

3) Endvergütung

4) Die Degression bezieht sich nur auf die Grundvergütung, nicht auf den Bonus nach Absatz 2 Satz 2.

Quelle: BMU [12]

Die Vergütungen werden bei größeren Anlagen jeweils anteilig nach den Vergütungsstufen gezahlt (§ 12 Absatz 2). Eine detaillierte Übersicht über die Vergütung für Anlagen, die zwischen 2004 bis 2013 in Betrieb gehen, sowie viele Berechnungsbeispiele stehen auf der Themenseite des BMU www.erneuerbare-energien.de als Download [64] zur Verfügung.

Nach fünf Jahren EEG kann eine erfolgreiche Bilanz gezogen werden: Seit Einführung des Gesetzes ist die eingespeiste und vergütete Strommenge aus erneuerbaren Energien von rund 8 Terawattstunden (TWh) Ende 1999 auf rund 37 TWh im Jahr 2004 angestiegen. Damit erhöhte sich der insgesamt aus erneuerbaren Energien erzeugte Strom von rund 30 TWh (Ende 1999) auf rund 56 TWh. Der Beitrag von Biomasse zur Elektrizitätserzeugung hat sich seitdem mehr als verdreifacht, Windstrom hat sich nahezu verfünffacht, und die solare Stromproduktion ist um den Faktor 10 gewachsen. Durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wurden 2004 die Emissionen von 52 Millionen Tonnen des klimaschädlichen Kohlendioxids vermieden, der Großteil davon aufgrund des EEG. Damit gehört das EEG zu den wichtigsten deutschen Klimaschutzinstrumenten.

Das Marktanreizprogramm

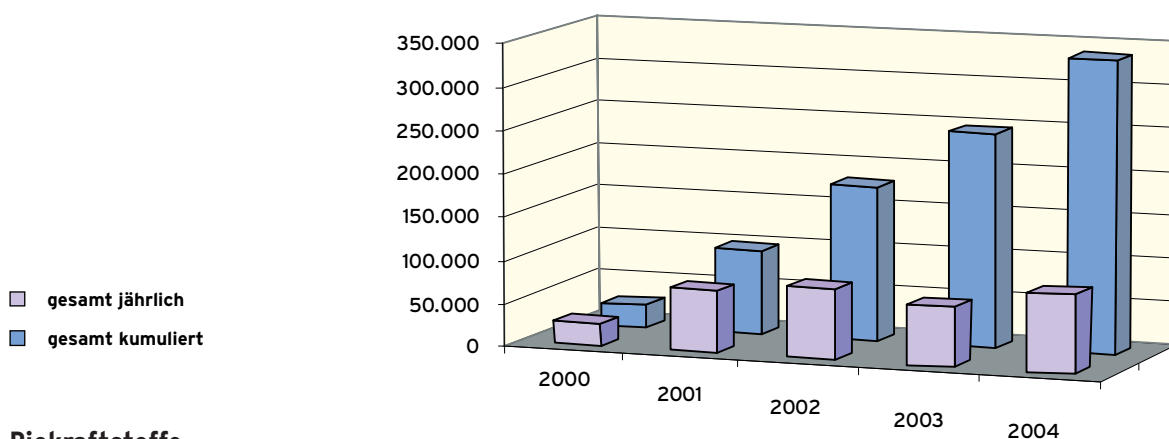
Mit dem Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, das im Zusammenhang mit dem Aufkommen aus der Ökologischen Steuerreform finanziert wird, werden die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung von Wärme und/oder Strom aus erneuerbaren Energien unterstützt.

Besondere Bedeutung besitzt das Programm für die Markteinführung der Wärme erzeugenden Technologien. So wurden bisher 300.000 geförderte Solarkollektoranlagen mit einer Fläche von 2,9 Mio. Quadratmetern und 45.000 kleine Biomassekessel installiert.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gewährte ergänzend bei Biogasanlagen, größeren Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse, Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie und kleineren Wasserkraftanlagen Förderdarlehen, die zum Teil aus dem Programm mit Teilschulderlassen zusätzlich verbilligt wurden. Es wurden 1.951 Darlehen in einer Höhe über 508 Mio. Euro zugesagt. Insgesamt wurden aus dem Marktanreizprogramm seit dem Programmstart im Jahr 1999 mehr als 406.000 Investitionsvorhaben zur Nutzung erneuerbarer Energien gefördert.

Mit den ausgereichten Mitteln in Höhe von 511 Mio. Euro wurde ein Investitionsvolumen von mehr als 4 Mrd. Euro angestoßen. Im Jahr 2004 flossen vom kalkulatorischen Aufkommen aus der Besteuerung des Stroms aus erneuerbaren Energien in der Höhe von 633 Mio. Euro weniger als ein Drittel in das Marktanreizprogramm. Ab Juli 2005 gelten neue Förderrichtlinien zum Marktanreizprogramm (s. Seite 20).

Anzahl der durch Investitionskostenzuschüsse geförderten Anlagen



Biokraftstoffe

Seit dem 1. Januar 2004 sind in Deutschland neben den bereits vorher von der Mineralölsteuer freigestellten biogenen Reinkraftstoffen im Rahmen der Ökologischen Steuerreform auch biogene Mischungsanteile z. B. von Biodiesel, Bioethanol oder Bio-ETBE in fossilen Kraft- und Bioheizstoffen von der Mineralölsteuer befreit.

Unmittelbar danach begann die Mineralölwirtschaft in nennenswertem Umfang Biodiesel dem fossilen Dieselmotorkraftstoff beizumischen (max. 5 % Anteil). Im Jahr 2004 lag der Anteil der Biokraftstoffe an der Kraftstoffversorgung bei ca. 1,6 % und stieg damit gegenüber dem Vorjahrwert von ca. 1,2 % erheblich. Deutschland ist weltweit der größte Biodieselhersteller. Die Anlagenkapazität zur Herstellung von Biodiesel hat sich in den letzten 10 Jahren verzehnfacht. Im Vergleich zu Biodiesel war die Bedeutung von Bioethanol als Kraftstoff mit einem Absatz von 57.000 Tonnen im vergangenen Jahr noch gering. Doch die Bedeutung von Bioethanol als Kraftstoff wird steigen: Produktionsanlagen mit einer Kapazität von mehreren hundert tausend Jahrestonnen sind in Bau oder inzwischen in Betrieb.

Forschung und Entwicklung im Bereich Erneuerbare Energie

Forschung und Entwicklung der erneuerbaren Energien-Technologien werden flankierend zu den anderen Maßnahmen wie dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder dem Marktanzreizprogramm gefördert. Die erforderlichen Kostensenkungen und die im EEG festgelegte Degression der Vergütungssätze für regenerativen Strom müssen unter anderem durch technische Innovationen erreicht werden.

Die Forschungsförderung ist auch im Hinblick auf arbeitsmarktpolitische Aspekte bedeutsam. Sie kommt unmittelbar den in Deutschland ansässigen Unternehmen zugute und trägt so zur Beschäftigungssicherung bei.

Schwerpunkte der Forschungsförderung

Ziele und Schwerpunkte der Forschungsförderung sind

- die Senkung der Kosten erneuerbarer Energiesysteme,
- die umwelt- und naturverträgliche Weiterentwicklung,
- die Integration ins Stromnetz und
- der rasche Technologietransfer von der Forschung in den Markt.

Im Jahr 2004 wurden in den Bereichen Fotovoltaik, Wind, Geothermie, Niedertemperatur-Solarthermie, solarthermische Kraftwerke sowie Gesamtstrategie und übergeordnete Fragen insgesamt 95 neue Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von über 60 Mio. Euro bewilligt.

Die Schwerpunkte der Forschungsförderung liegen bei der Fotovoltaik und der Windenergieforschung. Bei der Fotovoltaik sind Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erforderlich, weil hier die Vergütungssätze des EEG die höchste Degression aufweisen und entsprechende Kostensenkungen erreicht werden müssen. Zudem besteht hier das größte Innovationspotenzial. Schließlich geht es darum, die international führende Position der deutschen Fotovoltaik-Forschung zu sichern und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen in einem weltweit rasant wachsenden Markt zu verbessern.

Die hohe Bedeutung der Windenergieforschung ergibt sich daraus, dass vor allem im Offshore-Bereich große technische Herausforderungen zu bewältigen sind und Forschungsbedarf zur naturverträglichen Erschließung der Potenziale besteht.

Aber auch in den anderen Bereichen wird die Forschungsförderung auf hohem Niveau fortgesetzt. Um die ambitionierten Ausbauziele der Bundesregierung zu erreichen, werden alle erneuerbare Energien gebraucht. Bei der Geothermie steht dabei im Vordergrund, die wirtschaftliche Machbarkeit der geothermischen Stromerzeugung in den verschiedenen geologischen Formationen - dem Oberrheingraben, dem Süddeutschen Molassebecken und dem Norddeutschen Becken - zu demonstrieren. Eine Übersicht über sämtliche Projekte bietet die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) (<http://oas2.ip.kp.dlr.de/foekat/foekat/foekat>), die auch auf www.erneuerbare-energien.de einsehbar ist.

Bewilligte, laufende und abgeschlossene Projekte 2004

	neu bewilligte Projekte		laufende Projekte		abgeschlossene Projekte	
	[Anzahl]	[1.000 EUR]	[Anzahl]	[1.000 EUR]	[Anzahl]	[1.000 EUR]
Fotovoltaik	20	17.835	116	106.492	24	21.477
Wind	23	12.669	325 ¹⁾	93.543	151	38.968
Geothermie	14	11.862	27	36.029	9	12.267
Niedertemperatur-Solarthermie	9	4.768	40	19.704	9	2.161
solarthermische Stromerzeugung	25	10.412	25	10.412	3	5.954
Sonstiges	4	2.687	10	15.324	3	3.916
Summe	95	60.233	543¹⁾	281.504	199	84.743

1) davon 286 Einzelvorhaben im Rahmen des 250 MW-Wind-Programms

Langfristiges Nutzungspotenzial erneuerbarer Energien für die Strom- und Wärmeerzeugung sowie Kraftstoffe

	Nutzung	Potenziale		Kommentare
	2004	Ertrag	Leistung	
Stromerzeugung	[TWh]	[TWh/a]	[MW]	
Wasserkraft	21,0	24	5.200	Laufwasser und natürlicher Zufluss zu Speichern
Windenergie				
an Land	25,0	55	25.000	
Offshore	-	110	30.000	
Biomasse	9,4	60	10.000	Erzeugung teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung
Fotovoltaik	0,5	105	115.000 ¹⁾	nur geeignete Dach-, Fassaden- und Siedlungsflächen
Geothermie	0,0004	200	30.000	Bandbreite 66 - 290 TWh je nach Anforderungen an eine Wärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung)
Summe	55,8	554		
Anteil bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2004	9,3 %	94 %		
Wärmeerzeugung	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse	59,8	200		einschließlich Nutzwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung
Geothermie	1,6	330		nur Energiebereitstellung aus hydrothermalen Quellen
Solarthermie	2,6	290		nur geeignete Dach- und Siedlungsflächen
Summe	63,9	820		
Anteil bezogen auf Endenergieverbrauch für Wärme²⁾ 2003	4,2 %	55 %		
Kraftstoffe	[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse	11,2	60		
Summe	11,2	60		
Anteil bezogen auf den Kraftstoffverbrauch 2003	1,6 %	8 %		
Anteil bezogen auf den Endenergieverbrauch 2003	5,1 %	56 %		

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

1) Leistungsangabe bezogen auf die Modulleistung (MW_p), die korrespondierende Wechselstromleistung beträgt 106.000 MW

2) Raumwärme, Warmwasser- und sonstige Prozesswärme

Quellen: Arbeitsgemeinschaft DLR, ifeu, WI [27]; Arbeitsgemeinschaft Öko-Institut, FhG-Umsicht, IE, ifeu, izes, TU Berlin, TU Braunschweig, TU München [38]

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

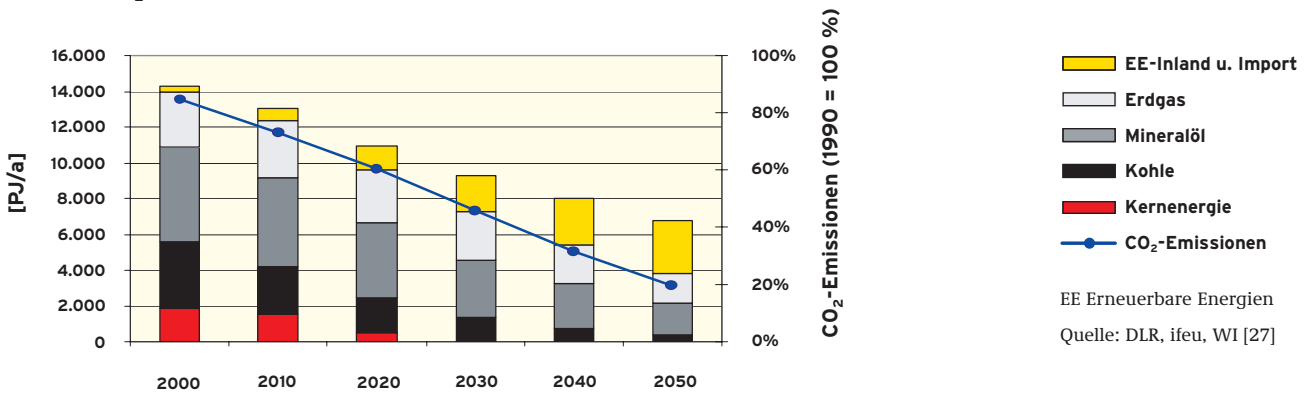
Die hier angegebenen Orientierungswerte berücksichtigen insbesondere auch die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes und stellen somit eher eine Untergrenze des technisch erschließbaren Potenzials dar.

Die energetische Nutzung von Biomasse weist eine hohe Flexibilität auf. Je nach Erfordernis kann sich deshalb die prozentuale Zuordnung 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).

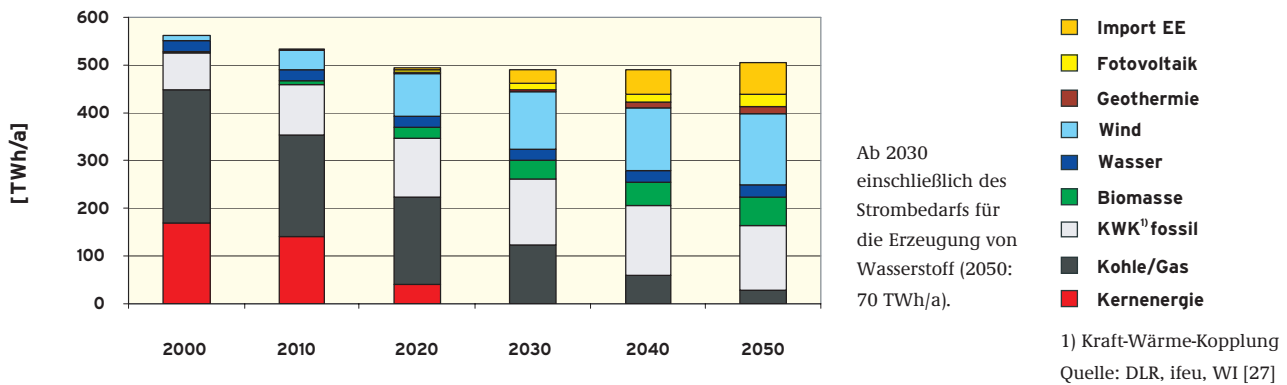
Szenario zum ökologisch optimierten Ausbau erneuerbarer Energien

Das Szenario zeigt eine mögliche Entwicklung der Energiebereitstellung bis zum Jahr 2050, die durch den verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien und eine effizientere Energienutzung die Reduzierung der CO₂-Emissionen um 80 % gegenüber dem Jahr 1990 ermöglicht. Bereits im Jahr 2020 könnten 12 % des Primärenergieverbrauchs und 30 % der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Bis zum Jahr 2050 steigt nach dem Szenario der Anteil an der Stromerzeugung auf 68 % und der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung auf rund 50 %.

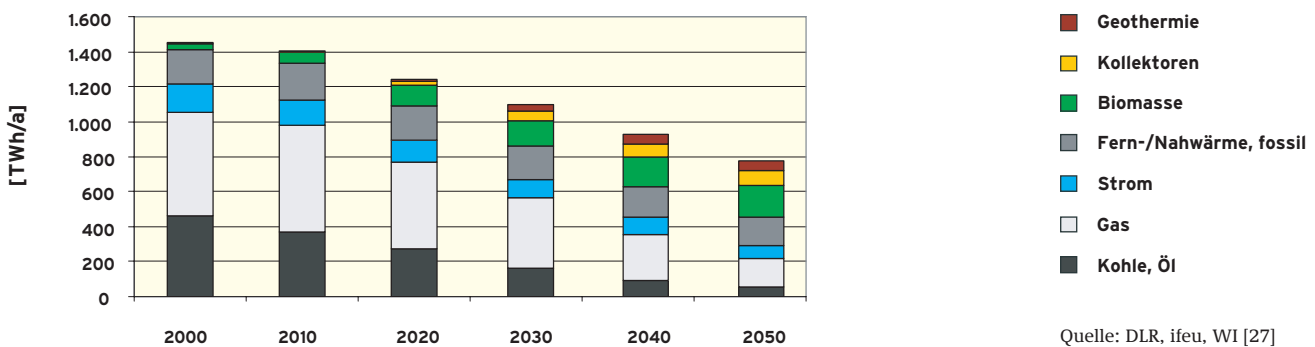
Entwicklung des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050



Entwicklung der Stromerzeugung bis zum Jahr 2050



Entwicklung der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050



Europa: Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch von 1990 bis 2003

Seit 1997 arbeitet die EU-15 auf das Ziel hin, bis zum Jahr 2010 bei den erneuerbaren Energien einen Anteil von 12 % am Bruttoinlandsverbrauch zu erreichen. Mit der Richtlinie 2001/77/EG der Europäischen Kommission wurde ein weiteres als Leitwert dienendes Ziel festgelegt: die Steigerung des Anteils des Stroms aus erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch in der EU-15 bis zum Jahr 2010 auf 22 %. Mit der EU-Erweiterung am 1. Mai 2004 haben die neuen Mitgliedsstaaten die Richtlinie 2001/77/EG anerkannt, und die nationalen Zielwerte wurden festgelegt. Hieraus ergibt sich für die EU-25 ein Richtwert von 21 % am Stromverbrauch bis zum Jahr 2010. Die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Europa, ergänzt um einen weltweiten Überblick, wird auf den folgenden Seiten dokumentiert.

Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch

	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 ¹⁾	2003 ¹⁾
	[%]									
Belgien	1,4	1,4	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,2
Dänemark	6,3	7,5	7,4	8,3	8,8	9,6	10,7	11,3	12,5	12,0
Deutschland	2,1	1,9	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	2,8	3,1	3,3
Finnland	18,5	21,4	19,8	20,6	21,8	22,1	24,0	22,7	22,2	21,2
Frankreich	5,4	7,6	7,2	6,9	6,8	7,0	6,8	6,9	6,2	6,3
Griechenland	5,0	5,3	5,4	5,2	4,9	5,4	5,0	4,6	4,7	5,3
Großbritannien	0,5	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3
Irland	1,6	2,0	1,6	1,6	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8
Italien	5,3	5,5	5,9	5,3	5,4	5,8	5,2	5,5	5,3	6,1
Luxemburg	1,3	1,4	1,2	1,4	1,5	1,3	1,6	1,3	1,4	1,4
Niederlande	1,3	1,2	1,6	1,8	1,9	2,1	2,1	2,1	2,2	1,4
Österreich	22,6	23,2	20,7	21,2	20,8	22,5	22,7	23,6	24,1	19,8
Portugal	17,3	13,3	16,1	14,7	13,6	11,1	12,9	15,7	14,0	16,9
Schweden	24,6	25,6	23,6	27,6	28,2	27,8	31,6	28,8	27,3	26,5
Spanien	6,7	5,7	7,0	6,4	6,2	5,2	5,8	6,5	5,4	6,7
EU-15	5,0	5,4	5,3	5,5	5,6	5,6	5,8	5,9	5,8	5,9
Estland	k.A.	7,0	11,5	10,7	9,7	10,4	11,0	10,6	10,5	k.A.
Lettland	k.A.	13,3	18,0	40,1	43,5	30,1	28,9	35,0	35,3	k.A.
Litauen	k.A.	3,0	3,2	6,5	6,5	7,9	9,0	8,3	7,9	k.A.
Polen	1,6	3,9	3,6	3,7	4,0	4,0	4,2	4,5	4,7	4,5
Slowakei	1,5	2,8	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	4,0	3,8	3,1
Slowenien	k.A.	9,1	9,2	7,7	8,2	8,8	11,6	11,5	11,0	k.A.
Tschech. Republik	0,3	1,5	1,4	1,5	1,6	1,9	1,5	1,7	2,1	1,5
Ungarn	1,7	2,4	1,9	2,1	1,9	1,5	1,7	1,6	1,7	1,9
Zypern	0,4	2,1	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	k.A.
EU-25 ²⁾	4,5	5,1	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	5,7	k.A.

1) vorläufig
2) keine Nutzung erneuerbarer Energien in Malta

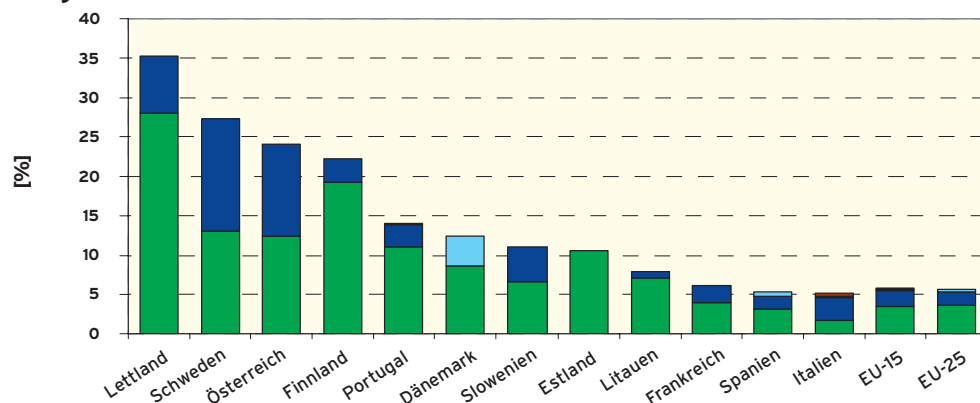
Quellen: nach Eurostat [52];
nach IEA [26]; IEA [31]

Struktur des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch in ausgewählten EU-Ländern im Jahr 2002

- Geothermie
- Windenergie
- Wasserkraft
- Biomasse

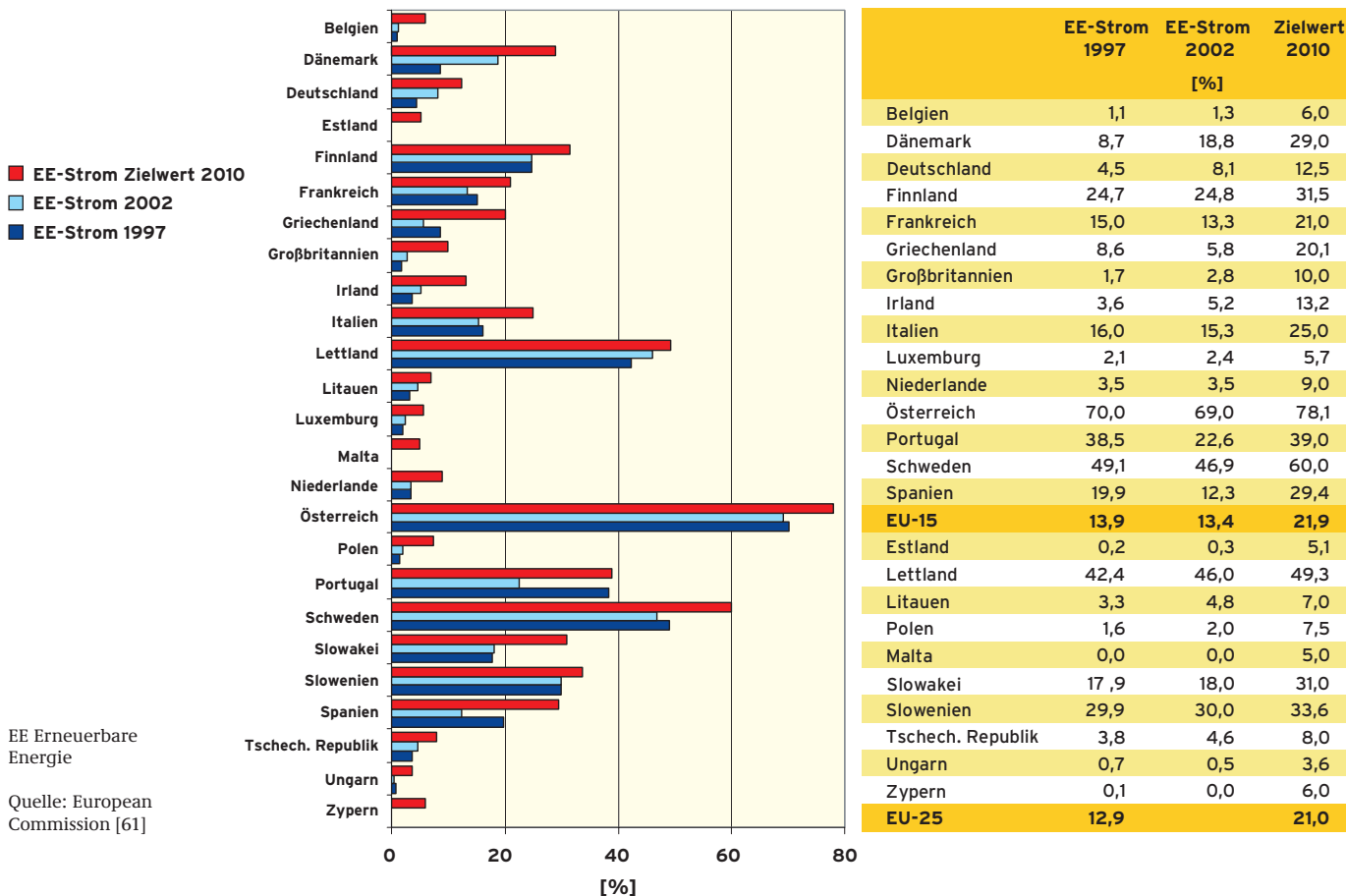
restliche EU-Länder: Anteil am Primärenergieverbrauch < 5 %

Quellen: ZSW [3] (nach den einzelnen für die EU angegebenen Quellen)



Die in europäischen und internationalen Statistiken angegebenen Daten zur Energiebereitstellung und -nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland weichen zum Teil von den Angaben deutscher Quellen ab. Neben der unterschiedlichen Datenherkunft spielen hierbei auch abweichende Bilanzierungsmethoden eine Rolle (s. a. Anhang Abs. 8). Im Teil „Europa“ werden aus Konsistenzgründen für Deutschland die Daten aus den internationalen Statistiken übernommen. Die detaillierteren Angaben der nationalen Quellen auf den vorangehenden Seiten sind jedoch i.d.R. belastbarer.

Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien im europäischen Elektrizitätsbinnenmarkt



EE Erneuerbare Energie
Quelle: European Commission [61]

Im Oktober 2001 ist die Richtlinie zur Förderung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen im europäischen Elektrizitätsbinnenmarkt in Kraft getreten. Ziel der Gemeinschaft: Erhöhung des Anteils regenerativer Quellen an der Stromerzeugung von 14 % im Jahre 1997 auf 22 % bis 2010 in der EU-15 bzw. 21 % in der EU-25. Die EU-Kommission hat in einem Bericht vom Mai 2004 festgestellt, dass neben Deutschland lediglich Dänemark, Spanien und Finnland auf gutem Weg sind, ihre nationalen Ziele zu erreichen; dies heißt für Deutschland 12,5 % in 2010 bei gegenwärtig 9,3 % (2004) Anteil am gesamten Stromverbrauch.

Der EU-Energieministerrat hat im November 2004 die Kommission zu Vorschlägen für Ziele bei den erneuerbaren Energien nach 2010 aufgefordert, damit er darüber im Jahr 2007 entscheiden kann und dadurch ein Signal für Investitionssicherheit in der gesamten Branche gesetzt wird.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-15 von 1990 bis 2003

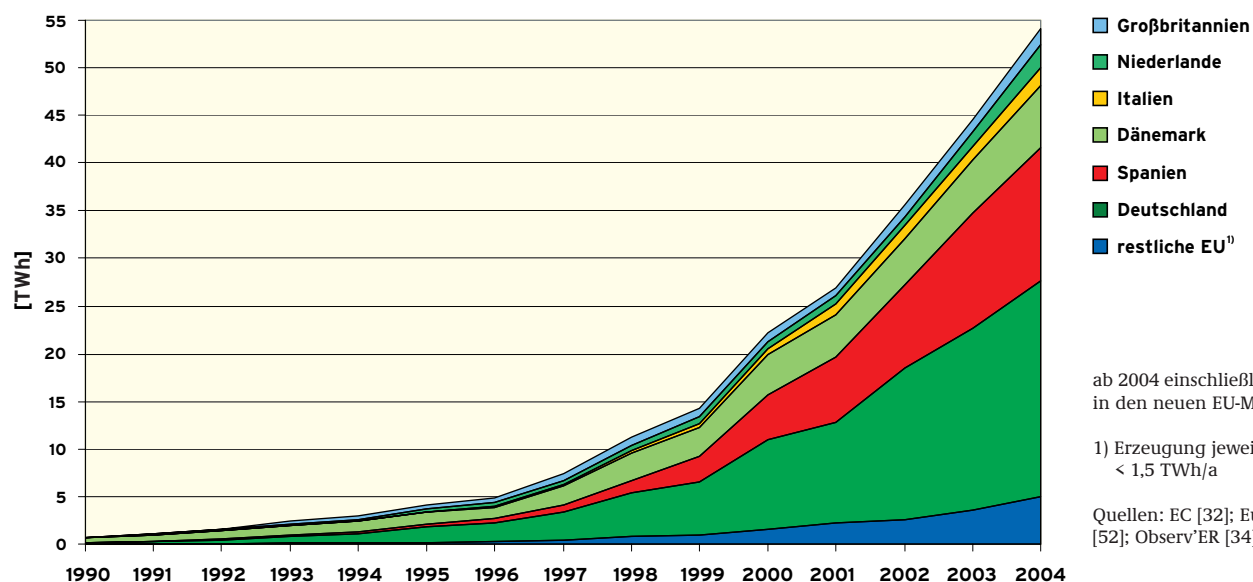
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ¹⁾
	[TWh]													
Biomasse ²⁾	15,4	15,9	17,4	18,9	20,9	23,4	27,3	28,4	31,8	35,1	39,4	41,2	48,1	k.A.
Wasserkraft ³⁾	240,1	264,4	281,4	285,6	293,5	287,2	287,5	292,6	301,7	300,8	316,3	335,1	275,3	279,4
Windenergie	0,8	1,1	1,6	2,4	3,0	4,1	4,9	7,3	11,3	14,2	22,3	27,0	35,6	44,6
Geothermie	3,2	3,2	3,5	3,7	3,4	3,4	3,8	3,9	4,3	4,5	4,8	4,5	4,8	5,2
Fotovoltaik	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,11	0,20	0,26	0,42
Summe	259,5	284,6	303,9	310,6	320,8	318,1	323,4	332,3	349,2	354,7	382,9	408,0	360,4	377,7⁵⁾
Anteil EE⁴⁾ an Bruttostromverbrauch [%]	12,4	12,7	13,5	13,8	14,0	13,6	13,4	13,6	13,9	13,9	14,5	15,1	13,2	13,8

- 1) vorläufige Angaben
- 2) einschließlich städtischem Abfall und Biogas
- 3) für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss
- 4) EE Erneuerbare Energie
- 5) für Biomasse Wert 2002 angesetzt

Quellen:
 Biomasse: EC [32]; Eurostat [52];
 Wasserkraft: EIA [33]; IEA [31];
 Windenergie: EC [32]; Observ'ER [34], [46]; Eurostat [52];
 Geothermie: Systèmes Solaires [39]; Observ'ER [35], [62], [36];
 Fotovoltaik: Eurostat [52]; IEA [31]
 Anteil EE: ZSW [3]

Die geothermische Stromerzeugung in der EU beschränkt sich im Wesentlichen auf Italien. Darüber hinaus wird auf Guadeloupe (französisch) und auf den Azoren (portugiesisch) in geringem Umfang geothermischer Strom erzeugt. Pilotanlagen existieren in Frankreich, Österreich und Deutschland, in Griechenland wurde mit dem Bau von Anlagen begonnen.

Stromerzeugung aus Windenergie in der EU von 1990 bis 2004



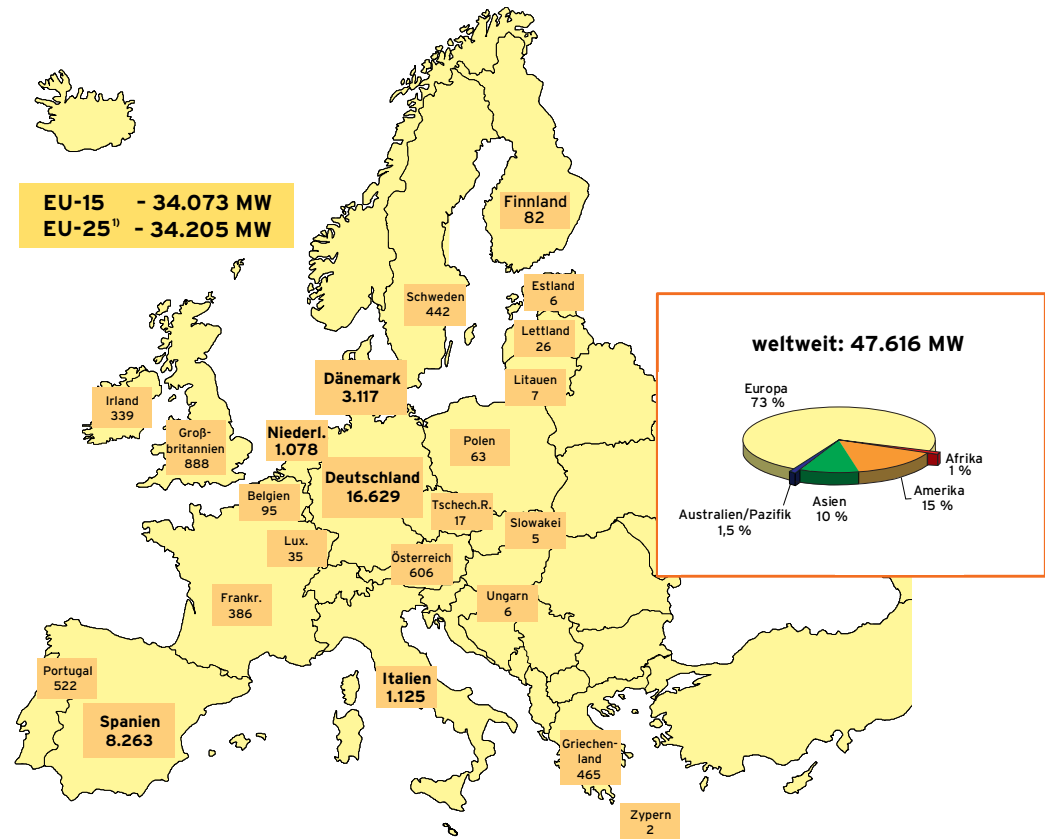
ab 2004 einschließlich Erzeugung in den neuen EU-Mitgliedstaaten

1) Erzeugung jeweils < 1,5 TWh/a

Quellen: EC [32]; Eurostat [30], [52]; Observ'ER [34], [46]

In den EU-Beitrittsländern besteht nur in Polen (63 MW), Lettland (26 MW) und der Tschechischen Republik (17 MW) ein nennenswerter Markt für Windenergieanlagen. Im Jahr 2004 wurden in den neuen Mitgliedsstaaten insgesamt etwa 200 GWh (2003: 178 GWh) Strom aus Wind erzeugt.

Gesamte installierte Windleistung in der EU Ende 2004



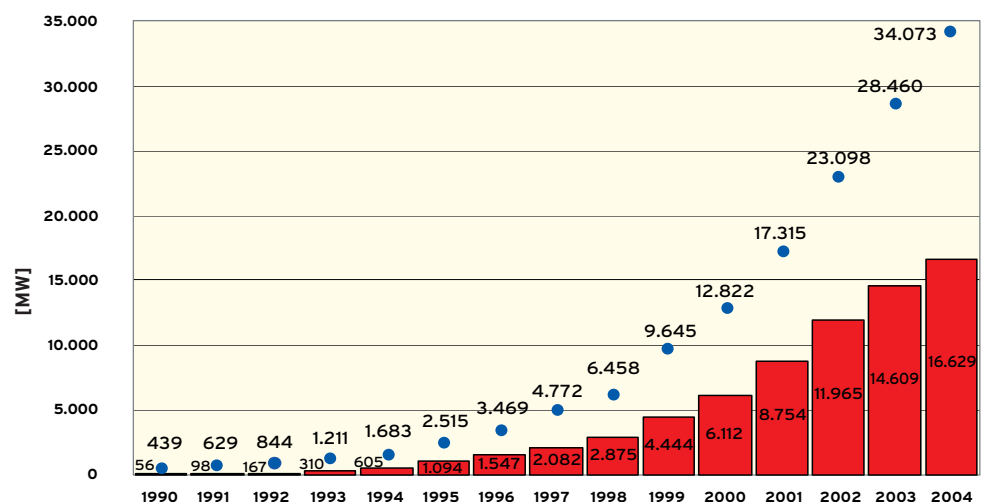
Angaben in MW

1) keine Windenergienutzung in Malta und Slowenien

Quellen: EWEA [50]; WWEA [60]

Entwicklung der installierten Windleistung in der EU-15 von 1990 bis 2004

■ Deutschland
● EU-15



Quellen: EWEA [59], [50]; BWE [47]

Die Windenergienutzung hat in den vergangenen Jahren besonders in den Ländern der EU-15 einen sehr dynamischen Aufschwung genommen. Zunächst in Dänemark, seit Beginn der 1990er Jahre vor allem in Deutschland und später auch in Spanien und einigen anderen Ländern. Die installierte Leistung in der EU hat sich allein in den vergangenen fünf Jahren auf über 34.000 MW mehr als verdoppelt. Gut die Hälfte davon entfällt auf Deutschland. Weltweit sind annähernd 48.000 MW installiert, davon mehr als ein Drittel in Deutschland.

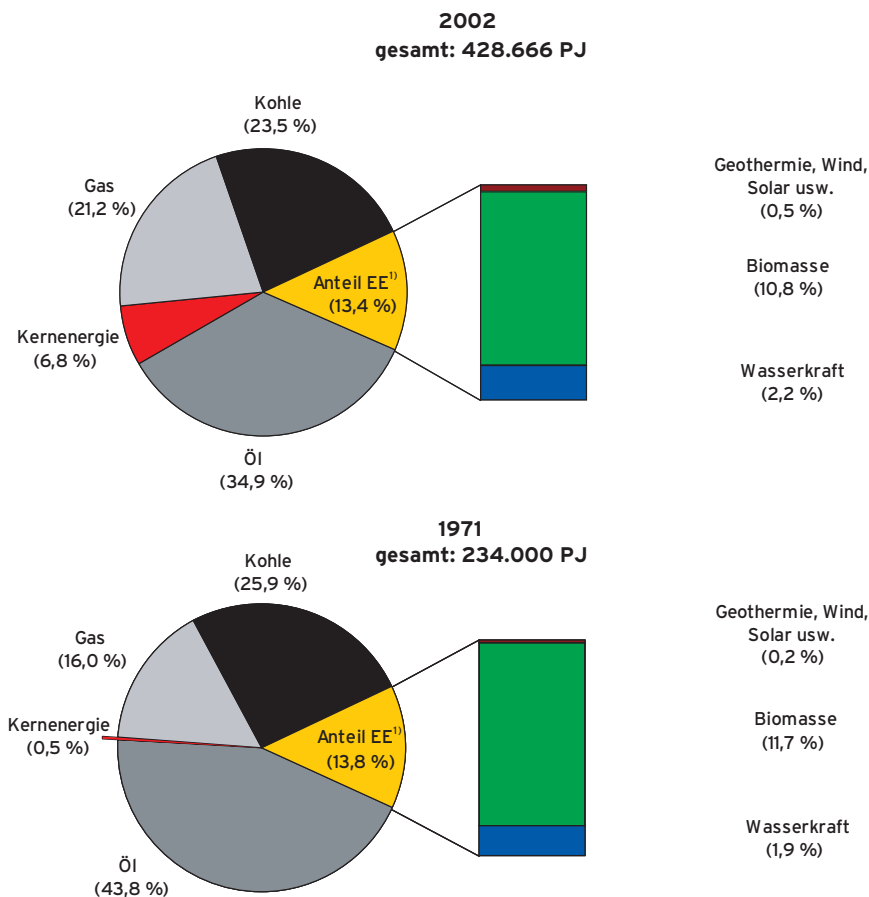
Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien

Der hohe Stellenwert erneuerbarer Energien für eine nachhaltige Entwicklung ist weitgehend anerkannt. Ihr Anteil am Welt-Primärenergieverbrauch liegt derzeit aber mit 13,4 % (siehe auch Anhang Abs. 9) noch auf ähnlichem Niveau wie zu Beginn der 70er Jahre. Zwar hat sich die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien seither nahezu verdoppelt, gleichzeitig stieg aber auch die Nutzung fossiler Energieträger und der Kernenergie.

Zur Bewältigung der Herausforderungen an die globale Energieversorgung und insbesondere den Klimaschutz muss neben der effizienteren Nutzung von Energie auch die Entwicklungsdynamik der erneuerbaren Energien erhöht werden. Dies gilt vor allem für Windenergie, Solarenergie und Geothermie, aber auch für moderne Verfahren der Biomassenutzung. Denn die bislang dominierenden klassischen Nutzungsformen – Wärmebereitstellung aus Brennholz und Holzkohle sowie Stromerzeugung aus Wasserkraft – stoßen zunehmend an ihre Grenzen.

Die Bundesregierung und die Europäische Union haben sich verpflichtet, den Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung bereits bis zum Jahr 2010 zu verdoppeln.

Struktur des Welt-Primärenergieverbrauchs im Jahr 2002 im Vergleich zum Jahr 1971

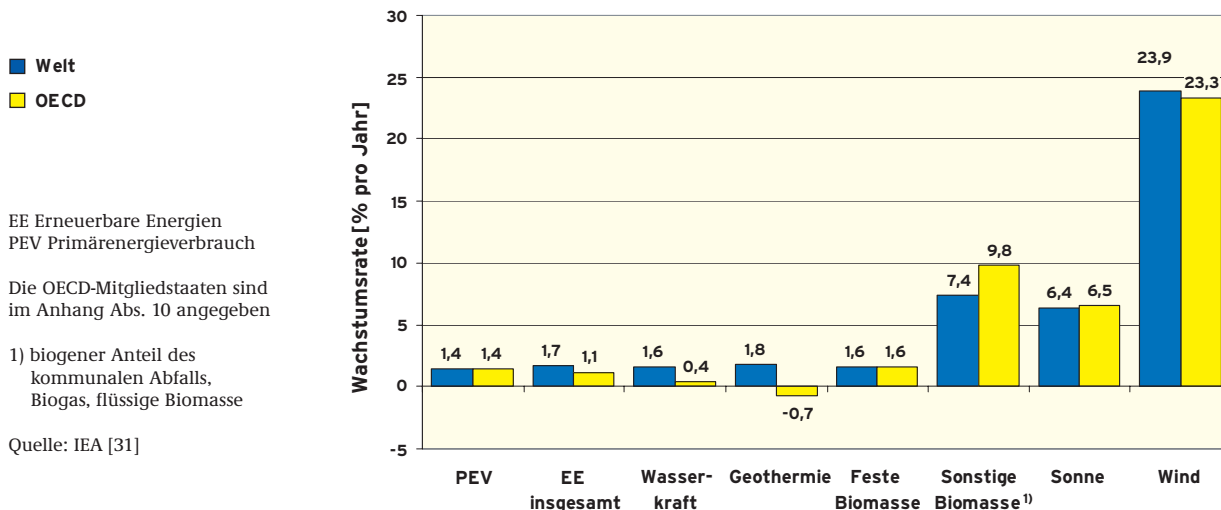


1) EE Erneuerbare Energien

Quellen: IEA [31]; [23]

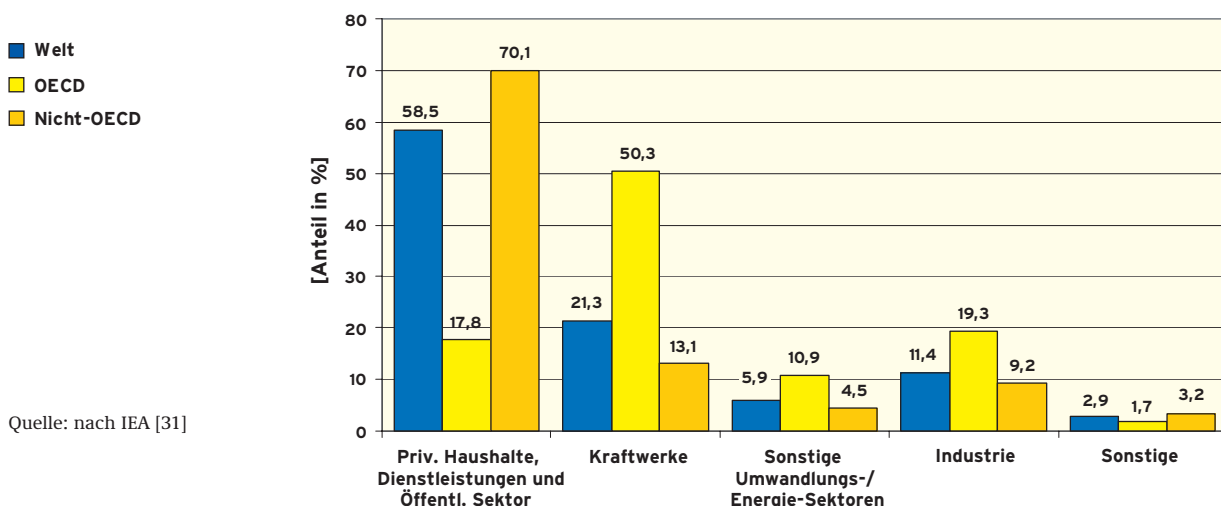
Entsprechend internationaler Vereinbarungen wird Elektrizität aus Kernenergie primärenergetisch mit einer durchschnittlichen Umwandlungseffizienz von 33 % bewertet. Bei Elektrizität aus Wasserkraft werden hingegen näherungsweise 100 % angesetzt. Dadurch ergibt sich für den Anteil der Kernenergie am Primärenergieverbrauch ein deutlich höherer Wert, während die Beiträge zur Stromerzeugung in beiden Fällen nahezu gleich sind; siehe Anhang Abs. 4.

Mittlere Wachstumsraten des Primärenergieverbrauchs und der erneuerbaren Energien im Zeitraum 1990 bis 2002



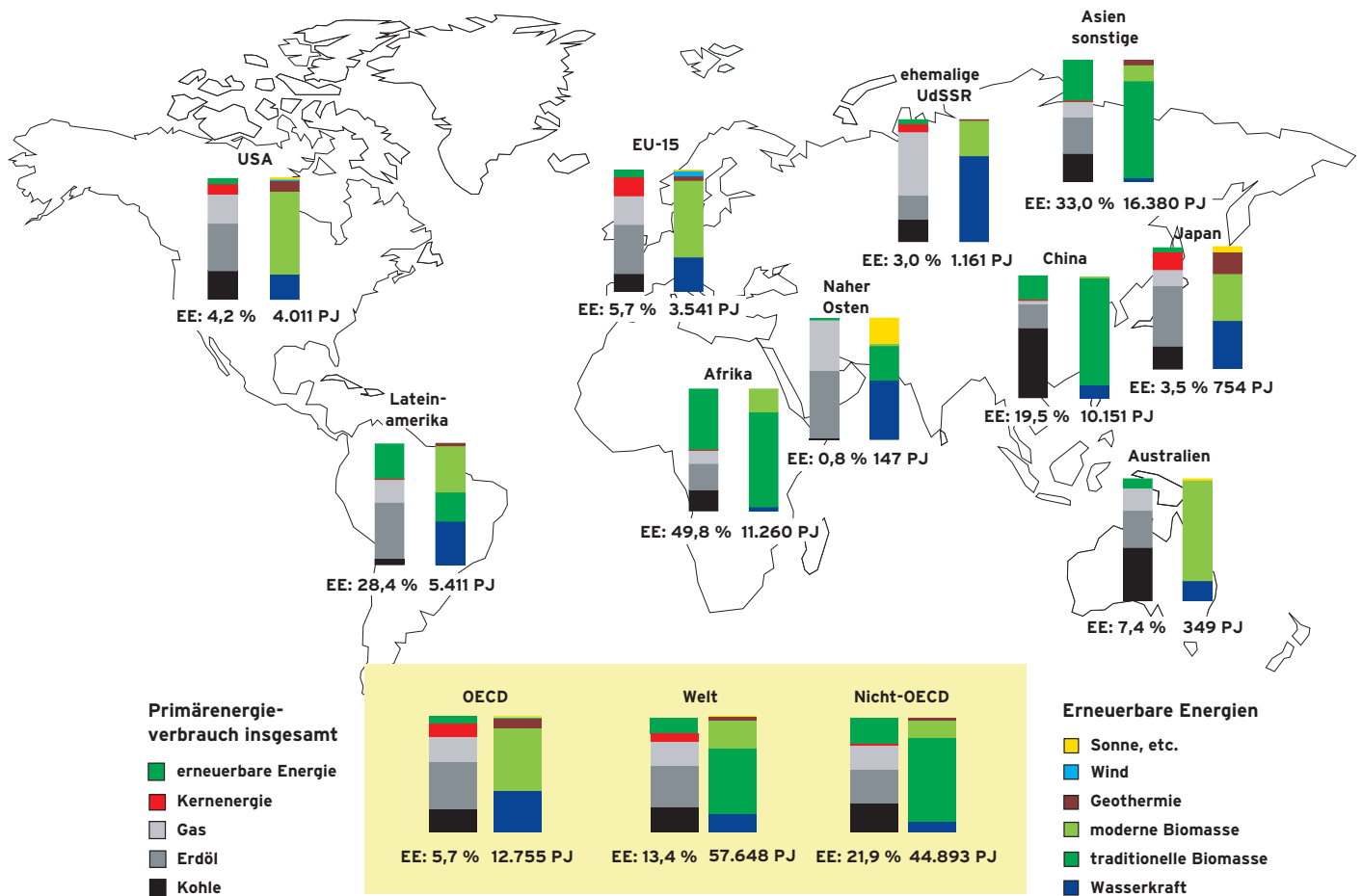
Vor dem Hintergrund verschiedener Klimaschutzziele, u.a. denen des Kyoto-Protokolls, ist die Entwicklung der erneuerbaren Energien seit dem Jahr 1990 von besonderem Interesse. Seither ist es jedoch nicht gelungen, ihren Stellenwert in der Energieversorgung deutlich zu erhöhen. Zwar stieg die Energiebereitstellung bis zum Jahr 2002 weltweit um durchschnittlich 1,7 % p.a., das Wachstum lag jedoch nur geringfügig über dem des gesamten Primärenergieverbrauchs von 1,4 % p.a. In den westlichen Industrieländern (OECD) ging der Beitrag erneuerbarer Energien sogar von 5,9 % im Jahr 1990 auf 5,7 % im Jahr 2002 zurück.

Struktur der Nutzung erneuerbarer Energien nach Anwendungsbereichen im Jahr 2002



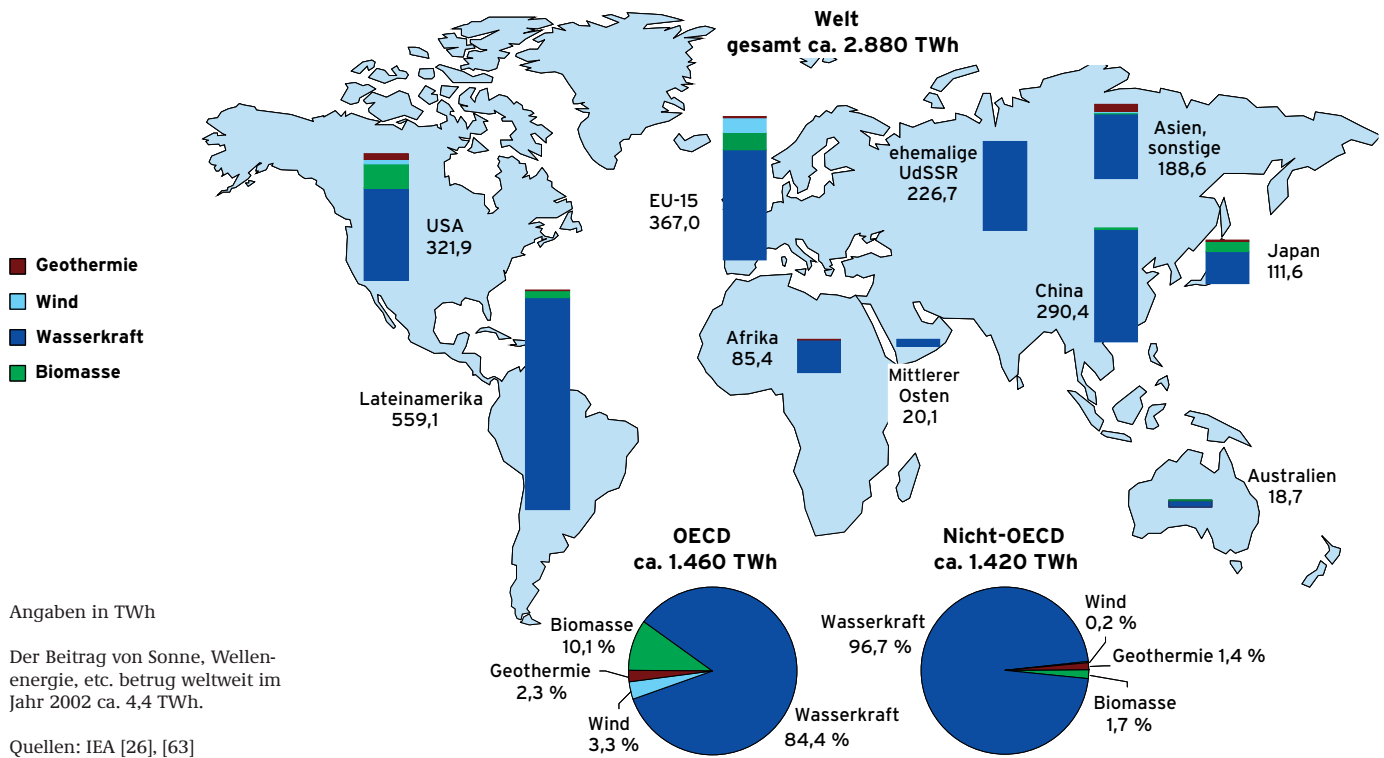
Weltweit werden heute etwa 60 % der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung in privaten Haushalten sowie im öffentlichen Sektor und im Dienstleistungssektor genutzt. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um Holz und Holzkohle. Den zweiten wichtigen Anwendungsbereich stellt die Stromerzeugung dar. Allerdings bestehen erhebliche regionale Unterschiede: Während in den westlichen Industrieländern (OECD) die Hälfte der erneuerbaren Energien der Stromerzeugung dient, sind es in den Nicht-OECD-Ländern nur 13 %. Entsprechend groß ist hier mit über 70 % der Anteil zur dezentralen Wärmebereitstellung, der in den OECD-Ländern nur rund 18 % beträgt.

Anteile erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch in verschiedenen Regionen im Jahr 2002

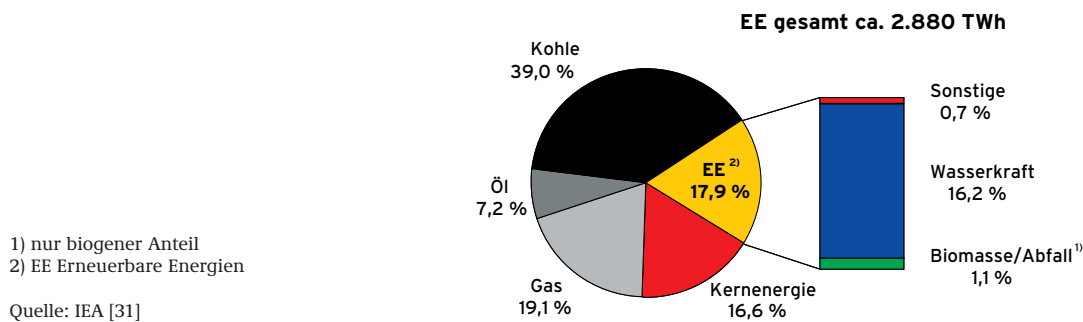


Besonders hoch ist der Anteil der allgemein als erneuerbar bezeichnete Energieformen in Afrika. Ursächlich ist hierfür die traditionelle Nutzung von Biomasse, die jedoch über weite Strecken nicht nachhaltig ist. Einfache Formen des Kochens und Heizens haben Gesundheitsschäden durch offenes Feuer sowie die hier vielfach irreversible Abholzung der Wälder zur Folge. Die Nutzung der Wasserkraft durch große Staudämme stellt zuweilen ebenfalls eine nicht nachhaltige Nutzung der erneuerbaren Energien dar, da sie z. T. mit gravierenden sozialen und ökologischen Folgen einhergeht. Die erfolgreiche Bekämpfung der Armut ist eine Grundvoraussetzung für den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in verschiedenen Regionen im Jahr 2002



Anteile erneuerbarer Energien an der weltweiten Stromerzeugung im Jahr 2002



Der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Stromerzeugung beträgt weltweit 17,9 % und ist seit dem Jahr 1990 (19,3 %) leicht zurückgegangen. Ursächlich hierfür ist das relativ geringe Wachstum der Wasserkraftnutzung in den westlichen Industrieländern (OECD), das hinter dem Anstieg der gesamten Stromerzeugung zurück blieb. Durch die Nutzung anderer Ressourcen wie z. B. der Biomasse oder Windenergie wurde dies nicht kompensiert. Weltweit dominiert innerhalb der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien die Nutzung von Wasserkraft. Auf sie entfallen etwa 90 % (entsprechend 16,2 % der gesamten Stromerzeugung), während Biomasse 6 % und die übrigen erneuerbaren Energien fast 4 % beitragen.

Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien - renewables2004 - und der Folgeprozess



Die „Renewables“-Konferenz, die vom 1. bis 4. Juni 2004 in Bonn auf Einladung von Bundeskanzler Schröder stattfand, war ein voller Erfolg. Von ihr ging ein weltweites Aufbruchsignal hin zu einem stärkeren Ausbau erneuerbarer Energien aus. Insgesamt 3.600 Teilnehmerinnen und Teilnehmer, darunter 121 Ministerinnen und Minister sowie Vertreterinnen und Vertreter internationaler Organisationen, der Zivilgesellschaft und der Privatwirtschaft demonstrierten Entschlossenheit zu einer „globalen Energiewende“ und transportierten zwei zentrale politische Botschaften:

- Erneuerbare Energien sind – neben der Erhöhung der Energieeffizienz – unverzichtbar für den Klimaschutz und ermöglichen eine sichere, vom Öl unabhängige Energieversorgung.
- Erneuerbare Energien können einen wichtigen Beitrag zur Überwindung der weltweiten Armut leisten.

Das internationale Aktionsprogramm (IAP), eines der drei offiziellen Konferenzergebnisse, hat wesentlich zum Erfolg der Konferenz beigetragen. Auf den „Call for Actions and Commitments“ wurde weltweit geantwortet. Das IAP umfasst knapp 200 Aktionen aus allen Regionen der Welt. Die Beiträge erstrecken sich über das gesamte Themenspektrum der Konferenz: Ausbauziele, Gestaltung von förderlichen politischen Rahmenbedingungen, Stärkung privater und öffentlicher Finanzierung, Entwicklung von Kapazitäten in Ausbildung, Forschung und Entwicklung.

Die Effekte des IAP auf Klimaschutz, Armutsbekämpfung und Investitionen in erneuerbaren Energien sind erheblich. Mit der Umsetzung des Internationalen Aktionsprogramms wird der weltweite Ausstoß von CO₂ Abschätzungen zufolge ab dem Jahr 2015 um 1,2 Mrd. t CO₂/Jahr sinken. Dies entspräche rund 5 % der globalen CO₂-Emissionen. Wesentlichen Anteil daran hat der chinesische Beitrag: So plant China die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der installierten elektrischen Gesamtleistung auf 10 % bis 2010. Dies entspricht 60 GW installierter Leistung aus kleinen Wasserkraftwerken (50 GW), Windenergie (4 GW), Biomasse (6 GW) sowie aus Solarenergie (450 MW). Um diese Ziele zu erreichen, hat China eine eigene nationale Strategie für erneuerbare Energien entwickelt, wofür die Regierung in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren insgesamt rund 50 Mrd. Euro aufbringen wird.

Deutschland hat ebenfalls einen besonderen Beitrag zum IAP geleistet. Bundeskanzler Gerhard Schröder kündigte an, dass die Bundesregierung von 2005 an für fünf Jahre 500 Mio. Euro zusätzlich für eine neue Finanzierungsfazilität bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau bereitstellen wird. Damit erhöht Deutschland seine schon 2002 in Johannesburg gegebene Zusage, 1 Mrd. Euro für Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien bereit zu stellen.

Die Philippinen haben sich zum Ziel gesetzt, den Anteil erneuerbarer Energien an der nationalen Energieversorgung bis 2013 um 100 % auf insgesamt 4.700 MW zu steigern - vor allem über die Nutzung von Erdwärme und Windenergie. Damit werden die Philippinen zum weltgrößten Produzenten von geothermisch erzeugter Energie sowie zum führenden Windstromerzeuger Südostasiens aufsteigen.

Der Finanzierungsfonds „Globale Umweltfazilität“ (GEF) sagte zu, jährlich 100 Mio. US-Dollar einzusetzen, um anspruchsvolle Erneuerbare-Energien-Projekte in Entwicklungsländern zu unterstützen. Dadurch sollen Gesamtinvestitionen von ca. 500 Mio. US-Dollar pro Jahr ausgelöst werden. Die Europäische Investitionsbank (EIB) hat angekündigt, ihre Zusagen im Bereich erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung bis zum Jahr 2010 auf 50 % zu erhöhen. Damit wird sich im Jahr 2010 die jährliche Unterstützung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz auf ca. 600 Mio. Euro belaufen, was einer Verdreifachung der bisherigen Summe entspricht.

Die offizielle Abschlussdokumentation, welche die zentralen Konferenzdokumente vereint, und die aktuelle Auswertung sind abrufbar unter www.renewables2004.de.

Anhang: Methodische Hinweise

Die hier veröffentlichten Angaben geben teilweise nur vorläufige Ergebnisse wieder. Dies gilt auch für einzelne Zeitreihen, die derzeit durch die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat) geprüft werden (s. a. www.erneuerbare-energien.de). Bis zur Veröffentlichung endgültiger Angaben können sich im Vergleich zu früheren Publikationen Änderungen ergeben.

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.

Differenzen zwischen den Werten in den Tabellen und den entsprechenden Spalten- bzw. Zeilensummen ergeben sich auf Grund von Rundungen.

1. Berechnung der Emissionsfaktoren für die Stromerzeugung

Die Angaben zur Emissionsvermeidung beruhen auf Erkenntnissen aus der Arbeit des Fraunhofer Instituts System- und Innovationsforschung „Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien“ [41]. Hier wurde detailliert untersucht, in welchem Ausmaß erneuerbare Energien bei dem zurzeit vorhandenen Kraftwerkspark konventionelle Energieträger tatsächlich ersetzen.

Die Windstromeinspeisung substituiert zum Großteil Strom aus mit Steinkohle befeuerten Mittellastkraftwerken, zum kleineren Anteil Strom aus Erdgaskraftwerken und in Starkwindzeiten sowie bei niedriger Last auch aus Braunkohlekraftwerken. Wasserkraft dagegen ersetzt auf Grund seiner Einspeisecharakteristik Braunkohle in der Grundlast. Das Gleiche gilt für die Stromerzeugung aus Geothermie, Deponie- und Klärgas. Dagegen folgen Biogasanlagen, sei es, dass sie wärme- oder stromgeführt arbeiten, tageszeitlich und saisonal der Netzlast. Sie ersetzen somit Mittel- (Steinkohle) und Spitzenlastkraftwerke (Erdgas). Flüssige und feste biogene Brennstoffe, die auf Grund ihrer Lagerfähigkeit flexibel eingesetzt werden, substituieren überwiegend Steinkohle, in geringerem Maße Braunkohle und Erdgas. Die Stromerzeugung mit Fotovoltaik, die mit ihrem Erzeugungsprofil der Stromnachfrage folgt und somit überwiegend Spitzenlaststromerzeugung ist, substituiert zu einem großen Anteil Erdgas, teilweise Steinkohle.

Bei der Kernenergie wird aufgrund des gegenwärtig zur Verfügung stehenden Grundlastangebots keine Substitution durch erneuerbare Energien angenommen, da sie gegenüber den gleichfalls in Grundlast eingesetzten Braunkohlekraftwerken niedrigere Grenzkosten aufweist.

1) nur biogener Anteil

Quelle: ISI [41]

	Substitution			
	Kernkraft	Braunkohle	Steinkohle	Gas
Wind	0 %	20 %	70 %	10 %
Geothermie & Wasser	0 %	100 %	0 %	0 %
Biomasse/Abfall ¹⁾	0 %	30 %	60 %	10 %
Fotovoltaik	0 %	0 %	50 %	50 %
Biogas	0 %	0 %	70 %	30 %
Klär- u. Deponiegas	0 %	100 %	0 %	0 %

Die Emissionsfaktoren wurden entsprechend der hier aufgelisteten Brennstoff-Substitution ermittelt.

2. Berechnung der Emissionsfaktoren und der vermiedenen Emissionen für die Wärmeerzeugung

Die Berechnung berücksichtigt nur direkte Emissionen (inklusive Hilfsstrom und Wärmeverteilung), d. h. keine vor- und nachgelagerten Prozesse wie z. B. die Herstellung oder die Entsorgung von Anlagen.

Dabei wird von folgender Struktur des durch erneuerbare Energien substituierten Wärmebereitstellungsmixes ausgegangen:

Erdgas	Heizöl	Kohle	Strom
52,9 %	41,5 %	1,5 %	4,1 %

Quellen: nach VDEW [17]; nach Statistisches Bundesamt [44]

3. CO₂- und SO₂-Äquivalent

CO₂-Äquivalent

Wichtige Treibhausgase sind die so genannten 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 CO₂-Äquivalent der Kyoto-Gase berechnet sich durch Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases und gibt an, welche Menge an CO₂ in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde.

Gas	relatives Treibhauspotenzial ¹⁾		
CO ₂	Kohlendioxid	1 ²⁾	1 ²⁾
CH ₄	Methan	23	21
N ₂ O	Lachgas	296	310
SF ₆	Schwefelhexafluorid	22.200	23.900
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe	12 - 12.000	140 - 11.700
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe	8.600 - 11.900	6.500 - 9.200

Die Werte geben den derzeitigen wissenschaftlichen Stand nach IPCC [65] wieder. Für das Kyoto-Protokoll sind die kursiv gedruckten Werte nach IPCC [51] relevant. In dieser Broschüre wurde mit den neuen Angaben gerechnet.

- 1) bezogen auf einen Zeithorizont von ca. 100 Jahren
2) Referenzsubstanz

Gas	relatives Versauerungspotenzial	
SO ₂	Schwefeldioxid	1
NO _x	Stickoxide	0,696
HF	Flusssäure	1,601
HCl	Salzsäure	0,878
H ₂ S	Schwefelwasserstoff	0,983
NH ₃	Ammoniak	3,762

Analog zum CO₂-Äquivalent wird das Versauerungspotenzial von SO₂, NO_x, HF, HCl, H₂S und NH₃ bestimmt. Das SO₂-Äquivalent dieser Luftschadstoffe gibt an, welche Menge an SO₂ die gleiche versauernde Wirkung aufweist.

Quelle: GEMIS, Öko-Institut Darmstadt [2]

4. Berechnung des Primärenergieäquivalents für Strom, Wärme und Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien

Bei Strom aus Energieträgern, denen kein Heizwert zugerechnet werden kann, wie Wasserkraft, Windenergie und Fotovoltaik, wird bei der Wirkungsgradmethode aus der Endenergie mit Hilfe eines Wirkungsgrades von 100 % auf die Primärenergie geschlossen. Damit entspricht 1 kWh Strom aus z. B. Wasserkraft einem Primärenergieäquivalent von 1 kWh.

Bei der Substitutionsmethode wird als Primärenergieäquivalent für Strom aus Wasserkraft, Windenergie und Fotovoltaik der Brennstoff angegeben, der durch die Stromerzeugung des jeweiligen Energieträgers in konventionellen Kraftwerken substituiert wird. Für die Berechnung der Brennstoffeinsparung wird das unter 1. zitierte Gutachten verwendet.

Zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents für Strom aus Biomasse wird bei beiden Methoden ein sogenannter durchschnittlicher Substitutionsfaktor angewandt. Er wird ermittelt aus dem Verhältnis der für die Stromerzeugung in öffentlichen Kraftwerken eingesetzten fossilen Brennstoffe zur Bruttostromerzeugung aus diesen Energieträgern und beträgt für das Jahr 2004 8.309 kJ/kWh (Stand 2004, vorläufig) [AGEB 1]. Eine Ermittlung eines Primärenergieeinsatzes für die unterschiedlichen Technologien findet hier nicht statt.

Zur Ermittlung des Primärenergieäquivalents der Bereitstellung von Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien werden hier Endenergie und Primärenergie gleichgesetzt.

5. Energiebereitstellung aus Fotovoltaik und Solarthermie

Fotovoltaik

Die angegebene Stromerzeugung errechnet sich aus der installierten Leistung und dem spezifischen Stromertrag, der vom Solarenergie-Förderverein Deutschland [28] als Durchschnittswert für Deutschland (2004 rund 1.900 Anlagen) ermittelt wird. Dieser Wert schwankte in den Jahren 1992 bis 2004 zwischen 760 und 1.025 kWh/kW_p. Für die Jahre vor 1992 wurden 800 kWh/kW_p angesetzt. Da wegen des Anlagenzubaus die im Laufe eines Jahres zur Verfügung stehende Leistung geringer ist als die angegebene installierte Leistung am Jahresende, wurde bis einschließlich 2003 der Leistungszuwachs jeweils nur zur Hälfte für die Berechnung der Stromerzeugung in jenem Jahr berücksichtigt. 2004 wurde erstmalig die Stromerzeugung des Zubaus nach dem Verlauf von monatlichen Absatzzahlen und den korrespondierenden Einstrahlungsbedingungen abgeschätzt.

Solarthermie

Die angegebene Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Ertrag von 450 kWh/m² für verglaste Kollektoren bzw. 300 kWh/m² für Schwimmbadabsorber. 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.

6. Einsparung fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien

Die Einsparung fossiler Brennstoffen wird bei der Stromerzeugung anhand der typischen Nutzungsgrade von Braunkohle-, Steinkohle- und Erdgaskraftwerken errechnet. Für die Festlegung, welche konventionellen Kraftwerke ersetzt werden, wird das unter 1. angegebene Gutachten herangezogen.

Bei der Einsparung fossiler Brennstoffe durch die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien werden die vor-

gelagerten Prozesse der Energiebereitstellung berücksichtigt. Für die Nutzung von erneuerbaren Energien wird dabei angenommen, dass es sich weitgehend um Holzheizungen handelt. Daraus ergibt sich für jede eingesetzte Kilowattstunde Energie aus erneuerbaren Quellen gegenüber Ölheizungen eine Einsparung von 1,11 Kilowattstunden (Primärenergie) bzw. von 1,08 gegenüber Erdgas. Für die verschiedenen Kohleheizungen betragen die Werte 1,59 (Steinkohlebriketts), 1,80 (Braunkohlebriketts) und 2,03 (Steinkohlekoks). Die Festlegung, in welchem Umfang fossile Brennstoffe substituiert werden, entspricht der unter 2. beschriebenen Struktur des Wärmebereitstellungsmixes. Für Kohleheizungen wird angenommen, dass zu 79,5 % Braunkohlebriketts, zu 13 % Steinkohlebriketts und zu 7,5 % Steinkohlekoks substituiert werden. Elektrische Heizungen wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Bei der Einsparung fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe werden ebenfalls die vorgelagerten Prozesse der Energiebereitstellung berücksichtigt. Daraus ergibt sich für jede eingesetzte Kilowattstunde Biodiesel gegenüber Dieselmotorkraftstoff eine Einsparung von 1,26 Kilowattstunden (Primärenergie). Bei Biodiesel sind dabei Gutschriften für die Nebenprodukte enthalten. Für Bioethanol beträgt der Wert gegenüber Benzin 0,72.

7. Umsatzerlöse aus der Nutzung erneuerbarer Energien

Die Umsätze aus der Stromerzeugung lassen sich anhand der eingespeisten Strommengen und der gezahlten Vergütungssätze nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz abschätzen. Für Strom aus Wasserkraftwerken mit mehr als 5 MW Leistung wird der am freien Strommarkt erzielbare Preis angesetzt. Bei einem angenommenen Durchschnittswert von 3 ct/kWh und einer Stromerzeugung von etwa 17 TWh im Jahr 2004 ergibt sich hierfür ein Umsatz von etwa 510 Mio. Euro.

Für den Kraftstoffbereich beträgt der Erlös bei Biodiesel 845 Mio. Euro bei einem Absatz von 1.040.000 Tonnen (1.180 Mio. Liter) und einem mittleren Tankstellenpreis von ca. 0,716 Euro/Liter (netto) [IWR 45], bei Bioethanol beträgt er 31 Mio. Euro bei einem Absatz von 57.000 Tonnen (72 Mio. Liter) und einem Preis von 0,43 Euro/Liter (netto) [FNR 7].

Der Wert der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wird vernachlässigt, da die Wärme zum weitaus größten Teil selbst verbraucht wird. Als Wertansatz wären hier aber auch die vermiedenen Kosten für Heizöl bzw. Erdgas denkbar. Bei einer Wärmebereitstellung von etwa 64 TWh und einem mittleren Heizöl-/Erdgaspreis von 3,5 ct/kWh entspräche dies einem Wert von ca. 2,2 Mrd. Euro.

Weiterhin werden folgende Faktoren nicht berücksichtigt: Die Kosten für die Wartung und Instandhaltung Wärme erzeugender Anlagen, die Erlöse aus dem Wärmeverkauf bei Nah- und Fernwärmenetzen und die Kosten für Brennholz, das nicht über Märkte gehandelt wird (überwiegender Anteil). Damit verbleibt die Bewertung biogener Einsatzstoffe wie Waldrestholz und Industrierestholz, die nicht in Strom erzeugenden Anlagen eingesetzt werden. Bei mittleren Wertansätzen von 25 Euro/t für Industrierestholz sowie 50 Euro/t für Waldrestholz errechnet sich ein Umsatz in der Größenordnung von 280 Mio. Euro.

8. Berechnung des Primärenergieäquivalents erneuerbarer Energien für die EU

Für die Berechnung des Primärenergieäquivalents für die Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windenergie und Fotovoltaik wird hier in Übereinstimmung mit Eurostat die Primärenergie entsprechend der Wirkungsgradmethode mit der Elektrizitätserzeugung gleichgesetzt. Biomasse und Biobrennstoffe zur Strom- und Wärmeerzeugung werden entsprechend ihrem Heizwert bewertet (in Übereinstimmung mit Eurostat, aber abweichend zu der Methodik, die in der vorliegenden Broschüre für Deutschland angewendet wird, vgl. Anhang Abs. 4). Für die geothermische Stromerzeugung wird hier ein Wirkungsgrad von 10 % unterstellt, d. h. 1 GWh Strom aus Geothermie wird mit 36 TJ Primärenergie bewertet. Für die Wärmeerzeugung aus Geothermie und Solarthermie werden hier Endenergie und Primärenergie gleichgesetzt.

Die sich aus der zum Teil unterschiedlichen Methodik ergebenden Abweichungen gegenüber der Bilanzierung in Deutschland sind jedoch minimal und fallen bei der Berechnung des Gesamtanteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch nicht ins Gewicht.

9. Anteil der erneuerbaren Energien am Welt-Primärenergieverbrauch

Für den Anteil der erneuerbaren Energien am Welt-Primärenergieverbrauch geben verschiedene Quellen unterschiedliche Werte an. Ursachen hierfür sind z. B. die Bilanzierung der thermischen Verwertung von Haus- und Industrieabfällen sowie die Stromerzeugung in Pumpspeicherkraftwerken. Den größten Einfluss hat jedoch die so genannte traditionelle Nutzung von Brennholz und Holzkohle, die nur mit großen Unsicherheiten geschätzt werden kann und für die verschiedene Angaben um mehr als 50 % voneinander abweichen. Die traditionelle Biomassenutzung wird deshalb teilweise nicht in die Energiestatistiken einbezogen. Unter Berücksichtigung des aktuellen Kenntnisstandes zu diesem Bereich lässt sich für die erneuerbaren Energien ein Anteil am Primärenergieverbrauch von etwa 13,4 % angeben.

10. OECD

Die Organization for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) besteht seit dem 30.09.1961. Zu den Hauptaufgaben zählen die Koordination der Wirtschaftspolitik, hier insbesondere die Konjunktur- und Währungspolitik, und die Koordination und Intensivierung der Entwicklungshilfe der Mitgliedstaaten: Australien, Belgien, Deutschland, Dänemark, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Polen, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, USA. Die OECD hat ihren Sitz in Paris. Die internationale Energieagentur (IEA) ist eine Unterorganisation der OECD; Sitz ist ebenfalls Paris.

Umrechnungsfaktoren

Terawattstunde:	1 TWh = 1 Mrd. kWh
Gigawattstunde:	1 GWh = 1 Mio. kWh
Megawattstunde:	1 MWh = 1.000 kWh

Kilo	k	10 ³
Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵
Exa	E	10 ¹⁸

Einheiten für Energie und Leistung

Joule	J	für Energie, Arbeit, Wärmemenge
Watt	W	für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom
1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws)		

Für Deutschland als gesetzliche Einheiten verbindlich seit 1978. Die Kalorie und davon abgeleitete Einheiten wie Steinkohleeinheit und Rohöleinheit werden noch hilfsweise verwendet.

Umrechnungsfaktoren

		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 Steinkohleeinheit	Mio. t SKE	29,308	8,14	1	0,7
1 Mio. t Rohöleinheit	Mio. t RÖE	41,869	11,63	1,429	1

Die Zahlen beziehen sich auf den Heizwert.

Treibhausgase

CO₂	Kohlendioxid
CH₄	Methan
N₂O	Lachgas
SF₆	Schwefelhexafluorid
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe

Weitere Luftschadstoffe

SO₂	Schwefeldioxid
NO_x	Stickoxide
HCl	Chlorwasserstoff (Salzsäure)
HF	Fluorwasserstoff (Flusssäure)
CO	Kohlenmonoxid
NM VOC	flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan

Quellenverzeichnis

- [1] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin, 2005
- [2] Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie, Darmstadt:
Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), Version 4, 2001
- [3] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
- [4] Umweltbundesamt (UBA), Berlin, 2005
- [5] Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004, 2005
- [6] Erdwärme-Kraft GbR, Berlin
- [7] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow, 2004, 2005
- [8] Institut für Energetik und Umwelt (IE), Leipzig: Fortschreibung der Daten zur Stromerzeugung aus Biomasse, 2004
- [9] Verband der Netzbetreiber (VDN), Berlin
- [10] Bundesverband Solarindustrie (BSi), Berlin
- [11] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin: Wochenbericht Nr. 7/2005
- [12] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin
- [13] Institut für Energetik und Umwelt (IE), Leipzig: Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung auf der Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, Endbericht 2003
- [14] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin: Satellitenbilanz Erneuerbare Energieträger 1995-1999
- [15] Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Referat 535 NR
- [16] Bundesverband WindEnergie (BWE), Osnabrück 2005
- [17] Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW), Frankfurt a.M.: Endenergieverbrauch in Deutschland 1998/1999/2000/2001/2002/2003
- [18] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für Deutschland von 1990 bis 2003
- [19] Rationelle Energietechnik GmbH (Zfs), Hilden
- [20] Institut für Energetik und Umwelt (IE), Leipzig: Fortschreibung der Daten zur Stromerzeugung aus Biomasse, 2005
- [21] Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW) e.V.: Pressemitteilung vom 18.04.2005
- [22] Institut für Zukunfts-Energie-Systeme (IZES), Saarbrücken: Umwelteffekte der Strom- und Wärmebereitstellung sowie der Kraftstoffnutzung im Jahr 2004
- [23] International Energy Agency: World Energy Outlook 2002, IEA/OECD, Paris 2002
- [24] U. Fritsche, Öko-Institut Darmstadt, 2005
- [25] Bericht über den Stand der Markteinführung und der Kostenentwicklung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (Erfahrungsbericht zum EEG) vom 28. Juni 2002, Berlin
- [26] International Energy Agency (IEA): Energy Balances of Non-OECD Countries, 2004 Edition
- [27] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Ifeu), Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung der erneuerbaren Energien in Deutschland, 2004, im Auftrag des Bundesumweltministeriums
- [28] Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (SFV), Aachen, 2005
- [29] Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK), Essen: Statistik der Energiewirtschaft 2000/2001
- [30] International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2004, OECD/IEA, 2004

- [31] International Energy Agency (IEA), Paris: Renewables Information, Edition 2002, Edition 2003, Edition 2004, IEA/OECD
- [32] Europäische Kommission, Brüssel
- [33] Energy Information Administration (EIA), Washington DC: International Energy Annual 2002, <http://www.eia.doe.gov/iea/elec.html>, March 2004
- [34] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): Wind Energy Barometer, in: Systèmes Solaires n° 159, Feb. 2004
- [35] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): European Barometer 2002, Le bilan 2002 des énergies renouvelables, in : Systèmes Solaires, n° 148, 04/2002
- [36] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): 2004 European Barometer of Renewable Energies, 4th report
- [37] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): Photovoltaic Energy Barometer, in: Systèmes Solaires, n° 166, April 2005
- [38] Öko-Institut, Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits- Energietechnik (UMSICHT), Institut für Energetik und Umwelt, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu), Institut für ZukunftsEnergieSysteme (izes), TU Berlin, TU Braunschweig, TU München: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse, 2004, im Auftrag des Bundesumweltministeriums
- [39] Systèmes Solaires: La production d´électricité d´origine renouvelable dans le monde, Paris, September 2000
- [40] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin: DIW-Wochenbericht Nr. 9/2005
- [41] Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI), Karlsruhe 2005: Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien
- [42] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschborn, Februar 2004
- [43] S. Heimerl, EnBW Kraftwerke AG Stuttgart, 2005
- [44] Statistisches Bundesamt Deutschland, Mikrozensus-Zusatzerhebung 2003
- [45] Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR), Münster, 2005
- [46] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): Wind Energy Barometer, in: Systèmes Solaires n° 165, January 2005
- [47] Bundesverband Windenergie (BWE), Osnabrück: Zahlen zur Windenergie, Stand 31.12.2003
- [48] Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung: Globale Umweltveränderungen: Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, (WBGU), Berlin 2003
- [49] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Ifeu): Gutachten zur Erweiterung der Ökobilanz für RME, Mai 2003
- [50] European Wind Energy Association (EWEA): NEWS RELEASE: Wind power continues to grow in 2004 in the EU, but faces constraints of grid and administrative barriers, Brussels, 27th January 2005
- [51] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996
- [52] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg: Energie, Jährliche Statistiken, 2001 Edition, 2002 Edition, 2003 Edition, 2004 Edition
- [53] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): Biofuels Barometer, in: Systèmes Solaires, n° 161, June 2004
- [54] Observatoire des énergies renouvelables (Observ´ER): Biofuels Barometer, in: Systèmes Solaires, n° 152, December 2002
- [55] E. Wagner, VDEW, Elektrizitätswirtschaft 2000, Heft 24

- [56] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Aktualisierung der Schätzung der Beschäftigungszahlen im Umweltschutz. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin, 2004
- [57] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): Geothermal Energy Barometer, in: Systèmes Solaires, n° 156, August 2003
- [58] European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF)/ International Energy Agency (IEA): Press Release: Worldwide capacity of solar thermal energy greatly underestimated, 10 November 2004
- [59] European Wind Energy Association (EWEA): NEWS RELEASE, Brussels, 3rd February 2004
- [60] World Wind Energy Association (WWEA): Press Release: Worldwide Wind Energy Capacity at 47.616 MW – 8.321 MW added in 2004, Bonn/Melbourne/New Delhi, 7 March 2005
- [61] European Commission, Directorate general for Energy and Transport, Beatriz Yordi: Situation of the Renewable Electricity Directive, ECOSOC, 4 April 2005
- [62] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): 2003 European Barometer of Renewable Energies, Data 2002, 3rd Report
- [63] International Energy Agency (IEA): Energy Balances of OECD Countries, 2004 Edition
- [64] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Übersicht zur Entwicklung der Vergütungssätze des neuen EEG für die verschiedenen Sparten der erneuerbaren Energien - mit Differenzierung nach Fallgruppen sowie Darstellung der Ermittlung der durchschnittlichen Vergütung in exemplarischen Beispielen, download unter www.erneuerbare-energien.de
- [65] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Third Assessment Report (TAR), 2001



„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20 A

Kontakt:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Referat Öffentlichkeitsarbeit
D - 11055 Berlin
Fax: (01888) 3 05 - 20 44
Internet: www.bmu.de
E-Mail: service@bmu.bund.de

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.
Der Druck erfolgt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.

