



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Energie **wende**  
Umschalten auf Zukunft

---

# Erneuerbare Energien in Zahlen

---

*Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016*



## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
Öffentlichkeitsarbeit  
11019 Berlin  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### Redaktion und fachliche Bearbeitung

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart,  
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet I 2.5, Dessau-Roßlau

### Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

### Stand

September 2017

### Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt

### Bildnachweis

P. Nowack penofoto.de – Fotolia; Luc Beziat-Cultura –  
plainpicture (Titel)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des  
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.  
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum  
Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung  
auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen  
der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder  
Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und  
Energie ist mit dem audit berufundfamilie®  
für seine familienfreundliche Personalpolitik  
ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von  
der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative  
der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



**Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:**  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

---

# Erneuerbare Energien in Zahlen

---

*Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016*

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                     |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Einleitung</b> .....                                                             | <b>4</b> |
| <b>Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)</b> .....               | <b>5</b> |
| <b>Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland</b> .....                            | <b>6</b> |
| Zukünftiger Ausbau der erneuerbaren Energien.....                                   | 6        |
| Monitoring der Energiewende.....                                                    | 6        |
| Strom.....                                                                          | 8        |
| Wärme.....                                                                          | 13       |
| Verkehr.....                                                                        | 17       |
| Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....                    | 19       |
| Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien..... | 22       |
| Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz.....                               | 23       |
| Die EEG-Umlage.....                                                                 | 24       |
| Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von EE-Anlagen.....                   | 25       |
| Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich.....                                | 28       |
| Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr.....                                     | 30       |
| Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien.....       | 31       |

|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union</b> .....                                           | <b>33</b> |
| Fortschrittsberichte nach der Richtlinie 2009/28/EG.....                                                       | 34        |
| Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch<br>in Deutschland im Jahr 2016..... | 37        |
| Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....                                                                  | 38        |
| Windenergienutzung.....                                                                                        | 41        |
| Solarenergienutzung – Stromerzeugung.....                                                                      | 44        |
| Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung.....                                                                 | 45        |
| Erneuerbare Energien im Verkehrssektor.....                                                                    | 46        |
| <b>Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien</b> .....                                                   | <b>49</b> |
| Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....                                                                  | 49        |
| Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren.....                                                              | 51        |
| Investitionen in erneuerbare Energien und Beschäftigung.....                                                   | 51        |
| <b>Anhang</b> .....                                                                                            | <b>54</b> |
| Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien.....                                                         | 54        |
| Methodische Hinweise.....                                                                                      | 58        |
| <b>Umrechnungsfaktoren</b> .....                                                                               | <b>62</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....                                                                             | <b>63</b> |
| <b>Glossar</b> .....                                                                                           | <b>64</b> |
| <b>Quellenverzeichnis</b> .....                                                                                | <b>72</b> |

# Einleitung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der neuen Ausgabe der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ informiert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie detailliert über die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2016.

Danach stellt sich die Nutzung der erneuerbaren Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland wie folgt dar:

- Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Bruttostromverbrauch ist von 31,5 Prozent im Jahr 2015 auf 31,7 Prozent im Jahr 2016 angestiegen.
- Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme ist mit 13,0 Prozent gegenüber dem Vorjahr stabil geblieben.
- Im Verkehrsbereich erreichte der Beitrag der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs 5,2 Prozent – ein leichter Rückgang gegenüber dem Vorjahr (5,3 Prozent).

Insgesamt ist die Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2016 in Deutschland nur langsam vorangeschritten.

Die Nutzung der erneuerbaren Energien ist zugleich mit positiven ökologischen und ökonomischen Effekten verbunden:

- Im Jahr 2016 wurde die Emission von 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten vermieden, davon allein 119 Millionen Tonnen im Strombereich.
- Insgesamt 15,1 Milliarden Euro wurden im letzten Jahr in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen investiert.
- Der Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen löste wirtschaftliche Impulse in Höhe von 15,6 Milliarden Euro aus.

Grundlage der Daten sind die Ergebnisse der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), die im Auftrag des BMWi die Bilanz der erneuerbaren Energien in Deutschland erarbeitet.

Mit der Publikation wird über weitere Themen informiert, wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sowie die Förderung der erneuerbaren Energien im Wärme- und Verkehrsbereich und im Bereich Forschung und Entwicklung.

Neben den aktuellen Informationen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland informiert die Publikation auch über deren Nutzung in der Europäischen Union, die sich ebenfalls anspruchsvolle Ziele gesetzt hat. Abgerundet wird die Publikation mit Daten zur weltweiten Nutzung der Erneuerbaren.

Die hier veröffentlichten Daten für das Jahr 2016 stellen eine Momentaufnahme mit Redaktionsschluss August 2017 dar – sie haben damit an einigen Stellen noch vorläufigen Charakter.

Parallel zu dieser Publikation veröffentlicht das BMWi auf seinen Internetseiten aktualisierte Zeitreihen seit dem Jahr 1990 zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland sowie vielfältige Schaubilder. Diese Zeitreihen und Schaubilder werden zum Jahreswechsel 2017/18 aktualisiert.

Vielfältige weiterführende Informationen zur Energiewende und zu den erneuerbaren Energien finden Sie im Online-Angebot des BMWi unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) und <http://www.erneuerbare-energien.de>.

Ihr Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Berlin, im September 2017

# Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)



Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) erstellt seit Februar 2004 Statistiken und Daten zu den erneuerbaren Energien und stellt diese auf eine umfassende, aktuelle und abgestimmte Basis. Die AGEE-Stat arbeitet im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Die Ergebnisse sind Teil der vorliegenden Veröffentlichung.

Die AGEE-Stat ist ein unabhängiges Fachgremium. Mitglieder sind Experten aus

• dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi),

• dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB),

• dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL),

• dem Umweltbundesamt (UBA),

• dem Statistischen Bundesamt (StBA),

• der Bundesnetzagentur (BNetzA),

• 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).

Anfang 2016 hat das Umweltbundesamt die Geschäftsstelle und Leitung der Arbeitsgruppe vom ZSW übernommen, das zuvor seit Bestehen der Arbeitsgruppe damit betraut war. Leiter ist seitdem Michael Memmler (UBA).

Schwerpunkt der Tätigkeiten der AGEE-Stat ist es, umfassende Statistiken zur Nutzung der erneuerbaren Energien zu entwickeln und zu pflegen. Weiter 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

• Informationen zu Daten und zur Entwicklung der erneuerbaren Energien zur Verfügung zu stellen.

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

Weitere Informationen zur AGEE-Stat und zu erneuerbaren Energien sind auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter <http://www.erneuerbare-energien.de> zu finden.

# Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland

**Die Energiewende ist Deutschlands Weg in eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Zentrales Element ist dabei die Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien. Auf diesem Weg haben wir schon viel erreicht: Fast ein Drittel unseres Stroms stammt inzwischen aus Wind, Sonne und Co. Erneuerbare Energien sind somit inzwischen unsere wichtigste Stromquelle geworden. Im Wärmebereich gab es in den letzten Jahren ebenfalls einen Nutzungsausbau, jedoch mit deutlich geringerer Dynamik als beim Strom. Im Verkehrsbereich bewegt sich der Anteil der erneuerbaren Energien seit dem Jahr 2008 leicht rückläufig.**

## Zukünftiger Ausbau der erneuerbaren Energien

Das im Jahr 2000 in Kraft getretene und seitdem mehrfach novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hatte das Ziel, den jungen Technologien wie Windenergie- und Photovoltaikanlagen durch eine garantierte Abnahme und feste Vergütungen den Markteintritt zu ermöglichen. Es hat damit den Grundstein für den Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) im Stromsektor geschaffen und sie von einer Nischenexistenz zur tragenden Säule der deutschen Stromversorgung gemacht. Mit einem Anteil von 31,7 Prozent am Bruttostromverbrauch im Jahr 2016 sind die erneuerbaren Energien nunmehr wichtigster Energieträger im Strombereich.

Bereits mit dem EEG 2014 verfolgte die Bundesregierung u. a. das Ziel, den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien durch die Definition von Ausbaukorridoren für die einzelnen EE-Technologien sicherzustellen – auf Anteile von 40 bis 45 Prozent am Bruttostromverbrauch im Jahr 2025 sowie von 55 bis 60 Prozent im Jahr 2035. Weiterhin war im EEG 2014 bereits verankert, dass die Vergütungssätze spätestens ab dem Jahr 2017 in einem wettbewerblichen Ausschreibungsverfahren ermittelt werden sollen. Hierfür wurden seit dem Jahr 2015 erfolgreich für Photovoltaik-Freiflächenanlagen Pilotausschreibungen durchgeführt. Diese haben sich bewährt – sie führten zu Wettbewerb und sinkenden Kosten.

Mit der jüngsten Novelle, dem EEG 2017, das am 1. Januar 2017 in Kraft trat, werden auch bei anderen Technologien wie insbesondere der Windenergie Ausschreibungen zur Regel. Ausgenommen sind lediglich Anlagen, die eine kleinere Leistung als 750 Kilowatt haben, also vor allem kleine Photovoltaikanlagen.

Die EEG-Reform 2017 ist ein zentraler Baustein auf der Zielgeraden zur Umsetzung der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, nach der Deutschland bis zum Jahr 2020 einen

Anteil erneuerbarer Energien von 18 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch erreichen muss, denn der Strombereich spielt hierbei eine maßgebliche Rolle.

Wesentliches Instrument für den Wärme-/Kältebereich ist darüber hinaus das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), welches durch das Marktanreizprogramm (MAP) hinsichtlich der finanziellen Förderung ergänzt wird. Der Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich schließlich wird weitgehend durch das Biokraftstoffquotengesetz bestimmt. Für den Einsatz von EE-Strom im Verkehr sind zudem die Elektromobilitätsstrategie und seit dem Jahr 2016 die Kaufprämie für Elektrofahrzeuge zu nennen.

Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte gemäß Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz auf 14 Prozent und nach EU-Richtlinie 2009/28/EG am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf 10 Prozent ansteigen. Diese Ziele tragen dazu bei, die Treibhausgasemissionen in Deutschland (bezogen auf das Jahr 1990) bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 bis 95 Prozent zu senken. Dazu soll der gesamte Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 25 Prozent sowie der Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 50 Prozent reduziert werden.

## Monitoring der Energiewende

Der Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ der Bundesregierung begleitet die Entwicklung der Energiewende fortlaufend. Aufgabe des Monitoring-Prozesses ist es vor allem, die Vielzahl der verfügbaren energiestatistischen Informationen zu analysieren, zu verdichten und verständlich zu machen – und so im Monitoring-Bericht jährlich einen Überblick über den Stand der Energiewende zu geben. Im Rahmen dieses Prozesses hat die Bundesregierung im Dezember 2016 den inzwischen fünften Monitoringbericht



zur Energiewende vorgelegt. Der Monitoring-Prozess wird von einem vierköpfigen Expertengremium wissenschaftlich begleitet und kommentiert.

dienen auch der Erstellung der Monitoring- und Fortschrittsberichte sowie zahlreicher weiterer Berichtspflichten auf nationaler und internationaler Ebene.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Zahlen sind die wesentliche Datengrundlage zur Beobachtung des Fortschritts beim Ausbau erneuerbarer Energien. Die Daten

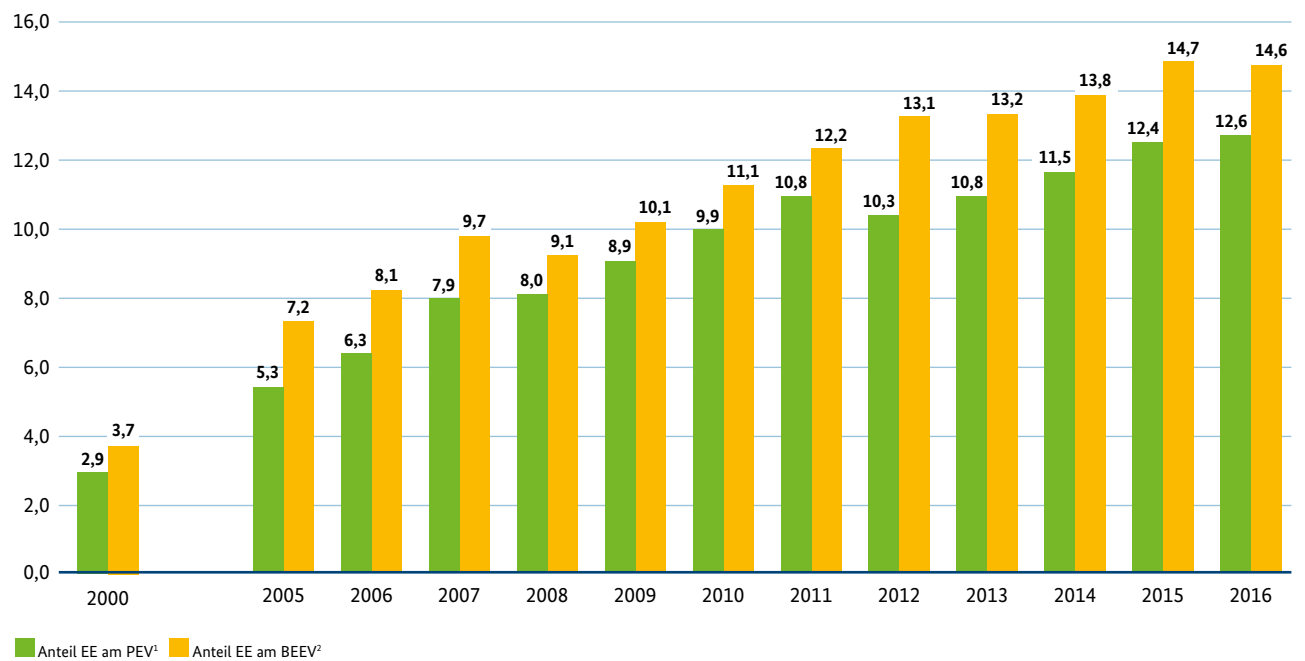
**Abbildung 1: Erneuerbare Energien in Deutschland – Status quo**

| Kategorien                                                                           | 2016           | 2015           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Anteil erneuerbarer Energien</b>                                                  |                |                |
| am Bruttoendenergieverbrauch                                                         | 14,6           | 14,7           |
| am Bruttostromverbrauch                                                              | 31,7           | 31,5           |
| am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte                                               | 13,0           | 13,0           |
| am Endenergieverbrauch Verkehr                                                       | 5,2            | 5,3            |
| am Primärenergieverbrauch                                                            | 12,6           | 12,4           |
| <b>Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien</b> |                |                |
| Gesamte Treibhausgas-Vermeidung                                                      | 160 Mio. t     | 158 Mio. t     |
| davon durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch                                         | 100,0 Mio. t   | 100,2 Mio. t   |
| <b>Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien</b>               |                |                |
| Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen                                        | 15,1 Mrd. Euro | 14,0 Mrd. Euro |
| Kosten/Umsätze aus dem Betrieb der Erneuerbare-Energien-Anlagen                      | 15,6 Mrd. Euro | 14,9 Mrd. Euro |

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 2 und 6, vorläufige Angaben

**Abbildung 2: Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch und Primärenergieverbrauch**

in Prozent



1. Sinkender Anteil am PEV durch Methodikänderung ab dem Jahr 2012, Vorjahre noch nicht revidiert

2. Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch ohne Berücksichtigung spezieller Rechenvorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EG. Nähere Informationen zur Berechnungsmethodik siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; EEFA; AGEB [1], [2]; Eurostat [3] und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

## Strom

### Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien stabil

Gut 188 Milliarden Kilowattstunden Strom wurden im Jahr 2016 aus erneuerbaren Energien erzeugt und damit nur geringfügig mehr als im Vorjahr (2015: 187 Milliarden Kilowattstunden). Die erneuerbaren Energien festigten damit ihren ersten Rang im Strombereich vor der Braunkohle, konnten aber an die rasanten Zuwächse der vergangenen Jahre nicht anknüpfen. So stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch nur noch leicht auf 31,7 Prozent an (2015: 31,5 Prozent). Grund für diese verhaltene Entwicklung waren witterungsbedingte Rückgänge bei der Stromerzeugung aus Windenergie an Land sowie aus Photovoltaik, während der Leistungszubau bei beiden Technologien weiter voranschritt.

### Starke Zubauzahlen bei Windenergie an Land

Die Windenergienutzung an Land wurde im Jahr 2016 weiter kräftig ausgebaut. Mit insgesamt 4.443 Megawatt ist mehr neue Windenergieleistung installiert worden als im Vorjahr. Abzüglich des Rückbaus älterer Anlagen (277 Megawatt) betrug der Netto-Zubau im Jahr 2016 4.166 Megawatt. Das ist der zweithöchste jemals erreichte Wert nach dem Jahr 2014 (4.651 Megawatt). Ende des Jahres

war damit allein an Land eine Windenergieleistung von 45.412 Megawatt am Netz. Auf die Windstromerzeugung schlug sich der starke Ausbau jedoch nicht direkt nieder, denn im Jahr 2016 war ein vergleichsweise windschwaches Jahr. So ging die Stromerzeugung in Windenergieanlagen an Land trotz des Zubaus gegenüber dem Vorjahr um knapp 7 Prozent auf 66,3 Milliarden Kilowattstunden zurück (2015: 70,9 Milliarden Kilowattstunden).

### Steigende Bedeutung der Windenergie auf See

Nachdem die Windenergienutzung auf See im Vorjahr im Rekordtempo ausgebaut wurde, das aber wesentlich mit Nachholeffekten beim Netzanschluss bereits errichteter Anlagen zusammenhing, wurde im Jahr 2016 mit 849 Megawatt wieder ein deutlich niedrigerer Wert für die neu angeschlossene Leistung verzeichnet (2015: 2.290 Megawatt). Dass die Bedeutung der Offshore-Windenergie für unsere Stromversorgung dennoch deutlich zunimmt, spiegelt sich in der Stromerzeugung wider, die mit knapp 12,3 Milliarden Kilowattstunden um fast 50 Prozent gegenüber dem Vorjahr zugenommen hat (2015: 8,3 Milliarden Kilowattstunden).

Insgesamt deckte die gesamte Windenergie im Jahr 2016 mit 78,6 Milliarden Kilowattstunden 13,3 Prozent des gesamten deutschen Bruttostromverbrauchs und damit genauso viel wie im Vorjahr (2015: 13,3 Prozent).

Abbildung 3: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2015 und 2016

|                                          | Erneuerbare Energien 2016               |                                                 | Erneuerbare Energien 2015               |                                                 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                          | Bruttostromerzeugung (GWh) <sup>5</sup> | Anteil am Bruttostromverbrauch (%) <sup>6</sup> | Bruttostromerzeugung (GWh) <sup>5</sup> | Anteil am Bruttostromverbrauch (%) <sup>6</sup> |
| Wasserkraft <sup>1</sup>                 | 20.546                                  | 3,5                                             | 18.977                                  | 3,2                                             |
| Windenergie an Land                      | 66.324                                  | 11,2                                            | 70.922                                  | 11,9                                            |
| Windenergie auf See                      | 12.274                                  | 2,1                                             | 8.284                                   | 1,4                                             |
| Photovoltaik                             | 38.095                                  | 6,4                                             | 38.726                                  | 6,5                                             |
| biogene Festbrennstoffe <sup>2</sup>     | 10.950                                  | 1,8                                             | 11.033                                  | 1,9                                             |
| biogene flüssige Brennstoffe             | 411                                     | 0,1                                             | 447                                     | 0,1                                             |
| Biogas <sup>3</sup>                      | 31.750                                  | 5,3                                             | 31.288                                  | 5,3                                             |
| Klärgas                                  | 1.432                                   | 0,2                                             | 1.389                                   | 0,2                                             |
| Deponiegas                               | 360                                     | 0,1                                             | 396                                     | 0,1                                             |
| biogener Anteil des Abfalls <sup>4</sup> | 5.912                                   | 1,0                                             | 5.768                                   | 1,0                                             |
| Geothermie                               | 162                                     | 0,03                                            | 134                                     | 0,02                                            |
| <b>Summe erneuerbare Energien</b>        | <b>188.216</b>                          | <b>31,7</b>                                     | <b>187.364</b>                          | <b>31,5</b>                                     |

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inkl. Klärschlamm

3 inkl. Biomethan

4 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

5 1 GWh = 1 Mio. kWh

6 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2016: 594,6 Mrd. kWh; 2015: 595,1 Mrd. kWh, AGEB [4]

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, vorläufige Angaben

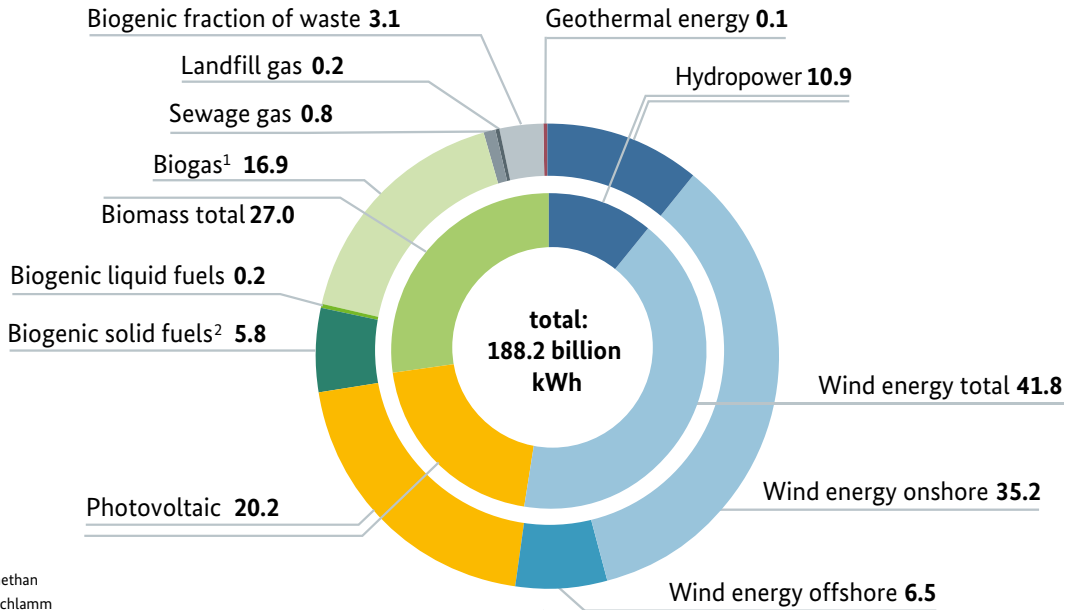
**Abwärtstrend beim Photovoltaik-Ausbau gestoppt**

Nachdem der Ausbau der Photovoltaik drei Jahre in Folge zurückgegangen war, konnte dieser Trend im Jahr 2016 erstmals wieder gestoppt werden: Mit 1.524 Megawatt neu

installierter Leistung wurde wieder geringfügig mehr zugebaut als im Vorjahr (2015: 1.450 Megawatt). Dennoch lag der Zubau weiter deutlich unterhalb des Zielkorridors von 2.400 bis 2.600 Megawatt. Ende des Jahres waren damit in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer

**Abbildung 4: Stromerzeugung durch erneuerbare Energien im Jahr 2016**

in Prozent

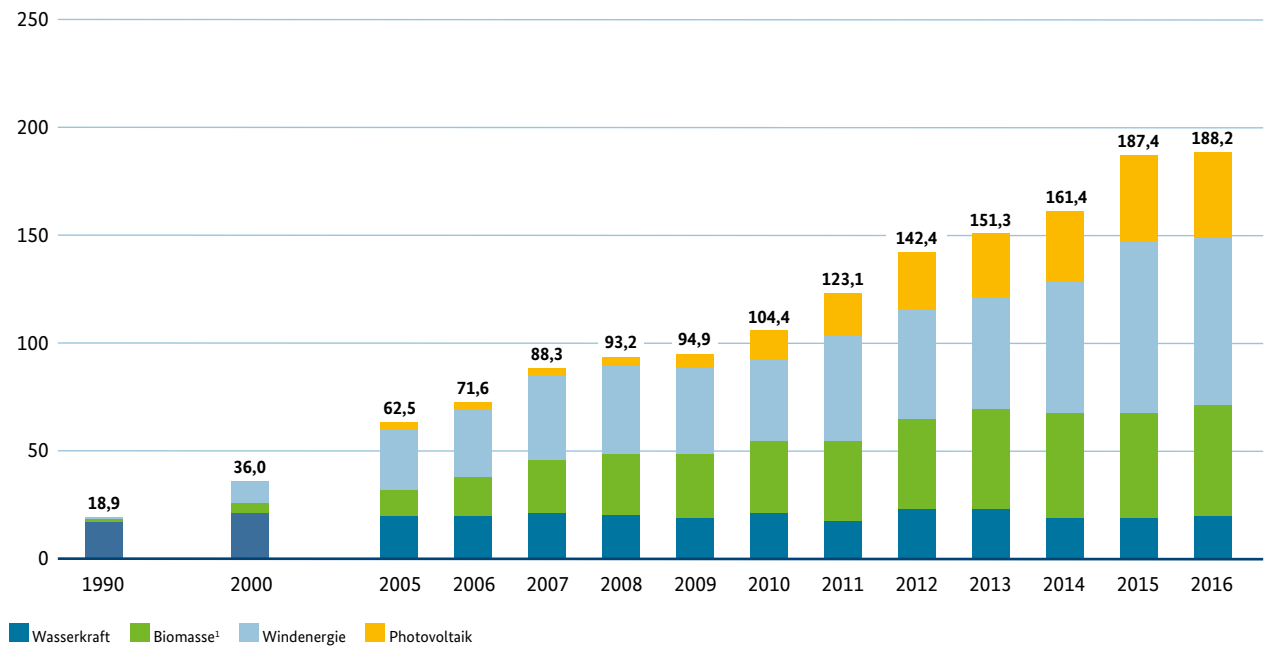


1 inkl. Biomethan  
2 inkl. Klärschlamm

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

**Abbildung 5: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien**

in Mrd. kWh



1 inkl. fester und flüssiger Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, inkl. Klärschlamm und des biogenen Anteils des Abfalls  
Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 6: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

|      | Wasserkraft <sup>1</sup> | Windenergie an Land | Windenergie auf See | Biomasse <sup>2</sup> | Photovoltaik | Geothermie | Summe Bruttostromerzeugung | Anteil EE am Bruttostromverbrauch |
|------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------|------------|----------------------------|-----------------------------------|
|      | (GWh) <sup>3</sup>       |                     |                     |                       |              |            | (GWh) <sup>3</sup>         | (%)                               |
| 1990 | 17.426                   | 71                  | –                   | 1.435                 | 1            | –          | 18.933                     | 3,4                               |
| 2000 | 21.732                   | 9.513               | –                   | 4.731                 | 60           | –          | 36.036                     | 6,2                               |
| 2005 | 19.638                   | 27.229              | –                   | 14.354                | 1.282        | 0,2        | 62.503                     | 10,2                              |
| 2006 | 20.008                   | 30.710              | –                   | 18.700                | 2.220        | 0,4        | 71.638                     | 11,6                              |
| 2007 | 21.170                   | 39.713              | –                   | 24.363                | 3.075        | 0,4        | 88.321                     | 14,2                              |
| 2008 | 20.443                   | 40.574              | –                   | 27.792                | 4.420        | 18         | 93.247                     | 15,1                              |
| 2009 | 19.031                   | 38.610              | 38                  | 30.631                | 6.583        | 19         | 94.912                     | 16,3                              |
| 2010 | 20.953                   | 37.619              | 176                 | 33.925                | 11.729       | 28         | 104.430                    | 17,0                              |
| 2011 | 17.671                   | 48.314              | 577                 | 36.891                | 19.599       | 19         | 123.071                    | 20,3                              |
| 2012 | 22.091                   | 49.949              | 732                 | 43.216                | 26.380       | 25         | 142.393                    | 23,5                              |
| 2013 | 22.998                   | 50.803              | 918                 | 45.527                | 31.010       | 80         | 151.336                    | 25,1                              |
| 2014 | 19.587                   | 55.908              | 1.471               | 48.301                | 36.056       | 98         | 161.421                    | 27,3                              |
| 2015 | 18.977                   | 70.922              | 8.284               | 50.321                | 38.726       | 134        | 187.364                    | 31,5                              |
| 2016 | 20.546                   | 66.324              | 12.274              | 50.815                | 38.095       | 162        | 188.216                    | 31,7                              |

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inkl. fester und flüssiger Biomasse, Biogas inkl. Biomethan, Deponie- und Klärgas und des biogenen Anteils des Abfalls (biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt), ab 2010 inkl. Klärschlamm

3 1 GWh = 1 Mio. kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; AGEV [1], [2], [4], [5]; BDEW; BMWi; BNetzA [6]; StBA; DBFZ; ÜNB [7]; ITAD; UBA [21], teilweise vorläufige Angaben

Gesamtleistung von 40.874 Megawatt installiert. Die Stromerzeugung lag aufgrund der geringeren Sonnenscheindauer im Jahr 2016 trotz des Zubaus mit 38,1 Milliarden Kilowattstunden leicht unterhalb des Vorjahresniveaus (2015: 38,7 Milliarden Kilowattstunden). Am gesamten Bruttostromverbrauch hatte die Photovoltaik einen Anteil von 6,4 Prozent.

### Stärkerer Ausbau bei Biogas zur Flexibilisierung

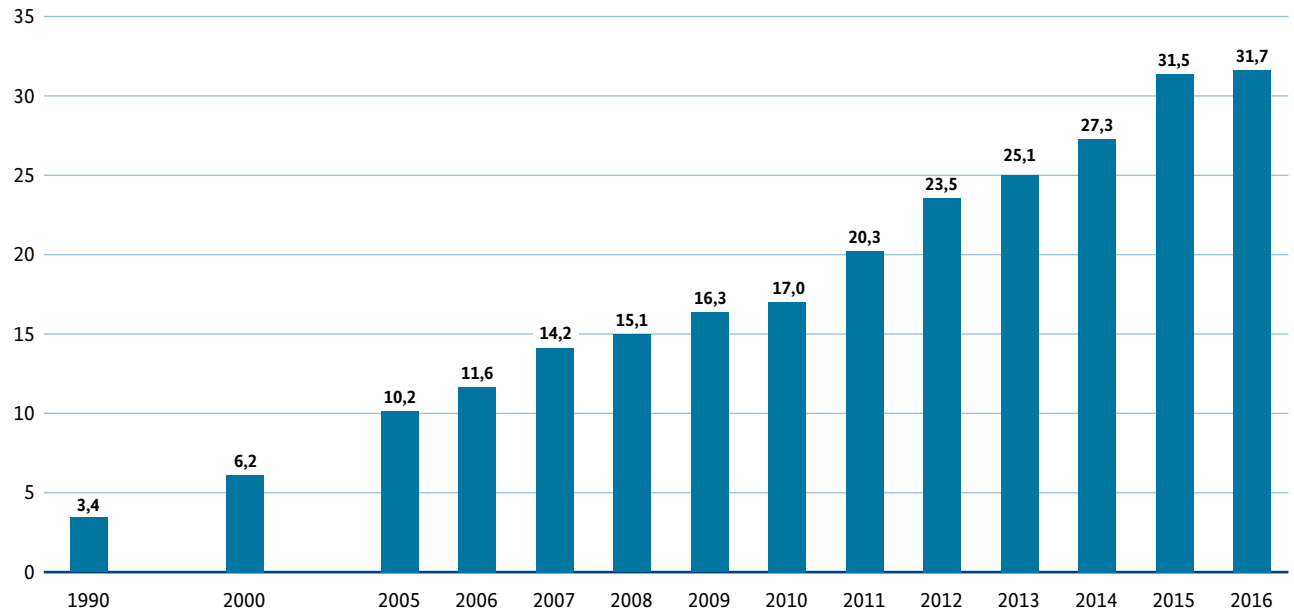
Zur Stromerzeugung aus Biomasse wurde im Jahr 2016 mit 214 Megawatt brutto etwa doppelt so viel Leistung zugebaut wie im Vorjahr, 199 Megawatt davon entfielen auf Biogasanlagen. Der ganz überwiegende Teil davon diente der sogenannten Überbauung von Anlagen zur Flexibilisierung der Stromerzeugung. Die Stromerzeugung aus Biogas nahm in der Folge leicht auf 31,8 Milliarden Kilowattstunden zu (2015: 31,3 Milliarden Kilowattstunden). Aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse einschließlich Deponie- und Klärgas sowie des biogenen Anteils der Siedlungsabfälle wurden insgesamt rund 50,8 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt (2015: 50,3 Milliarden Kilowattstunden) und damit 8,5 Prozent des gesamten Bruttostromverbrauchs.

### Wasserkraft/Geothermie

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft lag aufgrund höherer Niederschlagsmengen mit 20,5 Milliarden Kilowattstunden deutlich über dem Vorjahreswert (2015: 19,0 Milliarden Kilowattstunden), entsprechend 3,5 Prozent der Bruttostromverbrauchs. Die Bedeutung der Stromerzeugung aus Geothermie blieb weiterhin gering, nahm aber auf 162 Millionen Kilowattstunden weiter zu (2015: 134 Millionen Kilowattstunden).

**Abbildung 7: Anteile des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch**

in Prozent

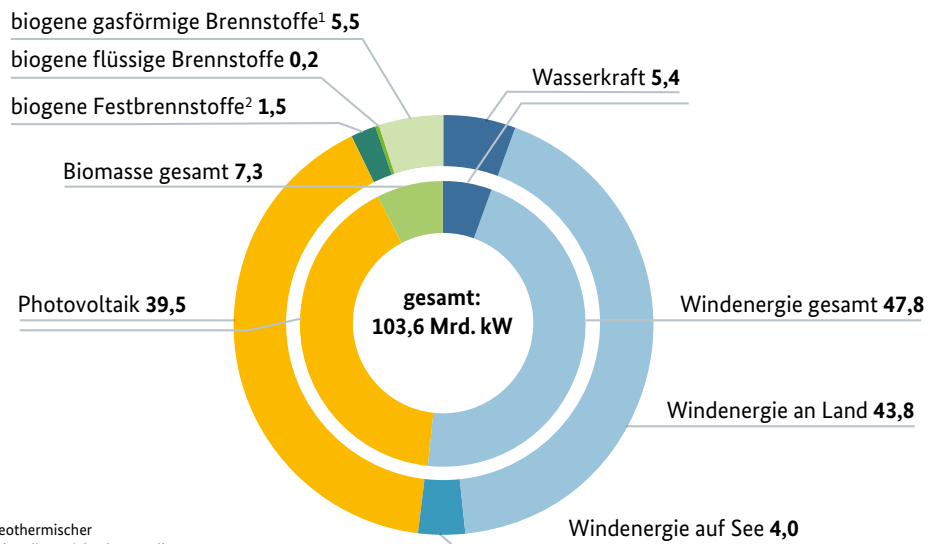


Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2017 ist bis zum Jahr 2025 ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 40 bis 45 Prozent vorgegeben.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; AGE B [4] und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

**Abbildung 8: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2016 nach Energieträgern**

in Prozent



Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt.

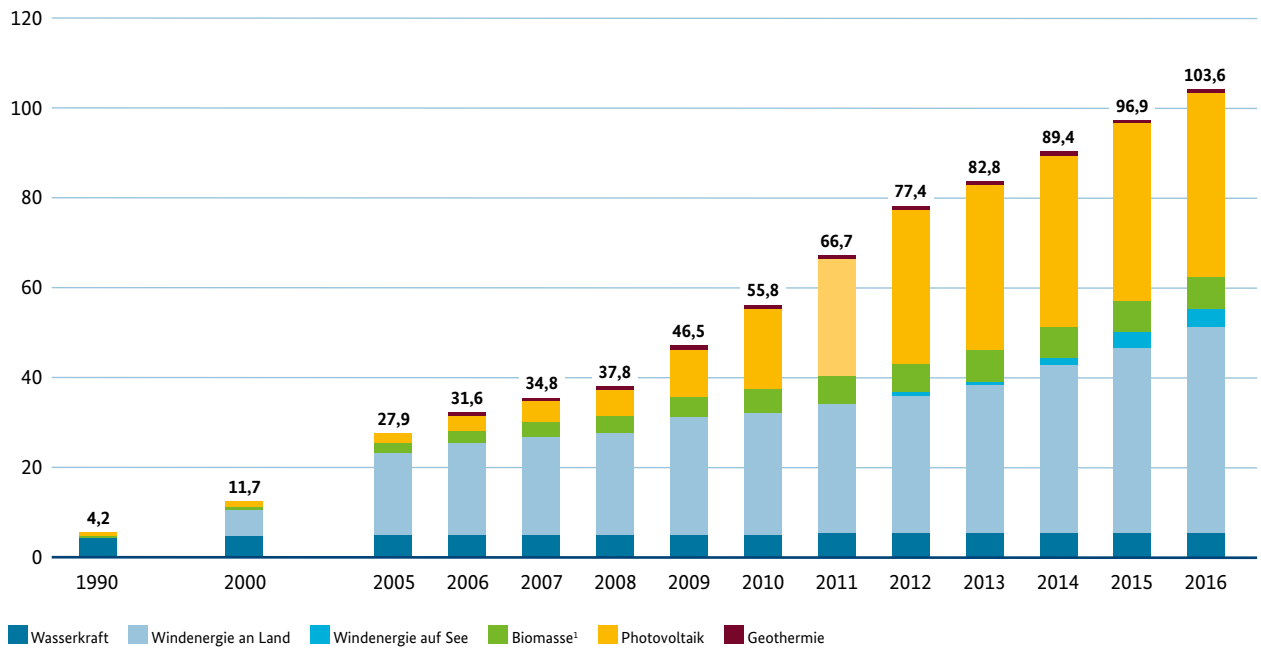
1 Biogas inkl. Biomethan, Deponie- und Klärgas

2 ohne biogenen Anteil des Abfalls

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 10, vorläufige Angaben

**Abbildung 9: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien**

Gigawatt [GW]



1 inkl. fester und flüssiger Biomasse, Biogas inkl. Biomethan, Deponie- und Klärgas, ohne biogenen Anteil des Abfalls

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 10, teilweise vorläufige Angaben

**Abbildung 10: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien**

|      | Wasserkraft <sup>1</sup> | Windenergie an Land | Windenergie auf See | Biomasse <sup>2</sup> | Photovoltaik | Geothermie | Gesamte Leistung |
|------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------|------------|------------------|
|      | (MW) <sup>3</sup>        |                     |                     |                       |              |            |                  |
| 1990 | 3.982                    | 55                  | –                   | 129                   | 2            | –          | 4.168            |
| 2000 | 4.831                    | 6.097               | –                   | 703                   | 114          | –          | 11.745           |
| 2005 | 5.210                    | 18.248              | –                   | 2.352                 | 2.056        | 0,2        | 27.866           |
| 2006 | 5.193                    | 20.474              | –                   | 3.010                 | 2.899        | 0,2        | 31.576           |
| 2007 | 5.137                    | 22.116              | –                   | 3.392                 | 4.170        | 3          | 34.818           |
| 2008 | 5.164                    | 22.794              | –                   | 3.681                 | 6.120        | 3          | 37.762           |
| 2009 | 5.340                    | 25.697              | 35                  | 4.871                 | 10.566       | 8          | 46.517           |
| 2010 | 5.407                    | 26.823              | 80                  | 5.463                 | 18.006       | 8          | 55.787           |
| 2011 | 5.625                    | 28.524              | 188                 | 6.424                 | 25.916       | 8          | 66.685           |
| 2012 | 5.607                    | 30.711              | 268                 | 6.753                 | 34.077       | 19         | 77.435           |
| 2013 | 5.590                    | 32.969              | 508                 | 7.036                 | 36.710       | 30         | 82.843           |
| 2014 | 5.580                    | 37.620              | 994                 | 7.260                 | 37.900       | 33         | 89.387           |
| 2015 | 5.589                    | 41.246              | 3.284               | 7.356                 | 39.350       | 33         | 96.858           |
| 2016 | 5.598                    | 45.412              | 4.133               | 7.562                 | 40.874       | 39         | 103.618          |

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

1 Darstellung der installierten elektrischen Leistung von Wasserkraftanlagen inklusive Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss

2 inkl. fester und flüssiger Biomasse, Biogas inkl. Biomethan, Deponie- und Klärgas, ohne biogenen Anteil des Abfalls

3 1 MW = 0,001 GW

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BDEW; BMWi; BNetzA [6]; StBA; DBFZ; DEWI [8]; GeotIS [9]; BSW; GtV; ITAD; teilweise vorläufige Angaben

## Wärme

### Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch stabil

Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung hat im Jahr 2016 unter anderem infolge der kühleren Witterung zugenommen. So stieg insbesondere der Holzverbrauch privater Haushalte (einschließlich Holzpellets) gegenüber dem Vorjahr um 10 Prozent auf 68 Milliarden Kilowattstunden an (2015: 61,9 Milliarden Kilowattstunden). Entsprechend gestiegen ist auch der Holzverbrauch zur Wärmeerzeugung im GHD-Sektor.

Weiter vorangeschritten ist auch die Nutzung von Erd- und Umweltwärme mit Hilfe von Wärmepumpen. Im Jahr 2016 wurden 66.500 neue Anlagen installiert – so viel wie in noch keinem Jahr zuvor. Damit wurden im Jahr 2016 11,3 Milliarden Kilowattstunden Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt, gut 9 Prozent mehr als im Vorjahr.

Die im Jahr 2016 neu installierte Solarkollektorfläche lag bei 744.000 Quadratmetern, womit der Zubau nochmals um 8 Prozent niedriger war als 2015. Da gleichzeitig auch Altanlagen ihr Lebensende erreichten und die Sonnenscheindauer geringer als im Vorjahr war, blieb die Wärmebereitstellung aus Solarthermie mit 7,8 Milliarden Kilowattstunden auf dem Niveau des Vorjahres. Ganz überwiegend basiert die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich jedoch nach wie vor auf Biomasse, hierzu zählt insbesondere die Nutzung von Scheitholz. Darüber hinaus wurden im Jahr 2016 aber auch 31.400 moderne Holzpelletfeuerungen neu installiert.

Insgesamt stieg der Verbrauch von Wärme aus erneuerbaren Energien um 4,6 Prozent auf gut 162,4 Milliarden Kilowattstunden an (2015: 155,2 Milliarden Kilowattstunden). Der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme erhöhte sich im Jahr 2016 witterungsbedingt um 4,4 Prozent. Daher blieb der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte stabil bei 13,0 Prozent (2015: 13,0 Prozent).

**Abbildung 11: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2015 und 2016**

|                                                      | Erneuerbare Energien 2016                    |                                       | Erneuerbare Energien 2015                    |                                       |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                      | Endenergieverbrauch Wärme (GWh) <sup>9</sup> | Anteil (%) am EEV Wärme <sup>10</sup> | Endenergieverbrauch Wärme (GWh) <sup>9</sup> | Anteil (%) am EEV Wärme <sup>10</sup> |
| biogene Festbrennstoffe (Haushalte) <sup>1</sup>     | 67.986                                       | 5,4                                   | 61.900                                       | 5,2                                   |
| biogene Festbrennstoffe (GHD) <sup>2</sup>           | 9.722                                        | 0,8                                   | 10.368                                       | 0,9                                   |
| biogene Festbrennstoffe (Industrie) <sup>3</sup>     | 25.108                                       | 2,0                                   | 25.108                                       | 2,1                                   |
| biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) <sup>4</sup>        | 6.312                                        | 0,5                                   | 5.957                                        | 0,5                                   |
| biogene flüssige Brennstoffe <sup>5</sup>            | 2.052                                        | 0,2                                   | 2.089                                        | 0,2                                   |
| Biogas <sup>6</sup>                                  | 16.932                                       | 1,4                                   | 16.711                                       | 1,4                                   |
| Klärgas                                              | 2.078                                        | 0,2                                   | 2.022                                        | 0,2                                   |
| Deponiegas                                           | 128                                          | 0,01                                  | 129                                          | 0,01                                  |
| biogener Anteil des Abfalls <sup>7</sup>             | 11.933                                       | 1,0                                   | 11.807                                       | 1,0                                   |
| Solarthermie                                         | 7.801                                        | 0,6                                   | 7.806                                        | 0,7                                   |
| tiefe Geothermie                                     | 1.044                                        | 0,1                                   | 969                                          | 0,1                                   |
| oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme <sup>8</sup> | 11.304                                       | 0,9                                   | 10.351                                       | 0,9                                   |
| <b>Summe erneuerbare Energien</b>                    | <b>162.400</b>                               | <b>13,0</b>                           | <b>155.217</b>                               | <b>13,0</b>                           |

1 überwiegend Holz einschl. Holzpellets

2 Angaben seit 2015 verfügbar; GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

3 nach § 8 EnStatG, inkl. Klärschlamm

4 nach §§ 3 und 5 EnStatG, inkl. Klärschlamm; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke

5 inkl. Biodieserverbrauch in der Landwirtschaft

6 inkl. Biomethan

7 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

8 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)

9 1 GWh = 1 Mio. kWh

10 Bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte, 2016: 1.251,0 Mrd. kWh; 2015: 1.197,4 Mrd. kWh nach AGE B [2].

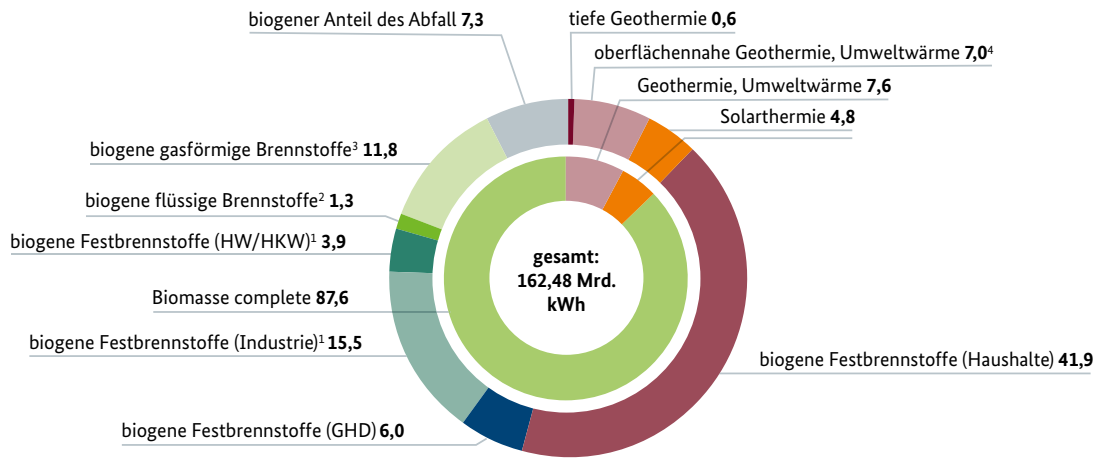
Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 14, vorläufige Angaben

### Hinweis:

Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien“ umfasst auch den Energieverbrauch für Kälteanwendungen.

**Abbildung 12: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2016**

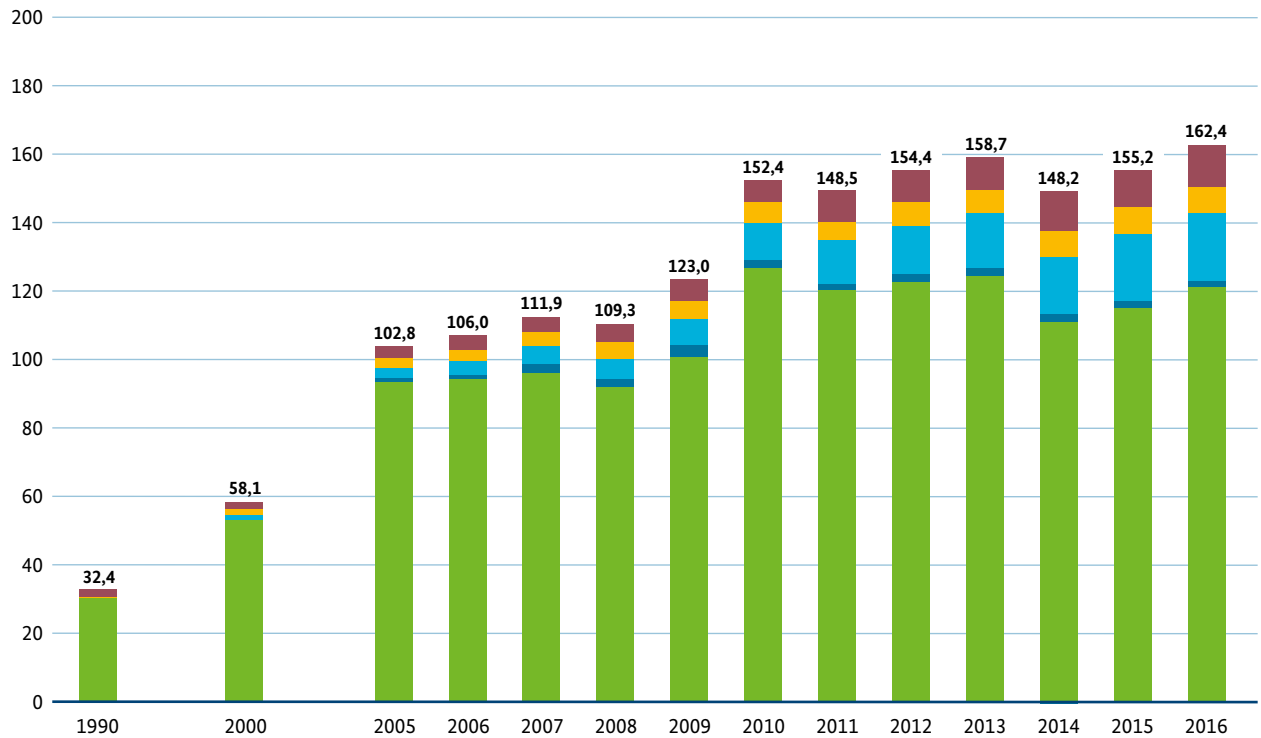
in Prozent



1 inkl. Klärschlamm  
 2 inkl. Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft  
 3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas  
 4 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)  
 Ab 2015 Angaben für Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor (GHD) verfügbar  
 Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 14, vorläufige Angaben

**Abbildung 13: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien**

Endenergieverbrauch Wärme in Mrd. kWh



■ feste Biomasse<sup>1</sup> ■ flüssige Biomasse<sup>2</sup> ■ gasförmige Biomasse<sup>3</sup> ■ Solarthermie ■ Geothermie, Umweltwärme<sup>4</sup>

1 inkl. biogenen Anteils des Abfalls, ab 2010 inkl. Klärschlamm; Angaben für GHD erst ab 2003 verfügbar  
 2 inkl. Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft  
 3 Biogas inkl. Biomethan, Klär- und Deponiegas  
 4 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)  
 Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 14, vorläufige Angabe



Abbildung 14: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien

|      | Feste Biomasse <sup>1</sup> | Flüssige Biomasse <sup>2</sup> | Gasförmige Biomasse <sup>3</sup> | Solarthermie | Geothermie, Umweltwärme <sup>4</sup> | Summe Endenergieverbrauch Wärme | Anteil EE am Endenergieverbrauch Wärme |
|------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
|      | (GWh) <sup>5</sup>          |                                |                                  |              |                                      | (GWh) <sup>5</sup>              | (%)                                    |
| 1990 | 30.573                      | -                              | -                                | 130          | 1.677                                | 32.380                          | 2,1                                    |
| 2000 | 53.604                      | 8                              | 1.355                            | 1.290        | 1.808                                | 58.065                          | 4,4                                    |
| 2005 | 93.296                      | 709                            | 2.974                            | 3.031        | 2.759                                | 102.769                         | 8,0                                    |
| 2006 | 94.567                      | 1.275                          | 3.293                            | 3.554        | 3.268                                | 105.957                         | 8,0                                    |
| 2007 | 96.492                      | 1.872                          | 5.581                            | 3.945        | 3.968                                | 111.858                         | 9,5                                    |
| 2008 | 91.999                      | 2.645                          | 5.422                            | 4.490        | 4.763                                | 109.319                         | 8,5                                    |
| 2009 | 101.041                     | 3.251                          | 7.517                            | 5.276        | 5.883                                | 122.968                         | 10,4                                   |
| 2010 | 126.546                     | 3.151                          | 10.175                           | 5.633        | 6.852                                | 152.357                         | 11,5                                   |
| 2011 | 119.712                     | 2.429                          | 12.077                           | 6.442        | 7.846                                | 148.506                         | 12,2                                   |
| 2012 | 122.931                     | 2.015                          | 14.074                           | 6.696        | 8.715                                | 154.431                         | 12,6                                   |
| 2013 | 124.364                     | 2.053                          | 15.947                           | 6.767        | 9.539                                | 158.670                         | 12,4                                   |
| 2014 | 110.752                     | 2.217                          | 17.258                           | 7.287        | 10.655                               | 148.169                         | 12,9                                   |
| 2015 | 115.140                     | 2.089                          | 18.862                           | 7.806        | 11.320                               | 155.217                         | 13,0                                   |
| 2016 | 121.061                     | 2.052                          | 19.138                           | 7.801        | 12.348                               | 162.400                         | 13,0                                   |

1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt); Rückgang bei Wärme 2008 gegenüber dem Vorjahr bedingt durch eine methodische Anpassung in der Datenerhebung, die keine Aussage über den tatsächlichen Nutzungsausbau zulässt; ab 2010 inkl. Klärschlamm; Angaben GHD erst ab 2003 verfügbar

2 inkl. Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft

3 Biogas inkl. Biomethan, Klär- und Deponiegas

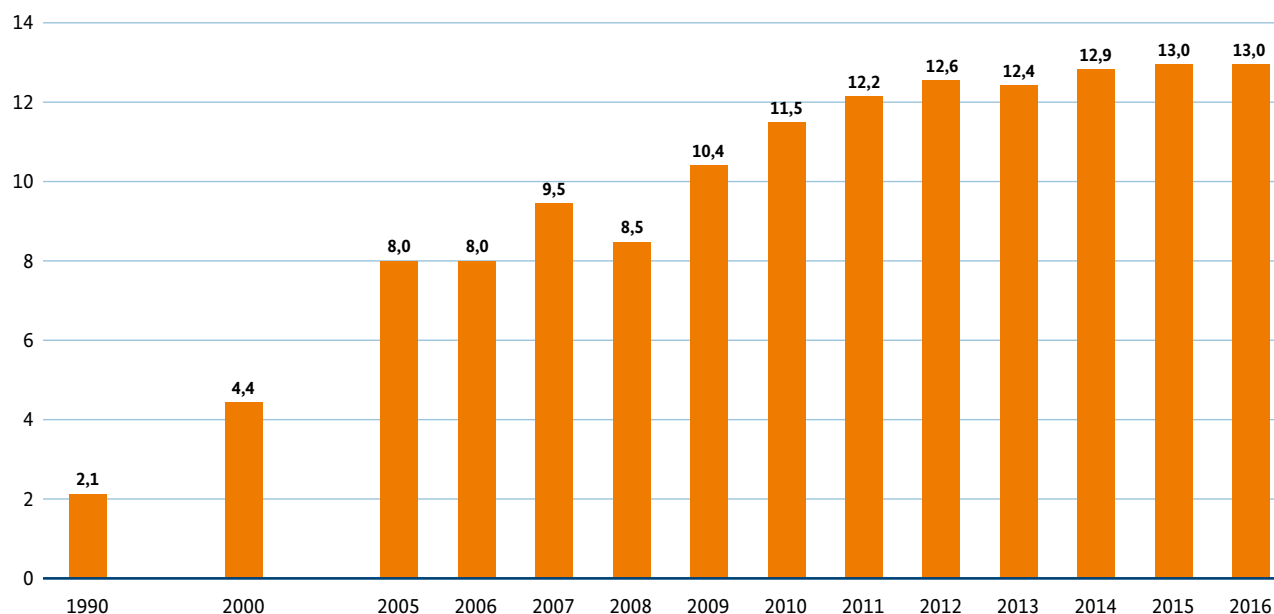
4 inkl. Wärme aus Tiefengeothermie und durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)

5 1 GWh = 1 Mio. kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; AGEb [1], [5], [10]; BMWi; StBA; DBFZ; GeotIS [9]; GZB [11]; RWI; BDH; BSW; DEPV; BWP; IEA/ESTIF [12], teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 15: Anteile erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch

in Prozent

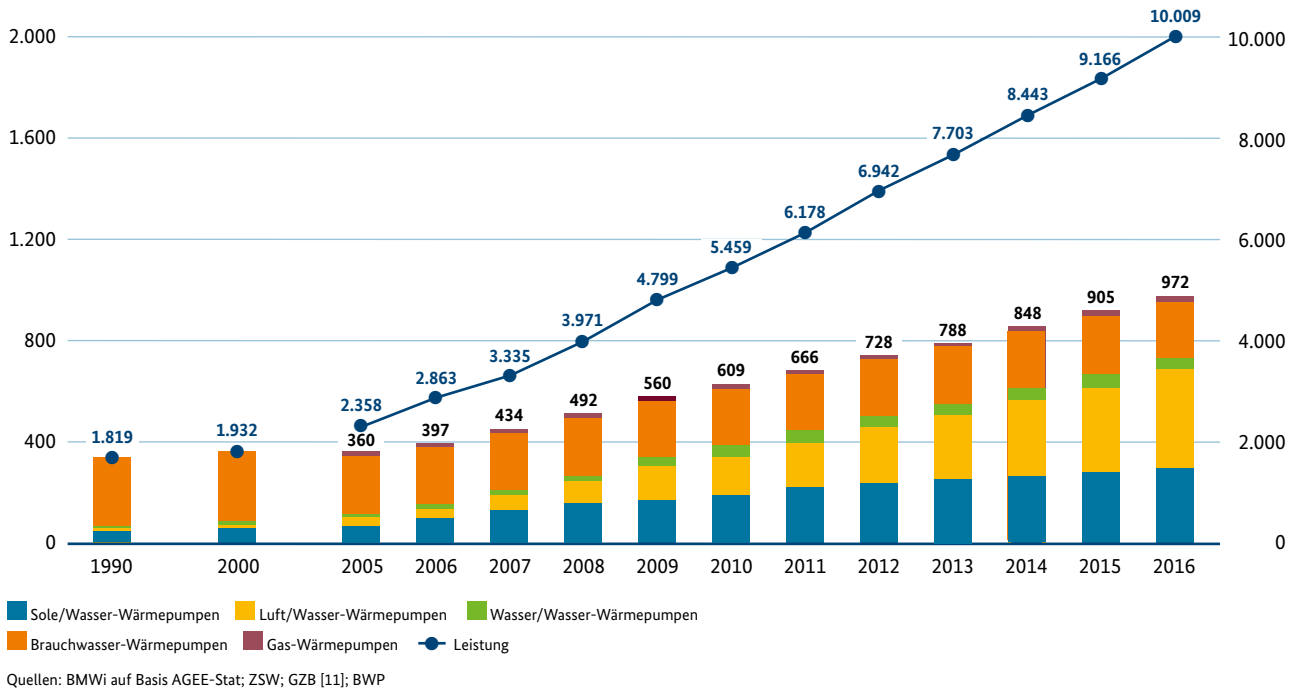


Nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ist für das Jahr 2020 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 14 Prozent vorgegeben.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; AGEb und weiterer Quellen, siehe Abbildung 14; teilweise vorläufige Angaben

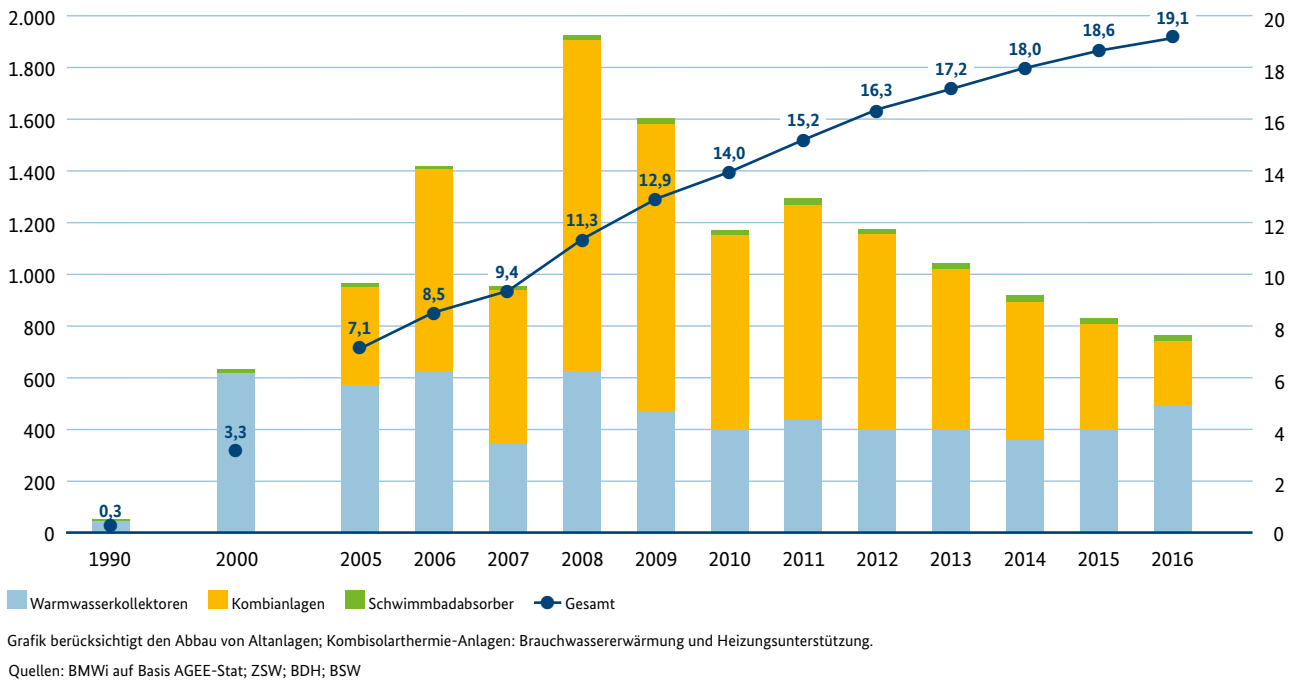
**Abbildung 16: Wärmepumpenbestand**

Anlagenzahl in Tausend Stück



**Abbildung 17: Zubau und Bestand von Solarkollektoren**

jährlicher Zubau [1.000 m<sup>2</sup>]



**Abbildung 18: Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren in Deutschland**

|                     |                         | 1990 | 2000  | 2005  | 2006  | 2008   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   |
|---------------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| kumulierte Fläche   | (1.000 m <sup>2</sup> ) | 348  | 3.251 | 7.099 | 8.501 | 11.330 | 14.044 | 15.234 | 16.309 | 17.222 | 17.987 | 18.625 | 19.122 |
| kumulierte Leistung | (MW)                    | 243  | 2.312 | 5.058 | 6.049 | 8.063  | 10.006 | 10.909 | 11.728 | 12.456 | 13.100 | 13.681 | 14.217 |

Der Abbau von Altanlagen wurde berücksichtigt.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BDH; BSW; IEA/ESTIF [12]

## Verkehr

### Absatz von Biokraftstoffen konstant

Der Absatz von Biokraftstoffen blieb im Jahr 2016 mit 3,2 Millionen Tonnen auf Vorjahresniveau. Dabei blieben sowohl der Absatz von Biodiesel als auch der Absatz von Bioethanol gegenüber dem Vorjahr in etwa konstant. Der Absatz von Biomethan erhöhte sich ggü. dem Vorjahr leicht auf 27.000 Tonnen.

Diese Entwicklung ist auf die im Jahr 2015 erfolgte Umstellung der Förderung von einer energiebezogenen Quote (6,25 Prozent im Jahr 2014) auf eine Treibhausgasquote zurückzuführen. Die Treibhausgasquote wurde für die Jahre

2015 und 2016 auf 3,5 Prozent festgelegt, dies schlug sich in einem weitgehend konstanten Biokraftstoffverbrauch nieder.

Die Verwendung von erneuerbarem Strom im Verkehrsbe- reich lag im Jahr 2016 mit knapp 3,6 Mrd. kWh nur sehr geringfügig über dem Vorjahresniveau – dies entspricht im Wesentlichen dem nur sehr leicht gestiegenen Anteil der erneuerbaren Energien im deutschen Strommix im Jahr 2016. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten End- energieverbrauch des Verkehrs (Otto- und Dieselmotoren, Flüssiggas, Erdgas und Strom im Schienen- und Straßen- verkehr sowie Flugbenzin und Kerosin im Inland) ist damit zum zweiten Mal in Folge gesunken und beträgt im Jahr 2016 5,2 Prozent (2015: 5,3 Prozent).

Abbildung 19: Verbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2015 und 2016

|                                           | Erneuerbare Energien 2016                      |                                        | Erneuerbare Energien 2015                      |                                        |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                           | Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) <sup>3</sup> | Anteil (%) am EEV Verkehr <sup>4</sup> | Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) <sup>3</sup> | Anteil (%) am EEV Verkehr <sup>4</sup> |
| Biodiesel <sup>1</sup>                    | 20.873                                         | 3,2                                    | 20.840                                         | 3,3                                    |
| Pflanzenöl                                | 42                                             | 0,01                                   | 21                                             | 0,003                                  |
| Bioethanol                                | 8.663                                          | 1,3                                    | 8.648                                          | 1,4                                    |
| Biomethan                                 | 370                                            | 0,1                                    | 345                                            | 0,1                                    |
| EE-Stromverbrauch im Verkehr <sup>2</sup> | 3.566                                          | 0,5                                    | 3.553                                          | 0,6                                    |
| <b>Summe</b>                              | <b>33.514</b>                                  | <b>5,2</b>                             | <b>33.407</b>                                  | <b>5,3</b>                             |

1 Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor, ohne Landwirtschaft

2 EE-Stromanteil 2016 siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben, ZSW nach AGEV [1], [2], [4], BDEW

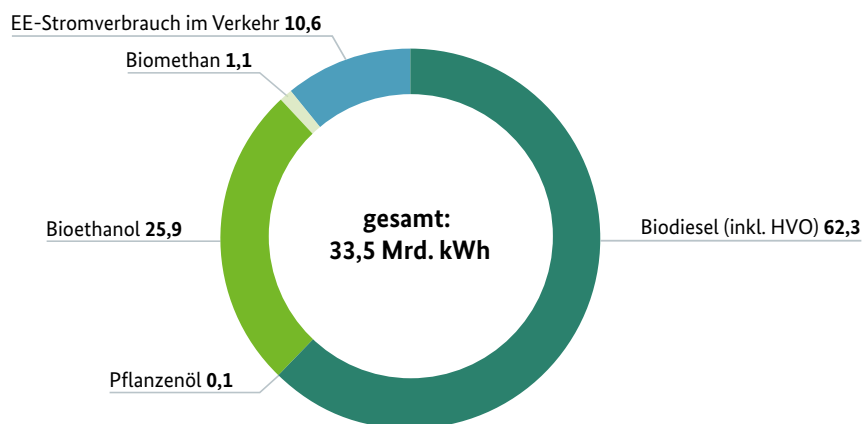
3 1 GWh = 1 Mio. kWh

4 bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2016: 649,7 Mrd. kWh; 2015: 635,8 Mrd. kWh, ZSW nach BAFA und AGEV [1], [2]

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 24; teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 20: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2016

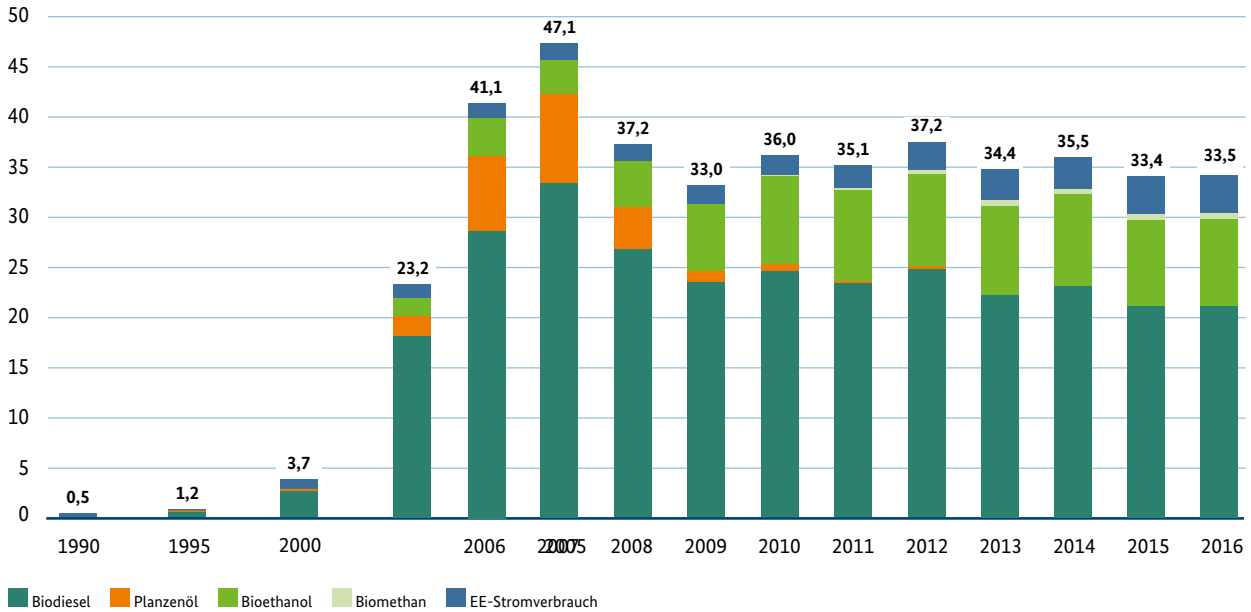
in Prozent



Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 23, vorläufige Angaben

**Abbildung 21: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor**

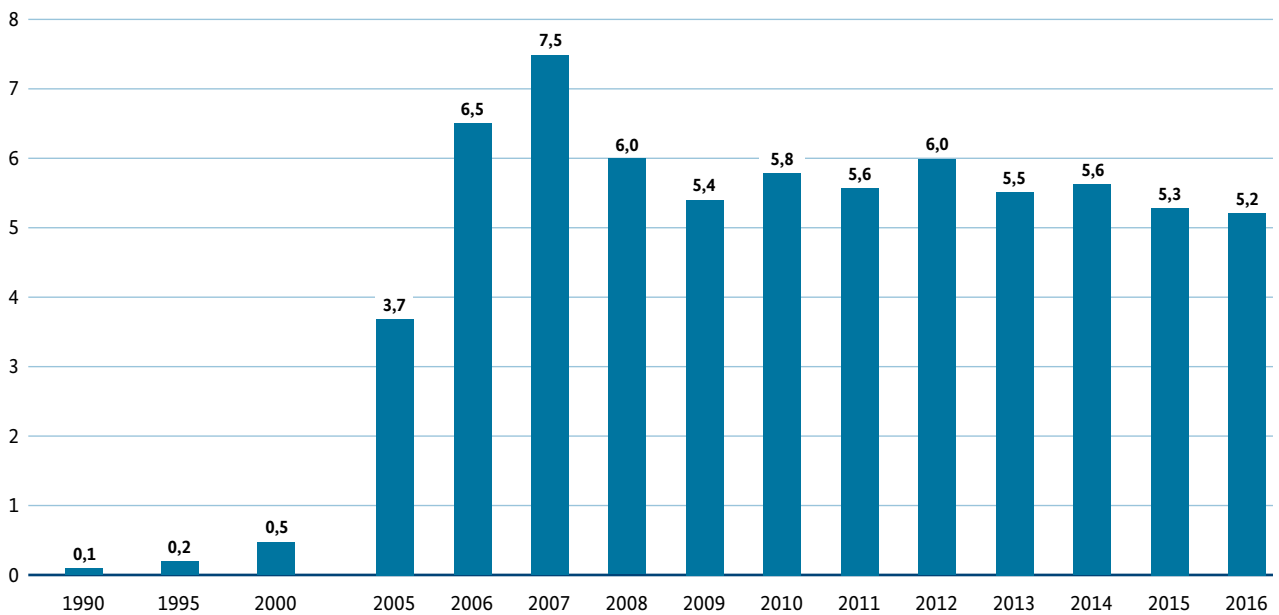
Endenergieverbrauch Verkehr in Mrd. kWh



Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 23, vorläufige Angaben

**Abbildung 22: Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr**

in Prozent



Nach EU-Richtlinie 2009/28/EG ist für das Jahr 2020 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor von 10 Prozent vorgegeben. Auf Doppelanrechnung von Biokraftstoffen aus Rest- oder Abfallstoffen und Strom wird in dieser Darstellung jedoch verzichtet. Im Nenner wird zudem der Verbrauch von Flüssiggas, Erdgas, Flugbenzin und Kerosin im Inland sowie der gesamte Stromverbrauch im Schienen- und Straßenverkehr berücksichtigt.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; AGEV [1], [2]; BAFA; BMUB und weiterer Quellen, siehe Abbildung 23, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 23: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

|      | Biodiesel <sup>1</sup> | Pflanzenöl | Bioethanol | Biomethan | EE-Stromverbrauch | Summe Endenergieverbrauch Verkehr | Anteil EE am Endenergieverbrauch Verkehr |
|------|------------------------|------------|------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
|      | (GWh) <sup>2</sup>     |            |            |           |                   | (GWh) <sup>2</sup>                | (%)                                      |
| 1990 | –                      | –          | –          | –         | 465               | 465                               | 0,1                                      |
| 2000 | 2.583                  | 167        | –          | –         | 986               | 3.736                             | 0,5                                      |
| 2005 | 18.046                 | 2.047      | 1.780      | –         | 1.343             | 23.216                            | 3,7                                      |
| 2006 | 28.364                 | 7.426      | 3.828      | –         | 1.475             | 41.093                            | 6,5                                      |
| 2007 | 33.182                 | 8.752      | 3.439      | –         | 1.743             | 47.116                            | 7,5                                      |
| 2008 | 26.630                 | 4.188      | 4.673      | 4         | 1.682             | 37.177                            | 6,0                                      |
| 2009 | 23.411                 | 1.044      | 6.669      | 13        | 1.896             | 33.033                            | 5,4                                      |
| 2010 | 24.474                 | 637        | 8.711      | 75        | 2.060             | 35.957                            | 5,8                                      |
| 2011 | 23.244                 | 209        | 9.090      | 92        | 2.467             | 35.102                            | 5,6                                      |
| 2012 | 24.530                 | 261        | 9.208      | 333       | 2.840             | 37.172                            | 6,0                                      |
| 2013 | 21.998                 | 10         | 8.891      | 483       | 3.008             | 34.390                            | 5,5                                      |
| 2014 | 22.760                 | 63         | 9.061      | 449       | 3.163             | 35.496                            | 5,6                                      |
| 2015 | 20.840                 | 21         | 8.648      | 345       | 3.553             | 33.407                            | 5,3                                      |
| 2016 | 20.873                 | 42         | 8.663      | 370       | 3.566             | 33.514                            | 5,2                                      |

1 Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor

2 1 GWh = 1 Mio. kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BMF [13]; DIW [14]; BReg [15]; BAFA; BMUB; StBA [16]; DBFZ; AGQM; UFOP; BReg [17], [18], [19]; FNR; Biokraftstoffquotenstelle

Abbildung 24: Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

|                        | 2000           | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         |
|------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | (1.000 Tonnen) |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Biodiesel <sup>1</sup> | 250            | 1.749        | 2.749        | 3.216        | 2.581        | 2.269        | 2.372        | 2.263        | 2.314        | 2.064        | 2.156        | 1.999        | 2.003        |
| Pflanzenöl             | 16             | 196          | 711          | 838          | 401          | 100          | 61           | 20           | 25           | 1            | 6            | 2            | 4            |
| Bioethanol             | 0              | 238          | 512          | 460          | 625          | 892          | 1.165        | 1.233        | 1.249        | 1.206        | 1.229        | 1.173        | 1.175        |
| Biomethan <sup>2</sup> | 0              | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 6            | 7            | 25           | 36           | 33           | 25           | 27           |
| <b>Gesamt</b>          | <b>266</b>     | <b>2.183</b> | <b>3.972</b> | <b>4.514</b> | <b>3.607</b> | <b>3.262</b> | <b>3.604</b> | <b>3.523</b> | <b>3.613</b> | <b>3.307</b> | <b>3.424</b> | <b>3.199</b> | <b>3.209</b> |

1 Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor

2 berechnet nach EU-Richtlinie 2009/28/EG mit einem Heizwert von 50 MJ/kg

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 23, teilweise vorläufige Angaben

## Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Im Jahr 2016 wurden Emissionen mit einem Treibhausgaspotenzial (GWP) von insgesamt rund 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten vermieden. Auf den Stromsektor entfielen knapp 119 Millionen Tonnen. Im Wärmebereich wurden etwa 35 Millionen Tonnen und durch den Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor rund sechs Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 25).

Im Strom- und Wärmesektor wird das Ergebnis maßgeblich dadurch beeinflusst, welche fossilen bzw. nuklearen Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. In der aktuellen Bilanz wurde zusätzlich die unterschiedliche Effizienz von erneuerbaren und konventionellen Heizungsanlagen berücksichtigt. Die vermiedenen Emissionen durch die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien fallen entsprechend geringer aus.

Bei den Berechnungen der vermiedenen Treibhausgasemissionen im Stromsektor wurden aktualisierte technologiespezifische Substitutionsfaktoren verwendet. Das zugrundeliegende Modell erlaubt dabei erstmalig auch eine geografische Lokalisierung der vermiedenen Emissionen.

nen. Demnach entfallen etwa zwei Drittel der durch die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien vermiedenen Treibhausgasemissionen auf Deutschland und etwa ein Drittel auf eine veränderte Erzeugung in angrenzenden Ländern [20].

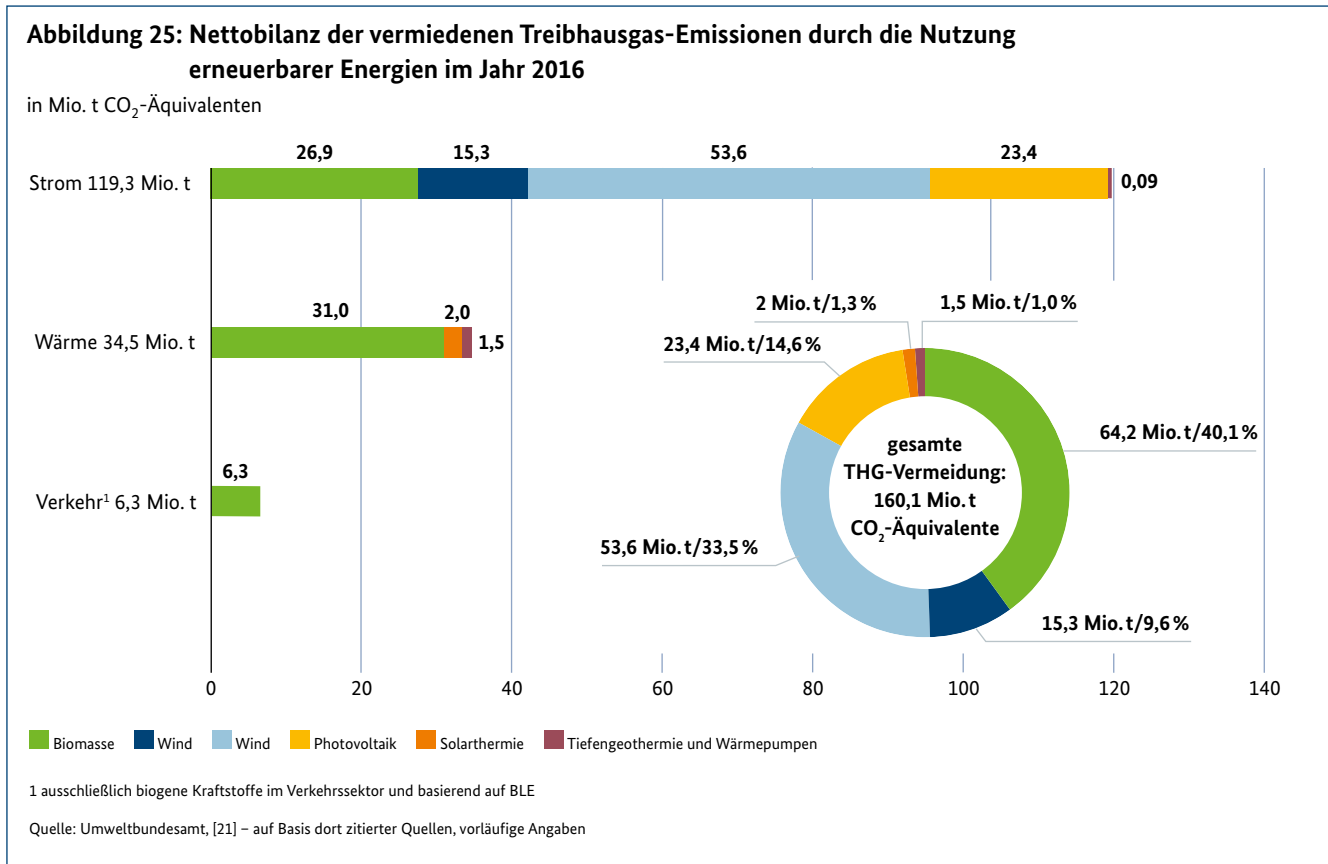
Bei der energetischen Nutzung von Biomasse sind zusätzlich die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz [22]. Sofern es sich dabei nicht um biogene Reststoffe oder Abfälle handelt, sind Landnutzungsänderungen durch den landwirtschaftlichen Anbau der Energiepflanzen zu beachten. Indirekte Verdrängungseffekte konnten aufgrund unzureichender Datengrundlagen in den Berechnungen jedoch nicht berücksichtigt werden.

Der Emissionsberechnung der Biokraftstoffe liegen erstmalig die im Zuge der THG-Quote selbstbilanzierten bzw. angesetzten THG-Emissionen (inklusive der Rohstoffbasis), wie sie die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Zuge ihres jährlichen Evaluations- und Erfahrungsberichts zur Biokraftstoff-/Biomassestrom-

Nachhaltigkeitsverordnung [23] veröffentlicht, zugrunde. Die Emissionen der einzelnen Treibhausgase und Luftschadstoffe wurden vom UBA überschlägig auf Basis der publizierten Gesamt-THG-Emissionen unter Einbeziehung der Erkenntnisse des Forschungsvorhabens „BioEm“ [22] und anderer Expertisen sowie verschiedener Annahmen und Analogieschlüsse abgeleitet.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass aufgrund der in der Regel stattfindenden Verwendung der regionalen NUTS2-Werte für den Biomasseanbau und der bislang praktizierten Bilanzierung des Methanoleinsatzes bei der Biodieselherstellung sowie der Vorgaben zur Substitution von fossilem CO<sub>2</sub> durch bei der Bioethanolproduktion entstehendes biogenes CO<sub>2</sub> die Emissionsminderungen des Biokraftstoffeinsatzes zu optimistisch ausgewiesen werden.

Die starke Ausweitung der Nutzung von Energiepflanzen in Deutschland ging mit direkten (im Bereich der Nutzung von Biokraftstoffen sowie flüssigen Biobrennstoffen seit 2011 durch die Nachhaltigkeitsverordnungen ausgeschlossen) und indirekten Landnutzungsänderungen einher,



**Hinweis:**

Eine ausführliche Dokumentation der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger ist der UBA-Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2016“ [21] zu entnehmen.

die zu entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen führen. Eine Quantifizierung indirekt auftretender Effekte ist jedoch schwierig, so dass sie bei der Emissionsbilanzierung bisher nicht berücksichtigt werden. Modellbasierte Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass insbesondere indirekte Landnutzungsänderungen zu erheblichen Treibhausgas-Emissionen führen können und die Treibhausgas-Emissionseinsparungen z. B. einzelner Biokraftstoffe teilweise oder ganz aufheben. Zukünftig werden die Kraftstoffanbieter bei der Meldung u. a. der Treibhausgas-Emissionen pro Energieeinheit auch die durchschnittlichen vorläufigen Schätzwerte für Emissionen infolge indirekter Landnutzungsänderungen berücksichtigen. Die Europäische Kommission bezieht in ihrem letzten Fortschrittsbericht „Erneuerbare Energiequellen“ im Zuge der Berichterstattung zu den erzielten Treibhausgas-Emissionseinsparungen die durchschnittlichen vorläufigen Schätzwerte zu indirekten Landnutzungsänderungen in Anhang VIII der RL 2009/28/EG ebenfalls ein [24]. Im Ergebnis verringerten sich die von den Mitgliedstaaten berichteten biokraftstoffbedingten THG-Einsparungen für das Jahr 2015 zwischen 40 und 80 Prozent. [25] Die Kommission hat im November 2016 im Zuge ihrer Gesetzesinitiativen zum Thema „Saubere Energie für alle Europäer“ Vorschläge zur schrittweisen Verringerung des Anteils der aus Nahrungsmittelpflanzen gewonnenen Biokraftstoffe nach 2020 vorgelegt.

Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung. Dabei werden die durch die Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler bzw. nuklearer Energieträger brutto vermieden werden. Alle vorgelagerten Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) werden entsprechend berücksichtigt.

Die Abbildung 26 beinhaltet die Ergebnisse für die bilanzierten Treibhausgase und Luftschadstoffe. Bei der Stromerzeugung ist die Treibhausgasvermeidung besonders hoch. Negative Bilanzwerte treten bei den Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon auf. Dies ist hauptsächlich auf die Nutzung von Biogas zurückzuführen. Im Wärmebereich ergeben sich Emissionserhöhungen durch die Verbrennung von Holz insbesondere in älteren Kachel- und Kaminöfen, die jedoch aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen sukzessive stillgelegt bzw. erneuert werden müssen. Besondere Bedeutung haben dabei die negativen Bilanzen für Kohlenmonoxid und flüchtige organische Verbindungen sowie die Staubemissionen aller Partikelgrößen. Bei den Biokraftstoffen treten erhöhte Lachgas- und Methan-Emissionen durch den Anbau von Energiepflanzen auf.

**Abbildung 26: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2016**

| Treibhausgas/<br>Luftschadstoff         |                             | EE-Stromerzeugung<br>gesamt: 188.216 GWh |                                           | EE-Wärmeverbrauch<br>gesamt: 162.400 GWh |                                           | EE-Verbrauch im Verkehr<br>gesamt: 29.948 GWh <sup>5</sup> |                                           | Gesamter<br>EE-Verbrauch<br><br>vermiedene<br>Emissionen<br>(gesamt)<br><br>(1.000 t) |
|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                             | Vermeidungs-<br>faktor<br><br>(g/kWh)    | vermiedene<br>Emissionen<br><br>(1.000 t) | Vermeidungs-<br>faktor<br><br>(g/kWh)    | vermiedene<br>Emissionen<br><br>(1.000 t) | Vermeidungs-<br>faktor<br><br>(g/kWh)                      | vermiedene<br>Emissionen<br><br>(1.000 t) |                                                                                       |
| Treibhaus-<br>effekt <sup>1</sup>       | CO <sub>2</sub>             | 613                                      | 115.455                                   | 158.234                                  | 35.590                                    | 240                                                        | 7.189                                     | 158.234                                                                               |
|                                         | CH <sub>4</sub>             | 1,13                                     | 212                                       | 189                                      | -20                                       | -0,10                                                      | -3                                        | 189                                                                                   |
|                                         | N <sub>2</sub> O            | -0,03                                    | -5                                        | -10                                      | -2                                        | -0,09                                                      | -3                                        | -10                                                                                   |
|                                         | CO <sub>2</sub> -Äquivalent | 634                                      | 119.251                                   | 160.054                                  | 34.487                                    | 211                                                        | 6.316                                     | 160.054                                                                               |
| Ver-<br>sauerung <sup>2</sup>           | SO <sub>2</sub>             | 0,14                                     | 27                                        | 40                                       | 13                                        | 0,01                                                       | 0,4                                       | 40                                                                                    |
|                                         | NO <sub>x</sub>             | 0,07                                     | 12                                        | -24                                      | -30                                       | -0,19                                                      | -6                                        | -24                                                                                   |
|                                         | SO <sub>2</sub> -Äquivalent | 0,19                                     | 35                                        | 23                                       | -8                                        | -0,12                                                      | -4                                        | 23                                                                                    |
| Ozon <sup>3</sup><br>Staub <sup>4</sup> | CO                          | -0,43                                    | -81                                       | -3,49                                    | -563                                      | -0,02                                                      | -0,5                                      | -645                                                                                  |
|                                         | NMVOc                       | 0,00                                     | -0,4                                      | -0,19                                    | -31                                       | 0,03                                                       | 0,8                                       | -31                                                                                   |
|                                         | Staub                       | 0,003                                    | 0,6                                       | -0,13                                    | -22                                       | -0,01                                                      | -0,3                                      | -21                                                                                   |

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 NMVOc und CO sind wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das wesentlich zum „Sommersmog“ beiträgt.

4 Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

5 ohne Berücksichtigung des Stromverbrauchs im Verkehrssektor

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) [21] auf Basis dort zitierter Quellen

## Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Die Abbildungen 27 und 28 zeigen die Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr im Jahr 2016 sowie im Zeitraum 2007 bis 2016. Die Gesamteinsparung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen.

Da in Deutschland fossile, d. h. nicht erneuerbare Energieträger wie Mineralöl, Erdgas und Steinkohle, zu einem hohen Anteil eingeführt werden, führen diese Einsparungen auch zu einer Senkung der deutschen Energieimporte.

Auch im Jahr 2016 musste Deutschland als ressourcenarmes Land 97 Prozent des Rohöls und knapp 91 Prozent der Naturgase (i. W. Erdgas) einführen. 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 deutlich reduzieren und die Energiesicherheit erhöhen.

**Abbildung 27: Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2016**

|                               | Braunkohle              | Steinkohle               | Erdgas                     | Mineralöl/<br>Heizöl | Dieselmotorkraftstoff | Ottomotorkraftstoff | Gesamt         |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| Primärenergie (Mrd. kWh)      |                         |                          |                            |                      |                       |                     |                |
| Strom                         |                         | 267,4                    | 126,5                      |                      |                       |                     | <b>393,9</b>   |
| Wärme                         | 11,9                    | 12,9                     | 61,9                       | 50,5                 | 0,6                   |                     | <b>137,7</b>   |
| Verkehr                       |                         |                          | 0,4                        |                      | 12,3                  | 7,4                 | <b>20,1</b>    |
| <b>Gesamt</b>                 | <b>11,9</b>             | <b>280,2</b>             | <b>188,8</b>               | <b>50,5</b>          | <b>12,9</b>           | <b>7,4</b>          | <b>551,7</b>   |
| Primärenergie (PJ)            |                         |                          |                            |                      |                       |                     |                |
| <b>Gesamt</b>                 | <b>42,8</b>             | <b>1.008,8</b>           | <b>679,6</b>               | <b>181,8</b>         | <b>46,5</b>           | <b>26,7</b>         | <b>1.986,2</b> |
| das entspricht <sup>1</sup> : | 3,6 Mio. t <sup>2</sup> | 37,3 Mio. t <sup>3</sup> | 19.316 Mio. m <sup>3</sup> | 5.088 Mio. Liter     | 1.297 Mio. Liter      | 822 Mio. Liter      |                |

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe UBA [21].

1 Zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden die von der AGEB [10] ermittelten Heizwerte angesetzt.

2 darunter circa 2,7 Mio. t Braunkohle, circa 0,2 Mio. t Braunkohlebriketts und circa 0,6 Mio. t Staubkohlen

3 darunter circa 37,2 Mio. t Steinkohle und circa 0,1 Mio. t Steinkohlekoks

Quelle: UBA [21] auf Basis dort zitierter Quellen

**Abbildung 28: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien**

|                          | Strom | Wärme | Verkehr | Gesamt       |
|--------------------------|-------|-------|---------|--------------|
| Primärenergie (Mrd. kWh) |       |       |         |              |
| <b>2007</b>              | 193,2 | 91,8  | 24,3    | <b>309,3</b> |
| <b>2008</b>              | 203,7 | 89,6  | 18,7    | <b>312,0</b> |
| <b>2009</b>              | 198,9 | 102,4 | 16,1    | <b>317,5</b> |
| <b>2010</b>              | 214,5 | 128,3 | 17,8    | <b>360,6</b> |
| <b>2011</b>              | 261,6 | 126,6 | 18,7    | <b>406,9</b> |
| <b>2012</b>              | 300,5 | 129,7 | 22,0    | <b>452,2</b> |
| <b>2013</b>              | 319,2 | 133,7 | 21,0    | <b>473,9</b> |
| <b>2014</b>              | 337,0 | 127,2 | 21,5    | <b>485,8</b> |
| <b>2015</b>              | 391,7 | 132,4 | 20,0    | <b>544,1</b> |
| <b>2016</b>              | 393,9 | 137,7 | 20,1    | <b>551,7</b> |

Quelle: UBA [21] auf Basis dort zitierter Quellen



### Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

Am 1. April 2000 wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) verabschiedet. Es ist das zentrale Instrument für den Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung. Kernelemente des EEG sind die garantierte Vergütung von erneuerbarem Strom und dessen vorrangige Einspeisung in das Stromnetz.

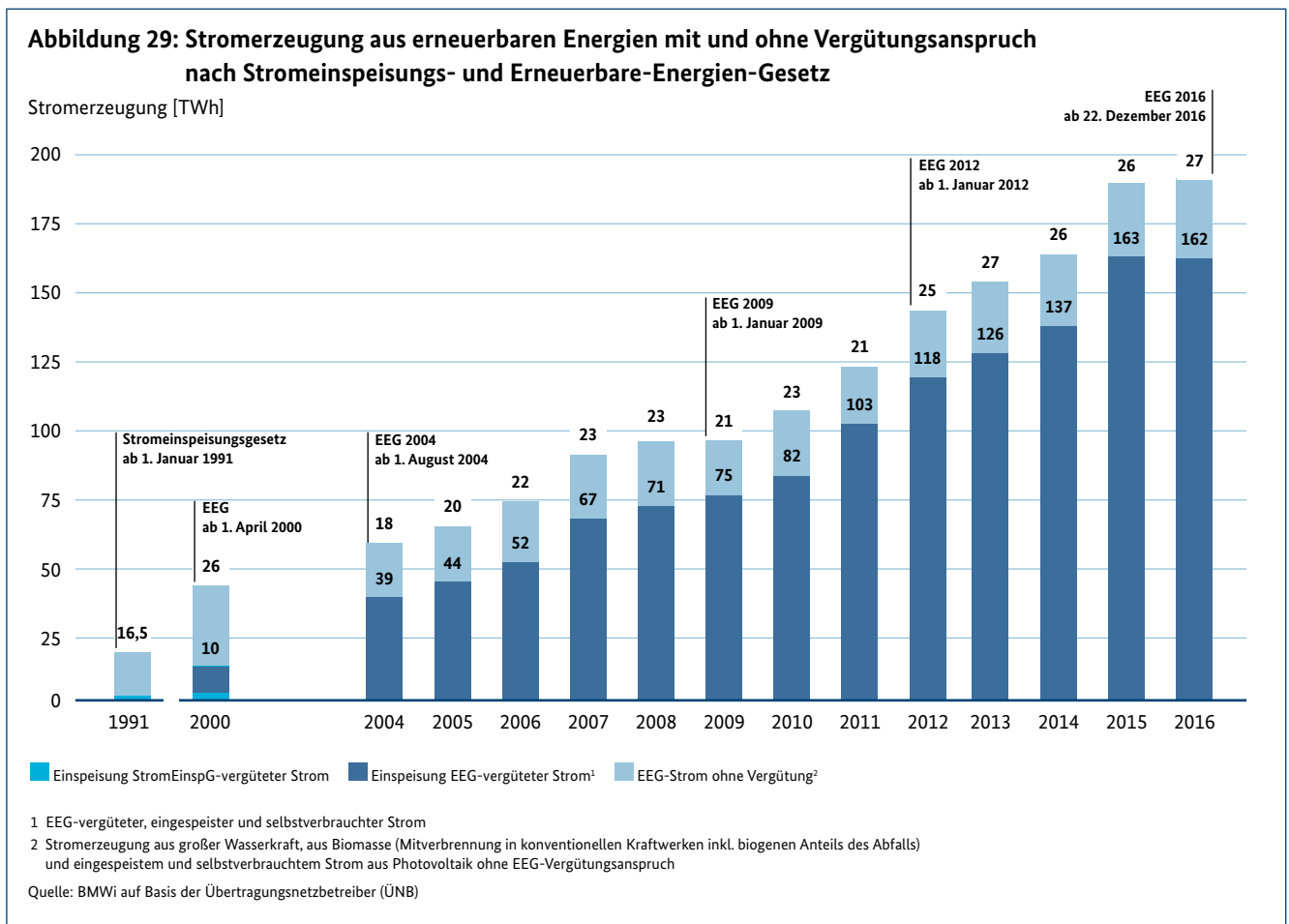
Das EEG wurde bereits mehrmals novelliert, um Technologieentwicklungen zu berücksichtigen und die erneuerbaren Energien immer weiter an den Markt heranzuführen. Zuletzt wurde im Rahmen des EEG 2017 und des Windenergie-auf-See-Gesetzes die Umstellung auf Ausschreibungen vollzogen. Von nun an werden die Vergütungssätze für Photovoltaik, Wind an Land und auf See sowie Biomasse, welche eine bestimmte Größe überschreiten, wettbewerblich ermittelt.

Das EEG hat sich bisher als sehr effektives Instrument beim Ausbau der erneuerbaren Energien erwiesen. Seit seiner Einführung im Jahr 2000 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kräftig gestiegen: von 36 Milliarden Kilowattstunden auf 188 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2016. Die Technologien Wind an Land, Photovoltaik,

Biomasse und in den letzten Jahren auch vermehrt Wind auf See sind die Treiber dieses Anstiegs. Beispielsweise hat sich die Stromerzeugung aus Photovoltaik seit 2000 von knapp 0,1 Milliarden Kilowattstunden auf 38 Milliarden Kilowattstunden um ein Vielfaches gesteigert.

Über das EEG wird jedoch nicht der gesamte Strom aus erneuerbaren Energieträgern gefördert. Beispielsweise sind große Wasserkraftanlagen und konventionelle Kraftwerke, die Biomasse mitverbrennen, nicht vergütungsberechtigt. Die über das EEG vergüteten Strommengen sind deshalb nur ein Teil der gesamten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, wie Abbildung 29 zeigt. Diese (EEG-vergütete) Stromerzeugung ist seit dem Jahr 2000 von rund 10 auf 162 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2016 angestiegen.

Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber unter [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de) und auf der „Informationsplattform Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter <http://www.erneuerbare-energien.de> in der Rubrik „Recht und Politik“/„Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)“/„EEG: Daten und Fakten“ im Dokument: „EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2017“.



## Die EEG-Umlage

Betreiber von Windkraft-, Solar-, Biomasse- und anderen EEG-Anlagen vermarkten ihren Strom in der Regel selbst am Markt oder lassen diesen von Dienstleistern verkaufen. Dafür erhalten sie von den Netzbetreibern eine sogenannte Marktprämie als Vergütung. Sie gleicht die Differenz zwischen dem Vergütungssatz und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis aus. In den letzten Jahren hat sich der Börsenstrompreis nahezu halbiert, sodass die Marktprämie zum Ausgleich deutlich gestiegen ist. Die Marktprämie bestimmt maßgeblich den Finanzierungsbedarf der erneuerbaren Energien und damit die Höhe der EEG-Umlage.

Jeweils zum 15. Oktober eines Jahres berechnen die Übertragungsnetzbetreiber die EEG-Umlage für das kommende Jahr. Es handelt sich dabei um eine Prognose nach den Maßgaben der Ausgleichsmechanismus-Verordnung (AusglMechV). Für die Berechnung der EEG-Umlage ist es zunächst erforderlich, den EEG-Umlagebetrag zu bestimmen. Dieser setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen: Neben dem für das folgende Kalenderjahr prognostizierten Finanzierungsbedarf der erneuerbaren Energien enthält er Bestandteile, die den Zweck haben, eventuelle Abweichungen von der Prognose abzufedern (Liquiditätsreserve) oder nachträglich auszugleichen (Kontoausgleich). Die Verrechnung des EEG-Kontosaldos erfolgt jeweils am 30. September. Nähere Informationen zur Berechnung der Prognose finden sich auf der Informationsplattform der Übertragungsnetzbetreiber zur EEG-Umlage ([www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de)).

**EEG-Umlagebetrag = prognost. Finanzierungsbedarf**  
im Folgejahr

**+ Kontoausgleich**

(Verrechnung des EEG-Kontosaldos am 30. September)

**+ Liquiditätsreserve**

(maximal 10 Prozent der Förderkosten)

Im Jahr 2017 ist die EEG-Umlage gegenüber 2016 um 8 Prozent angestiegen. Maßgeblich hierfür ist der Börsenstrompreis, der sich innerhalb der letzten fünf Jahre nahezu halbiert hat. Infolgedessen sind die Markterlöse für erneuerbaren Strom gesunken. Daneben sind die Vergütungen durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere für Windenergie auf See, gestiegen. Die entgangenen Markterlöse und die höheren Vergütungen führten zu einer höheren EEG-Umlage.

Da das EEG eine Vergütung über 20 Jahre garantiert, trägt die EEG-Umlage einen großen Kostenrucksack in Form der

Vergütungszahlungen an Bestandsanlagen. Ein Großteil der Bestandsanlagen ist in den Jahren 2009 bis 2012 mit deutlich höheren Vergütungssätzen als heute gebaut worden. Seitdem sind die Kosten der erneuerbaren Energien drastisch gefallen, sodass Neuanlagen nur noch einen Bruchteil der damaligen Vergütung benötigen. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien wird deshalb deutlich günstiger als bisher erfolgen.

Diese Entwicklung wird durch die im EEG 2017 eingeführten Ausschreibungen unterstützt, indem Vergütungssätze für neue EEG-Anlagen wettbewerblich ermittelt werden. Die Ergebnisse der ersten Ausschreibungsrunden für Photovoltaik sowie Windenergie an Land und auf See haben deshalb zu deutlich sinkenden Vergütungssätzen geführt. Darüber hinaus wird durch die Ausschreibungen eine Mengensteuerung möglich, die eine effektive Einhaltung von Ausbauzielen gewährleistet. Dadurch soll der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien planbarer, verlässlicher und vor allem kostengünstiger werden.

Das EEG verpflichtet grundsätzlich Stromversorgungsunternehmen und Eigenversorger, die EEG-Umlage zu zahlen. Die Stromversorgungsunternehmen geben die ihnen so entstandenen Kosten regelmäßig an die Stromverbraucher weiter. Es gibt jedoch gute Gründe, im internationalen Wettbewerb stehende stromkostenintensive Unternehmen und die Schienenbahnen teilweise von der Zahlung der EEG-Umlage auszunehmen. Um den Einfluss der EEG-Umlage auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit dieser stromkostenintensiven Unternehmen und auf die intermodale Wettbewerbsfähigkeit von Schienenbahnen zu begrenzen, wurde bereits im Jahr 2004 die Besondere Ausgleichsregelung eingeführt [27].

Durch diese Regelung waren im Jahr 2016 insgesamt 2.162 Unternehmen und ein Stromverbrauch von rund 113 Milliarden Kilowattstunden von der Zahlung der EEG-Umlage teilweise befreit. Diese Menge entspricht etwa 24 Prozent des gesamten Letztverbrauchs in Deutschland (= Nettostromverbrauch abzgl. selbsterzeugten und selbstverbrauchten Stroms). Auch privilegierte Unternehmen zahlen eine anteilige EEG-Umlage, in der Regel 15 Prozent, und beteiligen sich somit an der Finanzierung des EEG.

Wenn man außerdem den Blick von den privilegierten Branchen löst, finanziert die gesamte deutsche Wirtschaft (Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) knapp die Hälfte des EEG-Umlagebetrags im Jahr 2017 [28]. Dennoch führen die Entlastungstatbestände dazu, dass die EEG-Umlage für alle nicht begünstigten Letztverbraucher höher ausfällt. Nähere Informationen sind im Dokument „Hintergrundinformationen zur Besonderen Ausgleichsregelung“ auf der Informationsplattform <http://www.erneuerbare-energien.de> zu erhalten.

Die EEG-Umlage berechnet sich, indem der EEG-Umlagebetrag auf den umlagerelevanten Letztverbrauch bezogen wird. Der umlagerelevante Letztverbrauch beschreibt den nicht von der EEG-Umlagezahlung ausgenommenen Stromverbrauch. Im Jahr 2017 beträgt der prognostizierte Umlagebetrag 24 Milliarden Euro und der (prognostizierte) umlagerelevante Letztverbrauch 349 Milliarden Kilowattstunden. Daraus berechnet sich die EEG-Umlage 2017 zu 6,88 Cent pro Kilowattstunde.

$$\text{EEG-Umlage} = \frac{\text{EEG-Umlagebetrag}}{\text{umlagerelevanter Letztverbrauch}}$$

Die Technologien mit den größten Kostenanteilen an der EEG-Umlage 2017 sind Photovoltaik (38 Prozent), Biomasse (26 Prozent) und Windenergie an Land (22 Prozent).

## Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von EE-Anlagen

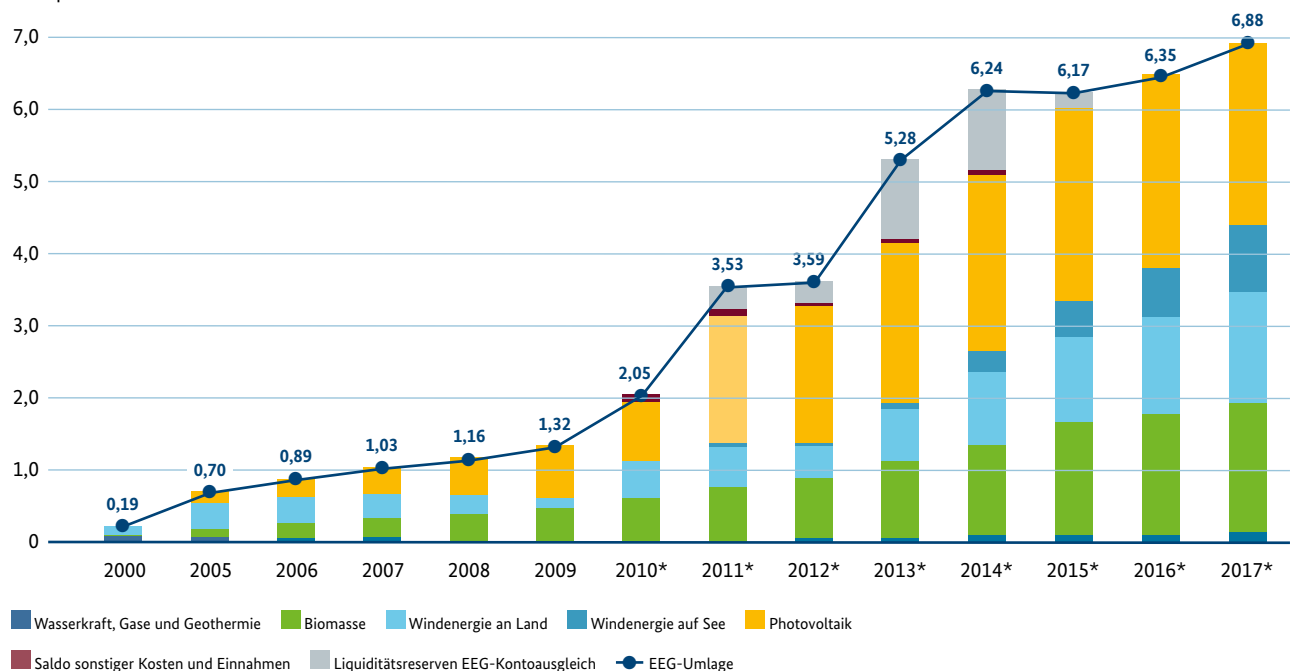
### Erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind für den Wirtschaftsstandort Deutschland von erheblicher Bedeutung, da ein großer Teil der Wertschöpfung hierzulande erbracht wird. Die Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen wuchsen seit dem Jahr 2000 stetig und erreichten im Jahr 2010 mit knapp 28 Milliarden Euro ihren bisherigen Höchstwert. Bis zum Jahr 2015 sanken sie wieder auf 14 Milliarden Euro, legten aber 2016 wieder auf 15,1 Milliarden Euro zu.

Investitionsstärkste Sparte war im Jahr 2016, wie schon in den Jahren zuvor, die Windenergie. Auf sie entfielen mit 10,1 Milliarden Euro zwei Drittel der gesamten Investitionen. Verglichen mit dem Vorjahr stiegen die Windkraftinvestitionen (an Land und auf See) damit um rund 11 Prozent. Dabei glich das Wachstum bei Windkraftanlagen an Land einen Rückgang bei den Anlagen auf See mehr als aus. Der deutliche Rückgang der Gesamtinvestitionen nach dem Jahr 2010 geht vor allem auf die Entwicklung der Photovoltaik zurück. Dieser war in den Jahren 2011 und 2012 auf sinkende Anlagenpreise zurückzuführen, während unver-

**Abbildung 30: Entwicklung der EEG-Umlage**

Cent pro Kilowattstunde



Für die Jahre 2001 bis 2009 rechnerische EEG-Differenzkosten aller Stromlieferanten auf Basis der Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) mit Annahmen zum durchschnittlichen Wert des EEG-Stroms

\* ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage nach AusglMechV, veröffentlicht auf [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de)

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

Quelle: BMWi auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB); weiterführende Informationen auf <http://www.erneuerbare-energien.de>

mindert neue Anlagen zugebaut wurden. Seit dem Jahr 2013 schlug hingegen bei weitgehend stabilen Preisen der einbrechende PV-Zubau durch. Während die Investitionen in PV-Anlagen in den Jahren 2007 bis 2012 zwischen rund 40 bis zu 70 Prozent der Gesamtinvestitionen ausmachten, sank dieser Anteil bis zum Jahr 2016 auf nur noch knapp 11 Prozent, was einer Investitionssumme von 1,6 Milliarden Euro entspricht.

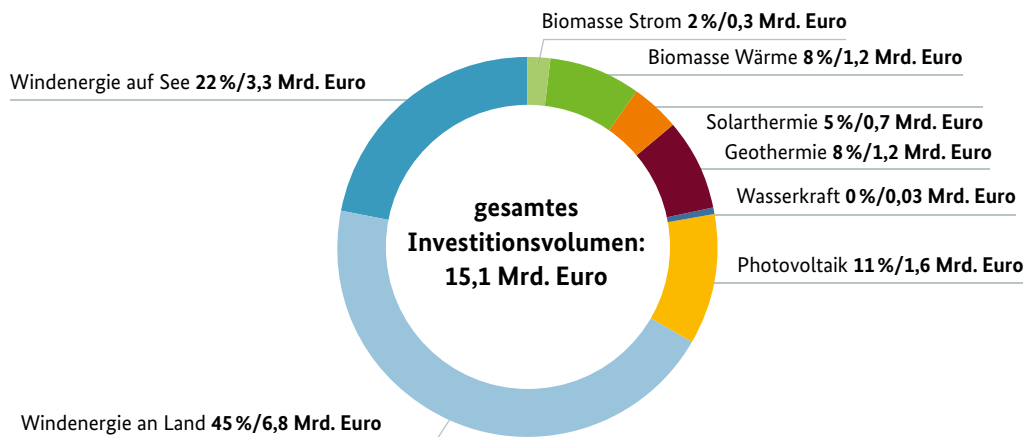
Die Investitionen in den anderen Bereichen (Biomassestrom und -wärme, Wasserkraft, Solar- und Erdwärme) erreichten im Jahr 2016 zusammen 3,4 Milliarden Euro bzw. rund 23 Prozent der Gesamtinvestitionen. Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung von Wärme aus Biomasse, Solarthermie und Wasserkraft sanken im Vorjahresvergleich leicht, während die Stromerzeugung aus Biomasse und Geothermie (inkl. Umweltwärme) leicht zulegte.

Abbildung 31: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen

|      | Wasserkraft | Windenergie an Land | Windenergie auf See | Photovoltaik | Solarthermie | Geothermie, Umweltwärme | Biomasse Strom | Biomasse Wärme | Gesamt |
|------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------|----------------|--------|
|      | (Mrd. Euro) |                     |                     |              |              |                         |                |                |        |
| 2000 | 0,5         | 1,9                 | -                   | 0,3          | 0,4          | 0,1                     | 0,5            | 0,9            | 4,7    |
| 2005 | 0,2         | 2,5                 | -                   | 4,8          | 0,6          | 0,4                     | 1,9            | 1,5            | 12,0   |
| 2006 | 0,2         | 3,2                 | -                   | 4,0          | 1,0          | 0,9                     | 2,3            | 2,3            | 14,0   |
| 2007 | 0,3         | 2,5                 | 0,03                | 5,3          | 0,8          | 0,9                     | 2,3            | 1,5            | 13,6   |
| 2008 | 0,4         | 2,5                 | 0,2                 | 8,0          | 1,7          | 1,3                     | 2,0            | 1,8            | 17,7   |
| 2009 | 0,5         | 2,8                 | 0,5                 | 13,6         | 1,5          | 1,2                     | 2,0            | 1,6            | 23,6   |
| 2010 | 0,4         | 2,1                 | 0,5                 | 19,6         | 1,0          | 1,0                     | 2,2            | 1,2            | 27,9   |
| 2011 | 0,3         | 2,9                 | 0,6                 | 15,9         | 1,1          | 1,1                     | 3,1            | 1,3            | 26,2   |
| 2012 | 0,2         | 3,6                 | 2,4                 | 12,0         | 1,0          | 1,1                     | 0,8            | 1,5            | 22,5   |
| 2013 | 0,1         | 4,5                 | 4,3                 | 3,4          | 0,9          | 1,1                     | 0,7            | 1,5            | 16,5   |
| 2014 | 0,08        | 7,1                 | 3,9                 | 1,5          | 0,8          | 1,1                     | 0,7            | 1,4            | 16,4   |
| 2015 | 0,06        | 5,4                 | 3,7                 | 1,6          | 0,8          | 1,0                     | 0,2            | 1,3            | 14,0   |
| 2016 | 0,03        | 6,8                 | 3,3                 | 1,6          | 0,7          | 1,2                     | 0,3            | 1,2            | 15,1   |

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 32: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2016



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

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Kostensenkungen bei den Erneuerbare-Energien-Anlagen, insbesondere bei Photovoltaikanlagen, schafften die Voraussetzungen dafür, dass neue Anlagen (real) meist weniger kosteten als im vorhergehenden Jahr. Dadurch konnte der angestrebte Ausbau zu geringeren Investitionskosten als in der Vergangenheit realisiert werden.

Mit knapp 80 Prozent entfällt nach wie vor der überwiegende Anteil der Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden. Verglichen mit dem Vorjahr nahm dieser Anteil um ca. 1,6 Prozentpunkte zu.

### Impulse aus dem Anlagenbetrieb übersteigen die Investitionen

Neben dem Bau ist auch der Betrieb der Anlagen ein wirtschaftlicher Faktor. Der Anlagenbetrieb (einschließlich Wartung) löst durch die Nachfrage nach Personal, Strom (Hilfsenergie), Ersatzteilen oder Brennstoffen wirtschaftliche Impulse auch in anderen Branchen aus. Die beim Anlagenbetreiber anfallenden Betriebskosten führen zu Umsätzen in entsprechender Höhe bei Zulieferern. Mit zunehmender Zahl installierter Anlagen folgen diese wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb seit Jahren einem kon-

tinuierlichen Aufwärtstrend. So stiegen sie seit dem Jahr 2000 Jahr für Jahr stetig von 2 Milliarden Euro bis auf 15,6 Milliarden Euro im Jahr 2016. Damit überstiegen die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb wie schon im Vorjahr die Investitionen in Anlagen.

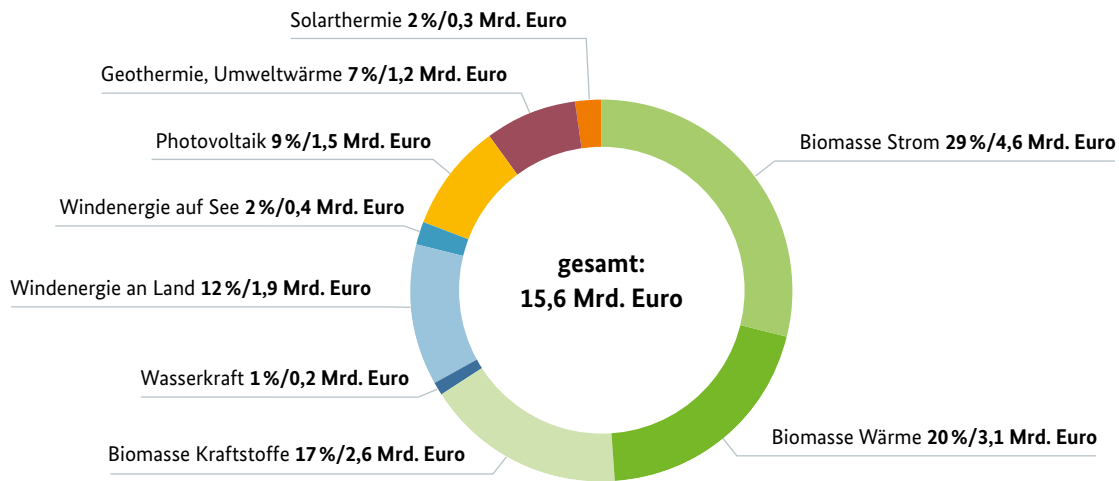
Im Gegensatz zu den anderen Erneuerbare-Energien-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Die Brennstoffkosten führen dazu, dass der größte Anteil der vom Anlagenbetrieb ausgelösten gesamten wirtschaftlichen Impulse auf diesen Anlagentyp entfällt. Es folgen die Umsätze durch den Verkauf von Biokraftstoffen, erst dann die Impulse durch den Betrieb von Windenergie- und PV-Anlagen, von Anlagen zur Geothermie- und Umweltwärmenutzung sowie von Wasserkraft- und Solarthermie-Anlagen. Die in Form von Betriebskosten bzw. Umsätzen durch den Verkauf von Biokraftstoffen ausgelösten wirtschaftlichen Impulse stärken die Wirtschaft nachhaltig, da sie über die gesamte Anlagenlaufzeit von zumeist 20 Jahren kontinuierlich anfallen und mit jeder zusätzlich installierten Anlage weiter wachsen.

Mehr Informationen zur verwendeten Methodik siehe Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Abbildung 33: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen

|      | Wasserkraft | Windenergie<br>an Land | Windenergie<br>auf See | Photovoltaik | Solarthermie | Geothermie,<br>Umweltwärme | Biomasse<br>Strom | Biomasse<br>Wärme | Biomasse<br>Kraftstoffe | Gesamt |
|------|-------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------|
|      | (Mrd. Euro) |                        |                        |              |              |                            |                   |                   |                         |        |
| 2000 | 0,1         | 0,2                    | -                      | 0,01         | 0,00         | 0,2                        | 0,2               | 1,2               | 0,2                     | 2,0    |
| 2005 | 0,1         | 0,6                    | -                      | 0,1          | 0,05         | 0,2                        | 0,7               | 1,5               | 1,8                     | 5,0    |
| 2006 | 0,1         | 0,6                    | -                      | 0,2          | 0,07         | 0,3                        | 1,1               | 1,7               | 3,2                     | 7,2    |
| 2007 | 0,1         | 0,7                    | 0,00                   | 0,3          | 0,1          | 0,4                        | 1,6               | 1,9               | 3,8                     | 8,8    |
| 2008 | 0,2         | 0,8                    | 0,00                   | 0,4          | 0,1          | 0,4                        | 1,9               | 2,0               | 3,5                     | 9,3    |
| 2009 | 0,2         | 0,9                    | 0,01                   | 0,5          | 0,1          | 0,5                        | 2,3               | 2,3               | 2,4                     | 9,3    |
| 2010 | 0,2         | 1,0                    | 0,02                   | 0,8          | 0,2          | 0,6                        | 2,8               | 2,7               | 2,9                     | 11,1   |
| 2011 | 0,2         | 1,1                    | 0,03                   | 1,0          | 0,2          | 0,7                        | 3,2               | 2,7               | 3,7                     | 12,8   |
| 2012 | 0,2         | 1,2                    | 0,06                   | 1,3          | 0,2          | 0,8                        | 3,9               | 2,9               | 3,7                     | 14,2   |
| 2013 | 0,2         | 1,4                    | 0,1                    | 1,4          | 0,2          | 0,9                        | 4,0               | 3,1               | 3,1                     | 14,4   |
| 2014 | 0,2         | 1,6                    | 0,2                    | 1,4          | 0,2          | 1,0                        | 4,3               | 2,8               | 2,7                     | 14,4   |
| 2015 | 0,2         | 1,7                    | 0,3                    | 1,4          | 0,3          | 1,1                        | 4,6               | 2,9               | 2,5                     | 14,9   |
| 2016 | 0,2         | 1,9                    | 0,4                    | 1,5          | 0,3          | 1,2                        | 4,6               | 3,1               | 2,6                     | 15,6   |

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

**Abbildung 34: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2016**

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

## Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich

### Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG

Zweck des am 1. Januar 2009 in Kraft getretenen und seitdem kontinuierlich angepassten Gesetzes ist es, unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit sowie im Interesse des Klimaschutzes, der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten, eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Das Gesetz soll dazu beitragen, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis zum Jahr 2020 auf 14 Prozent zu erhöhen.

Das EEWärmeG hat einen zweifachen Ansatz: Es adressiert mit § 3 EEWärmeG die ordnungsrechtliche Pflicht zur anteiligen Nutzung erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung beim Neubau von Gebäuden. Die in § 13 EEWärmeG vorgesehene und über die Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm – MAP) gewährte finanzielle Förderung richtet sich dagegen primär an den Gebäudebestand.

Die Bundesregierung berichtet gemäß § 18 EEWärmeG alle vier Jahre über die Erfahrungen mit dem Gesetz und unterbreitet Vorschläge zu dessen Weiterentwicklung. Im November 2015 wurde der zweite Erfahrungsbericht veröffentlicht. Die bisherige Entwicklung zeigt, dass die Instrumente des EEWärmeG wirken.

Energieeinsparrechtliche Anforderungen an Gebäude finden sich neben dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) im Energieeinsparungsgesetz (EnEG) sowie der Energieeinsparverordnung (EnEV). In einem neuen Gebäudeenergiegesetz sollen das EnEG, die EnEV und das EEWärmeG zusammengeführt und ein einheitliches Regelungssystem geschaffen werden, in dem Energieeffizienz und der Einsatz von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich integriert sind. Mit der Vereinheitlichung werden Anwendung und Vollzug erleichtert. Zum Niedrigstenergiestandard für Neubauten erfordert die EU-Gebäuderichtlinie eine Regelung für Nichtwohngebäude der öffentlichen Hand, die behördlich genutzt werden, bis Ende 2018 und für private Neubauten bis Ende 2020. Das geltende Wirtschaftlichkeitsgebot wird dabei beachtet.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit haben mit dem Referentenentwurf des Gebäudeenergiegesetzes eine Neukonzeption des Energieeinsparrechts für Gebäude vorgelegt. Die Arbeiten an dem Gesetzesvorhaben werden fortgesetzt [29].

### Das Marktanreizprogramm

Mit dem Marktanreizprogramm (MAP) soll als Beitrag zum Ziel des EEWärmeG der Absatz der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich verbessert werden. Das MAP wird fortlaufend wissenschaftlich evaluiert [30], um die Auswirkungen der Förderung zu messen. Im Jahr 2015 wurde das MAP novelliert, die neu gefassten „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ [31] sind seit dem 1. April 2015 in Kraft.

Das MAP 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 bei Ein- und Zweifamilienhäusern beantragt werden, oder Tilgungszuschüsse im Rahmen von zinsgünstigen KfW-Darlehen aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien (Variante Premium) für größere Anlagen sowie für Wärmenetze und -speicher bewilligt. Diese Investitionen werden zumeist im gewerblich-kommunalen Bereich realisiert.

In den Jahren 2000 bis 2016 wurden im Förderteil der Investitionszuschüsse (BAFA) rund 1,18 Millionen Solarthermieranlagen mit Investitionszuschüssen in Höhe von ca. 1,42 Milliarden Euro sowie rund 411.000 kleinere Biomasseheizungen, z. B. Pelletkessel, in einem Umfang von rund 781 Millionen Euro gefördert. Die hierdurch angeschobenen Investitionen betragen ca. 10,48 Milliarden Euro im Fördersegment Solarthermie und ca. 5,92 Milliarden Euro im Bereich Biomasse.

Für effiziente Wärmepumpenheizungen, die seit dem Jahr 2008 förderfähig sind, wurden im Zeitraum 2008 bis 2016 in rund 105.000 Förderfällen Investitionszuschüsse mit einem Betrag von ca. 281 Millionen Euro ausgezahlt. Das ausgelöste Investitionsvolumen betrug ca. 1,83 Milliarden Euro.

Im weiteren Förderteil des MAP, dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“, wurden in den Jahren 2000 bis 2016 für 22.163 größere Vorhaben zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen zugesagt. Dabei lagen das insgesamt gewährte Darlehensvolumen bei ca. 3,3 Milliarden Euro und das Volumen der Tilgungszuschüsse bei ca. 814 Millionen Euro. Diese Förderung wurde beispielsweise für Solarthermieranlagen mit größerer Kollektorfläche, Biomasseanlagen im höheren Leistungsbereich, Tiefengeothermieanlagen sowie für Wärmenetze und -speicher für Wärme aus erneuerbaren Energien gewährt.

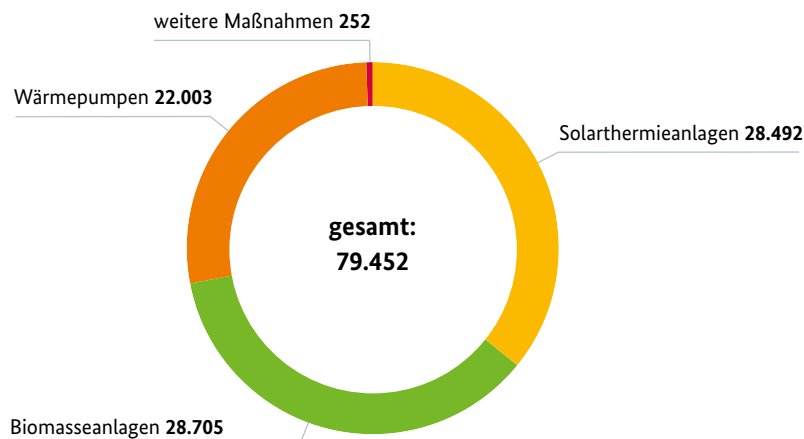
Die Anzahl der Bewilligungen im Jahr 2016 aus den beiden Förderteilen des MAP (BAFA/KfW) ist in den Abbildungen 35 und 36 dargestellt.

Weitere Informationen zum MAP sind auf der Internetseite des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) sowie auf dem Informationsportal Erneuerbare Energien des BMWi unter <http://www.erneuerbare-energien.de> zu finden. Auskunft über Investitionskostenzuschüsse im Rahmen des MAP erteilt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), [www.bafa.de](http://www.bafa.de), bzw. unter <http://www.heizen-mit-erneuerbaren-energien.de>.

Weiterführende Informationen zum KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ im Rahmen des MAP sind auf der Internetseite der KfW unter [www.kfw.de](http://www.kfw.de) zu finden.

**Abbildung 35: Marktanzreizprogramm 2016 – Investitionszuschüsse, Teil BAFA**

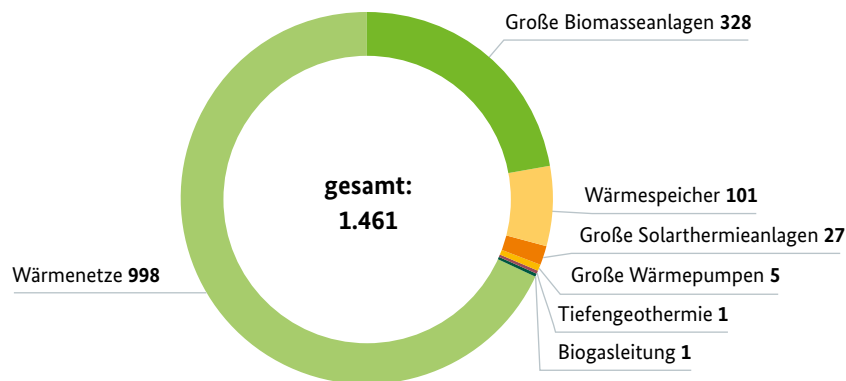
Anzahl der Bewilligungen



Quelle: BMWi

**Abbildung 36: Marktanzreizprogramm 2016 – Tilgungszuschüsse, Teil KfW (KfW-Programm EE Premium)**

Anzahl der Bewilligungen



Quelle: BMWi

## Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr

### Biokraftstoffe

Biokraftstoffe wurden in der Bundesrepublik Deutschland zunächst ausschließlich über steuerliche Begünstigungen gefördert.

Der erste Biokraftstoffbericht des Bundesministeriums der Finanzen [32] stellte für das Jahr 2006 eine erhebliche Überkompensation der Biokraftstoffe (Steuererstattung lag deutlich über der Differenz der Produktionskosten) fest. Aus diesem Grund wurde die Biokraftstoffförderung auf eine langfristig tragfähige und verlässliche Basis gestellt, indem eine Umstellung von einer bis dahin ausschließlich steuerlichen auf eine ausschließlich ordnungsrechtliche Förderung geschaffen wurde [33] [34]. Die in diesem Zusammenhang neu eingeführte Biokraftstoffquote verpflichtete die Mineralölwirtschaft, einen Mindestanteil an Biokraftstoffen – bezogen auf die jährliche Gesamtabsatzmenge eines Unternehmens an Otto-, Diesel- und Biokraftstoff – in den Verkehr zu bringen. Die Gesamtquote lag in den Jahren 2010 bis 2014 bei 6,25 Prozent (energetisch), die Unterquote für Dieselmotorkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe bei 4,4 Prozent (energetisch) und die für Ottomotorkraftstoff ersetzenden Biokraftstoffe bei 2,8 Prozent (energetisch). Seit dem Jahr 2011 konnten bestimmte Biokraftstoffe (v. a. Biokraftstoffe, die aus Abfällen und Reststoffen hergestellt werden) doppelt gewichtet auf die energetische Biokraftstoffquote angerechnet werden.

Biokraftstoffe, die seit Beginn des Jahres 2011 in der Bundesrepublik Deutschland in Verkehr gebracht werden, können bzw. konnten nur dann über die Biokraftstoffquote

oder bis Ende 2015 steuerlich gefördert werden, wenn diese die Anforderungen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung erfüllen.

Zum 1. Januar 2015 wurde die Quote von der energetischen Bewertung auf die Netto-Treibhausgasminderung als Bezugsgröße umgestellt. Diese beträgt 3,5 Prozent in den Jahren 2015 und 2016, 4,0 Prozent im Zeitraum 2017 bis 2019 und 6,0 Prozent ab 2020 [25]. Damit soll sichergestellt werden, dass das gemäß RL 2009/28/EG gleichermaßen für alle EU-Mitgliedstaaten geltende Ziel zum Einsatz von Biokraftstoffen und Elektromobilität von 10 Prozent im Jahr 2020 erreicht wird.

Die Mengenentwicklung bei den verschiedenen Biokraftstoffen (siehe Abbildung 23) steht im engen Kontext zu den Änderungen bei der Förderung seit dem Jahr 2004. Dies wird insbesondere aktuell auch am konstanten Biokraftstoffabsatz der Jahre 2015 und 2016 deutlich, welcher die konstante Treibhausgasminderungsquote widerspiegelt.

### Elektromobilität

Elektromobilität ist für eine klimafreundliche Verkehrspolitik ein zentrales Element. Die Bundesregierung hat zur Förderung der Elektromobilität im Jahr 2016 ein Maßnahmenpaket beschlossen, bei dem drei finanzwirksame Maßnahmen im Vordergrund stehen: zeitlich befristete Kaufprämie für elektrische Fahrzeuge, Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie öffentliche Beschaffung von Elektrofahrzeugen. Die Kaufprämie beträgt 4.000,- Euro für rein elektrische Fahrzeuge und 3.000,- Euro für Plug-in-Hybride und wird je zur Hälfte von der Bundesregierung und von



der Industrie finanziert. Sie gilt ab dem 18. Mai 2016 und erfolgt bis zur vollständigen Auszahlung der Bundesmittel in Höhe von 600 Millionen Euro, längstens bis 2019.

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur ist für die Elektromobilität von zentraler Bedeutung. Die Bundesregierung hat daher ein Förderprogramm verabschiedet, das den Aufbau von weiteren 5.000 Schnellladestationen mit insgesamt 200 Millionen Euro und den Aufbau von weiteren 10.000 Normalladestationen mit insgesamt 100 Millionen Euro unterstützt. Vom 1. März 2017 an können private Investoren, Städte und Gemeinden entsprechende Förderanträge stellen.

Ferner gelten steuerliche Erleichterungen durch Verlängerung der Kraftfahrzeug-Steuerbefreiung von bisher 5 auf 10 Jahre mit Erstzulassung im Zeitraum 1. Januar 2016 bis 31. Dezember 2020 sowie eine Steuerbefreiung für vom Arbeitgeber gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines privaten Elektrofahrzeugs im Betrieb des Arbeitgebers.

### Förderung von Forschung und Entwicklung 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. Technische Weiterentwicklungen erhöhen die Verlässlichkeit der Anlagen und sorgen für sinkende Kosten und eine hohe Versorgungssicherheit bei steigenden Anteilen regenerativ erzeugten Stroms im deutschen Netz.

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu Energietechnologien werden im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung gefördert. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ist dabei unter anderem für die Projektförderung anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien zuständig. Die Forschung und Entwicklung erfolgt auch im Hinblick auf standort- und arbeitsmarktpolitische Aspekte und stärkt damit die internationale Spitzenposition und Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Übergeordnete Ziele der Forschungsförderung sind

- der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien als Teil der Nachhaltigkeits-, Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung,
- eine deutliche Kostensenkung für regenerativ erzeugten Strom und regenerativ erzeugte Wärmeenergie sowie

- die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen und damit die Schaffung zukunftsfähiger Arbeitsplätze.

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

- das deutsche Energiesystem 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 Energietechnologien umweltverträglich zu gestalten, z. B. durch Ressourcen sparende Produktionsweisen (recyclingfähige Anlagenkonstruktionen) sowie ökologische Begleitforschung.

Im Jahr 2016 bewilligte das BMWi in den Bereichen Photovoltaik, Geothermie, Wind, SystEEM (Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme), Niedertemperatur-Solarthermie, solarthermische Kraftwerke, Meeresenergie, internationale Zusammenarbeit und ökologische Begleitforschung insgesamt 442 neue Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von über 301 Millionen Euro (siehe Abbildung 40).

Ausführliche Informationen enthält der Jahresbericht 2016 „Innovation durch Forschung – Projekte und Ergebnisse der Forschungsförderung 2016“. Auf den Internetseiten des vom BMWi beauftragten Projektträgers Jülich ([www.ptj.de](http://www.ptj.de)) finden sich unter anderem Informationen zu Förderthemen und zur Antragstellung für Forschungsförderprogramme im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien.

Abbildung 37: Neu bewilligte Projekte für Erneuerbare-Energien-Technologien

|                               | 2013       |                |              | 2014       |                |              | 2015       |                |              | 2016       |                |              |
|-------------------------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|--------------|
|                               | Anzahl     | 1.000 Euro     | Anteil in %  | Anzahl     | 1.000 Euro     | Anteil in %  | Anzahl     | 1.000 Euro     | Anteil in %  | Anzahl     | 1.000 Euro     | Anteil in %  |
| Photovoltaik                  | 35         | 33.990         | 21,8         | 90         | 66.910         | 35,4         | 106        | 84.248         | 32,0         | 166        | 116.570        | 38,7         |
| Wind                          | 56         | 36.750         | 23,6         | 63         | 38.510         | 20,4         | 111        | 91.113         | 34,6         | 93         | 86.240         | 28,6         |
| Geothermie                    | 25         | 19.210         | 12,4         | 15         | 12.650         | 6,7          | 23         | 17.441         | 6,6          | 22         | 19.550         | 6,5          |
| Niedertemperatur-Solarthermie | 25         | 9.945          | 6,4          | 15         | 6.500          | 3,4          | 21         | 9.675          | 3,7          | 24         | 12.900         | 4,3          |
| Solarthermische Kraftwerke    | 14         | 8.650          | 5,6          | 22         | 7.440          | 3,9          | 17         | 3.845          | 1,5          | 13         | 8.900          | 2,9          |
| SystEEm <sup>1</sup>          | 66         | 38.519         | 24,8         | 114        | 51.881         | 27,5         | 128        | 54.577         | 20,7         | 120        | 53.750         | 17,9         |
| Querschnittsforschung         | 16         | 4.101          | 2,6          | 12         | 2.673          | 1,4          | 0          | 0              | 0,0          | 0          | 0              | 0,0          |
| Sonstiges                     | 7          | 4.375          | 2,8          | 10         | 2.424          | 1,3          | 6          | 2.355          | 0,9          | 4          | 3.510          | 1,1          |
| <b>Gesamt</b>                 | <b>244</b> | <b>155.540</b> | <b>100,0</b> | <b>341</b> | <b>188.988</b> | <b>100,0</b> | <b>412</b> | <b>263.254</b> | <b>100,0</b> | <b>442</b> | <b>301.420</b> | <b>100,0</b> |

1 SystEEm: Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme

Quelle: BMWi

## Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

**Mit der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, die im Juni 2009 in Kraft getreten ist, hat sich die EU ehrgeizige Ziele gesetzt: Im Jahr 2020 sollen die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs und einen Mindestanteil von 10 Prozent im Verkehrssektor decken.**

Seit dem 25. Juni 2009 ist die Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen in Kraft. Diese ist Teil des Europäischen Klima- und Energiepakets, das auf die Beschlüsse des Frühjahrgipfels der Staats- und Regierungschefs (Europäischer Rat) vom 9. März 2007 zurückging. Verbindliches Ziel der Richtlinie ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU von ca. 8,5 Prozent im Jahr 2005 auf 20 Prozent bis zum Jahr 2020 zu steigern.

Zur Untersetzung des EU-Ziels von 20 Prozent wurden in der Richtlinie auch verbindliche nationale Ziele der einzelnen Mitgliedstaaten für den Anteil von erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 festgelegt. Diese wurden auf Basis der jeweiligen Ausgangswerte im Jahr 2005 unter Berücksichtigung der nationalen Potenziale ermittelt und unterscheiden sich daher stark. Die Spannweite der nationalen Zielsetzungen reicht von 10 Prozent für Malta bis 49 Prozent für Schweden. Für Deutschland wurde ein nationales Ziel von 18 Prozent festgelegt. Die Berechnung des Anteils folgt bestimmten Regeln: So wird die Stromerzeugung aus Wasser- und Windkraft, die witterungsbedingt jährlich schwankt, normalisiert, d. h. auf durchschnittliche Niederschlags- und Windverhältnisse umgerechnet.

Weiter sieht die Richtlinie ein für alle Mitgliedstaaten zu erreichendes Mindestziel von 10 Prozent Energie aus erneuerbaren Quellen am Energieverbrauch im Verkehrssektor vor. Auch die Anteilsberechnung im Verkehr folgt bestimmten Regeln z. B. für die Gewichtung einzelner Energieträger. Neben Biokraftstoffen fließt auch Strom aus erneuerbaren Energien, der im Schienenverkehr oder von Elektroautos genutzt wird, in die Anteilsberechnung ein.

Bezüglich der Erschließung der nationalen Potenziale zur jeweiligen Zielerreichung setzt die Richtlinie in erster Linie auf die nationalen Fördersysteme, für deren Ausgestaltung durch die Mitgliedstaaten in der Richtlinie keine weitergehenden Vorgaben gemacht werden. Darüber hinaus hat die Richtlinie flexible Kooperationsmechanismen eingeführt. Mit diesen erhalten die Mitgliedstaaten die Möglich-

keit, bei Bedarf zusammenzuarbeiten, um ihre Ziele zu erfüllen. Diese Kooperationsmechanismen umfassen den statistischen Transfer von Überschussmengen erneuerbarer Energien, gemeinsame Projekte zur Förderung erneuerbarer Energien oder die (Teil-)Zusammenlegung von nationalen Fördersystemen mehrerer Mitgliedstaaten.

Weiterhin schreibt die Richtlinie vor, dass Strom aus erneuerbaren Energiequellen ein vorrangiger Netzzugang zu gewähren ist. Für die Nutzung von Biokraftstoffen und flüssigen Bioenergieträgern zur energetischen Verwendung werden zudem Nachhaltigkeitsanforderungen definiert.

Mit der Richtlinie wurde erstmals eine einheitlich für die EU geltende Gesamtregelung für alle energetischen Einsatzbereiche erneuerbarer Energieträger eingeführt. Auf diese Weise wurde ein verlässlicher EU-weiter Rechtsrahmen für die notwendigen Investitionen und damit der Grundstein für einen erfolgreichen Ausbau erneuerbarer Energien bis 2020 gesetzt.

Der Europäische Rat hat im Oktober 2014 als Teil des Klima- und Energierahmens 2030 auch bereits ein verbindliches EU-Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 27 Prozent im Jahr 2030 beschlossen. Dieses soll mit Hilfe einer überarbeiteten europäischen Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien in der Zeit nach 2020 sowie einer Verordnung zur Governance der Energieunion umgesetzt werden. Die Europäische Kommission hat hierfür Ende November 2016 Vorschläge vorgelegt. Die Beratungen dieser Rechtssetzungsvorschläge im Ministerrat der EU und im Europäischen Parlament haben Anfang 2017 begonnen. Die Bundesregierung setzt sich dabei für einen

### Anmerkung:

Die in europäischen und internationalen Statistiken angegebenen Daten zur Erzeugung 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 i. d. R. belastbarer.

robusten Rechtsrahmen ein, der sicherstellt, dass das gemeinsame europäische Ziel verlässlich erreicht wird. Mit einem Abschluss der Verhandlungen ist nicht vor 2018 zu rechnen.

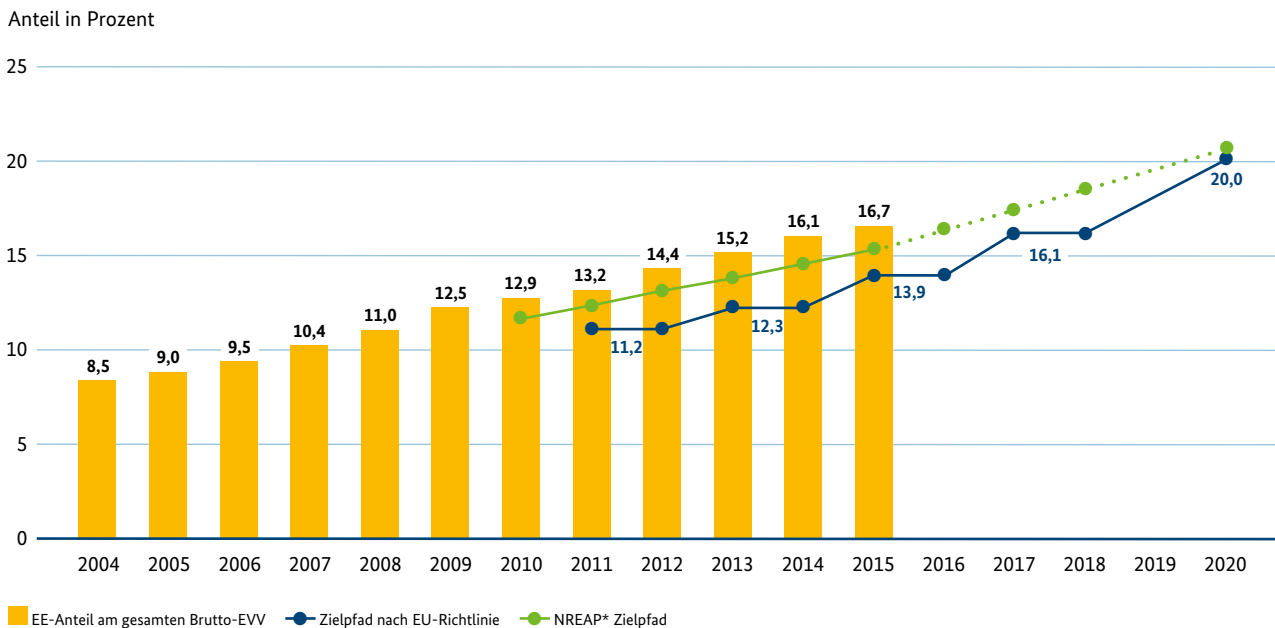
## Fortschrittsberichte nach der Richtlinie 2009/28/EG

Auf Grundlage der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (2009/28/EG) haben die Mitgliedstaaten nationale Aktionspläne zur Umsetzung ihrer Ziele verabschiedet und müssen nach Artikel 22 der Richtlinie alle zwei Jahre über die erzielten Fortschritte der Kommission berichten. Die Fortschrittsberichte der Mitgliedstaaten stehen unter <https://ec.europa.eu/energy/node/70> zum Download zur Verfügung.

Nach Eurostat [3] lag der Anteil der erneuerbaren Quellen in der Europäischen Union im Jahr 2015 bei 16,7 Prozent. Im Jahr 2004 lag der Anteil noch bei nur 8,5 Prozent. Seit dem Jahr 2004 erhöhte sich damit der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in ausnahmslos allen Mitgliedstaaten beträchtlich. Von den 28 EU-Mitgliedstaaten hatten bis zum Jahr 2015 elf Mitgliedstaaten ihre nationalen Ziele für das Jahr 2020 erreicht.

Auch die Europäische Kommission erstellt nach Artikel 23 der Richtlinie im zweijährigen Turnus einen Fortschrittsbericht, in dem die nationalen Fortschritte im Hinblick auf den durch die EU-Richtlinie vorgegebenen Zielerreichungspfad dokumentiert werden. Den jüngsten, inzwischen vierten Fortschrittsbericht hat die Europäische Kommission im Februar 2017 veröffentlicht [25]. Er findet sich als Download im Internet unter <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports>.

**Abbildung 38: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch und in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in der EU gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG**



\* Das Energy Research Center of the 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.

Quellen: Eurostat (SHARES) [3], ECN und Ökoinstitut [36]

**Abbildung 39: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und am Bruttoendenergieverbrauch Strom**

|                        | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch<br>gesamt (%) |             |             |             |             |           | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom <sup>1</sup><br>(%) |             |             |             |             |
|------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | 2005                                                  | 2010        | 2013        | 2014        | 2015        | Ziel      | 2005                                                              | 2010        | 2013        | 2014        | 2015        |
| Belgien                | 2,3                                                   | 5,7         | 7,5         | 8,0         | 7,9         | 13        | 2,4                                                               | 7,1         | 12,5        | 13,4        | 15,4        |
| Bulgarien              | 9,4                                                   | 14,1        | 19,0        | 18,0        | 18,2        | 16        | 9,3                                                               | 12,7        | 18,9        | 18,9        | 19,1        |
| Dänemark               | 16,0                                                  | 22,1        | 27,4        | 29,3        | 30,8        | 30        | 24,6                                                              | 32,7        | 43,1        | 48,5        | 51,3        |
| Deutschland            | 6,7                                                   | 10,5        | 12,4        | 13,8        | 14,6        | 18        | 10,5                                                              | 18,1        | 25,3        | 28,2        | 30,7        |
| Estland                | 17,5                                                  | 24,6        | 25,6        | 26,3        | 28,6        | 25        | 1,1                                                               | 10,4        | 13,0        | 14,1        | 15,1        |
| Finnland               | 28,8                                                  | 32,4        | 36,7        | 38,7        | 39,3        | 38        | 26,9                                                              | 27,7        | 30,9        | 31,4        | 32,5        |
| Frankreich             | 9,5                                                   | 12,5        | 14,1        | 14,7        | 15,2        | 23        | 13,7                                                              | 14,8        | 16,9        | 18,3        | 18,8        |
| Griechenland           | 7,0                                                   | 9,8         | 15,0        | 15,3        | 15,4        | 18        | 8,2                                                               | 12,3        | 21,2        | 21,9        | 22,1        |
| Irland                 | 2,9                                                   | 5,6         | 7,7         | 8,7         | 9,2         | 16        | 7,2                                                               | 14,6        | 21,0        | 22,9        | 25,2        |
| Italien                | 7,5                                                   | 13,0        | 16,7        | 17,1        | 17,5        | 17        | 16,3                                                              | 20,1        | 31,3        | 33,4        | 33,5        |
| Kroatien               | 23,8                                                  | 25,1        | 28,0        | 27,9        | 29,0        | 20        | 35,6                                                              | 37,6        | 42,1        | 45,3        | 45,4        |
| Lettland               | 32,3                                                  | 30,4        | 37,1        | 38,7        | 37,6        | 40        | 43,0                                                              | 42,1        | 48,8        | 51,1        | 52,2        |
| Litauen                | 16,8                                                  | 19,6        | 22,7        | 23,6        | 25,8        | 23        | 3,8                                                               | 7,4         | 13,1        | 13,7        | 15,5        |
| Luxemburg              | 1,4                                                   | 2,9         | 3,5         | 4,5         | 5,0         | 11        | 3,2                                                               | 3,8         | 5,3         | 5,9         | 6,2         |
| Malta                  | 0,2                                                   | 1,0         | 3,7         | 4,7         | 5,0         | 10        | 0,0                                                               | 0,0         | 1,6         | 3,3         | 4,2         |
| Niederlande            | 2,5                                                   | 3,9         | 4,8         | 5,5         | 5,8         | 14        | 6,3                                                               | 9,6         | 10,0        | 10,0        | 11,1        |
| Österreich             | 23,9                                                  | 30,4        | 32,3        | 32,8        | 33,0        | 34        | 62,0                                                              | 65,7        | 68,0        | 70,1        | 70,3        |
| Polen                  | 6,9                                                   | 9,3         | 11,4        | 11,5        | 11,8        | 15        | 2,7                                                               | 6,6         | 10,7        | 12,4        | 13,4        |
| Portugal               | 19,5                                                  | 24,2        | 25,7        | 27,0        | 28,0        | 31        | 27,7                                                              | 40,7        | 49,1        | 52,1        | 52,6        |
| Rumänien               | 17,3                                                  | 23,4        | 23,9        | 24,8        | 24,8        | 24        | 26,9                                                              | 30,4        | 37,5        | 41,7        | 43,2        |
| Schweden               | 40,6                                                  | 47,2        | 52,0        | 52,5        | 53,9        | 49        | 50,9                                                              | 56,0        | 61,8        | 63,2        | 65,8        |
| Slowakische Republik   | 6,4                                                   | 9,1         | 10,1        | 11,7        | 12,9        | 14        | 15,7                                                              | 17,8        | 20,8        | 22,9        | 22,7        |
| Slowenien              | 16,0                                                  | 20,4        | 22,4        | 21,5        | 22,0        | 25        | 28,7                                                              | 32,2        | 33,1        | 33,9        | 32,7        |
| Spanien                | 8,4                                                   | 13,8        | 15,3        | 16,1        | 16,2        | 20        | 19,1                                                              | 29,8        | 36,7        | 37,8        | 36,9        |
| Tschechische Republik  | 7,1                                                   | 10,5        | 13,8        | 15,1        | 15,1        | 13        | 3,7                                                               | 7,5         | 12,8        | 13,9        | 14,1        |
| Ungarn                 | 4,5                                                   | 12,8        | 16,2        | 14,6        | 14,5        | 13        | 4,4                                                               | 7,1         | 6,6         | 7,3         | 7,3         |
| Vereinigtes Königreich | 1,3                                                   | 3,7         | 5,7         | 7,1         | 8,2         | 15        | 4,1                                                               | 7,4         | 13,8        | 17,9        | 22,4        |
| Zypern                 | 3,1                                                   | 6,0         | 8,1         | 8,9         | 9,4         | 13        | 0,0                                                               | 1,4         | 6,6         | 7,4         | 8,4         |
| <b>EU 28</b>           | <b>9,0</b>                                            | <b>12,9</b> | <b>15,2</b> | <b>16,1</b> | <b>16,7</b> | <b>20</b> | <b>14,8</b>                                                       | <b>19,7</b> | <b>25,4</b> | <b>27,5</b> | <b>28,8</b> |

Zur Berechnung der Anteile siehe auch im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

<sup>1</sup> Für die Berechnung der Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Strom wurde die Stromerzeugung aus Windenergie und Wasserkraft mittels der in der EU-Richtlinie definierten Normalisierungsregel berechnet.

Quelle: Eurostat [3]

**Abbildung 40: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch des Verkehrs**

|                        | EE-Anteile am Bruttoenergieverbrauch Wärme und Kälte (%) |             |             |             |             | EE-Anteile am Bruttoenergieverbrauch Verkehr (%) |            |            |            |            | Ziele                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|
|                        | 2005                                                     | 2010        | 2013        | 2014        | 2015        | 2005                                             | 2010       | 2013       | 2014       | 2015       |                        |
| Belgien                | 3,4                                                      | 6,1         | 7,4         | 7,7         | 7,6         | 0,6                                              | 4,7        | 5,0        | 5,7        | 3,8        | alle<br>Länder<br>10 % |
| Bulgarien              | 14,3                                                     | 24,4        | 29,2        | 28,3        | 28,6        | 0,8                                              | 1,4        | 6,0        | 5,8        | 6,5        |                        |
| Dänemark               | 22,8                                                     | 31,0        | 34,9        | 37,9        | 39,6        | 0,4                                              | 1,1        | 6,6        | 6,7        | 6,7        |                        |
| Deutschland            | 6,8                                                      | 9,8         | 10,6        | 12,2        | 12,9        | 4,0                                              | 6,4        | 6,9        | 7,3        | 6,8        |                        |
| Estland                | 32,2                                                     | 43,3        | 43,2        | 45,2        | 49,6        | 0,2                                              | 0,4        | 0,4        | 0,4        | 0,4        |                        |
| Finnland               | 39,1                                                     | 44,2        | 50,7        | 51,9        | 52,8        | 0,9                                              | 4,4        | 10,2       | 22,0       | 22,0       |                        |
| Frankreich             | 12,2                                                     | 15,8        | 17,9        | 18,8        | 19,8        | 2,1                                              | 6,5        | 7,7        | 8,4        | 8,5        |                        |
| Griechenland           | 12,8                                                     | 17,9        | 26,5        | 26,9        | 25,9        | 0,1                                              | 1,9        | 1,0        | 1,3        | 1,4        |                        |
| Irland                 | 3,5                                                      | 4,5         | 5,4         | 6,6         | 6,4         | 0,1                                              | 2,4        | 5,7        | 5,8        | 6,5        |                        |
| Italien                | 8,2                                                      | 15,6        | 18,1        | 18,9        | 19,2        | 1,0                                              | 4,8        | 5,4        | 5,0        | 6,4        |                        |
| Kroatien               | 30,0                                                     | 32,8        | 37,2        | 36,2        | 38,6        | 1,0                                              | 1,1        | 4,3        | 4,1        | 3,5        |                        |
| Lettland               | 42,7                                                     | 40,7        | 49,7        | 52,2        | 51,8        | 2,4                                              | 4,0        | 4,0        | 4,1        | 3,9        |                        |
| Litauen                | 29,3                                                     | 32,5        | 36,9        | 40,6        | 46,1        | 0,6                                              | 3,8        | 4,8        | 4,3        | 4,6        |                        |
| Luxemburg              | 3,6                                                      | 4,7         | 5,5         | 7,2         | 6,9         | 0,1                                              | 2,1        | 4,0        | 5,4        | 6,5        |                        |
| Malta                  | 2,2                                                      | 7,8         | 15,7        | 14,5        | 14,1        | 0,0                                              | 0,0        | 3,4        | 4,6        | 4,7        |                        |
| Niederlande            | 2,4                                                      | 3,1         | 4,1         | 5,2         | 5,5         | 0,5                                              | 2,6        | 5,1        | 6,2        | 5,3        |                        |
| Österreich             | 22,3                                                     | 29,5        | 32,7        | 32,0        | 32,0        | 4,8                                              | 10,9       | 9,5        | 10,9       | 11,4       |                        |
| Polen                  | 10,2                                                     | 11,7        | 14,1        | 14,0        | 14,3        | 1,6                                              | 6,6        | 6,6        | 6,2        | 6,4        |                        |
| Portugal               | 32,1                                                     | 33,9        | 34,6        | 34,0        | 33,4        | 0,5                                              | 5,6        | 0,9        | 3,7        | 7,4        |                        |
| Rumänien               | 18,0                                                     | 27,2        | 26,2        | 26,7        | 25,9        | 1,6                                              | 3,8        | 5,4        | 4,7        | 5,5        |                        |
| Schweden               | 51,9                                                     | 60,9        | 67,1        | 68,0        | 68,6        | 6,2                                              | 9,2        | 19,2       | 21,1       | 24,0       |                        |
| Slowakische Republik   | 5,0                                                      | 7,9         | 7,9         | 8,9         | 10,8        | 1,6                                              | 5,3        | 6,0        | 7,6        | 8,5        |                        |
| Slowenien              | 18,9                                                     | 28,1        | 33,4        | 32,4        | 34,1        | 0,8                                              | 3,1        | 3,8        | 2,9        | 2,2        |                        |
| Spanien                | 9,4                                                      | 12,6        | 14,1        | 15,7        | 16,8        | 1,3                                              | 5,0        | 0,8        | 0,8        | 1,7        |                        |
| Tschechische Republik  | 10,9                                                     | 14,1        | 17,6        | 19,6        | 19,8        | 0,9                                              | 5,1        | 6,3        | 6,9        | 6,5        |                        |
| Ungarn                 | 6,0                                                      | 18,1        | 23,7        | 21,2        | 21,3        | 0,9                                              | 6,0        | 6,2        | 6,9        | 6,2        |                        |
| Vereinigtes Königreich | 0,8                                                      | 2,7         | 4,0         | 4,7         | 5,5         | 0,5                                              | 3,3        | 4,7        | 5,3        | 4,4        |                        |
| Zypern                 | 10,0                                                     | 18,2        | 21,6        | 21,6        | 22,5        | 0,0                                              | 2,0        | 1,1        | 2,7        | 2,5        |                        |
| <b>EU 28</b>           | <b>10,9</b>                                              | <b>14,9</b> | <b>16,9</b> | <b>18,1</b> | <b>18,6</b> | <b>1,8</b>                                       | <b>5,2</b> | <b>5,9</b> | <b>6,5</b> | <b>6,7</b> | <b>10,0</b>            |

Weitere Informationen zur Berechnung der Anteile siehe auch im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Quelle: Eurostat [3]

### Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016

Nach ersten vorläufigen Berechnungen und Schätzungen auf Basis der Berechnungsmethodik der EU-Richtlinie erreichen die erneuerbaren Energien im Jahr 2016 einen Anteil von 14,7 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch.

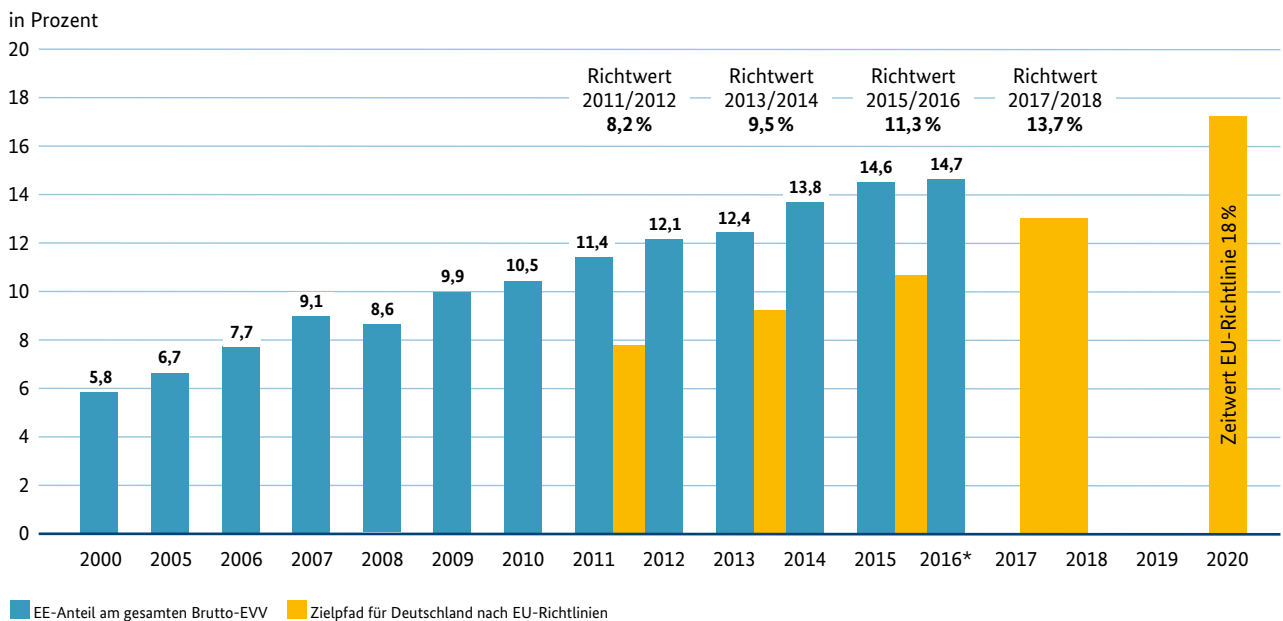
Damit konnte der Wert des Jahres 2015 (14,6 Prozent) leicht übertroffen werden. Mit dem im Jahr 2016 erreichten Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch hat Deutschland bereits jetzt das nationale Zwischenziel der EU-Richtlinie 2009/28/EG der Jahre 2017/2018 (13,7 Prozent) übertroffen.

**Abbildung 41: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland**

|                                                 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EE-Anteil am BEEV Strom                         | 9,4  | 10,5 | 11,8 | 13,6 | 15,1 | 17,4 | 18,1 | 20,9 | 23,6 | 25,3 | 28,2 | 30,7 |
| EE-Anteil am BEEV Wärme/Kälte                   | 6,3  | 6,8  | 7,0  | 8,4  | 7,4  | 9,2  | 9,8  | 10,5 | 10,4 | 10,6 | 12,2 | 12,9 |
| EE-Anteil am BEEV Verkehr                       | 1,9  | 4,0  | 6,8  | 7,5  | 6,4  | 5,9  | 6,4  | 6,6  | 7,5  | 6,9  | 7,3  | 6,8  |
| EE-Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch | 5,8  | 6,7  | 7,7  | 9,1  | 8,6  | 9,9  | 10,5 | 11,4 | 12,1 | 12,4 | 13,8 | 14,6 |

Quelle: EUROSTAT (SHARES) [3]

**Abbildung 42: Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland und Zielpfad gemäß EU-Richtlinie**

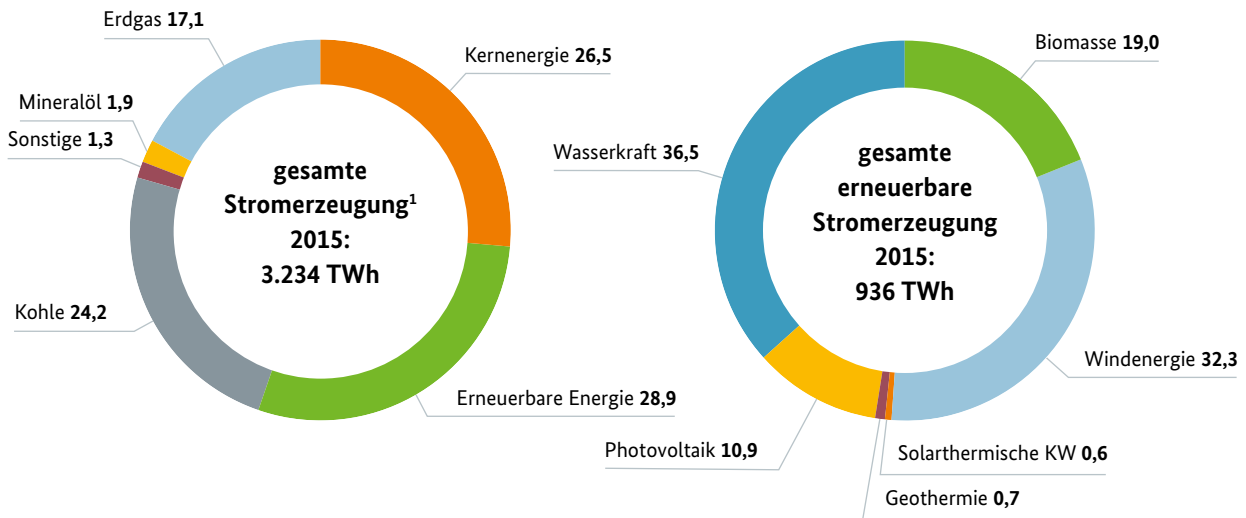
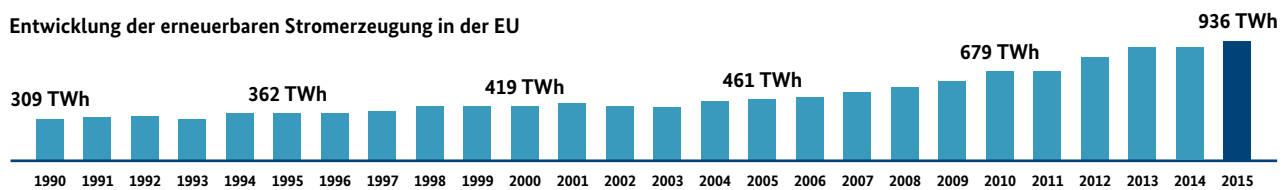


Für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch enthält die Richtlinie detaillierte Vorgaben. Aufgrund der Methodik nach der EU-Richtlinie sind die dargestellten Daten nicht vergleichbar mit den Daten zur nationalen Entwicklung (siehe Seiten 8 ff.). Erläuterungen zu der Methodik der EU-Richtlinie siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat, ZSW; Datenstand August 2017 (\* vorläufig)

**Abbildung 43: Stromerzeugung in der EU im Jahr 2015**

in Prozent

**Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung in der EU**

Sonstige = Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher etc.

Meeresenergie ist aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt.

1 ohne Berücksichtigung der Nettoimporte

Quelle: Eurostat (Versorgung, Umwandlung, Verbrauch – Elektrizität – jährliche Daten [nrg\_105a]) [37]

## Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Im Jahr 2005 lag der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Bruttostromverbrauch der EU bei nur knapp 14 Prozent, d.h. über 86 Prozent des Stromverbrauchs wurden aus fossilen Energieträgern und Kernenergie gedeckt. Eine Analyse der Nationalen Aktionspläne zeigt, dass das Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG, 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 durch erneuerbaren Energien zu decken, implizit auch ein Ziel zur deutlichen Steigerung des Erneuerbaren-Anteils am Bruttostromverbrauch enthält. Aus einer Gesamtschau der Aktionspläne der Mitgliedstaaten ergibt sich eine Zielmarke von über 30 Prozent. So hat die Richtlinie, neben der bereits im Jahr 2001 in Kraft getretenen sogenannten Stromrichtlinie 2001/77/EG, dazu geführt, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch der EU innerhalb von nur zehn Jahren auf fast 29 Prozent im Jahr 2015 verdoppelt werden konnte.

Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit über zwei Dritteln des erneuerbaren Stroms dominierte, ist ihr Anteil bis zum Jahr 2015 auf nur noch gut 36 Prozent zurückgegangen. Windenergie, Biomasse und Solarenergie haben hingegen mit 33, 19 und 11 Prozent deutlich an Bedeutung gewonnen.

Ende 2015 lag die insgesamt in der EU installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bei rund 401 Gigawatt und damit mehr als doppelt so hoch wie noch Ende 2005. Mit rund 141 Gigawatt nahm die Windenergie die Spitzenposition vor der Wasserkraft (127 Gigawatt) und der Photovoltaik (95 Gigawatt) ein.

Mit rund 12,2 Gigawatt (netto) lag der Zubau bei der Windenergie im Jahr 2015 nur knapp unterhalb des Vorjahresniveaus und war wiederum der stärkste unter den erneuerbaren Technologien. Der Photovoltaik-Zubau ging hingegen abermals deutlich zurück auf 6,4 Gigawatt und erreichte damit den niedrigsten Wert seit dem Jahr 2009 (2015: 7,8 Gigawatt).



**Abbildung 44: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU**

|                                                          | 2005        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 2016  |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
|                                                          | (TWh)       |             |             |             |             |             |             |       |
| Biomasse <sup>1</sup>                                    | 69,9        | 123,8       | 132,7       | 148,5       | 157,3       | 167,2       | 177,9       |       |
| Wasserkraft <sup>2</sup>                                 | 313,3       | 376,9       | 312,2       | 335,9       | 371,6       | 375,0       | 341,1       |       |
| Windenergie                                              | 70,5        | 149,4       | 179,7       | 206,0       | 235,8       | 253,1       | 301,9       | 302,7 |
| Geothermie                                               | 5,4         | 5,6         | 5,9         | 5,8         | 5,9         | 6,2         | 6,5         |       |
| Photovoltaik                                             | 1,5         | 22,5        | 45,3        | 67,4        | 80,9        | 92,3        | 102,3       | 105,3 |
| Solarthermie                                             | 0,0         | 0,8         | 2,0         | 3,8         | 4,8         | 5,5         | 5,6         |       |
| Meeresenergie                                            | 0,5         | 0,5         | 0,5         | 0,5         | 0,4         | 0,5         | 0,5         |       |
| EE gesamt                                                | 461,0       | 679,4       | 678,2       | 767,7       | 856,8       | 899,8       | 935,8       |       |
| <b>EE-Anteil am Bruttostromverbrauch<sup>3</sup> (%)</b> | <b>13,8</b> | <b>20,1</b> | <b>20,5</b> | <b>23,2</b> | <b>26,1</b> | <b>28,1</b> | <b>28,8</b> |       |
| EU-Bruttostromerzeugung – Gesamt                         | 3.325,8     | 3.366,1     | 3.297,3     | 3.296,3     | 3.268,5     | 3.190,8     | 3.234,3     |       |
| Import                                                   | 335,2       | 298,7       | 329,8       | 363,0       | 349,6       | 386,9       | 410,3       |       |
| Export                                                   | 319,4       | 291,2       | 322,6       | 344,4       | 337,0       | 371,4       | 396,1       |       |
| Letztverbrauch                                           | 2.784,7     | 2.838,7     | 2.785,1     | 2.791,8     | 2.767,7     | 2.702,8     | 2.743,5     |       |

1 einschließlich Biogas [47], flüssiger biogener Brennstoffe, fester Biomasse sowie des erneuerbaren Anteils des kommunalen Abfalls

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

3 Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (bis 2015 Eurostat, 2016 EurObserv'ER – Daten für Windenergie und Photovoltaik vorliegend).

Quellen: Eurostat (Versorgung, Umwandlung, Verbrauch – Elektrizität – jährliche Daten [nrg\_105a]) [36], EurObserv'ER [47]

**Abbildung 45: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU im Jahr 2015**

|              | Wasserkraft | Windenergie | Feste Biomasse <sup>1</sup> | Biogase <sup>2</sup> | Flüssige Biobrennstoffe | Photovoltaik | Solarthermie KW | Geothermie | Meeresenergie | Gesamt | Anteil EE am Bruttostromverbrauch <sup>3</sup> |
|--------------|-------------|-------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------|-----------------|------------|---------------|--------|------------------------------------------------|
|              | (TWh)       |             |                             |                      |                         |              |                 |            |               |        | (%)                                            |
| Belgien      | 0,3         | 5,6         | 4,5                         | 1,0                  | 0,2                     | 3,1          | –               | –          | –             | 14,6   | 15,9                                           |
| Bulgarien    | 5,7         | 1,5         | 0,2                         | 0,1                  | –                       | 1,4          | –               | –          | –             | 8,8    | 22,7                                           |
| Dänemark     | 0,02        | 14,1        | 3,8                         | 0,5                  | –                       | 0,6          | –               | –          | –             | 19,0   | 54,6                                           |
| Deutschland  | 19,0        | 79,3        | 16,8                        | 33,1                 | 0,4                     | 38,7         | –               | 0,1        | –             | 187,5  | 31,3                                           |
| Estland      | 0,03        | 0,7         | 0,7                         | 0,05                 | –                       | –            | –               | –          | –             | 1,5    | 15,8                                           |
| Finnland     | 16,8        | 2,3         | 11,1                        | 0,4                  | 0,0                     | 0,02         | –               | –          | –             | 30,5   | 35,9                                           |
| Frankreich   | 54,4        | 21,2        | 4,1                         | 1,8                  | –                       | 7,3          | –               | –          | 0,5           | 89,4   | 17,7                                           |
| Griechenland | 6,1         | 4,6         | 0,0                         | 0,2                  | –                       | 3,9          | –               | –          | –             | 14,9   | 24,2                                           |
| Irland       | 0,8         | 6,6         | 0,3                         | 0,2                  | –                       | 0,00         | –               | –          | –             | 7,9    | 27,0                                           |
| Italien      | 45,5        | 14,9        | 6,3                         | 8,2                  | 4,9                     | 22,9         | –               | 6,2        | –             | 108,9  | 33,1                                           |
| Kroatien     | 6,4         | 0,8         | 0,1                         | 0,2                  | –                       | 0,06         | –               | –          | –             | 7,5    | 41,3                                           |
| Lettland     | 1,9         | 0,1         | 0,4                         | 0,4                  | 0,001                   | –            | –               | –          | –             | 2,8    | 37,9                                           |
| Litauen      | 0,3         | 0,8         | 0,4                         | 0,1                  | –                       | 0,1          | –               | –          | –             | 1,7    | 13,8                                           |
| Luxemburg    | 0,1         | 0,1         | 0,1                         | 0,1                  | –                       | 0,1          | –               | –          | –             | 0,4    | 5,2                                            |
| Malta        | –           | –           | –                           | 0,007                | –                       | 0,09         | –               | –          | –             | 0,1    | 4,2                                            |
| Niederlande  | 0,1         | 7,6         | 4,1                         | 1,0                  | 0,4                     | 1,1          | –               | –          | –             | 14,3   | 12,1                                           |
| Österreich   | 37,1        | 4,8         | 3,8                         | 0,6                  | 0,02                    | 0,9          | –               | 0,001      | –             | 47,3   | 62,7                                           |
| Polen        | 1,8         | 10,9        | 9,0                         | 0,9                  | 0,005                   | 0,06         | –               | –          | –             | 22,7   | 13,8                                           |
| Portugal     | 8,7         | 11,6        | 2,8                         | 0,3                  | –                       | 0,8          | –               | 0,2        | –             | 24,4   | 44,6                                           |

Fortsetzung der Tabelle siehe Seite 40

Fortsetzung der Tabelle von Seite 39

|                        | Wasserkraft  | Wind-energie | Feste Bio-masse <sup>1</sup> | Biogase <sup>2</sup> | Flüssige Biobrenn-stoffe | Photo-voltaik | Solar-thermie KW | Geo-thermie | Meeres-energie | Gesamt       | Anteil EE am Bruttostrom-verbrauch <sup>3</sup> |
|------------------------|--------------|--------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|------------------|-------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------|
|                        | (TWh)        |              |                              |                      |                          |               |                  |             |                |              | (%)                                             |
| Rumänien               | 16,6         | 7,1          | 0,5                          | 0,1                  | –                        | 2,0           | –                | –           | –              | 26,2         | 44,0                                            |
| Schweden               | 75,3         | 16,3         | 10,7                         | 0,01                 | 0,03                     | 0,10          | –                | –           | –              | 102,4        | 73,5                                            |
| Slowakei               | 3,9          | 0,01         | 1,1                          | 0,6                  | –                        | 0,5           | –                | –           | –              | 6,1          | 20,7                                            |
| Slowenien              | 3,8          | 0,006        | 0,1                          | 0,1                  | 0,004                    | 0,3           | –                | –           | –              | 4,4          | 29,0                                            |
| Spanien                | 28,1         | 49,3         | 4,8                          | 1,0                  | –                        | 8,3           | 5,6              | –           | –              | 97,1         | 34,6                                            |
| Tschechische Republik  | 1,8          | 0,6          | 2,2                          | 2,6                  | –                        | 2,3           | –                | –           | –              | 9,4          | 13,2                                            |
| Ungarn                 | 0,2          | 0,7          | 1,9                          | 0,3                  | –                        | 0,1           | –                | –           | –              | 3,2          | 7,3                                             |
| Vereinigtes Königreich | 6,3          | 40,3         | 22,2                         | 7,2                  | –                        | 7,6           | –                | –           | 0,002          | 83,6         | 23,2                                            |
| Zypern                 | –            | 0,2          | –                            | 0,1                  | –                        | 0,1           | –                | –           | –              | 0,4          | 8,8                                             |
| <b>EU 28</b>           | <b>341,1</b> | <b>301,9</b> | <b>111,5</b>                 | <b>60,9</b>          | <b>5,5</b>               | <b>102,3</b>  | <b>5,6</b>       | <b>6,5</b>  | <b>0,5</b>     | <b>935,8</b> | <b>28,8</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.

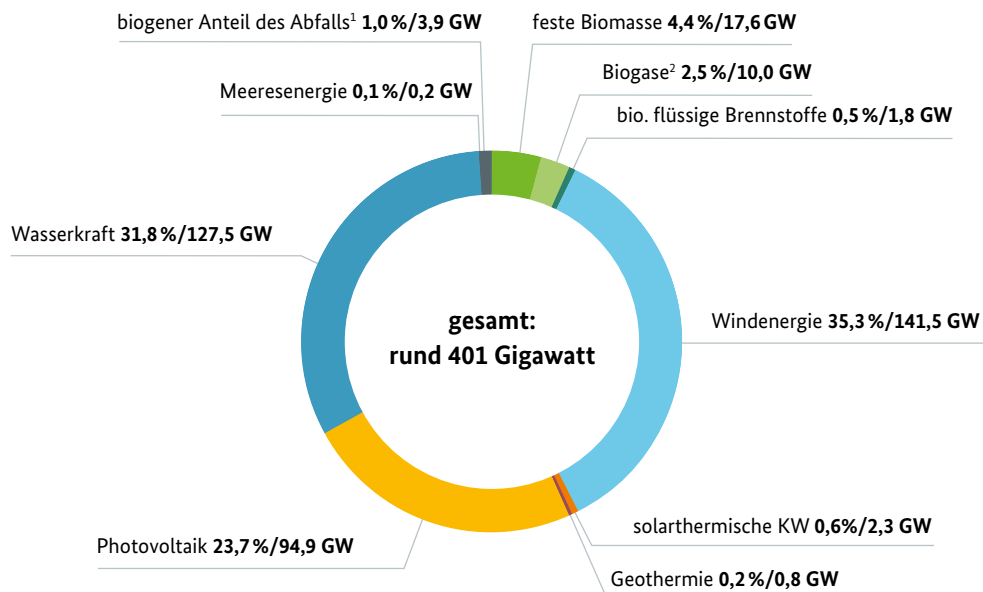
1 inkl. des biogenen Anteils des kommunalen Abfalls

2 inkl. Klär- und Deponiegas

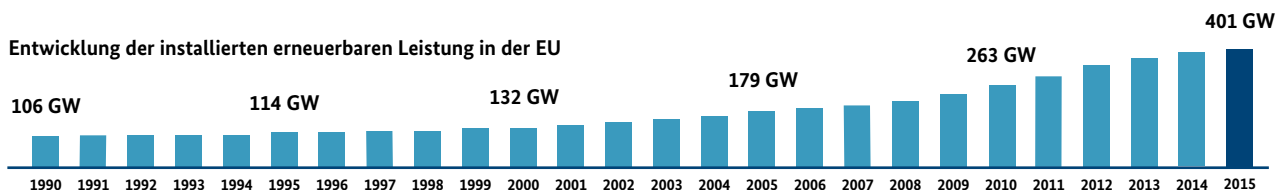
3 Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet

Quelle: Eurostat (Versorgung, Umwandlung, Verbrauch – Elektrizität – jährliche Daten [nrg\_105a]) [37]

Abbildung 46: Gesamte installierte Leistung der erneuerbaren Stromerzeugung in der EU im Jahr 2015



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU



Wegen des geringen Anteils von Anlagen zur Stromerzeugung aus Meeresenergie werden diese nicht dargestellt.

1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

Quelle: Eurostat (nrg\_113a) [39]

## Windenergienutzung

Der Ausbau der Windenergienutzung in der EU blieb auch im Jahr 2016 auf hohem Niveau. Der Netto-Leistungszubau lag laut European Wind Energy Association (EWEA) [40] mit knapp 12,2 Gigawatt nur knapp unter dem Rekordwert des Vorjahres (12,5 Gigawatt). Mit 42 Prozent entfiel wiederum der größte Teil davon auf Deutschland. Mit deutlichem Abstand folgen Frankreich mit 14 Prozent, das Vereinigte Königreich mit 8 Prozent und die Niederlande mit 7 Prozent. Ende des Jahres 2016 waren damit laut EWEA in der EU Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 153.730 Megawatt installiert. Betrachtet man die gesamte installierte Leistung, so konnte Deutschland seine Spitzen-

position mit einem Anteil von knapp 33 Prozent weiter ausbauen. Dahinter folgen Spanien mit 15 Prozent, das Vereinigte Königreich mit gut 9 Prozent, Frankreich mit knapp 8 Prozent und Italien mit 6 Prozent.

Ein anderes Bild ergibt sich jedoch nach wie vor, wenn die installierte Gesamtleistung auf die Einwohnerzahl der einzelnen Mitgliedstaaten bezogen wird. Der EU-Durchschnitt lag zum 31. Dezember 2016 bei 301 Kilowatt pro 1.000 Einwohner. Im Länderranking lag hier Dänemark mit 916 Kilowatt pro 1.000 Einwohner klar an erster Stelle. Mit Abstand folgen Schweden mit 662, Deutschland mit 609 und Irland mit 599 Kilowatt pro 1.000 Einwohner.

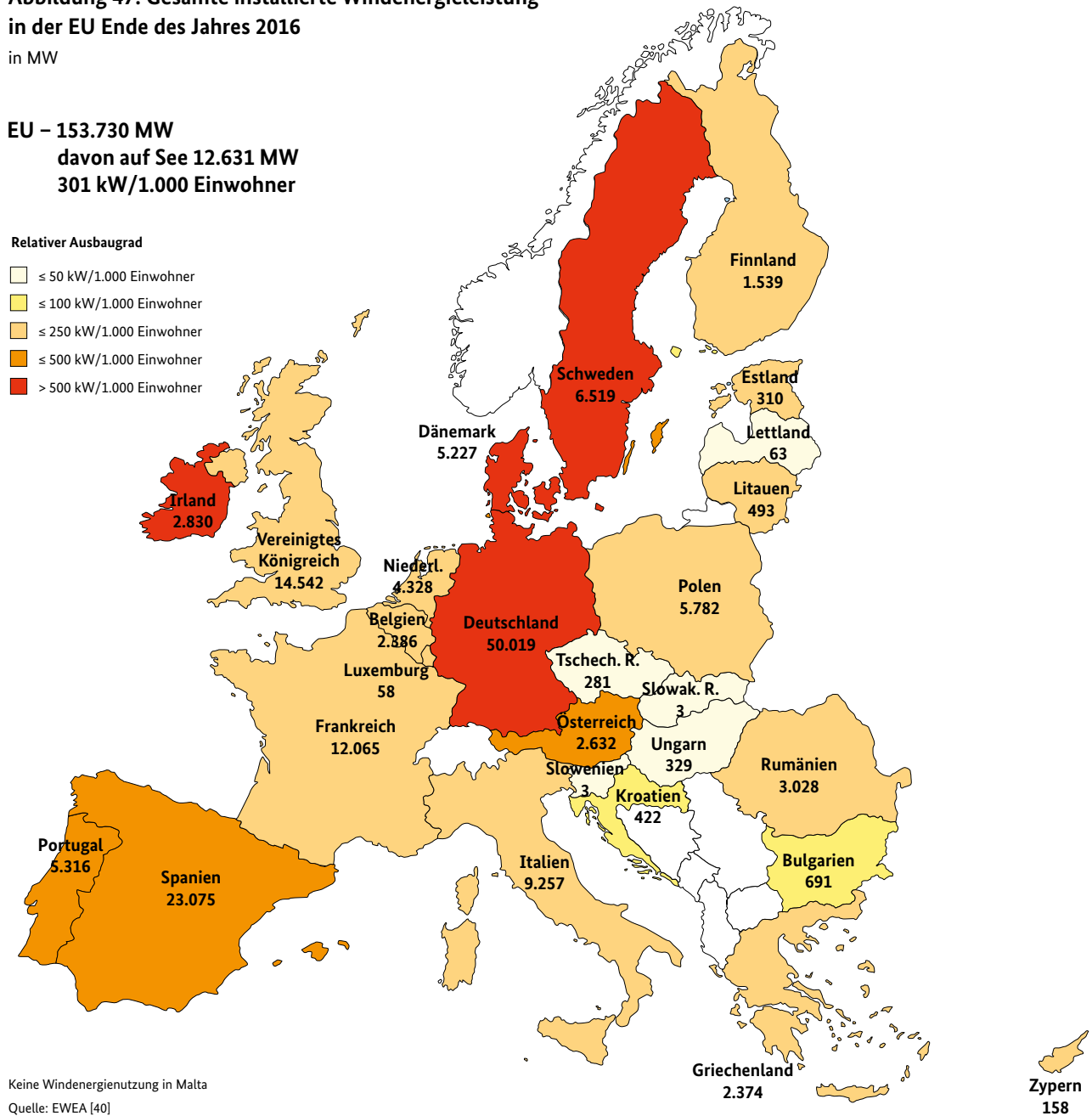
**Abbildung 47: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU Ende des Jahres 2016**

in MW

**EU – 153.730 MW**  
**davon auf See 12.631 MW**  
**301 kW/1.000 Einwohner**

Relativer Ausbaugrad

- ☐ ≤ 50 kW/1.000 Einwohner
- ☐ ≤ 100 kW/1.000 Einwohner
- ☐ ≤ 250 kW/1.000 Einwohner
- ☐ ≤ 500 kW/1.000 Einwohner
- ☐ > 500 kW/1.000 Einwohner



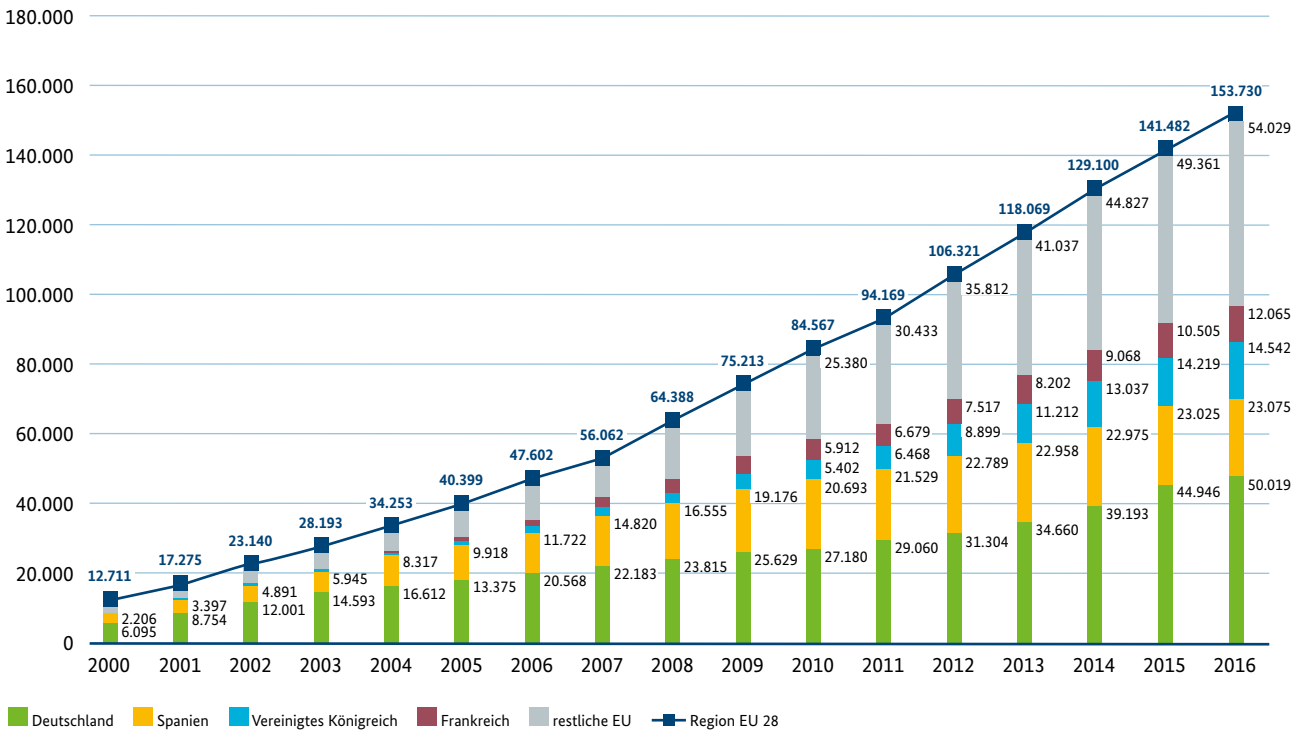
Betrachtet man nur die auf See („Offshore“) installierte Windenergieleistung, so lag der Zubau im Jahr 2016 mit gut 1.600 Megawatt nur noch gut halb so hoch wie im Vorjahr (3.000 Megawatt). Ende des Jahres war in der EU auf See eine Gesamtleistung von 12.631 Megawatt installiert. Das Vereinigte Königreich lag hier mit 41 Prozent an der Spitze,

gefolgt von Deutschland mit 33 Prozent, Dänemark mit 10 Prozent und den Niederlanden mit 9 Prozent.

Alle Windenergieanlagen in der EU zusammen produzierten im Jahr 2016 knapp 303 Terawattstunden Strom und konnten damit wie im Vorjahr rund 11 Prozent des gesamten Stromverbrauchs abdecken [38].

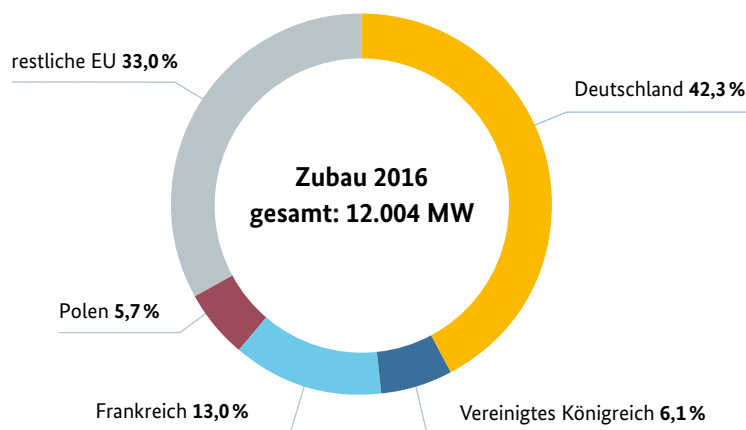
**Abbildung 48: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten**

kumulierte Windenergieleistung (MW)



Die gesamte Windenergieleistung 2016 entspricht nicht genau der Summe aus installierter Leistung Ende 2015 plus Zubau 2016; dies ist auf Repowering und Stilllegung bestehender Windenergieanlagen sowie die Rundung von Daten zurückzuführen.  
Quelle: Eurostat (NRG - 113a) [39], EWEA „Wind in Power“ [40]

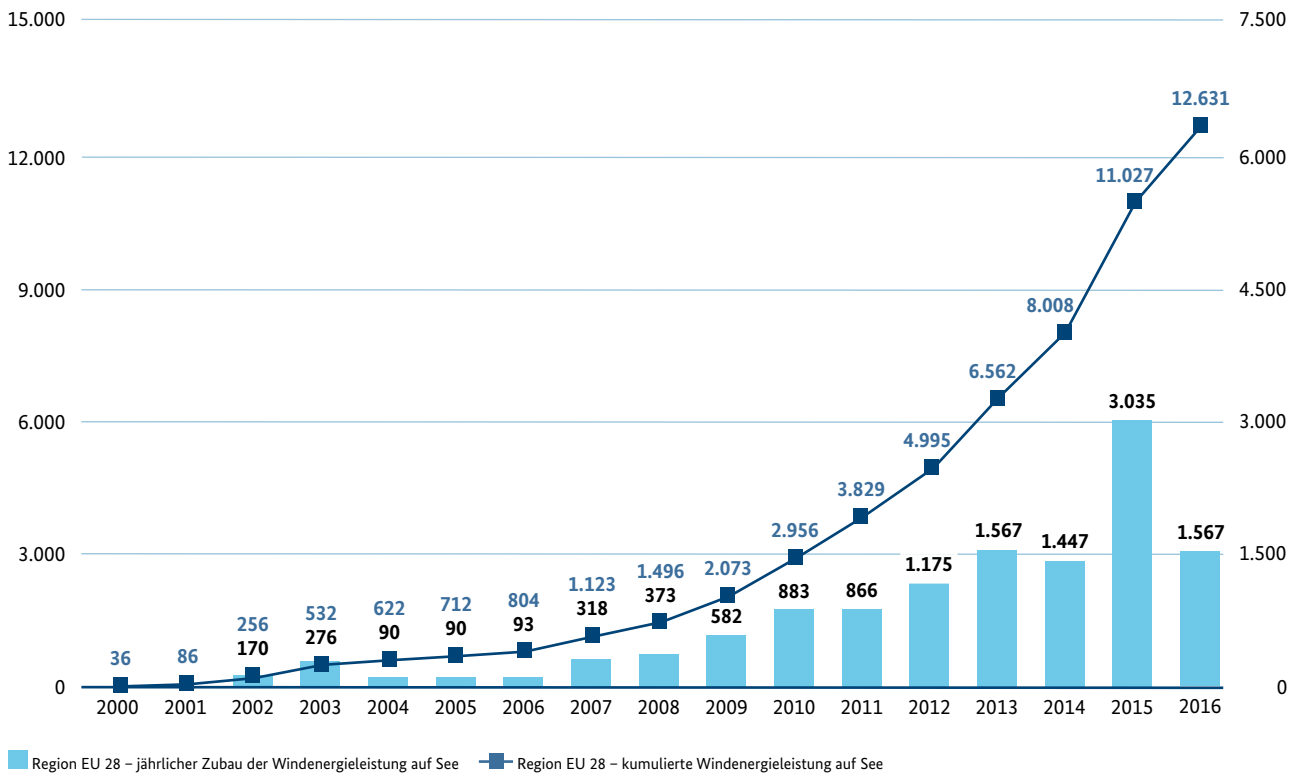
**Abbildung 49: Zubau an Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2016**



Die gesamte Windenergieleistung 2016 entspricht nicht genau der Summe aus installierter Leistung Ende 2015 plus Zubau 2016; dies ist auf Repowering und Stilllegung bestehender Windenergieanlagen sowie die Rundung von Daten zurückzuführen.  
Quelle: Eurostat (NRG - 113a) [39], EWEA „Wind in Power“ [40]

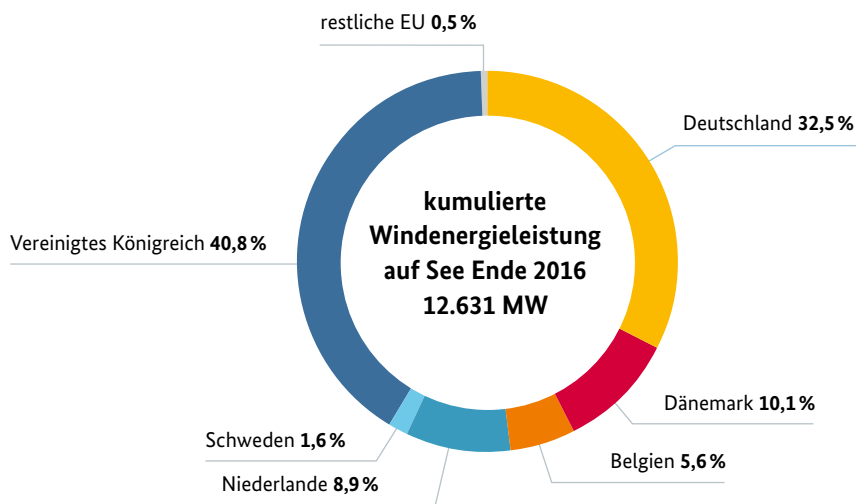
**Abbildung 50: Zubau und kumulierte installierte Windenergieleistung auf See**

kumulierte Windenergieleistung (MW)



Quelle: EWEA „Offshore“ [41]

**Abbildung 51: Anteil einzelner Länder an der Windenergieleistung auf See im Jahr 2016**



Quelle: EWEA „Offshore“ [41]

### Solarenergienutzung – Stromerzeugung

Nachdem sich der europäische Photovoltaikmarkt im Vorjahr leicht erholt hatte, war er im Jahr 2016 wieder deutlich rückläufig und verzeichnete mit knapp 6,4 Gigawatt den niedrigsten Leistungszubau seit dem Jahr 2009. Gegenüber dem Rekordjahr 2011 ist der Photovoltaikmarkt damit um mehr als 70 Prozent geschrumpft [42].

Wie schon im Vorjahr entfiel mit 42 Prozent der größte Teil des Leistungszubaus auf das Vereinigte Königreich, gefolgt von Deutschland mit 25 Prozent, den Niederlanden mit 10 Prozent und Frankreich mit 9 Prozent.

Betrachtet man die gesamte in der EU Ende 2016 installierte Photovoltaikleistung in Höhe von 100.935 Megawatt, so liegt Deutschland mit einem Anteil von 41 Prozent nach wie vor deutlich an erster Position, gefolgt von Italien mit 19 Prozent, dem Vereinigten Königreich mit 11 Prozent und Frankreich mit 7 Prozent. Bezogen auf die Einwohnerzahl lag Deutschland mit 503 Kilowatt pro 1.000 Einwohner ebenfalls in Front. Danach folgten Italien mit 318, Belgien mit 303 und Griechenland mit 241 Kilowatt pro 1.000 Einwohner.

Mit einer Stromerzeugung von gut 105 Milliarden Kilowattstunden deckte die Photovoltaik wie schon im Vorjahr knapp 4 Prozent des gesamten Stromverbrauchs der EU.

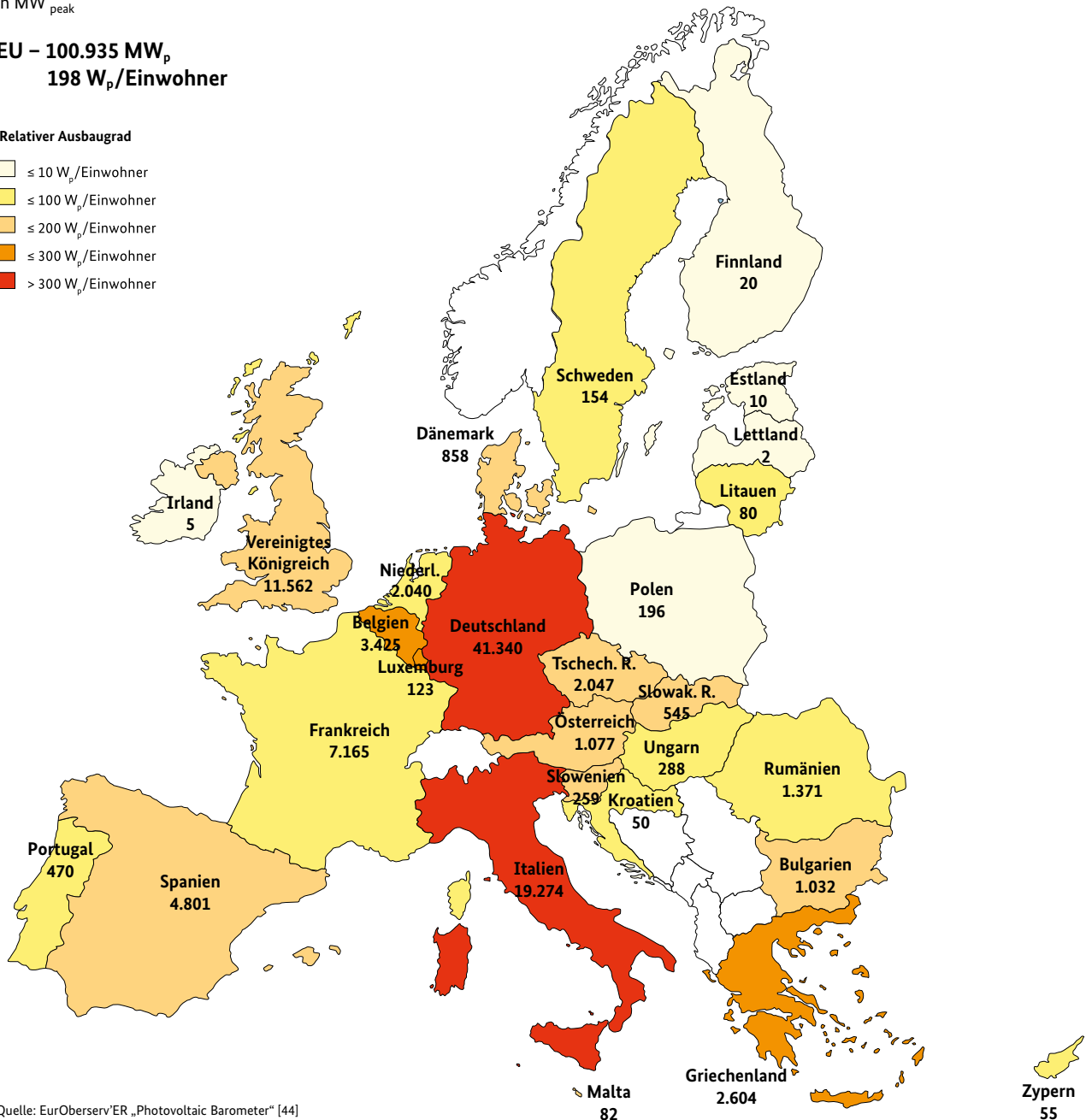
**Abbildung 52: Gesamte installierte Photovoltaikleistung in der EU Ende des Jahres 2016**

in MW<sub>peak</sub>

**EU – 100.935 MW<sub>p</sub>  
198 W<sub>p</sub>/Einwohner**

Relativer Ausbaugrad

- ≤ 10 W<sub>p</sub>/Einwohner
- ≤ 100 W<sub>p</sub>/Einwohner
- ≤ 200 W<sub>p</sub>/Einwohner
- ≤ 300 W<sub>p</sub>/Einwohner
- > 300 W<sub>p</sub>/Einwohner



Quelle: EurObserv'ER „Photovoltaic Barometer“ [44]

Neben Photovoltaikanlagen werden in der EU auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie genutzt. Deren wirtschaftlich sinnvolle Nutzung ist jedoch auf die südeuropäischen Länder begrenzt; Spanien war hier, begünstigt durch eine attraktive Einspeisevergütung, lange Zeit sowohl in der EU als auch global Vorreiter. Entsprechend befindet sich fast die gesamte in der EU installierte Leistung solarthermischer Kraftwerke von gut 2.300 Megawatt in Spanien. Mit rund 5 Milliarden Kilowattstunden Strom decken die Anlagen jedes Jahr etwa 2 Prozent des spanischen Stromverbrauchs [43].

### Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung

Nach dem Solarthermie-Barometer von EurObserv'ER [45] wurde im Jahr 2016 EU-weit eine Solarkollektorfläche von gut 2,6 Millionen Quadratmetern – entsprechend einer thermischen Leistung von 1,82 Gigawatt – neu installiert und damit 4,6 Prozent weniger als im Vorjahr. Die nach wie vor niedrigen Öl- und Gaspreise haben offensichtlich dafür gesorgt, dass eine Markterholung auch im Jahr 2016 weiter ausgeblieben ist.

Gegen den Trend entwickelte sich jedoch der Markt in Dänemark, der sich gegenüber dem Vorjahr fast verdoppelte. Dies ist der Entwicklung zu verdanken, dass in

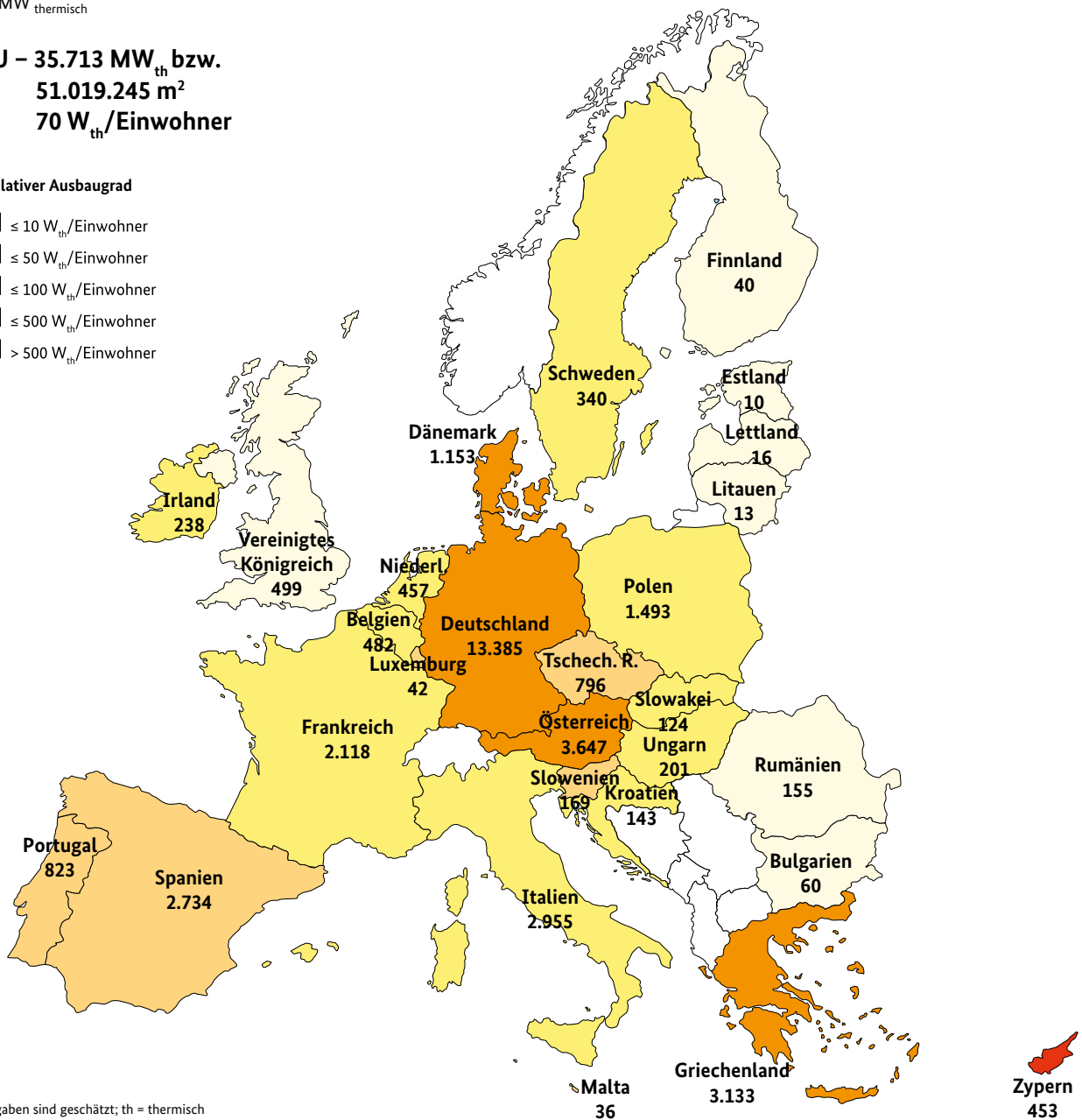
**Abbildung 53: Gesamte installierte solarthermische Leistung in der EU im Jahr 2016**

in MW<sub>thermisch</sub>

**EU – 35.713 MW<sub>th</sub> bzw.  
51.019.245 m<sup>2</sup>  
70 W<sub>th</sub>/Einwohner**

**Relativer Ausbaugrad**

- ≤ 10 W<sub>th</sub>/Einwohner
- ≤ 50 W<sub>th</sub>/Einwohner
- ≤ 100 W<sub>th</sub>/Einwohner
- ≤ 500 W<sub>th</sub>/Einwohner
- > 500 W<sub>th</sub>/Einwohner



Angaben sind geschätzt; th = thermisch  
Quelle: EurObserv'ER [44]

Dänemark zunehmend Wärmenetze entwickelt werden, die aus Solarwärme gespeist werden. Damit besteht hier keine Abhängigkeit von Investitionstrends im Bereich der Privathaushalte. Absatzstärkster Markt war EU-weit auch im Jahr 2016 wieder Deutschland mit insgesamt 766.000 Quadratmetern neu installierter Kollektorfläche. Dänemark sicherte sich mit 500.000 Quadratmetern Platz zwei vor Griechenland mit 270.000, Spanien mit 212.000 und Italien mit 210.000 Quadratmetern. Der polnische Markt, der im Vorjahr noch mit 277.000 Quadratmetern auf Rang zwei lag, brach um über die Hälfte ein und landete mit 115.000 Quadratmetern nur noch auf dem achten Platz.

Damit war zum Ende des Jahres 2016 EU-weit eine Kollektorfläche von insgesamt gut 51 Millionen Quadratmetern installiert. Das entspricht einer thermischen Leistung von 35,7 Gigawatt. Mit 19,12 Millionen Quadratmetern war mit Abstand die größte Kollektorfläche in Deutschland installiert, gefolgt von Österreich mit 5,21 Millionen und Griechenland mit 4,48 Millionen Quadratmetern. Betrachtet man die installierte Kollektorfläche pro Einwohner, so führt hier Zypern mit 0,76 Quadratmetern vor Österreich mit 0,60, Griechenland mit 0,42 und Deutschland mit 0,23 Quadratmetern.

## Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

Die EU-Richtlinie 2009/28/EG hat als einziges verbindliches Ziel für den Verkehrssektor festgelegt, dass bis zum Jahr 2020 der Anteil des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen in diesem Sektor in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten mindestens 10 Prozent betragen soll.

Aufgrund der Diskussion um die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen der ersten Generation und des wachsenden Interesses an Optionen der Elektromobilität entwickelten sich sowohl Biodiesel als auch Bioethanol im Jahr 2016 rückläufig. So sanken beispielsweise auch die Investitionen in neue Biokraftstoff-Produktionskapazitäten. [42]

Betrachtet man die Produktion von Biokraftstoffen innerhalb Europas, so war bei Biodiesel im Jahr 2016 ein Rückgang von 5 Prozent auf nunmehr 10,7 Milliarden Liter zu verzeichnen. Wichtigste Produktionsländer bleiben Deutschland mit 3,0 Milliarden Liter und Frankreich mit 1,5 Milliarden Liter. Die Produktion von Biodiesel ging in beiden Ländern im Vergleich zum Vorjahr um 11 Prozent zurück – stieg allerdings in Spanien (auf nunmehr 1,1 Milliarden Liter) und Polen (auf 0,9 Milliarden Liter) an. Auch die Produktion von Bioethanol ging in Europa um insgesamt 6 Prozent zurück und lag im Jahr 2016 bei 4,8 Milliarden Litern. [42]

Der Verbrauch von Biokraftstoffen in der EU hingegen stieg im Jahr 2016 um 1,3 Prozent auf gut 167 TWh an. Dabei verzeichnete der Absatz von Biodiesel ein Plus von 2,4 Prozent, während der Absatz von Bioethanol um 3,1 Prozent abnahm [46].

Der regionale Absatz von Elektrofahrzeugen stieg im Jahr 2016 um 14% an. Europa steht damit für 29 Prozent des weltweiten Absatzes von Elektrofahrzeugen – mit Norwegen an der Spitze der Absatzzahlen, gefolgt von den Niederlanden, dem Vereinigten Königreich und Frankreich. [42]



Abbildung 54: Verbrauch an Biokraftstoffen in den EU-Mitgliedstaaten in den Jahren 2015 und 2016

|                        | 2015        |                        |                                         |              | 2016 <sup>3</sup> |                        |                                         |              |
|------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|-------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|
|                        | Bioethanol  | Biodiesel <sup>1</sup> | Sonstige<br>Biokraftstoffe <sup>2</sup> | Gesamt       | Bioethanol        | Biodiesel <sup>1</sup> | Sonstige<br>Biokraftstoffe <sup>2</sup> | Gesamt       |
|                        | (Mrd. kWh)  |                        |                                         |              | (Mrd. kWh)        |                        |                                         |              |
| Belgien                | 0,4         | 2,5                    | -                                       | 3,0          | 0,5               | 4,5                    | -                                       | 5,0          |
| Bulgarien              | 0,4         | 1,3                    | -                                       | 1,7          | 0,4               | 1,3                    | -                                       | 1,7          |
| Dänemark <sup>4</sup>  | -           | 2,7                    | -                                       | 2,7          | -                 | 2,8                    | -                                       | 2,8          |
| Deutschland            | 8,8         | 20,6                   | 0,4                                     | 29,7         | 8,8               | 20,6                   | 0,3                                     | 29,8         |
| Estland                | 0,04        | -                      | -                                       | 0,04         | 0,04              | -                      | -                                       | 0,04         |
| Finnland               | 0,7         | 4,3                    | 0,02                                    | 5,0          | 0,7               | 4,3                    | 0,02                                    | 5,0          |
| Frankreich             | 5,0         | 29,8                   | -                                       | 34,8         | 5,5               | 30,7                   | -                                       | 36,2         |
| Griechenland           | -           | 1,7                    | -                                       | 1,7          | -                 | 1,7                    | -                                       | 1,7          |
| Irland                 | 0,4         | 1,1                    | -                                       | 1,5          | 0,4               | 1,0                    | -                                       | 1,4          |
| Italien                | 0,2         | 13,3                   | -                                       | 13,5         | 0,3               | 11,7                   | -                                       | 12,0         |
| Kroatien               | -           | 0,3                    | -                                       | 0,3          | -                 | 0,3                    | -                                       | 0,3          |
| Lettland               | 0,1         | 0,2                    | -                                       | 0,3          | 0,1               | 0,2                    | -                                       | 0,3          |
| Litauen                | 0,1         | 0,7                    | -                                       | 0,8          | 0,1               | 0,6                    | -                                       | 0,7          |
| Luxemburg              | 0,1         | 0,9                    | -                                       | 0,9          | 0,1               | 0,9                    | -                                       | 1,0          |
| Malta                  | -           | 0,1                    | -                                       | 0,1          | -                 | 0,1                    | -                                       | 0,1          |
| Niederlande            | 1,7         | 2,1                    | -                                       | 3,7          | 1,4               | 1,6                    | -                                       | 3,0          |
| Österreich             | 0,7         | 6,9                    | 0,01                                    | 7,6          | 0,7               | 6,7                    | 0,01                                    | 7,4          |
| Polen                  | 1,8         | 7,3                    | -                                       | 9,1          | 1,9               | 6,3                    | -                                       | 8,2          |
| Portugal               | 0,2         | 3,8                    | -                                       | 4,0          | 0,2               | 2,9                    | -                                       | 3,2          |
| Rumänien               | 0,7         | 1,6                    | -                                       | 2,4          | 0,7               | 1,6                    | -                                       | 2,4          |
| Schweden               | 1,6         | 9,5                    | 1,2                                     | 12,3         | 1,3               | 12,8                   | 1,2                                     | 15,3         |
| Slowakische Republik   | 0,4         | 1,4                    | -                                       | 1,7          | 0,4               | 1,4                    | -                                       | 1,7          |
| Slowenien              | 0,1         | 0,3                    | -                                       | 0,3          | 0,1               | 0,3                    | -                                       | 0,3          |
| Spanien                | 2,2         | 9,2                    | -                                       | 11,4         | 1,6               | 9,8                    | -                                       | 11,4         |
| Tschechische Republik  | 0,9         | 2,9                    | -                                       | 3,8          | 0,6               | 2,7                    | -                                       | 3,3          |
| Ungarn                 | 0,5         | 1,5                    | -                                       | 2,0          | 0,5               | 1,6                    | -                                       | 2,1          |
| Vereinigtes Königreich | 4,7         | 6,1                    | -                                       | 10,9         | 4,5               | 6,5                    | -                                       | 11,0         |
| Zypern                 | -           | 0,1                    | -                                       | 0,1          | -                 | 0,1                    | -                                       | 0,1          |
| <b>Region EU 28</b>    | <b>31,7</b> | <b>131,8</b>           | <b>1,6</b>                              | <b>165,1</b> | <b>30,8</b>       | <b>134,9</b>           | <b>1,6</b>                              | <b>167,3</b> |

1 Wert für Biodiesel enthält auch einen Anteil Bioethanol, es sind keine Daten für die einzelnen Biokraftstoffe verfügbar

2 Biogas in Deutschland, Schweden und Finnland; Pflanzenölverbrauch und nicht genauer spezifizierte Biokraftstoffe insbesondere in Deutschland, Rumänien, Ungarn, Irland und Luxemburg

3 Werte geschätzt

4 Biodiesel und Bioethanol zusammengefasst

Daten für 2016 lagen für Kroatien, Malta, Litauen, Estland, Slowenien, Bulgarien, Rumänien und Slowakei bei der Veröffentlichung des EurObserv'ER noch nicht vor.

Quelle: EurObserv'ER [46]

## Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien

**Erneuerbare Energien leisten einen seit Jahren steigenden Beitrag zur globalen Energieversorgung. Wenn aber auch der wachsende Energiebedarf der weiter rasant ansteigenden Weltbevölkerung nachhaltig gedeckt werden soll, muss das Tempo des Ausbaus der Nutzung erneuerbarer Energien weiter deutlich gesteigert werden.**

Die größten Potenziale zur Deckung des weltweit wachsenden Energiebedarfs werden vor allem der Wind- und Solarenergie zugeordnet, die in der jüngeren Vergangenheit weltweit die höchsten Wachstumsraten aufwiesen. So wurden nach REN21 [42] in den vergangenen vier Jahren allein jeweils mehr als 200 Gigawatt Stromerzeugungskapazitäten aus Windenergie und Photovoltaik weltweit neu errichtet. Daneben sind aber auch die Geothermie, Meeresenergie und moderne Verfahren der Biomassennutzung von Bedeutung. Insbesondere für die Entwicklungsländer sind die modernen Erneuerbare-Energien-Technologien ein Schlüsselfaktor, um die Armut zu bekämpfen, denn noch immer sind über eine Milliarde Menschen ohne Zugang zu elektrischem Strom. Aufgrund des dezentralen Charakters können hier die erneuerbaren Energien zukünftig die Basisversorgung sichern, z. B. als netzferne Photovoltaikanlagen für den häuslichen Bedarf oder zur Dorfstromversorgung. Weltweit wurden allein im Jahr 2016 über 8 Millionen solcher Photovoltaik-Insulanlagen (sog. Off-Grid- oder Mini-Grid-Anlagen) verkauft. Erneuerbare Energien ermöglichen so mehr Menschen einen Zugang zu modernen Energie-

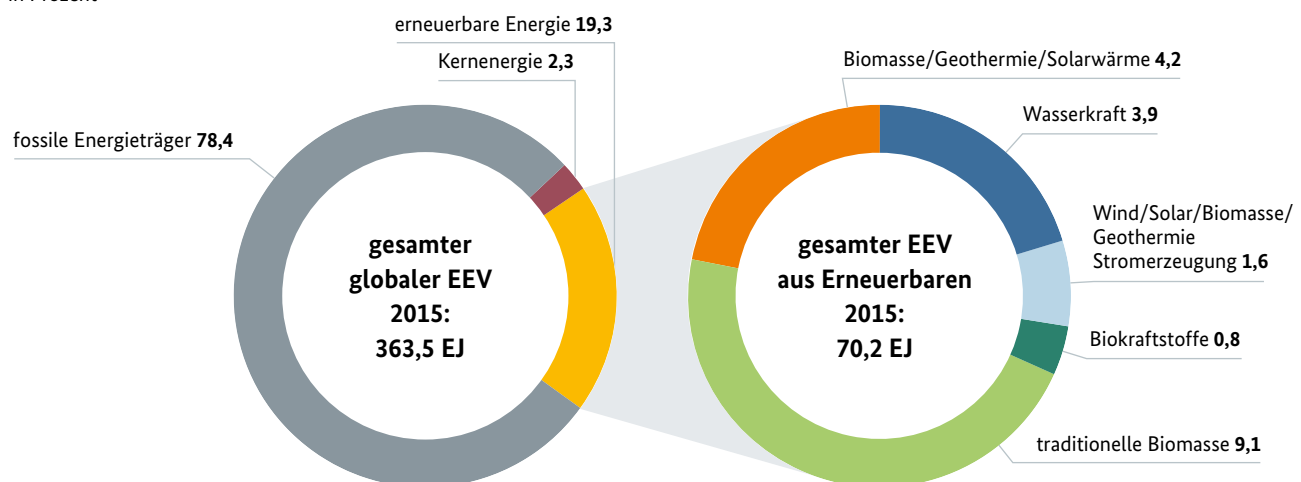
formen wie insbesondere Elektrizität, tragen zu verbesserten Lebensbedingungen bei und eröffnen wirtschaftliche Entwicklungschancen.

Im Jahr 2015 stellten die erneuerbaren Energien nach Schätzungen von REN21 [42] weltweit einen Anteil von 19,3 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs bereit. 78,4 Prozent wurden weiterhin mit fossilen Energieträgern und 2,3 Prozent mit Kernenergie gedeckt. Auf die modernen Formen der Nutzung erneuerbarer Energien entfielen davon jedoch nur 10,2 Prozent, während mit 9,1 Prozent die traditionelle Biomassennutzung noch immer fast die Hälfte des durch erneuerbare Energien gedeckten Anteils ausmachte.

Traditionelle Biomassennutzung bedeutet im Wesentlichen die Wärmebereitstellung aus Brennholz und Holzkohle ohne größere technische Hilfsmittel. Die Potenziale hierfür sind zunehmend ausgeschöpft und ihre Nutzung ist in der Regel nicht nachhaltig. Nach Schätzungen der IEA sind allein rund 2,7 Milliarden Menschen auf traditionelle Bio-

**Abbildung 55: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs (EEV) im Jahr 2015**

in Prozent



1 EJ (Exajoule) = 1.000 PJ (Petajoule), siehe auch Umrechnungsfaktoren im Anhang

Quelle: REN21: Renewables 2017 Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris, 2017 [42]

massenutzung zum Kochen angewiesen. Doch einfache Formen des Kochens und Heizens mit Biomasse mit Hilfe von offenem Feuer bergen Gesundheitsrisiken und bringen vielfach den Raubbau an natürlichen Ressourcen mit irreversibler Abholzung von Wäldern mit sich [49]. Nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation WHO verursacht die Nutzung traditioneller Biomasse zum Heizen und Kochen jährlich den vorzeitigen Tod von 4,3 Millionen Menschen (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/#>). Doch in den vergangenen Jahren konnte auch infolge von Förderprogrammen die Verbreitung von einfachen, sauberen Kochherden, die bis zu 60 Prozent weniger Brennstoff benötigen und weniger Rauchemissionen verursachen, deutlich vorangebracht werden. So wurden nach REN21 [42] im Jahr 2015 allein in China mehr als 10 Millionen solcher Herde neu in Betrieb genommen.

Den restlichen Bereich der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien dominieren die Wärmebereitstellung aus Biomasse mit modernen Feuerungen, Erd- und Solarwärme sowie die Wasserkraft. Die Stromerzeugung aus Sonne, Wind, Biomasse und Geothermie machte im Jahr 2015 einen Anteil von 1,6 Prozent am globalen Endenergieverbrauch aus.

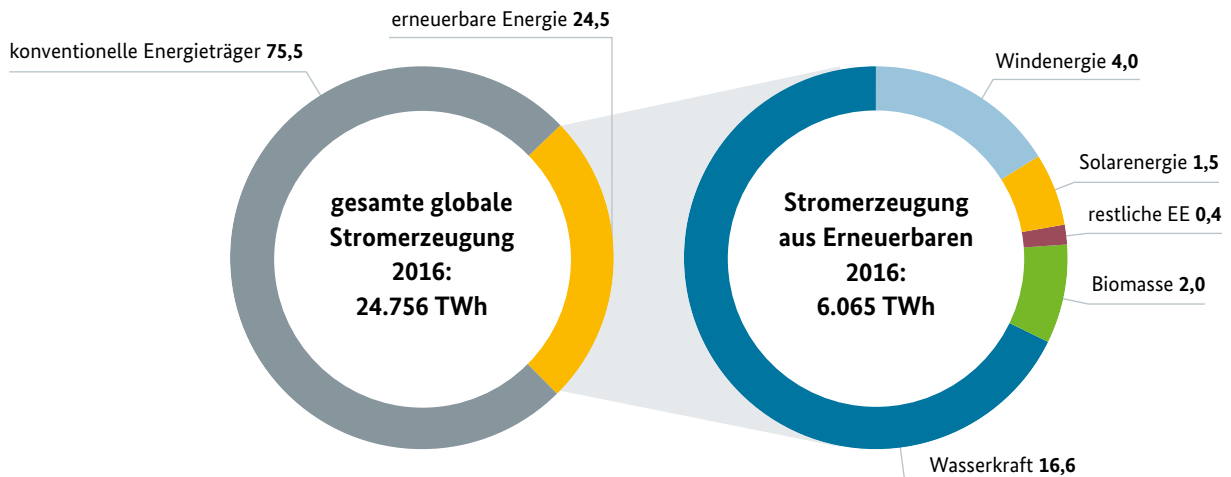
### Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Nach REN21 [42] hat der Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Stromverbrauch im Jahr 2016 auf 24,5 Prozent deutlich zugelegt (2015: 23,7 Prozent). Mit gegenüber dem Vorjahr stabilen 16,6 Prozent machte die Wasserkraft noch immer den größten Anteil unter den erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung aus. Doch das gegenwärtige Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien geht auf Windenergie und Photovoltaik zurück, die ihre Anteile gegenüber dem Vorjahr von 3,7 auf 4,0 Prozent bzw. von 1,2 auf 1,5 Prozent steigern konnten.

Mit 161 Gigawatt Leistungszubau zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, was 62 Prozent des gesamten Leistungszubaus in der weltweiten Elektrizitätswirtschaft entspricht, wurde auch im Jahr 2016 wieder ein neuer Rekordwert erzielt. Allein 47 Prozent des Zubaus entfielen auf Photovoltaik, 34 Prozent auf Windenergie. Ende 2016 waren damit weltweit 2.017 Gigawatt Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien installiert, von denen nach der Wasserkraft (1.096 Gigawatt) auf die Windenergie mit 487 Gigawatt der zweitgrößte und auf die Photovoltaik mit 303 Gigawatt der drittgrößte Anteil entfiel.

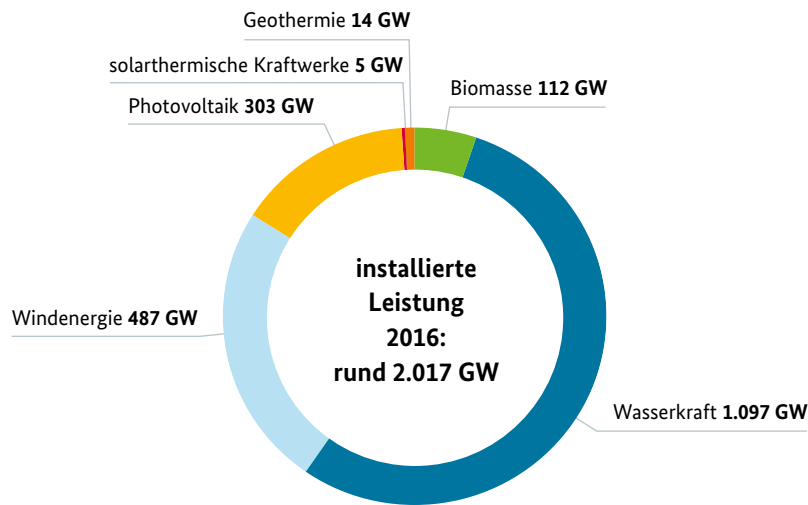
**Abbildung 56: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2016**

in Prozent



Quelle: REN21: Renewables 2016 Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris, 2017 [42]

**Abbildung 57: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zum Jahresende 2016**



Quelle: REN21: Renewables 2016 Global Status Report, REN21 Sekretariat, Paris, 2017 [42]

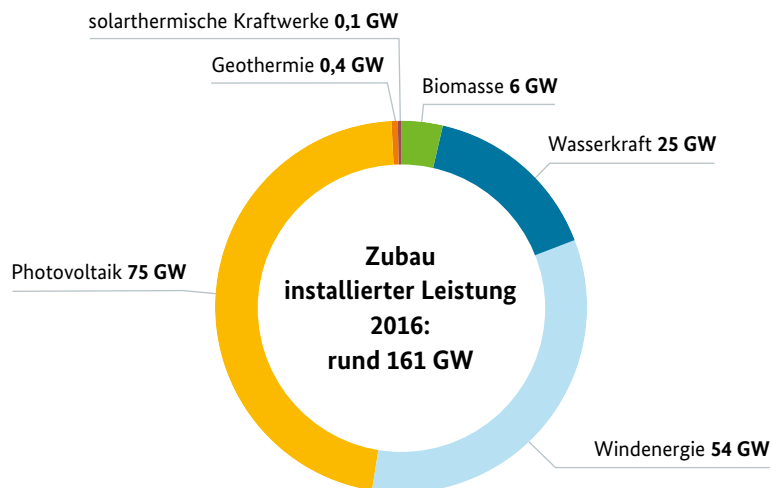
Ohne Wasserkraft war Ende des Jahres 2016 weltweit eine Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien von 921 Gigawatt installiert. Mit allein 258 Gigawatt hat China seine Spitzenposition weiter ausgebaut. Dahinter folgen die USA mit 145 Gigawatt, Deutschland mit 98 Gigawatt, Japan mit 51 Gigawatt und Indien mit 46 Gigawatt [42].

**Wasserkraft** verzeichnete im Jahr 2016 weltweit einen Leistungszubau in Höhe von 25 Gigawatt, wovon der größte Teil mit knapp 9 Gigawatt auf China entfiel. Den zweiten

Platz belegte Brasilien mit 5,3 Gigawatt neuer Wasserkraftleistung, gefolgt von Ecuador und Äthiopien mit jeweils rund 1,5 Gigawatt. Bei der insgesamt installierten Wasserkraftleistung liegt China ebenfalls vorn, gefolgt von Brasilien, den USA, Kanada und Russland.

Der Ausbau der Nutzung der **Windenergie** verzeichnete mit einem Leistungszubau von 54 Gigawatt im Jahr 2016 einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr (64 Gigawatt). Der Rückgang ging fast vollständig auf den chinesischen Markt

**Abbildung 58: Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2016**



Quelle: REN21: Renewables 2016 Global Status Report, REN21 Sekretariat, Paris, 2017 [42]

zurück, der jedoch mit 23,4 Gigawatt mit Abstand der größte blieb. Es folgten die USA mit 8,2 Gigawatt, Deutschland mit 5 Gigawatt und Indien mit 3,6 Gigawatt. Mit 169 Gigawatt war Ende des Jahres weltweit der größte Anteil der insgesamt installierten Windenergieleistung von 487 Gigawatt in China installiert, gefolgt von den USA und Deutschland. Bezieht man die installierte Leistung jedoch auf die Einwohnerzahl, liegt nach wie vor Dänemark auf Rang eins, gefolgt von Schweden und Deutschland. Offshore wurde 2016 weltweit mit 2,2 Gigawatt nur noch gut halb so viel neue Leistung installiert wie im Vorjahr. Ende des Jahres 2016 summierte sich die Offshore-Windenergieleistung auf 14,4 Gigawatt.

Die **Photovoltaik** konnte hingegen mit einem weltweiten Zubau von 75 Gigawatt, was einem Wachstum gegenüber dem Vorjahr von rund 50 Prozent entspricht, im Jahr 2016 wieder einen neuen Rekord erzielen. Mit 34,5 Gigawatt lag China bei den Neuinstallationen mit weitem Abstand vorn, aber auch in den USA konnte der Zubau mit 14,8 Gigawatt gegenüber dem Vorjahr verdoppelt werden. Es folgten Japan mit 8,6 Gigawatt und Indien mit 4,1 Gigawatt. Weltweit waren damit Ende des Jahres 2016 303 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert, davon allein 77,4 Gigawatt in China. Dahinter hat Japan (42,8 Gigawatt) inzwischen Deutschland (41,3 Gigawatt) von Platz zwei verdrängt, an vierter Stelle folgen dicht die USA mit 40,9 Gigawatt. Bezieht man die installierte Leistung auf die Einwohnerzahl, liegt Deutschland weiter auf Platz eins vor Japan und Italien.

Die installierte Leistung zur Stromerzeugung aus **Biomasse** ist im Jahr 2016 um rund 6 Prozent auf weltweit 112 Gigawatt angestiegen. Führend bei der Stromerzeugung aus Biomasse waren die USA vor China, Deutschland und Brasilien. Rund 0,4 Gigawatt neue Leistung wurden im Jahr 2016 zur Stromerzeugung aus **Geothermie** installiert. Mit einem 200-Megawatt-Kraftwerk hatte Indonesien den größten Anteil daran. Die Gesamtleistung lag Ende des Jahres weltweit bei 13,5 Gigawatt. Den größten Anteil hieran hatten die USA, gefolgt von den Philippinen, Indonesien und Neuseeland.

## Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren

Rund 25 Prozent des globalen Endenergieverbrauchs für Wärme wurden im Jahr 2016 von erneuerbaren Energien bereitgestellt. Mehr als zwei Drittel davon entfielen jedoch nach wie vor auf die traditionelle Biomassenutzung und können daher nicht als nachhaltig bezeichnet werden. Immerhin 9 Prozent der weltweit verbrauchten Wärme wurden inzwischen mit modernen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien bereitgestellt. Rund 90 Prozent davon basierten auf Biomassenutzung, 8 Prozent auf der Nutzung von Solarthermie und 2 Prozent auf Geothermie [42].

Der Ausbau der solarthermischen Leistung hat sich im Jahr 2016 infolge des niedrigen Ölpreises mit rund 21 Gigawatt (netto) gegenüber dem Vorjahr um rund ein Fünftel weiter verlangsamt und erreichte damit den niedrigsten Wert seit 2007. Die Ende 2016 weltweit installierte Solarthermieleistung von 456 Gigawatt reicht aus, um jährlich 375 Milliarden Kilowattstunden Solarwärme bereitzustellen. Mit 71 Prozent war der größte Teil der Kollektorfläche in China installiert, mit weitem Abstand folgten die USA mit 4 Prozent und die Türkei und Deutschland mit jeweils 3 Prozent.

Die installierte thermische Leistung zur direkten Nutzung der Geothermie (ohne Wärmepumpen) lag nach einer Neuinstallation von 1,3 Gigawatt Ende 2016 weltweit bei 23 Gigawatt. Insgesamt 79 Milliarden Kilowattstunden Wärme wurden daraus bereitgestellt. China war mit 20,6 Milliarden Kilowattstunden der größte Erdwärmeebenutzer, gefolgt von der Türkei mit 12,5 Milliarden, Island mit 7,4 Milliarden und Japan mit 7,1 Milliarden Kilowattstunden.

Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ist weltweit seit dem Jahr 2005 um fast 2 Prozent pro Jahr angestiegen. Der Verkehr ist inzwischen für 28 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs und für 23 Prozent der energiebedingten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Rund 4 Prozent des weltweiten Treibstoffverbrauchs werden von Biokraftstoffen gedeckt. Im Jahr 2016 blieb die Produktion von Bioethanol gegenüber dem Vorjahr etwa stabil bei 98,6 Milliarden Liter, die Produktion von Biodiesel stieg leicht auf 30,8 Milliarden Liter. Größter Biokraftstoffproduzent waren die USA, gefolgt von Brasilien [42].

## Investitionen in erneuerbare Energien und Beschäftigung

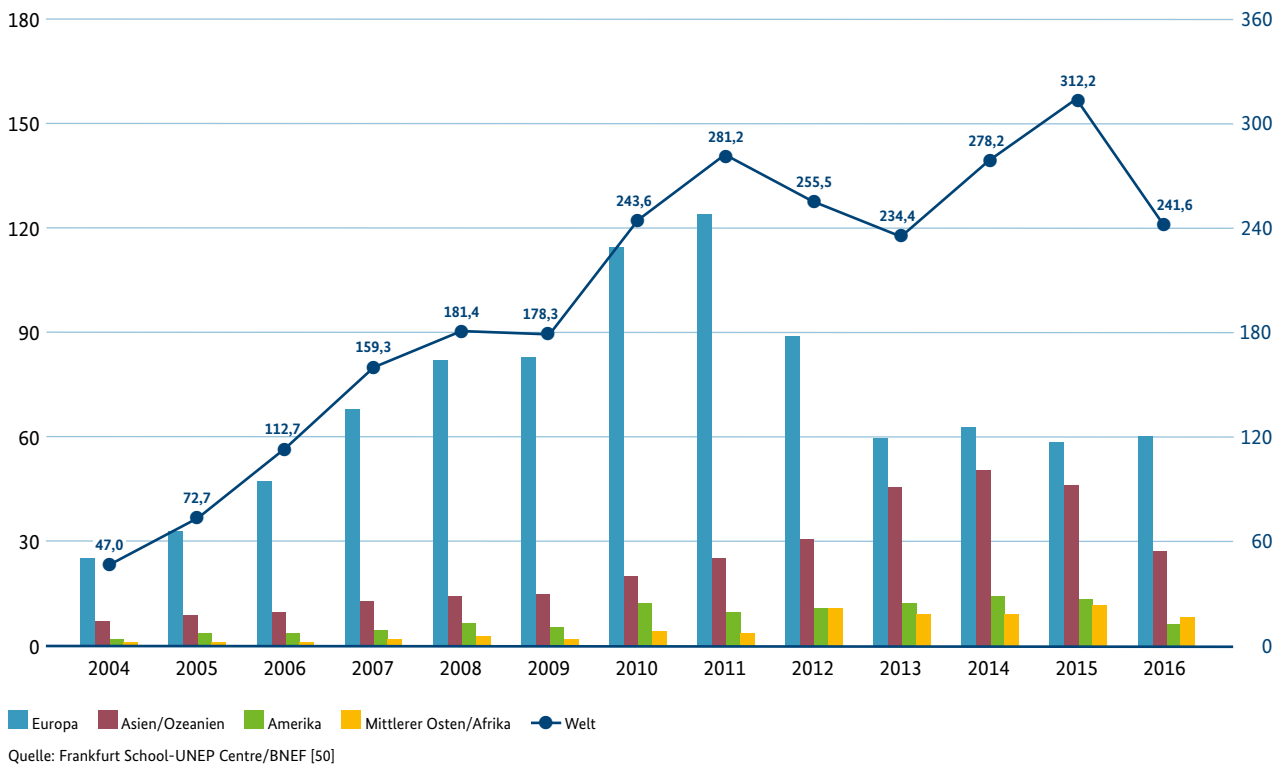
Nachdem noch im Vorjahr ein neues Allzeithoch verzeichnet werden konnte, sind die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien (ohne große Wasserkraft) im Jahr 2016 trotz Rekordinstallationen um 23 Prozent auf 241,6 Milliarden US-Dollar zurückgegangen. Wichtigster Grund für den Rückgang waren fallende Preise für Photovoltaik- und Windenergieanlagen [50].

In den Schwellen- und Entwicklungsländern fielen die Investitionen um 30 Prozent auf 116,6 Milliarden US-Dollar. Grund hierfür war neben den Kostensenkungen für die Technologien zur Nutzung der Erneuerbaren ein geringerer Ausbau in China, da der chinesische Markt rund zwei Drittel dieses Marktes ausmacht. In China allein gab es einen Rückgang um 32 Prozent auf 78,3 Milliarden US-Dollar. In den Industrieländern gingen die Investitionen deutlich weniger stark zurück – um 14 Prozent auf 125 Milliarden US-Dollar. Im internationalen Ranking belegten die USA hinter China den zweiten Platz mit 46,4 Milliarden US-Dollar,

**Abbildung 59: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen**

EE-Investitionen nach Regionen (Mrd. US\$)

EE-Investitionen global (Mrd. US\$)



gefolgt vom Vereinigten Königreich mit 24 Milliarden [50]. Nach Technologien wurden 2016 weltweit mit 113,7 Milliarden US-Dollar die meisten Investitionen in Photovoltaik getätigt, dicht gefolgt von Windenergie mit 112,5 Milliarden.

Die Anzahl der Beschäftigten im Erneuerbaren-Sektor ist im Jahr 2016 weltweit weiter angestiegen. So hatten nach einer Schätzung der Internationalen Organisation für Erneuerbare Energien – IRENA [51] im Jahr 2016 rund 9,8 Millionen Menschen in diesem Sektor einen Job. Mit knapp 3,1 Millionen arbeiten die meisten davon in der Photovoltaikbranche, gefolgt von der Biokraftstoffindustrie mit über 1,7 Millionen. Mit 62 Prozent bestanden die meisten Jobs in Asien, vor allem China. Die größten Zuwächse konnten 2016 in China, den USA und Indien verzeichnet werden.

**Abbildung 60: Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren in den Jahren 2015 und 2016**

| Sektor                   | 2015             | 2016             | Entwicklung 2015/2016 (%) |
|--------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
|                          | EE-Investitionen | EE-Investitionen |                           |
|                          | (Mrd. USD)       |                  |                           |
| Wind                     | 124,2            | 112,5            | -9%                       |
| Solarenergie             | 171,7            | 113,7            | -34%                      |
| Biokraftstoffe           | 3,5              | 2,2              | -37%                      |
| Biomasse <sup>1</sup>    | 6,7              | 6,8              | 1%                        |
| Wasserkraft <sup>2</sup> | 3,5              | 3,5              | 0%                        |
| Geothermie               | 2,3              | 2,7              | 17%                       |
| Meeresenergie            | 0,2              | 0,2              | 0%                        |
| <b>Gesamt</b>            | <b>312,2</b>     | <b>241,6</b>     | <b>-23%</b>               |

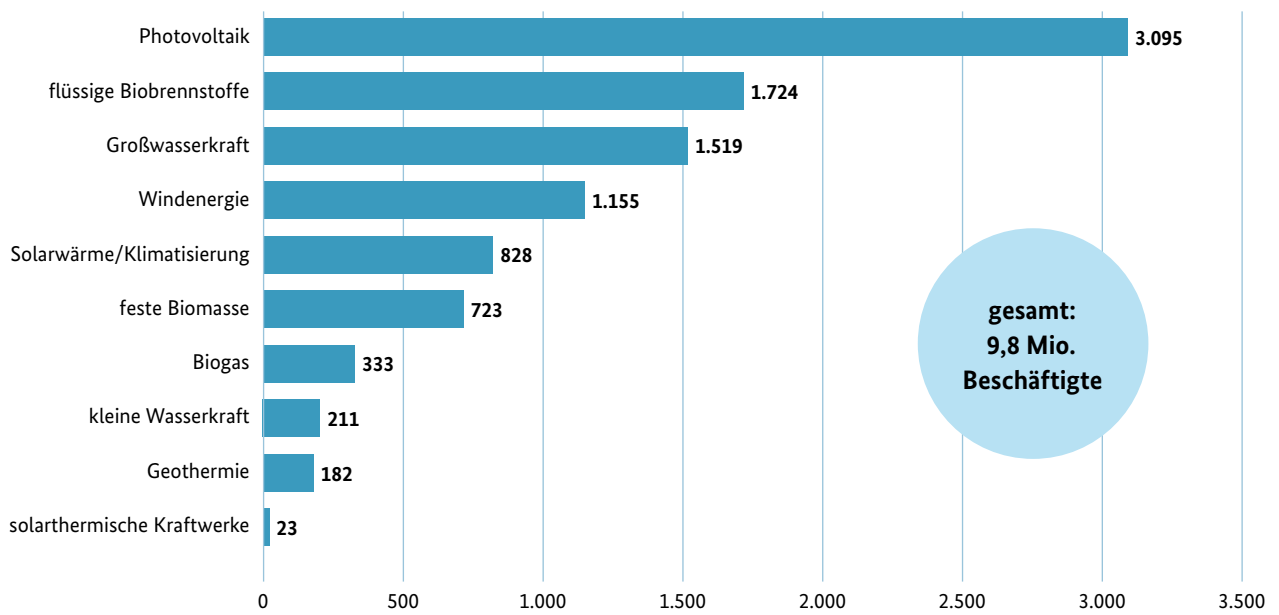
1 inkl. Abfall

2 nur Wasserkraftanlagen &lt; 10 MW

Quelle: Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF [50]

**Abbildung 61: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2016**

in 1.000 Beschäftigten



Quelle: IRENA [51]

# Anhang

## Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien

### Die „renewables2004“-Konferenz in Bonn – und der Folgeprozess

Die von der Bundesregierung initiierte erste weltweite Internationale Konferenz für erneuerbare Energien „renewables2004“ in Bonn brachte das Thema erneuerbare Energien auf die globale Agenda. Von der Konferenz gingen entscheidende Impulse aus: So wurde kurz darauf das Netzwerk REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – gegründet, das mittlerweile als eingetragener Verein agiert und den politischen Debatten über erneuerbare Energie mit dem jährlich erscheinenden Global Status Report entscheidende Impulse gibt. Außerdem wurde 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 Organisation für erneuerbare Energien IRENA (International Renewable Energy Agency) aus.

### Internationale Organisation für Erneuerbare Energien – IRENA

Die Internationale Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) ist eine internationale Regierungsorganisation zur weltweiten Förderung des Ausbaus und der nachhaltigen Nutzung erneuerbarer Energie. Die IRENA hat aktuell 150 Mitglieder, 30 Staaten befinden sich darüber hinaus im Beitrittsprozess. Seit dem Jahr 2011 ist Adnan Z. Amin aus Kenia der Generaldirektor der IRENA. Die IRENA hat ihren Hauptsitz in Abu Dhabi (Vereinigte Arabische Emirate). Das IRENA Innovations- und Technologiezentrum (IITC), eine der drei Fachabteilungen der IRENA, sitzt in Bonn. Die IRENA beschäftigt derzeit über 100 internationale Experten.

Die IRENA ist in internationalen Debatten die globale Stimme der erneuerbaren Energien. Sie ist außerdem Plattform für den Austausch zwischen Ländern über Erfolgsmodelle des Ausbaus erneuerbarer Energien, förderliche politische Rahmenbedingungen, den Aufbau von Kapazitäten, Finanzmechanismen und Energieeffizienzmaßnahmen, die mit erneuerbaren Energien in Bezug stehen. Als Beratungsinstanz ermöglicht sie den Zugang zu Information über erneuerbare Energien von technologischem Fachwissen über ökonomische Daten bis hin zu Potenzialen und Entwicklungsszenarien erneuerbarer Energien.

Ihre Aufgabe ist ferner, sowohl Industrie- wie auch Entwicklungs- und Schwellenländer beim Ausbau erneuerbarer Energien zu beraten.

### Kooperation mit anderen Akteuren

Als internationale Organisation mit globaler Reichweite hat IRENA das Ziel, die Bemühungen aller beteiligten Akteure für den massiven und weltweiten Einsatz von Erneuerbare-Energien-Technologien zu unterstützen. Regierungen, nationale und internationale Institutionen, Nichtregierungsorganisationen und der Privatsektor sind dabei unverzichtbare Partner.

### Arbeitsprogramm und Budget

Seit 2014 werden Arbeitsprogramm und Budget im Zweijahres-Zyklus verabschiedet. Das aktuelle Arbeitsprogramm 2016/2017 ist in sechs Hauptthemen und -ziele („thematic programme areas“) gegliedert:

1. Planning for the Renewable Energy Transition
2. Enabling Investment and Growth
3. Renewable Energy Access for Sustainable Livelihoods
4. Regional Action Agenda
5. Islands: Lighthouses for Renewable Energy Deployment
6. Gateway to Knowledge on Renewable Energy

### Hauptorgane und Struktur

Die IRENA hat drei Hauptorgane. Die jährlich tagende Versammlung, bestehend aus allen Staaten, die das Statut ratifiziert haben, ist die höchste Entscheidungsinstanz der IRENA.

Der aus 21 Mitgliedern bestehende Rat prüft Berichte und Dokumente, insbesondere das IRENA-Arbeitsprogramm und Budget, und legt diese der Vollversammlung zur Entscheidung vor.

Das Sekretariat setzt das IRENA-Arbeitsprogramm um und unterstützt die Versammlung, den Rat und weitere Unterorgane bei der Ausübung ihrer Funktionen. Das Sekretariat



wird von dem IRENA-Generaldirektor geleitet und ist in drei Abteilungen aufgegliedert, von denen zwei in Abu Dhabi und eine in Bonn angesiedelt sind:

Das „Knowledge, Policy and Finance Centre (KPFC)“ ist die globale Sammelstelle für Wissen über erneuerbare Energien. Außerdem dient es als Kompetenzzentrum für Politik und Finanzfragen im Bereich der erneuerbaren Energien. KPFC ist als ‚One-Stop Shop‘ für Statistiken über Kosten, Beschäftigung und Ressourcenpotenzial, Rahmenbedingungen für Investitionen sowie sozioökonomische Folgen und Umweltauswirkungen von Erneuerbare-Energien-Technologien konzipiert. Schlüsselprojekte sind etwa Studien zum Kostenreduktionspotenzial der Erneuerbaren und die globalen makroökonomischen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien.

Die Abteilung „Country Support and Partnerships (CSP)“ hilft Ländern und Regionen, Einführung und Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Die Abteilung arbeitet hierzu mit einer großen Vielfalt an privaten und öffentlichen Interessenvertretern zusammen, um Strategien zu entwickeln und zu implementieren, die zu einer Beschleunigung der erneuerbaren Energien in Afrika, Asien, Europa, Lateinamerika und auf Inseln führen sollen. Insbesondere führt CSP in einzelnen Entwicklungsländern „Renewables Readiness Assessments“ durch. Dies sind Projekte, mit denen länderspezifisch prioritäre Handlungsfelder ermittelt werden und die als Politikberatung beim Ausbau der erneuerbaren Energien im jeweiligen Land dienen sollen.

Das „Innovation and Technology Centre (IITC)“ in Bonn hat zum Ziel, die Nutzung von Erneuerbare-Energien-Technologien zu beschleunigen. Das IITC schafft einen Rahmen zur Unterstützung von Technologieentwicklung und Innovation und arbeitet an Kostensenkungspotenzialen und einer breiteren Anwendung von Industriestandards. Bei der Erfüllung seines Teils des IRENA-Arbeitsprogramms arbeitet das IITC eng mit den beiden anderen Abteilungen KPFC und CSP in Abu Dhabi zusammen.

Das IITC stellt Regierungen Lösungsansätze für einen beschleunigten Technologiewechsel zu erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung der nationalen Bedürfnisse und wirtschaftlichen Bedingungen sowie Ressourcenausstattung bereit. Dazu werden aktuelle Technologiekosten und -standards analysiert. Außerdem werden Szenarien, Strategien und Technologieentwicklungspfade erarbeitet, um Regierungen beim Aufbau einer effektiven Technologie- und Innovationspolitik zu unterstützen. Das IITC entwickelt „Roadmaps“ für die Anwendung von erneuerbaren Energien in Städten und in Industrieprozessen sowie zur Umsetzung des Ziels der UN-Initiative „Sustainable Energy for All“: den globalen Anteil der erneuerbaren Energien bis 2030 auf 36 Prozent zu verdoppeln. IRENA hat

bei dieser Initiative die Rolle des „Renewable Energy Hub“ übernommen und legt mit der vom IITC erarbeiteten Studie „REmap 2030“ dar, wie das Ziel der Verdopplung erreicht werden kann.

Nähere Informationen zu den Organen finden Sie im IRENA-Statut.

### Hintergrund zur Gründung der IRENA

Eine internationale Organisation, die sich ausschließlich auf die Förderung erneuerbarer Energie konzentriert, wurde bereits in den frühen 1980er Jahren gefordert. Als Ergebnis des weltweit steigenden Interesses an erneuerbarer Energie wurde dieser Ruf immer lauter und schließlich von einer Vielzahl von Staaten sehr deutlich auf der Bonner „renewables2004“ artikuliert. Die Idee wurde auf der Gründungskonferenz der IRENA am 26. Januar 2009 in die Realität umgesetzt. Vollständig etabliert wurde die Organisation mit der ersten Sitzung der Vollversammlung am 4. und 5. April 2011 an dem Sitz in Abu Dhabi.

### Produkte der IRENA

Die Produkte der IRENA sind nicht nur Publikationen, sondern auch Datenbanken, die u. a. die Vernetzung erleichtern. REsource ist beispielsweise eine Suchmaschine für Daten und Analysen über erneuerbare Energien mit länderbezogenen Daten und Übersichten. Der Global Atlas for Renewable Energy, der Sustainable Energy Marketplace und der IRENA Project Navigator sind Online-Plattformen, welche die Projektentwicklung unterstützen.

Zu den wichtigsten Veröffentlichungen zählen REmap 2030 (global und auf regionaler Ebene) über die Aussichten für den Ausbau der erneuerbaren Energien, Kapazitätsstatistiken, Handbücher zu bestimmten Technologien sowie Analysen.

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

### Die Internationale Energieagentur – IEA

Die Internationale Energieagentur (International Energy Agency, IEA) ist eine der zentralen globalen Energieorganisationen. Als eigenständige Einrichtung innerhalb der OECD ist sie die Stimme der Energie verbrauchenden Industrieländer und vereint aktuell 29 OECD-Staaten. Angesichts der stark wachsenden Energienachfrage außerhalb der OECD erweitert und vertieft die IEA zudem ihre Kooperation mit Ländern, die nicht Mitglied der OECD sind und damit auch nicht Mitglied der IEA werden können. Hierzu verfolgt sie insbesondere eine Assoziierung großer Schwellenländer. Der Start hierfür erfolgte im November

2015 mit der Assoziierung von China, Indonesien und Thailand. Inzwischen gibt es insgesamt sechs assoziierte Staaten.

Die IEA wurde im Jahr 1974 als Reaktion auf die erste Ölkrise mit dem Ziel der Gewährleistung einer störungsfreien Ölversorgung gegründet. Hierzu verpflichten sich die Mitgliedstaaten, Notstandsreserven an Erdöl für mindestens 90 Tage zu halten.

Daneben ist die IEA ein zentrales Forum für den Erfahrungsaustausch und die Politikberatung zu nahezu allen Energiepolitikbereichen. Fragen der Entwicklung der erneuerbaren Energien und ihrer Integration in die Energiesysteme nehmen dabei eine wichtige Stellung ein. Regelmäßige vertiefte IEA-Länderprüfungen mit energiepolitischen Empfehlungen sowie der jährlich erscheinende Weltenergieausblick [49] als das umfassende internationale energiepolitische Referenzdokument mit einem aktuellen Prognosehorizont bis zum Jahr 2040 sind besonders einflussreiche Publikationen der IEA, die weltweit bei der Formulierung nationaler Energiepolitiken hohe Beachtung finden.

Im Bereich der erneuerbaren Energien publiziert die IEA zahlreiche Veröffentlichungen, zuletzt im Jahr 2016 den Medium-Term Renewable Energy Market Report mit einem Prognosehorizont bis zum Jahr 2021. Zudem veröffentlicht die IEA sogenannte „Technologie-Roadmaps“ zu erneuerbaren Energien. Ein im Januar 2012 geschlossenes Partnerschaftsabkommen zwischen der IEA und der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) bildet die Grundlage für eine enge Zusammenarbeit der beiden Organisationen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist auch im IEA-Mitgliedstaatengremium zu Erneuerbaren Energien (Renewable Energy Working Party – REWP) vertreten.

Seit dem Jahr 2011 besteht mit dem Renewable Industry Advisory Board (RIAB) zudem ein Beirat aus Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien, der sich in regelmäßigen Workshops über Markt- und Branchenentwicklungen austauscht und die Arbeiten der REWP wie auch des IEA-Sekretariats mit entsprechenden Informationen unterstützt. Im RIAB sind auch deutsche Unternehmen vertreten.

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

## Energiekooperation in der G20

Die „Gruppe der 20“ (G20), in deren Rahmen seit 2008 jährliche Treffen der Staats- und Regierungschefs von 19 Staaten sowie der Europäischen Union stattfinden, ist das zentrale Forum zur internationalen Zusammenarbeit in Finanz- und Wirtschaftsfragen. Energiepolitische Themen haben hier zunehmend an Bedeutung gewonnen und wurden seit 2013 in einer eigenen Arbeitsgruppe diskutiert, die unter deutscher G20-Präsidentschaft 2017 zu einer energie- und klimapolitischen Arbeitsgruppe erweitert und gemeinsam vom BMWi und BMUB koordiniert wird. So soll die zentrale Rolle des Energiesektors bei der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens ebenso wie der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung stärker in den Blick genommen werden.

## Internationale Konferenzen für erneuerbare Energien (IRECs)

Der große Erfolg der „renewables2004“ wurde durch die Internationale Konferenzreihe zu erneuerbaren Energien, den International Renewable Energy Conferences (IRECs), in weiteren Ländern fortgeführt. Von den einzelnen Konferenzen sind jeweils starke politische Impulse für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien weltweit ausgegangen. Zugleich hatten die IREC-Konferenzen oftmals eine große Wirkung in das jeweilige Gastgeberland hinein.

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, die den Willen aller Konferenzteilnehmer bekräftigte, sich für einen beschleunigten weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien einzusetzen und die Initiative für das UN-Jahr „Nachhaltige Energie für alle“ (Sustainable Energy for All) zu unterstützen. Im Januar 2013 fand die Abu Dhabi International Renewable Energy Conference (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. Die letzte und – insgesamt sechste – Internationale Konferenz zu erneuerbaren Energien fand Anfang Oktober 2015 in Kapstadt, Südafrika, statt (SAIREC).

Die Teilnehmerländer haben dort unter anderem über die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Afrika, insbesondere dem Subsahara-Gebiet, den Beitrag erneuerbarer Energien zu wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand sowie den Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz beraten.

### **Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21**

Das im Anschluss an die „renewables2004“-Konferenz von Deutschland maßgeblich mitgegründete und geförderte globale Politiknetzwerk REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) hat sich zwischenzeitlich zum bedeutendsten globalen Multistakeholder-Netzwerk mit dem Ziel der Förderung von politischen Maßnahmen, welche den Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen, entwickelt. Es nimmt eine zentrale Rolle bei der konzeptionellen und organisatorischen Unterstützung der Gastgeberländer der IRECs (Internationale Konferenzen zu erneuerbaren Energien) ein. In REN21 sind Regierungsvertreter, internationale Organisationen und Vertreter der Zivilgesellschaft, der Wissenschaft und des Privatsektors aus dem Energie-, Umwelt- und Entwicklungsbereich vertreten.

REN21 veröffentlicht jährlich den „Globalen Statusbericht zu Erneuerbaren Energien“ (GSR), der den weltweiten jährlichen Ausbau der erneuerbaren Energien verfolgt und sich damit zur Standardreferenz für Ausbau und Investitionen in erneuerbare Energien entwickelt hat. Der Bericht stellt Stand und geografische Verteilung der weltweit installierten Erneuerbaren-Kapazitäten, der Ausbauziele und Politikinstrumente sowie die weltweit getätigten Investitionen in erneuerbare Energien dar.

Ergänzend zu dem Global Status Report veröffentlicht REN21 auch Regionale Statusberichte, welche die Entwicklung der erneuerbaren Energien in einzelnen Regionen der Welt vertieft untersuchen. So erschien im Jahr 2015 beispielsweise der Bericht zur Region der Entwicklungsgemeinschaft des südlichen Afrika (SADC), 2016 ein weiterer Regionaler Statusbericht zu ostafrikanischen Staaten (Eastern African Community), und 2017 ist die Veröffentlichung eines Berichts zu 17 Ländern in Zentralasien, auf dem Balkan und im Kaukasus geplant.

Im Jahr 2013 hat REN21 erstmals eine Schwesterpublikation des Globalen Statusberichts, den „Global Futures Report“ (Globaler Zukunftsbericht), veröffentlicht. In diese bisher einmalige Publikation ist ein Mosaik möglicher Zukunftspfade und Zukunftserwartungen an den Ausbau erneuerbarer Energien eingeflossen. Basierend auf Interviews mit Experten und Szenarien stellt er die Zukunftserwartungen verschiedener Akteure zur weiteren Entwick-

lung der erneuerbaren Energien, zu zentralen Frage- und Weichenstellungen vergleichend vor. Der Bericht wurde zur ADIREC 2013 (Internationale Konferenz zu erneuerbaren Energien 2013 in Abu Dhabi) veröffentlicht und fand internationale Beachtung.

REN21 ist darüber hinaus beteiligt an der Online-Informationenplattform REEGLE (gemeinsam mit der Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership) und betreibt auf der eigenen Webseite eine interaktive Weltkarte zu erneuerbaren Energien, die Renewables Interactive Map. Das REN21-Sekretariat befindet sich in Paris.

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

### **Berlin Energy Transition Dialogue – BETD**

Seit dem Jahr 2015 veranstaltet die Bundesregierung jedes Frühjahr eine internationale Energiewendekonferenz, den „Berlin Energy Transition Dialogue“. Die zweitägige Konferenz dient der Intensivierung des internationalen Austauschs zu Fragestellungen rund um die Felder Energie, Klima und Wirtschaft. Sie wird gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Auswärtigen Amt ausgerichtet.

Im Jahr 2016 nahmen mehr als 1.000 in- und ausländische Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft sowie weltweit führende Energieexperten aus insgesamt 70 Ländern teil, darunter zahlreiche Außen- und Energieminister sowie hochrangige Delegationen aus aller Welt. Ziel der Konferenz war es, nach dem erfolgreichen Klimagipfel von Paris den internationalen Dialog über eine sichere, umweltverträgliche und bezahlbare globale Energiewende weiter voranzutreiben. Erstmals wurde den Konferenzteilnehmern auch ein umfangreiches Rahmenprogramm angeboten. Die in Zusammenarbeit mit der Deutschen Energie-Agentur angebotenen Exkursionen ermöglichten es den Teilnehmern, die deutsche Energiewende vor Ort zu erleben.

Weitere Informationen unter: [www.energiewende2016.com](http://www.energiewende2016.com)

### **Clean Energy Ministerial – CEM**

Das „Clean Energy Ministerial (CEM)“ ist ein im Jahr 2009 gegründetes multilaterales Forum zur Förderung einer nachhaltigen weltweiten Energieversorgung, an dem sich 24 Industrie- und Schwellenländer sowie die Europäische Union beteiligen.

Kern des CEM ist die zumeist technologiespezifisch organisierte Kooperation der Mitgliedstaaten in neun Arbeitsgruppen sowie in kurzfristigen, auch Akteure aus Privat-

sektor und Zivilgesellschaft umfassenden, sogenannten Kampagnen. Diese Kooperation geht zurück auf zehn Technologie-Aktionspläne zu einer Reihe kohlenstoffarmer Technologien, die im Jahr 2009 von einer Reihe von Industriestaaten in Vorbereitung der COP-15-Klimakonferenz von Kopenhagen gemeinsam erarbeitet worden waren.

Deutschland, vertreten durch das BMWi, leitet gemeinsam mit Dänemark und Spanien die multilaterale Arbeitsgruppe zu Solar- und Windenergie, in der aktuell Arbeiten zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Bezug von erneuerbaren Energien durch Unternehmen sowie zur Flexibilisierung konventioneller Kraftwerke mit dem Ziel der erhöhten Einspeisung variabler erneuerbarer Energien durchgeführt werden. Darüber hinaus ist Deutschland an den Initiativen zu energieeffizienten Elektrogeräten, zu Energiemanagementsystemen in der Industrie, zu Elektromobilität sowie zu Intelligenten Stromnetzen (Smart Grids) beteiligt. In jährlichen Konferenzen auf Ministerienebene werden neue Schwerpunkte für die Arbeit der Initiativen beschlossen. Das letzte entsprechende Treffen fand am 1. und 2. Juni 2016 in San Francisco, USA, statt. Gastgeber des achten Clean Energy Ministerial Meetings am 7. und 8. Juni 2017 wird China sein.

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

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

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

Heute leben weltweit 1,1 Milliarden Menschen ohne Zugang zu Elektrizität. Es wird prognostiziert, dass sich diese Zahl ohne zusätzliche Anstrengungen bis zum Jahr 2030 kaum verringern wird. Doppelt so viele Menschen sind auf die Nutzung von traditioneller Biomasse angewiesen.

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: <http://www.se4all.org>

### 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- bzw. Zeilensummen ergeben sich durch Rundungen.

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

Die in der Broschüre ausgewiesenen Energiemengen (Bruttostromverbrauch, Endenergieverbrauch für Wärme und für Verkehr aus erneuerbaren Energien) können nicht sachgerecht zu einem Gesamtwert addiert werden, da die Summenbildung jeweils bestimmten Konventionen folgt. Auf dieser Basis lässt sich somit kein Anteil am gesamten Endenergieverbrauch berechnen.

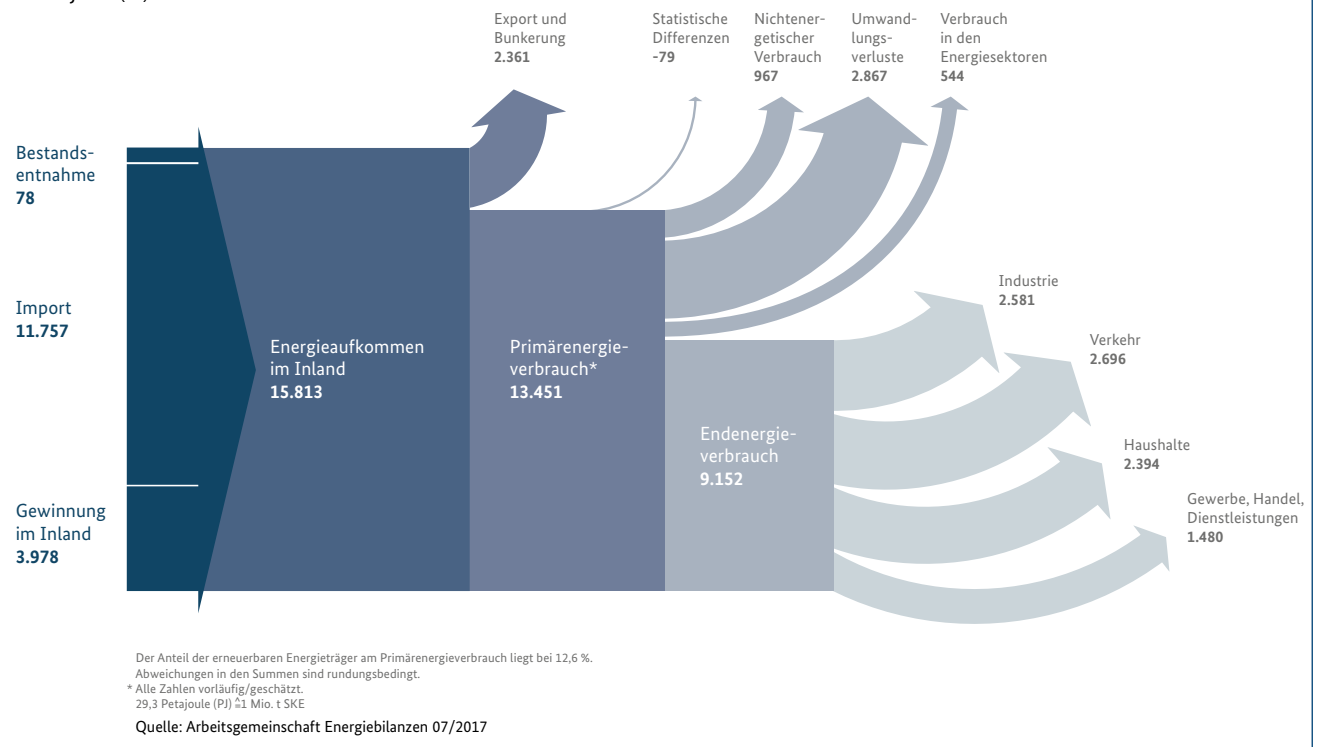
### Berechnung des Anteils nach EU-Richtlinie 2009/28/EG:

Für die Berechnung der Zielerreichung enthält die EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen detaillierte Vorgaben. Neben dem Gesamtanteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch werden auch in den Teilbereichen Strom, Wärme und Verkehr spezielle Anteile bestimmt.

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.

**Abbildung 62: Energieflussbild 2016 für Deutschland**

in Petajoule (PJ)



Damit flüssige Bioenergieträger und Biokraftstoffe zur Erfüllung des Gesamtziels und des Ziels im Verkehrssektor angerechnet werden können, müssen sie bestimmte Nachhaltigkeitskriterien erfüllen.

Im Verkehrssektor wird zusätzlich noch der Beitrag von Elektrizität, die aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt und in allen Arten von Fahrzeugen mit Elektroantrieb verbraucht wird, mit dem Faktor 2,5 berücksichtigt. Des Weiteren werden Biokraftstoffe aus Reststoffen, Lignocellulose, Biomass-to-Liquids (BtL) und Biogas aus Reststoffen doppelt gerechnet.

Der Bruttoendenergieverbrauch 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.“*

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

#### Berechnung des Anteils ohne Anwendung der Berechnungsmethode nach EU-Richtlinie:

Im Energiekonzept der Bundesregierung findet sich ebenfalls als Zielgröße für das Jahr 2020 ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 18 Prozent. Um die gegenwärtige Entwicklung abzubilden, wird abweichend von der nach EU-RL angewandten Berechnungsmethode kalkuliert und der Anteil am Bruttoendenergieverbrauch mit der realen Erzeugung von Wind- und Wasserkraft sowie dem tatsächlichen Verbrauch von Biokraftstoffen im Verkehrssektor abgebildet.

#### Anpassung installierte Leistung von Photovoltaikanlagen:

Für die Jahre 2010 bis 2014 wurde die installierte Leistung von Photovoltaikanlagen an die von der Bundesnetzagentur veröffentlichten Werte angepasst. Damit werden Abweichungen in den von Bundesnetzagentur und AGEE-Stat veröffentlichten Daten beseitigt. Ab 2015 wird die installierte Leistung auf Basis des Anlagenregisters (Freiflächenanlagen) sowie des Photovoltaikmelderegisters (Dachanlagen) fortgeschrieben.

## Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien

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

Die in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien getätigten Investitionen werden auf Basis der zugebauten Leistung bzw. Anlagenzahl ermittelt. Mit Hilfe spezifischer Investitionskosten (Euro/kW) bzw. mittlerer Kosten je Anlage (Euro/Anlage) werden daraus die gesamten Investitionen je Sparte im Betrachtungsjahr berechnet.

Im Zuge einer Konsolidierung der Investitionszeitreihen wurden im Vergleich zu früheren Schätzungen methodische Anpassungen vorgenommen. Diese umfassen vor allem eine periodengerechte Zuordnung von Investitionen bei Anlagen mit mehrjähriger Bauzeit. Dies betrifft insbesondere Windkraftanlagen auf See, Anlagen zur Nutzung tiefer Geothermie sowie große Wasserkraftanlagen, aber auch große Biomasseheizkraftwerke und Biogasanlagen. In der Folge ergaben sich im Vergleich zu früheren Veröffentlichungen Verschiebungen der Investitionssummen zwischen verschiedenen Jahren.

Zu den wirtschaftlichen Impulsen aus dem Anlagenbetrieb trägt neben den Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen, insbesondere in Form von Personalkosten und Hilfsenergiekosten, auch die Bereitstellung von regenerativen Brennstoffen und Biokraftstoffen bei.

Die Kosten für Wartung und Betrieb der Anlagen werden auf Basis technologiespezifischer Wertansätze ermittelt. Dazu wurden Kostenrechnungen aus diversen wissenschaftlichen Untersuchungen herangezogen. Hierzu gehören vor allem die Forschungsvorhaben zum EEG (unter anderem die Forschungsberichte zum EEG-Erfahrungsbericht, z. B. [52], und der Endbericht zum Monitoring der Stromerzeugung aus Biomasse [53]), die Evaluierungen des Marktanzreizprogramms [54] sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [55].

Zur Ermittlung der Kosten 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 relevanten festen Biomassebrennstoffen gehören vor allem Altholz, Wald- und Industrierestholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel, Holzbriketts sowie der kommerziell gehandelte Teil des Brennholzes. Hauptbestandteil der Substrate zur Biogaserzeugung sind Maissilage, Grassilage sowie Getreide-Ganzpflanzensilage und Mindergetreide. Insgesamt wurden die wirtschaftlichen Impulse durch Bereitstellung biogener Brennstoffe mit 4,7 Milliarden Euro bewertet.



# Umrechnungsfaktoren

## Vorsätze für Maßeinheiten

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

## Einheiten für Energie und Leistung

Joule J für Energie, Arbeit, Wärmemenge

Watt W für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom

1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws)

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

## Umrechnungsfaktoren

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

Die Zahlen beziehen sich auf den Heizwert.

## Treibhausgase

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

## Weitere Luftschadstoffe

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



# Abkürzungsverzeichnis

## Fachbegriffe

|                |                                               |             |                                                                              |
|----------------|-----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------|
| AusglMechV     | Ausgleichsmechanismus-Verordnung              | HH          | Haushalte                                                                    |
| BEEV           | Bruttoendenergieverbrauch                     | HKW         | Heizkraftwerk                                                                |
| Biokraft-NachV | Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung       | HW          | Heizwerk                                                                     |
| BioSt-NachV    | Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung       | HVO         | Hydrotreated Vegetable Oils                                                  |
| BHKW           | Blockheizkraftwerk                            | k.A.        | keine Angaben                                                                |
| BRICS          | Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika | KWKG        | Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz                                                  |
| COP-15         | 15th Conference of the Parties                | MAP         | Marktanreizprogramm                                                          |
| EE             | Erneuerbare Energien                          | n. q.       | nicht quantifiziert                                                          |
| EEG            | Erneuerbare-Energien-Gesetz                   | NREAP       | Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien                              |
| EEV            | Endenergieverbrauch                           | PEV         | Primärenergieverbrauch                                                       |
| EEWärmeG       | Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz              | StromEinspG | Stromeinspeisungsgesetz                                                      |
| EnergieStG     | Energiesteuergesetz                           | SystEEem    | Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme |
| EnStatG        | Energiestatistikgesetz                        | THG         | Treibhausgas                                                                 |
| FuE            | Forschung und Entwicklung                     | ÜNB         | Übertragungsnetzbetreiber                                                    |
| GHD            | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen             | USD         | United States Dollars                                                        |
| GSR            | Global Status Report                          |             |                                                                              |

# Glossar

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Biodiesel</b>                        | Methylester eines pflanzlichen oder tierischen Öls mit Dieselmotorenqualität, 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 ( $\text{CH}_4$ ) und Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) 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 u. a.: Abfall- und Restholz, Stroh, Gartenabfälle, Gülle, Bioabfälle, Fettabfälle. Zum Siedlungsmüll speziell zählen Abfallarten wie Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehricht, Markt- und Geschäftsmüll, kompostierbare Abfälle aus der Biotonne, Garten- und Parkabfälle sowie Abfälle aus der Getrenntsammlung von Papier, Pappe, Karton, Glas, Kunststoffen, Holz und Elektronikteilen. Per Konvention beträgt der biogene Anteil im Siedlungsmüll 50 Prozent. |
| <b>Biokraftstoffe</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 ( $\text{CO}_2$ -Gehalt ca. 30 bis 45 Vol.-%), aus dem Kohlendioxid und Spurenstoffe entfernt wurden, um einen Methangehalt und eine Reinheit auf Erdgasniveau ( $\text{CO}_2$ -Gehalt maximal sechs Vol.-%) zu erhalten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Bruttoendenergieverbrauch (BEEV)</b> | Der Bruttoendenergieverbrauch umfasst den Endenergieverbrauch beim Letztverbraucher und die Verluste in den Erzeugungsanlagen und beim Transport. Der Bruttoendenergieverbrauch für erneuerbare Energien ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch der Haushalte, des Verkehrs, der Industrie und von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) zuzüglich des Eigenverbrauchs des Umwandlungssektors sowie der Leitungs- und Fackelverluste.                                                                                                                                                                                                                           |

Die Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch, wie sie im Rahmen der Richtlinie 2009/28/EG ermittelt werden (unter Berücksichtigung besonderer Rechenvorschriften, u. a. die „normalisierte“ Strombereitstellung aus Wasserkraft und Windenergie), sind im Anhang, Absatz 1, in diesem Bericht aufgeführt. Erneuerbare Energien im Elektromobilitäts- und Bahnstrombereich werden im vorliegenden Bericht implizit dem Stromsektor zugerechnet. Eine Methodik zur Anrechnung der Anteile von Strom aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor, die nicht auf einer doppelten Anrechnung beruht, wurde noch nicht entwickelt. Jedoch wird im Rahmen der Berichterstattung gegenüber der Europäischen Kommission zur Erfüllung des Zehn-Prozent-Mindestziels von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor im Jahr 2020 detailliert auf diese Beiträge eingegangen.

**Bruttostromerzeugung**

Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Erzeugungsanlagen verbleibt die Nettostromerzeugung.

**Bruttostromverbrauch**

Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromgewinnung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Netz- bzw. Übertragungsverluste.

**CO<sub>2</sub>-Äquivalent**

Die Einheit für das Treibhauspotenzial 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. Die verwendeten Äquivalenzfaktoren folgen den für die nationale Emissionsberichterstattung vorgegebenen Werten aus dem IPCC Second Assessment Report: Climate Change (1995).

**Deponiegas**

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.

**Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O)**

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.

**EEG-Umlage**

Elektrizitätslieferanten müssen nach der Ausgleichsmechanismusverordnung seit dem 1. Januar 2010 für jede Kilowattstunde Strom eine EEG-Umlage an den jeweiligen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) entrichten. Die EEG-Umlage ist bundesweit einheitlich. Mit der EEG-Umlage soll die Differenz zwischen den zu zahlenden EEG-Einspeisevergütungen und den Einnahmen der ÜNB aus der Vermarktung des EEG-Stromes an der Börse gedeckt werden. Elektrizitätslieferanten, die Strom an Letztverbraucher liefern, dürfen die EEG-Umlage an ihre Kunden weitergeben.

**Einspeisevergütung**

Im Rahmen eines Mindestpreissystems wird die Stromerzeugung aus bestimmten Energiequellen, meistens aus erneuerbaren Energien, mit einer staatlich festgelegten Vergütung pro eingespeister Kilowattstunde Strom gefördert. Diese Tarife liegen häufig oberhalb der Marktpreise und vermindern so das Risiko von Preisschwankungen bzw. 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 (g/kWh Endenergie) kann der Emissionsfaktor aber auch auf den Produktausstoß bezogen werden (g/kWh <sub>el</sub> ). Emissionsfaktoren sind zudem immer prozess- und anlagenspezifisch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Endenergie</b>                | Endenergie ist der Teil der Primärenergie, der den Verbraucher nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und der dann zur weiteren Verfügung steht. Endenergieformen sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Endenergieverbrauch (EEV)</b> | Als Endenergieverbrauch wird die Verwendung von Energieträgern in einzelnen Verbrauchssektoren bezeichnet, sofern sie unmittelbar zur Erzeugung von Nutzenergie oder für Energiedienstleistungen eingesetzt 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, potenzielle, elektrische, chemische oder auch thermische Energie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <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>Energieträger</b>             | Energieträger sind Stoffe, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Erneuerbare Energien (EE)</b> | <p>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 einer Milliarde Jahre und ist aus unserer menschlichen Perspektive nahezu unbegrenzt.</p> <p>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.</p> |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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. Es ist mehrfach novelliert worden, zuletzt 2016.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <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>Fossile Energieträger</b>                       | Fossile Energieträger sind solche, deren Vorrat erschöpfbar ist und die aus Biomasse im Laufe von Jahrmillionen unter hohem Druck und hoher Temperatur entstanden sind. Es handelt sich um Energierohstoffe mit unterschiedlichen 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 mm und einer Länge von 10 bis 30 mm. Sie werden ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln unter hohem Druck hergestellt und haben einen Heizwert von rund 5 kWh/kg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <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>               | <p>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.</p> <p>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 kurzwelligen Sonnenstrahlung und erhöht die Gefahr einer</p> |

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Kombi-Solarthermie-Anlagen</b>                                       | <p>Solarthermie-Anlagen, die sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Heizungsunterstützung genutzt werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Leistung, elektrische</b>                                            | <p>Die elektrische Leistung gibt an, wie viel Arbeit in einer bestimmten Zeit verrichtet wird. Die physikalische Leistung ist definiert als Arbeit pro Zeiteinheit. Die Leistung (P) wird gemessen in Watt (W). Entsprechend ist: 1 Kilowatt (kW) = 1.000 Watt, 1 Megawatt (MW) = 1.000 kW.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Luftschadstoff</b>                                                   | <p>Jeder in der Luft vorhandene Stoff, der schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt haben kann.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP)</b> | <p>Programm zur Förderung von Anlagen zur Wärmegegewinnung aus erneuerbaren Energien.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Meeresenergie</b>                                                    | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Methan (CH<sub>4</sub>)</b>                                          | <p>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. Gemäß dem vierten IPCC-Sachstandsbericht (Fourth Assessment Report: Climate Change 2007) ist es in einem Bezugszeitraum von 100 Jahren ca. 25-mal stärker klimawirksam als CO<sub>2</sub>, allerdings kommt es in deutlich kleineren Mengen in der Atmosphäre vor.</p>                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)</b>                                 | <p>Land- und forstwirtschaftlich erzeugte Biomasse, die zur Energiebereitstellung (Energiepflanzen) oder als Werkstoff genutzt wird.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Nahwärme</b>                                                         | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Nukleare Brennstoffe</b>                                             | <p>In Kernkraftwerken als Brennstoffe eingesetzte spaltbare Isotope von radioaktiven chemischen Elementen wie Uran, Plutonium oder Thorium.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Nutzenergie</b>                                                      | <p>Ist die Energie, die dem Endnutzer für seine Bedürfnisse zur Verfügung steht. Nutzenergie wird direkt aus der Endenergie gewonnen. Mögliche Formen von Nutzenergie sind Wärme zur Raumheizung, Kälte zur Raumkühlung, Licht oder mechanische Arbeit.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <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, Oberflächengewässern 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.</p> <p>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 nichtenergetischen Verbrauch zugeführt (zum Beispiel Rohöl für die Kunststoffindustrie).</p> |
| <b>Primärenergieverbrauch (PEV)</b> | Primärenergieverbrauch (PEV) ist das saldierte Ergebnis aus inländischer Produktion, dem Außenhandelsaldo bei Energieträgern unter Abzug der Hochseebunkerungen sowie unter Berücksichtigung der Lagerbestandsveränderungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Prozesswärme</b>                 | Prozesswärme 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>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 Umwandschritte. 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>Sekundärenergieträger</b>        | Im Unterschied zu den Primärenergieträgern sind Sekundärenergieträger solche, die aus der Umwandlung von Primärenergieträgern entstehen. Dies sind alle Stein- und Braunkohlenprodukte sowie Mineralölprodukte, Gichtgas, Konvertergas, Kokereigas, Strom und Fernwärme. Sekundärenergieträger können aber auch aus der Umwandlung anderer Sekundärenergieträger entstehen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>    | Einheit, in der das Versauerungspotenzial eines Luftschadstoffes angegeben wird.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Solarthermische Kraftwerke</b>   | Kraftwerke, bei denen die direkte Solarstrahlung in Wärme umgewandelt, auf einen Wärmeträger (z. B. Thermoöl, Wasser, Luft) übertragen und in Kraftmaschinen (z. B. 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>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 (CO <sub>2</sub> ), ausgedrückt als GWP-Wert (Global Warming Potential, CO <sub>2</sub> = 1). Der GWP-Wert eines Stoffes hängt vom Bezugszeitraum ab und wird verwendet, um verschiedene Gase bezüglich ihrer Treibhauswirkung vergleichen und ihren Beitrag zum Treibhauseffekt ausdrücken zu können. CO <sub>2</sub> hat als sog. Referenzgas ein Treibhauspotenzial von 1. Gemäß dem vierten IPPC-Sachstandsbericht (Fourth Assessment Report: Climate Change 2007) beträgt das auf einen Zeitraum von 100 Jahren bezogene relative Treibhauspotenzial von Methan (CH <sub>4</sub> ) 25 und das von Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O) 298. Das Treibhauspotenzial wird in der Einheit CO <sub>2</sub> -Äquivalente angegeben. |
| <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>Umlagepflichtiger Letztverbrauch</b> | Der umlagepflichtige Letztverbrauch gliedert sich in zwei Teilbereiche: den regulären, d. h. nicht-privilegierten, Letztverbrauch und den privilegierten Letztverbrauch.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Vermeidungsfaktor</b>                | Vermiedene Emissionen, bezogen auf eine Einheit Endenergie aus erneuerbaren Energien (Strom, Wärme oder Kraftstoff).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Versauerungspotenzial</b>            | Potenzieller 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 Schwefelbeziehungsweise Salpetersäure, die als „Saurer Regen“ zur Erde fallen und Boden, Gewässer, Lebewesen und Gebäude schädigen. SO <sub>2</sub> hat als sogenanntes Referenzgas ein Versauerungspotenzial von 1. Der verwendete Faktor für das relative Versauerungspotenzial von Stickoxiden (NO <sub>x</sub> ) beträgt 0,696, der für Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) 1,88. Das Versauerungspotenzial wird in der Einheit SO <sub>2</sub> -Äquivalente angegeben.                                                         |
| <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>Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon</b> | Ozon ist als Spurengas ein natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. In der bodennahen Luftschicht wird es unter Sonneneinstrahlung aus den sogenannten Ozon-Vorläufersubstanzen gebildet. Als Vorläufersubstanzen sind vor allem Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC) zu nennen, daneben auch Kohlenmonoxid und Methan.                                                                                                                                                                                            |
| <b>Wirkungsgrad</b>                            | Verhältnis von abgegebener Leistung zu zugeführter Leistung. Abgrenzung zum Nutzungsgrad, der den Energieertrag zum Energieeinsatz ins Verhältnis setzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Wirkungsgradprinzip</b>                     | Statistisches Bewertungsverfahren bei der Erstellung einer Energiebilanz. Dabei werden die Energieträger, für die es keinen einheitlichen Umrechnungsfaktor wie den Heizwert gibt, auf Basis von definierten Wirkungsgraden bewertet. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt, für die Stromerzeugung aus Wind, Sonne und Wasserkraft ein Wirkungsgrad von 100 Prozent. Die Wirkungsgradmethode findet in Deutschland in Angleichung an die internationale Konvention seit dem Berichtsjahr 1995 Anwendung. |
| <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, so dass eine technische Nutzung möglich wird. Das Prinzip der Wärmepumpe findet auch im Kühlschrank Anwendung, wo es jedoch zur Kühlung eingesetzt wird.                                                                                                                                                                                                                                          |

# Quellenverzeichnis

1. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB):** *Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland – 1990 bis 2015*, Stand: August 2016
2. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB):** *Energiebilanz für Deutschland 2015 und Vorjahre*, Stand: 15. August 2017, [www.ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2015.html](http://www.ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2015.html)
3. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg:** *SHARES 2014 – Short Assessment of Renewable Energy Sources*; last updated: 10 February 2017, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
4. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB):** *Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern*, Stand: 11. August 2017
5. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB):** *Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“, 2015 und Vorjahre*, Stand: 28. Februar 2017, [www.ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2015.html](http://www.ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2015.html)
6. **Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA):** *EEG-Statistikberichte zu den Jahresendabrechnungen 2007–2011 sowie EEG in Zahlen 2012–2015*, [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)
7. **Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber:** *Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Jahresabrechnungen 2000–2016)*, [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de)
8. **Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI):** *Windenergie in Deutschland – Aufstellungszahlen für die Jahre 1990–2003*, [www.dewi.de](http://www.dewi.de) sowie Veröffentlichungen im DEWI Magazin, 2004 bis 2017
9. **Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) (Hrsg.):** *Geothermisches Informationssystem für Deutschland*, [www.geotis.de](http://www.geotis.de)
10. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB):** *AGEB, Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten, (2005–2015)*, Stand: 9. Mai 2017, [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)
11. **Appelhans, K.; Exner, S.; Bracke, R.:** *Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends*, Internationales Geothermiezentrum (GZB) im Auftrag des ZSW, Bochum, Februar 2014
12. **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)
13. **Bundesministerium der Finanzen (BMF):** *Statistische Angaben über die Erfüllung der Biokraftstoffquote der Jahre 2007–2016*
14. **Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW):** *Verkehr in Zahlen 2016/2017 (und frühere Ausgaben)*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2016
15. **Bundesregierung (BReg):** *„Nationale Berichte zur Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG vom 08.05.2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“*
16. **Statistisches Bundesamt (StBA):** *Energiesteuer – Fachserie 14 Reihe 9.3, letzte Ausgabe: 2016, erschienen am 1. Juni 2017*

17. **Bundesregierung (BReg):** Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminderung 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>
18. **Bundesregierung (BReg):** Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV) vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182)
19. **Bundesregierung (BReg):** Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV) vom 23. Juli 2009 (BGBl. I S. 2174)
20. **Klobasa, M.; Sensfuß, F.:** CO<sub>2</sub>-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien in den Jahren 2012 und 2013, Februar 2016, [www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-minderung-im-stromsektor-durch-den-einsatz](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-minderung-im-stromsektor-durch-den-einsatz)
21. **Umweltbundesamt (UBA):** Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2016, Dessau-Roßlau [www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger)
22. **Fehrenbach, H. et al.:** Aktualisierung der Eingangsgrößen und Emissionsbilanzen wesentlicher biogener Energienutzungspfade, Februar 2016, [www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-der-eingangsdaten-emissionsbilanzen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-der-eingangsdaten-emissionsbilanzen)
23. **Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE):** Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2015 – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung, Bonn, 2016, [http://www.ble.de/DE/Themen/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Informationsmaterial/informationsmaterial\\_node.html](http://www.ble.de/DE/Themen/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Informationsmaterial/informationsmaterial_node.html)
24. **Richtlinie (EU) 2015/1513 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015:** zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 239/1 vom 15. September 2015
25. **Bericht der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Fortschrittsbericht „Erneuerbare Energiequellen“,** Brüssel, den 1. Februar 2017, COM(2017) 57, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017DC0057&from=DE>
26. **Wagner, E.:** Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft, Stand 1999. Elektrizitätswirtschaft, Jg. 99 (2000), H. 24, S. 24, Hrsg. VDEW
27. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):** Hintergrundinformationen zur Besonderen Ausgleichsregelung, Stand: 26. Februar 2013, Referat E I 1
28. **Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW):** Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2017), Berlin, 10. Juli 2017, [www.bdew.de](http://www.bdew.de)
29. **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit:** Referentenentwurf: Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-und-sanieren/details-energieeffizientes-bauen/artikel/gesetz-zur-einsparung-von-energie-und-zur-nutzung-erneuerbarer-energien-zur-waerme-und-kaelteerzeugung-in-gebaeuden/>, 24. Januar 2017
30. **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi):** [http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Standardartikel/evaluierung\\_des\\_marktanreizprogramms.html](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Standardartikel/evaluierung_des_marktanreizprogramms.html)

31. **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi):** <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Standardartikel/foerderrichtlinie-zum-marktanreizprogramm.html>, Stand: 11. März 2015
32. **Deutscher Bundestag (BT):** *Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoff*, Drucksache 15/5816, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/15/058/1505816.pdf>
33. **Bundesregierung (BReg):** *Gesetz zur Neuregelung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromsteuergesetzes* vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534)
34. **Bundesregierung (BReg):** *Biokraftstoffquotengesetz* vom 18. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3180)
35. **Bundesregierung (BReg):** *Zwölftes Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes* vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1740)
36. **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
37. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg:** *Online Database, Daten-Code nrg\_105a*, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>
38. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER):** *Wind energy barometer 2017; A study carried out by EurObserv'ER, Mai 2017*, <https://www.eurobserv-er.org/category/barometer-2017/>
39. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg:** *Online Database, Daten-Code nrg\_113a*, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>
40. **European Wind Energy Association (EWEA):** *Wind in power – 2016 European Statistics*, February 2017, [www.ewea.org/statistics/european](http://www.ewea.org/statistics/european)
41. **European Wind Energy Association (EWEA):** *The European offshore wind industry – key trends and statistics 2016*, February 2017, [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
42. **REN21:** *Renewables 2017 – Global Status Report*, REN21 Secretariat, Paris 2017, [www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report](http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report)
43. **Red Eléctrica de España (REE):** *The Spanish Electricity System – Preliminary Report 2014*, Drafting date 23 December 2014, [www.ree.es/en/publications/spanish-electrical-system/spanish-electricity-system-preliminary-report-2014](http://www.ree.es/en/publications/spanish-electrical-system/spanish-electricity-system-preliminary-report-2014)
44. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER):** *Photovoltaic barometer 2017; A Study carried out by EurObserv'ER, Mai 2017*, <https://www.eurobserv-er.org/category/barometer-2017/>
45. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER):** *Solar Thermal Barometer; A Study carried out by EurObserv'ER, June 2017*, <https://www.eurobserv-er.org/category/barometer-2017/>
46. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER):** *Biofuels Barometer; A Study carried out by EurObserv'ER, July 2014*, [www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org)
47. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER):** *The state of renewable energies in Europe, Edition 2016, 16th EurObserv'ER report*, [www.eurobserv-er.org/16th-annual-overview-barometer/](http://www.eurobserv-er.org/16th-annual-overview-barometer/)
48. **International Energy Agency (IEA):** *World Energy Outlook, Energy Access Database*, Download April 2017, [www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase](http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase)

49. **Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) – HERA Household Energy Programme: Cooking Energy – Why it really matters if we are to halve poverty by 2015, 2007**
50. **Frankfurt School-UNEP Centre/Bloomberg New Energy Finance: Global Trends in Renewable Energy Investment 2017, Key Messages GTR 2015,**  
[http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/gtr\\_2017\\_-\\_key\\_findings.pdf](http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/gtr_2017_-_key_findings.pdf)
51. **IRENA (2017): Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2017,**  
[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_RE\\_Jobs\\_Annual\\_Review\\_2017.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2017.pdf)
52. **Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) et al.: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2014 gemäß § 65 EEG, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – Wissenschaftlicher Bericht Vorhaben I, Juli 2014**
53. **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 2009–2011, Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, März 2012**
54. **Fichtner GmbH & Co KG, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Institut dezentrale Energietechnologien (IdE), DBI – Gas- und Umwelttechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg – IUE, COMPARE Consulting: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014, Evaluierung des Förderjahres 2014, Bericht Juli 2016**
55. **KfW: KfW-Förderung für erneuerbare Energien im Inland, 2007–2012,**  
<https://www.kfw.de/KfW-Konzern/KfW-Research/Publikationen-thematisch/Energie-und-Nachhaltigkeit/>

**Zahlreiche Informationen zu erneuerbaren Energien finden Sie auf den Internetseiten des BMWi unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) und [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)**





