



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

# Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung



# IMPRESSUM

## IMPRESSUM

- Herausgeber:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin  
E-Mail: [service@bmu.bund.de](mailto:service@bmu.bund.de) · Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de) · [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)
- Redaktion:** Dipl.-Ing. (FH) Dieter Böhme, Dipl.-Volkswirt Joachim Nick-Leptin  
BMU, Referat E 1 1 (Grundsatzangelegenheiten und ökonomische Fragen der Energiewende)
- Fachliche Bearbeitung:** Dr. Frank Musiol, Dr. Peter Bickel, Dipl.-Ing. Thomas Nieder, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thorsten Rüther,  
Dipl.-Kffr. Ulrike Zimmer  
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart  
Dipl.-Forstwirt Michael Memmler, Dipl.-Kffr. Katja Merkel, M.A. Stefan Rother, Dipl.-Ing./Lic. rer. reg. Sven Schneider,  
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet I 2.5
- Gestaltung:** design\_idee, büro\_für\_gestaltung, Erfurt  
**Druck:** Bonifatius GmbH, Paderborn
- Abbildungen:**
- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Titelseite: Holger Vonderlind/BMU | S. 48: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 6: Holger Vonderlind/BMU       | S. 51: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 7: Holger Vonderlind/BMU       | S. 53: jorisvo/Fotolia.de                   |
| S. 8: Holger Vonderlind/BMU       | S. 55: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 9: Holger Vonderlind/BMU       | S. 59: VRD/Fotolia.com                      |
| S. 10: Holger Vonderlind/BMU      | S. 63: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 16: Holger Vonderlind/BMU      | S. 66: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 19: Holger Vonderlind/BMU      | S. 69: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 25: Holger Vonderlind/BMU      | S. 70: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 26: Holger Vonderlind/BMU      | S. 72: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 29: Holger Vonderlind/BMU      | S. 81: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 33: Holger Vonderlind/BMU      | S. 84: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 35: Holger Vonderlind/BMU      | S. 85: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 36: Holger Vonderlind/BMU      | S. 86: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 41: Holger Vonderlind/BMU      | S. 87: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 42: Holger Vonderlind/BMU      | S. 89: Maria Parussel/Holger Vonderlind/BMU |
| S. 43: Holger Vonderlind/BMU      | S. 90: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 44: Holger Vonderlind/BMU      | S. 94: Holger Vonderlind/BMU                |
| S. 46: Holger Vonderlind/BMU      |   |
- Stand:** Juli 2013  
**1. Auflage:** 15.000 Exemplare



# INHALT

|  |          |
|--|----------|
| Einführung   | 5        |
| Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat)   | 6        |
| <b>TEIL I:</b>   |          |
| <b>DEUTSCHLAND AUF DEM WEG INS ZEITALTER DER ERNEUERBAREN ENERGIEN</b>   | <b>7</b> |
| Erneuerbare Energien in Deutschland: Das Wichtigste im Jahr 2012 auf einen Blick   | 10       |
| Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung und vermiedene Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 2012       | 12       |
| Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland 1990 und von 2000 bis 2012                         | 13       |
| Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012  | 14       |
| Biomassennutzung im Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereich in Deutschland 2012   | 16       |
| Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2012                             | 18       |
| Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012                                    | 26       |
| Einsparung von inländischen und ausländischen fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland | 28       |
| Umsätze aus dem Bau und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2012                            | 30       |
| Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland   | 32       |
| Strommengen und Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz   | 35       |
| EEG-Förderung und Umlageanteil am Strompreis   | 37       |
| Merit-Order-Effekt   | 40       |
| Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich  | 42       |
| Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien   | 44       |
| Erneuerbare Energien und Naturschutz   | 46       |
| Positive Wirkungen des Einsatzes erneuerbarer Energien für die Gesellschaft  | 47       |
| Überblick über die ökonomischen Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien  | 50       |

## TEIL II:

|   |            |
|---|------------|
| <b>ERNEUERBARE ENERGIEN IN DER EUROPÄISCHEN UNION</b>                         | <b>53</b>  |
| Anteile der erneuerbaren Energien gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG              | 55         |
| Struktur des Endenergieverbrauchs in der EU-27                                | 59         |
| Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27                    | 60         |
| Windenergienutzung in der EU-27   | 64         |
| Windenergienutzung auf See in der EU  | 66         |
| Solarenergie – Strom aus erneuerbaren Energien in der EU-27                   | 68         |
| Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27                    | 70         |
| Entwicklung im Solarthermie-Markt der EU-27                                   | 71         |
| Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien in der EU-27                            | 73         |
| Sozio-ökonomische Aspekte der erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2011 | 74         |
| <b>TEIL III:</b>  |            |
| <b>GLOBALE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN</b>                                  | <b>76</b>  |
| Globale Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien                       | 77         |
| Regionale Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2010                          | 80         |
| Globale Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien                         | 82         |
| Sozio-ökonomische Aspekte der globalen Nutzung erneuerbarer Energien          | 84         |
| Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien                             | 86         |
| <b>Anhang: Methodische Hinweise</b>   | <b>92</b>  |
| <b>Umrechnungsfaktoren</b>  | <b>97</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>  | <b>98</b>  |
| <b>Glossar</b>  | <b>99</b>  |
| <b>Quellenverzeichnis</b>   | <b>107</b> |

# EINFÜHRUNG

Der Ausbau der erneuerbaren Energien hat sich in den vergangenen Jahren gut entwickelt und auch im Jahr 2012 wurden weitere Ausbaufortschritte erreicht. Mit einem Anteil von 12,7 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch und 23,5 Prozent am gesamten Stromverbrauch ist heute ein Ausbaustand erreicht, der vor rund zehn Jahren von vielen Szenarien und Prognosen nicht erwartet wurde. Mit dieser Entwicklung sind die erneuerbaren Energien heute schon zu einer wichtigen und verlässlichen Säule bei der Umgestaltung der Energieversorgung in Deutschland geworden.

Das Bundesumweltministerium freut sich, Ihnen die neue Ausgabe der BMU-Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ vorzustellen. Die Dokumentation der wichtigsten statistischen Daten ist eine wichtige Basis für das Monitoring der Ziele der Bundesregierung für die Energiewende und bildet eine Grundlage, um die Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung bis zum Jahr 2020 und darüber hinaus zu gestalten.

Im ersten Teil der Publikation finden Sie Informationen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012. Neben den aktuellen Daten ihres Ausbaus und ihres Beitrags an der Energiebereitstellung in Deutschland finden Sie auch Informationen zu den Vorjahren, zurück bis zum Jahr 1990. Im Weiteren sind die vielen Effekte der erneuerbaren Energien dargestellt, unter anderem die vermiedenen Emissionen, ein Überblick zu den ökonomischen Wirkungen und ihr Beitrag im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes.

Die hier veröffentlichten Informationen bilden nur eine Momentaufnahme des Jahres 2012 ab. Der Datenstand entspricht dem Redaktionsschluss der Publikation und gilt teilweise noch als vorläufig. Im Rahmen weiterer statistischer Veröffentlichungen wird es bei einigen Daten voraussichtlich noch zu Veränderungen kommen. Aus diesem Grund wird durch das BMU zum Jahresende ein Internet-Update veröffentlicht, in dem die wichtigsten Aktualisierungen gegenüber dieser Publikation zu finden sein werden. Im zweiten Teil der Publikation wird über die Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Europäischen Union informiert. Hierfür wurden jeweils die aktuell vorliegenden Daten verwendet. Neben Informationen zur Richtlinie 2009/28/EG der Europäischen Union zur Förderung der erneuerbaren Energien finden Sie Informationen zur Entwicklung verschiedener Sparten der erneuerbaren Energien sowie Informationen zum Strom- und Wärmemarkt in diesen Bereichen.

Einen kleinen Überblick zum globalen Ausbau der erneuerbaren Energien gibt Ihnen der dritte Teil der Publikation – Globale Nutzung Erneuerbarer Energien.

Viele weitere Informationen rund um die erneuerbaren Energien finden sie im Internet auf der BMU-Themenseite Erneuerbare Energien unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de). Viele Informationen werden auch in englischer Sprache bereitgestellt, die Sie im Internet unter [www.erneuerbare-energien.de/en/](http://www.erneuerbare-energien.de/en/) finden. Des Weiteren finden Sie viele Informationen zu den Themen Klima und Energie auf den Internetseiten des BMU unter [www.bmu.de](http://www.bmu.de). Dort finden Sie auch aktuelle Informationen zur Energiewende.

Das Bundesumweltministerium wünscht Ihnen viel Spaß beim Durchstöbern dieser Publikation und der Internetseiten des BMU.



## Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat)



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

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

- dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU),
- dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi),
- dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV),
- dem Umweltbundesamt (UBA),
- dem Statistischen Bundesamt (StBA),
- der Bundesnetzagentur (BNetzA),
- der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
- der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (AGEB) und
- dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW).

Leiter der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik ist seit Anfang 2010 Dr. Frank Musiol (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg).

Schwerpunkt der Tätigkeiten der AGEE-Stat ist es, umfassende Statistiken zur Nutzung der erneuerbaren Energien zu entwickeln und zu pflegen. Des Weiteren hat das Fachgremium die Aufgabe,

- eine Grundlage für die verschiedenen nationalen, EU-weiten und internationalen Berichtspflichten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien zu legen und
- Fachinformationen zu Daten und zur Entwicklung der erneuerbaren Energien zu leisten.

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

Weitere Informationen zur AGEE-Stat und zu erneuerbaren Energien sind im Internet auf der BMU-Themenseite Erneuerbare Energien unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de) zu finden.

## TEIL I: Deutschland auf dem Weg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien

Mit den Kabinettsbeschlüssen zur Energiewende vom 6. Juni 2011 hat die Bundesregierung auf der Basis des Energiekonzepts vom September 2010 eine weitgehende Neuausrichtung der Energiepolitik besiegelt: Der Ausstieg aus der Kernenergienutzung wird zügig vollzogen und zugleich der Einstieg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien geschafft. In ihren Beschlüssen sieht die Bundesregierung auch einen Meilenstein in der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung Deutschlands. Eckpfeiler sind:

- die Beendigung der Kernenergienutzung bis spätestens Ende 2022,
- der dynamische Ausbau der erneuerbaren Energien,
- der zügige Ausbau und die Modernisierung der Stromnetze,
- Steigerung der Energieeffizienz mit modernen Technologien, insbesondere im Gebäudebereich, bei der Mobilität und beim Stromverbrauch.

Damit sorgt die Bundesregierung dafür, dass die Energieversorgung zuverlässig bleibt, der Wirtschaftsstandort Deutschland gestärkt wird und die Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele konsequent umgesetzt werden.

### Ausstieg aus der Kernenergienutzung

Nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima hat die Bundesregierung die Restrisiken der Kernenergie neu bewertet und entschieden, zügig aus der Kernenergienutzung auszusteigen. Im Rahmen einer Änderung des Atomgesetzes wurde der Ausstieg klar und rechtsverbindlich mit einem Stufenplan festgelegt. Spätestens Ende 2022 wird danach das letzte Kernkraftwerk vom Netz gehen.

### Ausbau der erneuerbaren Energien

Die erneuerbaren Energien sollen zur tragenden Säule der zukünftigen Energieversorgung werden. Bis spätestens zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung mindestens 35 Prozent betragen. Wichtigste Grundlage dafür ist das zuletzt zum 1. Januar 2012 beziehungsweise bezüglich der Photovoltaikförderung zum 1. April 2012 novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Mit dem fortentwickelten EEG soll die Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien weiter kontinuierlich steigen und gleichzeitig deren Markt- und Systemintegration verbessert werden. Die Grundsätze – vorrangige Abnahme des Stroms







und feste Einspeisevergütungen als wichtige Voraussetzung für gute Investitionsbedingungen – sind auch im aktuellen EEG erhalten geblieben. Die Vergütungsbedingungen wurden insbesondere im Zuge des sogenannten atmenden Deckels für die Photovoltaik den Marktentwicklungen angepasst. Mit der Flexibilitätsprämie und der optionalen Marktprämie wird zudem seit dem Jahr 2012 der bedarfs- und marktorientierte Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien stärker angereizt. Das EEG bleibt damit zentraler Baustein der Umsetzung der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien. Darüber hinaus wirken das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und das Markteinführungsprogramm für den stärkeren Ausbau der erneuerbaren Energien im Wärme- und im Gebäudebereich. Innovative Lösungen werden daneben weiterhin durch die umfangreiche Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) vorangebracht.

## Ausbau der Stromnetze

Unser Stromnetz muss zukünftig so weiterentwickelt werden, dass es besser auf den Transport von Strom aus erneuerbaren Energien ausgelegt ist. Aus diesem Grund wurde das Energiewirtschaftsgesetz dahingehend geändert, dass erstmals eine bundesweit koordinierte Netzausbauplanung ermöglicht wird. Die neuen Regelungen sorgen durch eine starke Öffentlichkeitsbeteiligung zudem für eine umfassende Transparenz, sodass für den Netzausbau eine hohe Akzeptanz erreicht werden kann. Die vier Übertragungsnetzbetreiber erstellen nunmehr in Zusammenarbeit mit der Bundesnetzagentur (BNetzA) den

Netzentwicklungsplan (NEP), der die notwendigen Maßnahmen im Übertragungsnetz für eine sichere Stromversorgung auflistet. Der NEP 2013 wurde am 2. März 2013 veröffentlicht. Am 25. April 2013 hat der Deutsche Bundestag auf der Grundlage des NEP das „Gesetz über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze“ verabschiedet, das 51 Maßnahmen zum Ausbau der Übertragungsnetze priorisiert. Darüber hinaus steht auch im Bereich der Verteilnetze eine Modernisierung unter anderem im Sinne der Umsetzung von „intelligenten Stromnetzen“ (Smart Grids) an, um Stromerzeugung und Stromverbrauch besser aufeinander abzustimmen, was insbesondere bei steigenden Anteilen fluktuierender Stromerzeugung aus Wind und Sonne zunehmende Bedeutung erlangt.

## Energie- und Klimafonds

Zur Finanzierung der beschleunigten Energiewende hat die Bundesregierung den „Energie- und Klimafonds“ als Sondervermögen eingerichtet. Aus diesem wird Geld unter anderem für die CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierung, die Forschung und Entwicklung zu erneuerbaren Energien und Speichertechnologien bereitgestellt. Der Fonds wird unter anderem mit Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionszertifikaten gespeist.

## Monitoring der Energiewende

Im Oktober 2011 hat die Bundesregierung den Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ beschlossen. Dieser dient dem Ziel, die Umsetzung des beschlosse-





nen Maßnahmenprogramms zur Energiewende und des Energiekonzepts einschließlich der darin enthaltenen Ziele zu überprüfen, um bei Bedarf nachsteuern zu können. Im Rahmen dieses Prozesses hat die Bundesregierung im Dezember 2012 den ersten jährlichen Monitoringbericht veröffentlicht. Alle drei Jahre – erstmals 2014 – wird die Bundesregierung zudem einen Fortschrittsbericht vorlegen. Die Berichte werden unter anderem von einem 4-köpfigen Expertengremium begutachtet.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Zahlen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien stellen eine wichtige Grundlage für die Monitoring- und Fortschrittsberichte dar.

## Zukunftschance

Die Energiewende bedeutet eine große Kraftanstrengung – aber auch eine enorme Chance: Deutschland kann eine beispielgebende Industrienation mit einem hocheffizienten Energiesystem werden, das auf erneuerbaren Energien beruht. Wir können damit Vorreiter und Vorbild für eine wirtschaftlich erfolgreiche und nachhaltige Energiewende weltweit werden. Der Weg in eine Zukunft ohne weitere ökologische Lasten und ohne Abhängigkeit von teuren Energieimporten eröffnet unserem Land hervorragende neue Möglichkeiten für Export, Beschäftigung und Wachstum. Alle Kriterien der Nachhaltigkeit – ökologische, ökonomische und soziale – sollen dabei gleichermaßen erfüllt werden.

## Erneuerbare Energien: Ziele der Bundesregierung

|                | EE-Anteil am Stromverbrauch |
|----------------|-----------------------------|
| bis spätestens | [%]                         |
| 2020           | mindestens 35               |
| 2030           | mindestens 50               |
| 2040           | mindestens 65               |
| 2050           | mindestens 80               |

Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmebereitstellung auf 14 Prozent und auf 10 Prozent am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ansteigen. Diese Ziele tragen unter anderem mit dazu bei, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 (bezogen auf das Jahr 1990) um

|      | EE-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch |
|------|--|
|      | [%]                                    |
| 2020 | 18                                     |
| 2030 | 30                                     |
| 2040 | 45                                     |
| 2050 | 60                                     |

40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent zu senken. Dabei soll der Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 25 Prozent sowie der Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden.

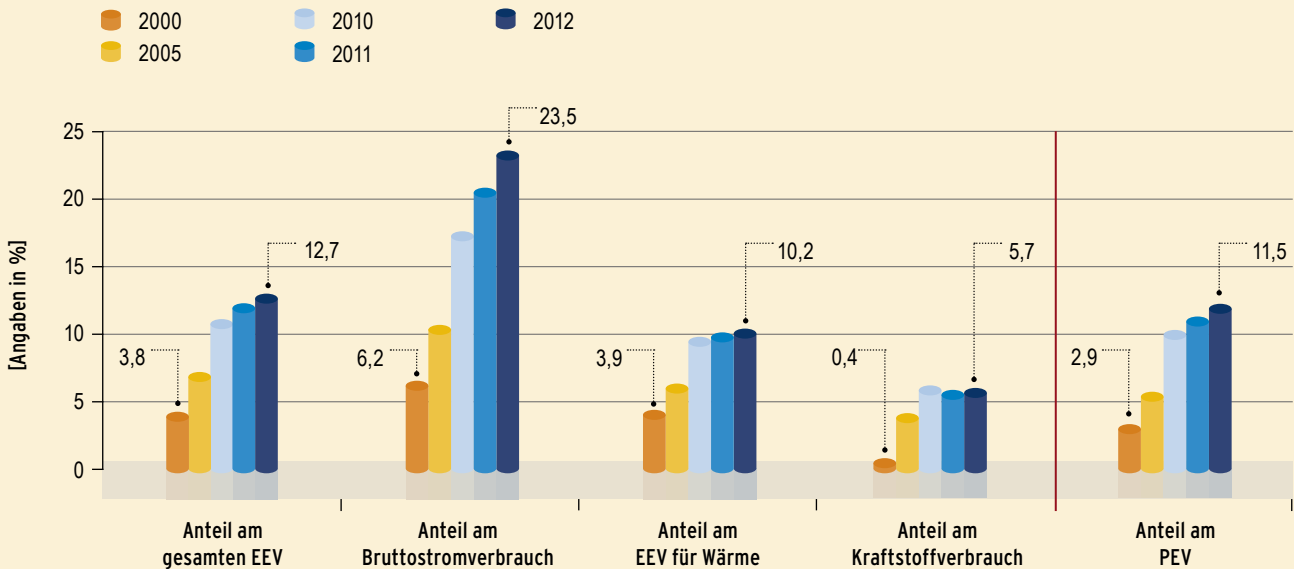
# Erneuerbare Energien in Deutschland: Das Wichtigste im Jahr 2012 auf einen Blick

## Das haben die erneuerbaren Energien 2012 erreicht:

- ➔ 12,7 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch – Strom, Wärme und Kraftstoffe (2011: 11,6 Prozent)
- ➔ 23,5 Prozent am Bruttostromverbrauch (2011: 20,4 Prozent)
- ➔ 10,2 Prozent am Endenergieverbrauch für Wärme (2011: 9,9 Prozent)
- ➔ 5,7 Prozent am Kraftstoffverbrauch (2011: 5,5 Prozent)
- ➔ Vermeidung von 145 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Treibhausgasemissionen (2011: 128 Millionen Tonnen), davon 82 Millionen Tonnen durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch
- ➔ Investitionen in Höhe von 19,5 Milliarden Euro ausgelöst (2011: 23,2 Milliarden Euro)
- ➔ 377.800 Menschen in der Branche beschäftigt (2011: 381.600)

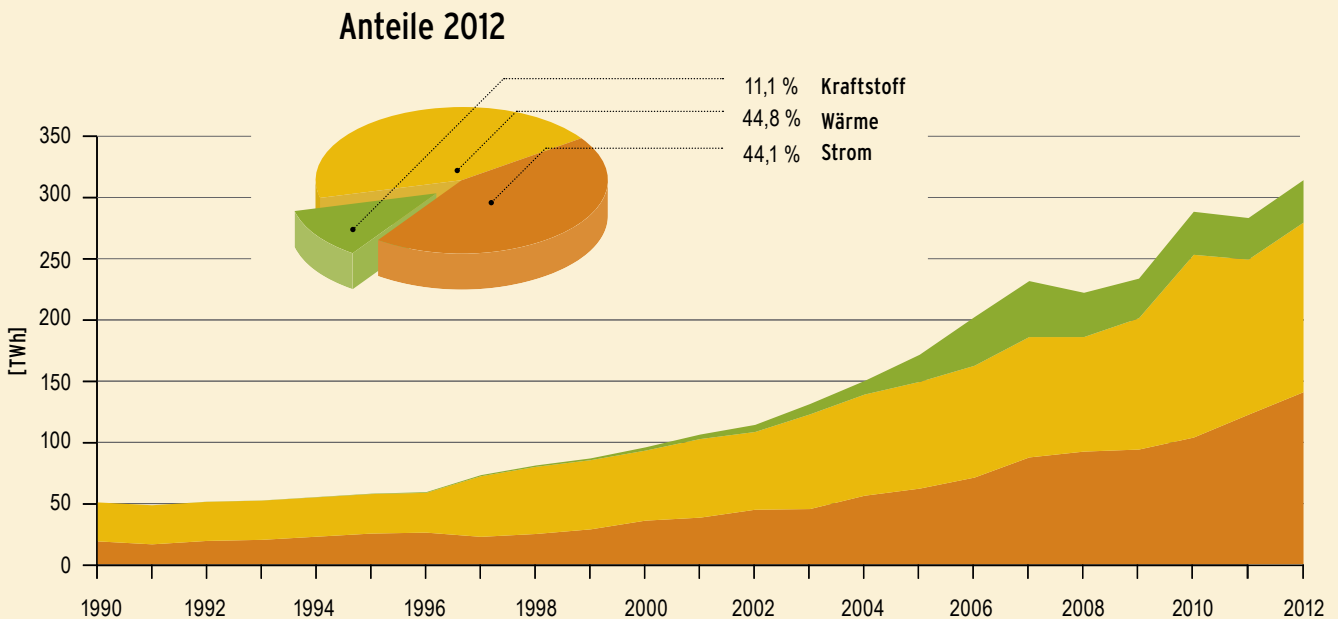


## Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland



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

## Entwicklung der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland nach Sektoren



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Seiten 18, 22 und 24

### Steigende Anteile der erneuerbaren Energien trotz gestiegenem Energieverbrauch

Witterungsbedingt ist der deutsche Energieverbrauch 2012 gegenüber dem Vorjahr wieder leicht angestiegen. Die erneuerbaren Energien konnten aber aufgrund des weiter voranschreitenden Ausbaus ihren Anteil am Endenergieverbrauch dennoch deutlich von 11,6 Prozent auf 12,7 Prozent erhöhen. Treiber dieser Entwicklung war vor allem der Strombereich, in dem die Erneuerbaren ihren Anteil von 20,4 Prozent auf 23,5 Prozent steigern konnten.

### Windverhältnisse im Normalbereich - Stromerzeugung auf neuem Rekordniveau

Im Jahr 2012 konnte mit einem Windertrag von 50,7 Milliarden Kilowattstunden ein weiterer Rekordwert (2011: 48,9 Milliarden Kilowattstunden) verzeichnet werden. Dazu trug neben normalen Windverhältnissen auch bei, dass der Nettozubau an Windkraftleistung mit 2.244 Megawatt gegenüber dem Vorjahr (1.880 Megawatt) nochmals deutlich angestiegen ist.

### Stromerzeugung aus Biogas steigt weiter an

Im Bereich der Biomasse hielt insbesondere der Trend zum Ausbau der Stromerzeugung aus Biogas an, auch wenn der Leistungszubau gegenüber dem Vorjahr deutlich rückläufig war. Aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse wurden 2012 insgesamt 36,8 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt (einschließlich Strom aus Deponie- und Klärgas sowie biogenem Abfall 43,6 Milliarden Kilowattstunden). Gut 127 Milliarden Kilowattstunden Wärme wurden aus Biomasse insgesamt bereitgestellt und knapp 3,8 Millionen Tonnen Biokraftstoffe abgesetzt.

### Photovoltaikzubau übertrifft noch einmal Vorjahreswert

Mit einem Zubau von rund 7.600 Megawatt hat die Photovoltaik ihren Zubaurekord des Vorjahres (7.500 Megawatt) noch einmal übertroffen. Ende des Jahres waren damit in Deutschland bereits fast 33 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert. Mit einer Stromerzeugung von 26,4 Milliarden Kilowattstunden stieg der Anteil am Bruttostromverbrauch auf 4,4 Prozent. Damit konnte die Photovoltaik Rang 3 unter den erneuerbaren Energien nach Windenergie und Biomasse festigen. Der Zubau solarthermischer Kollektorfläche ging mit rund 1,15 Millionen Quadratmetern gegenüber dem Vorjahr leicht zurück.



## Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung und vermiedene Treibhausgas-Emissionen in Deutschland 2012

|   |   | Endenergie 2012                                   | Anteil erneuerbarer Energien          | vermiedene THG-Emissionen             | Endenergie 2011                |                |
|---|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------|
|   |   | [GWh]   | [%]                                   | [1.000 t]                             | [GWh]                          |                |
| Strom   | Wasserkraft <sup>1)</sup>                 | 21.793  | am Bruttostromverbrauch <sup>8)</sup> | 3,6                                   | 17.911                         | 17.671         |
|   | Windenergie                               | 50.670  |                                       | 8,4                                   | 39.571                         | 48.883         |
|   | an Land                                   | 49.948  |                                       | 8,2                                   | 39.007                         | 48.315         |
|   | auf See (Offshore)                        | 722   |                                       | 0,1                                   | 564                            | 568            |
|   | Photovoltaik                              | 26.380  |                                       | 4,4                                   | 18.883                         | 19.599         |
|   | biogene Festbrennstoffe                   | 11.600  |                                       | 1,9                                   | 9.200                          | 11.296         |
|   | biogene flüssige Brennstoffe              | 400   |                                       | 0,1                                   | 199                            | 363            |
|   | Biogas                                    | 24.800  |                                       | 4,1                                   | 9.927                          | 19.281         |
|   | Klärgas                                   | 1.300   |                                       | 0,2                                   | 1.024                          | 1.280          |
|   | Deponiegas                                | 550   |                                       | 0,1                                   | 433                            | 628            |
|   | biogener Anteil des Abfalls <sup>2)</sup> | 4.900   |                                       | 0,8                                   | 3.985                          | 4.755          |
|   | Geothermie                                | 25,4  |                                       | 0,004                                 | 15                             | 18,8           |
|   | <b>Summe</b>                              | <b>142.418</b>                                    |                                       | <b>23,5</b>                           | <b>101.148</b>                 | <b>123.775</b> |
|   | Wärme                                     | biogene Festbrennstoffe (Haushalte) <sup>3)</sup> |                                       | 74.400                                | am EEV für Wärme <sup>9)</sup> | 5,4            |
| biogene Festbrennstoffe (Industrie) <sup>4)</sup>     |   | 21.800  | 1,6                                   | 6.056                                 |                                | 21.942         |
| biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) <sup>5)</sup>        |   | 6.500   | 0,5                                   | 1.448                                 |                                | 5.788          |
| biogene flüssige Brennstoffe                          |   | 800   | 0,1                                   | 192                                   |                                | 722            |
| Biogas  |   | 12.100  | 0,9                                   | 2.455                                 |                                | 9.883          |
| Klärgas <sup>6)</sup>                                 |   | 1.800   | 0,1                                   | 535                                   |                                | 1.770          |
| Deponiegas  |   | 100   | 0,01                                  | 30                                    |                                | 113            |
| biogener Anteil des Abfalls <sup>2)</sup>             |   | 9.100   | 0,7                                   | 2.651                                 |                                | 7.969          |
| Solarthermie  |   | 6.700   | 0,5                                   | 1.778                                 |                                | 6.440          |
| tiefe Geothermie                                      |   | 340   | 0,02                                  | 90                                    |                                | 307            |
| oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme <sup>7)</sup> |   | 6.730   | 0,5                                   | 582                                   |                                | 5.990          |
| <b>Summe</b>  |   | <b>140.370</b>                                    | <b>10,2</b>                           | <b>37.972</b>                         |                                | <b>128.424</b> |
| Kraftstoffe   |   | Biodiesel   | 25.459                                | am Kraftstoffverbrauch <sup>10)</sup> |                                | 4,1            |
|   | Pflanzenöl                                | 258   | 0,04                                  |                                       | 45                             | 205            |
|   | Bioethanol                                | 9.207   | 1,5                                   |                                       | 1.291                          | 9.091          |
|   | Biomethan                                 | 350   | 0,1                                   |                                       | 59                             | 190            |
|   | <b>Summe</b>                              | <b>35.274</b>                                     | <b>5,7</b>                            |                                       | <b>5.443</b>                   | <b>34.406</b>  |
| <b>gesamt</b>   | <b>318.062</b>                            | <b>am EEV <sup>11)</sup></b>                      | <b>12,7</b>                           | <b>144.563</b>                        | <b>286.605</b>                 |                |

- 1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 2) biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt
- 3) überwiegend Holz einschließlich Holzpellets
- 4) Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des verarbeitenden Gewerbes, nach § 8 EnStatG
- 5) nach §§ 3 und 5 EnStatG
- 6) enthält Wert zur Wärmenutzung in den Kläranlagen
- 7) durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen)

- 8) bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2012 von 605,6 TWh, nach AGEB [64]
- 9) EEV für Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme 2012 von 1.380 TWh, nach ZSW [1]
- 10) bezogen auf den Kraftstoffverbrauch (ohne Flugkraftstoff, Militär und Binnenschifffahrt) 2012 von 616,3 TWh, ZSW [1] nach BAFA [16]
- 11) bezogen auf den Endenergieverbrauch (EEV) 2012 von 2.499 TWh (8.998 PJ) nach AGEB [2]

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe nachfolgende Tabellen; teilweise vorläufige Angaben

## Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland 1990 und von 2000 bis 2012

|   | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | [%]  | [%]  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Strombereitstellung</b><br>(bezogen auf den gesamten<br>Bruttostromverbrauch)                    | 3,4  | 6,2  | 6,6  | 7,7  | 7,6  | 9,3  | 10,2 | 11,6 | 14,2 | 15,1 | 16,3 | 17,0 | 20,4 | 23,5 |
| <b>Wärmebereitstellung</b><br>(bezogen auf den gesamten<br>Wärmeverbrauch)                          | 2,1  | 3,9  | 4,2  | 4,3  | 5,2  | 5,5  | 5,9  | 6,1  | 7,5  | 6,7  | 8,2  | 9,3  | 9,9  | 10,2 |
| <b>Kraftstoffbereitstellung</b><br>(bezogen auf den gesamten<br>Kraftstoffverbrauch <sup>1)</sup> ) | 0,0  | 0,4  | 0,6  | 0,9  | 1,4  | 1,8  | 3,7  | 6,3  | 7,4  | 6,0  | 5,4  | 5,8  | 5,5  | 5,7  |
| <b>Anteil EE am gesamten EEV</b>  | 1,9  | 3,8  | 4,1  | 4,5  | 5,1  | 5,9  | 6,8  | 7,9  | 9,6  | 8,8  | 9,8  | 10,7 | 11,6 | 12,7 |
|   | [%]  | [%]  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Anteil EE am gesamten PEV <sup>2)</sup></b>  | 1,3  | 2,9  | 2,9  | 3,2  | 3,8  | 4,5  | 5,3  | 6,3  | 7,9  | 8,0  | 8,9  | 9,9  | 10,8 | 11,5 |

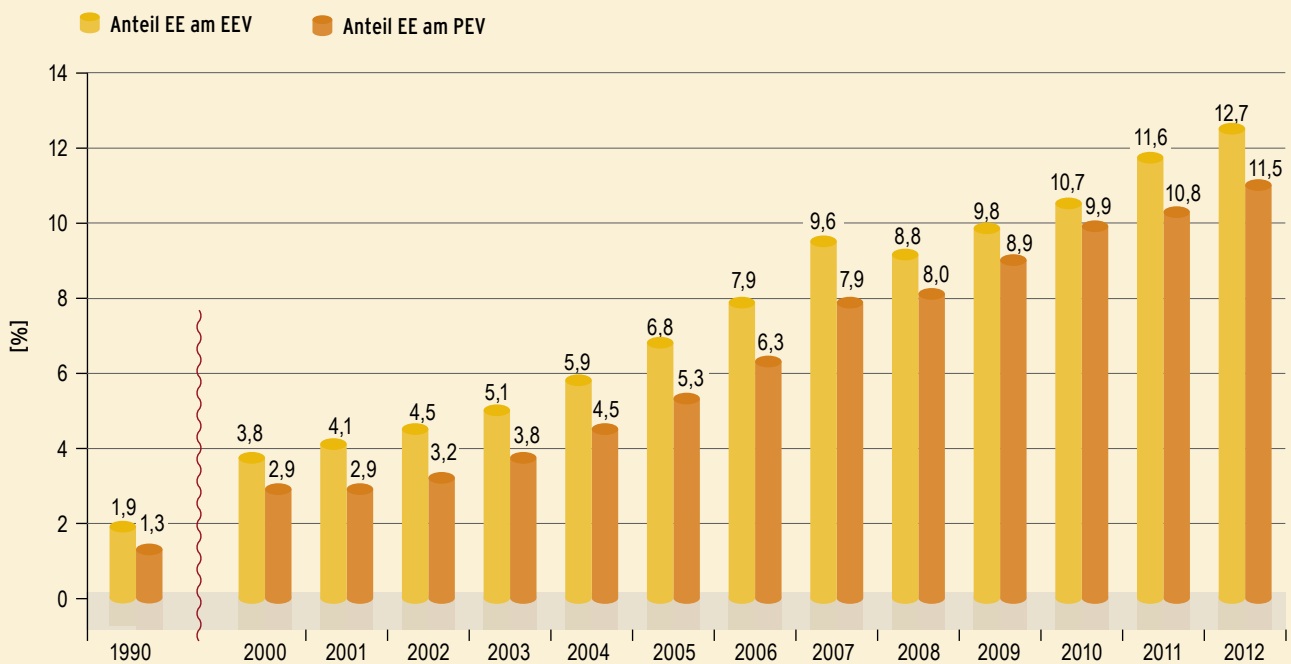
Die vollständigen Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien finden sich auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“ unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de), Rubrik „Datenservice“.

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

2) Primärenergieverbrauch (PEV) berechnet nach Wirkungsgradmethode; nach AGEV [2], [73]

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat nach VDEW [8], [9], [10]; DIW [13]; EEFA [67] und BDEW [11] sowie weiterer Quellen, siehe Seiten 18, 22 und 24

### Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am End- und Primärenergieverbrauch in Deutschland 1990 und von 2000 bis 2012

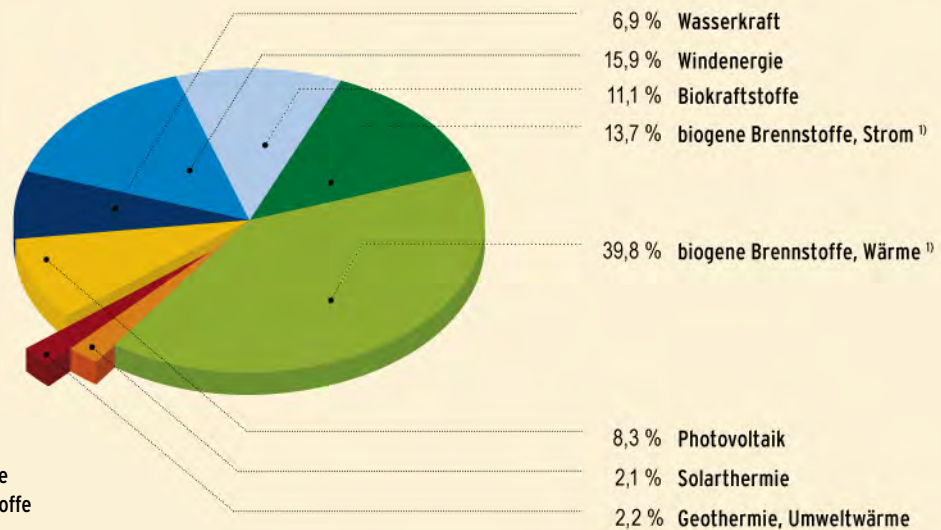


Quellen: siehe Tabelle oben

## Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012

### Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012

gesamt:  
318,1 Milliarden  
Kilowattstunden



1) biogene Festbrennstoffe, biogene flüssige und gasförmige Brennstoffe (Biogas, Klär- und Deponiegas), biogener Anteil des Abfalls

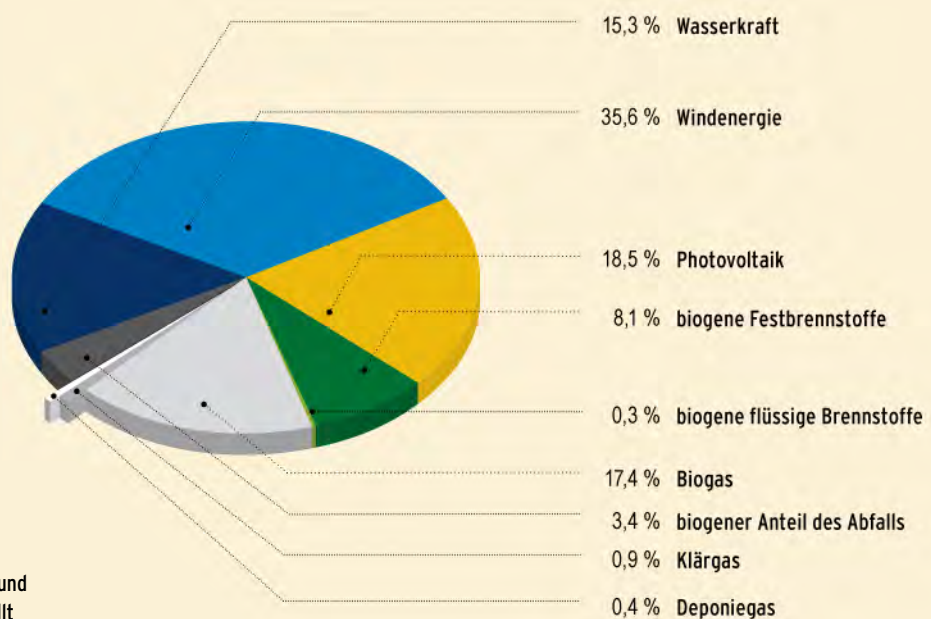
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Seiten 18, 22 und 24

### Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012

gesamt:  
142,4 Milliarden  
Kilowattstunden

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland insgesamt 142,4 Milliarden Kilowattstunden Strom aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Der Anteil am gesamten Bruttostromverbrauch stieg damit von 20,4 Prozent im Vorjahr auf 23,5 Prozent an.

Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt



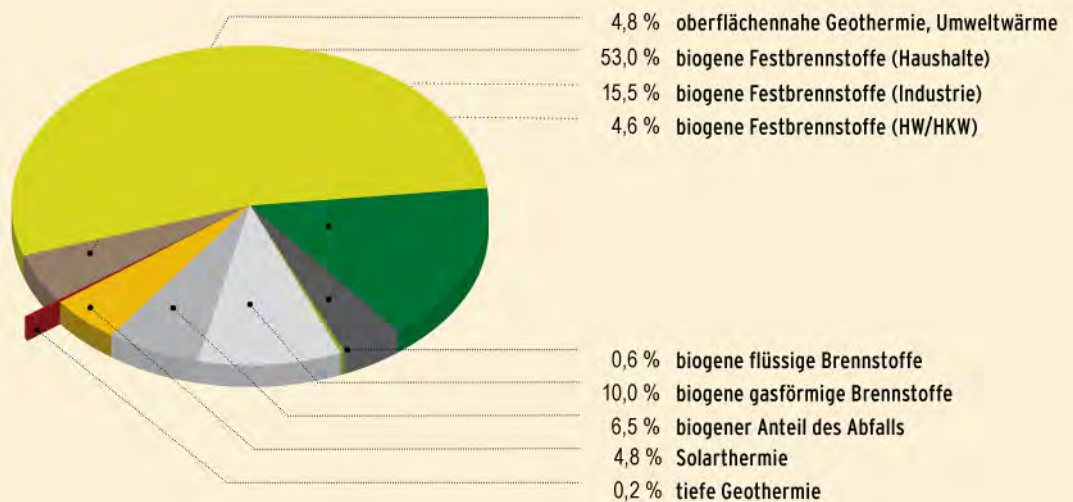
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 18



## Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012

**gesamt:  
140,4 Milliarden  
Kilowattstunden**

Mit einem Anteil von 10,2 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme lag der Beitrag der Erneuerbaren im Wärmesektor nur geringfügig über dem Vorjahreswert. Absolut stieg die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2012 jedoch gegenüber dem Vorjahr um gut 9 Prozent auf 140,4 Milliarden Kilowattstunden an.



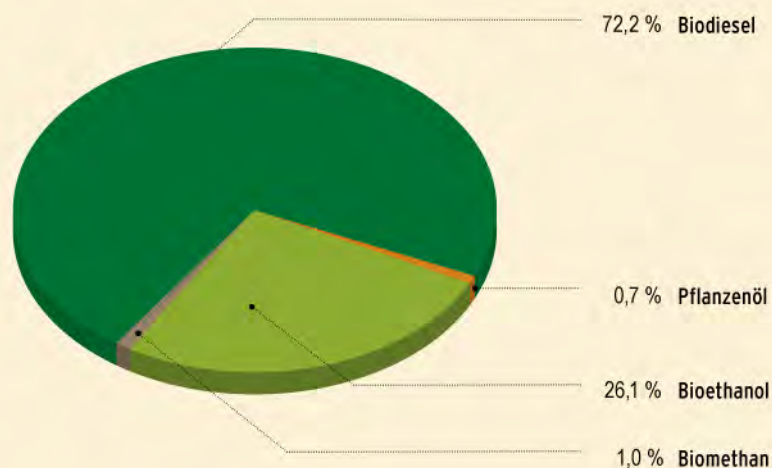
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 22

## Struktur der Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2012

**gesamt:  
35,3 Milliarden  
Kilowattstunden**

Biokraftstoffmengen 2012:  
Biodiesel: 2.479.000 Tonnen,  
2.807 Millionen Liter;  
Pflanzenöl: 25.000 Tonnen,  
27 Millionen Liter;  
Bioethanol: 1.249.000 Tonnen,  
1.574 Millionen Liter;

Im Jahr 2012 wurden 35,3 Milliarden Kilowattstunden an biogenen Kraftstoffen bereitgestellt. Der Anteil am gesamten Kraftstoffverbrauch lag somit bei 5,7 Prozent.



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 24

## Biomassenutzung im Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereich in Deutschland 2012

Die gesamte Bioenergie konnte ihren Beitrag zur Energiebereitstellung in Deutschland im Jahr 2012 weiter ausbauen. Sie bleibt aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sektorenübergreifend mit über 60 Prozent der am stärksten genutzte erneuerbare Energieträger.

Der weitaus größte Anteil an der gesamten Bioenergiebereitstellung ging auf die biogenen festen Brennstoffe zurück. Rund 90 Prozent der Endenergie aus Holz, Holzbestandteilen, weiteren festen Stoffen wie Stroh sowie der in der Papierindustrie anfallenden Schwarzlauge wurden im Wärmebereich (102,7 Milliarden Kilowattstunden) genutzt.

Übertroffen werden die biogenen Festbrennstoffe im Strombereich (11,6 Milliarden Kilowattstunden) vom Biogas, das im Jahr 2012 insgesamt rund 24,8 Milliarden Kilowattstunden zum Strommix beisteuern konnte. Dies entspricht einem Anteil von 4,1 Prozent am gesamten Bruttostromverbrauch und damit dem

dritten Platz hinter Windenergie und Photovoltaik, aber noch vor der Wasserkraft. Wärme aus Biogas, die hauptsächlich in Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen anfällt, erreichte dagegen mit 12,1 Milliarden Kilowattstunden lediglich einen Anteil von 0,9 Prozent am Endenergieverbrauch für Wärme.

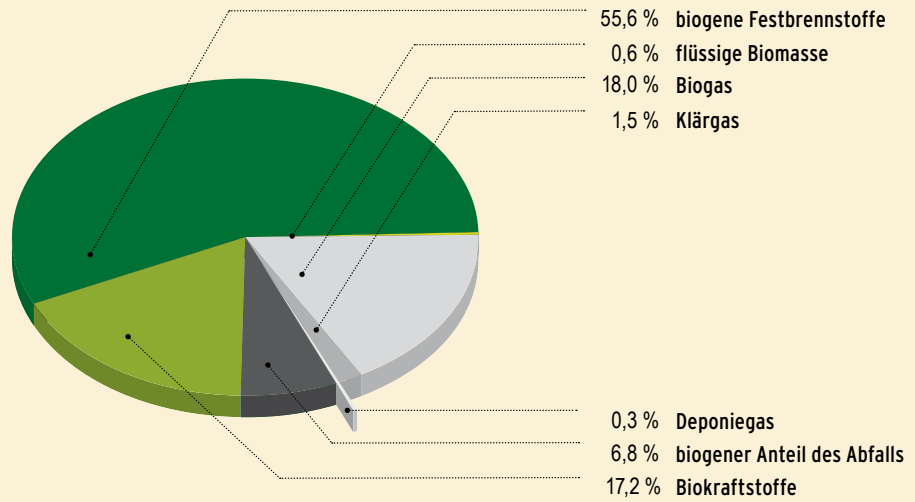
Als weitere Bioenergieträger, die sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden, sind der biogene Anteil des Siedlungsmülls, Klärgas, Deponiegas und flüssige Biomassen zu nennen.

Im Transportsektor wurden insgesamt rund 3,8 Millionen Tonnen Biokraftstoffe in beigemischter oder reiner Form eingesetzt. Zusammen mit dem Beitrag des Biomethans (auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas) konnten damit etwa 35,3 Milliarden Kilowattstunden bereitgestellt werden. Davon entfielen wiederum rund 72 Prozent auf Biodiesel und 26 Prozent auf Bioethanol. Der Rest ist reinen Pflanzenölen und Biomethan zuzuordnen.



## Struktur der Endenergiebereitstellung aus der gesamten Biomasse im Strom,- Wärme- und Kraftstoffbereich in Deutschland 2012

gesamt:  
205,4 Milliarden  
Kilowattstunden



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiteren Quellen, siehe Seiten 18, 22 und 24





## Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2012

### Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

|      | Wasser-<br>kraft <sup>1)</sup> | Wind-<br>energie<br>an Land | Wind-<br>energie<br>auf See | Biomasse <sup>2)</sup> | Photo-<br>voltaik | Geothermie | Summe<br>Strom-<br>erzeugung | Anteil am<br>Bruttostrom-<br>verbrauch |
|------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|------------|------------------------------|--|
|      | [GWh]                          |                             |                             |                        |                   |            | [GWh]                        | [%]                                    |
| 1990 | 17.426                         | 71                          | 0                           | 1.434                  | 1                 | 0          | 18.932                       | 3,4                                    |
| 1991 | 14.891                         | 100                         | 0                           | 1.471                  | 1                 | 0          | 16.463                       | 3,1                                    |
| 1992 | 17.397                         | 275                         | 0                           | 1.558                  | 4                 | 0          | 19.234                       | 3,6                                    |
| 1993 | 17.878                         | 600                         | 0                           | 1.636                  | 3                 | 0          | 20.117                       | 3,8                                    |
| 1994 | 19.930                         | 909                         | 0                           | 1.875                  | 7                 | 0          | 22.721                       | 4,3                                    |
| 1995 | 21.780                         | 1.500                       | 0                           | 2.013                  | 7                 | 0          | 25.300                       | 4,7                                    |
| 1996 | 21.957                         | 2.032                       | 0                           | 2.102                  | 12                | 0          | 26.103                       | 4,8                                    |
| 1997 | 17.357                         | 2.966                       | 0                           | 2.277                  | 18                | 0          | 22.618                       | 4,1                                    |
| 1998 | 17.216                         | 4.489                       | 0                           | 3.260                  | 35                | 0          | 25.000                       | 4,5                                    |
| 1999 | 19.647                         | 5.528                       | 0                           | 3.589                  | 30                | 0          | 28.794                       | 5,2                                    |
| 2000 | 21.732                         | 9.513                       | 0                           | 4.737                  | 60                | 0          | 36.042                       | 6,2                                    |
| 2001 | 22.733                         | 10.509                      | 0                           | 5.207                  | 76                | 0          | 38.525                       | 6,6                                    |
| 2002 | 23.124                         | 15.786                      | 0                           | 6.038                  | 162               | 0          | 45.110                       | 7,7                                    |
| 2003 | 17.722                         | 18.713                      | 0                           | 8.841                  | 313               | 0          | 45.589                       | 7,6                                    |
| 2004 | 20.095                         | 25.509                      | 0                           | 10.471                 | 557               | 0,2        | 56.632                       | 9,3                                    |
| 2005 | 19.638                         | 27.229                      | 0                           | 14.354                 | 1.282             | 0,2        | 62.503                       | 10,2                                   |
| 2006 | 20.008                         | 30.710                      | 0                           | 18.700                 | 2.220             | 0,4        | 71.638                       | 11,6                                   |
| 2007 | 21.170                         | 39.713                      | 0                           | 24.363                 | 3.075             | 0,4        | 88.321                       | 14,2                                   |
| 2008 | 20.443                         | 40.574                      | 0                           | 27.792                 | 4.420             | 17,6       | 93.247                       | 15,1                                   |
| 2009 | 19.031                         | 38.610                      | 38                          | 30.578                 | 6.583             | 18,8       | 94.858                       | 16,3                                   |
| 2010 | 20.953                         | 37.619                      | 174                         | 34.307                 | 11.729            | 27,7       | 104.810                      | 17,0                                   |
| 2011 | 17.671                         | 48.315                      | 568                         | 37.603                 | 19.599            | 18,8       | 123.775                      | 20,4                                   |
| 2012 | 21.793                         | 49.948                      | 722                         | 43.550                 | 26.380            | 25,4       | 142.418                      | 23,5                                   |

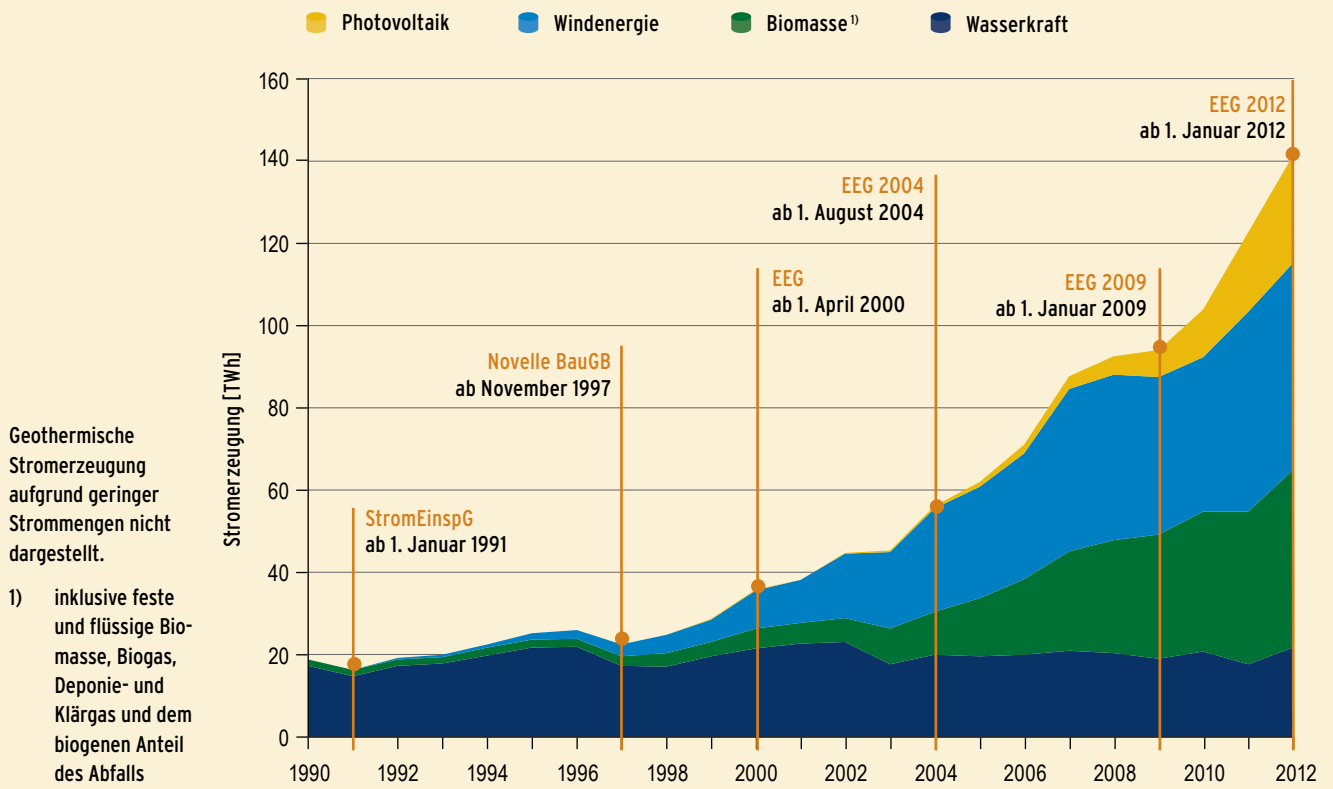
Die vollständigen Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien finden sich auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“ Rubrik „Datenservice“ unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de).

1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2) inklusive feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas und dem biogenen Anteil des Abfalls (biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt); bis 1998 nur Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat; ZSW [1]; VDEW [17], [18], [22], [27], [28], [29], BDEW [30]; AGEb [64]; BDEW [6]; ÜNB [68]; StBA [21]; SFV [26]; DBFZ [12]

Entwicklung der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 18



### Installierte Leistung zur Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

|      | Wasser-<br>kraft <sup>1)</sup> | Wind-<br>energie<br>an Land | Wind-<br>energie<br>auf See | Biomasse <sup>2)</sup> | Photo-<br>voltaik  | Geo-<br>thermie | Gesamte<br>Leistung |
|------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
|      | [MW]                           | [MW]                        | [MW]                        | [MW]                   | [MW <sub>p</sub> ] | [MW]            | [MW]                |
| 1990 | 3.982                          | 55                          | 0                           | 635                    | 2                  | 0               | 4.674               |
| 1991 | 4.033                          | 106                         | 0                           | 646                    | 2                  | 0               | 4.787               |
| 1992 | 4.049                          | 174                         | 0                           | 655                    | 6                  | 0               | 4.884               |
| 1993 | 4.117                          | 326                         | 0                           | 708                    | 9                  | 0               | 5.160               |
| 1994 | 4.211                          | 618                         | 0                           | 677                    | 12                 | 0               | 5.518               |
| 1995 | 4.348                          | 1.121                       | 0                           | 724                    | 18                 | 0               | 6.211               |
| 1996 | 4.305                          | 1.549                       | 0                           | 804                    | 28                 | 0               | 6.686               |
| 1997 | 4.296                          | 2.089                       | 0                           | 845                    | 42                 | 0               | 7.272               |
| 1998 | 4.369                          | 2.877                       | 0                           | 972                    | 54                 | 0               | 8.272               |
| 1999 | 4.547                          | 4.435                       | 0                           | 1.022                  | 70                 | 0               | 10.074              |
| 2000 | 4.831                          | 6.097                       | 0                           | 1.164                  | 114                | 0               | 12.206              |
| 2001 | 4.831                          | 8.738                       | 0                           | 1.281                  | 176                | 0               | 15.026              |
| 2002 | 4.937                          | 11.976                      | 0                           | 1.417                  | 296                | 0               | 18.626              |
| 2003 | 4.953                          | 14.593                      | 0                           | 1.939                  | 435                | 0               | 21.920              |
| 2004 | 5.186                          | 16.612                      | 0                           | 2.454                  | 1.105              | 0,2             | 25.357              |
| 2005 | 5.210                          | 18.375                      | 0                           | 3.525                  | 2.056              | 0,2             | 29.167              |
| 2006 | 5.193                          | 20.568                      | 0                           | 4.345                  | 2.899              | 0,2             | 33.005              |
| 2007 | 5.137                          | 22.183                      | 0                           | 4.851                  | 4.170              | 3,2             | 36.344              |
| 2008 | 5.164                          | 23.815                      | 0                           | 5.441                  | 6.120              | 3,2             | 40.543              |
| 2009 | 5.340                          | 25.614                      | 78                          | 6.097                  | 10.566             | 7,5             | 47.702              |
| 2010 | 5.407                          | 26.895                      | 285                         | 6.540                  | 17.554             | 7,5             | 56.689              |
| 2011 | 5.625                          | 28.730                      | 330                         | 7.230                  | 25.039             | 7,5             | 66.962              |
| 2012 | 5.604                          | 30.869                      | 435                         | 7.557                  | 32.643             | 12,1            | 77.121              |

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

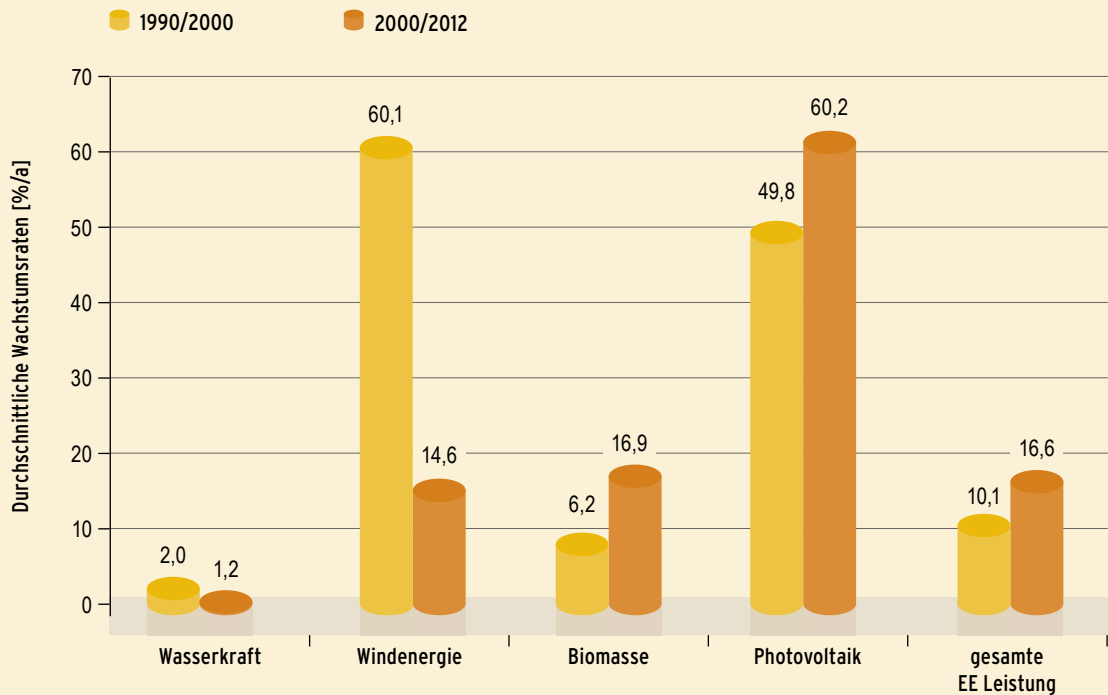
Die Angaben zur installierten Leistung beziehen sich jeweils auf den Stand zum Jahresende.

Die vollständigen Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien finden sich auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“ Rubrik „Datenservice“ unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de).

- 1) erstmalige Darstellung der installierten elektrischen Leistung von Wasserkraftanlagen inklusive Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss
- 2) inklusive feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas und dem biogenem Anteil des Abfalls.

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie VDEW [17], [18], [22], [27], [28], [29]; BDEW [30]; EnBW [39]; Fichtner [40]; DEWI [33], [48]; BSW [51]; IE et al. [58]; DBFZ [12]; ITAD [66]; BNetzA [52], [74]; ZSW [1]

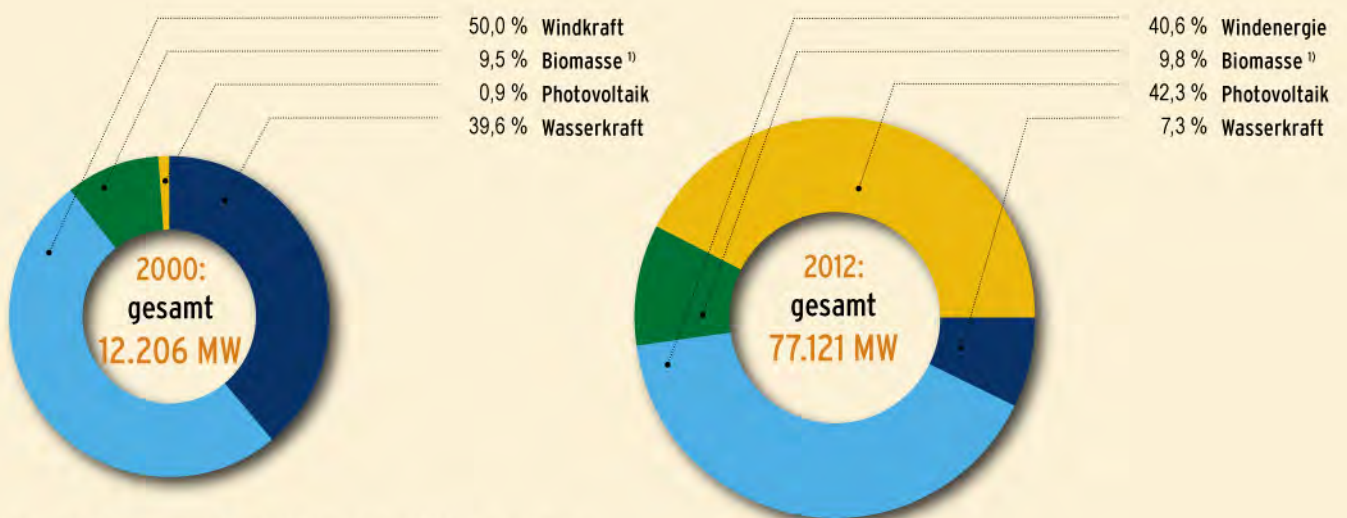
### Durchschnittliche Wachstumsraten der installierten Leistung zur Strombereitstellung in Deutschland



Anmerkung: Kapazitäten zur geothermischen Stromerzeugung sind in Deutschland erst seit 2004 (0,2 Megawatt) in Betrieb. Ende 2012 waren 12,1 Megawatt installiert, das ist gleichbedeutend mit einem durchschnittlichen Wachstum von 67,0 Prozent/Jahr.

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 20

### Anteile an der installierten Leistung zur Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2000 und 2012



Seit dem Inkrafttreten des EEG im Jahr 2000 hat sich die installierte Leistung zur Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien mehr als versechsfacht. Der Anteil der Wasserkraft ist in diesem Zeitraum kontinuierlich gesunken, der Anteil der Photovoltaik drastisch gestiegen.

Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt. Die Größenverhältnisse der Grafiken entsprechen nicht dem exakten Leistungszubau.

1) inklusive feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas und dem biogenem Anteil des Abfalls

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 20



## Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

|      | Feste Biomasse <sup>1)</sup> | Sonstige Biomasse <sup>2)</sup> | Solarthermie <sup>3)</sup> | Geothermie, Umweltwärme <sup>4)</sup> | Summe Wärmeerzeugung | Anteil am Wärmeverbrauch |
|------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
|      | [GWh]                        |                                 |                            |                                       | [GWh]                | [%]                      |
| 1990 | 28.265                       | 2.308                           | 130                        | 1.515                                 | 32.218               | 2,1                      |
| 1991 | 28.360                       | 2.308                           | 170                        | 1.517                                 | 32.355               | 2,1                      |
| 1992 | 28.362                       | 2.308                           | 220                        | 1.522                                 | 32.412               | 2,1                      |
| 1993 | 28.368                       | 2.308                           | 280                        | 1.530                                 | 32.486               | 2,1                      |
| 1994 | 28.375                       | 2.308                           | 360                        | 1.537                                 | 32.580               | 2,2                      |
| 1995 | 28.387                       | 2.308                           | 440                        | 1.540                                 | 32.675               | 2,1                      |
| 1996 | 28.277                       | 2.538                           | 550                        | 1.551                                 | 32.916               | 2,0                      |
| 1997 | 45.591                       | 2.290                           | 690                        | 1.569                                 | 50.140               | 3,2                      |
| 1998 | 48.402                       | 4.743                           | 830                        | 1.604                                 | 55.579               | 3,6                      |
| 1999 | 49.593                       | 4.939                           | 1.090                      | 1.645                                 | 57.267               | 3,8                      |
| 2000 | 50.056                       | 4.911                           | 1.290                      | 1.694                                 | 57.951               | 3,9                      |
| 2001 | 56.857                       | 4.784                           | 1.620                      | 1.765                                 | 65.026               | 4,2                      |
| 2002 | 55.756                       | 4.781                           | 1.910                      | 1.855                                 | 64.302               | 4,3                      |
| 2003 | 65.974                       | 7.964                           | 2.520                      | 1.956                                 | 78.414               | 5,2                      |
| 2004 | 70.651                       | 8.553                           | 2.560                      | 2.086                                 | 83.850               | 5,5                      |
| 2005 | 72.849                       | 10.339                          | 3.030                      | 2.294                                 | 88.512               | 5,9                      |
| 2006 | 74.137                       | 12.225                          | 3.550                      | 2.762                                 | 92.674               | 6,1                      |
| 2007 | 75.174                       | 17.180                          | 3.940                      | 3.415                                 | 99.709               | 7,5                      |
| 2008 | 72.992                       | 13.123                          | 4.490                      | 4.168                                 | 94.773               | 6,7                      |
| 2009 | 83.232                       | 15.355                          | 5.280                      | 4.931                                 | 108.798              | 8,2                      |
| 2010 | 106.101                      | 18.658                          | 5.630                      | 5.585                                 | 135.974              | 9,3                      |
| 2011 | 95.230                       | 20.457                          | 6.440                      | 6.297                                 | 128.424              | 9,9                      |
| 2012 | 102.700                      | 23.900                          | 6.700                      | 7.070                                 | 140.370              | 10,2                     |

Die vollständigen Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien finden sich auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“ unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de), Rubrik „Datenservice“.

- 1) Erhebungsmethode 1996/1997 geändert; abweichend zu den Vorjahren ab 2003 Angaben nach §§ 3, 5 (Heizkraft- und Heizwerke) und § 8 (Industrie) des EnStatG von 2003
- 2) inklusive flüssige Biomasse, Bio-, Klär- und Deponiegas und dem biogenen Anteil des Abfalls (biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt. Anga-

ben 1990 bis 1994 gleichgesetzt mit 1995, Rückgang bei Wärme 2008 gegenüber dem Vorjahr bedingt durch eine methodische Anpassung in der Datenerhebung, die keine Aussage über den tatsächlichen Nutzungsausbau zulässt.)

- 3) Rückbau von Altanlagen ist berücksichtigt
- 4) einschließlich Wärme aus Tiefengeothermie und durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen)

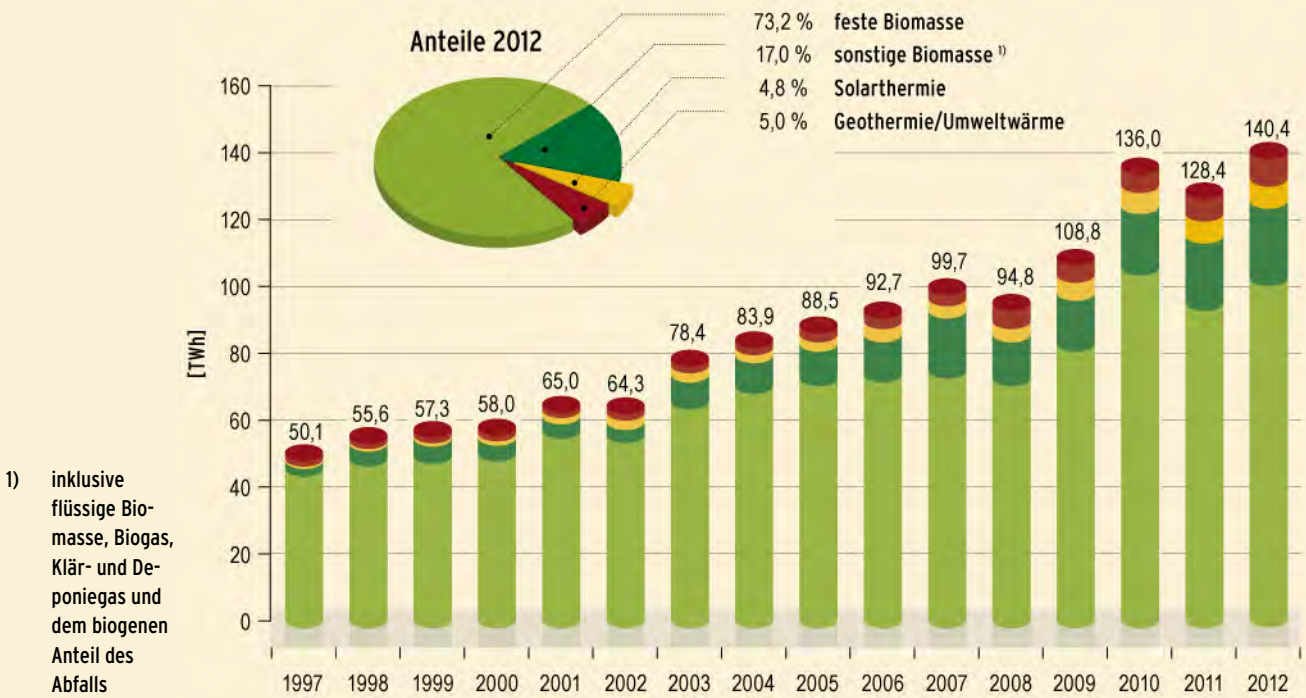
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie ZSW [1]; StBA [21]; EEFA [67]; AGEb [2], [4], [69], [73]; BSW [51]; IE et al. [58]; GZB [59]; LIAG [61]; BWP [3]; DBFZ [12]; DEPV [19]; IEA/ESTIF [94]

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

|                     |                         | 1990 | 2000  | 2002  | 2004  | 2006  | 2008   | 2010   | 2011   | 2012   |
|---------------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| kumulierte Fläche   | [1.000 m <sup>2</sup> ] | 348  | 3.251 | 4.679 | 6.151 | 8.501 | 11.330 | 14.044 | 15.234 | 16.309 |
| kumulierte Leistung | [MW]                    | 243  | 2.276 | 3.275 | 4.306 | 5.951 | 7.931  | 9.831  | 10.664 | 11.416 |

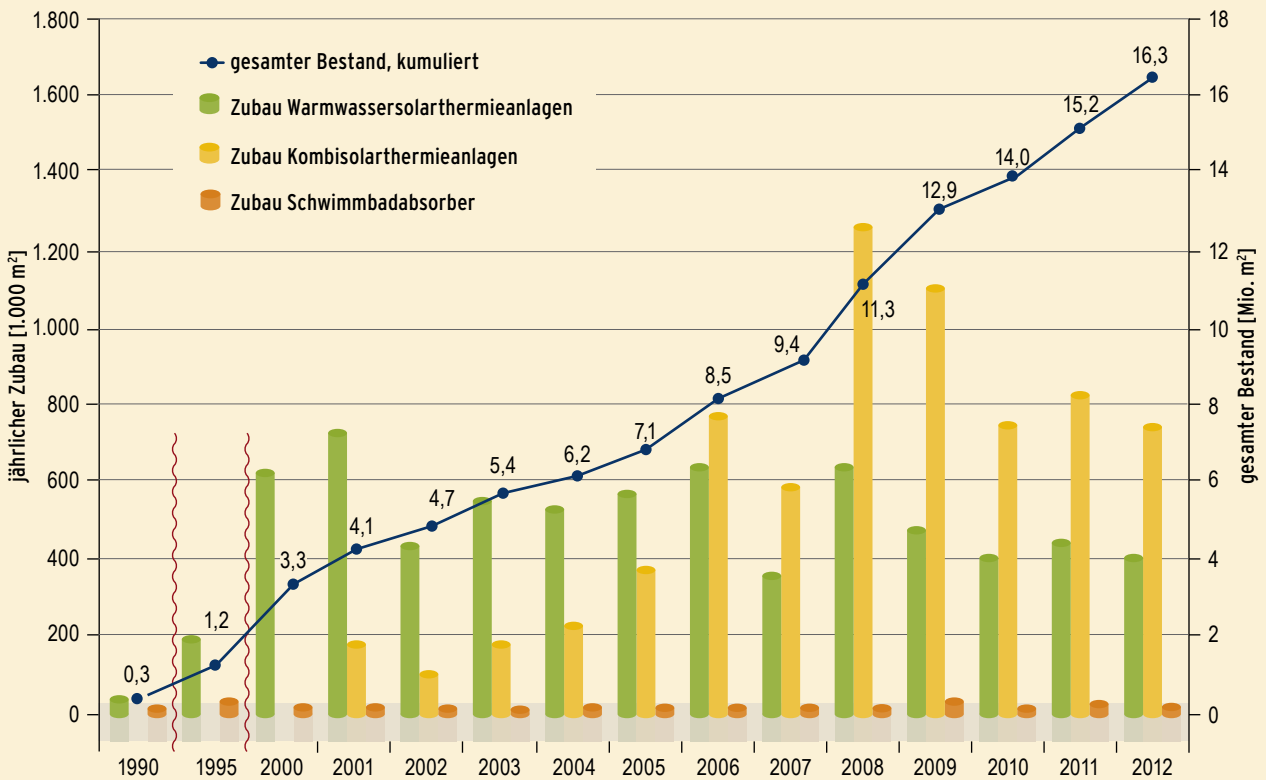
Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie ZSW [1]; BSW [51]; IEA/ESTIF [94]

### Entwicklung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1997



Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 22

### Entwicklung des Zubaus von Solarkollektoren (Solarwärme) in Deutschland seit 1990



Grafik berücksichtigt den Abbau von Altanlagen; Kombisolarthermieanlagen: Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung.

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

## Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

|                   | 1998           | 2000       | 2001       | 2002       | 2003       | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|-------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | [1.000 Tonnen] |            |            |            |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Biodiesel</b>  | 100            | 250        | 350        | 550        | 800        | 1.017        | 1.800        | 2.817        | 3.318        | 2.695        | 2.431        | 2.529        | 2.426        | 2.479        |
| <b>Pflanzenöl</b> | 11             | 16         | 20         | 24         | 28         | 33           | 196          | 711          | 838          | 401          | 100          | 61           | 20           | 25           |
| <b>Bioethanol</b> | 0              | 0          | 0          | 0          | 0          | 65           | 238          | 512          | 460          | 625          | 892          | 1.165        | 1.233        | 1.249        |
| <b>Gesamt</b>     | <b>111</b>     | <b>266</b> | <b>370</b> | <b>574</b> | <b>828</b> | <b>1.115</b> | <b>2.234</b> | <b>4.040</b> | <b>4.616</b> | <b>3.721</b> | <b>3.423</b> | <b>3.755</b> | <b>3.679</b> | <b>3.753</b> |

Quelle: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe folgende Tabelle

## Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 1990

|                    | Biodiesel | Pflanzenöl | Bioethanol | Biomethan | Summe Biokraftstoffe | Anteil am Kraftstoffverbrauch <sup>1)</sup> |
|--------------------|-----------|------------|------------|-----------|----------------------|---|
|                    | [GWh]     |            |            |           | [GWh]                | [%]   |
| 1990               | 0         | k.A.       | 0          | 0         | 0                    | 0   |
| 1991               | 2         | k.A.       | 0          | 0         | 2                    | 0   |
| 1992               | 52        | 21         | 0          | 0         | 73                   | 0,012                                       |
| 1993               | 52        | 31         | 0          | 0         | 83                   | 0,013                                       |
| 1994               | 258       | 31         | 0          | 0         | 289                  | 0,05  |
| 1995               | 310       | 53         | 0          | 0         | 363                  | 0,06  |
| 1996               | 516       | 53         | 0          | 0         | 569                  | 0,09  |
| 1997               | 825       | 104        | 0          | 0         | 929                  | 0,1   |
| 1998               | 1.032     | 115        | 0          | 0         | 1.147                | 0,2   |
| 1999               | 1.341     | 146        | 0          | 0         | 1.487                | 0,2   |
| 2000               | 2.579     | 167        | 0          | 0         | 2.746                | 0,4   |
| 2001               | 3.611     | 209        | 0          | 0         | 3.820                | 0,6   |
| 2002               | 5.674     | 251        | 0          | 0         | 5.925                | 0,9   |
| 2003               | 8.253     | 292        | 0          | 0         | 8.545                | 1,4   |
| 2004               | 10.493    | 345        | 481        | 0         | 11.319               | 1,8   |
| 2005               | 18.570    | 2.047      | 1.763      | 0         | 22.380               | 3,7   |
| 2006 <sup>2)</sup> | 29.062    | 7.426      | 3.792      | 0         | 40.280               | 6,3   |
| 2007               | 34.239    | 8.748      | 3.437      | 0         | 46.424               | 7,4   |
| 2008               | 27.810    | 4.192      | 4.673      | 4         | 36.679               | 6,0   |
| 2009               | 25.086    | 1.044      | 6.673      | 15        | 32.818               | 5,4   |
| 2010               | 26.095    | 636        | 8.713      | 162       | 35.606               | 5,8   |
| 2011               | 24.920    | 205        | 9.091      | 190       | 34.406               | 5,5   |
| 2012               | 25.459    | 258        | 9.207      | 350       | 35.274               | 5,7   |

Die vollständigen Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien finden sich auf der BMU-Themenseite „Erneuerbare Energien“ unter [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de), Rubrik „Datenservice“.

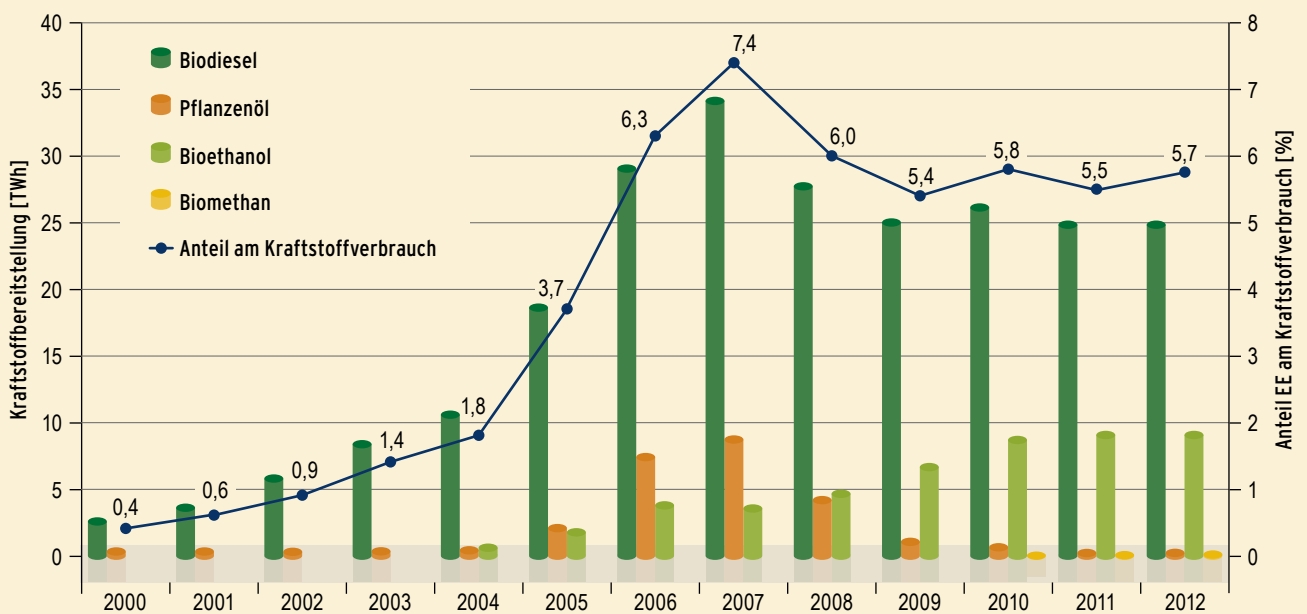
1) bis 2002 Bezugsgröße Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; ab 2003 der gesamte Verbrauch an Motorkraftstoff, ohne Flugkraftstoff, Militär und Binnenschifffahrt

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

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie BMU/BMELV [14]; BMELV [15]; BAFA [16]; FNR [60]; UFOP [32]; AGQM [31]; StBA [44]; BR [37]; erdgas mobil [127]



## Entwicklung der Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland seit 2000



Quelle: BMU auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Seite 24



## Vermiedene Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. In allen Verbrauchssektoren (Strom, Wärme, Verkehr) werden fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt. Die energiebedingten Treibhausgasemissionen sinken entsprechend. Insgesamt resultierte daraus im Jahr 2012 eine Treibhausgasvermeidung von rund 145 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Auf den Stromsektor entfielen 101,1 Millionen Tonnen, davon sind 81,6 Millionen Tonnen der EE-Strommenge mit EEG-Vergütungsanspruch zuzuordnen. Im Wärmebereich wurden 38,0 Millionen Tonnen und im Kraftstoffbereich 5,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden.

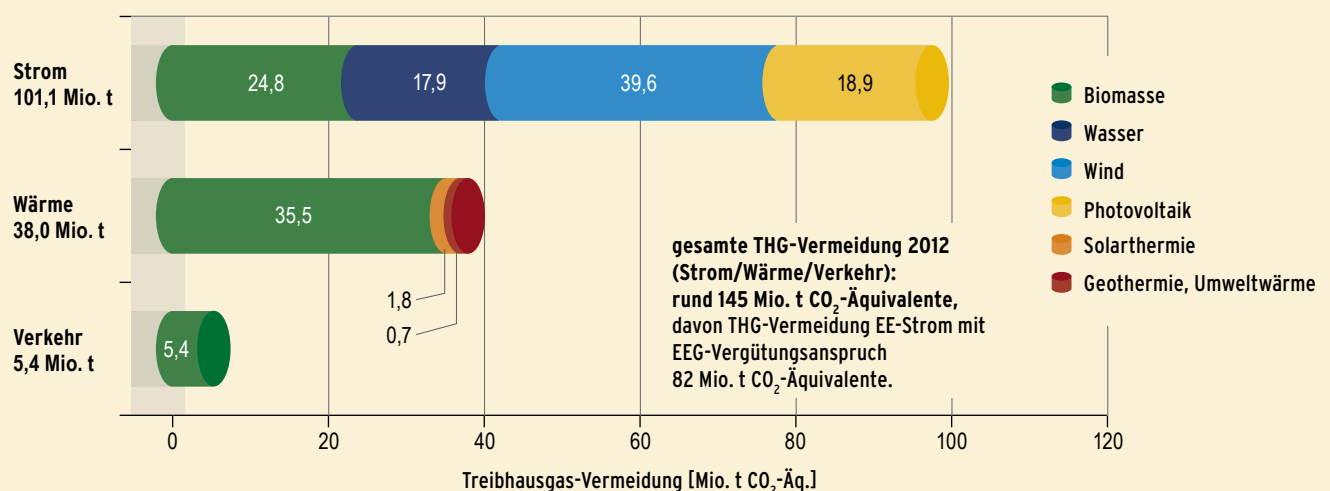
Bei einer ausschließlichen Betrachtung des Treibhausgases Kohlendioxid, bei der unter anderem Methanemissionen bei der Nutzung fossiler und biogener Brennstoffe sowie Lachgasemissionen beim Anbau von Energiepflanzen außer Acht bleiben, ergibt sich ein leicht abweichendes Bild. Danach haben die erneuerbaren Energien 2012 insgesamt 147 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Hiervon entfielen 100,9 Millionen Tonnen auf die erneuerbare Stromerzeugung (davon 82,4 Millionen Tonnen auf Strom aus EE mit EEG-Vergütungsanspruch), 38,6 Millionen Tonnen auf die erneuerbare Wärmebereitstellung und 7,4 Millionen Tonnen auf den Einsatz von Biokraftstoffen.

Die Netto-Bilanz der vermiedenen Emissionen durch erneuerbare Energien berücksichtigt grundsätzlich alle vorgelagerten Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie zur Herstellung der Anlagen und die Nutzungsphase. Mit dem Rückbau (Recycling) wird ein wichtiger Teil des Lebenszyklus' nicht analysiert.

Den Emissionen der durch erneuerbare Energien ersetzten fossilen Energieträger werden dabei diejenigen Emissionen gegenübergestellt, die aus den Vorketten und dem Betrieb der regenerativen Energieerzeugungsanlagen stammen. Bei Strom und Wärme wird das Ergebnis maßgeblich dadurch beeinflusst, welche fossilen Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Bei den Biokraftstoffen sind besonders die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend.

Sofern es sich dabei nicht um biogene Reststoffe (unter anderem Holz) und Abfälle handelt, sind Landnutzungsänderungen durch den landwirtschaftlichen Anbau der Energiepflanzen zu beachten. Sie können die Bilanzergebnisse entscheidend beeinflussen. Die Effekte indirekter (das heißt durch Verdrängungseffekte mittelbar verursachte) Landnutzungsänderungen werden bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen noch nicht berücksichtigt, da es derzeit keine einheitlich anerkannte Methode dafür gibt.

### Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2012



Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Quellen: UBA auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Emissionsbilanz erneuerbarer Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung 2012

Im Herbst 2012 unterbreitete die Europäische Kommission auf Basis verschiedener Expertisen einen ersten kontrovers diskutierten Vorschlag, in welcher Weise indirekte Landnutzungsänderungen im Zuge der Berichterstattung zur Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen bilanziert werden könnten.

Eine Umsetzung der vorgeschlagenen Werte auf Basis der im Jahr 2012 in Deutschland eingesetzten Biokraftstoffe (hoher Ölpflanzenanteil) würde dazu führen, dass sich für diese keine Minderung der Treibhausgasemissionen mehr nachweisen ließe. Es ist hinsichtlich der Berechnungsmethode höchstwahrscheinlich noch in diesem Jahr mit einer Entscheidung zu rechnen. Auf dieser Basis wird dann eine Aktualisierung der Emissionsbilanz vorgenommen.

Direkte Landnutzungsänderungen spielen aufgrund der Regelungen der Biokraft-NachV und BioSt-NachV nur noch für den Anbau von Energiepflanzen zur Biogasgewinnung eine Rolle. Die Art des umgebrochenen Grünlands ist jedoch nur eingeschränkt bekannt, sodass sich die Höhe der Emissionen auch nur schwer quantifizieren lässt. Da diese zudem nur in Bezug zu circa 15 Prozent der Gesamtenergiemaisanbaufläche stehen, wird auch die Gesamtemissionsbilanz für Biogas nur vergleichsweise gering beeinflusst. Aufgrund verschiedener Bundesländer-Verbote zum Grünlandumbruch sollten diese Effekte

zukünftig nur noch geringfügig an Bedeutung gewinnen.

Eine Kurzbeschreibung der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger finden Sie im Anhang.

Die Tabelle zeigt die Vermeidungsfaktoren und die vermiedenen Emissionen der einzelnen Treibhausgase und Luftschadstoffe nach Versorgungsbereichen, die abhängig von der Art und Höhe der erneuerbaren Energiebereitstellung und von Substitutionsbeziehungen sind. Im Stromsektor ist die hohe Treibhausgasemissionen signifikant. Negative Bilanzwerte treten bei den Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon insbesondere bei Kohlenmonoxid auf, was auf die Nutzung von Biogas zurückzuführen ist. Im Wärmebereich ergeben sich Emissionserhöhungen durch die Verbrennung von Holz in älteren Feuerungsanlagen wie Kachel- und Kaminöfen, die jedoch sukzessive stillgelegt bzw. erneuert werden (müssen). Besonderen Einfluss haben dabei die negative Werte von flüchtigen organischen Verbindungen und Kohlenmonoxid sowie von Staubemissionen aller Partikelgrößen. Bei den Biokraftstoffen zeigen sich deutlich die höheren Lachgas-Emissionen aufgrund von Düngung im Rahmen des Energiepflanzenanbaus.

## Emissionsbilanz erneuerbarer Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung 2012

| Treibhausgas/<br>Luftschadstoff           |                             | EE Stromerzeugung<br>gesamt: 142.418 GWh |                          | EE Wärmebereitstellung<br>gesamt: 140.370 GWh |                          | Biogene Kraftstoffe<br>gesamt: 35.274 GWh |                          |
|---|-----------------------------|--|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|
|   |                             | Vermeidungs-<br>faktor                   | vermiedene<br>Emissionen | Vermeidungs-<br>faktor                        | vermiedene<br>Emissionen | Vermeidungs-<br>faktor                    | vermiedene<br>Emissionen |
|   |                             | [g/kWh]                                  | [1.000 t]                | [g/kWh]                                       | [1.000 t]                | [g/kWh]                                   | [1.000 t]                |
| Treibhaus-<br>effekt <sup>1)</sup>        | CO <sub>2</sub>             | 708                                      | 100.853                  | 275   | 38.634                   | 210                                       | 7.400                    |
|   | CH <sub>4</sub>             | 0,52                                     | 74,1                     | 0,03  | 4,2                      | -0,26                                     | -9,3                     |
|   | N <sub>2</sub> O            | -0,06                                    | -8,3                     | -0,02   | -2,4                     | -0,16                                     | -5,7                     |
|   | CO <sub>2</sub> -Äquivalent | 710                                      | 101.148                  | 271   | 37.972                   | 154                                       | 5.443                    |
| Versauer-<br>ung <sup>2)</sup>            | SO <sub>2</sub>             | 0,24                                     | 34,2                     | 0,14  | 20,1                     | -0,07                                     | -2,5                     |
|   | NO <sub>x</sub>             | 0,11                                     | 15,8                     | -0,40   | -56,4                    | -0,34                                     | -12,1                    |
|   | SO <sub>2</sub> -Äquivalent | 0,32                                     | 45,4                     | -0,18   | -25,9                    | -0,152                                    | -5,4                     |
| Ozon <sup>3)</sup><br>Staub <sup>4)</sup> | CO                          | -0,33                                    | -47,4                    | -4,97   | -698,1                   | -0,07                                     | -2,3                     |
|   | NMVOG                       | -0,01                                    | -1,3                     | -0,34   | -47,6                    | 0,01                                      | 0,5                      |
|   | Staub                       | 0,01                                     | 1,1                      | -0,20   | -28,1                    | -0,04                                     | -1,4                     |

1) Weitere Treibhausgase (SF<sub>6</sub>, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.

2) Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH<sub>3</sub>, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.

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

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

Quellen: UBA [42], [75] auf Basis AGEE-Stat, Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; UBA [92]; IINAS [90]; Öko-Institut [91]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Ciroth [83]; AGEb [2], [64], [73]; EP/ER [85]; BR [37], [79], [80]; BDBe [82]; VDB [81]; BLE [96]; IFEU [5]; Frick et al. [86]

## Einsparung von inländischen und ausländischen fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland

### Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger 2012

|                                    | Braunkohle               | Steinkohle                | Erdgas                     | Mineralöl/Heizöl | Diesel-Kraftstoff | Otto-Kraftstoff | gesamt         |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| <b>Primärenergie [TWh]</b>         |                          |                           |                            |                  |                   |                 |                |
| <b>Strom</b>                       | 10,0                     | 259,8                     | 52,7                       | 0,0              |                   |                 | 322,5          |
| <b>Wärme</b>                       | 12,6                     | 13,2                      | 68,2                       | 57,6             |                   |                 | 151,6          |
| <b>Verkehr</b>                     |                          |                           |                            |                  | 15,3              | 6,6             | 21,9           |
| <b>gesamt</b>                      | <b>22,6</b>              | <b>273,0</b>              | <b>120,9</b>               | <b>57,6</b>      | <b>15,3</b>       | <b>6,6</b>      | <b>496,0</b>   |
| <b>Primärenergie [PJ]</b>          |                          |                           |                            |                  |                   |                 |                |
| <b>gesamt</b>                      | <b>81,2</b>              | <b>982,9</b>              | <b>435,2</b>               | <b>207,2</b>     | <b>55,1</b>       | <b>23,9</b>     | <b>1.785,5</b> |
| <b>das entspricht<sup>1)</sup></b> | 7,7 Mio. t <sup>2)</sup> | 32,8 Mio. t <sup>3)</sup> | 12.376 Mio. m <sup>3</sup> | 5.798 Mio. Liter | 1.535 Mio. Liter  | 737 Mio. Liter  |                |

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe auch Anhang Absatz 2.

1) Zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden folgende von der AGEB 2012 ermittelten Heizwerte angesetzt: Braunkohlen 2,5172 Kilowattstunden/Kilogramm, Braunkohlebriketts 5,401 Kilowattstunden/Kilogramm, Staubkohlen 6,084 Kilowattstunden/Kilogramm; Steinkohle 8,331 Kilowattstunden/Kilogramm, Steinkohlekoks 7,958 Kilowattstunden/

Kilogramm, Erdgas 9,769 Kilowattstunden/Quadratmeter, Heizöl leicht 9,928 Kilowattstunden/Liter, Dieseldieselkraftstoff 9,964 Kilowattstunden/Liter, Ottokraftstoff 9,011 Kilowattstunden/Liter.  
2) darunter circa 6,7 Millionen Tonnen Braunkohle, circa 0,3 Millionen Tonnen Braunkohlebriketts und circa 0,7 Millionen Tonnen Staubkohlen  
3) darunter circa 32,6 Millionen Tonnen Steinkohle und circa 0,2 Millionen Tonnen Steinkohlekoks

Quellen: UBA [75] auf Basis AGE-Stat und Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; IINAS [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86] sowie weiterer Quellen, siehe Tabelle Emissionsbilanz erneuerbarer Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung 2012

Die Tabellen zeigen detailliert die Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr im Jahr 2012 beziehungsweise im Zeitraum 2010 bis 2012. Die Gesamteinsparung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Da in Deutsch-

land fossile, das heißt nicht erneuerbare Energieträger wie Mineralöl, Erdgas und Steinkohle zu einem hohen Anteil importiert werden, führen diese Einsparungen auch zu einer Senkung der deutschen Energieimporte. Deren Menge wird mitbestimmt von der Entwicklung der Energiepreise.

### Entwicklung der Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien 2010 bis 2012

|                            | Strom | Wärme | Verkehr | gesamt |
|----------------------------|-------|-------|---------|--------|
| <b>Primärenergie [TWh]</b> |       |       |         |        |
| <b>2010</b>                | 245,3 | 150,4 | 22,2    | 417,9  |
| <b>2011</b>                | 289,2 | 140,0 | 23,7    | 452,9  |
| <b>2012</b>                | 322,5 | 151,6 | 21,9    | 496,0  |

Quellen: UBA [75] auf Basis AGE-Stat und Klobasa et al. [88]; Frondel et al. [87]; IINAS [90]; Ecoinvent [84]; Vogt et al. [89]; Frick et al. [86] sowie weiterer Quellen, siehe Tabellen Emissionsbilanz erneuerbarer Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung 2012

## Eingesparte fossile Brennstoffimporte durch den Einsatz erneuerbarer Energien <sup>1)</sup>

|      | Strom      | Wärme | Verkehr | gesamt             |
|------|------------|-------|---------|--------------------|
|      | [Mrd. EUR] |       |         |                    |
| 2009 | 2,1        | 3,1   | 0,9     | 6,1 <sup>2)</sup>  |
| 2010 | 2,5        | 3,3   | 0,8     | 6,6 <sup>2)</sup>  |
| 2011 | 2,5        | 3,3   | 0,8     | 7,1 <sup>2)</sup>  |
| 2012 | 3,9        | 4,9   | 1,2     | 10,0 <sup>2)</sup> |

### Vorläufige Angaben

1) Ohne importierte Braunkohle für Heizzwecke (Briketts). Importanteile von Erdöl und Erdgas nach [BMWi]. Für Kesselkohle Importanteil 100 Prozent, da feste Abnahmeverträge für deutsche Steinkohle keine Verminderung zulassen. Einsparungen bei Kesselkohle führen daher zu einer Verringerung der Steinkohleimporte. Der Importanteil von Steinkohle liegt insgesamt bei über 75 Prozent. Importpreise nach [BAFA].

2) Bruttoangaben. Bei Berücksichtigung biogener Brennstoffimporte verringern sich die Importersparnisse auf rund 8,7 Milliarden Euro (2012), 6,0 Milliarden Euro (2011), 5,8 Milliarden Euro (2010) beziehungsweise 5,7 Milliarden Euro (2009). Vergleiche zum Berechnungsweg [70]

Quellen: ISI et al. [50], [55]

Deutschland muss als ressourcenarmes Land zu 97 Prozent Öl und zu 89 Prozent Gas importieren. Energieimporte können je nach Herkunftsland mit Risiken verbunden sein. Diese umfassen sowohl Mengenrisiken (Ausfall eines Produzenten durch Katastrophe oder Krieg) als auch Preisrisiken in Form von unerwarteten Preisanstiegen. Erneuerbare Energien können diese Importabhängigkeiten mildern und somit die Energiesicherheit erhöhen.

Der Wert der eingesparten fossilen Brennstoffimporte stellt somit keine Ersparnis in dieser Größenordnung dar. Er dient vielmehr als Indikator für die steigende Energiesicherheit.

Insgesamt betragen die Erdgasimporte 2012 über 30 Milliarden Euro, für Rohölimporte wurden 60 Milliarden Euro ausgegeben und es wurden 7,5 Millionen Tonnen weiterer Mineralölprodukte importiert. Kohleimporte tragen mit 3,8 Milliarden Euro zum gesamten Energieimport bei. Insgesamt wurden Importe in Höhe von 10 Milliarden Euro durch erneuerbare Energien substituiert.





## Umsätze aus dem Bau und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2012

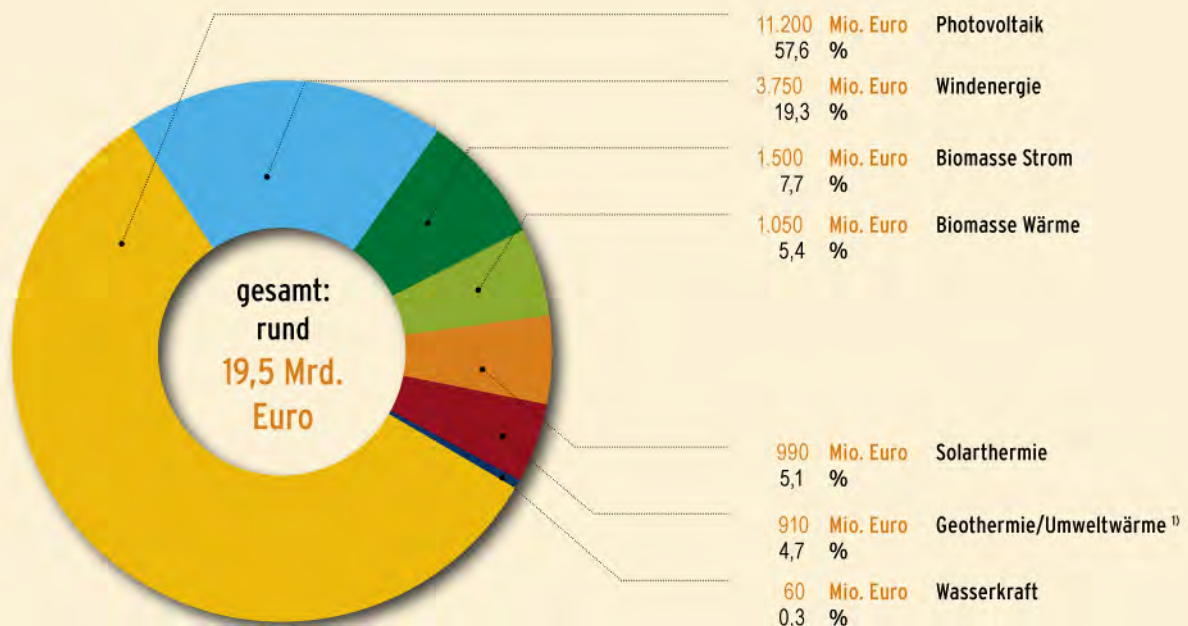
Nach dem im Jahr 2010 erreichten Rekordwert für Investitionen in Anlagen in Höhe von 26,4 Milliarden Euro gingen 2012 die Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland im zweiten Jahr in Folge zurück. Mit 19,5 Milliarden Euro lagen sie um 16 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der größte Teil dieses Rückgangs ist nicht auf einen Rückgang der installierten Leistung, sondern auf den weiteren starken Preisverfall bei Photovoltaikanlagen zurückzuführen.

Auch wenn der Anteil der Investitionen in Photovoltaikanlagen von 65 Prozent im Vorjahr auf knapp 58 Prozent zurückging, dominieren sie noch immer bei den Gesamtinvestitionen. Der Rückgang ist insoweit ein Schritt hin zu einer ausgewogenen Investitionsstruktur. Daneben sind die rückläufigen Investitionen hauptsächlich auf sinkende Zubauzahlen bei Biomasseanlagen zur Stromerzeugung sowie bei Solarthermieanlagen zurückzuführen. Einzig die Investitionen in Windkraftanlagen und Biomasseanlagen

zur Wärmenutzung legten im Vergleich zum Vorjahr zu. Allerdings reichte der Zuwachs nicht aus, die sinkenden Zahlen in den anderen Sparten auszugleichen. Mit 85 Prozent entfällt nach wie vor der überwiegende Anteil der Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden.

Trotz des Rückgangs bei den Investitionen stellen die erneuerbaren Energien nach wie vor einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Insbesondere nimmt mit fortschreitendem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien die wirtschaftliche Bedeutung des Anlagenbetriebs zu. Infolge der gestiegenen Anlagenzahlen nahmen die Umsätze aus dem Betrieb von EE-Anlagen 2012 im Vorjahresvergleich um rund 9 Prozent auf 14,8 Milliarden Euro zu. Diese Umsätze stärken die Wirtschaft nachhaltig, da sie über die gesamte Laufzeit der Anlagen von zumeist 20 Jahren kontinuierlich anfallen und durch jede zusätzlich installierte Anlage weiter ansteigen.

### Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012

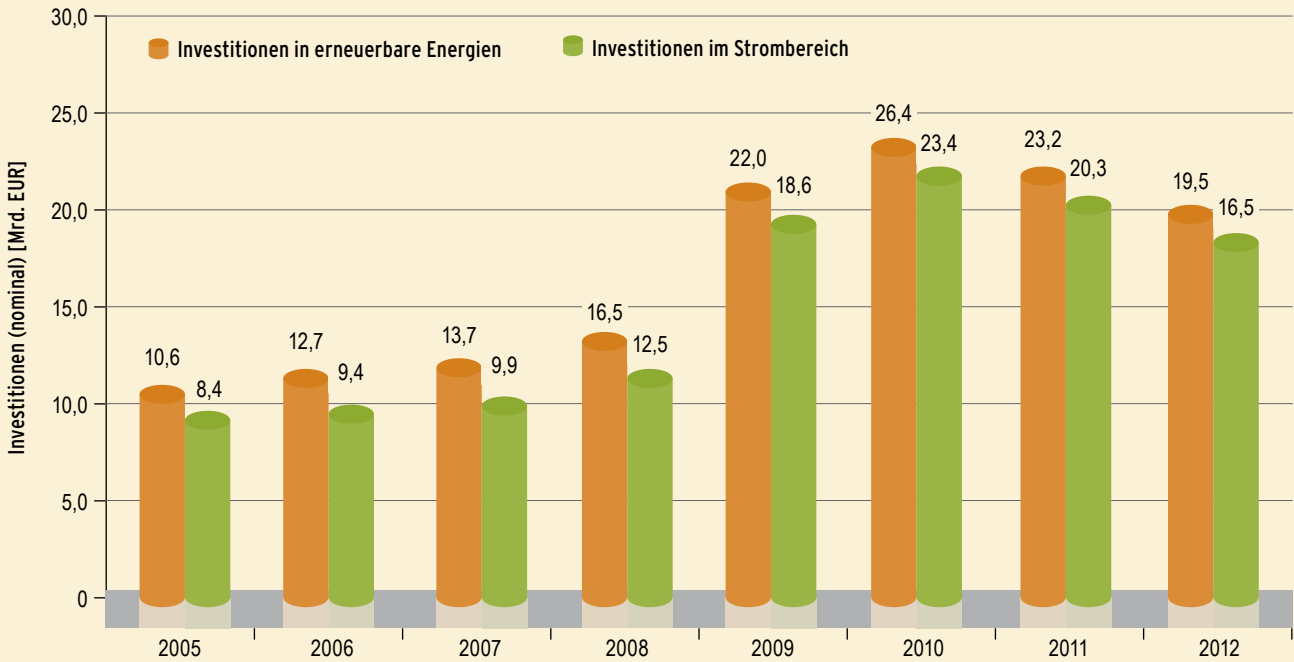


Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie zum Beispiel die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.

1) Großanlagen und Wärmepumpen

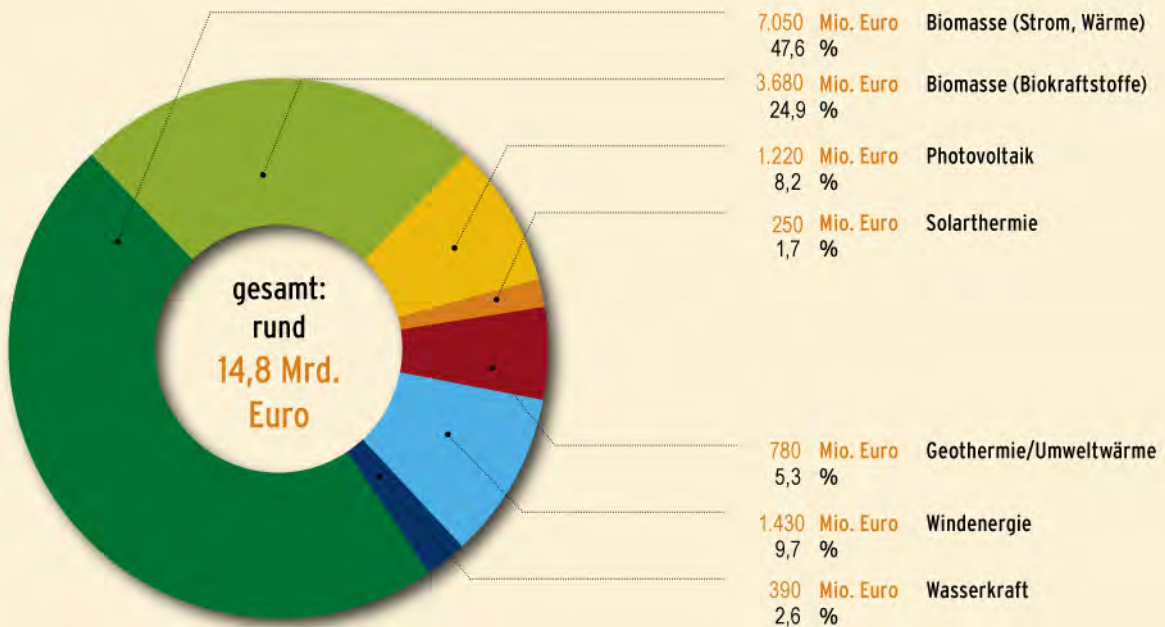
Quelle: BMU nach ZSW [1]

### Entwicklung der Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energien und deren induzierter Anteil im Strombereich in Deutschland bis zum Jahr 2012



Quelle: BMU nach ZSW [1]

### Umsätze aus dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012



Die ermittelten Umsätze aus dem Anlagenbetrieb ergeben sich aus den Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen, insbesondere in Form von Personalkosten und Hilfsenergiekosten, zuzüglich der Kosten gegebenenfalls erforderlicher Brennstoffe. Mehr Informationen zur verwendeten Methodik sind im Anhang Absatz 3 zu finden.

Quelle: BMU nach ZSW [1]

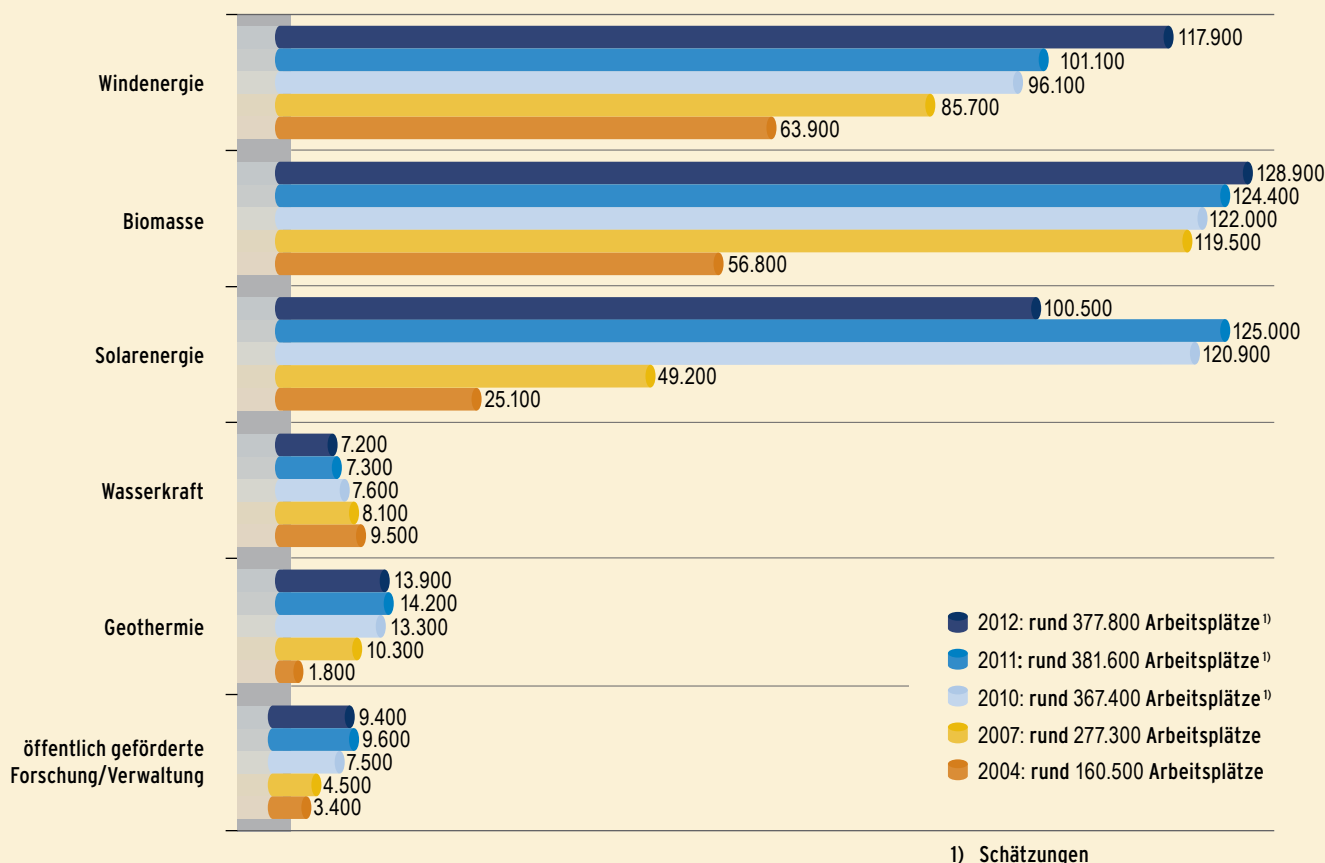
## Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland

Der Ausbau erneuerbarer Energien hat sich auch 2012 international und in Deutschland kräftig fortgesetzt. Bei manchen Technologien zeigt sich schon jetzt sehr deutlich, dass durch die Produktion in großen Mengen und die damit einhergehenden sinkenden spezifischen Investitionskosten, die Anlagen zunehmend günstiger hergestellt werden können. Dieser Trend ist deutlich bei der Photovoltaik zu erkennen. Trotz der hohen Photovoltaikinstallationen in Deutschland, China, Italien und den USA waren die weltweiten Produktionskapazitäten für diese Technologie bei Weitem nicht ausgelastet, sodass der Preisverfall für Photovoltaik sich im Jahr 2012 fortgesetzt hat. Aus Verbrauchersicht sind diese Kostensenkungen nur wünschenswert; der deutschen Photovoltaikindustrie wie auch ihren internationalen Wettbewerbern haben sie jedoch auch im Jahr 2012 deut-

lich zugesetzt und zu erheblichen Verwerfungen geführt. Ein Ende der Marktkonsolidierung in der Photovoltaikindustrie ist derzeit noch nicht abzusehen.

Während im Jahre 2004 rund 160.500 Personen im erneuerbare-Energien-Sektor beschäftigt waren, erreichten die Beschäftigungszahlen 2011 mit 381.600 einen Höhepunkt; dies bedeutet mehr als eine Verdoppelung in nur sieben Jahren. Nach einem aktuellen Forschungsvorhaben des BMU [38] sind der Branche der erneuerbaren Energien nach einer ersten Abschätzung im Jahr 2012 insgesamt 377.800 Arbeitsplätze in Deutschland zuzurechnen. Gegenüber dem Vorjahr ging die Beschäftigung folglich ganz leicht um circa 1 Prozent zurück. Rund 268.000 der für 2012 insgesamt ermittelten Arbeitsplätze sind auf die Wirkung des EEG zurückzuführen.

### Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Quellen: BMU [36], [38]



Zur Ermittlung der Beschäftigten werden Daten zu Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, Ausgaben für deren Betrieb, Abschätzungen zum Außenhandel der betreffenden Industrie und den jeweiligen Vorleistungen, aber auch industrielle Vorleistungen anderer Wirtschaftszweige herangezogen. Hinzu kommt die Beschäftigung durch öffentliche und gemeinnützige Mittel in diesem Bereich, einschließlich der Beschäftigten im öffentlichen Dienst.

In dem vom BMU beauftragten Vorhaben [38] wird ausdrücklich nur die Bruttobeschäftigung betrachtet, das heißt die Arbeitsplätze, die bei Herstellung und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien entstehen, also zum Beispiel auch die Beschäftigungseffekte bei Zulieferern.

Eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung muss dagegen berücksichtigen, dass durch den Ausbau der Erneuerbaren an anderer Stelle Arbeitsplätze verloren gehen, beispielsweise in der konventionellen Stromerzeugung und im Kraftwerksbau. Bei der gesamtwirtschaftlichen Nettobetrachtung (zuletzt [36]) werden den positiven Beschäftigungswirkungen die derzeit negativen Impulse gegenübergestellt (Nettobeschäftigteneffekt). Demnach führt bislang ein ambitionierter Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland in nahezu allen analysierten Szenarien im Saldo zu mehr Beschäftigung als eine Energieversorgung, die weitestgehend auf erneuerbare Energien verzichtet, allerdings ist der Nettobeschäftigungseffekt deutlich geringer als der oben genannte Bruttoeffekt. Die Aktualisierung des Gutachtens zu den Nettobeschäftigungseffekten wird im Laufe des nächsten Jahres erwartet.

## Ausblick

Die Aussichten für die nächsten Jahre sind durch verschiedene einander teilweise widersprechende Trends gekennzeichnet: Sowohl auf der Anbieter- als auch auf der Nachfrageseite wachsen neue Player heran. China beeinflusst die Märkte sowohl durch hohe Produktionskapazitäten als auch durch umfangreiche Ausbaupläne. Die Länder der amerikanischen Kontinente und Afrikas oder im Nahen Osten wollen ebenfalls ihre erheblichen Potenziale für den Ausbau der erneuerbaren Energien nutzen. Europa bleibt kurzfristig bei großen Investitionen eher zurück, ist aber nach wie vor wichtiger Innovationsstandort.

Fakt ist jedoch: Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird weltweit weitergehen. Daher ergibt sich – trotz eventueller kurzfristiger Konsolidierungsphasen – mittel- bis langfristig auch für die Beschäftigung in der Branche der erneuerbaren Energien eine nachhaltige Perspektive.

## Regionale Verteilung der Beschäftigten

Die höchsten Anteile an der Bruttobeschäftigung befinden sich in den großen Flächenländern Bayern, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg sowie im Windenergieland Niedersachsen. Setzt man die regionalen EE-Arbeitsplätze ins Verhältnis zur Gesamtzahl der Beschäftigten im Bundesland, so verschiebt sich die Rangfolge deutlich und in kleinen Bundesländern wie Bremen und Thüringen zeigt sich die EE-Branche als wichtiger Arbeitsplatzfaktor. Die höchsten Werte für die Bedeutung des Ausbaus erneuerbarer Energien für den Arbeitsmarkt sind



allgemein im Norden und Osten Deutschlands zu finden, da hier viele Standorte der Wind- und Solarindustrie ansässig sind. Die Bundesländer im

Süden und Westen des Landes profitieren in der Regel von einer großen Bedeutung der Zulieferindustrien. Seit der ersten Berechnung im letzten Jahr haben sich die regionalen Muster der Beschäftigung nicht grundlegend geändert.

Infolge des erfolgreichen Jahres der Windenergiebranche konnten die Bundesländer im hohen Norden ihre Arbeitsplatzzahlen besonders steigern. Die Bundesländer im mittleren Teil Ostdeutschlands hatten dagegen – so wie Baden-Württemberg und Bayern – mit den Entlassungen in der Photovoltaikindustrie zu kämpfen. Auch in Nordrhein-Westfalen waren die Auswirkungen dieser Entwicklung zu spüren, zusätzlich wurde hier im Vergleich zum Jahr 2011 besonders wenig in Biogasanlagen investiert.

### Regionale Verteilung der Beschäftigten in der Erneuerbare-Energien-Branche: Regionale Bedeutung im Jahr 2012 und relative Veränderung im Vergleich zum Jahr 2011



Quelle: BMU [57], [62]

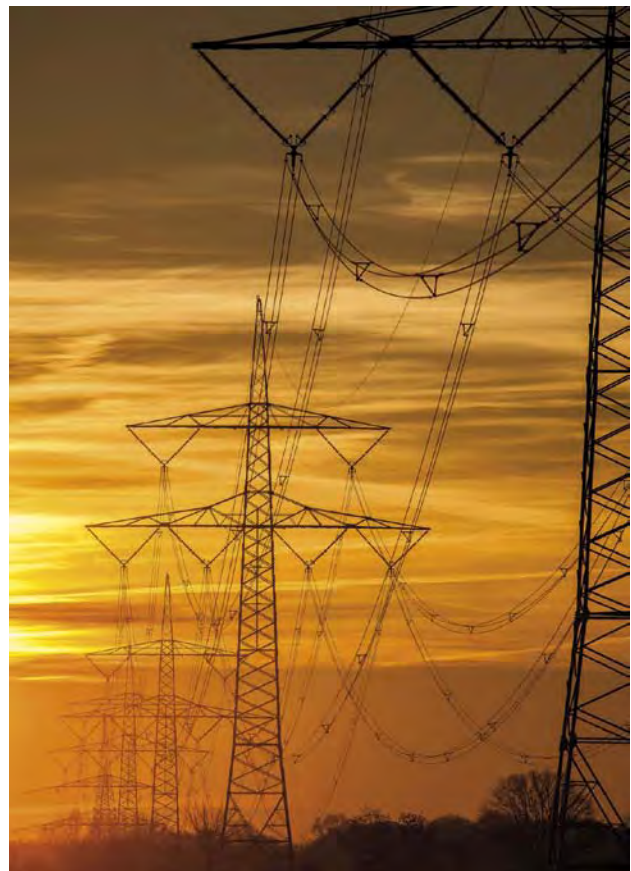
## Strommengen und Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

|   |                   | 2000 <sup>1)</sup> | 2002           | 2004           | 2006           | 2008           | 2010           | 2011           | 2012           |
|---|-------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Wasserkraft, Gase <sup>2)</sup>                     |                   | 4.114              | 6.579          | 4.616          | 4.924          | 4.982          | 5.665          | 4.843          | 5.417          |
| Gase <sup>2)</sup>                                  |                   | -                  | -              | 2.589          | 2.789          | 2.208          | 1.963          | 1.815          | 1.769          |
| Biomasse  |                   | 586                | 2.442          | 5.241          | 10.902         | 18.947         | 25.155         | 27.977         | 34.321         |
| Geothermie  | [GWh]             | -                  | -              | 0              | 0              | 18             | 28             | 19             | 25             |
| Windkraft an Land                                   |                   | 5.662              | 15.786         | 25.509         | 30.710         | 40.574         | 37.619         | 48.315         | 49.948         |
| Windkraft auf See (offshore)                        |                   | -                  | -              | -              | -              | -              | 174            | 568            | 722            |
| solare Strahlungsenergie                            |                   | 29                 | 162            | 557            | 2.220          | 4.420          | 11.729         | 19.599         | 26.128         |
| <b>EEG-Strommenge gesamt<sup>3)</sup></b>           | <b>[GWh]</b>      | <b>10.391</b>      | <b>24.970</b>  | <b>38.511</b>  | <b>51.545</b>  | <b>71.148</b>  | <b>82.332</b>  | <b>103.136</b> | <b>118.330</b> |
| davon direktvermarktete Strommenge <sup>4)</sup>    | [GWh]             | -                  | -              | -              | -              | -              | 1.587          | 11.650         | 51.163         |
| <b>Gesamtvergütung<sup>5)</sup></b>                 | <b>[Mio. EUR]</b> | <b>883</b>         | <b>2.225</b>   | <b>3.611</b>   | <b>5.810</b>   | <b>9.016</b>   | <b>13.182</b>  | <b>16.763</b>  | <b>19.118</b>  |
| durchschnittlicher EEG-Vergütungssatz <sup>6)</sup> | [ct/kWh]          | 8,50               | 8,91           | 9,29           | 10,87          | 12,25          | 15,53          | 15,87          | 15,62          |
| <b>Letztverbrauch gesamt<sup>7)</sup></b>           | <b>[GWh]</b>      | <b>344.663</b>     | <b>465.346</b> | <b>487.627</b> | <b>495.203</b> | <b>493.506</b> | <b>485.465</b> | <b>462.205</b> | <b>483.006</b> |
| davon privilegierter Letztverbrauch <sup>8)</sup>   | [GWh]             | -                  | -              | 36.865         | 70.161         | 77.991         | 80.665         | 85.118         | 86.127         |
| <b>Gesamte EE-Strommenge</b>                        | <b>[GWh]</b>      | <b>36.042</b>      | <b>45.110</b>  | <b>56.632</b>  | <b>71.638</b>  | <b>93.247</b>  | <b>104.810</b> | <b>123.775</b> | <b>142.418</b> |
| davon ohne EEG-Vergütungsanspruch                   | [GWh]             | 25.651             | 20.140         | 18.121         | 20.093         | 22.099         | 22.478         | 20.639         | 24.088         |

- 1) Rumpffahr: 1. April bis 31. Dezember 2000
- 2) Deponie-, Klär- und Grubengas erstmals 2004 gesondert aufgeführt
- 3) Nachkorrekturen (2002 bis 2010) sind, da die zusätzlichen Einspeisungen für Vorjahre nach Wirtschaftsprüfer-Bescheinigungen nicht Energieträgern zugeordnet werden können, hier nicht enthalten.
- 4) EEG-Strommengen, welche über die Marktprämie (ab 2012), über das Grünstromprivileg oder über sonstige Direktvermarktung direkt vermarktet wurden.
- 5) gesamte Vergütungszahlungen ohne Abzug der vermiedenen Netznutzungsentgelte
- 6) nach Abzug der vermiedenen Netzentgelte
- 7) für den eigenen Verbrauch eingekaufter Strom
- 8) durch die Besondere Ausgleichsregelung des EEG seit Juli 2003 privilegierter Letztverbrauch

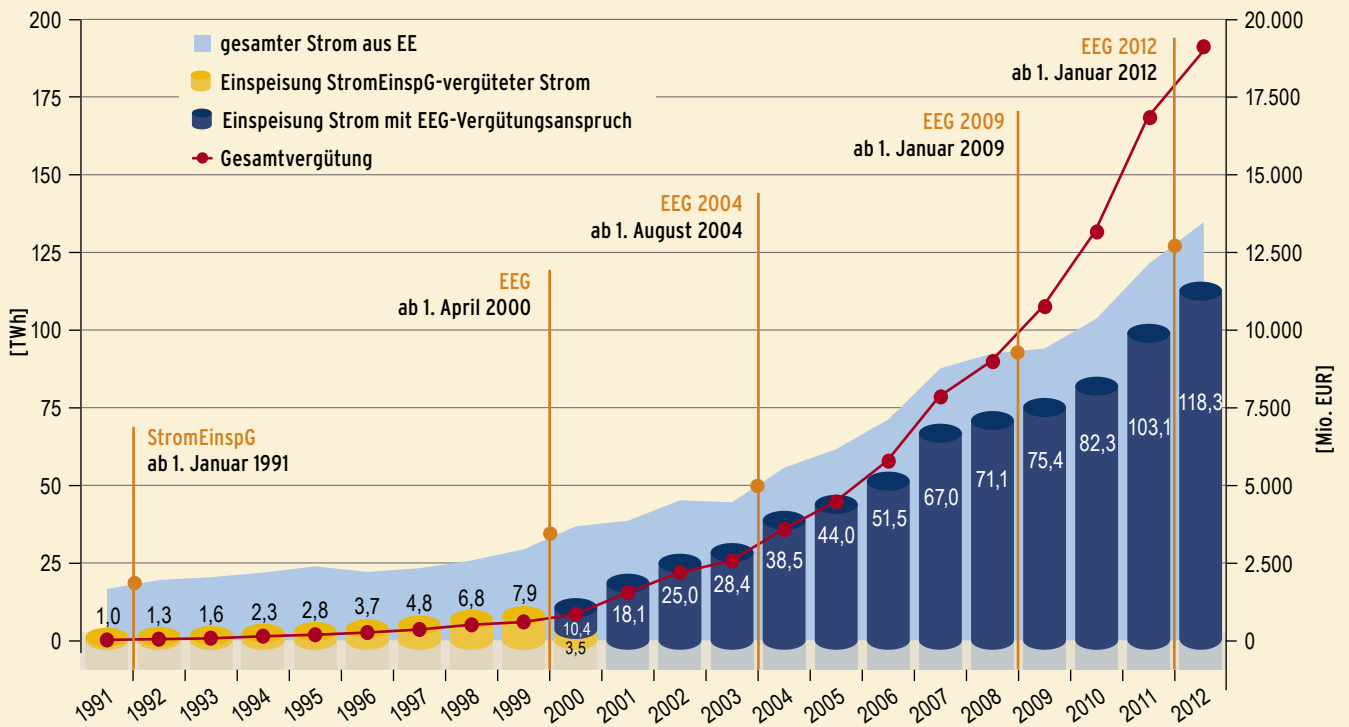
Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber unter [www.eeg-kwk.net](http://www.eeg-kwk.net) und auf [www.erneuerbare-energien.de/P220/](http://www.erneuerbare-energien.de/P220/).

Quellen: ÜNB [68]; ZSW [1]





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



Quellen: VDEW [28]; ÜNB [68]; ZSW [1]

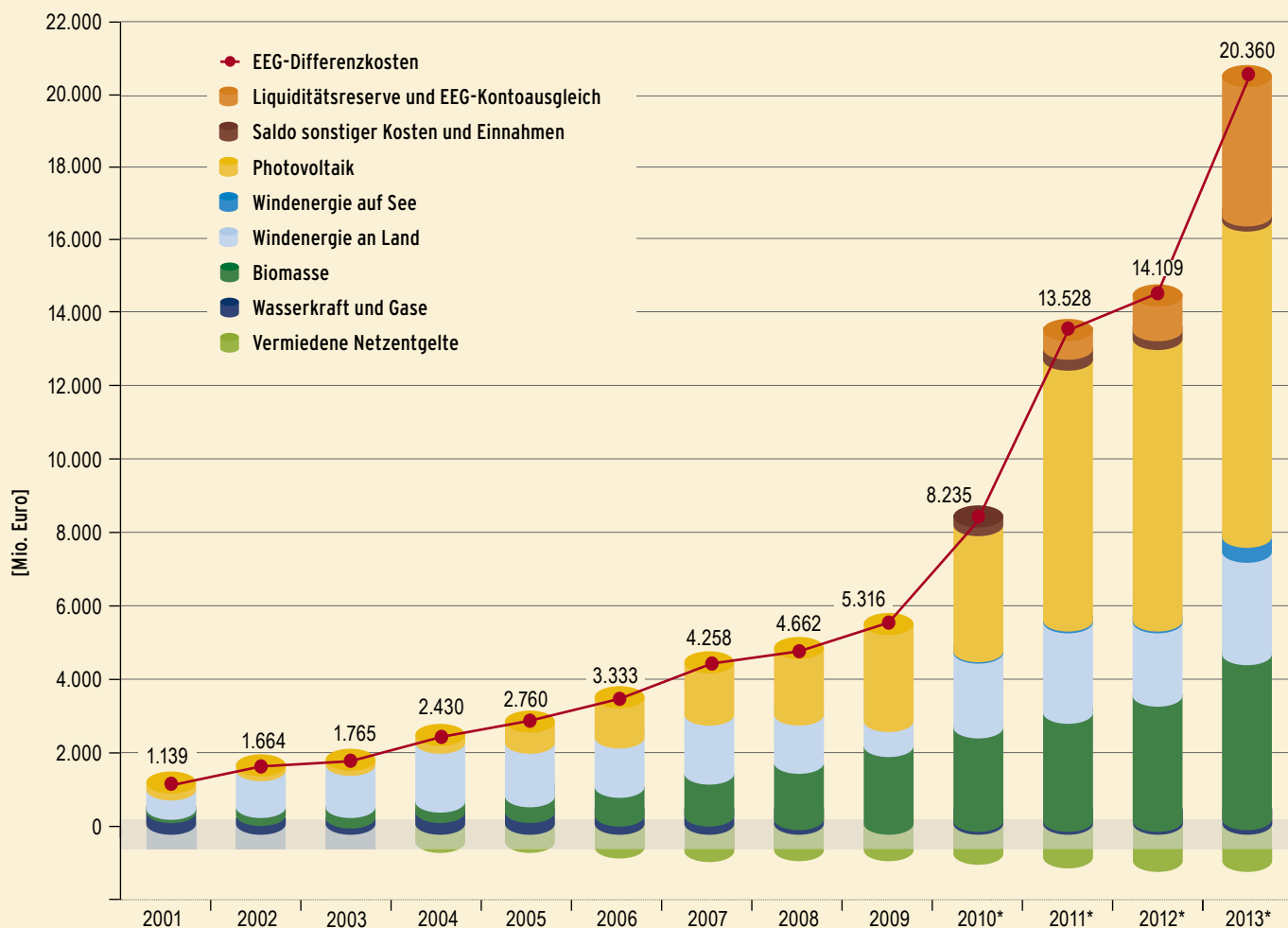
## EEG-Förderung und Umlageanteil am Strompreis

Durch die Förderung des Stroms aus erneuerbaren Energien mittels Einspeisevergütungen entstehen Kosten, die auf die nicht-privilegierten Letztverbraucher umgelegt werden. Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz ist geregelt, dass der Anlagenbetreiber eine feste Vergütung für jede produzierte Kilowattstunde erhält. Die Übertragungsnetzbetreiber sind verpflichtet, den Strom der Anlagenbetreiber abzunehmen und diesen an der Strombörse zu veräußern. Aus der Differenz der gezahlten Vergütungen

und den Einnahmen, die die Übertragungsnetzbetreiber erhalten, ergeben sich die Differenzkosten. Diese bilden den Hauptbestandteil der EEG-Umlage.

Im Jahr 2012 profitierten insgesamt 734 Unternehmen des produzierenden Gewerbes und Schienenbahnen von der Besonderen Ausgleichsregel im EEG. Dadurch wurden Unternehmen mit einem Stromverbrauch von über 86 Milliarden Kilowattstunden von der Zahlung der EEG-Umlage teilweise

### Entwicklung der EEG-Differenzkosten von 2001 bis 2013



\* Ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage gemäß AusgIMechV

Für die Jahre 2001 bis 2009 rechnerische EEG-Differenzkosten aller Stromlieferanten auf Basis der Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) mit Annahmen zum durchschnittlichen Börsenstrompreis. Ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage nach AusgIMechV, veröffentlicht auf [www.eeg-kwk.net](http://www.eeg-kwk.net).

Die Position „Saldo sonstiger Kosten und Einnahmen“ enthält die Einnahmen durch den privilegierten Letztverbrauch, die Kosten des Grünstromprivilegs sowie die Ausgaben der ÜNB für Profilserviceaufwand, Börsenzulassung, Handelsanbindung und Zinskosten.

Auf die Darstellung von Geothermie wurde aufgrund der geringen EEG-Differenzkosten verzichtet.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis BMU [126] und ÜNB [68]



entlastet. Diese Menge entspricht knapp 18 Prozent des gesamten Stromverbrauchs. Ziel der Besonderen Ausgleichsregel ist es, die Belastung der energieintensiven Industrie mit Blick auf deren internationale Wettbewerbsfähigkeit zu begrenzen [123]. Allerdings führen diese Entlastungstatbestände dazu, dass die Differenzkosten auf eine entsprechend geringere Strommenge (nicht-privilegierter Letztverbrauch) umgelegt werden und somit die Kosten für alle steigen, die nicht begünstigt sind. Der

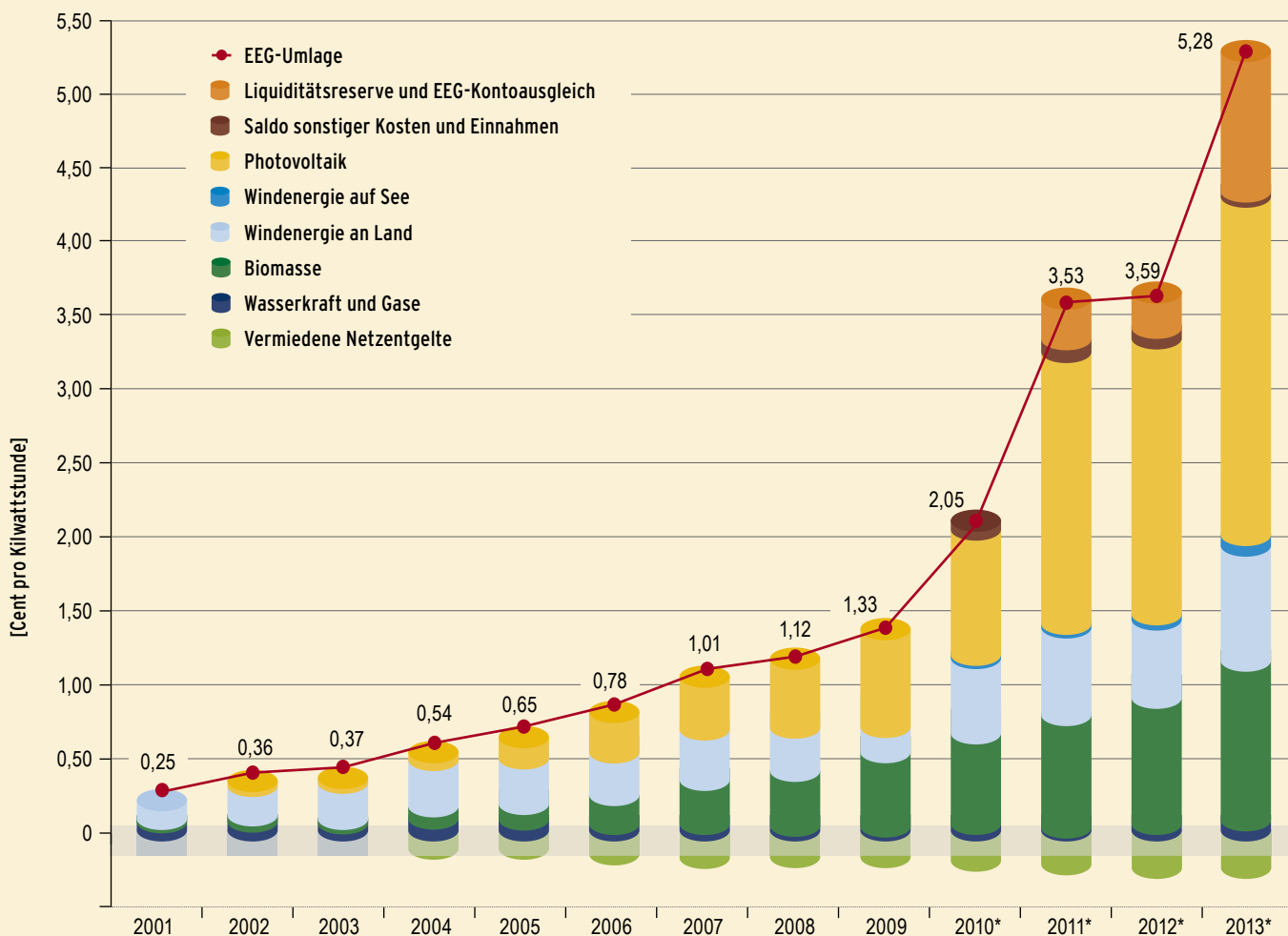
Anstieg dieses Effektes in den letzten Jahren ist allerdings im Kern auf den Anstieg der EEG-Differenzkosten zurückzuführen und nur in geringem Maße auf die Änderungen der Regelung.

### Wie wird die EEG-Umlage berechnet?

Jeweils zum 15. Oktober eines Jahres legen die Übertragungsnetzbetreiber die EEG-Umlage für das kom-

**EEG-Umlage** = Kernumlage (= Differenzkosten bezogen auf den nicht-privilegierten Letztverbrauch)  
 + Kontoausgleich am 30. September  
 + Liquiditätsreserve (maximal 10 Prozent der Kernumlage)

### Entwicklung der EEG-Umlage von 2001 bis 2013



Siehe Anmerkungen zur Grafik auf Seite 37.

\* Ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage gemäß AusglMechV

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis BMU [126] und ÜNB [68]

Die EEG-Förderkosten stiegen parallel zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Insbesondere der rapide Zuwachs bei der Installation von Photovoltaik-Anlagen führte in den letzten beiden Jahren zu einer Erhöhung der EEG-Umlage.

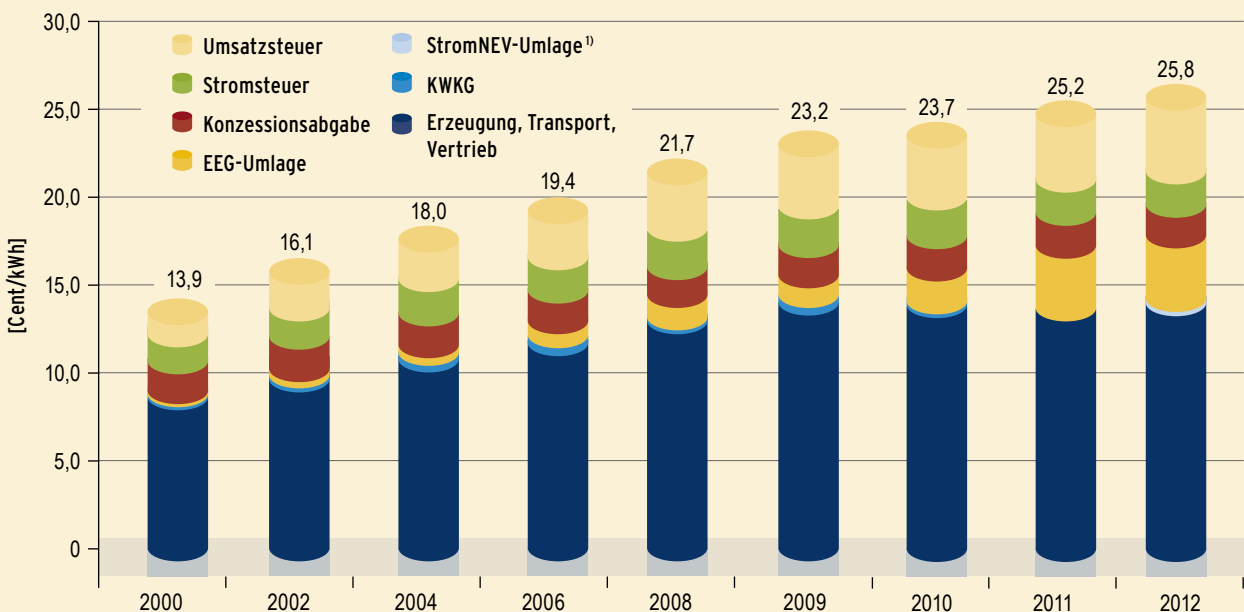
mende Jahr fest. Es handelt sich dabei um eine Prognose (Abschätzung) nach den Maßgaben der Ausgleichsmechanismus-Verordnung (AusglMechV).

Die EEG-Umlage setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen. Neben den für das folgende Kalenderjahr prognostizierten Förderkosten für die erneuerbaren Energien (Kernumlage), enthält die EEG-Umlage Bestandteile, die den Zweck haben, eventuelle Abweichungen von der Prognose abzuf puffern (Liquiditätsreserve) oder nachträglich auszugleichen (Kontoausgleich). Die Verrechnung des EEG-Kontos erfolgt jeweils am 30. September. Nähere Informationen zur Berechnung der Prognose finden sich unter anderem in [47] sowie auf der Informationsplattform der Übertragungsnetzbetreiber zur EEG-Umlage ([www.eeg-kwk.net](http://www.eeg-kwk.net)).

## EEG-Umlage im Jahr 2012

Die EEG-Kernumlage für das Jahr 2012 wurde auf 3,31 Cent/Kilowattstunde festgelegt. Aufgrund der zu niedrig kalkulierten EEG-Umlage für 2011 wies das EEG-Konto eine Unterdeckung von rund 0,7 Milliarden Euro (entspricht einer Erhöhung der EEG-Umlage um 0,18 Cent/Kilowattstunde) auf, die 2012 als Nachholung in die Berechnung gingen. Außerdem wurde 2012 zum ersten Mal die sogenannte Liquiditätsreserve als Puffer für Prognoseungenauigkeiten eingeführt. Diese betrug 2012 3 Prozent der Kernumlage mit einer Höhe von 0,4 Milliarden Euro (0,1 Cent/Kilowattstunde). Daraus leitete sich eine EEG-Umlage in Höhe von 3,59 Cent/Kilowattstunde ab [124]. Für das Jahr 2013 wurde die Umlage auf 5,277 Cent/Kilowattstunde festgesetzt.

## Kostenanteile für eine Kilowattstunde Strom für Haushaltskunden



### Rundungsbedingte Abweichungen

- 1) Die StromNEV-Umlage wird auf Grundlage des § 19 der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) bei allen Stromkunden erhoben. Seit 1. Januar 2012 wird mit ihr die Befreiung energieintensiver Unternehmen von den Netzentgelten finanziert.

Quellen: IfnE [7]; BDEW [23]

## Merit-Order-Effekt

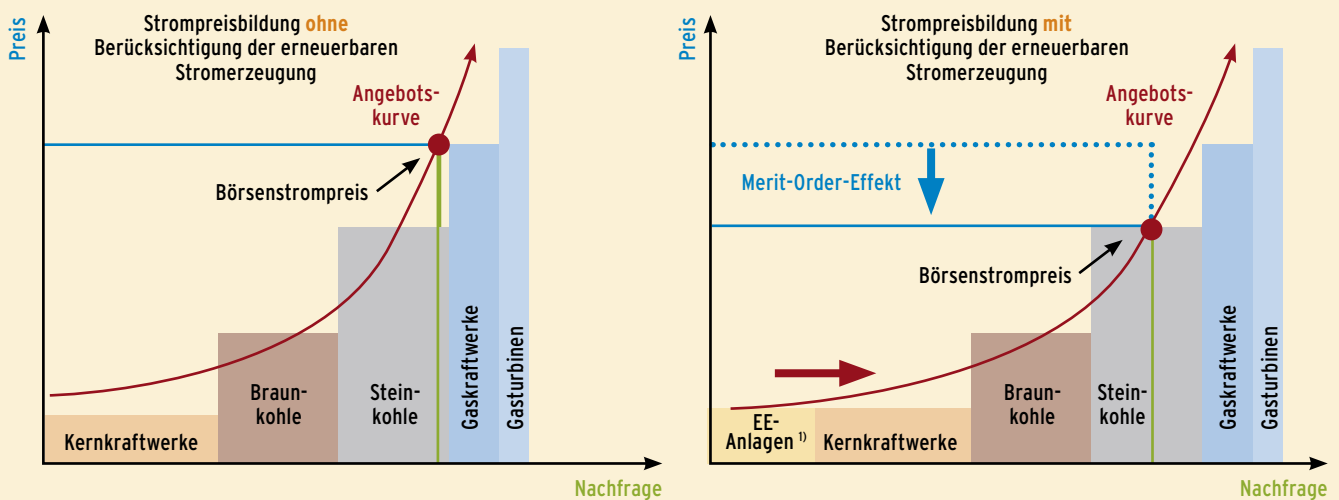
Bei der Analyse der Auswirkungen erneuerbarer Energien und speziell des EEG auf die Strompreise spielt der Merit-Order-Effekt eine entscheidende Rolle. Das Stromangebot der erneuerbaren Energien hat eine preisdämpfende Wirkung auf die Strompreise an der Börse. Es verringert die Nachfrage nach konventionellem Strom, verdrängt entsprechend der Merit-Order (Einsatzreihenfolge von Kraftwerken nach deren kurzfristigen Grenzkosten) Kraftwerke mit höheren variablen Kosten und sorgt damit dafür, dass Kraftwerke mit vergleichsweise niedrigeren variablen Kosten preissetzend werden. Folglich sinkt der Strompreis auf der Großhandelsebene.

Während so die Einnahmen der Stromerzeuger sinken, profitieren Lieferanten und Stromverbraucher, die ihren Strom direkt an der Strombörse beziehen von diesen Preissenkungen. Der Merit-Order-Effekt beschreibt folglich keine gesamtwirtschaftlichen Einsparungen, es handelt sich primär um einen Verteilungseffekt. Wie stark die einzelnen Akteure tatsächlich durch den Merit-Order-Effekt profitieren, hängt davon ab, wie hoch ihre zusätzliche Belastung

durch die EEG-Umlage ist, das heißt, ob sie auch unter die Besondere Ausgleichsregel des EEG fallen. Ob und in welchem Ausmaß Endkunden auch von den sinkenden Kosten profitieren, hängt unter anderem zentral vom Beschaffungs- und Marktverhalten der Stromversorger ab, und ist daher schwer nachprüfbar. Rollierende Beschaffungsstrategien auf dem Terminmarkt über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren können zu einer zeitlichen Verschiebung des Merit-Order Effektes führen. Marktanalysen des Stromendkundenmarktes zeigen jedoch, dass die gesunkenen Kosten tendenziell nicht an den Endverbraucher weitergegeben werden [63].

Eine Steigerung der Wechselbereitschaft der Stromkunden auf dem privaten Stromendkundenmarkt würde die Weitergabe dieses Effektes deutlich verstärken. Auch wenn sich die Wettbewerbsintensität auf dem Stromendkundenmarkt deutlich verbessert hat, ist die Wechselbereitschaft privater Stromkunden im Vergleich zu gewerblichen Bereichen noch immer gering.

### Vereinfachte Darstellung des Merit-Order-Effekts



Anmerkung: Durch die EE-Anlagen verschiebt sich die Angebotskurve im rechten Bild nach rechts. Bei gleichbleibender Nachfrage führt dies zu einem geringeren Börsenstrompreis. Die Preisdifferenz entspricht dem Merit-Order-Effekt.

1) Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien (PV, Wind): Grenzkosten = 0

Quelle: ZSW [1]

Für die eindeutige Bestimmung des Merit-Order-Effekts gibt es keinen wissenschaftlichen Konsens. Seine Höhe fällt je nach methodischem Ansatz und den jeweils getroffenen Annahmen unterschiedlich aus. Der Merit-Order Effekt ist daher schwer zu definieren, da die Strombörsenpreise nicht nur von der Einspeisung der erneuerbaren Energien, sondern von sehr vielen Einflussfaktoren abhängen (Brennstoffpreise, CO<sub>2</sub>-Preise, Einspeisung der erneuerbaren Energien). Zudem variieren die Einfluss nehmenden Faktoren je nach aktueller Preis- und Laststruktur.

Mehrere wissenschaftliche Studien, auch im Auftrag des BMU (zuletzt [76]), haben jedoch gezeigt, dass der Merit-Order-Effekt in der Vergangenheit, auch unter konservativen Annahmen, eine erhebliche Größenordnung hatte. Nach neusten Erkenntnissen liegt der Merit-Order Effekt für 2012 in einer Größenordnung von 4,9 Milliarden Euro.

## Wirkungen des Merit-Order-Effekts

|      | Simulierte EEG-Stromerzeugung | Absenkung des Phelix Day Base | Merit-Order-Effekt |
|------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Jahr | [TWh]                         | [ct/kWh]                      | [Mrd. EUR]         |
| 2009 | 76,1                          | 0,61                          | 3,1                |
| 2010 | 83,5                          | 0,53                          | 2,8                |
| 2011 | 102,0                         | 0,87                          | 4,6                |
| 2012 | 136,1                         | 0,89                          | 4,9                |

Quellen: Sensfuß [41], [76]





## Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich

### Das Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm fördert Investitionen in erneuerbare Energien zur Deckung des Bedarfs an Wärme und Kälte in Gebäuden oder für industrielle beziehungsweise gewerbliche Prozesse. Die Einzelheiten der Förderung sind in Förderrichtlinien geregelt. Diese „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ werden je nach Bedarf an den Stand der Technik und an die aktuelle Marktentwicklung angepasst.

Das Marktanreizprogramm umfasst zwei Förderteile. Je nach Anlagenart und -größe werden entweder:

- Investitionskostenzuschüsse über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für kleinere Anlagen vorrangig im Gebäudebestand gewährt, die zumeist von privaten Investoren im Ein- und Zweifamilienhausbereich beantragt werden oder
- zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien (Variante Premium) für größere Wärmanlagen sowie für Wärmenetze und -speicher vergeben. Diese Investitionen werden zumeist im gewerblich-kommunalen Bereich realisiert.

Im Zeitraum 2000 bis 2012 wurden rund 1,1 Millionen thermische Solaranlagen mit Investitionszu-

schüssen in Höhe von circa 1,2 Milliarden Euro sowie rund 304.000 kleinere Biomasseheizungen in einem Umfang von rund 508 Millionen Euro gefördert. Die hierdurch angeschobenen Investitionen betragen circa 9,4 Milliarden Euro im Segment Solar und circa 4,4 Milliarden Euro im Segment Biomasse.

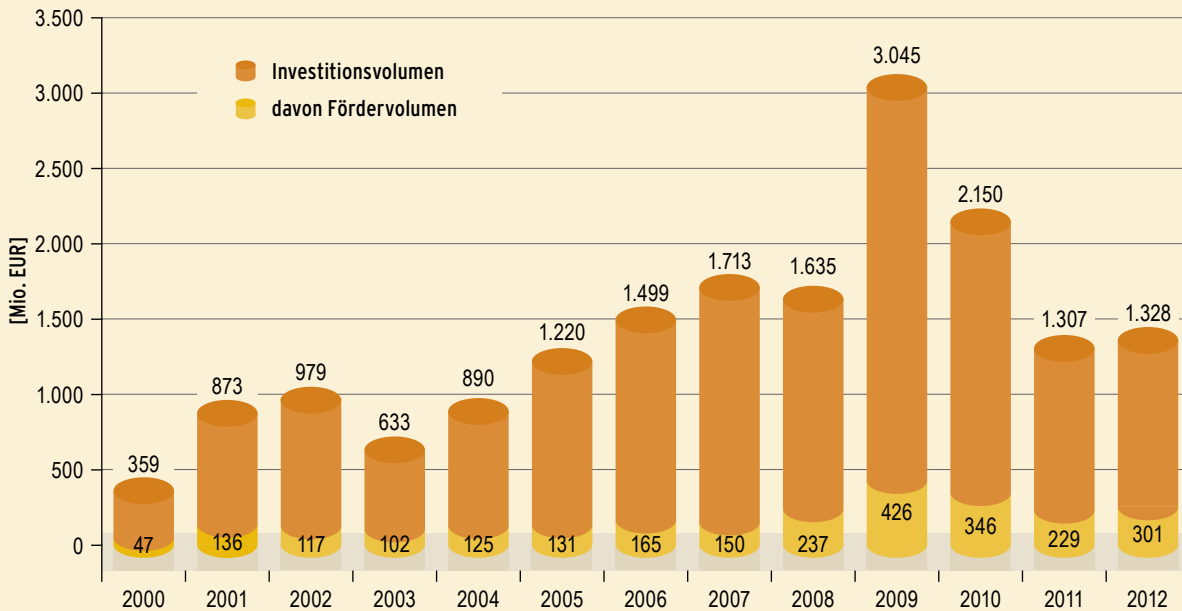
Für effiziente Wärmepumpen, die seit 2008 förderfähig sind, wurden im Zeitraum 2008 bis 2012 rund 80.000 Investitionszuschüsse mit einem Betrag von circa 194 Millionen Euro gewährt. Das ausgelöste Investitionsvolumen beträgt hierbei circa 1,4 Milliarden Euro.

Im KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium wurden von 1999 bis 2012 rund 13.600 zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen zugesagt. Dabei liegt das insgesamt gewährte Darlehensvolumen bei circa 2,5 Milliarden Euro und das Volumen der Tilgungszuschüsse bei circa 570 Millionen Euro. Diese Förderung wird beispielsweise für thermische Solaranlagen mit größerer Kollektorfläche, Biomasseanlagen im höheren Leistungsbereich, Tiefengeothermieanlagen sowie für Nahwärmenetze und Wärmespeicher, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden, gewährt.

Im Jahr 2012 hat das Marktanreizprogramm insgesamt mit einem Fördervolumen von circa 301 Millionen Euro ein Investitionsvolumen von etwa 1,33 Milliarden Euro angestoßen.



## Fördermittel und ausgelöste Investitionsvolumina des Marktanzreizprogramms seit dem Jahr 2000



Quelle: BMU - E II 4



Weitere Informationen zum Marktanzreizprogramm stehen auf der Themenseite des BMU [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de) (Rubrik Förderung/ Marktanzreizprogramm) bereit.

Auskünfte über Investitionskostenzuschüsse im Rahmen des Marktanzreizprogrammes erteilt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Telefon +49 6196 908-625, [www.bafa.de](http://www.bafa.de) (Rubrik Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien).

Weiterführende Informationen zur Gewährung zinsgünstiger Darlehen mit Tilgungszuschüssen aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium unter [www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Erneuerbare-Energien/Foerderratgeber/](http://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Erneuerbare-Energien/Foerderratgeber/).



## Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu den Technologien der erneuerbaren Energien werden im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung gefördert. Das Bundesumweltministerium ist zuständig für die anwendungsorientierte Projektförderung im Bereich erneuerbarer Energien.

Die Förderung von Innovationen im Bereich der erneuerbaren Energien trägt dazu bei, knappe Ressourcen zu sparen, die Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern sowie Umwelt und Klima zu schonen. Durch technische Innovationen sinken die Kosten für regenerativ erzeugten Strom.

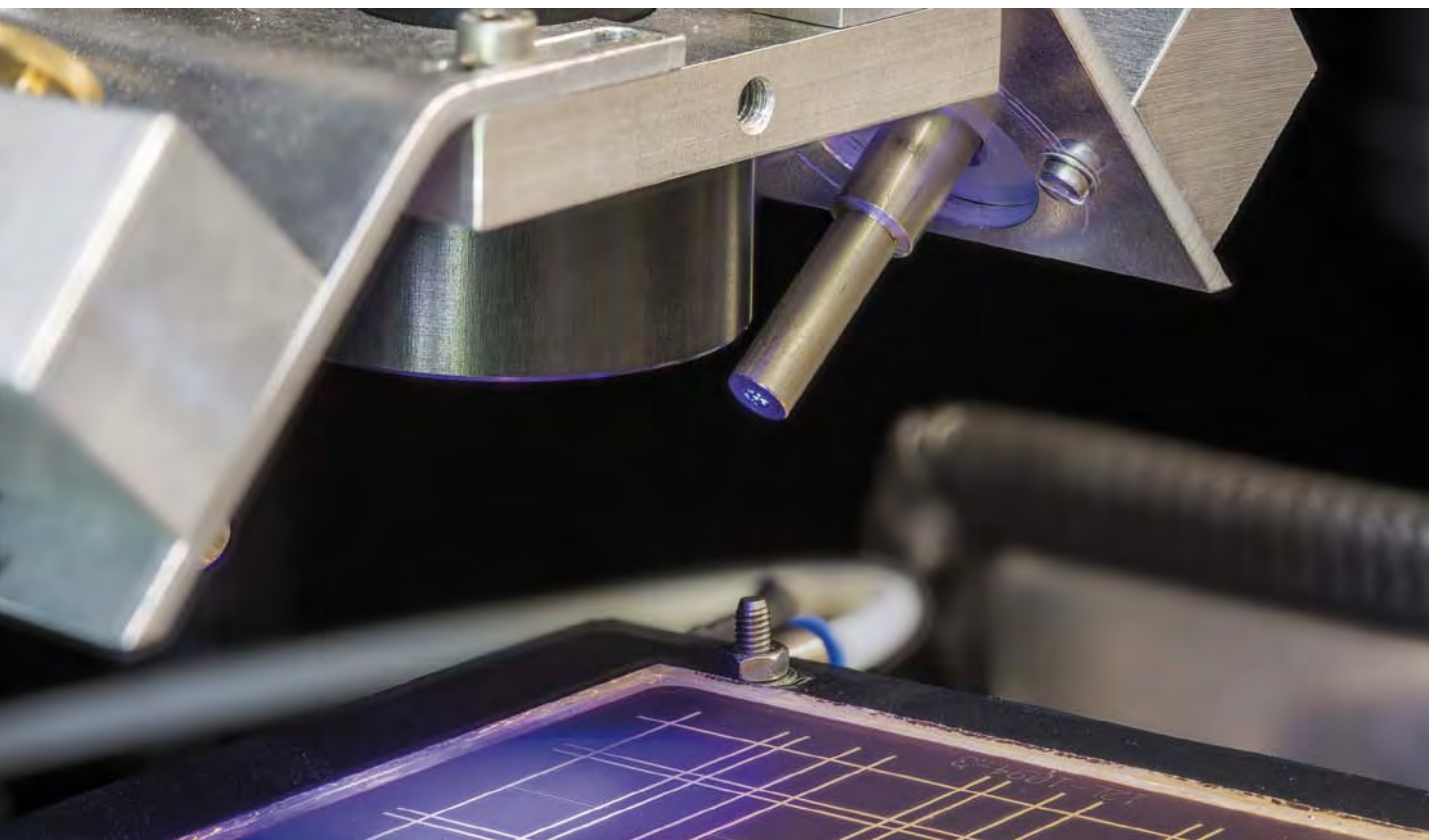
Das BMU fördert Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien auch im Hinblick auf standort- und arbeitsmarktpolitische Aspekte. Forschungsförderung stärkt die internationale Spitzenposition und Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unter-

nehmen und Forschungseinrichtungen. So entstehen neue Arbeitsplätze in einem global wachsenden Markt.

### Ziele und Schwerpunkte der Forschungsförderung

Übergeordnete Ziele der Forschungsförderung sind:

- der Ausbau erneuerbarer Energien als Teil der Nachhaltigkeits-, Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung,
- eine deutliche Kostensenkung der erneuerbaren Energien sowie
- die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen und damit die Schaffung zukunftsfähiger Arbeitsplätze.



Um diese Ziele zu erreichen, setzt das BMU folgende Schwerpunkte:

- Energiesysteme mit Blick auf den wachsenden Anteil erneuerbarer Energien zu optimieren,
- einen raschen Wissens- und Technologietransfer von der Forschung in den Markt zu gewährleisten,
- den Ausbau erneuerbarer Energien umwelt- und naturverträglich zu gestalten, zum Beispiel durch Ressourcen sparende Produktionsweisen (recyclingfähige Anlagenkonstruktionen) sowie ökologische Begleitforschung.

Im Jahr 2012 hat das BMU in den Bereichen Photovoltaik, Geothermie, Wind, SystEEem (Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme), Niedertemperatur-Solarthermie,

solarthermische Kraftwerke, Meeresenergie, internationale Zusammenarbeit, ökologische Begleitforschung und spartenübergreifende Fragen insgesamt 370 neue Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von 290 Millionen Euro bewilligt.

Das BMU legt großen Wert auf eine transparente Darstellung seiner Forschungsförderung. Ausführliche Informationen enthalten der Jahresbericht 2012, der kostenlose Newsletter sowie die regelmäßig aktualisierte Übersicht über die laufenden Forschungsprojekte ([www.erneuerbare-energien.de/P167/](http://www.erneuerbare-energien.de/P167/)).

Auf den Internetseiten des vom BMU beauftragten Projektträgers Jülich (PtJ), [www.ptj.de](http://www.ptj.de) finden sich unter anderem Informationen zu Förderthemen und zur Antragstellung für Forschungsförderprogramme im Bereich erneuerbarer Energien.

## Neu bewilligte Projekte des BMU

|                               | 2009       |                |               | 2010       |                |               | 2011       |                |               | 2012       |                |               |
|-------------------------------|------------|----------------|---------------|------------|----------------|---------------|------------|----------------|---------------|------------|----------------|---------------|
|                               | [Anzahl]   | [1.000 EUR]    | Anteil in [%] | [Anzahl]   | [1.000 EUR]    | Anteil in [%] | [Anzahl]   | [1.000 EUR]    | Anteil in [%] | [Anzahl]   | [1.000 EUR]    | Anteil in [%] |
| Photovoltaik                  | 36         | 31.446         | 26,6          | 45         | 39.842         | 28,3          | 96         | 74.332         | 30,3          | 85         | 68.342         | 23,6          |
| Wind                          | 45         | 28.227         | 23,8          | 37         | 52.956         | 37,6          | 74         | 77.102         | 31,5          | 84         | 93.157         | 32,2          |
| Geothermie                    | 14         | 14.892         | 12,6          | 30         | 15.045         | 10,7          | 42         | 24.056         | 9,8           | 37         | 21.418         | 7,4           |
| Niedertemperatur-Solarthermie | 17         | 7.013          | 5,9           | 16         | 6.795          | 4,8           | 21         | 9.367          | 3,8           | 29         | 9.981          | 3,4           |
| Solarthermische Kraftwerke    | 22         | 8.612          | 7,3           | 16         | 9.667          | 6,9           | 20         | 11.164         | 4,6           | 32         | 20.723         | 7,2           |
| Systemintegration             | 6          | 11.458         | 9,7           | 22         | 12.227         | 8,7           | 26         | 26.269         | 10,7          | 80         | 65.571         | 22,6          |
| Querschnittsforschung         | 16         | 3.314          | 2,8           | 16         | 3.517          | 2,5           | 17         | 4.896          | 2,0           | 13         | 4.780          | 1,6           |
| Sonstiges                     | 7          | 13.478         | 11,3          | 2          | 649            | 0,5           | 4          | 18.000         | 7,3           | 10         | 5.733          | 2,0           |
| <b>gesamt</b>                 | <b>163</b> | <b>118.440</b> | <b>100,0</b>  | <b>184</b> | <b>140.698</b> | <b>100,0</b>  | <b>300</b> | <b>245.186</b> | <b>100,0</b>  | <b>370</b> | <b>289.705</b> | <b>100,0</b>  |

Quelle: BMU - E II 6



## Erneuerbare Energien und Naturschutz

Für die Umwelt- und Naturschutzpolitik sind der Klimawandel und der Rückgang der biologischen Vielfalt die zentralen Herausforderungen der Zukunft, denn die Natur liefert Leistungen, die ohne sie mit erheblichem Aufwand und zu sehr hohen Kosten technisch gelöst werden müssten. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien ergeben sich neue, weitergehende Anforderungen an die Gesellschaft und damit auch an Naturschutz und Landschaftspflege.

Einerseits führt die Nutzung erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung und im Kraftstoffbereich durch Einsparung fossiler Ressourcen zu einer Senkung der Treibhausgase. Die klimaschützende Wirkung beeinflusst den Naturschutz positiv, da ein rascher Klimawandel zum Verlust von Artenvielfalt und Lebensräumen beitragen kann. Andererseits kann der ungesteuerte Ausbau der erneuerbaren Energien selbst auch zur Belastung von Natur und Landschaft beitragen, zum Beispiel durch Windenergieanlagen, Freiflächenphotovoltaikanlagen, großflächigen Anbau von Energiepflanzen, die mit zunehmenden Flächennutzungskonkurrenzen verbunden sein können.

Ein Höchstmaß an Effizienz, sowohl bei der Erzeugung und der Verteilung erneuerbarer Energien als auch beim Energieverbrauch, reduziert den Bedarf an erneuerbaren Energien und kann damit gesamtgesellschaftlich den Einfluss auf Natur und Landschaft verringern helfen. Von zentraler Bedeutung ist aber gerade auch, angepasste Standorte für die verschiedenen Anlagen zu finden, um so die Effekte auf Natur und Landschaft zu minimieren. Auch über finanzielle Steuerungsinstrumente wie zum Beispiel im Rahmen der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zum 1. Januar 2012 können Anreize gesetzt werden, um negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft zu vermeiden beziehungsweise zu minimieren und eine nachhaltige Ausgestaltung zu fördern. So wurde zum Beispiel dem einseitigen Anbau von Energiemais durch eine neu eingeführte Deckelung des Einsatzes von Mais in Biogasanlagen entgegengewirkt und zugleich wurden finanzielle Anreize geschaffen, um ökologisch vorteilhafte Substrate intensiver zu mobilisieren.

Unter Berücksichtigung des gesamten Maßnahmenpakets kann die Energiewende bei einem naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien auch eine Chance für die Erhaltung der Biodiversität als Bestandteil des Naturkapitals bedeuten und sich damit positiv auf die Gesellschaft auswirken.



## Positive Wirkungen des Einsatzes erneuerbarer Energien für die Gesellschaft

Auf den vorangehenden Seiten wurden bereits Informationen zu den positiven Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Investitionen und Umsatz, Beschäftigung sowie die Verminderung von Energieimporten und deren Kosten dargestellt. Im Folgenden werden weitere positive Wirkungen erläutert.

### Verminderung von Umweltbelastungen/ vermiedene externe Kosten

Im Vergleich zur Energiebereitstellung aus fossilen Energieträgern werden beim Einsatz erneuerbarer Energien deutlich weniger Treibhausgase und zum Teil auch Luftschadstoffe emittiert. Die erneuerbaren Energien leisten so einen wesentlichen Beitrag, der sich als positiver Effekt auch monetär bewerten und in einer systemanalytischen Betrachtung den Kosten des EE-Ausbaus gegenüberstellen lässt. Die komplexen methodischen Fragen, die sich dabei stellen, wurden unter anderem in Studien für das Umweltbundesamt [65] und des BMU (vergleiche [50], [53], [55], [46] und [43]) näher untersucht. Hieraus lässt sich inzwischen als derzeit „bester Schätzwert“ für die durch erneuerbare Energien vermiedenen Klimaschäden ein Wert von 80 Euro pro Tonnen CO<sub>2</sub> ableiten. Hierauf aufbauend sind in den beiden folgenden Abbildungen die Umweltbelastungen, die durch die Emission von konventionellen Treibhausgasen (nach IPCC, ohne „black carbon“) und Luftschadstoffen entstehen, monetär in Cent pro Kilowattstunde für die wichtigsten Strom- und Wärmeerzeugungsoptionen dargestellt. Die auf fossilen Energieträgern basierende Strom- beziehungsweise Wärmeerzeugung weist insgesamt deutlich höhere Umweltschäden aus als Strom oder Wärme aus erneuerbaren Energien. Den ausgewiesenen Umweltschäden stehen hingegen Ausgaben der Unternehmen für CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen gegenüber, welche in der Regel bei den Stromerzeugern und im geringen Umfang bei den Wärmeerzeugern durch den Erwerb von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten anfallen. Hierdurch

sollen zumindest teilweise die verursachten Umweltschäden kompensiert werden. Die derzeit noch sehr geringen Kosten für die Zertifikate führen somit zu einer Teil-Internalisierung der Umweltbelastungen, die allerdings noch weit unter den verursachten Umweltschäden liegen.

Allein aus der Vermeidung von 147 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> durch alle erneuerbaren Energien (Strom, Wärme und Mobilität) im Jahr 2012, ergeben sich bei Ansatz des oben genannten Schätzwerts von 80 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> parallel hierzu vermiedene Klimaschäden (nur CO<sub>2</sub>-Emissionen, ohne Teil-Internalisierung oder Berücksichtigung von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und Luftschadstoffen) von weltweit etwa 11,8 Milliarden Euro.

Nach [43] und [50] wurden 2012 durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmesektor sowie bei Mobilität Umweltschäden (Klimagase und Luftschadstoffe) von rund 10,5 Milliarden Euro vermieden. Hierzu tragen die erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung circa 9,2 Milliarden Euro, bei der Wärmeerzeugung circa 1,2 Milliarden Euro und beim Verkehr rund 0,1 Milliarden Euro bei. Bei Berücksichtigung der Kosten für CO<sub>2</sub>-Zertifikate beziehungsweise der Teil-Internalisierung von Umweltbelastungen [46] vermindern sich diese Bruttogrößen auf insgesamt 9,7 Milliarden Euro (8,5 Milliarden Euro bei Strom) vermiedene Umweltschäden.

Bei diesen Werten ist jedoch zu beachten, dass die „vermiedenen Umweltschäden“ momentan eher theoretischer Natur sind. Seit 1990 sind die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich gestiegen. Unter Klimaschutzgesichtspunkten werden dringend weitere internationale Fortschritte benötigt, sonst bleibt die Klimaschutzwirkung des deutschen EE-Ausbaus eher geringer Natur.

Der Erfolg der deutschen EE-Ausbaupolitik und der Klimapolitik hängt folglich entscheidend davon ab, dass weltweit Nachahmer gefunden werden.



Die Kostenansätze zur monetären Bewertung der durch Emissionen hervorgerufenen Umweltschäden ergeben sich aus der Summe

- der durch den Klimawandel bedingten Kosten, in die Ertragseinbußen, Landverluste, Wirkungen auf Gesundheit und Wasserressourcen sowie Schäden am Ökosystem etc. eingehen, sowie
- der durch Luftschadstoffe bedingten Gesundheitsschäden, Ernteverluste, Materialschäden und Beeinträchtigungen der Artenvielfalt.

Grundgedanke bei der Ermittlung des Schadenskostenansatzes für die einzelnen Emissionsgase ist, die durch gegenwärtige Emissionen auch in Zukunft sowie in anderen Ländern entstehenden Schäden zu heutigen Kosten zu erfassen.

Durch erneuerbare Energien vermiedene externe Kosten der Nutzung der Kernenergie sowie weitere Risiken der Energieversorgung (Vulnerabilität, Ressourcenprobleme etc.) sind hier nicht erfasst, da ihre Berechnung methodisch schwierig ist.

### Weitere gesellschaftlich positive Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien

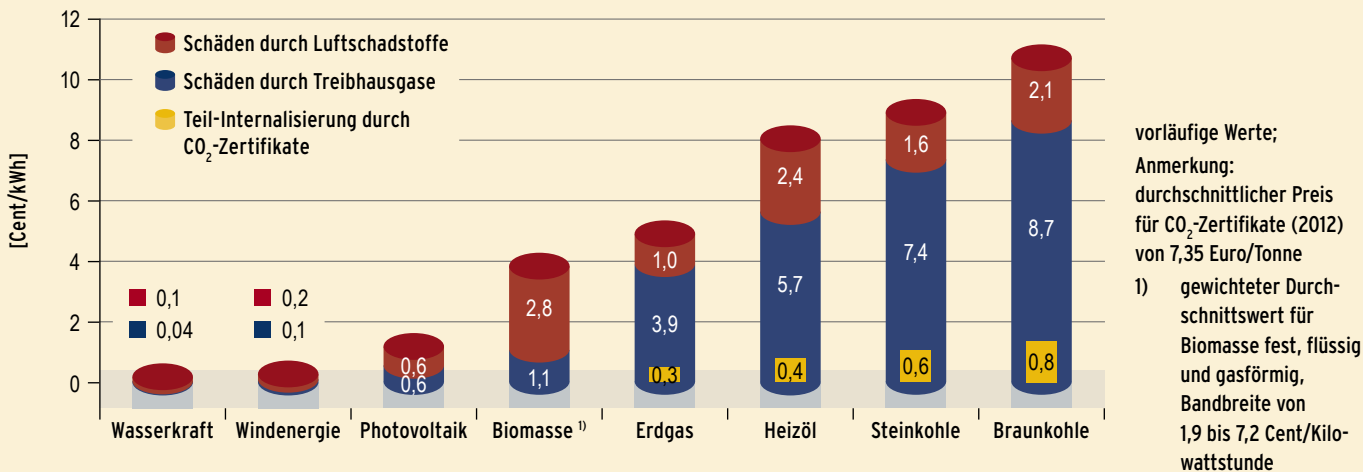
Neben den vermiedenen Umweltschäden sind weitere positive Effekte des Ausbaus der erneuerbaren Energien für die Gesellschaft zu nennen, die bisher nicht oder nur teilweise quantifiziert wurden (vergleiche [50], [53]). Hierzu zählen

- die Schonung knapper Ressourcen,
- Innovationsimpulse für den Anlagenbau erneuerbarer Energien,
- Stärkung dezentraler Strukturen und damit auch regionaler Wertschöpfung,
- der Transfer von Know-how, Technologien und Anlagen in andere Länder und
- die Verminderung der Importabhängigkeit und Stärkung der Versorgungssicherheit durch Diversifizierung und Verminderung des Risikopotenzials von Energiequellen.

Von hoher, in Zukunft noch weiter wachsender Bedeutung ist ferner, dass der Einsatz erneuerbarer Energien Verteilungskämpfe um knappe Ressourcen entschärft und somit indirekt einen Beitrag zur äußeren und inneren Sicherheit leistet.

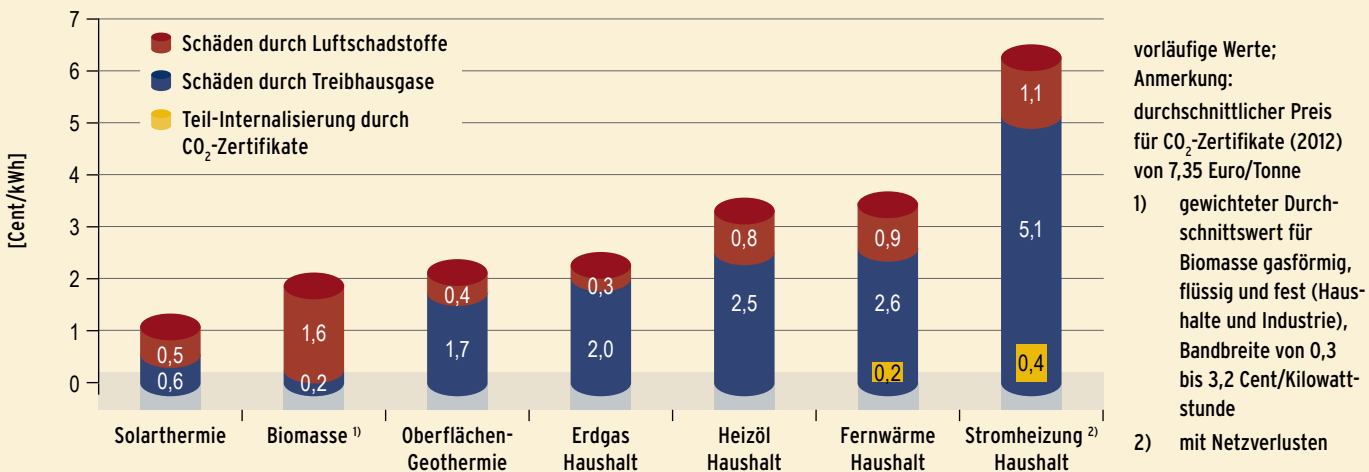
Auf makroökonomischer Ebene lösen diese Effekte ökonomische Impulse aus, die regionale und nationale Entwicklungen anstoßen beziehungsweise beeinflussen und sich letztendlich positiv auf die Beschäftigung und Wertschöpfung auswirken können.

Spezifische Umweltschäden und CO<sub>2</sub>-Kosten in Cent pro Kilowattstunde Strom nach Energieträgern im Jahr 2012



Quellen: eigene Berechnungen Fraunhofer ISI nach ISI et al. [43], [53], [50]; NEEDS [77]; UBA [75]; PointCarbon [115]

Spezifische Umweltschäden und CO<sub>2</sub>-Kosten in Cent pro Kilowattstunde Wärme nach Energieträgern im Jahr 2012



Quellen: eigene Berechnungen Fraunhofer ISI nach ISI et al. [43] [53], [50]; NEEDS [77]; UBA [75]; PointCarbon [115]



## Überblick über die ökonomischen Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien

Auf den vorhergehenden Seiten wurde gezeigt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien einerseits Kosten verursacht, auf der anderen Seite aber auch mit erheblichen Nutzenwirkungen verbunden ist. Das Jahr 2013 zeichnete sich durch eine überhitzte Kostendiskussion aus, in der die Energiewende als Alleinverantwortlicher für die steigenden Energiekosten bezeichnet wurde. Die übrigen Einsatzbereiche der erneuerbaren Energien sowie gerade auch die mit ihrem Ausbau verbundenen Nutzenaspekte wurden kaum beachtet.

Um diese Lücke zu schließen, hat das BMU umfangreiche Forschungsarbeiten an ein vom Fraunhofer ISI/Karlsruhe geführtes Projektteam vergeben, das 2010 einen ersten, ausführlichen Bericht veröffentlicht hat. Dieser wurde zuletzt im Juni 2013 durch ein Zahlen-Update für wichtige Kenngrößen des Jahres 2012 ergänzt [50]. Eine fundierte ökonomische Gesamtschau der ökonomischen Effekte der erneuerbaren Energien im Sinne einer Kosten-Nutzen-Betrachtung hat vielfältige und komplexe Aspekte zu berücksichtigen. Der folgende Überblick über zentrale Wirkungszusammenhänge ist ein Ergebnis dieses Vorhabens (vergleiche ISI et al. [50], [53]).

### Wirkungszusammenhänge einer ökonomischen Gesamtbetrachtung der erneuerbaren Energien



- 1) Die weiteren Wirkungen sind nicht eindeutig den drei genannten Hauptkategorien zuzurechnen. Hierzu zählen mögliche Auswirkungen des EE-Ausbaus auf die Innovationsintensität, nicht nur im Bereich der EE-Technologien, Spill-over-Effekte im Bereich von Technik und Politik, Auswirkungen auf Umweltbewusstsein, die Veränderung gesellschaftlich normativer Vorstellungen mit Blick auf den Klimaschutz sowie Vorteile der EE für die innere und äußere Sicherheit.
- 2) zum Beispiel Investitionen
- 3) Bruttobeschäftigung
- 4) Nettobeschäftigung, Bruttoinlandsprodukt (BIP)
- 5) zum Beispiel Verkehr/Mobilität

Quellen: ISI et al. [53], [50]

Ein Teil der inzwischen identifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen der erneuerbaren Energien ist bislang nur schwer zu quantifizieren. Dies gilt unter anderem im Hinblick auf ihre Bedeutung für die innere und äußere Sicherheit. Angesichts der Vielzahl der Effekte ist es zudem von zentraler Bedeutung, dass quantitative Vergleiche nur innerhalb der einzelnen Haupt-Wirkungskategorien möglich sind. Hierzu bietet sich bislang vor allem die systemanalytisch fundierte Kosten- und Nutzenbetrachtung an.

Ein grober Überschlag der vorliegenden, quantitativ ermittelten Systemkosten in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr ergibt für 2012 Gesamtkosten von rund 15 Milliarden Euro. Diesen stand im gleichen Jahr ein quantifizierter Brutto-Nutzen (vermiedene Umweltschäden) von etwa 10,5 Milliarden Euro gegenüber, wobei nur ein Teil der Nutzeneffekte quantifiziert wurde und ein anderer Teil unberücksichtigt blieb (zum Beispiel das geringere Risikopotenzial der erneuerbaren Energien).

Dieser statischen Kostenbetrachtung im Jahr 2012 stehen weitere, insbesondere auch dynamische Nutzenwirkungen wie Spill-over-Effekte von Politik und Forschungs- und Entwicklungs(FuE)-Aktivitäten, technischer Fortschritt und erhöhte (Versorgungs-) Sicherheit gegenüber, die bisher nicht monetär quantifiziert sind. Hier, wie gerade auch in den übrigen Kategorien, besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Gleichwohl zeigt sich angesichts der erheblichen Nutzenpositionen schon jetzt, dass eine allein kostenseitig argumentierende Analyse des Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Energiewende deutlich zu kurz greift.

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten derzeit bekannten Kosten- und Nutzenwirkungen der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung noch einmal im Überblick.



## Ausgewählte Kennzahlen zur ökonomischen Analyse des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland im Strom- und Wärmebereich im Jahr 2012

| Systemanalytische Kosten- und Nutzenaspekte  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| Kosten   |  | Nutzen   |   |
| Direkte Differenzkosten Strom  | 10,3 Mrd. EUR  |  |   |
| Regel-/Ausgleichsenergie   | ca. 0,18 Mrd. EUR                                      |  |   |
| Netzausbau <sup>1)</sup>   | ca. 0,46 Mrd. EUR                                      |  |   |
| Differenzkosten Strom  | ca. 10,9 Mrd. EUR                                      | 9,2 Mrd. EUR   | Vermiedene Umweltschäden durch EE-Strom (brutto)  |
| Differenzkosten Wärme  | 1,7 Mrd. EUR   | 1,2 Mrd. EUR   | Vermiedene Umweltschäden durch EE-Wärme (brutto)  |
| Differenzkosten Verkehr  | 2,35 Mrd. EUR  | 0,1 Mrd. EUR   | Vermiedene Umweltschäden durch EE-Verkehr (brutto)  |
|  |  | nicht quantifiziert  | Weitere, insbesondere dynamische Nutzenwirkungen, die bisher noch nicht monetär quantifiziert sind (zum Beispiel Spill-over-Effekte von Politik und FuE-Aktivitäten, technischer Fortschritt, verminderte Risiken hoher Schäden, insbesondere bei Kernenergie). |
| <b>Gesamt <sup>2)</sup></b>  | <b>14,95 Mrd. EUR</b>                                  | <b>10,5 Mrd. EUR</b>   |   |
| Verteilungswirkungen (hier: nur Strom)   |  |  |   |
|  | Gesamthöhe   | Nutzníeßer   | Belastete   |
| EEG-Differenzkosten/ einzelwirt. Mehrkosten  | rd. 14,2 <sup>3)</sup> Mrd. EUR                        | Anlagenbetreiber   | Alle Stromkunden, Ausnahme: Nutznießer der Besonderen Ausgleichsregelung im EEG (geringere Belastung)   |
| Merit-Order-Effekt (EE-Strom)  | 4,9 Mrd. EUR   | Stromkunden oder -lieferanten je nach Überwälzung, voraussichtlich insbesondere stromintensive Sondervertragskunden wegen Senkung des Börsenstrompreises | Konventionelle Stromerzeuger  |
| Besteuerung von EE-Strom <sup>1)</sup>   | 1,7 Mrd. EUR   | Bundeshaushalt/Rentenversicherung  | Stromverbraucher, eventuell EE-Stromerzeuger (bei Eigenvermarktung)   |
| Besondere Ausgleichsregelung im EEG <sup>4)</sup>  | ca. 2,5 Mrd. EUR                                       | Rund 734 stromintensive Unternehmen und Schienenbahnen   | Alle übrigen Stromverbraucher   |
| Makroökonomische und sonstige Effekte (Auswahl)  |  |  |   |
| Umsatz deutscher Unternehmen inklusive Exporte (EE-gesamt)   | 21,9 Mrd. EUR  |  |   |
| Beschäftigung (EE-gesamt)  | rund 377.800 direkt und indirekt Beschäftigte          |  |   |
| Vermiedene Energieimporte (EE-gesamt)  | rund 10,0 Mrd. EUR (brutto), rund 8,7 Mrd. EUR (netto) |  |   |
| Auswirkungen auf innere und äußere Sicherheit (geringere Importabhängigkeit, geringere Risiken etc.) | nicht quantifiziert                                    |  |   |

Vorläufige Werte

1) Mittelwert

2) Eine einfache Saldierung der unterschiedlichen systemanalytischen Kosten- und Nutzenwirkungen für 2012 ist nicht möglich, weil wesentliche Nutzenwirkungen bislang nicht quantifiziert sowie vermiedene Umweltschäden nur als Bruttogrößen verfügbar sind.

3) Ist-Werte auf Basis der EEG-Jahresabrechnung nach [7]

4) Abschätzungen der ÜNB

Quellen: ISI [50]; IfnE [7]

## TEIL II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

**Mit der im Juni 2009 in Kraft getretenen Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen werden ehrgeizige Ziele gesetzt: 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien sowie ein Mindestanteil von 10 Prozent erneuerbare Energien im Verkehrssektor im Jahr 2020**



Am 25. Juni 2009 ist die Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Kraft getreten. Diese EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien ist Teil des Europäischen Klima- und Energiepakets, mit dem die Beschlüsse des Frühjahrsgipfels der Staats- und Regierungschefs (Europäischer Rat) vom 9. März 2007 umgesetzt werden. Verbindliches Ziel der Richtlinie ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU von circa 8,5 Prozent im Jahr 2005 auf 20 Prozent bis 2020 zu steigern.

In der Richtlinie wird das EU-Ziel von 20 Prozent auf differenzierte nationale Gesamtziele der Mitgliedstaaten für den Anteil von erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 aufgeteilt. Diese verbindlichen nationalen Ziele orientieren sich an den jeweiligen Ausgangswerten im Jahr 2005 und nationalen Potenzialen. Die nationalen Ziele der EU-Mitgliedstaaten für 2020 liegen demnach zwischen 10 Prozent für Malta und 49 Prozent für Schweden. Für Deutschland ist ein nationales Ziel von 18 Prozent vorgesehen.

Neben dem nationalen Ziel sieht die Richtlinie auch ein einheitliches Ziel von mindestens 10 Prozent erneuerbarer Energien am Energieverbrauch im Transportbereich vor. Die Mitgliedstaaten können somit neben Biokraftstoffen zum Beispiel auch Elektrizität aus erneuerbaren Energien, die im Schienenverkehr oder von Elektroautos genutzt wird, anrechnen.

Zur nationalen Zielerreichung baut die Richtlinie in erster Linie auf die nationalen Fördermechanismen. Die Mitgliedstaaten haben die Wahl zur Ausgestaltung ihres Fördersystems, um ihre Potenziale optimal erreichen zu können. Darüber hinaus führt die Richtlinie flexible Kooperationsmechanismen ein, mit denen die Mitgliedstaaten die Möglichkeit erhalten, zur Erfüllung ihrer Ziele bei Bedarf auch zusammenzuarbeiten. Diese Kooperationsmechanismen sind der statistische Transfer von Überschussmengen erneuerbarer Energie, gemeinsame Projekte zur Förderung erneuerbarer Energien oder die (Teil-)Zusammenlegung von nationalen Fördersystemen mehrerer Mitgliedstaaten. Zudem schreibt sie vor, Strom aus erneuerbaren Energiequellen einen vorrangigen Netzzugang zu gewähren und definiert erstmalig Nachhaltigkeitsanforderungen für die Herstellung von Biokraftstoffen und flüssigen Bioenergieträgern zur energetischen Verwendung.



Mit der Richtlinie wird erstmals eine einheitlich für die EU geltende Gesamtregelung für alle energetischen Einsatzbereiche erneuerbarer Energieträger eingeführt. Die Richtlinie ersetzt damit die am 1. Januar 2012 ausgelaufenen EU-weiten Regelungen zur Förderung von erneuerbaren Energien, die EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt und die Biokraftstoff-Richtlinie. Durch die neue, umfassende EU-Richtlinie zur Förderung der erneuerbaren Energien wird ein verlässlicher EU-weiter Rechtsrahmen für die notwendigen Investitionen und damit der Grundstein für einen weiterhin erfolgreichen Ausbau erneuerbarer Energien bis 2020 gesetzt.

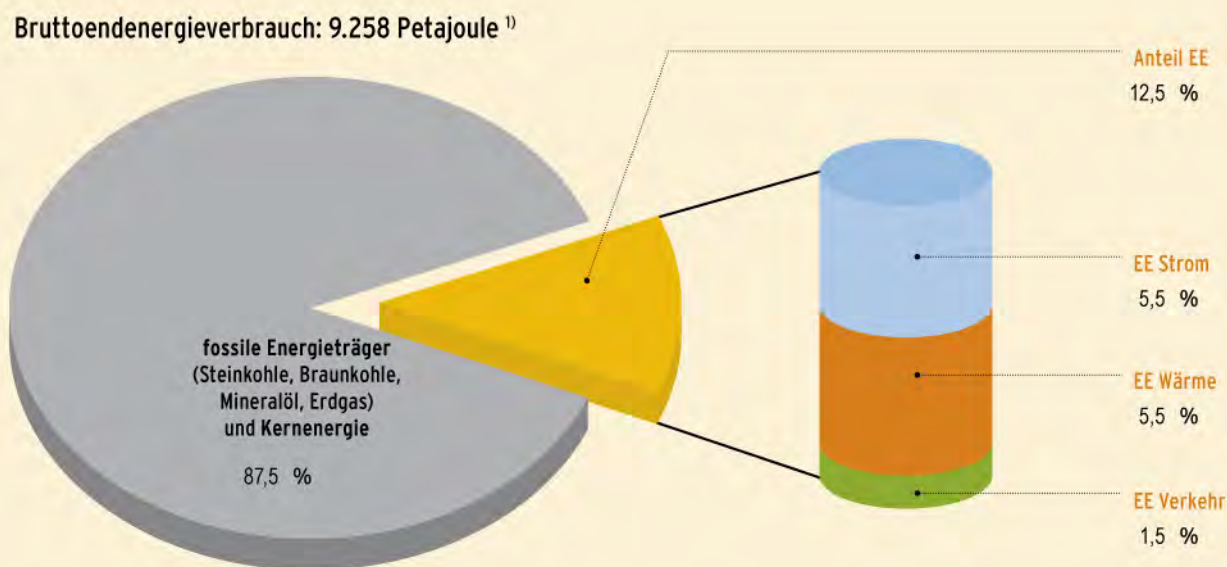
Auf Grundlage der Richtlinie haben Mitgliedstaaten nationale Aktionspläne zur Umsetzung ihrer Ziele verabschiedet und müssen der Kommission über die erzielten Fortschritte regelmäßig berichten. Der erste dieser Fortschrittsberichte wurde Ende 2011 übermittelt. Bis zum Jahr 2021 werden die weiteren Berichte im zweijährigen Turnus folgen, der nächste zum 31. Dezember 2013. Erste vorläufige Berechnungen und Schätzungen für das Berichtsjahr 2012 nach

der Methodik der EU-Richtlinie ergeben einen Anteil von 12,5 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch für Deutschland. Nach 12,3 Prozent im Jahr 2011 konnte der Anteil damit lediglich um 0,2 Prozentpunkte gesteigert werden. Hauptgrund hierfür ist der gleichzeitige konjunktur- und witterungsbedingte Anstieg des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs des Jahres 2012 gegenüber 2009 um rund 4 Prozent (von 8.922 Petajoule auf 9.258 Petajoule).

Mit dem im Jahr 2011 erreichten Anteil erneuerbarer Energien von 12,3 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch hat Deutschland bereits jetzt das nationale Zwischenziel der EU-Richtlinie 2009/28/EG der Jahre 2013/2014 (9,46 Prozent) übertroffen. Dennoch bedarf es weiterer Anstrengungen, insbesondere im Wärmesektor, um die Ziele für 2020 langfristig und sicher zu erreichen.

Informationen zu den nationalen Fortschrittsberichten der Mitgliedstaaten finden sich im Internet unter [www.ec.europa.eu/energy/renewables/reports/2011\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/energy/renewables/reports/2011_en.htm).

## Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland 2012 nach EU-Richtlinie 2009/28/EG



Für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch enthält die Richtlinie detaillierte Vorgaben. Aufgrund besonderer Regeln sind die nach dieser Methodik erhaltenen Ergebnisse nicht vergleichbar mit den Daten zur nationalen Entwicklung (siehe Seiten 12 ff.). Erläuterungen zu der Methodik der EU-Richtlinie finden sich im Anhang, Absatz 5 der Broschüre.

1) Schätzung EEFA [67]

Quellen: BMU auf Basis AGEE-Stat, ZSW [1]; Angaben vorläufig, Stand: Juli 2013



## Anteile der erneuerbaren Energien gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

Eine wettbewerbsfähige, nachhaltige und sichere Energieversorgung ist das Schlüsselement für die weitere positive Entwicklung der Wirtschaft und Industrie in der EU sowie das Wohlergehen der Bevölkerung. Der Ausbau der erneuerbaren Energiebereitstellung ist somit ein wesentliches Element im Rahmen der EU-Strategie 2020. Mit der Einführung der Stromrichtlinie im Jahr 2001 wurden bereits positive Impulse für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor gegeben. Der weitere Ausbau in allen Nutzungssektoren wird maßgeblich durch die EU-Richtlinie 2009/28/EG bestimmt.

Bis zum Jahr 2020 soll ein Fünftel des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs der EU durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Der Weg zu diesem Ziel wurde in den Nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energie (NREAP) aufgezeigt, in denen die EU-Mitgliedstaaten nationale Umsetzungsstrategien festgeschrieben haben. Die Europäische Kommission erstellt im zweijährigen Turnus einen Fortschrittsbericht, in dem die nationalen Fortschritte im Hinblick auf den durch die EU-Richtlinie vorgegebenen Zielerreichungspfad dokumentiert werden.



## Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und im Wärme/Kälte-Sektor gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

|                        | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch [%] |      |      |      |      |        | EE-Anteile am BEEV für Wärme/Kälte [%] |      |      |      |      |
|------------------------|---|------|------|------|------|--------|--|------|------|------|------|
|                        | 2007  | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | Target | 2007                                   | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Belgien <sup>1)</sup>  | 2,9   | 3,2  | 4,4  | 4,9  | 4,1  | 13     | 3,6                                    | 4,0  | 5,0  | 4,9  | 4,3  |
| Bulgarien              | 9,0   | 9,5  | 11,7 | 13,7 | 13,8 | 16     | 13,4                                   | 15,3 | 20,8 | 23,4 | 23,8 |
| Dänemark               | 17,8  | 18,6 | 20,0 | 22,0 | 23,1 | 30     | 27,4                                   | 28,7 | 30,3 | 31,6 | 33,6 |
| Deutschland            | 8,3   | 8,4  | 9,2  | 10,7 | 12,3 | 18     | 8,2                                    | 8,1  | 8,3  | 10,3 | 12,0 |
| Estland                | 17,1  | 18,9 | 23,0 | 24,6 | 25,9 | 25     | 32,7                                   | 35,5 | 41,8 | 43,3 | 46,0 |
| Finnland               | 29,4  | 30,7 | 30,4 | 31,4 | 31,8 | 38     | 41,5                                   | 42,4 | 41,7 | 42,6 | 44,3 |
| Frankreich             | 10,2  | 11,3 | 12,3 | 12,8 | 11,5 | 23     | 12,6                                   | 13,5 | 15,3 | 16,6 | 16,7 |
| Griechenland           | 8,4   | 8,3  | 8,5  | 9,8  | 11,6 | 18     | 14,5                                   | 14,4 | 15,9 | 17,3 | 20,1 |
| Irland                 | 3,6   | 4,0  | 5,2  | 5,6  | 6,7  | 16     | 3,8                                    | 3,6  | 4,2  | 4,4  | 5,0  |
| Italien                | 5,5   | 6,9  | 8,6  | 9,8  | 11,5 | 17     | 3,9                                    | 5,7  | 7,7  | 9,0  | 11,0 |
| Lettland               | 29,6  | 29,8 | 34,3 | 32,5 | 33,1 | 40     | 42,4                                   | 42,9 | 47,9 | 43,8 | 44,7 |
| Litauen                | 16,7  | 18,0 | 20,0 | 19,8 | 20,3 | 23     | 29,8                                   | 32,9 | 34,4 | 33,2 | 33,8 |
| Luxemburg              | 1,7   | 1,8  | 1,9  | 2,9  | 2,9  | 11     | 4,6                                    | 4,9  | 4,9  | 5,0  | 5,0  |
| Malta                  | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,2  | 0,4  | 10     | 0,0                                    | 0,0  | 0,0  | 2,2  | 5,6  |
| Niederlande            | 3,0   | 3,2  | 4,0  | 3,7  | 4,3  | 14     | 2,4                                    | 2,5  | 2,9  | 2,7  | 3,3  |
| Österreich             | 27,2  | 28,3 | 30,2 | 30,6 | 30,9 | 34     | 25,9                                   | 26,5 | 28,7 | 30,4 | 31,1 |
| Polen                  | 7,0   | 7,9  | 8,8  | 9,3  | 10,4 | 15     | 10,6                                   | 11,1 | 11,9 | 11,9 | 13,3 |
| Portugal               | 22,0  | 23,0 | 24,6 | 24,4 | 24,9 | 31     | 34,8                                   | 37,3 | 37,8 | 33,9 | 35,5 |
| Rumänien               | 18,4  | 20,3 | 22,3 | 23,4 | 21,4 | 24     | 19,6                                   | 23,2 | 26,4 | 27,2 | 24,3 |
| Schweden               | 43,9  | 45,0 | 47,7 | 47,9 | 46,8 | 49     | 61,3                                   | 64,3 | 67,0 | 65,8 | 64,5 |
| Slowakei               | 8,2   | 8,1  | 9,7  | 9,4  | 9,7  | 14     | 6,5                                    | 6,3  | 8,5  | 8,1  | 9,6  |
| Slowenien              | 15,6  | 15,0 | 19,0 | 19,6 | 18,8 | 25     | 20,4                                   | 19,2 | 25,2 | 26,4 | 27,3 |
| Spanien                | 9,7   | 10,8 | 13,0 | 13,8 | 15,1 | 20     | 11,3                                   | 11,7 | 13,3 | 12,6 | 13,5 |
| Tschechische Republik  | 7,4   | 7,6  | 8,5  | 9,2  | 9,4  | 13     | 11,5                                   | 11,2 | 11,9 | 12,0 | 12,8 |
| Ungarn                 | 5,9   | 6,5  | 8,0  | 8,6  | 9,1  | 13     | 8,9                                    | 8,3  | 10,5 | 11,1 | 12,3 |
| Vereinigtes Königreich | 1,8   | 2,4  | 3,0  | 3,3  | 3,8  | 15     | 1,1                                    | 1,4  | 1,7  | 1,7  | 2,2  |
| Zypern                 | 3,5   | 4,5  | 5,0  | 5,4  | 5,4  | 13     | 11,7                                   | 12,6 | 14,8 | 16,6 | 18,1 |
| EU-27                  | 9,7   | 10,4 | 11,6 | 12,5 | 13,0 | 20     | 11,6                                   | 12,0 | 13,3 | 14,2 | 15,1 |
| Kroatien <sup>2)</sup> | 12,5  | 12,2 | 13,3 | 14,6 | 15,7 | 20     | 10,5                                   | 10,3 | 11,6 | 13,0 | 15,6 |
| EU-28                  | 9,7   | 10,4 | 11,6 | 12,5 | 13,0 | 20     | 11,6                                   | 12,0 | 13,3 | 14,2 | 15,1 |

Zur Berechnung der Anteile siehe auch Anhang Absatz 5

1) vorläufige Daten; Schätzung Eurostat

2) siehe Anmerkung Seite 59

Quelle: Eurostat [116]



## Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch und im Transport-Sektor gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

|                        | EE-Anteile am Bruttostromverbrauch <sup>1)</sup> [%] |      |      |      |      | EE-Anteile am EEV des Verkehrs [%] |      |      |      |      |
|------------------------|--|------|------|------|------|------------------------------------|------|------|------|------|
|                        | 2007   | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2007                               | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Belgien <sup>2)</sup>  | 3,4  | 4,4  | 5,8  | 6,9  | 8,8  | 1,3                                | 1,3  | 3,3  | 4,1  | 0,3  |
| Bulgarien              | 9,2  | 9,7  | 11,0 | 12,5 | 12,9 | 0,5                                | 0,5  | 0,7  | 1,5  | 0,4  |
| Dänemark               | 25,0   | 25,9 | 28,3 | 32,8 | 35,9 | 0,2                                | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Deutschland            | 12,7   | 13,6 | 16,8 | 18,1 | 21,3 | 5,7                                | 5,3  | 5,6  | 6,1  | 6,1  |
| Estland                | 1,5  | 2,1  | 6,1  | 10,4 | 12,3 | 0,2                                | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Finnland               | 25,5   | 27,3 | 27,3 | 27,6 | 29,2 | 0,4                                | 2,1  | 3,4  | 3,3  | 0,4  |
| Frankreich             | 14,3   | 14,4 | 15,1 | 14,9 | 16,5 | 3,6                                | 5,6  | 6,1  | 6,0  | 0,5  |
| Griechenland           | 10,1   | 10,4 | 11,8 | 13,1 | 14,6 | 1,2                                | 1,0  | 1,1  | 2,0  | 1,8  |
| Irland                 | 10,1   | 11,1 | 13,7 | 14,9 | 17,6 | 0,5                                | 1,3  | 1,9  | 2,4  | 2,8  |
| Italien                | 16,0   | 16,6 | 18,4 | 20,1 | 23,5 | 0,7                                | 2,4  | 3,7  | 4,6  | 4,7  |
| Lettland               | 38,6   | 38,7 | 41,9 | 42,0 | 44,7 | 0,9                                | 0,9  | 1,1  | 3,3  | 4,8  |
| Litauen                | 4,6  | 4,8  | 5,9  | 7,4  | 9,0  | 3,7                                | 4,2  | 4,3  | 3,6  | 3,7  |
| Luxemburg              | 3,3  | 3,6  | 4,1  | 3,8  | 4,1  | 0,1                                | 0,1  | 0,1  | 2,0  | 2,0  |
| Malta                  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,1  | 0,1  | 0,0                                | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| Niederlande            | 5,9  | 7,1  | 9,0  | 9,7  | 9,8  | 3,1                                | 2,6  | 3,6  | 2,3  | 4,6  |
| Österreich             | 64,5   | 65,2 | 67,8 | 65,7 | 66,1 | 6,3                                | 7,5  | 8,8  | 8,5  | 7,6  |
| Polen                  | 3,5  | 4,4  | 5,9  | 6,7  | 8,2  | 1,2                                | 3,8  | 5,0  | 6,3  | 6,5  |
| Portugal               | 32,7   | 34,6 | 38,2 | 41,2 | 46,5 | 2,3                                | 2,3  | 3,8  | 5,4  | 0,4  |
| Rumänien               | 28,1   | 28,1 | 30,9 | 30,4 | 31,1 | 1,7                                | 1,7  | 1,5  | 3,2  | 2,1  |
| Schweden               | 53,0   | 53,5 | 58,1 | 56,0 | 59,6 | 5,7                                | 6,3  | 6,8  | 7,2  | 8,8  |
| Slowakei               | 17,4   | 18,0 | 18,5 | 18,4 | 19,8 | 3,5                                | 3,9  | 4,8  | 4,8  | 0,4  |
| Slowenien              | 27,7   | 30,0 | 33,8 | 32,1 | 30,8 | 1,1                                | 1,5  | 2,0  | 2,8  | 2,1  |
| Spanien                | 21,5   | 23,6 | 27,8 | 29,8 | 31,5 | 1,2                                | 1,9  | 3,5  | 4,7  | 5,9  |
| Tschechische Republik  | 4,7  | 5,2  | 6,4  | 7,5  | 10,6 | 1,0                                | 2,2  | 3,7  | 4,6  | 0,6  |
| Ungarn                 | 4,2  | 5,3  | 7,0  | 7,1  | 6,4  | 1,0                                | 4,0  | 4,1  | 4,7  | 4,5  |
| Vereinigtes Königreich | 4,8  | 5,4  | 6,6  | 7,4  | 8,7  | 1,0                                | 2,1  | 2,7  | 3,1  | 2,9  |
| Zypern                 | 0,1  | 0,3  | 0,6  | 1,4  | 3,4  | 0,1                                | 1,9  | 2,0  | 2,0  | 0,0  |
| EU-27                  | 15,8   | 16,6 | 18,8 | 19,6 | 21,7 | 2,5                                | 3,4  | 4,2  | 4,8  | 3,8  |
| Kroatien <sup>3)</sup> | 32,5   | 31,3 | 33,4 | 35,6 | 35,5 | 0,3                                | 0,4  | 0,6  | 0,3  | 0,2  |
| EU-28                  | 15,9   | 16,7 | 18,8 | 19,7 | 21,8 | 2,5                                | 3,4  | 4,2  | 4,7  | 3,8  |

1) Für die Berechnung der Anteile der Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch wurde die Stromerzeugung aus Windenergie und Wasserkraft mittels der in der EU-Richtlinie definierten Normalisierungsregel berechnet.

2) vorläufige Daten; Schätzung Eurostat

3) siehe auch Anmerkung Seite 59

Weitere Informationen zur Berechnung der Anteile siehe auch Anhang Absatz 5

Quelle: Eurostat [116]



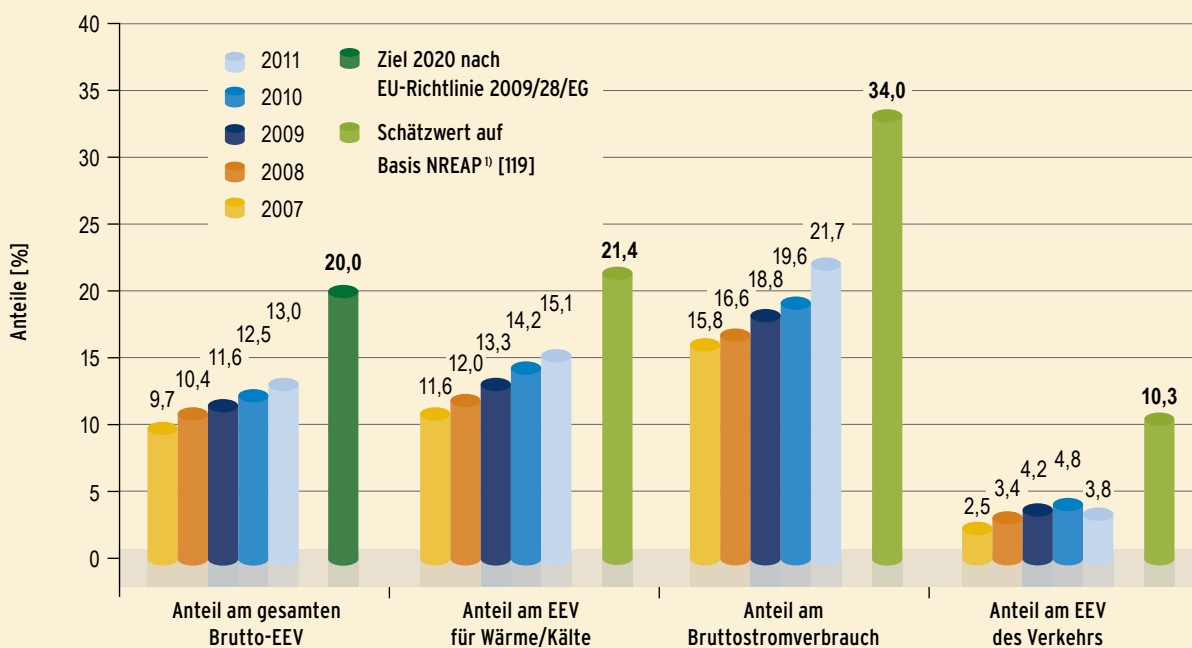
Der erste Fortschrittsbericht der Europäischen Kommission wurde im März 2013 veröffentlicht. Dieser belegt, dass die meisten EU-Mitgliedstaaten die durch die EU-Richtlinie vorgegebenen nationalen Richtwerte 2011/2012 bereits im Jahr 2010 realisiert haben. Die EU als Ganzes befindet sich hinsichtlich der Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren am Bruttoendenergieverbrauch auf dem vorgegebenen Zielpfad.

Dennoch wird die zukünftige Entwicklung durchaus skeptisch betrachtet, da der Zielpfad in den kommenden Jahren deutlich steiler wird, und so von den meisten Staaten signifikante Anstrengungen zur Zielerreichung erst zum Ende hin gefordert sind. Der Zielpfad schreibt vor, dass bis zum Jahr 2012 mindes-

tens 20 Prozent des nationalen Zielwerts auf der Basis von 2005 erreicht sind, hierfür stand den EU-Mitgliedstaaten also ein Zeitraum von sieben Jahren zur Verfügung. Dann müssen jedoch bis Ende 2014 die nächsten 10 Prozent, bis 2016 und 2018 15 Prozent beziehungsweise 20 Prozent sowie für die letzten zwei Jahre bis Ende 2020 sogar 35 Prozent erreicht werden.

Im Hinblick auf die derzeitigen schwierigen wirtschaftlichen Umstände in der EU ist zu befürchten, dass die laufenden Umsetzungsmaßnahmen in den meisten EU-Mitgliedstaaten als Grundlage nicht ausreichend sind, um die zukünftige Entwicklung der Erneuerbaren im gewünschten Ausmaß vorzubereiten und anzustoßen [103].

### Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch und am Endenergieverbrauch der Nutzungssektoren in der EU-27 gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

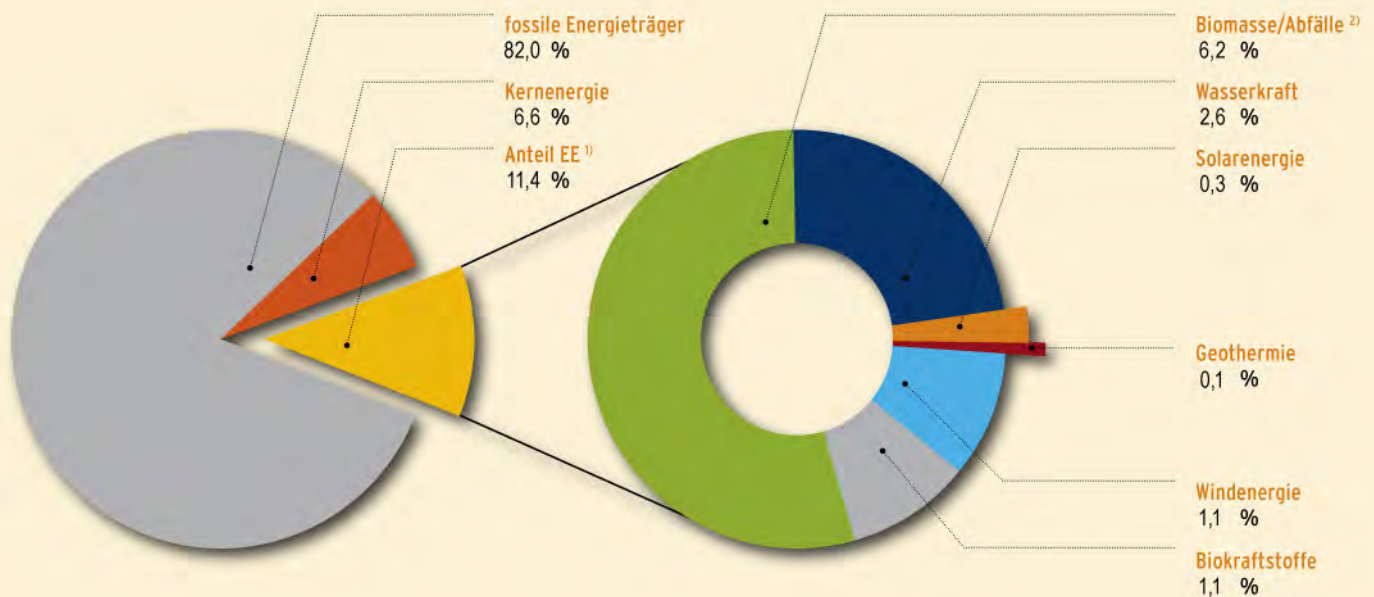


- 1) Das Energy Research Centre of Netherlands (ECN) wurde von der European Environment Agency mit der Aufarbeitung und Auswertung der Nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAP) der EU-Mitgliedstaaten beauftragt, mit dem Ziel, Schätzungen für die EU-27 zu generieren. Die hieraus resultierenden Anteilswerte für die Sektoren Wärme/Kälte, Strom und Transport wurden hier als Zielwerte aufgenommen. Der Anteilswert für den Verkehrssektor entspricht nicht dem in der Richtlinie 2009/28/EG definierten Ziel für den Verkehrssektor.

Quellen: Eurostat [116]; ECN [119]

## Struktur des Endenergieverbrauchs in der EU-27

### Struktur des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in der EU, 2010



1) Der Endenergieverbrauch wurde hier nicht nach den Vorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EG berechnet (vergleiche hierzu auch Anhang 5), und weicht deshalb deutlich von den Angaben auf Seite 56 ab.

2) nur biogener Anteil des kommunalen Abfalls

Der Anteil der Meeresenergie lag bei 0,004 Prozent (0,53 Terawattstunden) und ist in der Grafik nicht sichtbar.

Statistiken zum Endenergieverbrauch weisen bisher in der Regel lediglich die Anteile der Konsumenten aus. Die obenstehende Grafik weist die Aufteilung nach den unterschiedlichen Energieträgern aus, die anhand verschiedener Statistiken der IEA berechnet wurde. Die dargestellten Anteile dienen dabei lediglich einer größenmäßigen Einordnung.

Quelle: ZSW [1] nach IEA [104]

### Allgemeine Anmerkungen:

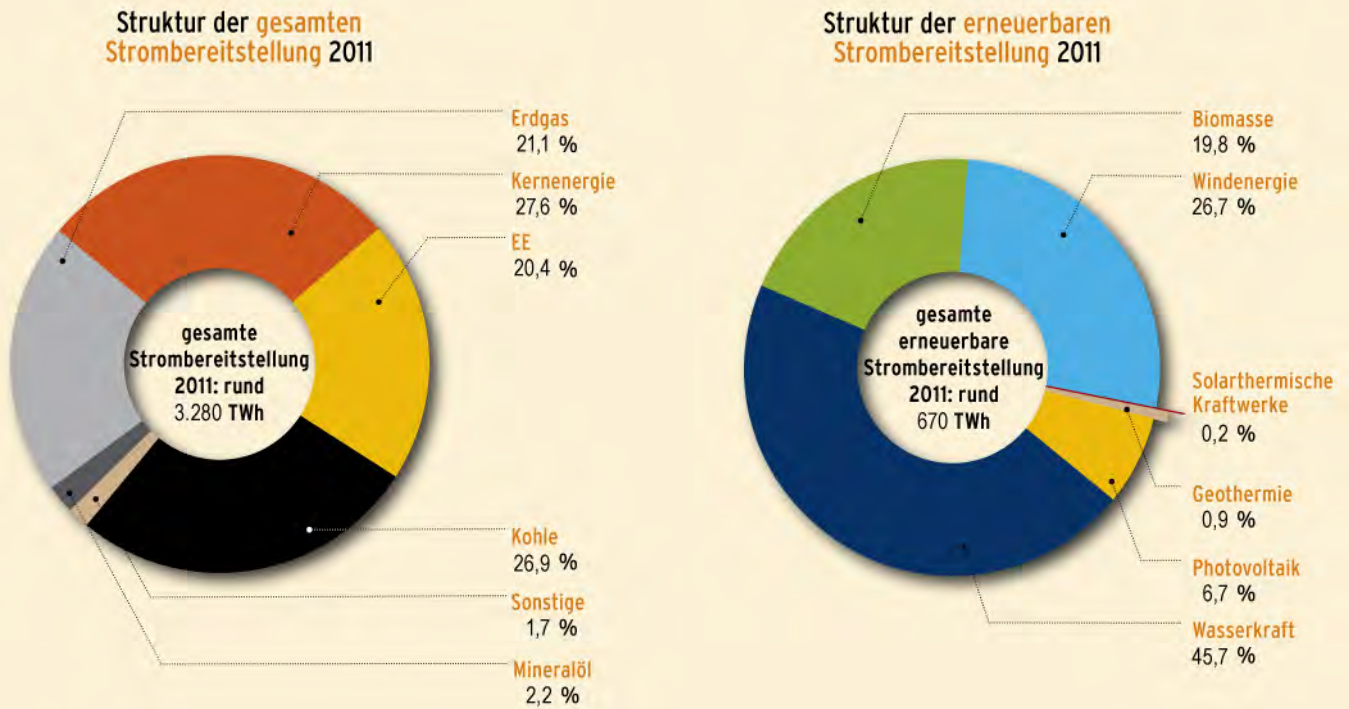
Die in europäischen und internationalen Statistiken angegebenen Daten zur Energiebereitstellung und -nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland weichen zum Teil von den Angaben deutscher Quellen ab. Neben der unterschiedlichen Datenherkunft spielen hierbei auch abweichende Bilanzierungsmethoden eine Rolle.

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 in der Regel belastbarer.

Seit dem 1. Juli 2013 ist Kroatien der 28. Mitgliedstaat der EU. Die in dieser Broschüre veröffentlichten Daten zur EU beziehen sich jedoch aus Konsistenzgründen ausschließlich auf die EU-27, da noch nicht alle verwendeten Quellen Daten zu Kroatien berücksichtigt haben.



## Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27



Sonstige = Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher etc.  
Meeresenergie ist aufgrund geringer Strommenge nicht dargestellt.

Quelle: ZSW [1] nach Eurostat [98]

## Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27

|   | 1990  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | [TWh] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Biomasse<sup>1)</sup></b>                              | 14,3  | 34,1  | 36,5  | 41,9  | 48,4  | 58,9  | 69,1  | 78,0  | 87,1  | 93,9  | 107,2 | 123,4 | 132,6 | k.A.  |
| <b>Wasserkraft<sup>2)</sup></b>                           | 286,2 | 352,5 | 372,5 | 315,0 | 305,8 | 323,2 | 305,6 | 309,3 | 310,0 | 327,3 | 328,2 | 367,0 | 306,1 | k.A.  |
| <b>Windenergie</b>  | 0,8   | 22,3  | 26,7  | 36,3  | 44,4  | 58,9  | 70,4  | 82,3  | 104,3 | 119,5 | 133,0 | 149,4 | 179,0 | 200,2 |
| <b>Geothermie</b>   | 3,2   | 4,8   | 4,6   | 4,8   | 5,4   | 5,5   | 5,4   | 5,6   | 5,8   | 5,7   | 5,5   | 5,6   | 6,1   | k.A.  |
| <b>Photovoltaik</b>                                       | 0,01  | 0,1   | 0,2   | 0,3   | 0,5   | 0,7   | 1,5   | 2,5   | 3,8   | 7,4   | 14,0  | 22,5  | 45,0  | 68,1  |
| <b>Solarthermie</b>                                       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,008 | 0,02  | 0,10  | 0,76  | 1,29  | k.A.  |
| <b>EE gesamt<sup>3)</sup></b>                             | 305,1 | 414,4 | 441,0 | 398,8 | 405,0 | 447,8 | 452,5 | 478,2 | 511,5 | 554,4 | 588,5 | 669,1 | 670,6 | k.A.  |
| <b>Anteil EE am Bruttostromverbrauch<sup>4)</sup> [%]</b> | 11,6  | 13,6  | 14,2  | 12,7  | 12,6  | 13,6  | 13,6  | 14,2  | 15,1  | 16,4  | 18,3  | 20,0  | 20,4  | k.A.  |

- 1) einschließlich Biogas, flüssigen biogenen Brennstoffen sowie dem erneuerbaren Anteil des kommunalen Abfalls
- 2) für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss
- 3) inklusive Stromerzeugung des Gezeitenkraftwerkes La Rance in Frankreich. Aufgrund des derzeit noch geringen Beitrags der Meeresenergie zur gesamten Strombereitstellung wurde die Zeitreihe dieser Technologie nicht aufgeführt.
- 4) Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, vergleiche auch Seite 57 und Anhang Absatz 5.

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (siehe Quellen).

Quellen: ZSW [1] nach Eurostat [98], EurObserv'ER [101], [109]

## Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2011

|                    | Wasserkraft  | Windenergie  | Biomasse     | biogener Anteil des Abfalls | Photovoltaik | Geothermie | Gesamt             | Anteil EE am Bruttostromverbrauch <sup>1)</sup> |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|------------|--------------------|---|
|                    | [TWh]        |              |              |                             |              |            |                    | [%]   |
| Belgien            | 0,2          | 2,3          | 3,9          | 0,8                         | 1,2          | -          | 8,4                | 9,0   |
| Bulgarien          | 2,9          | 0,9          | 0,1          | -                           | 0,1          | -          | 3,9                | 9,8   |
| Dänemark           | 0,02         | 9,8          | 3,4          | 1,0                         | 0,02         | -          | 14,2               | 38,8  |
| Deutschland        | 17,3         | 48,9         | 32,8         | 4,8                         | 19,3         | -          | 123,1              | 20,3  |
| Estland            | 0,03         | 0,4          | 0,8          | -                           | -            | -          | 1,2                | 12,6  |
| Finnland           | 12,4         | 0,5          | 11,0         | 0,3                         | 0,01         | -          | 24,2               | 27,7  |
| Frankreich         | 44,8         | 12,2         | 2,9          | 2,2                         | 2,1          | 0,2        | 65,0 <sup>2)</sup> | 12,8  |
| Griechenland       | 4,0          | 3,3          | 0,2          | -                           | 0,6          | -          | 8,1                | 13,0  |
| Irland             | 0,7          | 4,4          | 0,3          | -                           | -            | -          | 5,4                | 19,4  |
| Italien            | 45,2         | 9,9          | 8,6          | 2,2                         | 10,8         | 5,7        | 82,3               | 23,6  |
| Lettland           | 2,9          | 0,1          | 0,12         | -                           | -            | -          | 3,1                | 41,9  |
| Litauen            | 0,5          | 0,5          | 0,2          | -                           | -            | -          | 1,1                | 9,6   |
| Luxemburg          | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,04                        | 0,03         | -          | 0,2                | 3,0   |
| Malta              | -            | -            | -            | -                           | -            | -          | -                  | -   |
| Niederlande        | 0,1          | 5,1          | 5,0          | 2,0                         | 0,1          | -          | 12,3               | 10,1  |
| Österreich         | 34,2         | 1,9          | 4,3          | 0,2                         | 0,2          | -          | 40,8               | 55,2  |
| Polen              | 2,3          | 3,2          | 7,6          | -                           | -            | -          | 13,1               | 8,3   |
| Portugal           | 11,5         | 9,2          | 2,6          | 0,3                         | 0,3          | 0,2        | 24,1               | 43,6  |
| Rumänien           | 14,7         | 1,4          | 0,2          | -                           | 0,001        | -          | 16,3               | 27,1  |
| Schweden           | 66,4         | 6,1          | 9,7          | 1,9                         | 0,01         | -          | 84,1               | 58,7  |
| Slowakei           | 3,8          | 0,01         | 0,8          | 0,02                        | 0,4          | -          | 5,0                | 17,0  |
| Slowenien          | 3,6          | -            | 0,3          | -                           | 0,1          | -          | 3,9                | 26,2  |
| Spanien            | 30,6         | 42,4         | 3,8          | 0,7                         | 7,4          | -          | 86,2 <sup>3)</sup> | 30,2  |
| Tschech. Republik  | 2,0          | 0,4          | 2,6          | 0,1                         | 2,2          | -          | 7,2                | 10,3  |
| Ungarn             | 0,2          | 0,6          | 1,7          | 0,1                         | 0,001        | -          | 2,7                | 6,4   |
| Verein. Königreich | 5,7          | 15,5         | 11,2         | 1,7                         | 0,3          | -          | 34,4               | 9,2   |
| Zypern             | -            | 0,1          | -            | -                           | 0,01         | -          | 0,13               | 2,5   |
| <b>EU-27</b>       | <b>306,1</b> | <b>179,0</b> | <b>114,2</b> | <b>18,3</b>                 | <b>45,0</b>  | <b>6,1</b> | <b>670,6</b>       | <b>20,4</b>                                     |

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (siehe Quelle). Diese Daten können von nationalen Statistiken abweichen, unter anderem aufgrund von unterschiedlichen Methodiken. Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen.

- 1) Dieser Anteil wurde berechnet auf Basis der tatsächlichen Erzeugung mittels erneuerbarer Stromerzeugungstechnologien und entspricht nicht dem Anteil auf Seite 57.
- 2) Summe enthält 0,5 Terawattstunden durch das Gezeitenkraftwerk „La Rance“ erzeugten Stroms.
- 3) Summe enthält 1,3 Terawattstunden in Solarkraftwerken erzeugten Stroms.

Quelle: ZSW [1] nach Eurostat [98]

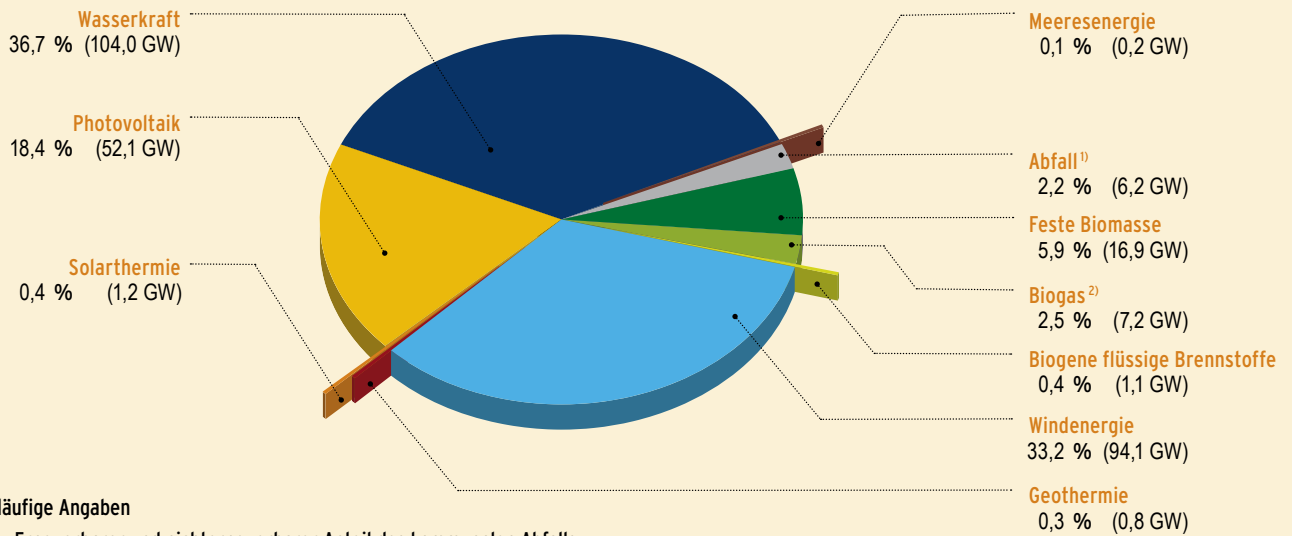
Mehr als die Hälfte des in der EU erzeugten Stroms wurde im Jahr 2011 aus fossilen Energieträgern gewonnen. Mit der im Jahr 2001 in Kraft getretenen EU-Stromrichtlinie wurde ein wichtiger Impuls für den Ausbau der Erneuerbaren im Stromsektor gegeben, unter anderem mit dem Ziel einer Verringerung der Importabhängigkeit der EU-Mitgliedstaaten.

Mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG hat sich die EU das verbindliche Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 20 Prozent des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs mit erneuerbaren Energien bereitzustellen. Um dieses Ziel zu erreichen, wird der Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor auf über 30 Prozent gesteigert werden müssen.



Struktur der gesamten installierten Leistung zur erneuerbaren Strombereitstellung in der EU-27 im Jahr 2011

gesamt: rund 284 Gigawatt

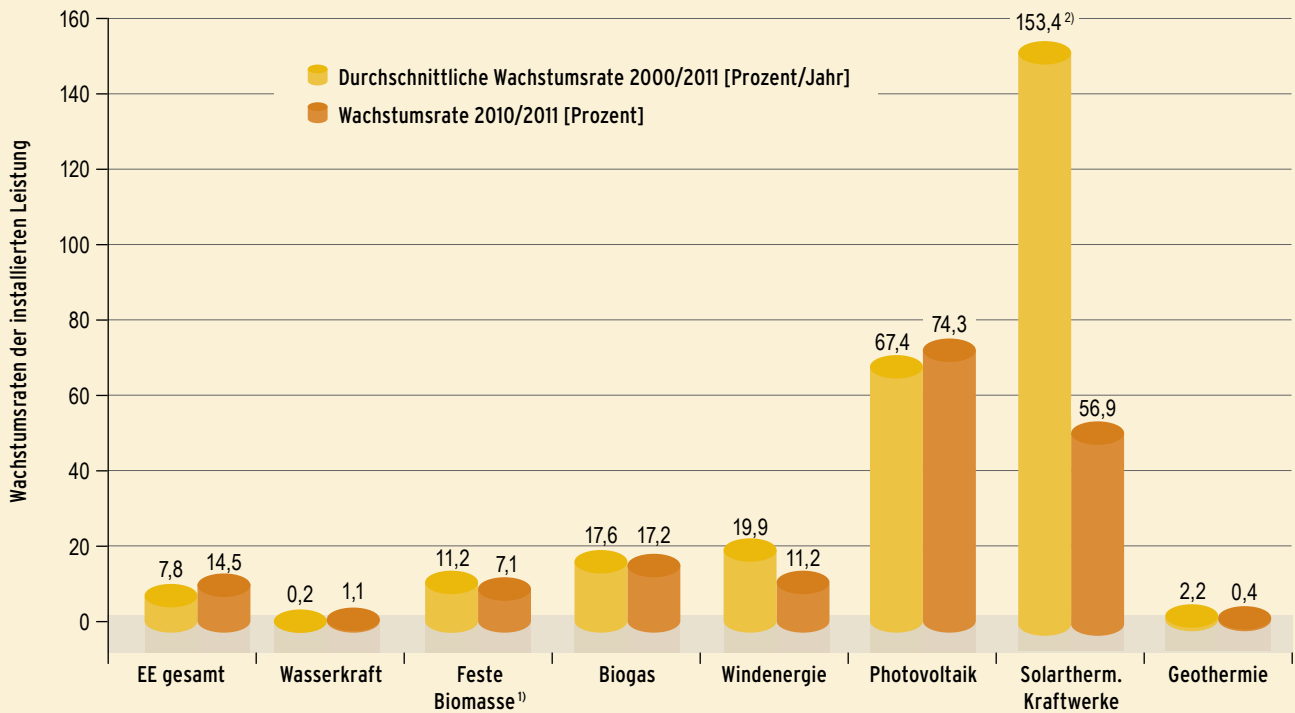


Vorläufige Angaben

- 1) Erneuerbarer und nichterneuerbarer Anteil des kommunalen Abfalls
- 2) inklusive Deponie- und Klärgas

Quelle: ZSW [1] nach Eurostat [98]

Wachstumsraten der installierten Leistung zur erneuerbaren Strombereitstellung in der EU-27



1) inklusive Abfall

2) Solarthermische Kraftwerksleistung erst seit 2006, das heißt durchschnittliche Wachstumsrate wurde für das Intervall 2006/2011 berechnet.

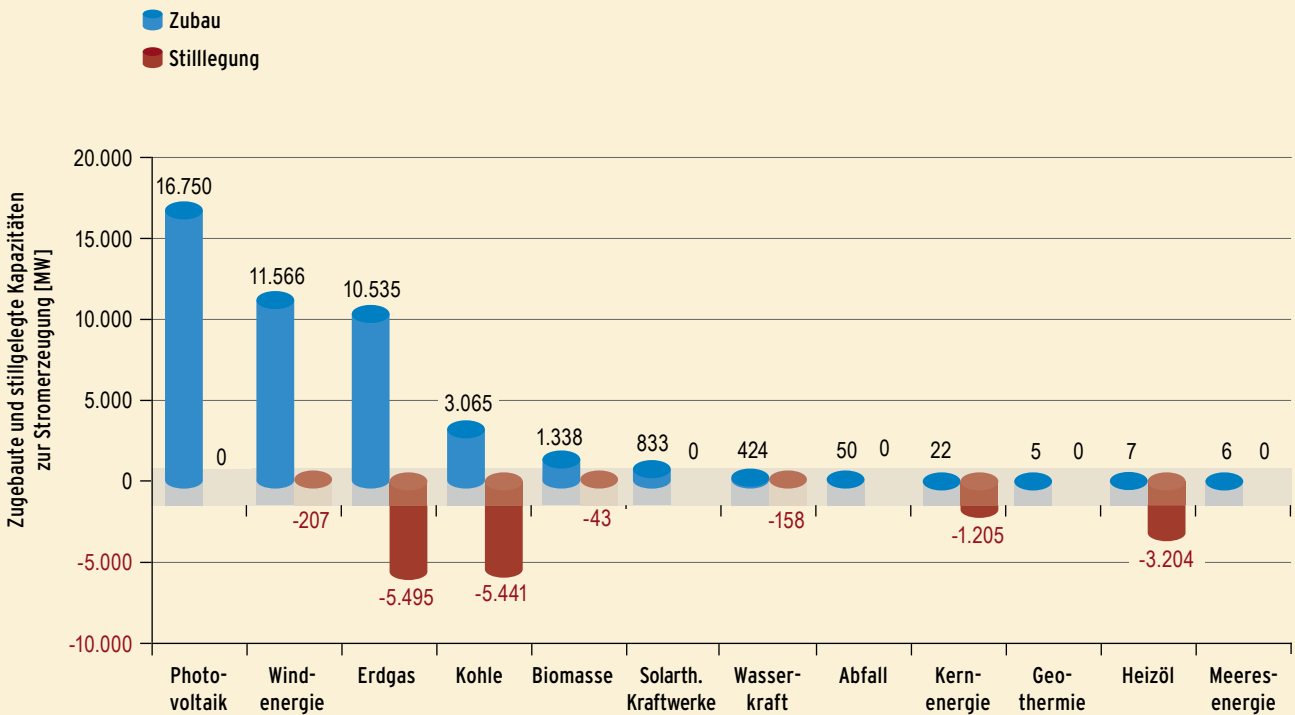
Quelle: ZSW [1] nach Eurostat [98]

Am Ende des Jahres 2011 standen EU-weit Kapazitäten zur erneuerbaren Strombereitstellung in Höhe von rund 284 Gigawatt (GW) zur Verfügung. Die European Wind Energy Association (EWEA) schätzt den Zubau über alle Stromerzeugungstechnologien im Laufe des Jahres 2012 auf insgesamt 44,6 Gigawatt, wovon auf Technologien zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien rund 69 Prozent entfallen.

Knapp 40 Prozent der zusätzlichen Stromerzeugungskapazitäten im Jahr 2012 sind im Photovoltaiksektor zugebaut worden, der im Vergleich zu allen anderen Stromerzeugungstechnologien wie auch im Vorjahr die Spitzenposition einnimmt. Der zweitgrößte Wachstumsmarkt war im Jahr 2012 die Windenergie, die damit Erdgas den dritten Rang zuwies. Insgesamt erfolgte im Windenergiesektor ein Nettozubau von 11.359 Megawatt, während bei Erdgas einem Leistungszubau von 10.535 Megawatt eine Stilllegung von 5.495 Megawatt gegenüberstand. Bei Kohle, Heizöl sowie der Kernenergie wurden deutlich mehr Kapazitäten stillgelegt als zugebaut [100].



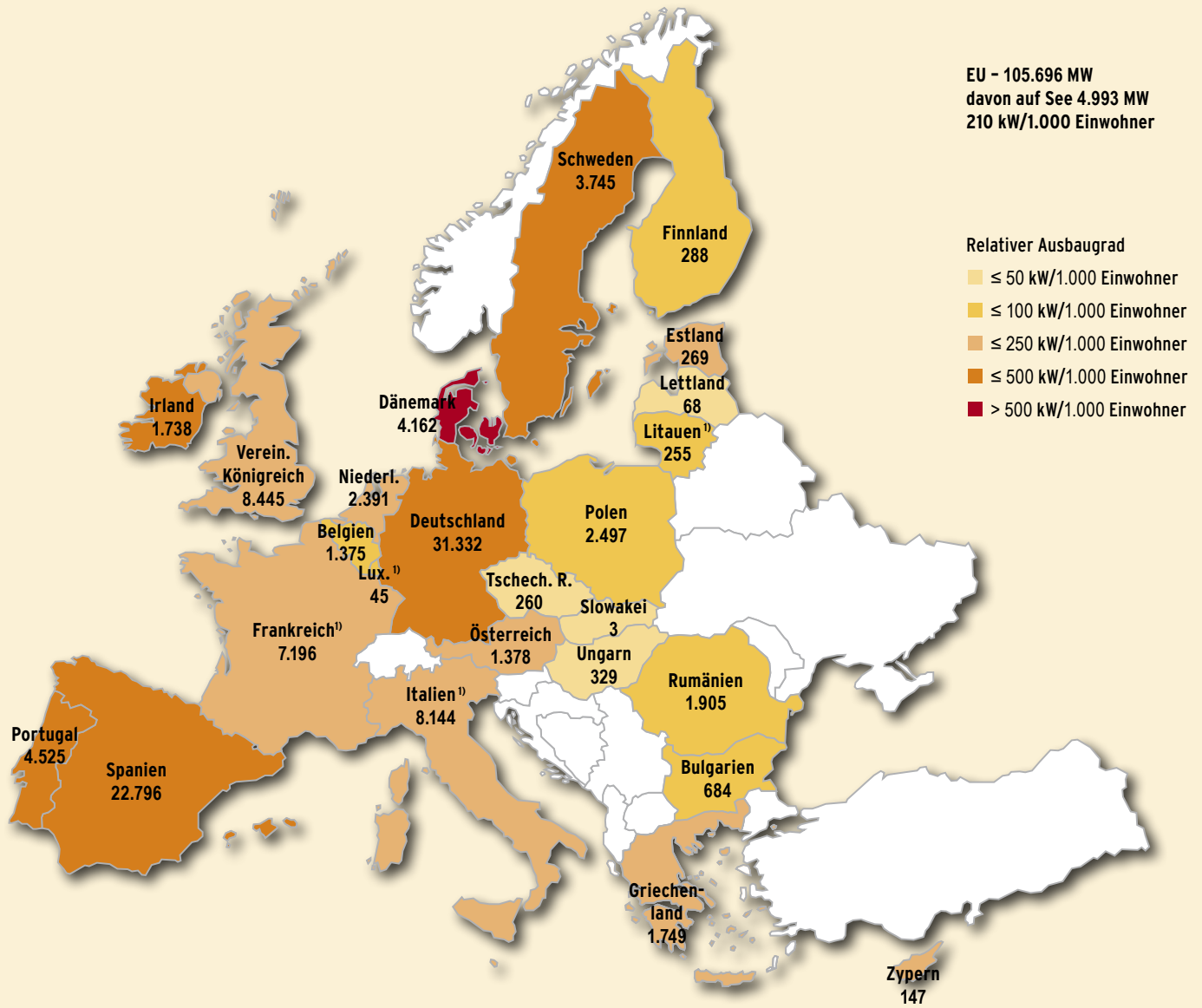
Zubau und Stilllegung von Kapazitäten zur Strombereitstellung in der EU-27 im Jahr 2012



Quelle: EWEA [100]

## Windenergienutzung in der EU-27

Installierte Windenergieleistung in der EU Ende des Jahres 2012 (in MW)



Keine Windenergienutzung in Malta und Slowenien

1) vorläufig

Quelle: EWEA [100]

Ende 2012 wurden weltweit in beinahe 90 Ländern Windenergieanlagen zur Stromerzeugung genutzt, wobei bereits 23 Länder die Gigawatt-Grenze überschritten haben. Die gesamte globale Windenergieleistung lag bei 282.482 Megawatt, nachdem im Laufe des Jahres rund 44.700 Megawatt zugebaut wurden. Sowohl im Hinblick auf die installierte Gesamtleistung als auch den Zubau im Jahr 2012 ergibt sich das folgende Ranking: Global führend ist China (Gesamtleistung: 75.564 Megawatt, Zubau 2012: 13.200 Megawatt) gefolgt von den USA (Gesamtleistung: 60.007 Megawatt, Zubau: 13.124 Megawatt) und mit deutlichem Abstand Deutschland (Gesamtleistung: 31.332 Megawatt, Zubau: 2.439 Megawatt) [111]. Der Anteil der EU an der globalen Windenergieleistung lag bei rund 37 Prozent.

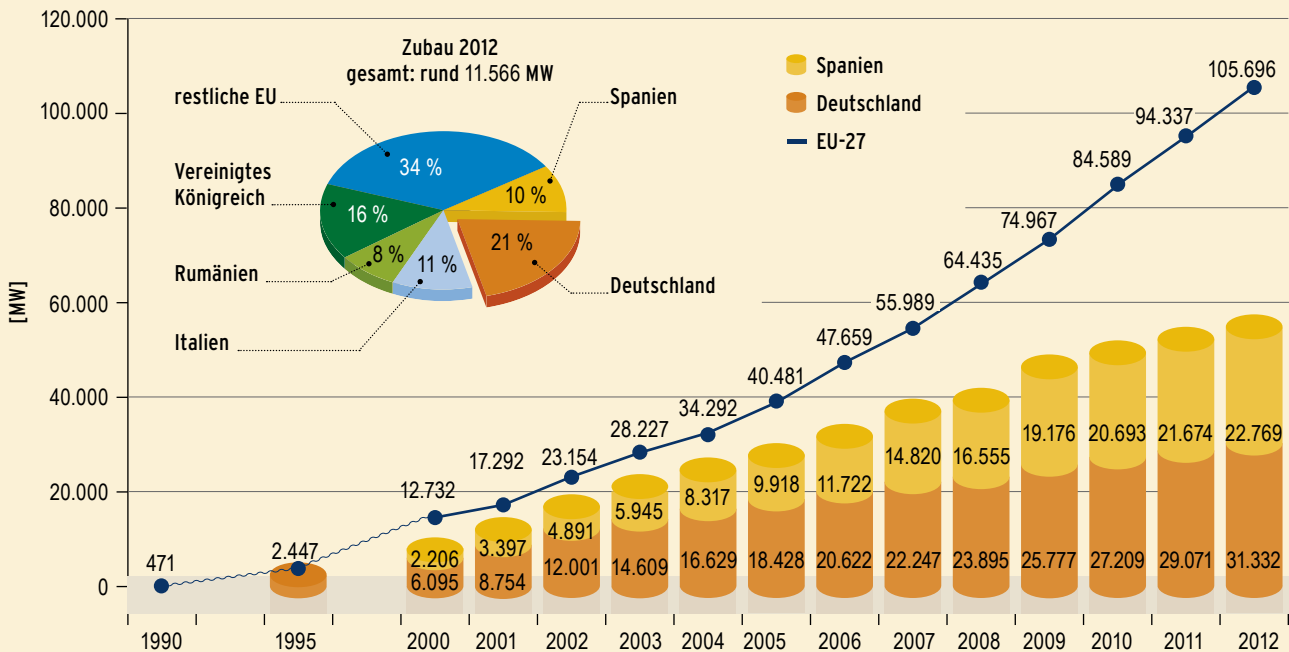
Ungeachtet der wirtschaftlichen Turbulenzen der letzten Jahre wird die Nutzung der Windenergie in der EU weiterhin stetig ausgebaut. Insgesamt waren Ende 2012 Windparks mit einer Leistung von insgesamt 105.696 Megawatt installiert – ein Plus von

12 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Mit Bezug auf die kumulierte installierte Windleistung ist Deutschland führend im EU-Länderranking gefolgt von Spanien, dem Vereinigten Königreich, Italien und Frankreich [100]. Im Hinblick auf den relativen Ausbaugrad ergibt sich jedoch ein anderes Bild. Während in Dänemark rechnerisch je 1.000 Einwohner Windenergieanlagen mit insgesamt 746 Kilowatt Leistung errichtet sind, liegt der relative Ausbaugrad in Deutschland nur bei 383 Kilowatt pro 1.000 Einwohnern. Für die EU ergibt sich ein Durchschnittswert von 210 Kilowatt pro 1.000 Einwohnern.

Mit der bisher in der EU installierten Windenergieleistung können nach Angaben der European Wind Energy Association (EWEA) in einem normalen Windjahr 230 Terawattstunden erneuerbarer Strom erzeugt und damit 7 Prozent des gesamten Stromverbrauchs der EU bereitgestellt werden<sup>1)</sup> [100]. EurObserv'ER schätzt die tatsächliche Windstromerzeugung für die Jahre 2011 und 2012 auf 178,9 Terawattstunden beziehungsweise 200,2 Terawattstunden [101].

1) Basis der Berechnung: Bruttostromverbrauch 2011: 3.279,9 Terawattstunden (Eurostat).

### Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten



Die gesamte Windleistung 2012 entspricht nicht genau der Summe aus installierter Leistung Ende 2011 plus Zubau 2012; dies ist auf Repowering und Stilllegung bestehender Windenergieanlagen sowie die Rundung von Daten zurückzuführen.

Quellen: EWEA [100]; Eurostat [98]



## Windenergienutzung auf See in der EU

Im Laufe des Jahres 2012 wurden in den EU-Gewässern weitere 293 Offshore-Windenergieanlagen in 9 Windparks an das Stromnetz angeschlossen. Dies entspricht einer zusätzlichen Leistung von 1.166 Megawatt, im Vergleich zu 2011 ein Plus von 33 Prozent. Insgesamt waren Ende des Jahres 1.662 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.995 Megawatt am Netz. Die Anlagen wurden im Wesentlichen in der Nordsee errichtet (3.236 Megawatt beziehungsweise 64,7 Prozent). Weitere 966 Megawatt beziehungsweise 19,3 Prozent befinden sich im Atlantischen Ozean und in der Ostsee (793 Megawatt beziehungsweise 15,9 Prozent). Mit den bisher zur Verfügung stehenden Kapazitäten können in einem normalen Windjahr etwa 0,5 Prozent des gesamten Stromverbrauchs<sup>1)</sup> der EU gedeckt werden [108].

Der weltweit wichtigste Akteur bei der Nutzung der Offshore-Windenergie ist das Vereinigte Königreich. Ende 2012 waren rund 2.948 Megawatt an Windenergieleistung in britischen Gewässern installiert und ans Stromnetz angeschlossen, 59 Prozent der gesamten europäischen Windenergieleistung auf See. Weiter gibt es Offshore-Windenergieanlagen in Dänemark, Belgien, Deutschland, den

Niederlanden, Schweden, Finnland, Irland, Norwegen und Portugal [108]. Zahlreiche EU-Mitgliedsstaaten haben sich für den weiteren Ausbau in den Nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energie Ziele gesetzt. Sollten diese realisiert werden, so könnten im Jahr 2020 bereits mehr als 44 Gigawatt Leistung auf See errichtet sein [119]. Derzeit sind weitere 14 Offshore-Projekte im Bau, mit deren Fertigstellung im Laufe der nächsten zwei Jahre zu rechnen ist, das heißt Ende 2014 könnte die Gesamtleistung auf See bereits bei 8,3 Gigawatt liegen [108].

Windenergieanlagen auf See unterliegen zum Teil extremen Witterungseinflüssen, über deren langfristige Auswirkungen noch keine ausreichenden Erkenntnisse vorliegen. Um Wissenslücken zu schließen, belastbare Planungsdaten für die Auslegung und den Betrieb von Offshore-WEA zu generieren und die Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu untersuchen, wurden in der deutschen Nord- und Ostsee drei Forschungsplattformen, Fino 1 bis 3, errichtet. Der Betrieb der drei Plattformen erfolgt im Auftrag bzw. in Förderung durch das Bundesumweltministerium [107], [122].

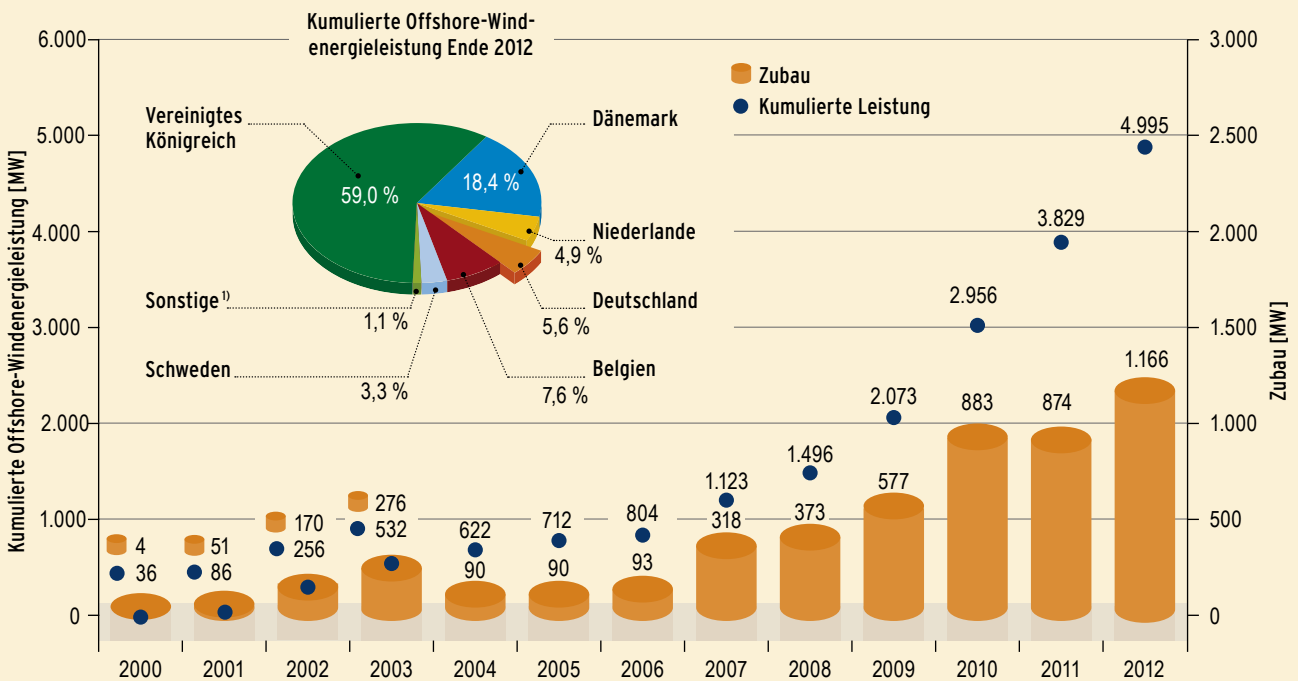
1) Basis der Berechnung: Bruttostromverbrauch 2011: 3.279,9 Terawattstunden (Eurostat).



In direkter Nachbarschaft zu FINO 1 wurde im Jahr 2010 der erste deutsche Offshore-Windpark „alpha ventus“ in Betrieb genommen. Die 12 Windenergieanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 60 Megawatt wurden auf offener See in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone erbaut, circa 45 km nördlich der Insel Borkum. „Alpha ventus“ kann als Pionierprojekt betrachtet werden, da die Erkenntnisse aus dem Bau und Betrieb des Windparks dem

weiteren Ausbau der deutschen Offshore-Windenergie zugutekommen. Des Weiteren werden die praktischen Erfahrungen aus dem Betrieb des Windparks ergänzt durch eine Vielzahl von Forschungsprojekten, die unter dem Dach der RAVE-Initiative (Research at alpha ventus) zusammengefasst werden. Das Bundesumweltministerium fördert die 34 Einzelprojekte von RAVE mit insgesamt rund 50 Millionen Euro [49].

## Zubau und kumulierte installierte Windenergieleistung auf See

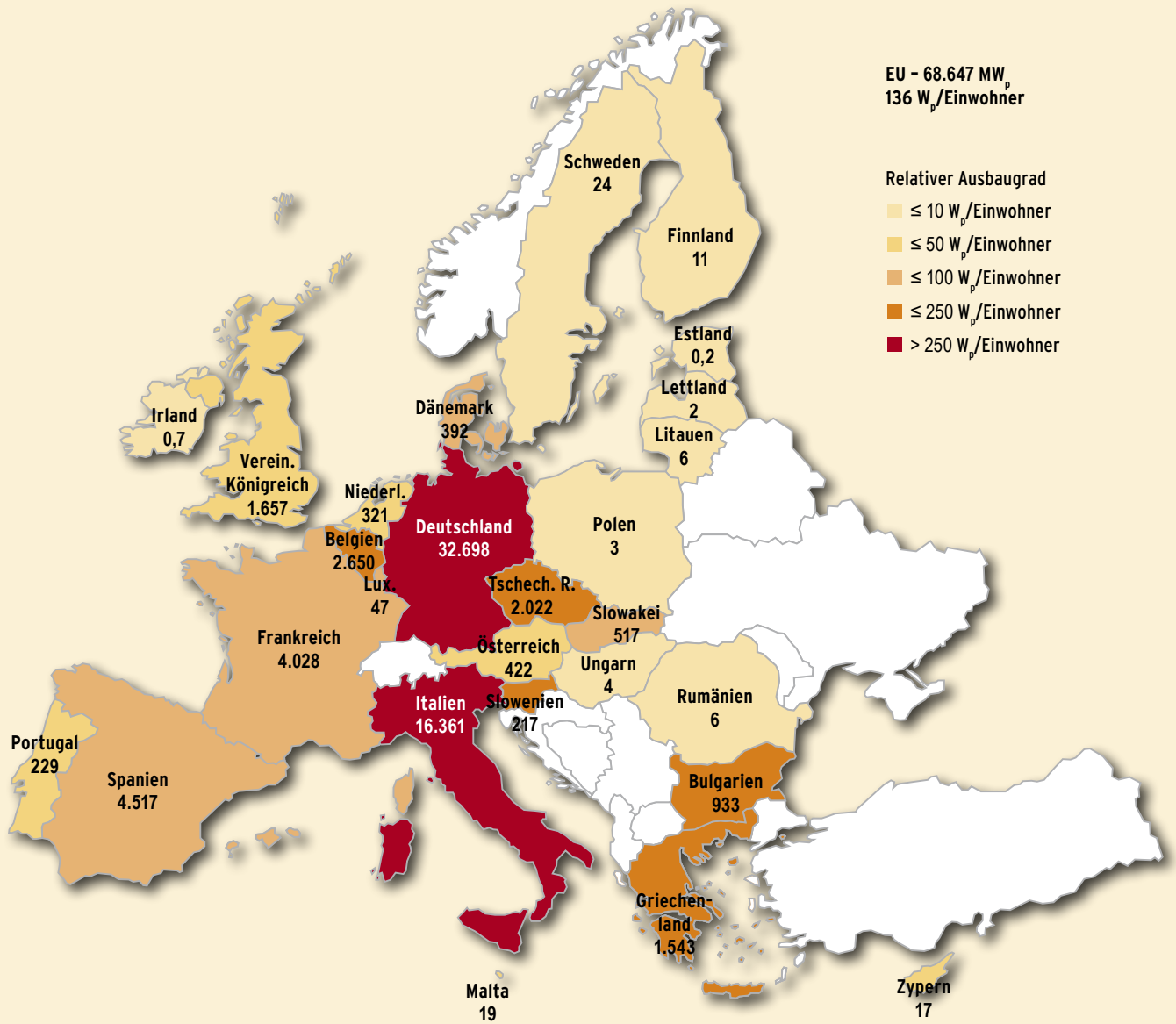


1) Finnland (26,3 Megawatt), Irland (25,2 Megawatt), Norwegen (2,3 Megawatt) und Portugal (2 Megawatt)

Quelle: EWEA [108]

## Solarenergie - Strom aus erneuerbaren Energien in der EU-27

Installierte Photovoltaikleistung in der EU Ende des Jahres 2012 [MW<sub>p</sub>]



Angaben sind geschätzt

Quelle: ZSW [1] nach EurObserv'ER [109]

Bezogen auf die neu installierte Leistung war die Photovoltaik im Jahr 2012 unter allen Stromerzeugungstechnologien die erfolgreichste Sparte (siehe auch Seite 63). Insgesamt wurden im Laufe des Jahres rund 16,5 Gigawatt-Peak an Photovoltaik-Leistung ans Stromnetz angeschlossen, was im Vergleich zum Vorjahr (Zubau 2011: rund 22 Gigawatt-Peak) jedoch einem Minus von 25 Prozent entspricht. Im Wesentlichen ist dieser Rückgang auf den Einbruch des italienischen Marktes zurückzuführen, der auf die durch das Conto Energia in seiner jeweils gültigen Fassung gesetzten Rahmenbedingungen reagiert (siehe auch Seite 74). Im Jahr 2012 sind in Italien schätzungsweise 3,6 Gigawatt-Peak an Photovoltaik-Leistung ans Netz gegangen, während die gesamte Anschlussleistung im Rekordjahr 2011 bei 9,3 Gigawatt-Peak lag. Für das Jahr 2013 rechnet Euroserv'ER mit einem weiteren Rückgang, da die im 5. Conto Energia festgelegte Deckelung der Förderung beinahe erreicht ist [109].

Deutschland ist im Photovoltaiksektor der EU führend sowohl hinsichtlich des Netzanschlusses im Jahr 2012 als auch der gesamten installierten Leistung zum Jahresende. Mit 7,6 Gigawatt-Peak neu ans Netz angeschlossener Leistung konnte sogar der Vorjahresrekord von 7,5 Gigawatt-Peak übertroffen werden. Pro Einwohner sind in Deutschland bereits rund 400 W<sub>p</sub> Photovoltaik-Leistung am Netz. Der drittgrößte Photovoltaikmarkt der EU ist Frankreich mit einem Zuwachs von rund 1,1 Gigawatt-Peak [109].

Der globale Photovoltaik-Markt lag im Jahr 2012 bei rund 30 Gigawatt-Peak, wovon 13 Gigawatt-Peak in Nicht-EU-Ländern zugebaut wurden. Die drei wichtigsten Märkte außerhalb der EU sind China mit einem Zubau zwischen 3,5 und 4,5 Gigawatt-Peak sowie die USA und Japan mit 3,2 beziehungsweise 2,5 Gigawatt-Peak. Die gesamte installierte globale Photovoltaikleistung lag Ende 2012 bei über 100 Gigawatt-Peak [120].

Neben Photovoltaikanlagen werden auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung mittels Sonnenenergie genutzt. Spanien ist führend in der Nutzung dieser Technologie und hat den Ausbau der solarthermischen Kraftwerksleistung auch im Jahr 2012 beträchtlich vorangetrieben. Insgesamt wurden 17 neue Solarkraftwerke mit einer zusätzlichen Kraftwerksleistung von 802,5 Megawatt in Betrieb



genommen, sodass Ende des Jahres eine Gesamtleistung von 1.953,9 Megawatt zur erneuerbaren Stromerzeugung installiert war. Gemäß der REE (Red Eléctrica de España) wurden damit im Jahr 2012 mehr als 3,4 Terawattstunden Strom erzeugt [78]. Anfang des Jahres 2013 waren in Spanien bereits weitere solarthermische Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 400 Megawatt im Bau [71].

Sechs EU-Mitgliedstaaten haben für den Ausbau der solarthermischen Kraftwerksleistung in ihren Nationalen Aktionsplänen Ziele für das Jahr 2020 gesetzt. Insgesamt könnte bis zum Jahr 2020 eine Gesamtleistung von mehr als 7.000 Megawatt zur Verfügung stehen. Werden die Nationalen Aktionspläne wie geplant umgesetzt, so wird Spanien mit einer Gesamtleistung von 5.079 Megawatt weiterhin die Spitzenposition einnehmen, gefolgt von Italien (600 Megawatt), Frankreich (540 Megawatt), Portugal (500 Megawatt), Griechenland (250 Megawatt) und Zypern (75 Megawatt) [102].

Abgesehen von Spanien, verläuft der Ausbau der solarthermischen Kraftwerksleistung in den zuvor genannten EU-Mitgliedstaaten sehr schleppend. Mit 5 Megawatt realisierter Leistung in Italien und 0,75 Megawatt in Frankreich sind die avisierten Ziele für das Jahr 2020 noch in weiter Ferne.





## Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU-27

Mehr als 40 Prozent der gesamten Endenergiebereitstellung in der EU-27 ist dem Wärme-/Kältesektor zuzurechnen. Der Beitrag der erneuerbaren Energien in diesem Segment lag im Jahr 2011 jedoch lediglich bei rund 14 Prozent. Die Bedeutung der erneuerbaren Energien ist somit in diesem Sektor deutlich geringer als im Strommarkt (siehe vorherige Seiten). Werden die in den Nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energie (NREAP) geplanten zusätzlichen Kapazitäten im erneuerbaren Wärme-/Kältesektor realisiert, so könnte der Anteil der erneuerbaren

ren Energien bis zum Jahr 2020 auf über 21 Prozent wachsen.

Die mit Abstand wichtigste erneuerbare Ressource im Wärmesektor ist die Biomasse mit einem Anteil von 95,6 Prozent beziehungsweise 694 Terawattstunden, wobei der größte Anteil auf die Wärmeerzeugung aus Holz in privaten Haushalten entfällt. Der Beitrag der anderen beiden Sparten, Solarthermie und Geothermie, ist mit 2,7 Prozent beziehungsweise 1,7 Prozent noch vergleichsweise unbedeutend.

## Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in der EU

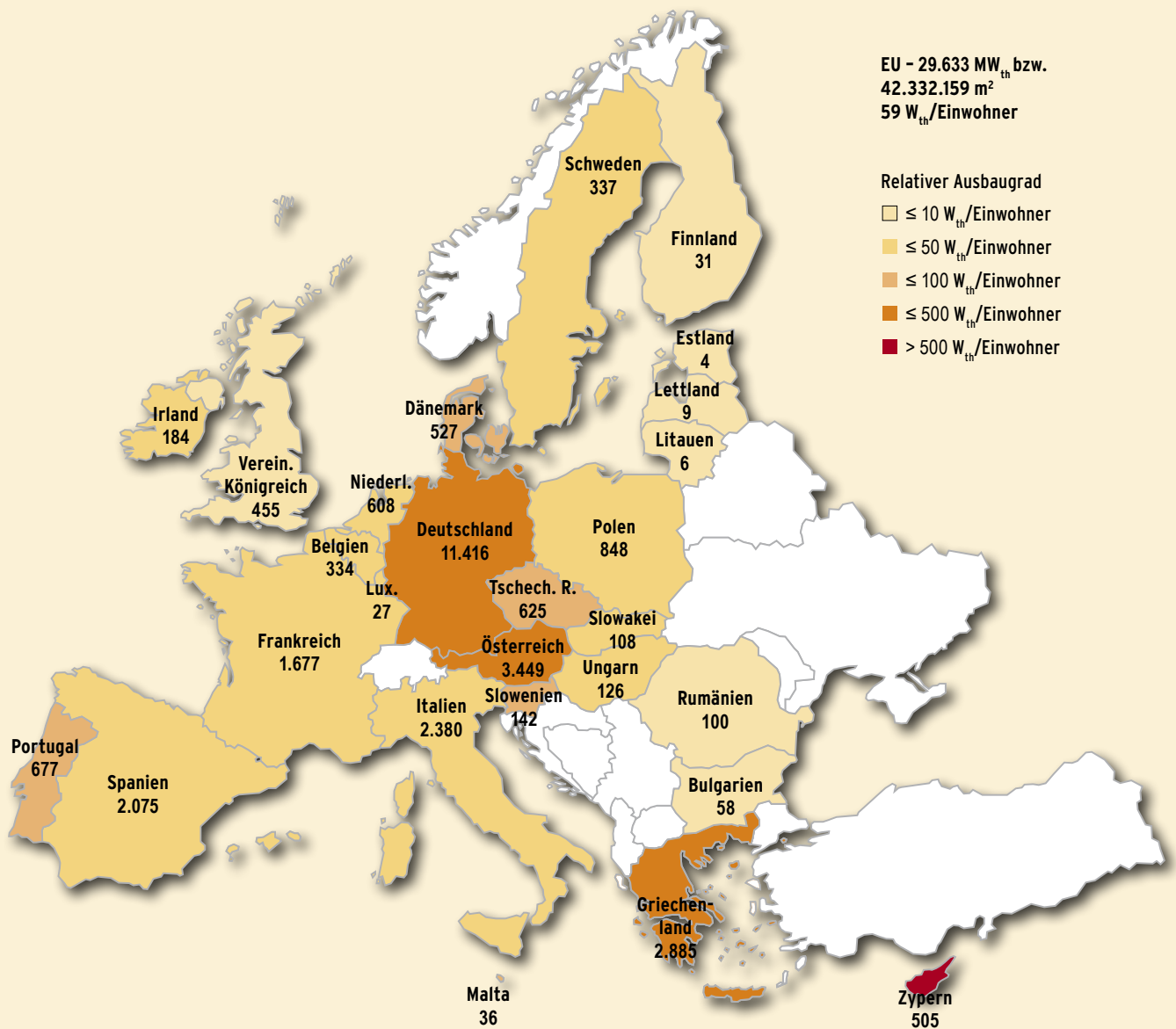
|                                 | 2000                    | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | <b>Endenergie [TWh]</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Biomasse, davon</b>          | 536,9                   | 533,9        | 532,9        | 556,8        | 570,1        | 580,0        | 597,0        | 623,2        | 640,8        | 646,8        | 718,1        | 694,1        |
| <b>Holz/Holzabfälle</b>         | 529,6                   | 523,5        | 520,5        | 548,5        | 561,5        | 571,1        | 588,1        | 601,4        | 617,4        | 630,8        | 697,0        | 665,5        |
| <b>Biogas<sup>1)</sup></b>      | 4,7                     | 7,0          | 8,5          | 3,9          | 4,0          | 4,1          | 4,7          | 11,7         | 12,6         | 10,4         | 15,1         | 20,0         |
| <b>biog. Anteil des Abfalls</b> | 2,6                     | 3,5          | 3,9          | 4,3          | 4,5          | 4,7          | 4,2          | 10,1         | 10,9         | 5,6          | 5,9          | 8,7          |
| <b>Solarthermie</b>             | 4,9                     | 5,4          | 5,9          | 6,5          | 7,2          | 7,9          | 9,0          | 10,9         | 12,6         | 14,9         | 17,3         | 19,5         |
| <b>Geothermie</b>               | 6,6                     | 6,7          | 6,9          | 6,8          | 6,9          | 7,4          | 7,7          | 7,7          | 8,3          | 10,8         | 10,9         | 12,2         |
| <b>EE Wärme gesamt</b>          | <b>548,3</b>            | <b>546,0</b> | <b>545,7</b> | <b>570,1</b> | <b>584,2</b> | <b>595,3</b> | <b>613,6</b> | <b>641,8</b> | <b>661,7</b> | <b>672,5</b> | <b>746,3</b> | <b>725,9</b> |

1) inklusive Deponie- und Klärgas

Quelle: ZSW [1] nach Eurostat [98]

## Entwicklung im Solarthermie-Markt der EU-27

Installierte solarthermische Leistung in der EU im Jahr 2012 (in MW<sub>th</sub>)



Angaben sind geschätzt; th = thermisch

Quelle: ZSW [1] nach EurObserv'ER [71]



Nach Schätzungen von EurObserv'ER, wurden in der EU im Laufe des Jahres 2012 beinahe 2,4 Gigawatt-thermisch an Solarkollektorleistung zugebaut, das entspricht einer zusätzlichen Kollektorfläche von rund 3,4 Millionen Quadratmeter. Insgesamt lag die kumulierte Solarkollektorleistung in der EU Ende 2012 bei 29,6 Gigawatt-thermisch (entspricht 42,3 Millionen Quadratmeter) [71].

Bis heute ist die Warmwasserbereitung der wichtigste Anwendungsbereich der Solarthermie. In den letzten Jahren wurden jedoch zunehmend Kombianlagen errichtet, die neben der Warmwasserbereitung auch der Heizungsunterstützung dienen. So betrug der Anteil der in Deutschland im Jahr 2012 installierten Kombianlagen, bezogen auf die Anzahl der zugebauten Anlagen ungefähr 50 Prozent, bezogen auf die installierte Kollektorleistung etwa zwei Drittel.

Global waren Ende 2011 rund 235 Gigawatt-thermisch Solarkollektorleistung in Betrieb (für das Jahr 2012 schätzt IEA-SHC [110] die Leistung bereits auf rund 268 Gigawatt-thermisch). Mit dieser installierten Leistung (ohne Berücksichtigung von Luftkollektoren, die nur etwa 0,7 Prozent der gesamten Solarkollektorleistung ausmachen) konnten im Laufe des Jahres 2011 195,5 Terawatt-thermisch (584 Petajoule) produziert und damit rund 53 Millionen Tonnen des Treibhausgases Kohlendioxid vermieden werden. Weltweit waren in der Solarthermiebranche im Jahr 2012 schätzungsweise 420.000 Menschen beschäftigt [110].

Ende 2012 waren in Europa 175 Großanlagen (> 500 Quadratmeter; > 350 Kilowatt-thermisch) mit einer Leistung von insgesamt 319 Megawatt-thermisch zur solaren Nah- und Fernwärmeversorgung in Betrieb. Die 10 größten solaren Fernwärmeanlagen Europas befinden sich in Dänemark [110].



## Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien in der EU-27

Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen im Verkehrssektor in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten mindestens 10 Prozent entsprechen. Dieses verbindliche Ziel wurde in der EU-Richtlinie 2009/28/EG festgelegt. Der Weg zur Realisierung dieses Ziels wird in den Nationalen Aktionsplänen für erneuerbare Energie der Mitgliedstaaten auf nationaler Ebene aufgezeigt. Bis zum Jahr 2020 könnte nach einer Auswertung

der Aktionspläne durch das ECN die Biodiesel-Nachfrage in den EU-Mitgliedstaaten auf rund 252 Terawattstunden (davon 91 Terawattstunden importiert) steigen. Gleichzeitig erhöht sich der Bedarf an Bioethanol auf 85 Terawattstunden (davon 37,4 Terawattstunden importiert) [119]. Nach einer aktuellen Studie von Euroserv'ER lag der Verbrauch von Biodiesel und Bioethanol im Jahr 2011 bei rund 127 beziehungsweise 34 Terawattstunden [102].

### Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien in den EU-Mitgliedstaaten in den Jahren 2010 und 2011

|                          | 2010        |              |                        |              | 2011 <sup>1)</sup> |              |                        |              |
|--------------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------|------------------------|--------------|
|                          | Bioethanol  | Biodiesel    | Sonstige <sup>2)</sup> | Gesamt       | Bioethanol         | Biodiesel    | Sonstige <sup>2)</sup> | Gesamt       |
|                          | [TWh]       |              |                        |              | [TWh]              |              |                        |              |
| Belgien                  | 0,6         | 3,2          | -                      | 3,8          | 0,6                | 3,2          | -                      | 3,7          |
| Bulgarien                | -           | 0,2          | -                      | 0,2          | -                  | -            | -                      | -            |
| Dänemark                 | 0,3         | 0,004        | -                      | 0,3          | 0,6                | 0,96         | -                      | 1,5          |
| Deutschland              | 8,7         | 26,0         | 0,6                    | 35,4         | 9,2                | 24,9         | 0,2                    | 34,4         |
| Estland                  | -           | -            | -                      | 0,0          | -                  | -            | -                      | -            |
| Finnland                 | 0,8         | 0,6          | 0,001                  | 1,4          | 1,1                | 1,1          | 0,003                  | 2,2          |
| Frankreich <sup>3)</sup> | 4,6         | 23,5         | -                      | 28,1         | 4,6                | 23,7         | -                      | 28,2         |
| Griechenland             | -           | 1,4          | -                      | 1,4          | -                  | 1,2          | -                      | 1,2          |
| Irland                   | 0,4         | 0,7          | 0,03                   | 1,1          | 0,3                | 0,8          | -                      | 1,1          |
| Italien                  | 1,8         | 15,1         | -                      | 16,9         | 1,3                | 15,0         | -                      | 16,3         |
| Lettland                 | 0,10        | 0,22         | -                      | 0,3          | 0,1                | 0,4          | -                      | 0,5          |
| Litauen                  | 0,1         | 0,4          | -                      | 0,5          | 0,1                | 0,4          | -                      | 0,5          |
| Luxemburg                | 0,01        | 0,5          | -                      | 0,5          | 0,06               | 0,4          | -                      | 0,5          |
| Malta                    | -           | -            | -                      | -            | -                  | -            | -                      | -            |
| Niederlande              | 1,6         | 1,1          | -                      | 2,7          | 1,7                | 1,9          | -                      | 3,6          |
| Österreich               | 0,8         | 4,7          | 0,2                    | 5,7          | 0,8                | 4,1          | 0,2                    | 5,0          |
| Polen                    | 1,8         | 9,2          | 0,4                    | 11,4         | 1,8                | 10,0         | 0,4                    | 12,2         |
| Portugal                 | -           | 3,8          | -                      | 3,8          | -                  | 3,6          | -                      | 3,6          |
| Rumänien                 | 0,8         | 1,5          | -                      | 2,3          | 0,8                | 1,5          | -                      | 2,3          |
| Schweden                 | 2,4         | 2,0          | 0,5                    | 4,9          | 2,4                | 2,5          | 0,7                    | 5,6          |
| Slowakei                 | 0,5         | 1,4          | -                      | 1,9          | 0,5                | 1,4          | -                      | 1,9          |
| Slowenien                | 0,03        | 0,5          | -                      | 0,5          | 0,04               | 0,4          | -                      | 0,4          |
| Spanien                  | 2,7         | 13,8         | -                      | 16,5         | 2,7                | 16,8         | -                      | 19,5         |
| Tschech. Rep.            | 0,7         | 2,0          | -                      | 2,7          | 0,7                | 2,8          | -                      | 3,5          |
| Ungarn                   | 0,7         | 1,4          | -                      | 2,0          | 0,6                | 1,3          | -                      | 1,9          |
| Verein. Königr.          | 3,7         | 9,5          | -                      | 13,2         | 3,9                | 8,4          | -                      | 12,2         |
| Zypern                   | -           | 0,2          | -                      | 0,2          | -                  | 0,2          | -                      | 0,2          |
| <b>EU-27</b>             | <b>33,1</b> | <b>122,9</b> | <b>1,7</b>             | <b>157,7</b> | <b>33,8</b>        | <b>126,7</b> | <b>1,5</b>             | <b>162,0</b> |

1) Schätzung EurObserv'ER

2) Pflanzenölverbrauch in Deutschland, Österreich und Irland; Biogas in Schweden und Finnland.

3) Übersee-Departments nicht berücksichtigt



## Sozio-ökonomische Aspekte der erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2011

### Umsätze mit erneuerbaren Energien im Jahr 2011

|                                 | Photo-<br>voltaik | Windenergie   | Feste<br>Biomasse | Biokraft-<br>stoffe | Biogas       | Geo-<br>thermie <sup>1)</sup> | Solar-<br>thermie | kleine<br>Wasser-<br>kraft <sup>2)</sup> | Gesamt         |
|---------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|--|----------------|
|                                 | [Mio. EUR]        |               |                   |                     |              |                               |                   |  |                |
| <b>Deutschland<sup>3)</sup></b> | 16.000            | 4.350         | 7.100             | 3.670               | 2.280        | 1.820                         | 1.110             | 400                                      | <b>36.740</b>  |
| <b>Italien</b>                  | 14.800            | 3.300         | 1.030             | 1.350               | 1.500        | 630                           | 450               | 600                                      | <b>23.660</b>  |
| <b>Frankreich</b>               | 3.880             | 2.090         | 1.730             | 2.450               | 190          | 430                           | 435               | 300                                      | <b>11.505</b>  |
| <b>Verein. Königr.</b>          | 2.500             | 5.100         | 510               | 1.000               | 575          | 85                            | 64                | 150                                      | <b>9.984</b>   |
| <b>Spanien</b>                  | 1.500             | 3.500         | 1.400             | 1.600               | 90           | <5                            | 600               | 200                                      | <b>8.895</b>   |
| <b>Dänemark</b>                 | 670               | 6.975         | 430               | 130                 | 35           | <5                            | 50                | <5                                       | <b>8.300</b>   |
| <b>Schweden</b>                 | 175               | 1.250         | 4.500             | 470                 | 10           | 900                           | 20                | 280                                      | <b>7.605</b>   |
| <b>Österreich</b>               | 272               | 670           | 2.430             | 410                 | 60           | 201                           | 365               | 500                                      | <b>4.908</b>   |
| <b>Polen</b>                    | 5                 | 700           | 600               | 1.400               | 40           | 45                            | 185               | 80                                       | <b>3.055</b>   |
| <b>Finnland</b>                 | 3                 | 500           | 2.175             | 160                 | 15           | 150                           | <5                | 45                                       | <b>3.053</b>   |
| <b>Niederlande</b>              | 1.100             | 920           | 310               | 300                 | 100          | 180                           | 50                | 0  | <b>2.960</b>   |
| <b>Belgien</b>                  | 1.700             | 220           | 290               | 305                 | 60           | 15                            | 38                | 10                                       | <b>2.638</b>   |
| <b>Tschech. Rep.</b>            | 1.000             | 15            | 600               | 285                 | 90           | 45                            | 90                | 60                                       | <b>2.185</b>   |
| <b>Rumänien</b>                 | 3                 | 700           | 1.135             | 190                 | <5           | 26                            | 15                | 80                                       | <b>2.154</b>   |
| <b>Portugal</b>                 | 80                | 725           | 760               | 290                 | 20           | <5                            | 108               | 90                                       | <b>2.078</b>   |
| <b>Griechenland</b>             | 1.100             | 400           | 270               | 100                 | 25           | <5                            | 77                | 50                                       | <b>2.027</b>   |
| <b>restl. EU</b>                | 1.136             | 940           | 2.228             | 575                 | 80           | 165                           | 106               | 295                                      | <b>5.527</b>   |
| <b>EU-27</b>                    | <b>45.924</b>     | <b>32.355</b> | <b>27.498</b>     | <b>14.685</b>       | <b>5.175</b> | <b>4.712</b>                  | <b>3.768</b>      | <b>3.145</b>                             | <b>137.274</b> |

Die Daten berücksichtigen Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung.

1) inklusive Erdwärmepumpen (geothermische Wärmepumpen)

2) < 10 Megawatt installierte Leistung

3) Für Deutschland wurden aus Konsistenzgründen die Zahlen aus der verwendeten Quelle übernommen; da die Daten der Seiten 31 bis 32 auf Basis einer anderen Systematik berechnet wurden, ist ein Vergleich nicht möglich.

Quelle: EurObserv'ER [102]

Die Erneuerbare-Energien-Branche der EU konnte im Jahr 2011 einen Umsatzzuwachs von mehr als 5 Milliarden Euro realisieren. Insgesamt konnte die Branche nach Schätzungen von EurObserv'ER im Jahr 2011 ein Umsatzvolumen von mehr als 137 Milliarden Euro mit erneuerbaren Energien erwirtschaften. Wie im Vorjahr war der Photovoltaiksektor mit knapp 46 Milliarden Euro die umsatzstärkste Branche. Die Windbranche belegt mit einem Umsatzvolumen von mehr als 32 Milliarden Euro den zweiten Platz, gefolgt vom Biomassesektor mit rund 28 Milliarden Euro. Im Hinblick auf das Marktwachstum im Jahr 2011 war die Biogasbranche mit einem Zuwachs von etwa 1,5 Milliarden Euro nach dem Photovoltaiksektor (Zuwachs: rund 1,7 Milliarden Euro) der zweitgrößte Markt [102].

Auf Länderebene ist Deutschland das umsatzstärkste Land. Der Gesamtumsatz lag mit rund 37 Milliarden Euro auf dem Niveau des Vorjahres. Ein rasanten Wachstum ist in Italien zu beobachten. Lag das Umsatzvolumen aus Erneuerbaren im Vorjahr noch bei rund 16 Milliarden Euro, so konnte im Jahr 2011 bereits ein Umsatz von beinahe 24 Milliarden Euro erwirtschaftet werden, das entspricht einem Wachstum von rund 50 Prozent. Im Wesentlichen ist dies auf die attraktiven Förderbedingungen der Photovoltaik im Rahmen des Conto Energia III, welches als Pendant zum deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetz gesehen werden kann, zurückzuführen. So konnte Italien den Umsatz im Photovoltaiksektor von 8 Milliarden Euro im Jahr 2010 auf beinahe 15 Milliarden Euro im Jahr 2011 steigern [102], [114].

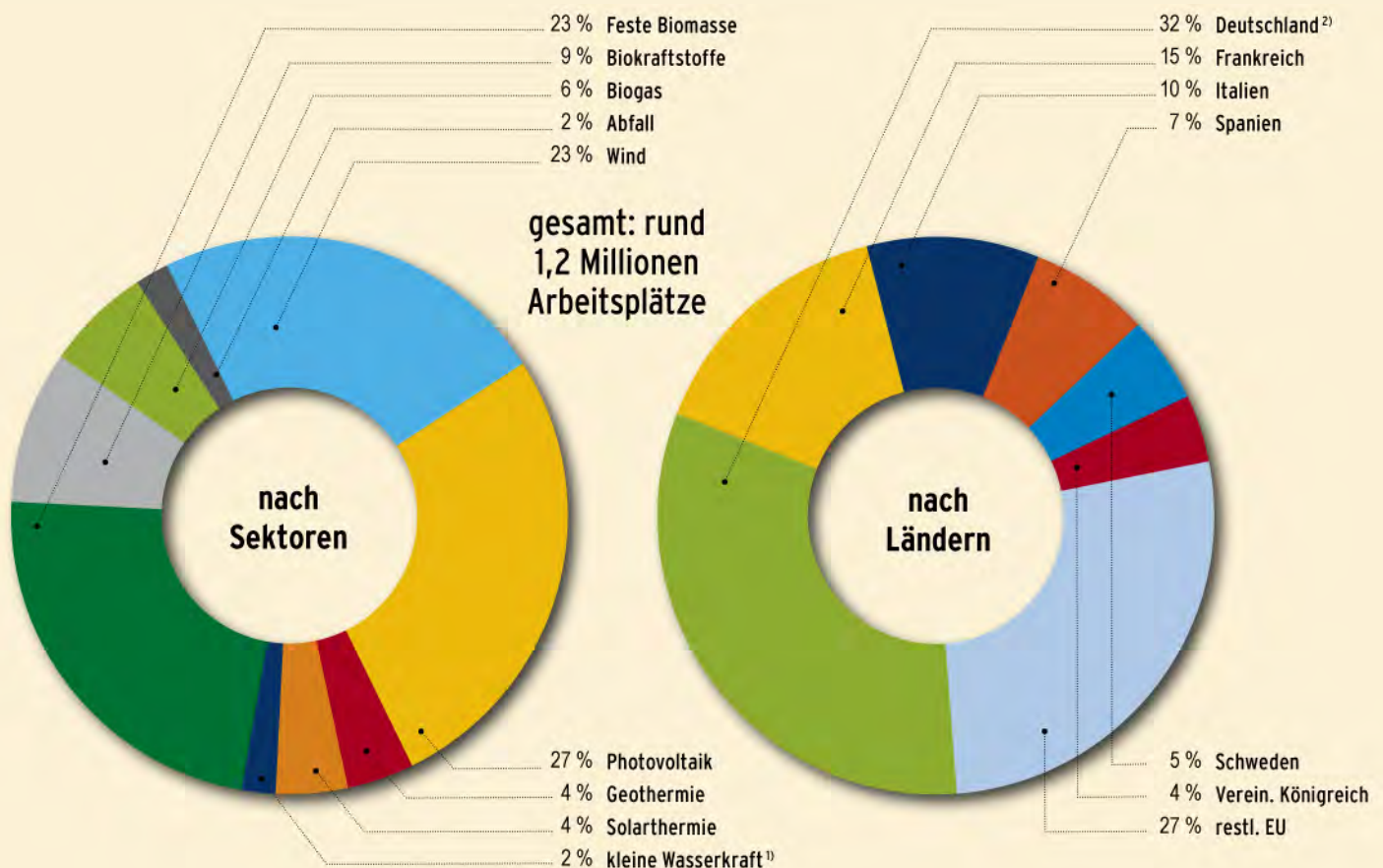
EU-weit wurde das Arbeitsplatzangebot in der Erneuerbare-Energien-Branche mit rund 37.000 zusätzlichen Vollzeitstellen auch im Jahr 2011 weiter ausgebaut. Insgesamt standen Ende des Jahres nach Schätzungen von EurObserv'ER 1.186.460 Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente) zur Verfügung, wobei hier neben den direkten Beschäftigungseffekten auch indirekte Beschäftigungseffekte in vor- und nachgelagerten Wirtschaftssektoren berücksichtigt wurden. Beinahe Dreiviertel der Arbeitsplätze entfallen auf die Sektoren Photovoltaik, feste Biomasse und Windenergie. Führend ist jedoch der Photovoltaiksektor, dort wurden 2011 trotz zum Teil ungünstiger Marktbedingungen rund 12.700 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, sodass Ende 2011 insgesamt 311.930 Vollzeitstellen existierten. Im Hinblick auf den Beschäfti-

gungszuwachs 2011 war der Biogassektor mit 18.450 neuen Arbeitsplätzen der wichtigste Sektor [102].

Betrachtet man das Arbeitsplatzangebot der Erneuerbare-Energien-Branche auf Länderebene, so ist Deutschland mit 378.800 „grünen“ Arbeitsplätzen, das heißt rund 32 Prozent des gesamten Angebots, Spitzenreiter, gefolgt von Frankreich und Italien mit Anteilen von 15,0 Prozent beziehungsweise 10,3 Prozent [102].

Nach einer Schätzung von REN21 [113] waren im Jahr 2012 weltweit mehr als 5,7 Millionen Menschen entweder direkt oder indirekt in der Erneuerbare-Energien-Branche beschäftigt (siehe auch Seite 85).

### Arbeitsplätze in der Erneuerbare-Energien-Branche in der EU-27 im Jahr 2011



1) < 10 Megawatt installierte Leistung; für Deutschland, Schweden und Finnland lagen nur Daten für Wasserkraft insgesamt vor, das heißt inklusive Anlagen > 10 Megawatt

2) Die Angaben für Deutschland sind mit den auf den Seiten 32 bis 33 dargestellten Zahlen nur bedingt vergleichbar, da von EurObserv'ER die Arbeitsplätze ohne Berücksichtigung der großen Wasserkraft ermittelt wurden. Des Weiteren wurden auch Arbeitsplätze in der öffentlich geförderten Forschung und Verwaltung nicht berücksichtigt.

Quelle: EurObserv'ER [102]

## TEIL III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien

**Den Energiebedarf der wachsenden Weltbevölkerung nachhaltig abzudecken, ist eine der großen Herausforderungen der Zukunft. Erneuerbare Energien leisten bereits heute einen wichtigen Beitrag - rund 17 Prozent des globalen Energieverbrauchs sind erneuerbaren Ursprungs.**

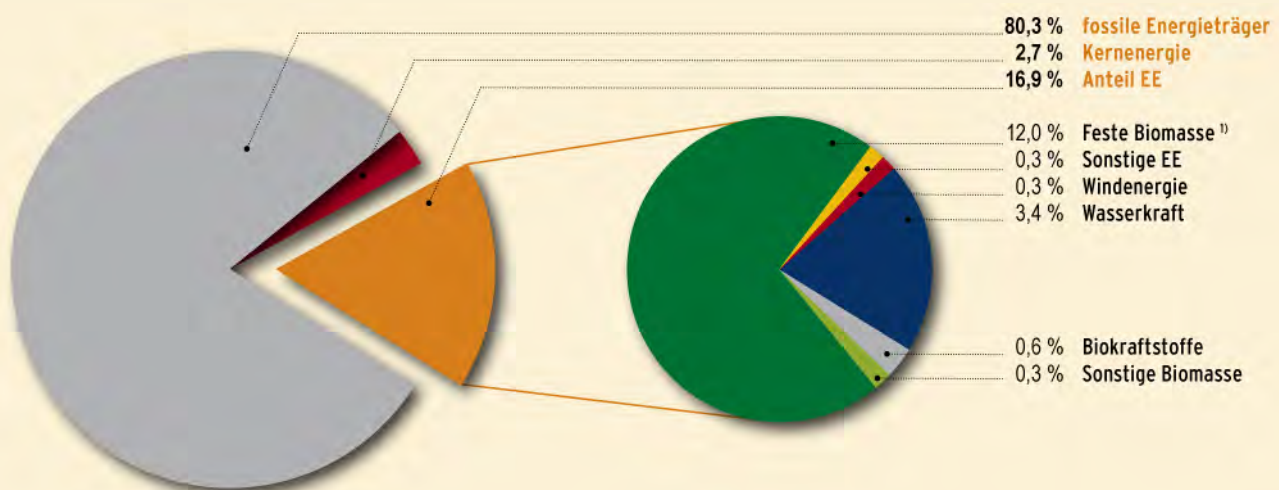
Die zukünftige Energieversorgung wird auch im globalen Maßstab nur dann die Kriterien der Nachhaltigkeit erfüllen, wenn die erneuerbaren Energien kräftig und kontinuierlich weiter ausgebaut werden. Dabei sind alle Anforderungen der Nachhaltigkeit – ökologisch, ökonomisch und sozial – einzuhalten.

Im Jahr 2010 wurde bereits ein Sechstel des globalen Endenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt. Den wesentlichen Beitrag mit insgesamt 12,9 Prozent leisten die biogenen Energieträger, wobei hiervon allein 12 Prozent der Nutzung von fester Biomasse zuzuordnen sind. Der hohe Anteil der festen Biomasse ist vor allem auf die traditionelle Biomassenutzung zurückzuführen. Moderne Formen der Biomassenutzung wie Biogas und biogene flüssi-

ge Brennstoffe zur Strom- und Wärmeerzeugung erreichten einen Anteil von 0,3 Prozent, während Biokraftstoffe 0,6 Prozent beitrugen. Der Wasserkraft können rund 3,4 Prozent zugerechnet werden, ein verbleibender Anteil von 0,3 Prozent verteilt sich auf die weiteren Erneuerbare-Energien-Technologien.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch ist heute vor allem in der EU der bevorzugte Indikator für ihre Entwicklung, da die Richtlinie 2009/28/EG ihren Zielwert für das Jahr 2020 daran definiert. In vielen Statistiken wie zum Beispiel denen der IEA wird jedoch nach wie vor der traditionelle Indikator – der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch – ausgewiesen.

### Struktur des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2010



Der globale erneuerbare Endenergieanteil ist größer als der globale erneuerbare Primärenergieanteil. Dies ist zum Teil auf die traditionelle Biomassenutzung zurückzuführen, die gänzlich Endenergieverbrauch darstellt. Des Weiteren ist die Höhe des Primärenergieanteils auch davon abhängig, welche Methode der Berechnung des Primärenergieäquivalents der erneuerbaren Energien zugrunde liegt.

Statistiken zum Endenergieverbrauch weisen in der Regel lediglich die Anteile der Konsumenten aus. Die obenstehende Grafik weist die Aufteilung nach den verschiedenen Energieträgern aus und wurde anhand verschiedener IEA-Statistiken berechnet. Die dargestellten Anteile dienen dabei lediglich einer größenmäßigen Einordnung.

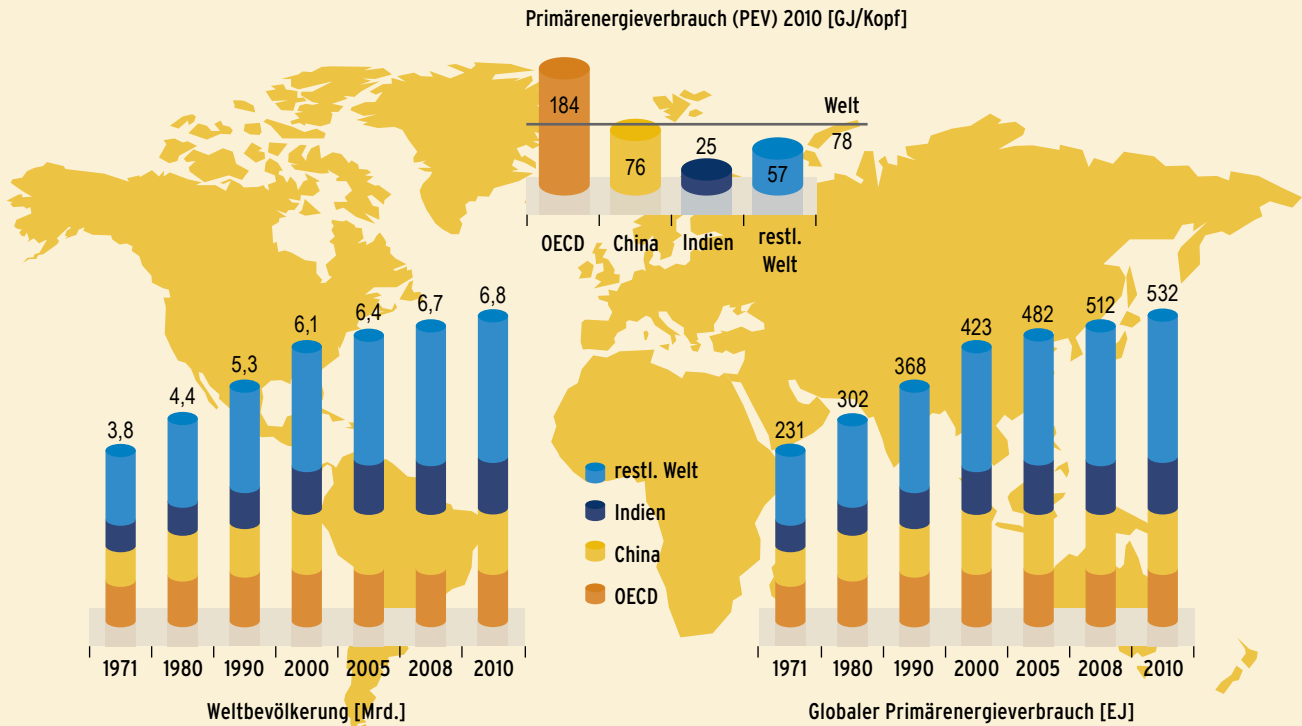
Sonstige EE = Geothermie, Solar- und Meeresenergie

1) inklusive biogenem Anteil des Abfalls

Quelle: ZSW [1] nach IEA [104]

## Globale Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien

### Entwicklung von Weltbevölkerung und globalem Primärenergieverbrauch



PEV berechnet nach Wirkungsgradmethode

Quelle: ZSW [1] nach IEA [97]

Der globale Primärenergiebedarf ist seit dem Jahr 2000 im Mittel um jährlich 2,3 Prozent gewachsen. Insgesamt wurden im Jahr 2010 global rund 530.000 Petajoule an Primärenergie verbraucht mit einem erneuerbaren Anteil von 13,0 Prozent. Betrachtet man den Pro-Kopf-Verbrauch an Energie, so wird deutlich, dass dieser in den Industrieländern (OECD) mit 184 Gigajoule/Kopf um das 2,4-Fache höher als der globale Durchschnitt (78 Gigajoule pro Kopf) ist. In China und Indien, den bevölkerungsreichsten Ländern, liegt der Energiebedarf pro Kopf sogar lediglich bei 76 beziehungsweise 25 Gigajoule. Doch der Energiebedarf der Entwicklungs- und Schwellenländer wächst, da diese neben einem steigenden Pro-Kopf-Verbrauch auch ein stärkeres Wachstum der Bevölkerung aufweisen als die Industrieländer.

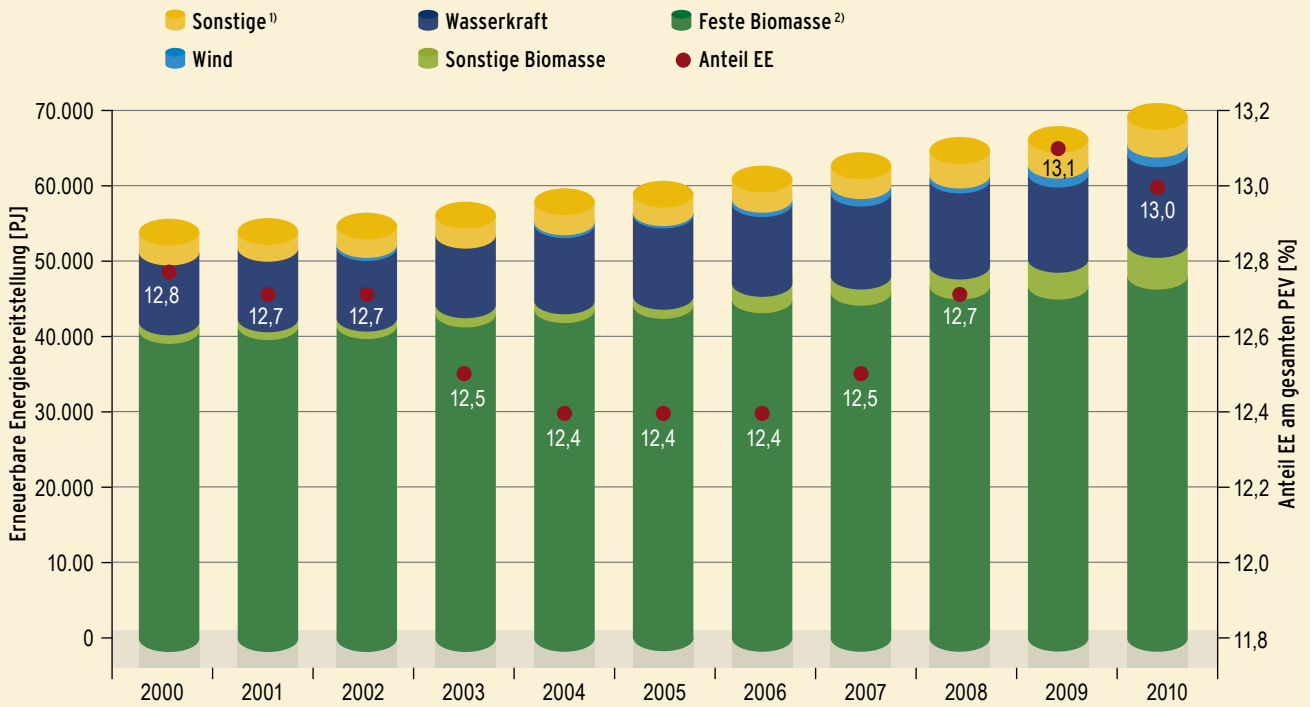
Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass zur Bewältigung der Herausforderungen für die globale Energieversorgung und insbesondere den Klimaschutz neben der effizienteren Nutzung von Energie vor allem die Entwicklungsdynamik der erneuerba-

ren Energien weiter erhöht werden muss. Dies gilt vor allem für die Wind-, Solar- und Meeresenergie, aber auch für die Technologien der Geothermie sowie moderne Verfahren der Biomassenutzung. Die bislang dominierenden klassischen Nutzungsformen – Wärmebereitstellung aus Brennholz und Holzkohle (traditionelle Biomassenutzung) sowie Stromerzeugung aus Wasserkraft – stoßen zunehmend an ihre Grenzen und stellen zuweilen keine nachhaltige Nutzung der erneuerbaren Energien dar.

Der globale Primärenergieverbrauch hat sich seit 1971 mehr als verdoppelt, von rund 230.000 Petajoule auf insgesamt rund 530.000 Petajoule im Jahr 2010. Während der Primärenergieverbrauch an Öl im Zeitverlauf um 12 Prozent sank, hat sich der Verbrauch an Erdgas sowie die Kernenergienutzung um je 5 Prozent erhöht. Der Anteil der Erneuerbaren am globalen Primärenergieverbrauch schwankt im Betrachtungszeitraum zwischen 12,4 und 13,1 Prozent. Mit 13 Prozent im Jahr 2010 lag der Anteil auf demselben Niveau wie im Jahr 1971.



### Entwicklung der globalen erneuerbaren Primärenergiebereitstellung und des Anteils erneuerbarer Energien

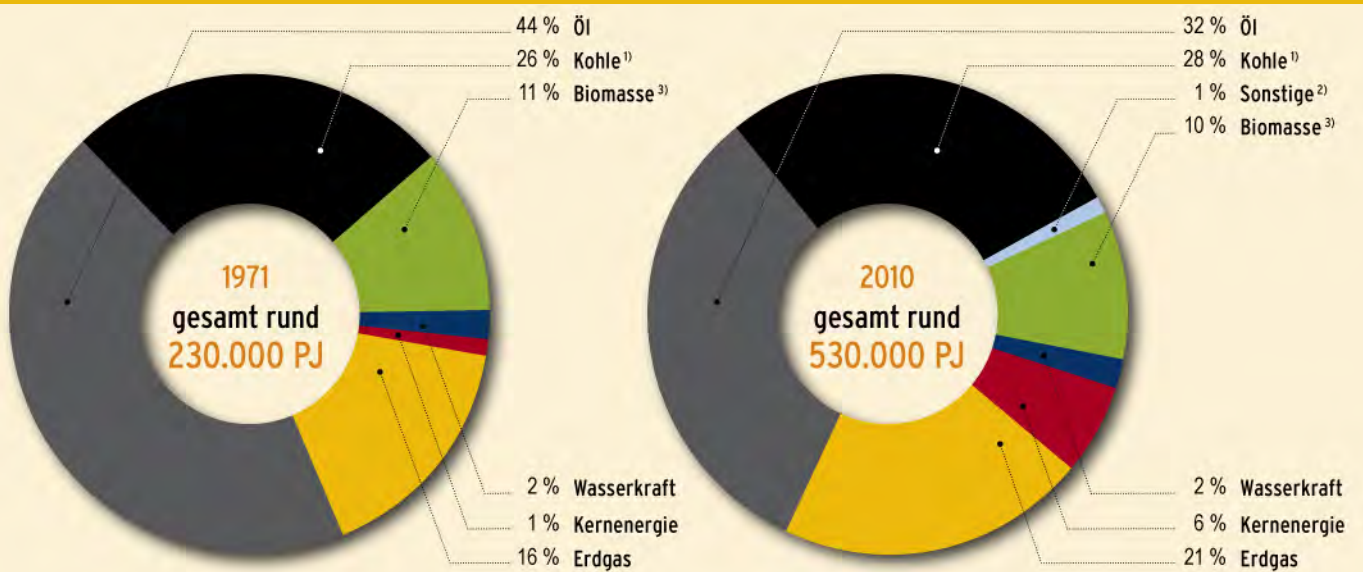


- 1) Geothermie, Sonnen- und Meeresenergie
- 2) inklusive biogener Anteil des Abfalls

PEV berechnet nach Wirkungsgradmethode

Quelle: ZSW [1] nach IEA [104]

### Struktur des globalen Primärenergieverbrauchs, 1971 und 2010

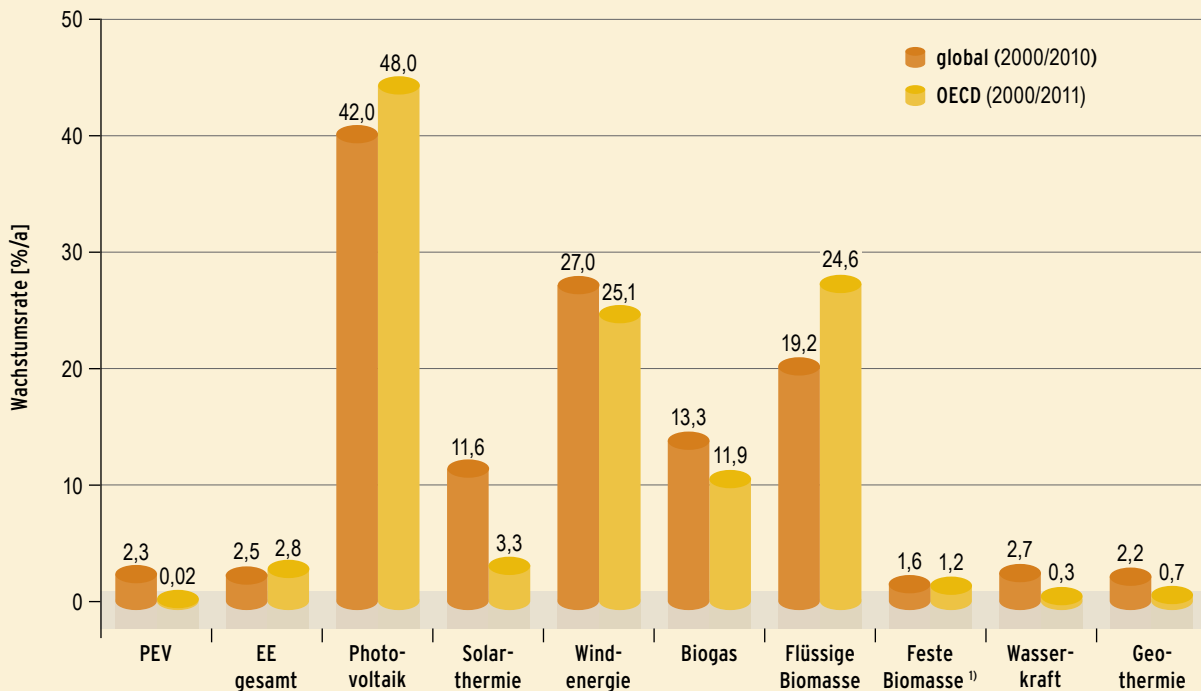


- 1) inklusive Torf, nicht-erneuerbarem Abfall und Industrieabfällen

- 2) Geothermie, Wind-, Sonnen- und Meeresenergie
- 3) inklusive erneuerbarem Anteil des Abfalls

Quelle: ZSW [1] nach IEA [104]

## Mittlere Wachstumsraten der erneuerbaren Energien



Die OECD-Mitgliedstaaten sind im Anhang Absatz 4 angegeben.

1) inklusive biogenem Anteil des kommunalen Abfalls

Quellen: ZSW [1] nach IEA [104], [112]

Die globale Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien konnte im Zeitraum 2000 bis 2010 ein durchschnittliches Wachstum von 2,5 Prozent pro Jahr aufweisen und lag damit 0,2 Prozent höher als das Wachstum des gesamten globalen Primärenergieverbrauchs mit 2,3 Prozent. Ein besonders rasantes Wachstum ist mit 42 Prozent pro Jahr bei der Photovoltaik zu beobachten, und auch Windenergie und flüssige Biomasse konnten mit 27 Prozent beziehungsweise 19,2 Prozent pro Jahr beträchtliche Zuwächse verzeichnen. Zu beachten ist jedoch, dass diese Wachstumsraten von einem sehr niedrigen absoluten Niveau ausgehen. Die feste Biomasse, deren Anteil an der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien rund 70 Prozent ausmacht, sowie die Wasserkraft mit einem Anteil von knapp 18 Prozent konnten im gleichen Zeitraum nur Wachstumsraten von 1,6 Prozent beziehungsweise 2,7 Prozent pro Jahr realisieren.

Mehr als 40 Prozent des gesamten globalen Primärenergieverbrauchs entfallen auf die OECD, die derzeit aus 34 Mitgliedstaaten besteht und rund 18 Prozent der Weltbevölkerung repräsentiert. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2011 lag der Zuwachs bei der Nachfrage an Primärenergie lediglich bei 0,02 Prozent pro Jahr. Demgegenüber erhöhte sich die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Mittel um 2,8 Prozent jährlich. Insbesondere die Photovoltaik, die Windenergie und flüssige Bioenergieträger konnten im Mittel beträchtliche Zuwächse von 48 Prozent, 25,1 Prozent und 24,6 Prozent pro Jahr aufweisen. Insgesamt trugen die Erneuerbaren im Jahr 2011 8,2 Prozent zur Primärenergieversorgung der OECD-Staaten bei.

## Regionale Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2010

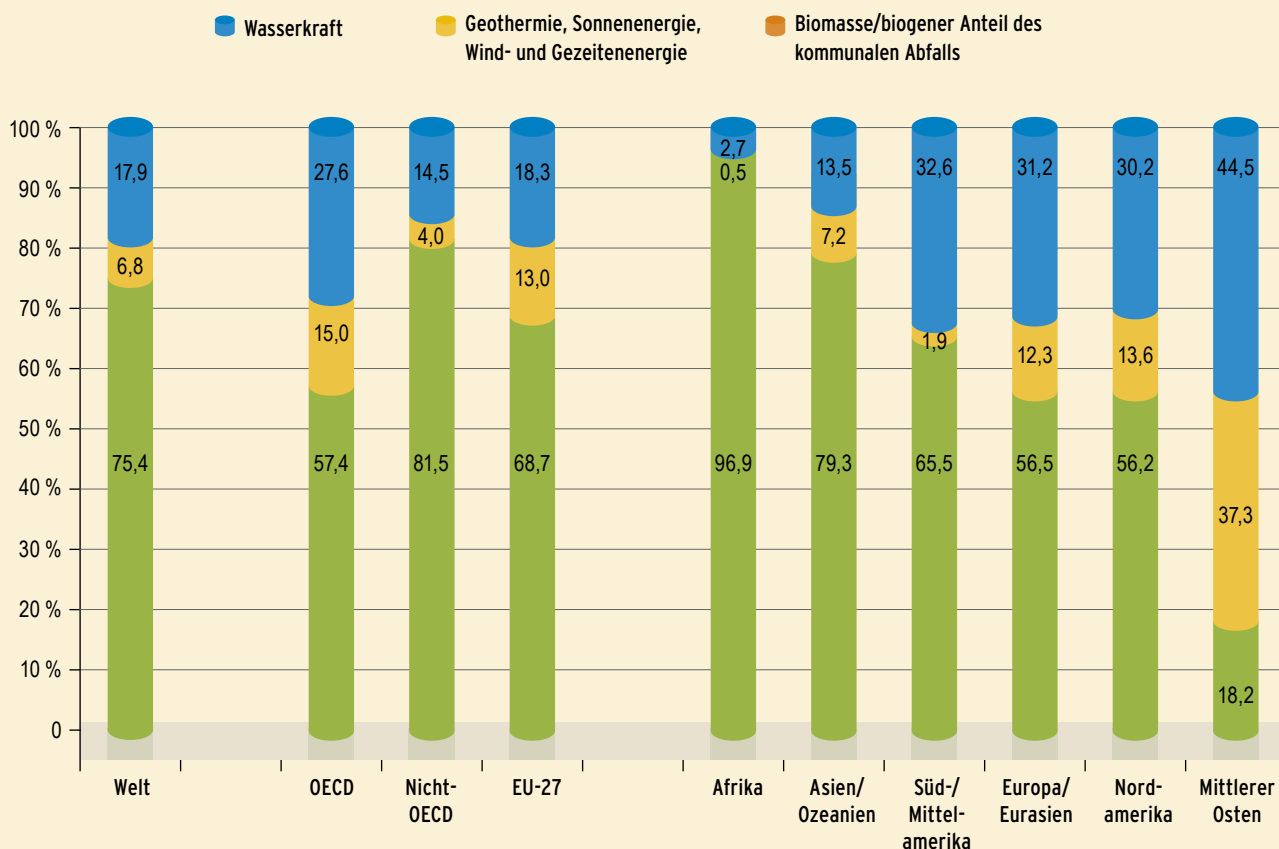
|                    | PEV     | davon EE | Anteil EE am PEV | Anteil der wichtigsten EE am Gesamtanteil EE [%] |                        |                        |
|--------------------|---------|----------|------------------|--|------------------------|------------------------|
|                    | [PJ]    | [PJ]     | [%]              | Wasser   | Sonstige <sup>1)</sup> | Biomasse <sup>2)</sup> |
| Nordamerika        | 110.797 | 7.763    | 7,0              | 30,2   | 13,6                   | 56,2                   |
| Süd-/Mittelamerika | 25.690  | 7.659    | 29,8             | 32,6   | 1,9                    | 65,5                   |
| Asien/Ozeanien     | 202.849 | 29.543   | 14,6             | 13,5   | 7,2                    | 79,3                   |
| Europa             | 123.408 | 9.988    | 8,1              | 31,2   | 12,3                   | 56,5                   |
| Mittlerer Osten    | 26.326  | 144      | 0,5              | 44,5   | 37,3                   | 18,2                   |
| Afrika             | 28.548  | 14.181   | 49,7             | 2,7  | 0,5                    | 96,9                   |
| OECD               | 226.338 | 17.622   | 7,8              | 27,6   | 15,0                   | 57,4                   |
| Nicht-OECD         | 291.279 | 51.656   | 17,7             | 14,5   | 4,0                    | 81,5                   |
| EU-27              | 71.775  | 7.220    | 10,1             | 18,3   | 13,0                   | 68,7                   |
| Welt <sup>3)</sup> | 532.455 | 69.278   | 13,0             | 17,9   | 6,8                    | 75,4                   |

- 1) Geothermie, Sonnenenergie, Wind- und Gezeitenenergie
- 2) inklusive biogenem Anteil des kommunalen Abfalls
- 3) inklusive Treibstoffbevorratung für Schifffahrt und Flugverkehr (rund 14.800 Petajoule)

PEV berechnet nach der Wirkungsgradmethode  
Die OECD-Mitgliedstaaten sind im Anhang Absatz 4 angegeben.

Quelle: ZSW [1] nach IEA [97], [125]

## Nutzung erneuerbarer Energie nach Regionen - Anteile der Erneuerbare-Energien-Technologien im Jahr 2010



Die OECD-Mitgliedstaaten sind im Anhang Absatz 4 angegeben.

Quelle: ZSW [1] nach IEA [97], [125]



| 2010                              | Personen, die traditionelle Biomasse nutzen |              |              |                           | Personen, ohne Zugang zu Elektrizität |              |              |                           |
|-----------------------------------|---|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|
|                                   | Ländl. Gebiete                              | Stadtgebiete | Gesamt       | Anteil an der Bevölkerung | Ländl. Gebiete                        | Stadtgebiete | Gesamt       | Anteil an der Bevölkerung |
|                                   | [Mio.]                                      |              |              | [%]                       | [Mio.]                                |              |              | [%]                       |
| <b>Afrika, davon</b>              | 518   | 180          | <b>698</b>   | <b>68</b>                 | 475                                   | 114          | <b>590</b>   | <b>57</b>                 |
| <b>Afrika südl. d. Sahara</b>     | 516   | 179          | <b>696</b>   | <b>81</b>                 | 474                                   | 114          | <b>589</b>   | <b>68</b>                 |
| <b>Asien<sup>1)</sup>, davon</b>  | 1.580                                       | 234          | <b>1.814</b> | <b>51</b>                 | 566                                   | 62           | <b>628</b>   | <b>18</b>                 |
| <b>China</b>                      | 345   | 42           | <b>387</b>   | <b>29</b>                 | 4                                     | 0            | <b>4</b>     | <b>0</b>                  |
| <b>Indien</b>                     | 698   | 75           | <b>772</b>   | <b>66</b>                 | 271                                   | 21           | <b>293</b>   | <b>25</b>                 |
| <b>Asien sonstige</b>             | 538   | 117          | <b>655</b>   | <b>61</b>                 | 291                                   | 40           | <b>331</b>   | <b>31</b>                 |
| <b>Lateinamerika<sup>2)</sup></b> | 47  | 18           | <b>65</b>    | <b>14</b>                 | 23                                    | 6            | <b>29</b>    | <b>6</b>                  |
| <b>Mittlerer Osten</b>            | 9   | 1            | <b>10</b>    | <b>5</b>                  | 16                                    | 2            | <b>18</b>    | <b>9</b>                  |
| <b>Entwicklungsländer</b>         | <b>2.155</b>                                | <b>433</b>   | <b>2.588</b> | <b>49</b>                 | <b>1.081</b>                          | <b>184</b>   | <b>1.265</b> | <b>24</b>                 |
| <b>Welt<sup>3)</sup></b>          | <b>2.155</b>                                | <b>433</b>   | <b>2.588</b> | <b>38</b>                 | <b>1.083</b>                          | <b>184</b>   | <b>1.267</b> | <b>19</b>                 |

1) exklusive OECD-Mitgliedstaaten

2) ohne Mexiko und Chile

3) inklusive OECD-Mitgliedstaaten und Osteuropa/Eurasien

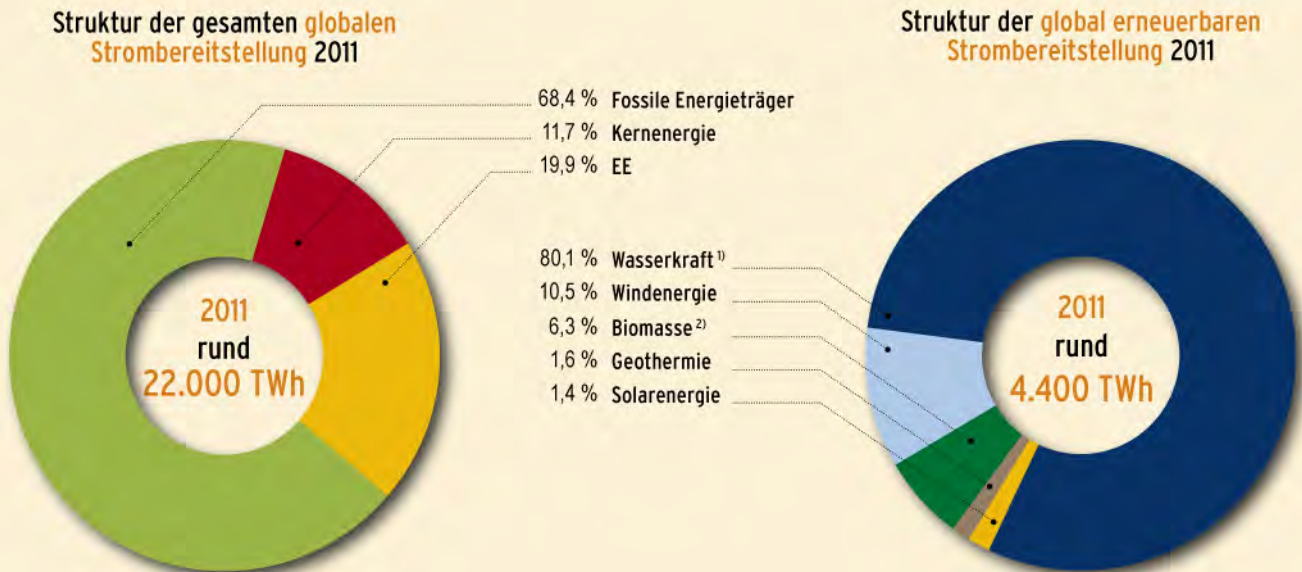
Quelle: IEA [105]

Moderne Erneuerbare-Energien-Technologien sind eine Chance für die Entwicklungsländer, denn Zugang zu Energie ist ein Schlüsselfaktor, um die Armut zu bekämpfen. Ein Großteil der Bevölkerung dieser Länder bewohnt den ländlichen Raum. Durch fehlende Übertragungsnetze ist hier eine konventionelle Stromversorgung nicht möglich. Im Jahr 2010 waren somit beinahe 1,3 Milliarden Menschen ohne Stromversorgung. Aufgrund des dezentralen Charakters können hier die erneuerbaren Energien die Basisversorgung liefern, zum Beispiel als netzferne Photovoltaikanlagen für den häuslichen Bedarf oder als Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Dorfstromversorgung. Erneuerbare Energien ermöglichen so mehr Menschen einen Zugang zu modernen Energieformen – insbesondere Elektrizität –, tragen zu verbesserten Lebensbedingungen bei und eröffnen wirtschaftliche Entwicklungschancen.

Besonders hoch ist der Anteil der allgemein als erneuerbar bezeichneten 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. In den Entwicklungsländern – insbesondere in ländlichen Gebieten – sind rund 2,6 Milliarden Menschen ausschließlich auf traditionelle Biomasse zum Kochen und Heizen angewiesen, das entspricht rund 38 Prozent der Weltbevölkerung. Auch zukünftig wird die Biomasse eine wichtige Rolle bei der Energieversorgung der Entwicklungsländer spielen. Durch eine Förderung der Verbreitung von einfachen Herden kann der Biomassebedarf im Vergleich zu den traditionellen „Drei-Steine-Öfen“ bis zu 60 Prozent reduziert werden und die effizientere Verbrennung führt zu geringeren Rauchemissionen [72].



## Globale Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien



Die globale Strombereitstellung aus Wasserkraft ist mit einem Anteil von 16,0 Prozent deutlich höher als die der Kernenergie (11,7 Prozent). Betrachtet man die Anteile am Primärenergieverbrauch, so wird dieses Verhältnis umgekehrt, Kernenergie stellt mit 5,6 Prozent einen deutlich größeren Anteil am PEV als die Wasserkraft mit 2,3 Prozent. Ursächlich für diese Verzerrung ist, dass entsprechend internationaler Vereinbarungen Elektrizität aus Kernenergie primärenergetisch mit einer durchschnittlichen Umwandlungseffizienz von 33 Prozent bewertet wird, während bei der Strombereitstellung aus Wasserkraft nach der sogenannten Wirkungsgradmethode ein Wirkungsgrad von 100 Prozent angesetzt wird.

- 1) exklusive Stromerzeugung in Pumpspeicherkraftwerken
- 2) inklusive biogenem Anteil des kommunalen Abfalls

Quelle: Observ'ER [99]

Erneuerbare Energien leisten einen bedeutenden Beitrag zur weltweiten Stromversorgung. Im Jahr 2011 wurden rund 4.400 Terawattstunden erneuerbaren Stroms erzeugt, das entspricht knapp 20 Prozent der globalen Stromerzeugung. Allein im Jahr 2011 konnten die Erneuerbaren ein Wachstum von 5,4 Prozent aufweisen, das entspricht in absoluten Zahlen einer zusätzlichen erneuerbaren Stromerzeugung von 225 Terawattstunden (zur größtenmäßigen Einordnung: der gesamte Stromverbrauch in Deutschland im Jahr 2012 lag bei rund 600 Terawattstunden).

Neben den fossilen Energieträgern ist die Wasserkraft eine bedeutende Energieressource, die allein

16 Prozent des gesamten globalen Strombedarfs bereitstellt und auch unter den erneuerbaren Energiequellen mit einem Anteil von 80,1 Prozent deutlich dominiert. Im Jahr 2009 hat die Windenergie den zweiten Platz in der Rangfolge der erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien übernommen und damit die Biomasse auf den dritten Platz verwiesen. Ihr Beitrag an der erneuerbaren Stromerzeugung lag bei 10,5 Prozent, während die Stromerzeugung aus flüssiger, gasförmiger und fester Biomasse einen Anteil von 6,3 Prozent realisieren konnte. Der Beitrag der geothermischen Stromerzeugung sowie die Stromerzeugung mittels solarer Strahlungsenergie waren mit 1,6 beziehungsweise 1,4 Prozent noch vergleichsweise gering.

Die mittleren Wachstumsraten sind ein wichtiger Indikator für die Dynamik des Marktes, allerdings sollte zur Interpretation auch das Ausgangsniveau berücksichtigt werden. Während die Wasserkraft im letzten Jahrzehnt lediglich eine durchschnittliche Wachstumsrate von 3,5 Prozent aufwies, konnte der Ertrag von 2.558 Terawattstunden im Jahr 2001 auf 3.504 Terawattstunden im Jahr 2011 erhöht werden, dies entspricht einem absoluten Zuwachs von 946 Terawattstunden. Der massive Ausbau der Wasserkraft in China – insbesondere im Zusammenhang mit dem Drei-Schluchten-Staudamm – hat hierzu wesentlich beigetragen. Die Stromerzeugung aus

Windenergie ist im Betrachtungszeitraum im Mittel um etwa 28 Prozent jährlich gewachsen auf rund 460 Terawattstunden im Jahr 2011 (2001: 37,9 Terawattstunden). Die Biomassenutzung zur Stromerzeugung sowie die geothermische Stromerzeugung weisen nur moderate mittlere Wachstumsraten von 7,5 beziehungsweise 3,1 Prozent auf, während die Stromerzeugung mittels solarer Strahlungsenergie ein besonderes rasantes Wachstum von 46 Prozent/Jahr realisieren konnte. So wurden 2011 61,6 Terawattstunden Strom mittels Photovoltaikanlagen und solarthermischen Kraftwerken erzeugt, ausgehend von 1,4 Terawattstunden im Jahr 2001 [99].

### Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in verschiedenen Regionen im Jahr 2011

|                           | Wasserkraft    | Biomasse     | Abfall <sup>1)</sup> | Windenergie  | Geothermie  | Photovoltaik | sonstige EE <sup>2)</sup> | EE-Strom gesamt | Anteil EE-Strom |
|---------------------------|----------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
|                           | [TWh]          |              |                      |              |             |              |                           |                 | [%]             |
| <b>Nordamerika</b>        | 739,9          | 58,2         | 9,5                  | 141,6        | 24,7        | 5,3          | 0,91                      | 980,2           | 18,7            |
| <b>Süd-/Mittelamerika</b> | 728,0          | 39,1         | -                    | 3,2          | 3,4         | 0,1          | -                         | 773,8           | 68,9            |
| <b>Asien/Ozeanien</b>     | 1.105,1        | 30,1         | 4,7                  | 127,7        | 28,5        | 8,0          | 0,01                      | 1.304,1         | 15,0            |
| <b>Europa</b>             | 804,0          | 113,8        | 19,096               | 185,0        | 11,8        | 45,0         | 2,35                      | 1.181,1         | 22,3            |
| <b>Mittlerer Osten</b>    | 17,0           | 0,1          | 0,01                 | 0,02         |             | 0,2          | -                         | 17,3            | 2,9             |
| <b>Afrika</b>             | 106,4          | 1,4          | -                    | 2,3          | 1,5         | 0,1          | 0,10                      | 111,8           | 16,2            |
| <b>Australien</b>         | 14,8           | 3,5          | -                    | 5,8          | -           | 0,8          | 0,01                      | 25,0            | 10,5            |
| <b>Brasilien</b>          | 421,9          | 26,8         | -                    | 2,1          | -           | 0,04         | -                         | 450,8           | 88,2            |
| <b>China</b>              | 692,8          | 2,4          | -                    | 88,6         | 0,2         | 1,9          | -                         | 785,9           | 16,7            |
| <b>Indien</b>             | 134,3          | 2,1          | -                    | 24,9         | -           | 0,4          | -                         | 161,7           | 15,8            |
| <b>Japan</b>              | 83,3           | 15,50        | 3,0                  | 4,300        | 2,6         | 3,8          |                           | 112,5           | 10,6            |
| <b>Kanada</b>             | 376,4          | 6,2          | 0,1                  | 19,7         |             | 0,4          | 0,03                      | 402,8           | 63,3            |
| <b>Russland</b>           | 164,4          | 0,04         | -                    | 0,02         | 0,5         | -            | -                         | 164,9           | 15,7            |
| <b>USA</b>                | 327,7          | 51,0         | 9,5                  | 120,5        | 18,2        | 4,9          | 0,88                      | 532,7           | 12,3            |
| <b>EU-27</b>              | 313,7          | 112,8        | 18,1                 | 178,7        | 5,9         | 44,8         | 2,35                      | 676,3           | 20,6            |
| <b>Welt</b>               | <b>3.504,2</b> | <b>242,7</b> | <b>33,4</b>          | <b>459,9</b> | <b>69,9</b> | <b>58,7</b>  | <b>3,36</b>               | <b>4.372,2</b>  | <b>19,9</b>     |

1) nur biogener Anteil des kommunalen Abfalls

2) solarthermische Kraftwerke und Meeresenergie

Quelle: ZSW nach Observ'ER [99]

## Sozio-ökonomische Aspekte der globalen Nutzung erneuerbarer Energien

### Investitionen der Top-Länder im Erneuerbare-Energien-Sektor

| Land               | 2011 EE-Investment <sup>1)</sup> | 2012 EE-Investment <sup>1)</sup> |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                    | [Mrd. USD]                       |                                  |
| China              | 54,1                             | 65,1                             |
| USA                | 56,8                             | 35,6                             |
| Deutschland        | 31,3                             | 22,8                             |
| Restl. EU-27       | 17,7                             | 16,3                             |
| Japan              | 9,3                              | 16,3                             |
| Italien            | 30,1                             | 14,7                             |
| Verein. Königreich | 10,0                             | 8,3                              |
| Indien             | 12,5                             | 6,9                              |
| Südafrika          | 0,03                             | 5,5                              |
| Brasilien          | 7,8                              | 5,3                              |

1) exklusive Anmerkung: öffentliche und private Investitionen in Forschung und Entwicklung

Quelle: PEW [121]



Im Jahr 2012 wurden global Investitionen von 269 Milliarden US-Dollar<sup>1)</sup> im Erneuerbare-Energien-Sektor getätigt, mehr als 80 Prozent dieses Investitionsvolumens entfielen auf die zwanzig wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G-20). Im Vergleich zum Vorjahr war das globale Investitionsvolumen jedoch um 11 Prozent rückläufig, was gemäß PEW Charitable Trusts im Wesentlichen auf Änderungen der Förderbedingungen in maßgeblichen Ländern wie zum Beispiel Deutschland, Italien und Spanien zurückzuführen ist. Dennoch konnte der globale Zubau an Erneuerbare-Energien-Technologien im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 11 Prozent zulegen, insgesamt wurden 88 Gigawatt (Wasserkraft nur im Leistungsbereich > 1 und < 50 Megawatt berücksichtigt) zugebaut. Dieses Wachstum ist gemäß [121] auf den dramatischen und andauernden Preisverfall der führenden EE-Technologien zurückzuführen.

„Who’s winning the Clean Energy Race?“ – diese Frage stellte der PEW Charitable Trusts-Report nun das vierte Jahr in Folge. Im Jahr 2012 hat China den USA die Führungsposition im Hinblick auf das Investitionsvolumen im Erneuerbare-Energien-Sektor abgerungen und wird diese voraussichtlich auch in den kommenden Jahren einnehmen. Des Weiteren war China auch führend im Hinblick auf die kumulierte Leistung über alle Erneuerbare-Energien-Technologien.

Besonders intensiv werden die erneuerbaren Energien in Deutschland gefördert, wo 22,8 Milliarden US-Dollar in Erneuerbare-Energien-Technologien investiert wurden. Deutschland ist somit weltweit die Nummer drei hinter den Spitzenreitern China und USA. In der EU wurden insgesamt Investitionen in Höhe von 69,3 Milliarden US-Dollar getätigt [121].

1) Investitionen insgesamt, das heißt öffentlich und privat inklusive Forschung und Entwicklung

### Globale Beschäftigung durch Erneuerbare-Energien-Technologien

| Technologie                       | Global       | China             | EU    | Brasilien         | USA               | Indien | Deutschland       | Spanien          |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|-------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|------------------|
|                                   | [1.000 Jobs] |                   |       |                   |                   |        |                   |                  |
| Biomasse (Strom/Wärme)            | 753          | 266               | 274   | -                 | 152 <sup>1)</sup> | 58     | 57                | 39               |
| Biokraftstoffe                    | 1.379        | 24                | 109   | 804 <sup>2)</sup> | 217 <sup>3)</sup> | 35     | 23                | 4                |
| Biogas                            | 266          | 90                | 71    | -                 | -                 | 85     | 50                | 1                |
| Geothermie (Strom/Wärme)          | 180          | -                 | 51    | -                 | 35                | -      | 14                | 0,3              |
| Wasserkraft (klein) <sup>4)</sup> | 109          | -                 | 24    | -                 | 8                 | 12     | 7                 | 2                |
| Photovoltaik                      | 1.360        | 300 <sup>5)</sup> | 312   | -                 | 90                | 112    | 88                | 12               |
| Solarthermische Kraftwerke        | 53           | -                 | 36    | -                 | 17                | -      | 2                 | 34 <sup>6)</sup> |
| Solarthermie (Wärme/Kälte)        | 892          | 800               | 32    | -                 | 12                | 41     | 11                | 1                |
| Windenergie                       | 753          | 267               | 270   | 29                | 81                | 48     | 118               | 28               |
| Gesamt <sup>7)</sup>              | 5.745        | 1.747             | 1.179 | 833               | 611               | 391    | 378 <sup>7)</sup> | 120              |

- 1) im Stromsektor nur 15.500 direkte Arbeitsplätze
- 2) ungefähr 365.000 Arbeitsplätze in Zuckerrohrverarbeitung und weitere 213.400 in der Ethanolerzeugung
- 3) davon im Jahr 2012 173.600 Arbeitsplätze in der Ethanol- und 42.930 Arbeitsplätze in der Biodieselbranche
- 4) Daten für große Wasserkraft unvollständig, deshalb wurde nur die kleine Wasserkraft berücksichtigt
- 5) Es gibt weitere Schätzungen von bis zu 500.000 Arbeitsplätzen
- 6) Schätzung von APPA für 2011; Protermosolar schätzt für 2011 28.850 Arbeitsplätze und für 2012 17.816 Arbeitsplätze
- 7) Inklusive 9.400 Arbeitsplätze in öffentlich geförderter Forschung und Verwaltung

Anmerkung: Alle Angaben sind grobe Schätzungen

Quelle: REN21 [113]





## Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien

### Internationale Konferenzen für Erneuerbare Energien (IRECs) - die renewables2004 - und der Folgeprozess



Die von der Bundesregierung initiierte Internationale Konferenz für erneuerbare Energien „renewables2004“ in Bonn brachte das Thema erneuerbare Energien auf die globale Agenda und leitete eine Reihe hochrangiger politischer Konferenzen ein. 3.600 hochrangige Vertreterinnen und Vertreter von Regierungen, internati-

onalen Organisationen, Wirtschaft und Nichtregierungsorganisationen aus 154 Ländern nahmen an der Konferenz in Bonn teil. Ihre zahlreichen Willensbekundungen zum verstärkten Engagement für die erneuerbaren Energien verliehen der globalen Erneuerbarenbewegung eine starke Stimme. Zudem ging von der Bonner Konferenz eine Vielzahl von Impulsen aus. So wurden die Gründung des globalen Politiknetzwerkes REN21 und der Abschluss des IEA Durchführungsabkommens für erneuerbare Energien RETD (Renewable Energy Technology Deployment) initiiert. Ebenso ging von der Konferenz der Impuls zur Gründung der Internationalen Organisa-

tion für Erneuerbare Energien IRENA (International Renewable Energy Agency) aus.

Der große Erfolg der „renewables2004“ wurde durch die Internationale Konferenzreihe zu Erneuerbaren Energien, den International Renewable Energy Conferences (IRECs), in weiteren Ländern fortgeführt. Schon 2005 kam die Weltgemeinschaft erneut im Rahmen einer IREC zusammen. In Peking (BIREC 2005) wurde sowohl der Folgeprozess der Bonner Konferenz ausgewertet als auch über die Nutzung von erneuerbaren Energien in Entwicklungsländern diskutiert. Die darauf folgende Washington International Renewable Energy Conference (WIREC 2008) richtete ihren Fokus unter anderem auf die Entwicklung des Ausbaus von erneuerbaren Energien in Industrienationen. Wie die „renewables2004“ zuvor, konnte die WIREC eine Vielzahl von Selbstverpflichtungen bewirken und trug so den Bonner Gedanken weiter. Als nächste Folgekonferenz fand im Oktober 2010 die Delhi International Renewable Energy Conference (DIREC 2010) statt. Die DIREC mündete in der Unterzeichnung einer gemeinsamen politischen Erklärung, welche den Willen aller Konferenzteilnehmer bekräftigt, sich für einen gesteigerten weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien einzusetzen und die Initiative für das UN-Jahr der „nachhaltigen Energie für alle“ zu unterstützen.

Eine vermehrte Nutzung erneuerbarer Energiequellen sowie die damit verbundenen Chancen für Klimaschutz, Energiezugang und nachhaltige Entwicklung sollen auch künftig im Rahmen von IRECs diskutiert werden. Die jüngste Internationale Konferenz zu erneuerbaren Energien fand im Januar 2013 in Abu Dhabi (ADIREC) im Rahmen der dortigen Sustainable Energy Week statt, die neben der ADIREC die dritte Versammlung der IRENA und den jährlich stattfindenden World Future Energy Summit beheimatete. Der hochrangige Austausch zu erneuerbaren Energien, Energiezugang, politischen Rahmenbedingungen und Marktentwicklungen verdeutlichte die wachsende Bedeutung der erneuerbaren Energien im Energiemix einer Vielzahl von Ländern. Die nächste IREC-Konferenz soll 2015 stattfinden.





## Renewable Energy Policy Network for the 21st Century - REN21



Um ein Bindeglied zwischen den vielfältigen Stakeholdern der Bonner renewables2004-Konferenz zu schaffen und das Momentum der Konferenz weiterzutragen, wurde im Jahr 2005 das globale Politiknetzwerk REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) ins Leben gerufen. Im REN21 Netzwerk sind Regierungen, internationale Organisationen, Nichtregierungsorganisationen, Vertreter aus der Wirtschaft, dem Finanzsektor sowie der Zivilgesellschaft aus dem Energie-, Umwelt- und Entwicklungsbereich vertreten. Seit seiner Gründung hat sich REN21 zum wichtigsten internationalen Netzwerk im Bereich der erneuerbaren Energien entwickelt.

REN21 unterstützt die Regierungen der IREC-Gastgeberländer bei der Organisation und Durchführung der Konferenzen und trägt damit dazu bei, den Geist der IREC-Konferenzen zu wahren und die Einbindung der breiten Stakeholder-Landschaft des Netzwerkes zu erleichtern.

Darüber hinaus veröffentlicht REN21 seit 2005 einen jährlichen globalen Statusbericht zu erneuerbaren Energien, der den Stand und geografische Verteilung der weltweit installierten Erneuerbaren-Kapazitäten, Ziele und Politikinstrumente sowie die weltweit getätigten Investitionen in erneuerbare Energien darstellt.

Der REN21 Global Status Report (GSR) hat sich damit zur Standardreferenz der globalen Berichterstattung etabliert. Zur ADIREC im Januar 2013 publizierte REN21 erstmals einen komplementären Bericht zum GSR, der einen Blick in die Zukunft der erneuerbaren Energien wagt. Der „Global Renewables Futures Report“ (GFR) basiert auf über 150 Experteninterviews und wertet mehr als 50 aktuelle Szenarien aus, um so ein „Mosaik der denkbaren Zukunftspfade“ darzustellen. Dieses Mosaik soll weniger eine Prognose als vielmehr ein Panorama des heutigen Denkens über die Zukunft der erneuerbaren Energien bieten, das zum Diskutieren anregen soll. REN21 ist darüber hinaus beteiligt an der Online-Informationplattform REEGLE (gemeinsam mit REEEP) und betreibt auf der eigenen Webseite eine interaktive Weltkarte zu erneuerbaren Energien, die Renewables Interactive Map.

Das REN21-Sekretariat befindet sich in Paris. REN21 ist 2012 in die Rechtsform eines eingetragenen Vereins übergegangen und wird von Deutschland unter anderem durch die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH sowie von dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) unterstützt.

Weitere Informationen unter [www.ren21.net](http://www.ren21.net).

## Internationale Organisation für Erneuerbare Energien – IRENA



Die renewables2004-Konferenz gab auch einen Schub für die Errichtung einer speziellen intergovernmentalen Institution, die weltweit den Ausbau erneuerbarer Energien fördert. Vorangetrieben von Deutschland und seinen Partnern, insbesondere Dänemark und Spanien, wurde diese Idee bei der Gründungskonferenz der Internationalen Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA) am 26. Januar 2009 in Bonn verwirklicht.

Mittlerweile haben 118 Staaten und die EU (Stand August 2013) das Statut ratifiziert. Der rasche Mitgliederzuwachs ist ein überwältigender Erfolg und zeigt die große Unterstützung, die IRENA und damit der Ruf nach einem globalen Ausbau erneuerbarer Energien allgemein erfahren.

Ausgestattet mit einem Gesamtbudget von 29,7 Millionen US-Dollar für 2013 und 81 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter soll IRENA die weltweiten Potenziale von erneuerbaren Energien analysieren, Szenarien für deren Ausbau entwerfen und die technologische Entwicklung unterstützen. IRENA wird ihren Mitgliedstaaten Politikberatung zur Schaffung der richtigen Rahmenbedingungen, zum gezielten Aufbau von Kompetenzen, zur Verbesserung der Finanzierung sowie des Technologie- und Wissenstransfers für erneuerbare Energien anbieten. IRENA soll zum weltweit anerkannten Wissenszentrum für erneuerbare Energien werden und politischen Entscheidungsträgern, Anwendern, Investoren und der interessierten Öffentlichkeit relevante Informationen schnell und einfach zur Verfügung stellen. Dazu wird IRENA eng mit bestehenden internationalen Organisationen wie beispielsweise einzelnen UN-Organisationen oder der Internationalen Energie-Agentur

(IEA) sowie mit Netzwerken wie REN21 zusammenarbeiten. IRENA ist außerdem der „Knotenpunkt für Erneuerbare Energien“ der Initiative „Sustainable Energy for All – SE4All“ (siehe Seite 88). Der Hauptsitz der Agentur befindet sich in Abu Dhabi, Hauptstadt der Vereinigten Arabischen Emirate. Generaldirektor von IRENA ist seit 2011 der Kenianer Adnan Amin.

Eine der drei Fachabteilungen von IRENA, das IRENA-Innovations- und Technologiezentrum IITC (IRENA Innovation and Technology Centre) befindet sich in Bonn. Unter der Leitung des niederländischen Direktors Dolf Gielen setzt das IITC in Bonn Teile des IRENA-Arbeitsprogramms um. Als integraler Bestandteil des IRENA-Sekretariats befasst sich das IITC mit Szenarien und Strategien zum Ausbau erneuerbarer Energien und den technologischen Entwicklungen des Sektors. Zu den Aufgaben gehören die Erarbeitung von „Technologie-Roadmaps“ sowie die Analyse von günstigen Rahmenbedingungen für technologische Innovationen. Außerdem analysiert das IITC die Kosten und die Kostenentwicklungen der Energieerzeugung mittels erneuerbarer Energien und arbeitet an Technologiestandards und Testverfahren. Das IITC ist auch in die Erstellung einer Roadmap zur Erreichung des Ziels „Verdoppelung der erneuerbaren Energien im globalen Energiemix bis 2030“ der Initiative „SE4All“ beteiligt. Deutschland finanziert das IITC in Bonn in 2013 mit 4,3 Millionen US-Dollar und trägt so einen bedeutenden Teil zu den Aktivitäten der Organisation bei.

Die 4. Versammlung der IRENA-Mitgliedstaaten wird im Januar 2014 in Abu Dhabi stattfinden.

Weitere Informationen unter [www.irena.org](http://www.irena.org).

## Die Internationale Energieagentur - IEA

Die Internationale Energieagentur (IEA) ist eine 1973 gegründete Organisation mit 28 Mitgliedstaaten, welche sich für die zuverlässige Bereitstellung von sauberer und bezahlbarer Energie einsetzt.

Im Bereich der erneuerbaren Energien hat die IEA in den letzten Jahren zahlreiche Veröffentlichungen publiziert. Die Analysen umfassen beispielweise die Untersuchung von Wirksamkeit und Kosteneffizienz von Politiken zur Förderung erneuerbarer Energien, oder die Analyse von Potenzialen und Herausforderungen zur Integration großer Mengen erneuerbarer Energien in die Energiesysteme einzelner Länder. Auch „Technologie-Roadmaps“ zu erneuerbaren Energien und Analysen von Erneuerbaren-Märkten werden von der IEA veröffentlicht.

Im Mai 2013 hat die IEA die „Länderprüfung Deutschlands“ vorgestellt, eine circa alle 5 Jahre für jeden IEA-Mitgliedsstaat durchgeführte Analyse der gesamten Energiepolitik, die in verschiedene Empfehlungen mündet. Deutschlands Energiewende wurde hierbei überwiegend gewürdigt, und im Bereich erneuerbare Energien wurden die großen Erfolge des EEG einerseits wie auch die Notwendigkeit seiner künftigen Reform zu mehr Kosteneffizienz und Marktintegration andererseits hervorgehoben.

Das Bundesumweltministerium ist im IEA-Mitgliedstaatengremium zu erneuerbaren Energien (Renewable Energy Working Party – REWP) vertreten. Eine enge Zusammenarbeit zwischen der IEA und der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien – IRENA wird durch ein im Januar 2012 geschlossenes Partnerschaftsabkommen der beiden Organisationen sichergestellt.

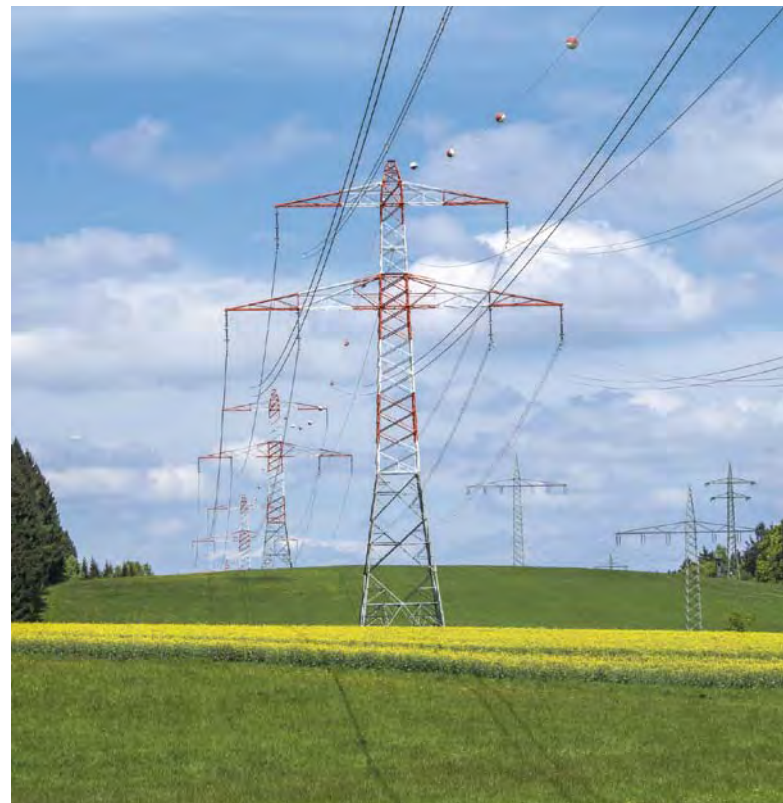
Nähere Informationen zu den Publikationen der IEA lassen sich auf der Webseite der Organisation abrufen ([www.iea.org](http://www.iea.org)).

## Das IEA Implementing Agreement - RETD

Auf Initiative des BMU wurde 2005 das IEA Durchführungsabkommen (Implementing Agreement) „Renewable Energy Technology Deployment (RETD)“ geschlossen. RETD zählt aktuell neun Mitgliedstaaten (Kanada, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Irland, Japan, Niederlande, Norwegen, Großbritannien). RETD ist unter den Implementing Agreements der IEA zu erneuerbaren Energien das einzige technologieübergreifende Abkommen. In dieser Funktion unterstützt RETD die großflächige Markteinführung aller Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien und widmet sich Querschnittsfragestellungen wie den Kriterien erfolgreicher Kommunikations-Kampagnen zu erneuerbaren Energien, den Finanzierungsinstrumenten von erneuerbaren Energien oder den möglichen Rohstoff- und Kapazitätsengpässen, die bei fortgesetztem Wachstum der erneuerbaren Energien auftreten können.

Darüber hinaus kommentiert RETD die Szenarien-Arbeit der IEA zu erneuerbaren Energien und veranstaltet internationale Workshops, oftmals in Partnerschaft mit der IEA-REWP oder IRENA.

Weitere Informationen unter [www.iea-retd.org](http://www.iea-retd.org).







## Clean Energy Ministerial - CEM



Das „Clean Energy Ministerial (CEM)“ ist ein multilaterales Forum, das auf Initiative der USA entstanden ist. Im Vorfeld der COP-15-Klimakonferenz von Kopenhagen 2009 hatten die „Major Economies“ als große Treibhausgasemittenten zehn Technologie-Aktionspläne zu einer Reihe kohlenstoffarmer Technologien vorbereitet. Mit dem Aufzeigen vorhandener Möglichkeiten zur Technologiekooperation sollte ein konstruktiver Beitrag zu den Verhandlungen geleistet werden. Im CEM sind verschiedene Umsetzungs-Initiativen verankert worden. Das BMU leitet gemeinsam mit Dänemark und Spanien die multilaterale Arbeitsgruppe zur Umsetzung der Aktionspläne zu Solar- und Windenergie. Diese ist aktuell in zwei Bereichen in enger Partnerschaft mit IRENA aktiv: die Erstellung eines Globalen Solar- und Windatlas sowie in der Analyse der Potenziale ökonomischer Wertschöpfung von Solar- und Windenergietechnologien.

Die Bandbreite der Umsetzungsinitiativen, die im Sommer 2010 auf der ersten CEM-Konferenz in Washington offiziell vorgestellt wurden, deckt erneuerbare Energien ebenso ab wie Effizienz, Elektromobilität, CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung (CCS) sowie Intelligente Stromnetze (Smart Grids).

In jährlichen Konferenzen werden die Fortschritte innerhalb der Initiativen auf Ministerebene vorgestellt. Hierfür fanden im April 2011 das 2. CEM-Treffen in Abu Dhabi, Vereinigte Arabische Emirate, im April 2012 das 3. CEM in London, und im April 2013 das 4. CEM in Neu-Delhi, Indien, statt. Gastgeber des 5. CEM wird im Frühjahr 2014 Korea sein.

Weitere Informationen unter [www.cleanenergyministerial.org/solarwind](http://www.cleanenergyministerial.org/solarwind).



## SE4ALL - Die Initiative „Sustainable Energy for All“



Nachhaltige Energie für alle bis 2030 – das ist der Anspruch der von VN-Generalsekretär Ban Ki-moon 2011 ins Leben gerufenen Initiative „Sustainable Energy for All“. Neben der Gewährleistung von universellem Zugang zu modernen Energiedienstleistungen soll die jährliche Energieeffizienzsteigerung von 1,2 auf 2,4 Prozent angehoben sowie eine Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am weltweiten Energiemix erzielt werden. Diese Ziele sollen bis 2030 erreicht werden.

Heute leben weltweit 1,3 Milliarden Menschen ohne Zugang zu Elektrizität. Es wird prognostiziert, dass sich diese Zahl ohne zusätzliche Anstrengungen bis 2030 kaum verringern wird. Das Gleiche gilt für eine weitere Milliarde, die lediglich über Zugang zu unzuverlässiger Stromversorgung verfügt und 2,7 Milliarden Menschen, die auf die Nutzung von traditioneller Biomasse angewiesen sind.

Eine hochrangige Beratergruppe, zusammengesetzt aus 46 Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft, hat eine Aktionsagenda zur Operationalisierung der drei Unterziele entwickelt. Bei der Umsetzung der Maßnahmen zur Zielerreichung wird es zentral sein, die Anstrengungen von öffentlichem und privatem Sektor sowie der Zivilgesellschaft entsprechend zu kombinieren und somit Wirkungen zu erhöhen. Auf der Konferenz der Vereinten Nationen zu Nachhaltiger Entwicklung in Rio (Rio+20) haben 50 Staaten aus Afrika, Asien, Lateinamerika und aus der Gruppe der kleinen Inselentwicklungsländer sowie eine Vielzahl von Unternehmen, lokalen Regierungen und Gruppen aus der Zivilgesellschaft eigene Verpflichtungen zur Unterstützung der Aktionsagenda vorgestellt. So nutzte die Initiative das politische Momentum des Rio+20-Verhandlungskontextes, um Unterstützung zu mobilisieren.

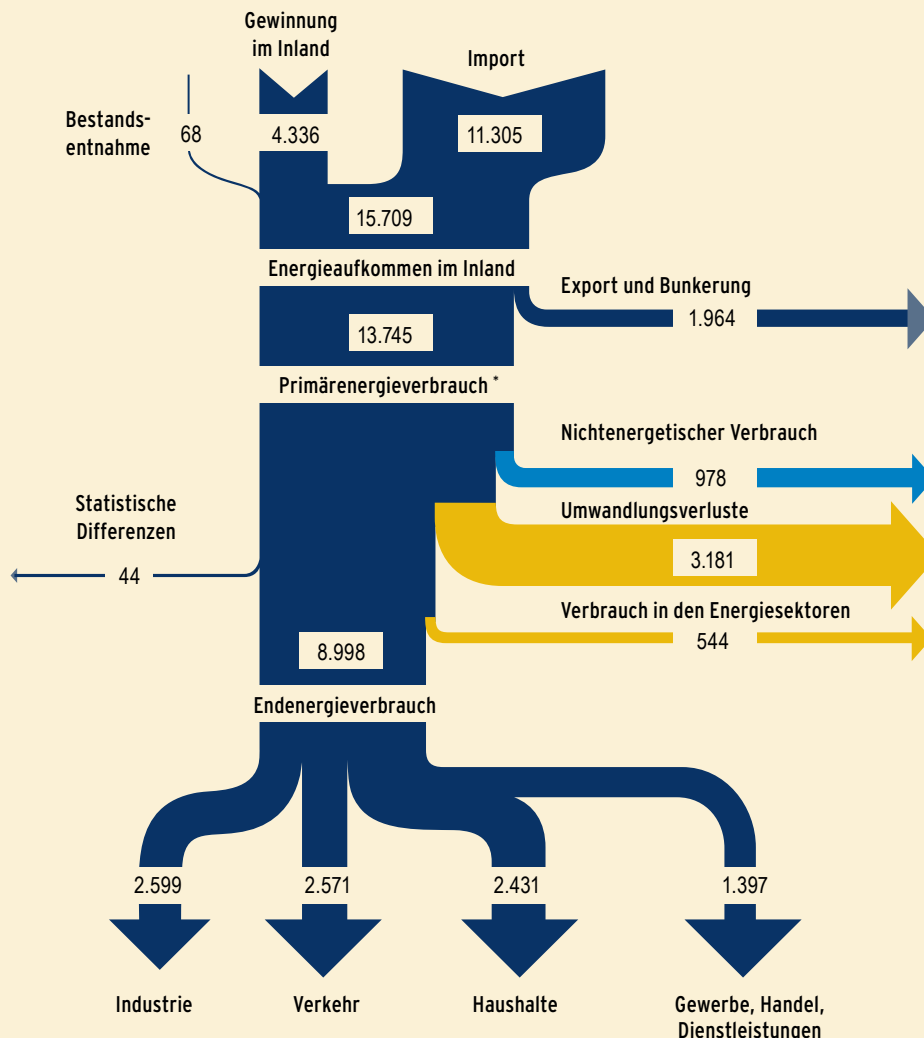
Weitere Informationen unter [www.sustainableenergyforall.org](http://www.sustainableenergyforall.org).

## Anhang: Methodische Hinweise

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

Die übliche Terminologie der Energiestatistik umfasst unter anderem den Begriff (Primär-)Energieverbrauch, der physikalisch jedoch nicht korrekt ist, weil Energie weder gewonnen noch verbraucht, sondern lediglich in verschiedene Energieformen umgewandelt werden kann (zum Beispiel Wärme, Elektrizität, mechanische Energie). Dieser Vorgang ist allerdings nicht vollständig umkehrbar, sodass die technische Arbeitsfähigkeit der Energie teilweise verloren geht.

### Darstellung des Energieflusses in Deutschland für das Jahr 2012 (PJ)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt im Jahr 2012 bei 11,5 Prozent.

Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

\* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt.

29,308 Petajoule (PJ)  $\approx$  1 Millionen Tonnen Steinkohleneinheiten (SKE)

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 09/2013, Download unter [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)



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

Wichtige Treibhausgase sind die sogenannten Kyoto-Gase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, 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, der ein Maß für ihre Treibhauswirkung bezogen auf die Referenzsubstanz CO<sub>2</sub> darstellt.

Das Treibhauspotenzial wird in der Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalente angegeben und berechnet sich durch Multiplikation des relativen Treibhauspotenzials mit der Masse des jeweiligen Gases. Es gibt an, welche Menge an CO<sub>2</sub> in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde, wie das betrachtete Vergleichsgas.

Für die Berechnungen der vermiedenen Emissionen werden aufgrund schlechter Datenverfügbarkeit nur die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O berücksichtigt.

| Gas              | relatives Treibhausgaspotenzial <sup>1)</sup> |
|------------------|---|
| CO <sub>2</sub>  | 1   |
| CH <sub>4</sub>  | 21  |
| N <sub>2</sub> O | 310   |
| Gas              | relatives Versauerungspotenzial               |
| SO <sub>2</sub>  | 1   |
| NO <sub>x</sub>  | 0,696   |
| NH <sub>3</sub>  | 1,88  |

Das Treibhausgaspotenzial bezieht sich auf einen Zeithorizont von 100 Jahren; CO<sub>2</sub> als Referenzsubstanz.

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

Analog zum Treibhauspotenzial wird das Versauerungspotenzial von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, HCl, H<sub>2</sub>S und NH<sub>3</sub> bestimmt. Es wird in der Einheit SO<sub>2</sub>-Äquivalente angegeben und zeigt, welche Menge an SO<sub>2</sub> die gleiche versauernde Wirkung aufweist.

Für die Berechnungen der vermiedenen Emissionen werden wegen schlechter Datenverfügbarkeit nur die Luftschadstoffe SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> berücksichtigt.





## 2. Methodik der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger

Nachfolgend wird ein kurzer Abriss über die Methodik der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger gegeben. Die detaillierte Beschreibung ist Gegenstand der UBA-Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2012“ [42], welche unter <http://www.umweltbundesamt.de/> heruntergeladen werden kann.

Die Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien basiert wesentlich auf empirischen Ergebnissen sowie methodischen Ansätzen der Lebenszyklusanalyse. Aufgrund der unterschiedlichen Relevanz und insbesondere der teilweise unzureichenden Datenlage liegt der Fokus auf folgenden Treibhausgasen und Luftschadstoffen:

- Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O)
- säurebildende Schadstoffe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>)
- Vorläuferstoffe für bodennahes Ozon (CO, NMVOC) sowie
- Staub (PM)

Die verschiedenen Treibhausgase und Säurebildner tragen in unterschiedlicher Weise zur Erderwärmung und Versauerung bei, was durch die Einbeziehung relativer Treibhausgas- und Versauerungspotenziale berücksichtigt wird.

Die Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien erfolgt als Nettobilanzierung für die drei Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in nachfolgenden drei Berechnungsschritten:

$$\begin{aligned} \text{Vermiedene Emissionen} &= \text{Energiebereitstellung erneuerbarer Energie} \times \text{Emissionsfaktor}_{\text{fossil}} \times \text{Substitutionsfaktor} \\ \text{Verursachte Emissionen} &= \text{Energiebereitstellung erneuerbarer Energie} \times \text{Emissionsfaktor}_{\text{erneuerbar}} \\ \text{Netto-Emissionsbilanz} &= \text{Vermiedene Emissionen} - \text{Verursachte Emissionen} \end{aligned}$$



Berücksichtigt werden bei den fossilen und erneuerbaren Energieträgern sowohl die Emissionen des Anlagenbetriebes (direkte Emissionen) als auch die indirekten Emissionen der Vorketten (zum Beispiel bei Herstellung und Errichtung der Anlagen und Energieträgerbereitstellung). Die direkten Emissionsfaktoren (EF) für fossile und biogene Energieträger werden dem nationalen Treibhausgasinventar entnommen. Für die Vorketten der fossilen und erneuerbaren Energiebereitstellung werden typische Emissionsfaktoren angesetzt. Dazu wird unter anderem im Strom- und Wärmesektor auf vorhandene

Ökobilanzen zurückgegriffen. Mit wenigen Ausnahmen entstammen diese den Ökobilanz-Datenbanken Ecoinvent und GEMIS. Im Verkehrssektor werden die typischen Treibhausgasemissionsfaktoren der Richtlinie 2009/28/EG verwendet; die Emissionsfaktoren der einzelnen Treibhausgase und der verschiedenen Luftschadstoffe wurden korrespondierend dazu im Rahmen eines Forschungsvorhabens [5] abgeleitet.

Mittels Substitutionsfaktoren werden bei der Emissionsbilanzierung gleichfalls die Substitutionsbeziehungen zwischen fossilen und erneuerbaren Ener-

gieträgern berücksichtigt, das heißt welche erneuerbaren welche fossilen Energieträger ersetzen. Beim Strom wird zusätzlich die Umwandlungseffizienz der Energiebereitstellung einbezogen. Die Substitutionsfaktoren im Stromsektor werden mit Hilfe eines aufwändigen Simulationsmodells, das den Kraftwerkseinsatz entsprechend der Nachfrage an der Leipziger Strombörse nachbildet, hergeleitet. Zur Ermittlung von repräsentativen Substitutionsfaktoren im Wärmebereich wird auf verschiedene Untersuchungen und Gutachten zurückgegriffen (unter anderem Frondel et al. (RWI/Forsa) 2008 [87]). Im Verkehrssektor bestehen für die einzelnen Biokraftstoffe in Korrespondenz zur Motortechnik vergleichsweise einfache Substitutionsbeziehungen.

Die Emissionsbilanzen basieren auf den besten verfügbaren Daten. Dennoch bestehen zahlreiche Datenlücken und Unsicherheiten sowohl bei den Emissionsfaktoren als auch bei den Substitutionsbeziehungen. Zu nennen ist hier insbesondere die biogene Wärmebereitstellung hinsichtlich der Emissionen sowie der Umwandlungseffizienz unter den sehr unterschiedlichen Betriebsbedingungen im Zeitablauf/Jahresverlauf (Teillast, An- und Abfahrvorgänge etc.). Ebenfalls große Unsicherheiten gibt es hinsichtlich der Emissionen beim Biomasseanbau unter anderem bei den Fragen, welche Emissionen von Lachgas der Einsatz von Stickstoffdünger zur Folge hat und wie hoch die Emissionen vor allem bei indirekten Landnutzungsänderungen sind. Letztere können hohe Treibhausgasemissionen verursachen, werden jedoch bisher aus methodischen Gründen und fehlenden verbindlichen Vorgaben auf europäischer Ebene in der Bilanz nicht berücksichtigt.

Die Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien wird in Analogie zu den Emissionen aus den Substitutionsfaktoren sowie dem Primärenergieaufwand zur Bereitstellung und Nutzung fossiler und erneuerbarer Energieträger ermittelt. Beim Strom fließt zusätzlich der Brennstoffausnutzungsgrad des deutschen Kraftwerksparks mit ein.

### 3. Umsätze durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der in den vergangenen Jahren zu beobachtende starke Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland hat zu einer enorm gewachsenen Bedeutung der EE-Branche für die Gesamtwirtschaft geführt. Hierzu trägt – in Form von Investitionen – vor allem der Bau von Anlagen bei. Daneben stellt mit zunehmender Anlagenzahl der Betrieb dieser Anlagen einen wachsenden Wirtschaftsfaktor dar. Zu den Umsätzen durch den Anlagenbetrieb trägt ne-

ben den Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen, insbesondere in Form von Personalkosten und Hilfsenergiekosten, auch die Bereitstellung von regenerativen Brennstoffen und Biokraftstoffen bei.

Die Kosten für Wartung und Betrieb der Anlagen werden auf Basis technologiespezifischer Wertansätze ermittelt. Dazu wurden Kostenrechnungen aus diversen wissenschaftlichen Untersuchungen herangezogen. Hierzu gehören vor allem die Forschungsvorhaben zum EEG (unter anderem der Forschungsbericht zum EEG-Erfahrungsbericht [35] und der Endbericht zum Monitoring der Stromerzeugung aus Biomasse [12]), die Evaluierungen des Marktanreizprogramms [25] sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [20].

Zur Ermittlung der Umsätze durch die Brennstoffbereitstellung für die Strom- und Wärmeerzeugung werden die Kosten fester und flüssiger Brennstoffe sowie der eingesetzten Substrate zur Herstellung von Biogas berücksichtigt. Zu den umsatzrelevanten festen Biomassebrennstoffen gehören vor allem Altholz, Wald- und Industrierestholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel, Holzbriketts sowie der kommerziell gehandelte Teil des Brennholzes. Flüssige Brennstoffe für die stationäre Nutzung umfassen Palmöl, Rapsöl sowie sonstige Pflanzenöle; Hauptbestandteil der umsatzrelevanten Substrate zur Biogaserzeugung sind Maissilage, Grassilage sowie Getreide-Ganzpflanzensilage und Mindergetreide. Insgesamt wurden die Umsätze durch Bereitstellung biogener Brennstoffe mit 4,4 Milliarden Euro bewertet.

Für den Kraftstoffbereich werden Umsätze auf Basis von Großhandels- und Endverbraucherpreisen bestimmt. Zu berücksichtigen sind dabei die unterschiedlichen Kraftstoffarten sowie Vertriebswege. Beispielsweise wurde für den Absatz von Biodiesel als Beimischung zu Mineralöldiesel von einem Durchschnittspreis von 94,06 Cent/Liter netto ausgegangen, für die Abgabe an Nutzfahrzeuge an Eigenverbrauchstankstellen von 99,68 Cent/Liter netto.

Die im Textteil ausgewiesenen Umsätze aus dem Anlagenbetrieb sind nicht mit den Werten für die Jahre vor 2010 vergleichbar, da sie auf Basis einer neuen Systematik ermittelt wurden.

#### 4. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Organisation for Economic Cooperation and Development OECD) wurde am 30.09.1961 als Nachfolgeorganisation der Organisation für Europäische Wirtschaftliche Zusammenarbeit (OECE) gegründet. Die Gründungsakte der Organisation, die OECD-Konvention, wurde von 18 europäischen Staaten sowie den USA und Kanada unterzeichnet. Ende 2009 gehörten der Organisation weltweit insgesamt 30 Staaten an: 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. Im Jahr 2010 wurden vier weitere Staaten – Chile, Estland, Israel und Slowenien – in die Organisation aufgenommen.

Die wesentliche Aufgabe der OECD ist die Förderung einer Politik, durch die in den Mitgliedstaaten eine optimale Wirtschaftsentwicklung und Beschäftigung ermöglicht wird in Verbindung mit steigenden Lebensstandards. Grundlage hierfür ist die Wahrung der finanziellen Stabilität der Mitgliedstaaten. Durch diese Zielsetzung wird gleichzeitig die Entwicklung der Weltwirtschaft positiv beeinflusst.

Doch nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung der Mitgliedstaaten steht im Fokus. Auch Nichtmitgliedstaaten sind im Hinblick auf ein gesundes wirtschaftliches Wachstum zu fördern. Des Weiteren soll die OECD einen Beitrag zum Wachstum des Welthandels leisten.

Die OECD hat ihren Sitz in Paris, Frankreich.

#### 5. Auswirkungen der EU-Richtlinie 2009/28/EG auf die Statistik der erneuerbaren Energien

Für die Berechnung der Zielerreichung enthält die EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen detaillierte Vorgaben. Diese weichen teilweise von den in Deutschland bislang verwendeten und dieser Broschüre zugrunde liegenden Berechnungsmethoden ab. Insbesondere folgende Unterschiede sind zu beachten:

- Das Ziel bezieht sich auf den Bruttoenergieverbrauch,
- die Strombereitstellung aus Wasser- und Windkraft wird normalisiert,
- für die Berechnungen der Anteile am Wärmeverbrauch und im Verkehrssektor existieren spezielle Vorgaben.

Der Bruttoenergieverbrauch wird in der Richtlinie 2009/28/EG in Artikel 2 (f) wie folgt definiert: *„Energieprodukte, die der Industrie, dem Verkehrssektor, Haushalten, dem Dienstleistungssektor einschließlich des Sektors der öffentlichen Dienstleistungen sowie der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft zu energetischen Zwecken geliefert werden, einschließlich des durch die Energiewirtschaft für die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung entstehenden Elektrizitäts- und Wärmeverbrauchs und einschließlich der bei der Verteilung und Übertragung auftretenden Elektrizitäts- und Wärmeverluste.“*

In der bisherigen nationalen Statistik (zum Beispiel in dieser Broschüre) wird der Endenergieverbrauch als der energetisch genutzte Teil der Energiemenge im Inland definiert, der den Endverbraucher erreicht. Die Bruttoenergie gemäß Richtlinie entspricht der Endenergie zuzüglich der Leitungsverluste und des Eigenverbrauchs der Erzeugungsanlagen und ist somit höher.

Bei der Berechnung der Beiträge von Wind- und Wasserkraft werden die Auswirkungen klimatischer Schwankungen auf den Stromertrag berücksichtigt. Durch diese „Normalisierung“ auf ein durchschnittliches Jahr entspricht der Wert für Wind- und Wasserkraft nicht mehr dem tatsächlichen Ertrag des entsprechenden Jahres, spiegelt dafür aber den entsprechenden Ausbau besser wider.

Bei der Berechnung der Zielerreichung im Verkehrssektor werden nur nachhaltig erzeugte Biokraftstoffe berücksichtigt zuzüglich des Beitrags von Elektrizität, die aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt und in allen Arten von Fahrzeugen mit Elektroantrieb verbraucht wird. Des Weiteren werden Biokraftstoffe aus Reststoffen, Lignocellulose, Biomass-to-Liquids (BtL) und Biogas aus Reststoffen doppelt sowie erneuerbarer Strom im Straßenverkehr mit dem Faktor 2,5 angesetzt.

Ein Vergleich von nach den Vorgaben der EU-Richtlinie ermittelten Daten mit Statistiken aus anderen Quellen wie zum Beispiel den Daten zum EEG oder der nationalen Statistik ist daher ggf. nur eingeschränkt möglich.

## Umrechnungsfaktoren

|   |             |          |                 |             |          |                  |
|---|-------------|----------|-----------------|-------------|----------|------------------|
| <b>Terawattstunde:</b> 1 TWh = 1 Mrd. kWh | <b>Kilo</b> | <b>k</b> | 10 <sup>3</sup> | <b>Tera</b> | <b>T</b> | 10 <sup>12</sup> |
| <b>Gigawattstunde:</b> 1 GWh = 1 Mio. kWh | <b>Mega</b> | <b>M</b> | 10 <sup>6</sup> | <b>Peta</b> | <b>P</b> | 10 <sup>15</sup> |
| <b>Megawattstunde:</b> 1 MWh = 1.000 kWh  | <b>Giga</b> | <b>G</b> | 10 <sup>9</sup> | <b>Exa</b>  | <b>E</b> | 10 <sup>18</sup> |

### Einheiten für Energie und Leistung

|   |          |  |
|---|----------|--|
| <b>Joule</b>  | <b>J</b> | für Energie, Arbeit, Wärmemenge        |
| <b>Watt</b>   | <b>W</b> | 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

|                                   |                   | <b>PJ</b> | <b>TWh</b> | <b>Mio. t SKE</b> | <b>Mio. t RÖE</b> |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------|-------------------|-------------------|
| <b>1 Petajoule</b>                | <b>PJ</b>         | 1         | 0,2778     | 0,0341            | 0,0239            |
| <b>1 Terawattstunde</b>           | <b>TWh</b>        | 3,6       | 1          | 0,123             | 0,0861            |
| <b>1 Mio. t Steinkohleeinheit</b> | <b>Mio. t SKE</b> | 29,308    | 8,14       | 1                 | 0,7               |
| <b>1 Mio. t Rohöleinheit</b>      | <b>Mio. t RÖE</b> | 41,869    | 11,63      | 1,429             | 1                 |

Die Zahlen beziehen sich auf den Heizwert.

### Treibhausgase

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>CO<sub>2</sub></b> | Kohlendioxid                               |
| <b>CH<sub>4</sub></b> | Methan                                     |
| <b>N<sub>2</sub>O</b> | Lachgas                                    |
| <b>SF<sub>6</sub></b> | Schwefelhexafluorid                        |
| <b>H-FKW</b>          | wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe |
| <b>FKW</b>            | perfluorierte Kohlenwasserstoffe           |

### Weitere Luftschadstoffe

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>SO<sub>2</sub></b> | Schwefeldioxid                           |
| <b>NO<sub>x</sub></b> | Stickoxide                               |
| <b>HCl</b>            | Chlorwasserstoff (Salzsäure)             |
| <b>HF</b>             | Fluorwasserstoff (Flusssäure)            |
| <b>CO</b>             | Kohlenmonoxid                            |
| <b>NM VOC</b>         | flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan |



## Abkürzungsverzeichnis

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>AusglMechV</b>     | Verordnung Ausgleichsmechanismus                   |
| <b>BauGB</b>          | Baugesetzbuch                                      |
| <b>Biokraft-NachV</b> | Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung            |
| <b>BIP</b>            | Bruttoinlandsprodukt                               |
| <b>BioSt-NachV</b>    | Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung            |
| <b>BHKW</b>           | Blockheizkraftwerk                                 |
| <b>BtL</b>            | Biomass-to-Liquids                                 |
| <b>COP 15</b>         | 15 <sup>th</sup> Conference of the Parties         |
| <b>EE</b>             | Erneuerbare Energien                               |
| <b>EEG</b>            | Erneuerbare-Energien-Gesetz                        |
| <b>EEV</b>            | Endenergieverbrauch                                |
| <b>EEWärmeG</b>       | Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz                   |
| <b>EnergieStG</b>     | Energiesteuergesetz                                |
| <b>EnStatG</b>        | Energiestatistikgesetz                             |
| <b>FuE</b>            | Forschung und Entwicklung                          |
| <b>GEMIS</b>          | Globales Emissions-Modell integrierter Systeme     |
| <b>GSR</b>            | Global Status Report                               |
| <b>HH</b>             | Haushalte  |
| <b>HKW</b>            | Heizkraftwerk                                      |
| <b>HW</b>             | Heizwerk   |
| <b>k.A.</b>           | keine Angaben                                      |
| <b>KWKG</b>           | Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz                        |
| <b>MAP</b>            | Marktanreizprogramm                                |
| <b>n.q.</b>           | nicht quantifiziert                                |
| <b>NREAP</b>          | Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien    |
| <b>PEV</b>            | Primärenergieverbrauch                             |
| <b>REEEP</b>          | Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership |
| <b>StromEinspG</b>    | Stromeinspeisungsgesetz                            |
| <b>THG</b>            | Treibhausgas                                       |
| <b>ÜNB</b>            | Übertragungsnetzbetreiber                          |
| <b>USD</b>            | United States dollars                              |

## Glossar

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Biodiesel</b>                    | Methylester eines pflanzlichen oder tierischen Öls mit Dieselkraftstoffqualität, der für die Verwendung als Biokraftstoff bestimmt ist. Gilt als Biokraftstoff der ersten Generation. In Deutschland kommt hauptsächlich Raps zum Einsatz. Auch Soja- und Palmöl sowie Sonnenblumenöl können verarbeitet werden. Neben der Nutzung von Pflanzenölen können auch Reststoffe wie Frittier- oder Bratfett sowie tierische Fette für die Biodieselproduktion genutzt werden.   |
| <b>Bioethanol</b>                   | Ethanol, das aus Biomasse und/oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen hergestellt wird und für die Verwendung als Biokraftstoff bestimmt ist. Bioethanol gilt wie Biodiesel als Biokraftstoff der ersten Generation. Im Gegensatz zum Biodiesel findet Bioethanol allerdings bei Ottomotoren Anwendung. Wird Bioethanol herkömmlichen Ottokraftstoffen beigemischt, spricht man gemäß dem Mischungsverhältnis beispielsweise von E5 (bis 5 Prozent Beimischung), E10 (bis 10 Prozent) oder E85 (bis 85 Prozent).  |
| <b>Biogas</b>                       | Bei der Vergärung von Biomasse oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen entstehendes Brenngas, das überwiegend aus Methan (CH <sub>4</sub> ) und Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) besteht. Durch Reinigung und Aufbereitung kann Erdgasqualität erreicht werden.   |
| <b>Biogene (Siedlungs-) Abfälle</b> | Anteil des Abfalls, der anaerob oder aerob kompostierbar ist und in der Land-, Fisch- und Forstwirtschaft, der Industrie und in den Haushalten anfällt. Dazu zählen unter anderem: Abfall- und Restholz, Stroh, Gartenabfälle, Gülle, Bioabfälle, Fettabfälle. Zum Siedlungsmüll speziell zählen Abfallarten wie Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehrschutt, Marktabfälle, kompostierbare Abfälle aus der Biotonne, Garten- und Parkabfälle sowie Abfälle aus der Getrenntsammlung von Papier, Pappe, Karton, Glas, Kunststoffe, Holz und Elektronikteile. Per Konvention beträgt der biogene Anteil im Siedlungsmüll 50 Prozent. |
| <b>Biokraftstoff</b>                | Flüssige oder gasförmige Verkehrskraftstoffe, die aus Biomasse hergestellt werden.   |
| <b>Biomasse</b>                     | Die gesamte, durch Pflanzen und Tiere anfallende/erzeugte organische Substanz. Beim Einsatz von Biomasse zu energetischen Zwecken ist zwischen nachwachsenden Rohstoffen (Energiepflanzen) sowie organischen Reststoffen und Abfällen zu unterscheiden.  |
| <b>Biomethan (Bioerdgas)</b>        | Aufbereitetes Roh-Biogas (CO <sub>2</sub> -Gehalt circa 30 bis 45 Volumen-Prozent), aus dem Kohlendioxid und Spurenstoffe entfernt wurden, um einen Methangehalt und eine Reinheit auf Erdgasniveau (CO <sub>2</sub> -Gehalt maximal 6 Volumen-Prozent) zu erhalten.   |
| <b>Blockheizkraftwerk (BHKW)</b>    | Blockheizkraftwerke (BHKW) sind Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten. Diesel- oder Ottomotoren treiben Generatoren an und erzeugen Strom. Gleichzeitig wird die Abwärme der Motoren genutzt. Die Ausnutzung des eingesetzten Brennstoffes kann bis zu 90 Prozent betragen.  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Brennstoffzelle</b>                   | Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler. Dabei wird elektrischer Strom durch „kalte Verbrennung“ von Sauerstoff und Wasserstoff an katalytisch aktiven Materialien bereitgestellt.   |
| <b>Bruttobeschäftigung</b>               | Die Beschäftigung, die der Branche der erneuerbaren Energien in Deutschland zugerechnet werden kann und die alle direkt in der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, dem Betrieb, der Wartung, der Bereitstellung von Brennstoffen beschäftigten Personen sowie die indirekt durch die Nachfrage dieser Bereiche nach Vorlieferungen Beschäftigten umfasst. Im Gegensatz zur Nettobeschäftigung sind somit negative oder positive Beschäftigungswirkungen außerhalb der „EE-Branche“ nicht berücksichtigt.  |
| <b>Bruttoendenergieverbrauch (BEEV)</b>  | Beinhaltet die Energiemengen für den Eigenverbrauch der Energieumwandlung sowie Übertragungs- und Verteilungsverluste und fällt daher im Vergleich zum Endenergieverbrauch immer höher aus.  |
| <b>Bruttostromerzeugung</b>              | Die Bruttostromerzeugung ist die erzeugte elektrische Arbeit einer Erzeugungseinheit, einschließlich deren Eigenverbrauch.   |
| <b>Bruttostromverbrauch</b>              | Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromerzeugung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas, und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland.  |
| <b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>         | Einheit für das Treibhauspotential eines Gases. Gibt an, welche Menge CO <sub>2</sub> in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie das betrachtete Vergleichsgas. Wird verwendet, um verschiedene Gase bezüglich ihrer Treibhauswirkung zu vergleichen und ihren Beitrag zum Treibhauseffekt auszudrücken. Die verwendeten Äquivalenzfaktoren folgen den für die nationale Emissionsberichterstattung vorgegebenen Werten aus dem IPCC Second Assessment Report: Climate Change (1995). Methan (CH <sub>4</sub> ) hat ein CO <sub>2</sub> -Äquivalent von 21. |
| <b>Deponiegas</b>                        | Energiereiches Gas, das bei der Verrottung von Abfällen entsteht. Kann bis zu 55 Prozent Methan (CH <sub>4</sub> ) und 45 Prozent Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) enthalten.   |
| <b>Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O)</b> | N <sub>2</sub> O (Distickstoffoxid/Lachgas) ist ein farbloses Gas aus der Gruppe der Stickoxide. Neben Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) und Methan (CH <sub>4</sub> ) ist es als direkt klimawirksames Gas relevant. Nach IPCC (1995) ist es 310-mal so stark klimawirksam wie Kohlendioxid, kommt allerdings in deutlich kleineren Mengen in der Atmosphäre vor. Die bedeutendste anthropogene Quelle von Distickstoffoxid-Emissionen ist der landwirtschaftliche Einsatz von Stickstoffdüngemitteln.  |
| <b>Einspeisetarif</b>                    | Betreibern von Erneuerbare-Energien-Anlagen wird eine gesetzliche Vergütung pro eingespeister kWh zugesichert. Diese Tarife liegen häufig oberhalb der Marktpreise und vermindern so das Risiko von Preisschwankungen beziehungsweise ermöglichen erst einen wirtschaftlichen Betrieb. In Deutschland sind die Einspeisetarife im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt.  |
| <b>Elektromobilität</b>                  | Nutzung von Elektrofahrzeugen auf Schiene und Straße.  |
| <b>Emissionen</b>                        | Emissionen sind die von einer Anlage, einem Gebäude oder einem Verkehrsmittel in die Umwelt (Boden, Wasser, Luft) abgegebenen gasförmigen, flüssigen und festen Stoffe. Auch die Abgabe von Wärme, Strahlung, Geräuschen und Gerüchen gilt als Emission.   |
| <b>Emissionsbilanz</b>                   | In einer Emissionsbilanz werden die durch einen Energieträger vermiedenen Emissionen und die verursachten Emissionen gegenübergestellt. Bei der Bilanzierung erneuerbarer Energieträger entsprechen die vermiedenen Emissionen den Emissionen der konventionellen Energieträger, die durch erneuerbare Energien ersetzt werden, während die verursachten Emissionen aus den Vorketten sowie dem Betrieb der erneuerbaren Energien resultieren.   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Emissionsfaktor</b>                   | Ein Emissionsfaktor beschreibt, wie hoch die durch einen Energieträger verursachten Emissionen bezogen auf eine Einheit Endenergie sind. Neben dieser inputbezogenen Betrachtung (Gramm/Kilowattstunde Endenergie) kann der Emissionsfaktor aber auch auf den Produktausstoß bezogen werden (Gramm/Kilowattstunde elektrisch). Emissionsfaktoren sind zudem immer prozess- und anlagenspezifisch.   |
| <b>Emissionszertifikat</b>               | Verbrieftes Recht, in einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Menge eines Schadstoffes zu emittieren. Wichtiges Instrument des Kyoto-Protokolls um den Ausstoß von Treibhausgasen zu begrenzen. Emissionszertifikate können gehandelt werden.  |
| <b>Energie</b>                           | Fundamentale Größe der Physik, die die Fähigkeit eines Systems beschreibt, Arbeit zu verrichten. Ihre Grundeinheit ist Joule (J). Physikalisch betrachtet kann Energie weder erzeugt noch vernichtet, sondern nur von einer Form in die andere umgewandelt werden. Beispiele für Energieformen sind kinetische, potentielle, elektrische, chemische oder auch thermische Energie.   |
| <b>Energieträger</b>                     | Stoffe und physikalische Erscheinungsformen, aus denen beziehungsweise nach deren Umwandlung Energie gewonnen werden kann.  |
| <b>Nichtenergetischer Verbrauch</b>      | Teile bestimmter Energieträger, die nicht für energetische Zwecke eingesetzt werden. Beispielsweise ist Erdöl auch ein Rohstoff für die Kunststoffindustrie.  |
| <b>Endenergie</b>                        | Teil der Primärenergie, welcher den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und dann zum Beispiel für Heizung, Warmwasser und Lüftung zur Verfügung steht. Endenergieformen sind Fernwärme, elektrischer Strom, flüssige Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin oder Heizöl und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.  |
| <b>Endenergieverbrauch (EEV)</b>         | Umfasst den energetisch genutzten Teil des Energieangebots im Inland nach der Umwandlung, der unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dient. Der EEV wird nach bestimmten Verbrauchergruppen aufgeschlüsselt: private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), Industrie und Verkehr.   |
| <b>Energiepflanzen</b>                   | Pflanzen, die mit dem Ziel der Energienutzung angebaut werden, beispielsweise Getreidesorten wie etwa Mais, Weizen, Roggen oder Triticale, Gräser wie Chinaschilf ( <i>Miscanthus</i> ), Weidegras, aber auch Ölsaaten wie Raps und Sonnenblumen, schnell wachsende Hölzer, Pappeln und Weiden sowie Rüben und Hanf.  |
| <b>Engpassleistung</b>                   | Höchste Dauerleistung eines Kraftwerks, die unter Normalbedingungen ausfahrbar ist. Sie wird durch den leistungsschwächsten Anlagenteil (Engpass) begrenzt, durch Messungen ermittelt und auf Normalbedingungen umgerechnet.  |
| <b>Erneuerbare Energien (EE)</b>         | Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Nahezu alle erneuerbaren Energien werden letztendlich durch die Sonne gespeist. Die Sonne verbraucht sich, ist also im strengen Sinne keine „erneuerbare Energiequelle“. Die nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft absehbare Lebensdauer der Sonne liegt aber bei mehr als 1 Milliarde Jahre und ist aus unserer menschlichen Perspektive nahezu unbegrenzt.<br><br>Die drei originären Quellen sind: Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie. |
| <b>Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)</b> | Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Gesetz, „EEG“) aus dem Jahr 2000 regelt die Vorrang-Abnahmepflicht erneuerbarer Energien durch die Netzbetreiber, die (degressiven) Vergütungssätze der einzelnen Erzeugungsarten wie auch das Umlageverfahren der resultierenden Mehrkosten auf alle Stromabnehmer. Novellierungen des Gesetzes traten 2004, 2009, am 1. Januar 2012 und zuletzt rückwirkend zum 1. April 2012 in Kraft.   |



|  |  |
|--|--|
| <b>Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)</b> | Das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Kurzfassung: Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, „EEWärmeG“) aus dem Jahr 2009 formuliert die Pflicht für Eigentümer neuer Gebäude, einen Teil des Wärmebedarfs (und Kältebedarfs) aus erneuerbaren Energien zu decken. Am 1. Mai 2011 trat die erste Novellierung des Gesetzes in Kraft.  |
| <b>Fernwärme</b>                                   | Thermische Energie, die durch ein System isolierter Rohre zum Endverbraucher gelangt.  |
| <b>Finnische Allokation (Finnische Methode)</b>    | Mit diesem Verfahren werden Brennstoffeinsätze und resultierende Emissionen von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf die Einzelprodukte Strom und Wärme aufgeteilt. Die gegenüber einer getrennten Strom- und Wärmeerzeugung erzielte Einsparung an Primärenergie wird hierbei zu gleichen Teilen den produzierten Einheiten Strom und Wärme zugerechnet. Zu diesem Zweck hat die EU-Kommission Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Strom- und Wärmeerzeugung festgelegt.   |
| <b>Fossile Brennstoffe</b>                         | Aus Biomasse im Laufe von Jahrmillionen unter hohem Druck und Temperatur entstandene Energierohstoffe mit unterschiedlich langen Kohlenstoffverbindungen: Öle, Kohlen, Gase.   |
| <b>Geothermie</b>                                  | Nutzung der erneuerbaren Erdwärme in unterschiedlichen Tiefen: Bei der oberflächennahen Geothermie wird die Erdwärme durch die Sonne geliefert. Sie heizt den Boden langsam nach unten hin auf. Im Winter speichert der Boden dann einen großen Teil dieser Wärme. Bei der tiefen Geothermie wird die Erdwärme durch den Zerfall natürlicher radioaktiver Isotope freigesetzt. Der Einfluss dieser Energiequelle nimmt mit zunehmender Tiefe zu.   |
| <b>Heizwert</b>                                    | Nutzbare Wärmemenge bei einer Verbrennung bezogen auf den eingesetzten Brennstoff. Im Unterschied zum Brennwert kommt es beim Heizwert nicht zu einer Kondensation des Wasserdampfes im Abgas.   |
| <b>Holzpellets</b>                                 | Genormte, zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne, Waldrestholz) mit einem Durchmesser von 6 Millimetern und einer Länge von 10 bis 30 Millimetern. Sie werden ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln unter hohem Druck hergestellt und haben einen Heizwert von rund 5 Kilowattstunden/Kilogramm.   |
| <b>Immission</b>                                   | Einwirkung von Emissionen (Luftschadstoffen, Geräuschen, Strahlung) auf Böden, Wasser, Menschen, Tiere, Pflanzen und Sachgüter. Messgröße kann die Konzentration eines Schadstoffes pro Quadratmeter Boden oder pro Kubikmeter Luft sein.  |
| <b>Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)</b>        | Bank des Bundes und der Länder. Fördert verschiedene Projekte durch zinsgünstige Kredite.  |
| <b>Klärgas</b>                                     | Energiereiches Gas, das in Faultürmen von Kläranlagen entsteht und zu den Biogasen gehört. Hauptbestandteil ist Methan.  |
| <b>Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)</b>               | Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) ist ein farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist, von Konsumenten (Menschen und Tiere) durch die Atmung freigesetzt und von den Produzenten (Pflanzen, Grünalgen) durch die Photosynthese in energiereiche organische Verbindungen umgewandelt wird. Als Abfallprodukt der Energiegewinnung entsteht Kohlendioxid vor allem bei der vollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe. Kohlendioxid ist das wichtigste unter den klimarelevanten atmosphärischen Spurengasen mit der Eigenschaft, für langwellige Wärmestrahlung „undurchlässig“ zu sein. Es verhindert damit die gleichgewichtige Abstrahlung der auf die Erde treffenden kurzwelligigen Sonnenstrahlung und erhöht die Gefahr einer Temperaturerhöhung auf der Erdoberfläche. Es dient als sog. Referenzgas zur Bestimmung des CO <sub>2</sub> -Äquivalents anderer Treibhausgase und ist aus diesem Grund mit dem Treibhauspotenzial von 1 verrechnet. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Kombi-Solarthermieanlagen</b>  | Solarthermie-Anlagen, die sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Heizungsunterstützung genutzt werden.   |
| <b>Kondensationskraftwerk</b>   | Wärmeleistung, in dem ausschließlich elektrischer Strom (ohne Nutzung der anfallenden Abwärme) erzeugt wird.  |
| <b>Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)</b>                                       | Gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme. Durch dieses Prinzip wird die Brennstoffausnutzung von Kraftwerken deutlich gesteigert.   |
| <b>Kyoto-Protokoll</b>  | Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, das unter anderem die weltweite Emission von Treibhausgasen beschränken soll.   |
| <b>Laufwasserkraftwerk</b>  | Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie durch die Kraft fließender Gewässer (Bäche, Flüsse).  |
| <b>Luftschadstoff</b>   | Jeder in der Luft vorhandene Stoff, der schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt haben kann.  |
| <b>Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP)</b> | Programm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zur Förderung von Anlagen zur Wärmegewinnung aus erneuerbaren Energien.   |
| <b>Meeresenergie</b>  | Zusammenfassung verschiedener Formen von mechanischer, thermischer und physikalisch-chemischer Energie, die in den Wassermassen der Weltmeere enthalten sind. Beispiele zur Nutzung sind Meeresströmungs-, Gezeiten- und Wellenkraftwerke.  |
| <b>Merit-Order-Effekt</b>   | Verschiebung der Marktpreise entlang der Merit-Order-Kurve beziehungsweise der Angebotskurve durch den Markteintritt von Kraftwerken mit geringeren variablen Kosten (Grenzkosten). Dadurch werden die am teuersten produzierenden Kraftwerke vom Markt verdrängt (bei unveränderter Nachfrage) und Strom zu günstigeren Preisen in den Markt gebracht.   |
| <b>Methan (CH<sub>4</sub>)</b>  | Methan (CH <sub>4</sub> ) ist ein ungiftiges, farb- und geruchloses Gas. Nach Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) ist es das bedeutendste von Menschen freigesetzte Treibhausgas. Nach IPCC Second Assessment Report: Climate Change (1995) ist es circa 21-mal stärker klimawirksam als CO <sub>2</sub> , allerdings kommt es in deutlich kleineren Mengen in der Atmosphäre vor.  |
| <b>Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)</b>                                 | Land- und forstwirtschaftlich erzeugte Biomasse, die zur Energiebereitstellung (Energiepflanzen) oder als Werkstoff genutzt wird.   |
| <b>Nahwärme</b>   | Wärmeübertragung in und zwischen Gebäuden über relativ kurze Distanzen. Die Wärme wird dabei dezentral und bedarfsnah erzeugt. Im Unterschied zur Fernwärme wird Nahwärme häufig nicht als Koppelprodukt produziert.  |
| <b>Nennleistung</b>   | Die Nennleistung einer Erzeugungs-, Übertragungs- und Verbrauchsanlage ist die höchste Dauerleistung, für die sie gemäß den Liefervereinbarungen bestellt ist.  |
| <b>Nukleare Brennstoffe</b>   | In Kernkraftwerken als Brennstoffe eingesetzte spaltbare Isotope von radioaktiven chemischen Elementen wie Uran, Plutonium oder Thorium.  |
| <b>Nutzenergie</b>  | Energie, die nach der letzten Umwandlung der (End-)Energie in Geräten dem Verbraucher tatsächlich zur Verfügung steht. Abgezogen sind dabei Verluste, die beim Transport von Strom in Leitungen entstehen, als Benzin-Restmengen in Tankwagen zurückbleiben oder bei der Umfüllung verdunsten. Weitere Beispiele sind die Wärmeenergie, die in kochendheißem Wasser oder in einem warmen Wohnraum steckt, die Lichtenergie, die eine Glühlampe abstrahlt, die kinetische Energie, die in einem beschleunigten PKW steckt sowie die potentielle Energie, die in hochgehobenen Lasten steckt. Über den Umfang des Nutzenergieverbrauchs liegen keine gesicherten Angaben vor, da hierfür praktisch keine Erfassungsmethoden vorhanden sind. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme</b> | <p>Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Gewinnung von Wärme aus Bohrtiefen von bis zu 400 Metern um Gebäude, technische Anlagen oder Infrastruktureinrichtungen zu versorgen. Mittels eines Wärmetauschers wird Wärme aus dem Untergrund gewonnen und an der Oberfläche mit einer Wärmepumpe auf das notwendige Temperaturniveau gebracht.</p> <p>Umweltwärme hingegen ist eine indirekte Erscheinungsform der Sonnenenergie, die in Energieträgern wie Luft, Oberflächengewässer oder der oberen Schicht des Erdreichs gespeichert ist. Charakteristisch ist ein relativ geringes Wärmeniveau, das durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann.</p>  |
| <b>Offshore-Windenergieanlage</b>                 | Windenergieanlage zur Stromerzeugung auf See.   |
| <b>Photovoltaik (PV)</b>                          | Unmittelbare Umwandlung von Solarstrahlung in elektrische Energie mittels Halbleitern, sogenannten Solarzellen.   |
| <b>Primärenergie</b>                              | <p>Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er einer Umwandlung unterworfen wird. Zu den Primärenergieträgern zählen erschöpfliche Energieträger wie Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas und spaltbares Material wie Uranerz sowie erneuerbare Energien (Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie).</p> <p>Die Primärenergie wird in Kraftwerken oder Raffinerien in eine weiterführende Stufe der energetischen Reihe umgewandelt. Dabei kommt es zu Umwandlungsverlusten. Ein Teil der Primärenergieträger wird auch dem nicht-energetischen Verbrauch zugeführt (zum Beispiel Rohöl für die Kunststoffindustrie).</p> |
| <b>Primärenergieverbrauch (PEV)</b>               | Der Primärenergieverbrauch ist der gesamte Verbrauch der in der Natur vorkommenden Primärenergieträger. Er ergibt sich aus deren Summe sowie den Bestandsveränderungen und dem Saldo aus Bezügen und Lieferungen. Er umfasst die für die Umwandlung und den Endverbrauch benötigte Energie.   |
| <b>Prozesswärme</b>                               | Wird für technische Prozesse wie Garen, Schmieden, Schmelzen oder Trocknen benötigt. Sie kann durch Verbrennung, elektrischen Strom oder, im günstigsten Fall, durch Abwärme bereitgestellt werden.   |
| <b>Pumpspeicherkraftwerk</b>                      | Wasserkraftwerke, die bei niedrigem Strombedarf mit Hilfe von elektrischer Energie Wasser aus einem tiefer gelegenen in ein höher gelegenes Reservoir pumpen. Bei Bedarf kann die im Wasser gespeicherte Potentialenergie mittels Turbine und Generator wieder in elektrische Energie umgewandelt werden. Die Kraftwerke werden vor allem zur Deckung von sehr kurzfristig auftretenden Spitzenstromlasten herangezogen. Man unterscheidet zwischen Pumpspeicherkraftwerken mit und ohne natürlichen Zufluss. Lediglich der Teil des natürlichen Zuflusses gilt als erneuerbar und wird bei der Bilanzierung der Elektrizitätsbereitstellung berücksichtigt.  |
| <b>Repowering</b>                                 | Ersatz alter Anlagen zur Stromerzeugung durch neue, leistungsstärkere Anlagen am selben Standort, welcher vor allem bei der Windenergie eine wichtige Rolle spielt.   |
| <b>Sekundärenergie</b>                            | Energie, die als Ergebnis eines Umwandlungsprozesses aus Primärenergie gewonnen wird. Dabei vermindert sich die nutzbare Energiemenge durch Umwandlungsschritte. Sekundärenergieträger sind leitungsgebunden wie Strom, Fernwärme und Stadtgas. Auch eine Veredelung von Brennstoffen wie Kohle und Koks in Brikettierwerken, Erdöl in Raffinerien, Erdgas in Anlagen zur CO <sub>2</sub> - und H <sub>2</sub> S-Abtrennung dient zur leichteren Verfügbarkeitmachung und damit als Umwandlung zu Sekundärenergie.  |
| <b>Smart Grid</b>                                 | „Intelligentes“ Stromnetz, das die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern und anderen Verbrauchern in Stromnetzen umfasst.  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Smart Meter</b>                | „Intelligenter“ Stromzähler, der im Vergleich zu den herkömmlichen Stromzählern nicht nur die Verbrauchsmenge, sondern auch den Zeitpunkt des Verbrauchs erfasst. Dadurch kann der Stromverbrauch eines Haushalts in solche Zeiten verschoben werden, in denen der Strompreis besonders niedrig ist.   |
| <b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>  | Einheit, in der das Versauerungspotenzial eines Luftschadstoffs angegeben wird.  |
| <b>Solarthermische Kraftwerke</b> | Kraftwerke, bei denen die direkte Solarstrahlung in Wärme umgewandelt, auf einen Wärmeträger (zum Beispiel Thermoöl, Wasser, Luft) übertragen und in Kraftmaschinen (zum Beispiel Dampfturbine, Gasturbine) in elektrische Energie transformiert wird.   |
| <b>Solarzelle</b>                 | Wandelt Licht direkt in elektrischen Strom. Die Photonen des Sonnenlichts lösen in Halbleitermaterialien (meist Silizium, gewonnen aus Quarzsand) Elektronen zeitweise aus dem Atomverband und bewirken so einen Stromfluss. Dieses Funktionsprinzip wird als photovoltaischer Effekt bezeichnet (Photovoltaik).   |
| <b>Spitzenleistung</b>            | Maximalleistung eines Sonnenenergiewandlers bei Standard-Testbedingungen (STC, Standard Test Conditions): Globalstrahlung der Stärke 1.000 Watt/Quadratmeter, Umgebungstemperatur von 25 Grad Celsius und Spektralverteilung der Sonne bei 1,5-facher Durchquerung der Erdatmosphäre, üblicherweise nur bei Photovoltaikanlagen als Bezugsgröße gewählt. Die Werte sind reproduzierbare Laborwerte, die aber in der Natur in unseren Breiten niemals auftreten. Bei der Photovoltaik wird die Spitzenleistung in der Einheit Watt-Peak (Wp) angegeben. |
| <b>Substitutionsfaktor</b>        | Beschreibt, in welchem Maße bestimmte Energieträger durch einen anderen Energieträger ersetzt werden. Im Rahmen der Emissionsbilanzierung beschreiben die Substitutionsfaktoren insbesondere den Ersatz fossiler Primär- und Sekundärenergieträger durch erneuerbare Energien.   |
| <b>Steinkohleeinheit (SKE)</b>    | Einheit für den Energiegehalt von Primärenergieträgern. Menge an Energie, die beim Verbrennen eines normierten Kilogramms Steinkohle entsteht.   |
| <b>Treibhauseffekt</b>            | Verschiedene Treibhausgase tragen durch Absorption und erneute Emission von Strahlung zur Erwärmung der Erde bei. Dies wird als Treibhauseffekt bezeichnet. Es wird zwischen einem natürlichen und einem anthropogenen (vom Menschen verursachten) Treibhauseffekt unterschieden.  |
| <b>Treibhausgase</b>              | Atmosphärische Spurengase, die zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs sein können. Beispiele sind Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Methan (CH <sub>4</sub> ), Lachgas (N <sub>2</sub> O), Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> ), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW).   |
| <b>Treibhauspotenzial (GWP)</b>   | Potenzieller Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten, relativ zum Treibhauspotenzial des Stoffes Kohlendioxid, ausgedrückt als GWP-Wert (Global Warming Potential, CO <sub>2</sub> = 1). Der GWP-Wert eines Stoffes hängt davon ab, auf welchen Zeitraum (üblicherweise 100 Jahre) diese Größe bezogen wird.  |
| <b>Übertragungsverluste</b>       | Entstehen bei der Weiterleitung und Umspannung elektrischer Energie. Übertragungsverluste steigen im Quadrat zur übertragenen Stromstärke. Das ist der Grund dafür, dass Strom hinsichtlich der Übertragung über größere Entfernungen mit Hilfe von Transformatoren hochtransformiert wird.  |
| <b>Vermeidungsfaktor</b>          | Vermiedene Emissionen, bezogen auf eine Einheit Endenergie aus erneuerbaren Energien (Strom, Wärme oder Kraftstoff).   |



|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Versauerungspotenzial</b>   | Beitrag eines versauernd wirkenden Luftschadstoffes (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ) zur Versauerung. Beschreibt die Erhöhung der Konzentration von H <sup>+</sup> -Ionen in Luft, Wasser und Boden. Schwefel- und Stickstoffverbindungen aus anthropogen verursachten Emissionen reagieren in der Luft zu Schwefel- beziehungsweise Salpetersäure, die als „Saurer Regen“ zur Erde fallen und Boden, Gewässer, Lebewesen und Gebäude schädigen. |
| <b>Vorketten</b>               | Dem Anlagenbetrieb vorgelagerte Prozesse der Gewinnung, Bereitstellung und Verarbeitung von Materialien und Brennstoffen, die zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen zur Energieerzeugung benötigt werden.   |
| <b>Wirkungsgrad</b>            | Verhältnis von abgegebener Leistung zu zugeführter Leistung. Abgrenzung zum Nutzungsgrad, der den Energieertrag zum Energieeinsatz ins Verhältnis setzt.   |
| <b>Wirkungsgradmethode</b>     | Die Berechnung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland wird wegen internationaler Vergleichbarkeit ab 1990 nach der Wirkungsgradmethode dargestellt. Entsprechend dem Vorgehen bei internationalen Organisationen (IEA, EUROSTAT, ECE) wird angenommen, dass zur Stromerzeugung der Energiegehalt der eingesetzten Kernenergie zu 33 Prozent, der Wasser-/Windkraft und der Photovoltaik zu 100 Prozent und des Stromimports ebenfalls zu 100 Prozent genutzt wird. |
| <b>Windenergieanlage (WEA)</b> | Im engeren Sinne Anlagen zur Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie. Die Abgrenzung zu kleinen Windenergieanlagen (KWEA) erfolgt fließend.  |
| <b>Wärmepumpe</b>              | Technische Anlage, mit der das Temperaturniveau von verfügbarer Wärmeenergie durch Zuführung einer Antriebsenergie erhöht werden kann, sodass eine technische Nutzung möglich wird. Das Prinzip der Wärmepumpe findet auch im Kühlschrank Anwendung, wo es jedoch zur Kühlung eingesetzt wird.   |

## Quellenverzeichnis

### Mitteilungen aus:

- [1] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW).
- [3] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. [www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de).
- [4] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin.
- [6] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW), Berlin.
- [15] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, (BMELV), Bonn.
- [16] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Amtliche Mineralölstatistik, [www.bafa.de](http://www.bafa.de).
- [19] Deutscher Energie-Pellet-Verband (DEPV), [www.depv.de](http://www.depv.de).
- [21] Statistisches Bundesamt (StBA), Wiesbaden.
- [26] Solarenergie-Förderverein Deutschland e. V. (SFV), Aachen.
- [31] Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. V. (AGQM).
- [32] Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP).
- [39] EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart, 2007 und Vorjahre.
- [40] Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart.
- [48] Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) GmbH, [www.dewi.de](http://www.dewi.de).
- [51] Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), Berlin.
- [52] Bundesnetzagentur (BNetzA), Bonn.
- [60] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Gülzow.
- [66] Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen (ITAD).
- [67] EEFA GmbH & Co. KG, Münster.
- [127] erdgas mobil GmbH, Berlin.

### Literatur:

- [2] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland – Daten für die Jahre von 1990 bis 2012, Berlin, Stand: Juli 2013.
- [5] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU): Erweiterung der Treibhausgas-Bilanzen ausgewählter Biokraftstoffpfade, Heidelberg, Januar 2011.
- [7] Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE): Analyse der prognostizierten EEG-Umlagen anhand der EEG-Abrechnungen und des EEG-Kontos, im Auftrag des BMU, Juli 2012.
- [8] Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (VDEW): Endenergieverbrauch in Deutschland, VDEW-Materialien, Frankfurt a. M. 1998/1999/2000/2001/2002/2003.
- [9] Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (VDEW): Energie Spezial – Endenergieverbrauch in Deutschland 2004, Berlin, 2006.
- [10] Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (VDEW): Energie Info – Endenergieverbrauch in Deutschland 2005, Berlin, 2007.
- [11] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW): Energie-Info Endenergieverbrauch in Deutschland 2006 und 2007, Berlin, Februar und Dezember 2008.
- [12] Deutsches BiomasseForschungszentrum GmbH (DBFZ) in Kooperation mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse – Endbericht zur EEG-Periode 2009 bis 2011, Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, März 2012.
- [13] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Verkehr in Zahlen 2008/2009. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (Hrsg.).
- [14] „Erster/Zweiter/Dritter/Vierter/Fünfter/Sechster/Siebter/Achter nationaler Bericht zur Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG vom 08.05.2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“, BMU, Vorjahre BMELV.
- [17] Grawe, J.; Nitschke, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1990/91. In: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahrgang 90 (1991), Heft 24, VDEW (Hrsg.).
- [18] Grawe, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1992 und 1994. Beide in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahrgang 92 (1993) sowie Jahrgang 94 (1995), jeweils Heft 24, VDEW (Hrsg.).

- [20] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Evaluierung der KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland, 2007 bis 2011, <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Downloadcenter/Konzernthemen/Research/Studien-und-Materialien/Evaluationen-Erneuerbare-Energien/>.
- [22] Böhmer, T.: Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung in den Jahren 2000 bis 2003. Alle in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahr 2000 in Jahrgang 101 (2002), Heft 7, Jahr 2001 in Jahrgang 102 (2003), Heft 7, Jahr 2002 in Jahrgang 101 (2002), Heft 10, Jahr 2003 in Jahrgang 104 (2005), Heft 10, alle VDEW (Hrsg.).
- [23] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW): BDEW-Strompreisanalyse Mai 2012 – Haushalte und Industrie, Berlin, Fassung vom 4. Mai 2012.
- [25] Fichtner GmbH & Co. KG, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Solar- und Wärmetechnik Stuttgart (SWT): Evaluierung des Marktanzreizprogramms für Erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010, Zwischenbericht Dezember 2011, [www.erneuerbare-energien.de/46978](http://www.erneuerbare-energien.de/46978).
- [27] Grawe, J.; Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1996. In: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahrgang 96 (1997), Heft 24, VDEW (Hrsg.).
- [28] Wagner, E.: Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1997, 1998 und 1999. Alle in: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahrgang 97 (1998), Jahrgang 98 (1999) sowie Jahrgang 99 (2000), jeweils in Heft 24, VDEW (Hrsg.).
- [29] Kiesel, F.: Ergebnisse der VDEW-Erhebung Regenerativanlagen 2004 und 2005. Beide in: ew (Elektrizitätswirtschaft), beide Jahre in Jahrgang 105 (2006), Heft 10 sowie Heft 26, VDEW (Hrsg.).
- [30] Kiesel, F.: Ergebnisse der BDEW-Erhebung Regenerativanlagen 2006. In: ew (Elektrizitätswirtschaft), Jahrgang 106 (2007), Heft 25 bis 26, VDEW (Hrsg.).
- [33] Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) GmbH: Status der Windenergienutzung in Deutschland – Stand 31. Dezember 2012, DEWI Magazin, 2004 bis 2012, [www.dewi.de](http://www.dewi.de).
- [34] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I to the Convention, Part I: UNFCCC reporting guidelines on annual inventories (following incorporation of the provisions of decision 13/CP.9); FCCC/SBSTA/2004/8.
- [35] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) et al.: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG – Forschungsbericht, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Juni 2011, [www.erneuerbare-energien.de/47459](http://www.erneuerbare-energien.de/47459).
- [36] Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Kurz- und langfristige Arbeitsplatzwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland, im Auftrag des BMU (Hrsg.), Februar 2011, [www.erneuerbare-energien.de/47015](http://www.erneuerbare-energien.de/47015).
- [37] Bundesregierung (BR): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminde rung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotenzial sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen, Stand: 10. Mai 2012, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/096/1709621.pdf>.
- [38] O'Sullivan, M. (DLR); Edler, D.; Bickel, P.; Lehr, U.; Peter, F.; Sakowski, F.: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 – eine erste Abschätzung, Stand 20. März 2013, Im Auftrag des BMU, [www.erneuerbare-energien.de/die-themen/arbeitsplatzeffekte-qualifizierung-akzeptanz/arbeitsplaetze/](http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/arbeitsplatzeffekte-qualifizierung-akzeptanz/arbeitsplaetze/).
- [41] Sensfuß, F.: Analysen zum Merit-Order-Effekt erneuerbarer Energien – Update für das Jahr 2011, Karlsruhe, 7. August 2012.
- [42] Umweltbundesamt (UBA): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012 – Aktualisierte Anhänge 1,2 und 3 der Veröffentlichung „Climate Change 15/2013“ Dessau-Roßlau, Stand: Juli 2013.
- [43] Barbara Breitschopf/Fraunhofer ISI unter fachlicher Mitarbeit von Michael Memmler/Umweltbundesamt: Ermittlung vermiedener Umweltschäden – Hintergrundpapier zur Methodik; Untersuchung im Rahmen des Projekts „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien“ im Auftrag des BMU, Juni 2012.
- [44] Statistisches Bundesamt (StBA): Energiesteuer – Fachserie 14 Reihe 9.3, Jahre 2008 bis 2011, Stand: 18. September 2012, <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/FinanzenSteuern/Steuern/Verbrauchssteuer/Energiesteuer.html>.
- [45] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten zur Energiebilanz 2000 bis 2011, [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de).
- [46] Breitschopf, B.; Diekmann, J.: Vermeidung externer Kosten durch erneuerbare Energien – methodischer Ansatz und Schätzung für 2009. Untersuchung im Rahmen des Projekts „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt“ (Arbeitspaket 3); Juni 2010, [www.erneuerbare-energien.de/inhalt/46680/40870/](http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/46680/40870/).

- [47] Bundesumweltministerium/Referat K I III 1: Informationen zur Kalkulation der EEG-Umlage für das Jahr 2012, Stand: 26. März 2012, [www.erneuerbare-energien.de/48500](http://www.erneuerbare-energien.de/48500).
- [49] Fact-Sheet alpha ventus, Stand: Dezember 2012, [www.alpha-ventus.de](http://www.alpha-ventus.de), Download 1. Februar 2013.
- [50] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS), Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES): Monitoring der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich im Jahr 2012; Untersuchung im Rahmen des Projektes „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRes)“, gefördert durch das BMU, Juni 2013.
- [53] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Osnabrück; Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Saarbrücken; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin: Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt – Arbeitspaket 1. Im Auftrag des BMU, März 2010, [www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/40870/](http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/40870/).
- [55] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Kurz-Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2010; im Auftrag des BMU, Juni 2011, [www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/40870/](http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45801/40870/).
- [56] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Second Assessment Report Climate Change 1995; weitere Informationen unter [www.de-ipcc.de](http://www.de-ipcc.de).
- [57] Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten- und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern, Studie im Auftrag des BMU, Osnabrück, Stuttgart, Stand: Juni 2012, [www.erneuerbare-energien.de/N48547](http://www.erneuerbare-energien.de/N48547).
- [58] Institut für Energetik und Umwelt GmbH (IE), Leipzig, Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Prof. Dr. jur. Stefan Klinski, Berlin: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Stromerzeugung aus Biomasse – Endbericht, im Auftrag des BMU, März 2008.
- [59] Bracke, R.; Platt, M.; Exner, St.: Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends. GeothermieZentrum Bochum (GZB) im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, März 2010.
- [61] Leipzig-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) (Hrsg.): Geothermisches Informationssystem für Deutschland, [www.geotis.de](http://www.geotis.de).
- [62] Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2012 in den Bundesländern, im Auftrag des BMU, Osnabrück, Stand: Juli 2013, [www.erneuerbare-energien.de/N48673](http://www.erneuerbare-energien.de/N48673).
- [63] Verbraucherzentrale NRW: Strompreisstudie NRW: Kritik an Aufschlägen und Informationspolitik, 2013, [www.vz-nrw.de/strompreisstudie](http://www.vz-nrw.de/strompreisstudie).
- [64] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990 bis 2012 nach Energieträgern, Stand 14. Februar 2013.
- [65] Umweltbundesamt (UBA): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Dessau-Roßlau, 2007.
- [68] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (EEG/KWK-G): EEG-Jahresabrechnungen, [www.eeg-kwk.net/cps/rde/xchg/eeg\\_kwk/hs.xml/EEG\\_Jahresabrechnungen.htm](http://www.eeg-kwk.net/cps/rde/xchg/eeg_kwk/hs.xml/EEG_Jahresabrechnungen.htm).
- [69] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin: Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ 1995 bis 2011.
- [70] Lehr, U.: Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Veröffentlichung im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt“, Osnabrück, Mai 2011.
- [71] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): Solar Thermal and Concentrated Solar Power Barometer; Studie von EurObserv'ER, in: le journal du photovoltaïque, N° 215 – 2013, May 2013, [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org).
- [72] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH – HERA Household Energy Programme: Cooking Energy – Why it really matters if we are to halve poverty by 2015, 2007, <http://www.giz.de/Themen/de/13652.htm>.
- [73] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Energiebilanz für Deutschland, 1990 bis 2011, Berlin, 2013.
- [74] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA): EEG-Statistikberichte zu den Jahresendabrechnungen 2007 bis 2011, [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de).
- [75] Umweltbundesamt (UBA): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012. Climate Change 15/2013, Dessau-Roßlau, 2013, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de).



- [76] Sensfuß, F.: Analysen zum Merit-Order-Effekt erneuerbarer Energien – Update für das Jahr 2010, Karlsruhe, 4. November 2011, [www.erneuerbare-energien.de/47928](http://www.erneuerbare-energien.de/47928).
- [77] NEEDS, New Energy Externality Developments for Sustainability (04/09), Integrated Project, DG Research EC, 6<sup>th</sup> Framework Programme, Mai 2004 bis 2009; Deliverable n° 6.1 – RS1a, „External costs from emerging electricity generation technologies“, [www.needs-project.org](http://www.needs-project.org) download im Juni 2009.
- [78] Red Eléctrica de España (REE): The Spanish Electricity System – Preliminary Report 2012, 21 December 2012, [www.ree.es/ingles/sistema\\_electrico/informeSEE-avance2012.asp](http://www.ree.es/ingles/sistema_electrico/informeSEE-avance2012.asp).
- [79] Bundesregierung (BR): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV) vom 30. September 2009 (BGBl. I Seite 3182).
- [80] Bundesregierung (BR): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV) vom 23. Juli 2009 (BGBl. I Seite 2174).
- [81] Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (VDB): Umfrage: Heimischer Biodiesel fast ausschließlich aus Rapsöl, Pressemitteilung 16. April 2013 [www.biokraftstoffverband.de/index.php/daten-und-fakten.html](http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/daten-und-fakten.html), 2013.
- [82] Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDBe): Marktdaten – Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen, [www.bdbe.de/branche/marktdaten\\_e10-verbrauch/2013](http://www.bdbe.de/branche/marktdaten_e10-verbrauch/2013).
- [83] Ciroth, A.: Validierung der Emissionsfaktoren ausgewählter erneuerbarer Energiebereitstellungsketten, Berlin, 2009.
- [84] Ecoinvent v2.01: Datenbank des Schweizer Zentrums für Ökoinventare v2.0. EMPA, St. Gallen, 2007.
- [85] EP/ER: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, Amtsblatt der EU L140/15 v. 5. Juni 2009.
- [86] Frick, S.; Schröder, G.; Rychtyk, M. et al.: Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung. Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Leipzig, 2008.
- [87] Frondel, M.; Grösche, P.; Tauchmann, H. et al.: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2005. Forschungsprojekt Nr. 15/06 des BMWi, 2008.
- [88] Klobasa, M.; Sensfuß, F.: CO<sub>2</sub>-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien – Update für 2010 und 2011 – Gutachten, Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Karlsruhe, Februar 2013.
- [89] Vogt, R.; Gärtner, S.; Münch, J. et al.: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, Heidelberg, 2008.
- [90] Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH (IINAS): Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.8/2012.
- [91] Öko-Institut: Aktualisierung von Ökobilanzdaten für erneuerbare Energien im Bereich Treibhausgase und Luftschadstoffe, Endbericht, BMU-Vorhaben 0325188, Juni 2012.
- [92] Umweltbundesamt (UBA): Zentrales System Emissionen. UBA- Datenbank zur Unterstützung der Emissionsberichterstattung, Submission 2012, Stand: Februar 2013.
- [94] International Energy Agency (IEA), European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF) – Solar Heating and Cooling Programme: Common calculation method of the solar thermal energy produced worldwide available, Press release, 15. November 2011, [www.iea-shc.org](http://www.iea-shc.org).
- [96] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2012, Bonn, 30. Juni 2013.
- [97] International Energy Agency (IEA): Energy Balances of Non-OECD Countries, 2012 Edition.
- [98] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg: Online Database, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>.
- [99] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): Worldwide electricity production from renewable energy sources – stats and figures series, fourteenth inventory, 2012 edition, [http://www.energies-renouvelables.org/electricite\\_renouvelable.asp](http://www.energies-renouvelables.org/electricite_renouvelable.asp).
- [100] European Wind Energy Association (EWEA): Wind in power – 2012 European Statistics, February 2013, [www.ewea.org](http://www.ewea.org).
- [101] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): Wind Power Barometer; A study carried out by EurObserv'ER, in: le journal de l'éolien, N° 12 – 2013, February 2013, [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org).
- [102] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): The state of renewable energies in Europe, 12<sup>th</sup> EurObserv'ER report, [www.eurobserv-er.org/](http://www.eurobserv-er.org/).
- [103] European Commission: Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Renewable energy progress report; COM(2013) 175 final, Brussels, 27.03.2013.
- [104] International Energy Agency (IEA): Energy Balances of Non-OECD Countries, Online Database, 2012 Edition.
- [105] International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2012, OECD/IEA, 2012, <http://www.worldenergyoutlook.org/>.

- [106] Sunstore 4: Project no. 249800. Rev 26. Februar 2010, [http://wk.bakuri.dk/filarkiv/solarmarstal.bakuri.dk/file/del\\_af\\_annex\\_1\(1\).pdf](http://wk.bakuri.dk/filarkiv/solarmarstal.bakuri.dk/file/del_af_annex_1(1).pdf).
- [107] Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee NR. 1,2,3; [www.fino-offshore.de](http://www.fino-offshore.de), Download 01.02.2013.
- [108] European Wind Energy Association (EWEA): The European offshore wind industry – key trends and statistics 2012, January 2013, [www.ewea.org](http://www.ewea.org).
- [109] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER): Photovoltaic Barometer; Studie von EurObserv'ER, in: le journal du photovoltaïque, N° 9 – 2013, Avril 2013, [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org).
- [110] Weiss, W.; Mauthner, F.: Solar Heat Worldwide – Markets and Contribution to the Energy Supply 2010, Edition 2012, IEA Solar Heating & Cooling Programme (SHC), May 2012, [www.iea-shc.org](http://www.iea-shc.org).
- [111] Global Wind Energy Council (GWEC): Global wind statistics 2012, 11. Februar 2013, [www.gwec.net](http://www.gwec.net).
- [112] International Energy Agency (IEA): Renewables Informations Statistics, OECD – Renewables Balance, OECD/IEA, 2012, [http://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-renewables-information-statistics\\_renewab-data-en](http://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-renewables-information-statistics_renewab-data-en).
- [113] REN21: “Renewables 2013 Global Status Report” (Paris: REN21 Secretariat), 2013 Edition, [www.ren21.net](http://www.ren21.net).
- [114] Förderung-Photovoltaik.eu – der europäische Förderleitfaden für Photovoltaik: Einspeisevergütungen Photovoltaik Italien 2010 und 2011, <http://www.foerderung-photovoltaik.eu/inhalte/einspeiseverguetungen-photovoltaik-italien.html>, Stand: November 2010, 1. März 2013.
- [115] PointCarbon: [www.pointcarbon.com/](http://www.pointcarbon.com/), Zugriff nur für registrierte Nutzer.
- [116] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg: SHARES 2011 – Short Assessment of Renewable Energy Sources; Last updated: 11 June 2013, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/other\\_documents](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/other_documents).
- [117] Europäische Kommission: Erneuerbare Energien: Fortschritte auf dem Weg zum Ziel für 2020, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat, KOM(2011) 31, 31. Januar 2011, [http://ec.europa.eu/energy/renewables/reports/doc/com\\_2011\\_0031\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/reports/doc/com_2011_0031_de.pdf).
- [118] Europäische Kommission: Recent progress in developing renewable energy sources and technical evaluation of the use of biofuels and other renewable fuels in transport in accordance with Article 3 of Directive 2001/77/EC and Article 4(2) of Directive 2003/30/EC, Commission staff working document, SEC(2011) 130, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2011:0130:FIN:EN:PDF>.
- [119] Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), European Environment Agency: Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States, Summary Report, 28 November 2011, [www.ecn.nl/units/ps/themes/renewable-energy/projects/nreap/](http://www.ecn.nl/units/ps/themes/renewable-energy/projects/nreap/).
- [120] European Photovoltaic Industry Association (EPIA): Press Release: World's solar photovoltaic capacity passes 100-gigawatt landmark after strong year, Brussels, 11 February 2013, [www.epia.org](http://www.epia.org).
- [121] The PEW Charitable Trusts: Who's winning the clean energy race? Edition 2012, [http://www.pewtrusts.org/our\\_work\\_detail.aspx?id=692](http://www.pewtrusts.org/our_work_detail.aspx?id=692).
- [122] BINE Informationsdienst: Forschen mitten im Meer, Projektinfo 17/2011, [www.bine.info/hauptnavigation/special-interest/publikation/forschen-mitten-im-meer/](http://www.bine.info/hauptnavigation/special-interest/publikation/forschen-mitten-im-meer/).
- [123] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Hintergrundinformationen zur Besonderen Ausgleichsregelung, Stand: 26. Februar 2013, Referat E I 1, [www.erneuerbare-energien.de/user-service/media-thek/downloads/detailansicht/artikel/hintergrundinformationen-zur-besonderen-ausgleichsregelung-fuer-die-jahre-2012-2013/?tx\\_ttnews\[backPid\]=232&cHash=b7a7817a12b42e2fa1b03452f11777e6](http://www.erneuerbare-energien.de/user-service/media-thek/downloads/detailansicht/artikel/hintergrundinformationen-zur-besonderen-ausgleichsregelung-fuer-die-jahre-2012-2013/?tx_ttnews[backPid]=232&cHash=b7a7817a12b42e2fa1b03452f11777e6).
- [124] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (EEG/KWK-G): Prognose der EEG-Umlage 2012 nach AusglMechV, Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB, Stand: 15. Oktober 2011, [www.eeg-kwk.net/de/772.htm](http://www.eeg-kwk.net/de/772.htm).
- [125] International Energy Agency (IEA): Energy Balances of OECD Countries, 2012 Edition.
- [126] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Zeitreihen zur Entwicklung der Kosten des EEG – Unter Verwendung von durch die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) veröffentlichter Daten, Stand: Oktober 2012, <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/datenservice/zeitreihen-entwicklung-ab-1990/>.

**INFORMATIONEN ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN**  
 (unter anderem Dokumente des BMU, Pressemitteilungen, Forschungsergebnisse, Publikationen)  
 auf der BMU-Themenseite  
**ERNEUERBARE ENERGIEN**  
 im Internet unter  
[www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)

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

Grundgesetz, Artikel 20 a

**BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:**

Publikationsversand der Bundesregierung

Postfach 48 10 09

18132 Rostock

Tel.: 01805 / 77 80 90\*

Fax: 01805 / 77 80 94\*

E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)

Internet: [www.bmu.de/bestellformular](http://www.bmu.de/bestellformular)

(\*0,14 Euro/Minute aus dem deutschen Festnetz; abweichende Preise aus den Mobilfunknetzen möglich)

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.