



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Energie **wende**
Umschalten auf Zukunft

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2018



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Fachliche Unterstützung

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart,
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet V 1.5, 06844 Dessau-Roßlau

Stand

Oktober 2019

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, 60386 Frankfurt

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

Erik Isakson / Getty Images / Titel

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2018

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)	6
Teil I: Energiewende in Deutschland	7
Monitoring der Energiewende	8
Ziele der Energiewende und Status quo	9
Ausbau der erneuerbaren Energien	10
Strom	10
Wärme	16
Verkehr	21
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien	24
Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien	26
Das Erneuerbare-Energien-Gesetz	27
Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz	27
Mieterstrom: Energiewende im eigenen Haus	28
Die EEG-Umlage	29
Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	31
Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland	34
Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich	36
Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr	37
Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien	38
Datenplattformen der Bundesnetzagentur	40

Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union	42
Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2018 nach RL 2009/28/EG	46
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU	47
Windenergienutzung	49
Solarenergienutzung – Stromerzeugung	53
Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung	54
Erneuerbare Energien im Verkehrssektor	56
Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien	58
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	59
Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren	61
Investitionen und Beschäftigung	62
Anhang	64
Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien	64
Methodische Hinweise	68
Umrechnungsfaktoren	71
Abkürzungsverzeichnis	72
Quellenverzeichnis	73

Einleitung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der neuen Ausgabe 2019 der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ stellt Ihnen das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie wieder die aktuellsten Daten zur Nutzung der erneuerbaren Energien in Deutschland, in der EU und weltweit vor.

Die in dieser Publikation enthaltenen detaillierten Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2018 sind auch eine wichtige Basis für das Monitoring der Ziele der Bundesregierung für die Energiewende. Die Daten bilden die Grundlage für zukünftige Entscheidungen bezüglich der Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung der erneuerbaren Energien.

Die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr stellt sich für das Jahr 2018 zusammengefasst wie folgt dar:

Strom

Auch im Jahr 2018 nahm die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien weiter um gut vier Prozent auf 225 Milliarden Kilowattstunden zu. Ihr Anteil am gesamten Stromverbrauch stieg von 36,0 auf 37,8 Prozent.

Wärme

Der Verbrauch von Wärme aus erneuerbaren Energien lag im Jahr 2018 auf dem Niveau des Vorjahres. Da aber witterungsbedingt der Wärmeverbrauch insgesamt rückläufig war, stieg der Anteil erneuerbarer Energien von 13,8 auf 14,2 Prozent.

Kraftstoffe

Der Absatz von Biokraftstoffen hat im Jahr 2018 um rund 5 Prozent gegenüber dem Vorjahr zugenommen. In der Folge stieg der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr von 5,2 auf 5,7 Prozent an.

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

Weniger Treibhausgase durch erneuerbare Energien

Im Jahr 2018 wurden durch die Nutzung erneuerbarer Energien Treibhausgasemissionen im Umfang von über 187 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden, davon 144 Millionen Tonnen im Strombereich, knapp 36 Millionen Tonnen im Wärme- und knapp acht Millionen Tonnen im Verkehrsbereich.

Wirtschaftliche Impulse durch erneuerbare Energien

Investitionen in erneuerbare Energien und wirtschaftliche Impulse aus dem Anlagenbetrieb stellen einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für Deutschland dar. Im Jahr 2018 betrug die Investitionen 13,5 Milliarden Euro, die wirtschaftlichen Impulse aus Anlagenbetrieb stiegen weiter an und lagen mit 16,8 Milliarden Euro deutlich über den Investitionen.

Wichtigste Datengrundlage für diese Publikation sind die Ergebnisse der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), die im Auftrag des BMWi die Bilanz der erneuerbaren Energien für Deutschland erarbeitet. Darüber hinaus fließen Daten des Umweltbundesamts, des Statistischen Bundesamts, der Bundesnetzagentur, der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. und vieler weiterer Quellen mit ein.

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

Neben ihrer Entwicklung in Deutschland finden sich auch umfangreiche Informationen zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union, die sich im Rahmen des Legislativpakets „Saubere Energie für alle Europäer“

ebenfalls anspruchsvolle Ziele gesetzt hat. Abschließend informiert die Broschüre auch zur weltweiten Entwicklung der erneuerbaren Energien.

Alle im Folgenden veröffentlichten Daten stellen eine Momentaufnahme mit Redaktionsschluss August 2019 dar – sie haben damit an einigen Stellen noch vorläufigen Charakter. Das BMWi veröffentlicht parallel zu dieser Broschüre auf seinen Internetseiten regelmäßig aktualisierte Zeitreihen sowie vielfältige Schaubilder zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ab dem Jahr 1990. Dort finden sich die kompletten Datensätze seit dem Jahr 1990, während sie in dieser Broschüre der Übersichtlichkeit halber zumeist gekürzt dargestellt sind. Die Zeitreihen und Schaubilder werden zum Jahreswechsel 2019/2020 an den dann aktuellen Datenstand angepasst (siehe: www.erneuerbare-energien.de/EE/ee-in-zahlen-zeitreihen und www.erneuerbare-energien.de/EE/ee-in-zahlen-entwicklung-deutschland).

Vielfältige weiterführende Informationen zu den erneuerbaren Energien und zur Energiewende in Deutschland finden Sie im Online-Angebot des BMWi unter www.bmwi.de und www.erneuerbare-energien.de.

Ihr Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Berlin, im Oktober 2019

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)



Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) stellt seit Februar 2004 umfassende aktuelle Statistiken und

Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland bereit. Die AGEE-Stat arbeitet im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Ergebnisse der Arbeiten der AGEE-Stat sind Teil der vorliegenden Veröffentlichung.

Die AGEE-Stat ist ein unabhängiges Fachgremium mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Ministerien, nachgeordneten Bundesbehörden und wissenschaftlichen Forschungsinstitutionen.

Mitglieder der AGEE-Stat sind aktuell folgende Institutionen:

- das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
- das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
- das Umweltbundesamt (UBA)
- das Statistische Bundesamt (StBA)
- die Bundesnetzagentur (BNetzA)
- die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
- das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) als Vertretung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)

Die AGEE-Stat wird im Rahmen eines Forschungsauftrags von einem Konsortium wissenschaftlicher Einrichtungen unterstützt. Projektpartner sind das Leipziger Institut für

Energie (IE Leipzig) in koordinierender Funktion, das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fh-ISE), das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ), die Deutsche Energieagentur (dena), das Ingenieurbüro Floecksmühle, das Hamburg-Institut (HIC) und die UL International GmbH.

Seit dem Jahr 2016 ist das Umweltbundesamt in Dessau mit der Leitung und Koordinierung der Arbeitsgruppe beauftragt. Die Geschäftsstelle ist im Fachbereich V „Klimaschutz, Energie, Deutsche Emissionshandelsstelle“ angesiedelt und wird von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fachgebiets V 1.5 „Energiedaten, Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)“ betreut.

Schwerpunkt der Tätigkeiten der AGEE-Stat ist die kontinuierliche Weiterentwicklung und Qualitätssicherung der Statistiken zur Nutzung der erneuerbaren Energien in Deutschland. 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 für die Öffentlichkeit 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 zur aktuellen Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland in Form von Schaubildern, Zeitreihen sowie Monats- und Quartalsberichten sind auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter www.erneuerbare-energien.de sowie auf den Seiten der Geschäftsstelle der AGEE-Stat am Umweltbundesamt unter www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen zu finden.

Teil I: Energiewende in Deutschland

Die Energiewende ist Deutschlands langfristige, sektorübergreifende Strategie, um die Energieversorgung sicher, wirtschaftlich und umweltverträglich zu machen. Dazu wird Deutschlands Energieversorgung grundlegend umgestellt: weg von nuklearen und fossilen Brennstoffen, hin zu erneuerbaren Energien und mehr Energieeffizienz. Auf diesem Weg haben wir schon viel erreicht: Rund 38 Prozent unseres Stroms stammten im Jahr 2018 bereits aus Wind, Sonne und Co. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, die Energiewende zum Treiber für Energieeffizienz, Modernisierung, Innovationen und Digitalisierung bei der Strom- und Wärmeversorgung zu machen. Dies gilt ebenso für den Verkehrsbereich.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch wächst beständig: von rund sechs Prozent im Jahr 2000 auf fast 38 Prozent im Jahr 2018. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist das Ziel festgelegt, bis zum Jahr 2025 einen Anteil von 40 bis 45 Prozent zu erreichen. Die Bundesregierung strebt – insbesondere im Kontext der Herausforderungen einer besseren Synchronisierung von erneuerbaren Energien und Netzkapazitäten – eine Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils im Stromsektor an, um das im Koalitionsvertrag verankerte Ziel von etwa 65 Prozent bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Hierfür ist die Aufnahmefähigkeit der Stromnetze zentral. Eine Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils ist nicht zuletzt erforderlich, um den Kohlestrom zu ersetzen und den zusätzlichen Strombedarf zu decken, damit die Klimaschutzziele im Verkehr, in Gebäuden und in der Industrie erreicht werden können.

Grundlage für den erfolgreichen Ausbau der erneuerbaren Energien ist das im Jahr 2000 in Kraft getretene und seitdem mehrfach novellierte EEG, das ursprünglich das Ziel hatte, den damals noch jungen Technologien wie Windenergie- und Photovoltaikanlagen durch eine garantierte Abnahme und feste Vergütung den Markteintritt zu ermöglichen. Es hat die Nischenexistenz dieser Technologien beendet und sie zur tragenden Säule der deutschen Stromversorgung gemacht.

Seit der jüngsten Novelle, dem EEG 2017, werden die Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien nicht mehr wie zuvor administrativ festgelegt, sondern im Rahmen von Ausschreibungen am Markt ermittelt. Ausgenommen sind lediglich Anlagen mit einer Leistung bis 750 kW, sodass insbesondere der Erhalt der Akteursvielfalt im Bereich der Photovoltaik gewährleistet ist. Das EEG 2017 soll damit auch das zentrale Instrument sein, um eine effektive jährliche Mengensteuerung zu erreichen und die erneuerbaren Energien noch stärker an den Markt heranzuführen.

Bereits die Ergebnisse der ersten Ausschreibungen bestätigten die Reform als wichtigen Schritt auf dem Weg zu einer ökonomisch ausgewogenen Energiewende. Die durchschnittlichen Zuschlagswerte sanken insbesondere bei der Photovoltaik. So fiel der Zuschlagspreis von der ersten Ausschreibungsrunde der Pilotausschreibung im April 2015 von 9,17 ct/kWh um gut 50 Prozent auf 4,33 ct/kWh in der Ausschreibungsrunde vom Februar 2018. Bei der Windenergie an Land sanken die durchschnittlichen mengengewichteten Zuschlagswerte im Jahr 2017 von 5,71 ct/kWh in der ersten Runde auf 4,28 ct/kWh und 3,82 ct/kWh in der zweiten und dritten Runde. Während die Preisfindung bei der Photovoltaik weiterhin erfolgreich verläuft, stiegen die Vergütungssätze für Windenergie in den letzten Ausschreibungsrunden wieder an und erreichten die in den Ausschreibungen festgelegten Höchstpreise. Die Gründe dafür liegen in der Unterzeichnung der Ausschreibungsmengen aufgrund derzeit ungenügender Verfügbarkeit genehmigter Projekte.

In den ersten drei Ausschreibungsrunden des Jahres 2017 ging der überwiegende Anteil der Zuschläge für Windenergieanlagen an Land an Bürgerenergiegesellschaften und somit an Projekte, die noch nicht über die erforderliche Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz verfügten. Zudem hatten die Bürgerenergiegesellschaften im Vergleich zu anderen Bietern eine längere Realisierungsfrist. Dies ermöglichte solchen Bietern, sehr geringe Vergütungssätze aufzurufen und Zuschläge zu erhalten. Um die hiermit verbundene Verzerrung des Wettbewerbs und weitere Fehlentwicklungen zu beseitigen, hat der Gesetzgeber die für Bürgerenergiegesellschaften geltenden Sonderregelungen angepasst. So dürfen seit dem Jahr 2018 nur noch Bürgerenergiegesellschaften mit genehmigten Projekten an den Ausschreibungen teilnehmen. Die Realisierungsfrist wurde zudem vereinheitlicht.

Mit dem EEG 2017 wurde auch die Förderung von Mieterstrom beschlossen und trat am 25. Juli 2017 in Kraft. Als Mieterstrom wird Strom bezeichnet, der in Solaranlagen auf dem Dach eines Wohngebäudes erzeugt und an Letzt-

verbraucher (insbesondere Mieter) in diesem Gebäude oder in Wohngebäuden und Nebenanlagen im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang geliefert wird, ohne das Stromnetz dazu in Anspruch zu nehmen. Im Vergleich zum Strombezug aus dem Netz fallen bei Mieterstrom bestimmte Kostenbestandteile wie Netzentgelte, netzseitige Umlagen, Stromsteuer und Konzessionsabgaben nicht an. Mit dem so genannten Mieterstromzuschlag wird künftig jede Kilowattstunde Mieterstrom gefördert. Auf diese Weise rechnet sich das Projekt für den Vermieter und Mieterinnen und Mieter profitieren von Strom vom eigenen Dach zu attraktiven Konditionen. Sie helfen damit, den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben.

Die Veränderung des deutschen Strommarktes infolge des Ausbaus der erneuerbaren Energien lässt sich sehr gut mithilfe der Informationsplattform SMARD („Strommarktdaten“) verfolgen, da hier von der Bundesnetzagentur die Entwicklungen der Energiewende gut und anschaulich dargestellt werden. Die Plattform bildet nahezu in Echtzeit aktuelle Entwicklungen am Strommarkt insbesondere auch hinsichtlich des Beitrags der erneuerbaren Energien ab. SMARD bereitet die Daten transparent, verständlich und übersichtlich auf. Somit können verschiedene Nutzergruppen den Fortgang der Energiewende jederzeit nachverfolgen. Für Expertinnen und Experten stehen zudem umfangreiche Funktionen zur vertieften Analyse bereit.

Auch für den Wärmebereich und den Verkehr hat die Bundesregierung verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Ziele des Energiekonzepts zu verfolgen. So ist das wesentliche Instrument für den Wärme-/Kältebereich das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), das durch das Marktanreizprogramm (MAP) hinsichtlich der finanziellen Förderung von Maßnahmen ergänzt wird. Im Verkehrsbereich wird der Einsatz erneuerbarer Energien wesentlich durch das Biokraftstoffquotengesetz bestimmt. Für den Einsatz von erneuerbarem Strom im Verkehr sind zudem die Elektromobilitätsstrategie und seit dem Jahr 2016 die Kaufprämie, der so genannte „Umweltbonus“, für die Anschaffung von Elektrofahrzeugen zu nennen.

Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte gemäß dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz auf 14 Prozent und nach der EU-Richtlinie 2009/28/EG am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf zehn Prozent ansteigen.

Im September 2018 hat das Bundeskabinett zudem das 7. Energieforschungsprogramm „Innovationen für die Energiewende“ verabschiedet, mit dem die Bundesregierung 6,8 Milliarden Euro für Projekte im Zeitraum 2018 bis 2022 bereitstellt. Die Förderpolitik setzt dabei gezielt auf Technologien, die den Anforderungen der Energiewende genügen.

Klimaschutzgesetz beschlossen

Das Bundeskabinett hat am 9. Oktober 2019 den Entwurf des Klimaschutzgesetzes beschlossen. Damit hat die Bundesregierung als erste weltweit verbindlich das nationale Klimaschutzziel verankert, den Treibhausgasausstoß bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent zu verringern. Um das Ziel zu erreichen, wurden jährliche CO₂-Minderungsziele und Emissionsmengen für die Sektoren Gebäude, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft festgesetzt, die jedes Jahr überprüft werden. Für den Sektor Energiewirtschaft sind entsprechend den Empfehlungen der Kommission Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung die Jahre 2022 und 2030 entscheidend. Erfüllt ein Sektor seine Ziele nicht, steuert die Bundesregierung umgehend nach.

Das gleichzeitig verabschiedete Klimaschutzprogramm 2030 listet die Maßnahmen auf, mit denen die Bundesregierung das Klimaziel 2030 erreichen will. Dazu gehören u. a. die Einführung einer CO₂-Bepreisung für Verkehr und Gebäude, der Kohleausstieg bis spätestens 2038 und der netzverträgliche Ausbau erneuerbarer Energien auf 65 Prozent im Jahr 2030, die Förderung von Gebäudesanierung und Elektromobilität, günstigere Bahntickets sowie Entlastungen für Fernpendler. Klimaschutz ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Deshalb muss er auch sozialverträglich gestaltet sein.

Monitoring der Energiewende

Der Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ der Bundesregierung begleitet die Entwicklung der Energiewende fortlaufend: Wo steht die Energiewende, welche beschlossenen Maßnahmen wurden umgesetzt und welche Wirkung entfalten sie? Werden wir unsere Ziele erreichen oder müssen wir nachsteuern? Aufgabe des Monitoring-Prozesses ist es zunächst, die Vielzahl der verfügbaren energiestatistischen Informationen zu verdichten und verständlich aufzubereiten. Bereits realisierte Maßnahmen stehen in der Analyse genauso wie die Frage, in welchen Bereichen zukünftig Anstrengungen erforderlich sind. So entsteht jährlich ein Überblick zum Stand der Energiewende.

Federführend beim Monitoring der Energiewende ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Der Monitoring-Bericht wird vom Bundeskabinett beschlossen und dem Bundestag sowie dem Bundesrat zugeleitet. Eine unabhängige Kommission aus vier renommierten Energieexperten begleitet den Prozess und nimmt auf wissenschaftlicher Basis zu den jeweiligen Monitoring-Berichten Stellung. Die Stellungnahmen der Experten-Kommission werden zusammen mit dem Bericht der Bundesregierung veröffentlicht.

Grundsätzlich wird alle drei Jahre statt des Monitoring-Berichts der ausführlichere Fortschrittsbericht zur Energiewende vorgelegt. Der jährliche Monitoring-Bericht ist in diesem Fall Teil des Fortschrittsberichts, sodass die jährliche Berichterstattung kontinuierlich fortgesetzt wird. Den zweiten Fortschrittsbericht hat die Bundesregierung am 6. Juni 2019 veröffentlicht. Fortschrittsberichte enthalten tiefere Analysen über einen längeren Zeitraum und geben einen Ausblick auf die absehbare weitere Entwicklung wichtiger Kenngrößen. Darüber hinaus schlagen sie gegebenenfalls Maßnahmen vor, um Hemmnisse zu beseitigen und die Ziele zu erreichen.

Die in dieser Broschüre enthaltenen Zahlen sind die wesentliche Datengrundlage zur Beobachtung des Fortschritts beim Ausbau erneuerbarer Energien. Sie dienen insbeson-

dere auch dem beschriebenen Monitoring-Prozess sowie zahlreichen weiteren Berichtspflichten der Bundesrepublik auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Ziele der Energiewende und Status quo

Das Energiekonzept der Bundesregierung, ergänzende Beschlüsse des Bundestages und europäische Vorgaben bilden der Kompass für die Energiewende. Die nationalen Ziele stehen dabei im Einklang mit den auf EU-Ebene beschlossenen anspruchsvollen Zielen. Das energiepolitische Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit bleibt die zentrale Orientierung der deutschen Energiepolitik.

Abbildung 1: Erneuerbare Energien – Ziele der Bundesregierung und Status quo

	2018	2020	2025	2030	2040	2050
Anteile erneuerbarer Energien in Prozent						
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	16,7	18		30	45	60
Anteil am Bruttostromverbrauch	37,8	mind. 35	EEG 2017: 40 bis 45	65*		mind. 80
Anteil am Wärmeverbrauch	14,2	14				

* Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030.

Voraussetzung hierfür ist ein weiterer zielstrebig, effizienter, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren. Hierfür ist die Aufnahmefähigkeit der Stromnetze zentral.

Quelle: BMWi

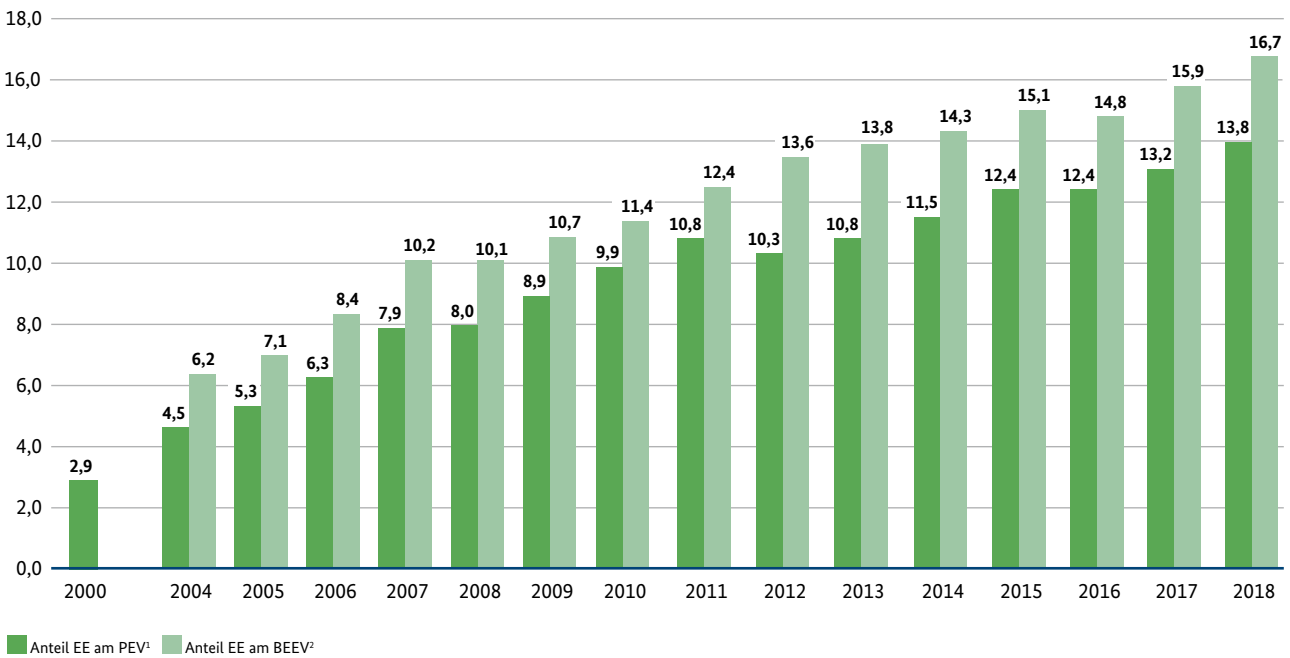
Abbildung 2: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

Kategorien	2018	2017
Anteil erneuerbarer Energien (%)		
am Bruttoendenergieverbrauch	16,7	15,9
am Bruttostromverbrauch	37,8	36,0
am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte	14,2	13,8
am Endenergieverbrauch Verkehr	5,7	5,2
am Primärenergieverbrauch	13,8	13,2
Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien		
Gesamte Treibhausgas-Vermeidung	187 Mio. t	182 Mio. t
davon durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch	124 Mio. t	119 Mio. t
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien		
Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen	13,5 Mrd. Euro	15,8 Mrd. Euro
Kosten/Umsätze aus dem Betrieb der Erneuerbare-Energien-Anlagen	16,8 Mrd. Euro	16,4 Mrd. Euro

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 3 und 6, vorläufige Angaben

Abbildung 3: Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch und Primärenergieverbrauch

in Prozent



1 Absenkung des Anteils am PEV durch Änderung der Methodik ab dem Jahr 2012, Vorjahre noch nicht revidiert.

2 Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch nach dem „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ der Bundesregierung (www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.pdf) ohne Berücksichtigung spezieller Rechenvorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EG. Nähere Informationen zur Berechnungsmethodik der Anteile am Bruttoendenergieverbrauch siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; Gesamt-Bruttoendenergieverbrauch auf Basis AGEB [1] und weiterer Quellen; siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

Ausbau der erneuerbaren Energien

Strom

Weiterer Anstieg der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Im Jahr 2018 wurden insgesamt knapp 225 Milliarden Kilowattstunden Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt. Das entspricht einem Anstieg gegenüber dem Vorjahr (2017: 216 Milliarden Kilowattstunden) um 3,9 Prozent. Sonne, Wind, Biomasse, Wasser und Geothermie konnten damit den Aufwärtstrend ihrer Bedeutung im deutschen Strommix weiter fortsetzen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch stieg weiter von 36,0 Prozent im Jahr 2017 auf 37,8 Prozent im Jahr 2018. Während der Zuwachs im Jahr 2017 noch vollständig der Windenergie zugeschrieben werden konnte, gab es im Jahr 2018 auch ein starkes Wachstum bei der Photovoltaik.

Das Ziel der Bundesregierung (nach Energiekonzept), einen Erneuerbare-Energien-Anteil am Bruttostromverbrauch von mindestens 35 Prozent im Jahr 2020 zu erreichen, wurde bereits im Jahr 2017 (Anteil von 36 Prozent) übertroffen.

Zubau bei Windenergie an Land bricht ein

Nach dem Rekordergebnis im Jahr 2017 verzeichnete der Ausbau der Windenergienutzung an Land im Jahr 2018 einen deutlichen Einbruch. Insgesamt wurden Anlagen mit einer Leistung von 2.467 Megawatt neu installiert, Altanlagen in einem Umfang von 194 Megawatt wurden abgebaut. Der Nettozubau der installierten Leistung betrug somit 2.273 Megawatt und ging um 45 Prozent gegenüber dem Vorjahr (5.009 Megawatt) zurück. Er erreichte damit den niedrigsten Wert seit dem Jahr 2013 und blieb deutlich hinter dem im EEG verankerten Ausbauziel von 2.800 Megawatt zurück. Ende des Jahres 2018 war so an Land eine Windenergieleistung von 52.565 Megawatt am Netz. Bei der Stromerzeugung schlug allerdings noch der starke Zubau gegen Ende des Jahres 2017 zu Buche, sodass sie mit 90,5 Milliarden Kilowattstunden noch eine Steigerung um 2,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr verzeichnen konnte.

Abbildung 4: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2018 und 2017

	Erneuerbare Energien 2018		Erneuerbare Energien 2017	
	Bruttostrom- erzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Brutto- stromverbrauch (%) ⁵	Bruttostrom- erzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Brutto- stromverbrauch (%) ⁵
Wasserkraft ¹	18.002	3,0	20.150	3,4
Windenergie an Land	90.484	15,2	88.018	14,6
Windenergie auf See	19.467	3,3	17.675	2,9
Photovoltaik	45.784	7,7	39.401	6,6
biogene Festbrennstoffe ²	10.802	1,8	10.658	1,8
biogene flüssige Brennstoffe	473	0,1	437	0,1
Biogas	28.843	4,8	29.325	4,9
Biomethan	2.712	0,5	2.757	0,5
Klärgas	1.490	0,3	1.460	0,2
Deponiegas	300	0,1	338	0,1
biogener Anteil des Abfalls ³	6.158	1,0	5.956	1,0
Geothermie	167	0,03	163	0,03
Summe erneuerbare Energien	224.682	37,8	216.338	36,0

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inkl. Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

4 1 GWh = 1 Million kWh

5 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2018: 594,9 Milliarden kWh; 2017: 601,3 Milliarden kWh, davon Bruttostromerzeugung aus fossilen Energieträgern nach AGEb [1]

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

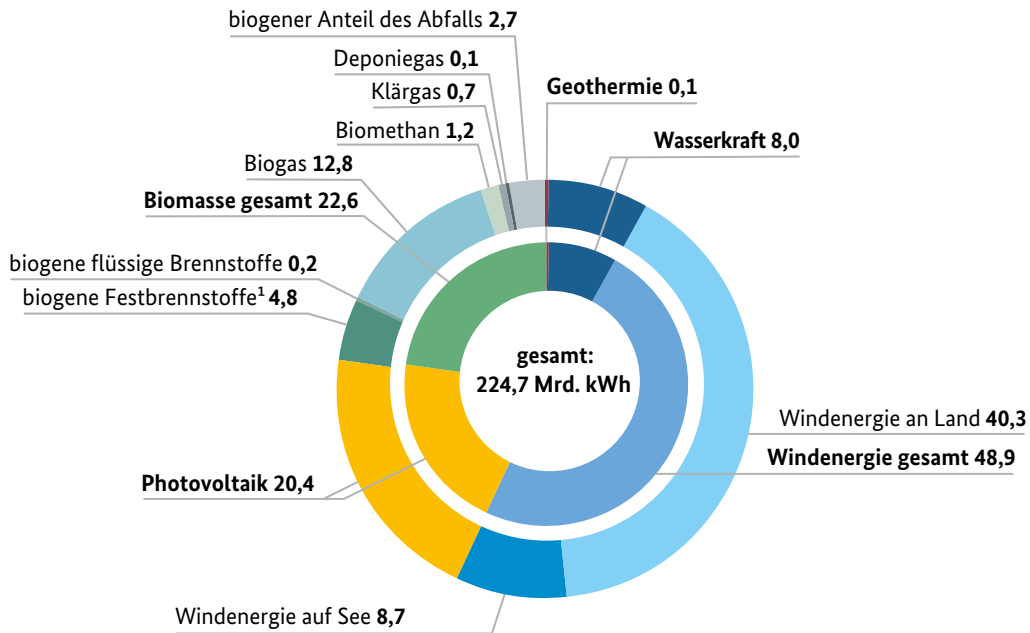
Zubau Windenergie auf See

Im Jahr 2018 betrug der Ausbau der Windenergienutzung auf See (Offshore) 990 Megawatt (2017: 1.275 Megawatt). Ende des Jahres 2018 waren damit auf See 6.417 Megawatt installiert. Damit liegt die im Jahr 2018 installierte Leistung nur noch 83 Megawatt unter dem Ausbauziel für das Jahr 2020 (6.500 Megawatt).

Insgesamt erreichte die gesamte Windenergie im Jahr 2018 mit 110 Milliarden Kilowattstunden allein einen Anteil von 18,5 Prozent am gesamten deutschen Bruttostromverbrauch.

Abbildung 5: Stromerzeugung durch erneuerbare Energien im Jahr 2018

in Prozent



1 inkl. Klärschlamm

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

Abbildung 6: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasserkraft ¹	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Biomasse ²	Photovoltaik	Geothermie	Summe Bruttostromerzeugung	Anteil EE am Bruttostromverbrauch
	(GWh) ³						(GWh) ³	(%)
1990	17.426	72	0	1.435	1	0	18.934	3,4
2000	21.732	9.703	0	4.731	60	0	36.226	6,3
2005	19.638	27.774	0	14.706	1.282	0	63.400	10,3
2006	20.031	31.324	0	18.934	2.220	0	72.509	11,6
2007	21.170	40.507	0	24.616	3.075	0	89.368	14,3
2008	20.443	41.385	0	28.014	4.420	18	94.280	15,2
2009	19.031	39.382	38	30.886	6.583	19	95.939	16,4
2010	20.953	38.371	176	33.924	11.729	28	105.181	17,0
2011	17.671	49.280	577	36.891	19.599	19	124.037	20,4
2012	21.755	50.948	732	43.203	26.380	25	143.043	23,5
2013	22.998	51.819	918	45.513	31.010	80	152.338	25,1
2014	19.587	57.026	1.471	48.287	36.056	98	162.525	27,4
2015	18.977	72.340	8.284	50.326	38.726	133	188.786	31,5
2016	20.546	67.650	12.274	50.928	38.098	175	189.671	31,6
2017	20.150	88.018	17.675	50.931	39.401	163	216.338	36,0
2018	18.002	90.484	19.467	50.778	45.784	167	224.682	37,8

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

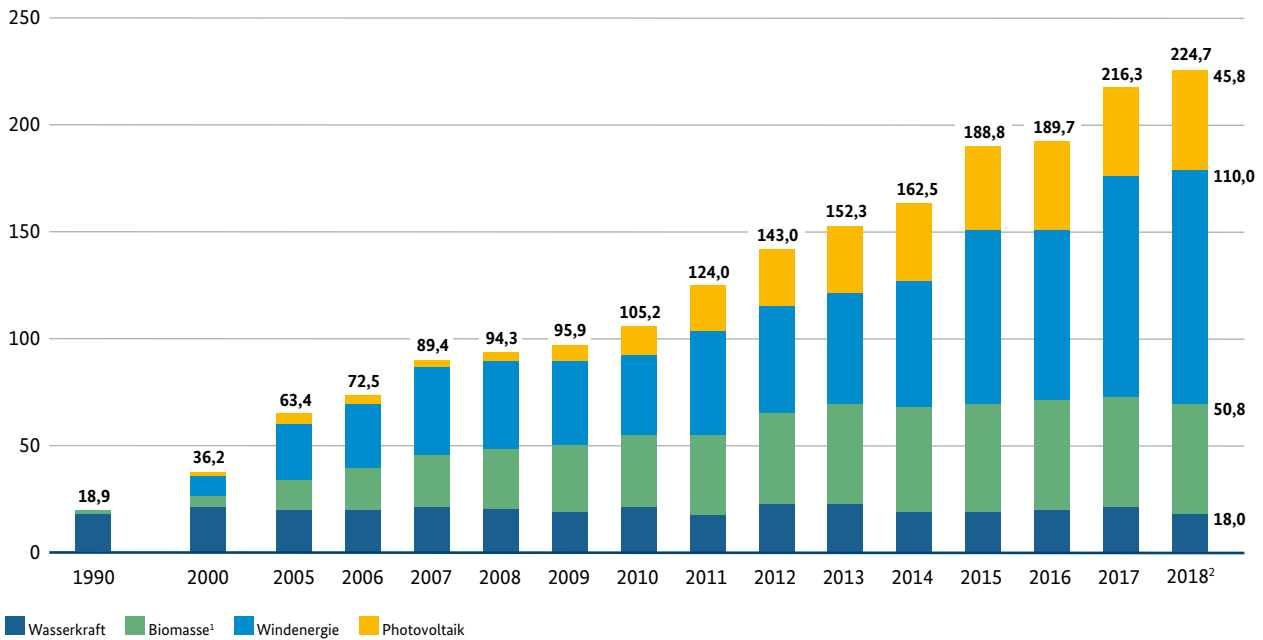
2 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm und biogener Anteil des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt)

3 1 GWh = 1 Million kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; StBA [2], [3]; BNetzA [4]; ÜNB [5]; ZSW [6]; DENA [7]; BDEW [8]; VDEW [9]; AGEb [1]; DBFZ [10]; IE [11]; teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 7: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

in Mrd. kWh



1 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm und biogener Anteil des Abfalls
 2 Stromerzeugung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Abbildung 6
 Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt.

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

Photovoltaik-Ausbau nimmt wieder Fahrt auf

Nach dem Einbruch des Ausbaus der Photovoltaik in den Jahren 2013/14 konnte in den vergangenen Jahren bereits ein leichter Aufwärtstrend beobachtet werden. Im Jahr 2018 nahm der Ausbau der Photovoltaik wieder deutlich an Fahrt auf. Die neu installierte Leistung stieg mit 2.938 Megawatt gegenüber dem Vorjahr (2017: 1.660 Megawatt) um 77 Prozent an, erreichte den höchsten Wert seit dem Jahr 2012 und nach fünf Jahren erstmals wieder das jährliche Ausbauziel von 2.500 Megawatt. Ende des Jahres waren damit in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 45.277 Megawatt installiert. Bei der Stromerzeugung machte sich zudem der außergewöhnlich sonnenreiche Sommer bemerkbar, der die Stromerzeugung aus Photovoltaik gegenüber dem Vorjahr um gut 16 Prozent auf 45,8 Milliarden Kilowattstunden (2017: 39,4 Milliarden Kilowattstunden) ansteigen ließ. Solarstrom deckte damit 7,7 Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs.

Trend zur Flexibilisierung von Biogasanlagen hält weiter an

Bei den Stromerzeugungskapazitäten von Biogasanlagen konnte auch im Jahr 2018 mit 411 Megawatt ein gegenüber dem Vorjahr (308 Megawatt) gestiegener Zubau verzeichnet werden. Dies ist zu rund 90 Prozent der so genannten Überbauung der Anlagen zuzuschreiben, die der flexiblen,

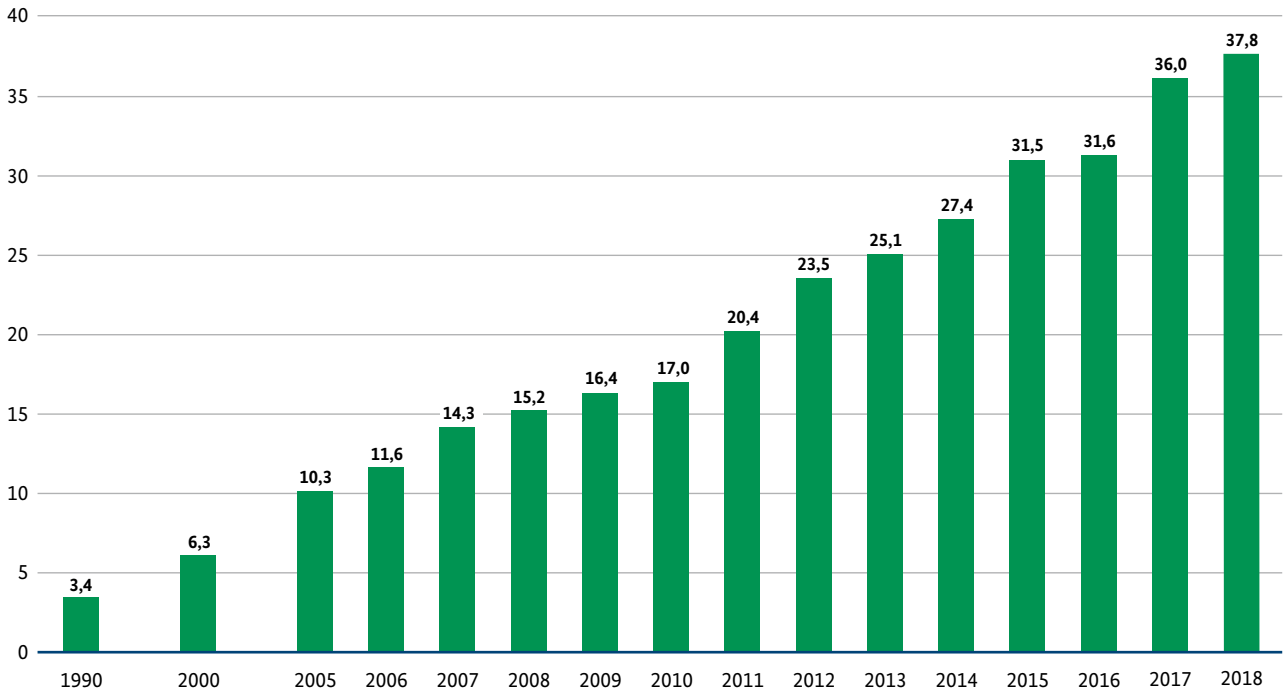
d.h. bedarfsgerechten, Stromerzeugung gemäß § 50b EEG 2017 dient. Dieser Leistungszubau wirkt sich damit nicht direkt auf den Umfang der jährlichen Stromerzeugung aus. Letzterer sank gegenüber dem Vorjahr (29,3 Milliarden Kilowattstunden) leicht auf 28,8 Milliarden Kilowattstunden ab. Da zudem auch die installierte Leistung zur Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse gegenüber dem Vorjahr konstant blieb, lag die gesamte Stromerzeugung aus Biomasse einschließlich der Nutzung von Deponie- und Klärgas sowie dem biogenen Anteil des Siedlungsmülls mit 50,8 Milliarden Kilowattstunden geringfügig unter dem Vorjahreswert (50,9 Milliarden Kilowattstunden). Strom aus Biomasse deckte damit 8,5 Prozent des Bruttostromverbrauchs.

Wasserkraft und Geothermie

Bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft wirkte sich der trockene Sommer des Jahres 2018 deutlich aus – sie ging gegenüber dem Vorjahr um elf Prozent auf 18,0 Milliarden Kilowattstunden zurück (2017: 20,2 Milliarden Kilowattstunden). Die Stromerzeugung aus Geothermie nahm leicht auf 167 Millionen Kilowattstunden zu (2017: 163 Millionen Kilowattstunden), ihre Bedeutung blieb jedoch weiterhin gering.

Abbildung 8: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch

in Prozent

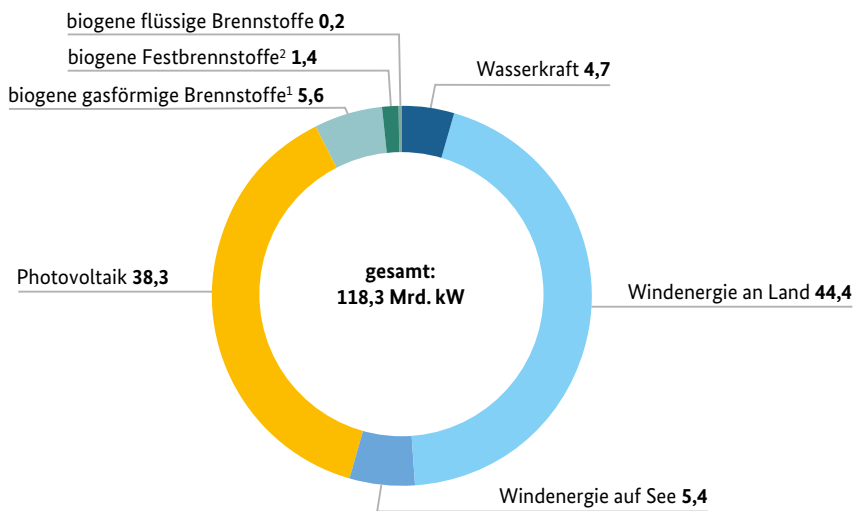


Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2017 ist bis zum Jahr 2025 ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 40 bis 45 Prozent vorgegeben.

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

Abbildung 9: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2018 nach Energieträgern

in Prozent



Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt.

1 Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas

2 inkl. Klärschlamm, ohne biogenen Anteil des Abfalls

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

Abbildung 10: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasserkraft ¹	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Biomasse ²	Photovoltaik	Geothermie	Gesamte Leistung
	(MW) ³						
1990	3.982	55	0	129	2	0	4.168
2000	4.831	6.097	0	703	114	0	11.745
2005	5.210	18.248	0	2.352	2.056	0	27.866
2006	5.193	20.474	0	3.010	2.899	0	31.576
2007	5.137	22.116	0	3.392	4.170	3	34.818
2008	5.164	22.794	0	3.687	6.120	3	37.768
2009	5.340	25.697	35	4.873	10.566	8	46.519
2010	5.407	26.823	80	5.460	18.006	8	55.784
2011	5.625	28.524	188	6.419	25.916	8	66.680
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	41.297	3.283	7.467	39.224	34	96.894
2016	5.598	45.283	4.152	7.681	40.679	38	103.431
2017	5.605	50.292	5.427	7.991	42.339	38	111.692
2018	5.612	52.565	6.417	8.410	45.277	42	118.323

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

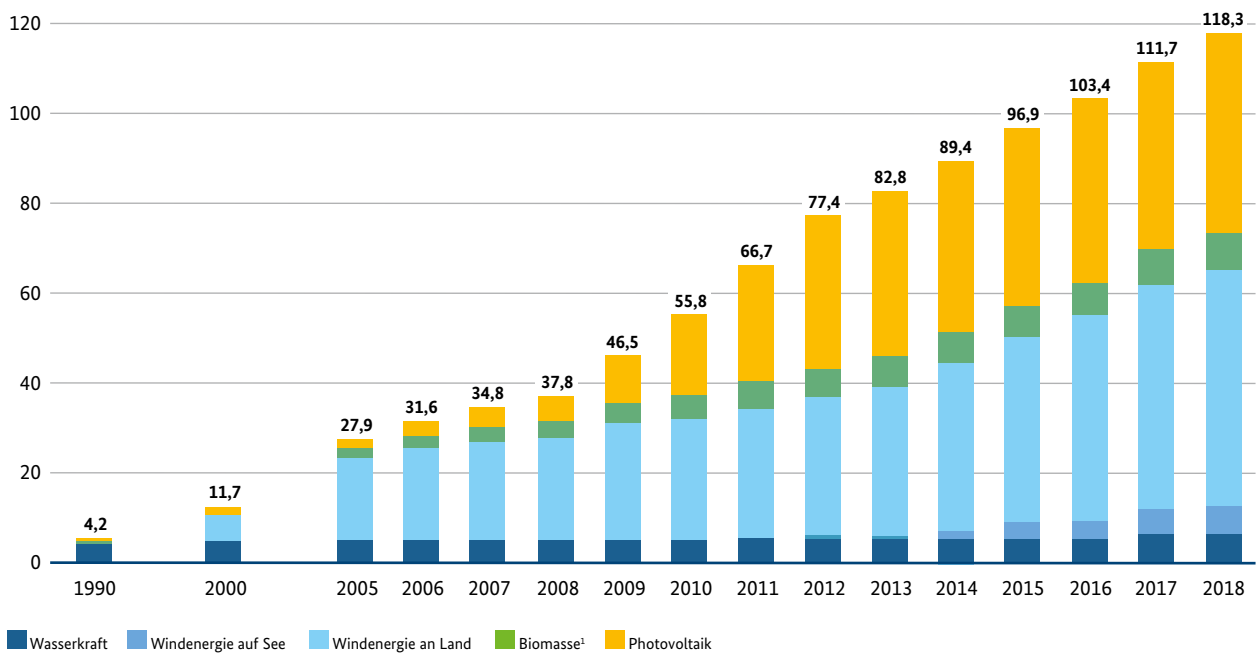
2 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm, ohne biogenen Anteil des Abfalls

3 1.000 MW = 1 GW

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; BNetzA [4]; StBA [3]; ZSW [6]; BDEW; VDEW [9]; DENA [7]; DBFZ [10]; DEWI [12]; IE [11], teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 11: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Gigawatt [GW]



1 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm, ohne biogenen Anteil des Abfalls

Werte für Geothermie nicht dargestellt, siehe Abbildung 10.

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

Wärme

Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch steigt hauptsächlich witterungsbedingt

Der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien lag im Jahr 2018 mit 171,0 Milliarden Kilowattstunden auf dem Niveau des Vorjahres (170,9 Milliarden Kilowattstunden). Aufgrund der vergleichsweise warmen Witterung und der guten Bevorratung von flüssigen Brennstoffen (Heizöl) im Jahr 2018 war der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte mit 1.207 Milliarden Kilowattstunden gegenüber dem Vorjahr leicht rückläufig (2017: 1.241 Milliarden Kilowattstunden). Im Ergebnis stieg der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 13,8 im Jahr 2017 auf 14,2 Prozent im Jahr 2018 an. Damit wurde das Ziel der Bundesregierung, im Jahr 2020 einen Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme

und Kälte von 14 Prozent zu erzielen, bereits erreicht. Vor dem Hintergrund weiterer Zielstellungen der Bundesregierung im Rahmen der Energiewende besteht dennoch in den kommenden Jahren für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien im Bereich Wärme und Kälte ein hoher Handlungsbedarf. Die künftige Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch hängt von vielen einzelnen Faktoren ab. Neben den Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und der künftigen Entwicklung des Energiepreinsniveaus spielen aber auch Faktoren wie die Solarstrahlung, Ausprägung der künftigen Heizperioden und u. a. der Einsatz von Holz in privaten Haushalten und von weiteren Energieträgern in allen Bereichen eine wichtige Rolle. Diese Einflussgrößen bestimmen im Wesentlichen den gesamten Endenergieverbrauch für die Wärme als Grundlage für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte.

Abbildung 12: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2017 und 2018

	Erneuerbare Energien 2018		Erneuerbare Energien 2017	
	Endenergieverbrauch Wärme in GWh ⁸	Anteil am EEV Wärme ⁹ in %	Endenergieverbrauch Wärme in GWh ⁸	Anteil am EEV Wärme ⁹ in %
biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ¹	63.884	5,3	65.865	5,3
biogene Festbrennstoffe (GHD) ²	17.522	1,5	17.528	1,4
biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³	26.326	2,2	26.326	2,1
biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴	5.855	0,5	6.193	0,5
biogene flüssige Brennstoffe ⁵	2.153	0,2	2.125	0,2
Biogas	13.069	1,1	12.991	1,0
Biomethan	3.455	0,3	3.527	0,3
Klärgas	2.167	0,2	2.144	0,2
Deponiegas	122	0,01	126	0,01
biogener Anteil des Abfalls ⁶	12.950	1,1	12.669	1,0
Solarthermie	8.877	0,7	7.853	0,6
tiefe Geothermie	1.133	0,1	1.168	0,1
oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁷	13.504	1,1	12.408	1,0
Summe erneuerbare Energien	171.017	14,2	170.923	13,8

1 überwiegend Holz einschl. Holzpellets und Holzkohle

2 inkl. Holzkohle, GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

3 inkl. Klärschlamm

4 inkl. Klärschlamm; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke

5 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

6 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

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

8 1 GWh = 1 Million kWh

9 bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte, 2018: 1.207,4 Milliarden kWh; 2017: 1.241,4 Milliarden kWh berechnet auf Basis AGEE [1] und AGEE-Stat, ohne Stromverbrauch für Wärme und Kälte

Nähere Informationen zur Berechnungsmethodik des Anteils und zur Korrespondenz zum EE-Ziel für den Wärmesektor siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

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

Hinweis:

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

Vergleicht man die verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich, so ergibt sich ein durchaus differenziertes Bild. So ging der Holzverbrauch in privaten Haushalten einschließlich Holzpellets, der mit 37 Prozent oder knapp 64 Milliarden Kilowattstunden den mit Abstand größten Posten darstellt, witterungsbedingt gegenüber dem Vorjahr um rund drei Prozent zurück. Die Zahl der Pelletfeuerungen erhöhte sich weiter um etwa 33.000 auf rund 464.000 (darunter ca. 288.000 Zentralheizungen). Hingegen stieg insbesondere die Wärmebereitstellung aus Solarthermieanlagen aufgrund der im Jahr 2018 deutlich höheren Sonnenstundenzahl gegenüber dem Vorjahr um 13 Prozent auf 8,9 Milliarden Kilowattstunden an.

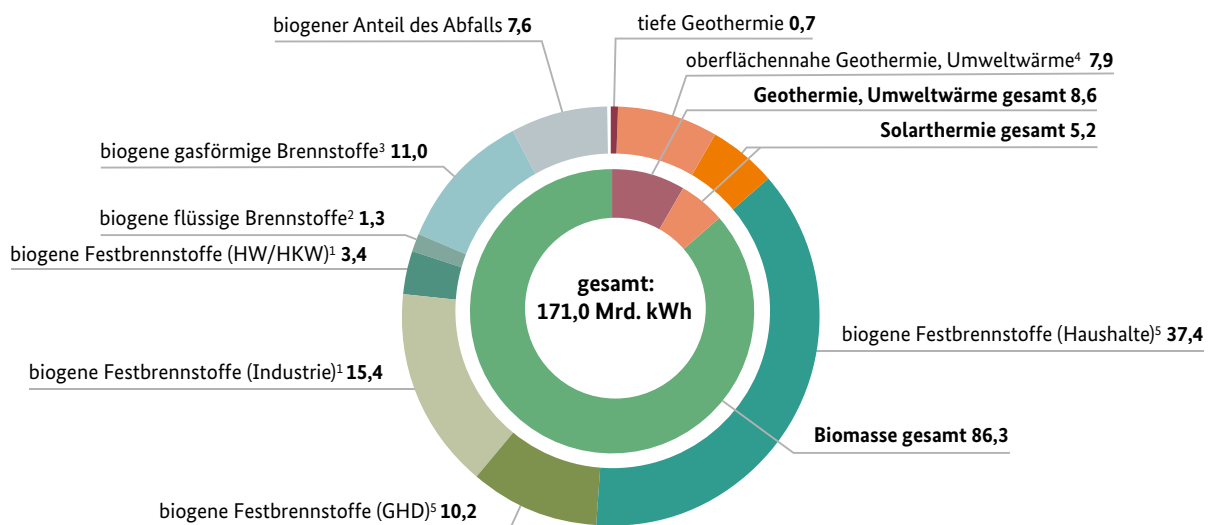
Dieser Anstieg darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Zubau von Solarthermieanlagen auch im Jahr 2018 mit einer neu installierten Kollektorfläche von 573.500 Quadratmetern gegenüber dem Vorjahr (630.000 Quadratmeter) weiter rückläufig war. Dieser Negativtrend hält seit Jahren an. Unter der Berücksichtigung des zunehmenden

Abbaus von Altanlagen, die ihr Lebensende erreichten, war damit Ende des Jahres 2018 eine Solarkollektorfläche von 19,3 Millionen Quadratmeter installiert, nur rund 200.000 Quadratmeter mehr als im Vorjahr.

Weiter im Aufwärtstrend ist hingegen die Nutzung von Erd- und Umweltwärme mithilfe von Wärmepumpen. Mit 84.000 neuen Wärmepumpenheizungen wurde der Absatz des Vorjahres um rund acht Prozent übertroffen und auch der Absatz von Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung stieg um elf Prozent auf 15.000 Anlagen an. Unter Berücksichtigung des Abbaus von Altanlagen, die ihr Lebensende erreichten, waren damit Ende des Jahres 2018 in Deutschland insgesamt etwa 1,06 Millionen Wärmepumpen installiert. Zusammen mit den tiefengeothermischen und balneologischen Anlagen stellten sie 14,6 Milliarden Kilowattstunden Wärme bereit und damit rund acht Prozent mehr als im Vorjahr (2017: 13,6 Millionen Kilowattstunden).

Abbildung 13: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2018

in Prozent



- 1 inkl. Klärschlamm
- 2 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär
- 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)
- 5 inkl. Holzkohle

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

Abbildung 14: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien

	Feste Biomasse ¹	Flüssige Biomasse ²	Gasförmige Biomasse ³ (GWh) ⁵	Solarthermie	Oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁴	Summe Endenergieverbrauch Wärme (GWh) ⁵	Anteil EE am Endenergieverbrauch Wärme (%)
1990	30.573	0	0	131	1.812	32.516	2,1
2000	53.604	8	1.355	1.292	2.170	58.429	4,4
2005	92.425	713	3.163	3.028	2.815	102.144	8,0
2006	103.750	1.275	3.465	3.547	3.272	115.309	8,8
2007	110.873	1.889	5.774	3.934	3.961	126.431	10,7
2008	121.420	2.642	5.713	4.474	4.783	139.032	10,8
2009	116.369	3.291	7.379	5.250	5.719	138.008	11,6
2010	139.945	3.172	10.134	5.592	6.627	165.470	12,4
2011	128.643	2.431	11.974	6.389	7.540	156.977	12,9
2012	144.170	2.020	11.924	6.640	8.570	173.324	14,2
2013	148.327	2.086	13.507	6.701	9.596	180.217	14,1
2014	127.584	2.225	15.424	7.206	10.695	163.134	14,2
2015	129.093	2.114	17.233	7.706	11.479	167.625	14,0
2016	125.088	2.113	18.111	7.693	12.554	165.559	13,5
2017	128.581	2.125	18.788	7.853	13.576	170.923	13,8
2018	126.537	2.153	18.813	8.877	14.637	171.017	14,2

1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt), Klärschlamm und Holzkohle.

2 inkl. Biodieselverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

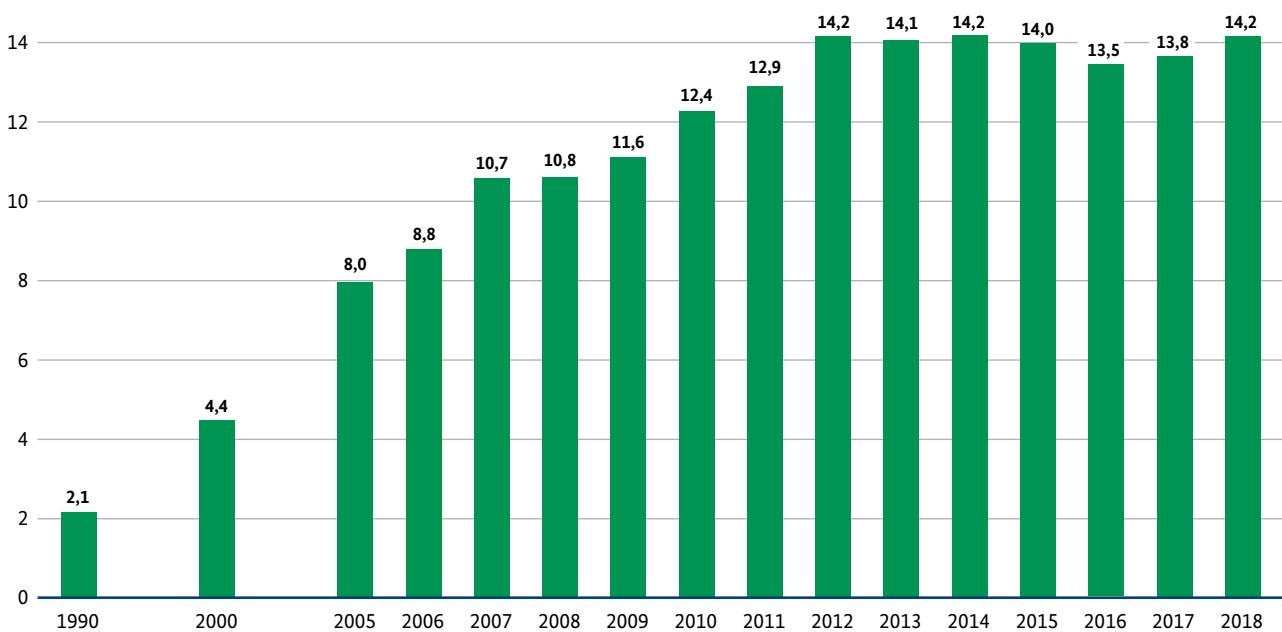
4 inkl. Wärme aus Tiefengeothermie und durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)

5 1 GWh = 1 Million kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; AGEb [1]; Thünen-Institut [12], [13]; LIAG [14]; GZB [15]; IEA/ESTIF [16]; ZSW [6]; FNR [17]; UNI HH [18]; StBA [2], [19]; DENA [7]; DBFZ; BDH; BSW, DEPV;BWP, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 15: Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme

in Prozent

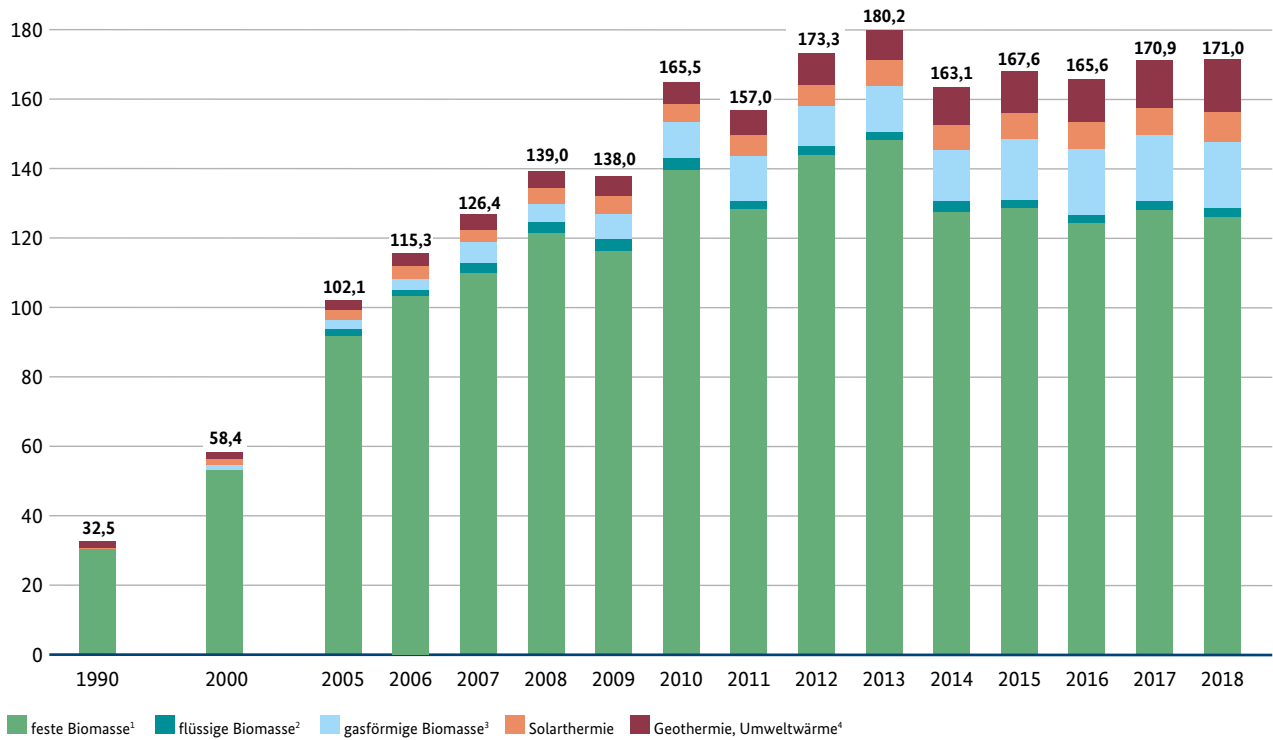


Nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ist für das Jahr 2020 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 14 Prozent vorgegeben.

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

Abbildung 16: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien

Endenergieverbrauch Wärme in Mrd. kWh



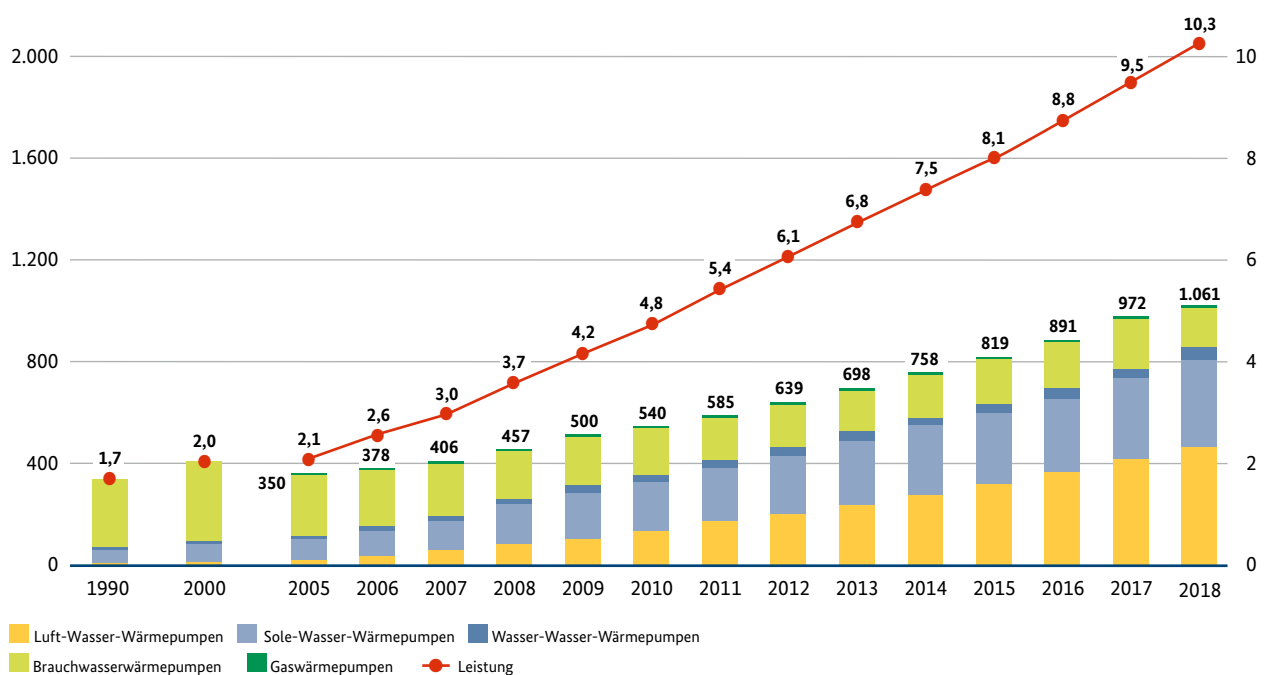
- 1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt), Klärschlamm und Holzkohle; Angaben für GHD erst ab 2003 verfügbar
- 2 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär
- 3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas
- 4 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)

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

Abbildung 17: Entwicklung des Wärmepumpenbestands

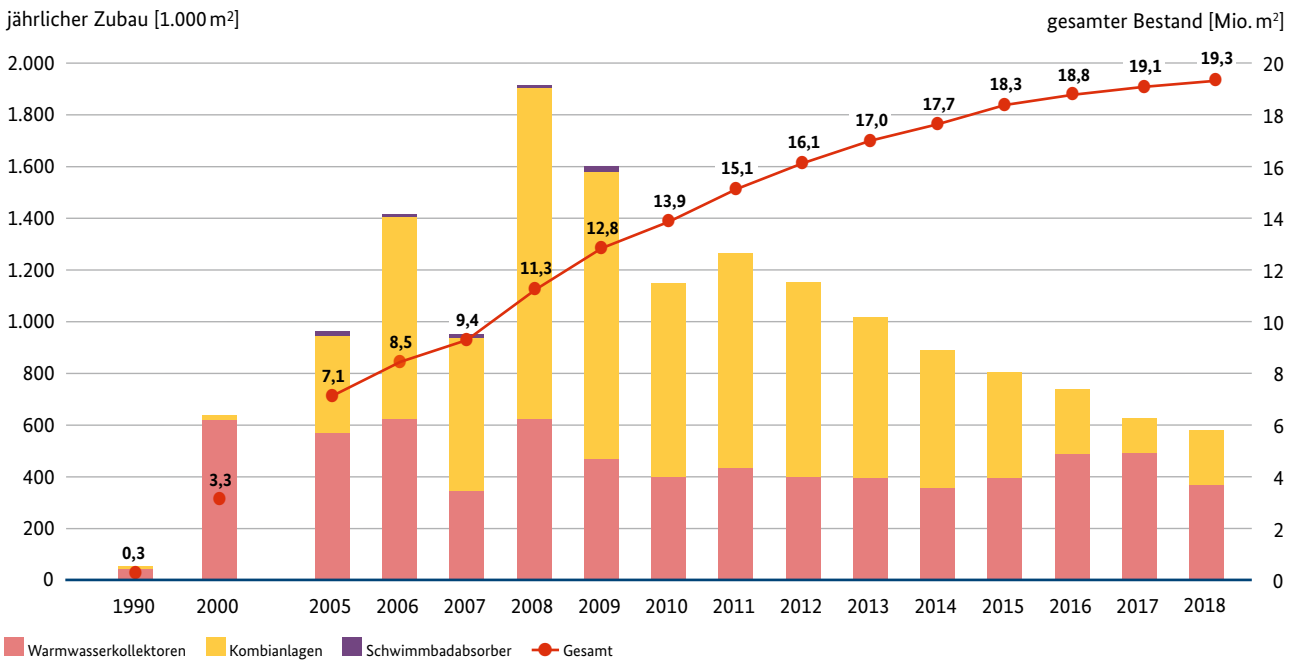
Anlagenzahl in tausend Stück

Installierte thermische Leistung [GW]



Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BWP

Abbildung 18: Zubau und Bestand von Solarkollektoren



Grafik berücksichtigt den Abbau von Altanlagen; Kombisolarthermie-Anlagen: Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BDH; BSW

Abbildung 19: Solarwärme – Fläche und Leistung der Solarkollektoren in Deutschland

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
kumulierte Fläche (1.000 m²)	348	3.250	7.085	13.914	15.100	16.140	17.020	17.746	18.339	18.812	19.109	19.316
kumulierte Leistung (MW)	244	2.275	4.959	9.740	10.570	11.298	11.914	12.422	12.837	13.169	13.364	13.489

Der Abbau von Altanlagen wurde berücksichtigt.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BDH; BSW; IEA/ESTIF [16]

Verkehr

Absatz von Biokraftstoffen steigt wieder an

Erstmals seit mehreren Jahren ist der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs wieder spürbar auf 5,7 Prozent gestiegen (2017: 5,2 Prozent). Neben einem leicht rückläufigen gesamten Endenergieverbrauch im Verkehr lag der Anstieg vor allem in einem gestiegenen Absatz von Biokraftstoffen begründet.

So ist der Absatz von Biokraftstoffen im Jahr 2018 um knapp vier Prozent auf 3,4 Millionen Tonnen angestiegen. Dabei stieg der Absatz von Biodiesel um über fünf Prozent, jener von Bioethanol um rund drei Prozent. Hingegen sank der

Einsatz von Biomethan für Erdgasantriebe im Verkehr um knapp 13 Prozent auf nur noch 389 Gigawattstunden und konnte seine Bedeutung somit nicht weiter steigern.

Im Bereich des elektrifizierten Verkehrs wirkt sich vor allem der steigende Anteil erneuerbarer Energien im Strommix positiv aus. So lag der Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich im Jahr 2018 mit knapp 4,6 Millionen Kilowattstunden um fast 14 Prozent höher als im Vorjahr. Die Zahl der Elektrofahrzeuge erhöhte sich zwar im Jahr 2018 signifikant, ihr Anteil am Stromverbrauch im Verkehrssektor liegt allerdings weiterhin nur bei etwa zwei Prozent, der Löwenanteil von 98 Prozent wird im Schienenverkehr verbraucht.

Abbildung 20: Verbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2017 und 2018

	Erneuerbare Energien 2018		Erneuerbare Energien 2017	
	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³	Anteil am EEV Verkehr (%) ⁴	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³	Anteil am EEV Verkehr (%) ⁴
Biodiesel ¹	22.340	3,5	21.292	3,2
Pflanzenöl	21	0,003	42	0,006
Bioethanol	8.751	1,4	8.530	1,3
Biomethan	389	0,1	445	0,1
EE-Stromverbrauch im Verkehr ²	4.586	0,7	4.026	0,6
Summe	36.087	5,7	34.335	5,2

1 Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

2 berechnet aus dem Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEV [1] und dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch nach AGEE-Stat (vgl. Abbildung 6)

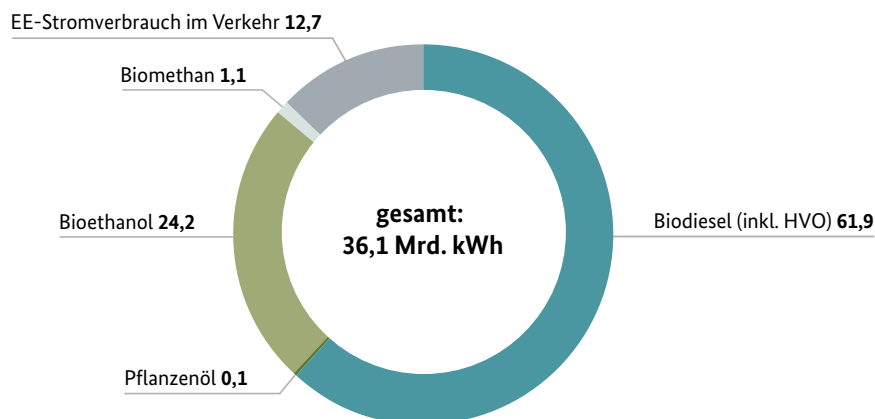
3 GWh = 1 Million kWh

4 bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2018: 637,7 Milliarden kWh; 2017: 657,8 Milliarden kWh, berechnet auf Basis AGEV [1] und AGEE-Stat, ohne Energieverbrauch für internationalen Luftverkehr

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 22; teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 21: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2018

in Prozent



Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 22, vorläufige Angaben

Abbildung 22: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

	Biodiesel ¹	Pflanzenöl	Bioethanol	Biomethan	EE-Strom- verbrauch ²	EE-Verkehr	Anteil EE am Endenergieverbrauch Verkehr
	(GWh) ³					(GWh) ³	(%)
1990	0	0	0	0	465	465	0,1
2000	2.583	167	0	0	1.002	3.752	0,5
2005	18.046	2.047	1.780	0	1.353	23.226	3,7
2006	28.364	7.426	3.828	0	1.471	41.089	6,5
2007	33.182	8.752	3.439	0	1.750	47.123	7,5
2008	26.630	4.188	4.673	4	1.688	37.183	6,0
2009	23.401	1.044	6.669	13	1.902	33.029	5,4
2010	24.474	637	8.711	75	2.054	35.951	5,8
2011	23.606	209	9.090	92	2.470	35.467	5,7
2012	24.530	261	9.208	333	2.826	37.158	6,0
2013	21.998	10	8.891	483	2.993	34.375	5,5
2014	22.760	63	9.061	449	3.157	35.490	5,6
2015	20.840	21	8.648	345	3.512	33.366	5,2
2016	20.866	42	8.663	379	3.709	33.659	5,2
2017	21.292	42	8.530	445	4.026	34.335	5,2
2018	22.340	21	8.751	389	4.586	36.087	5,7

1 Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

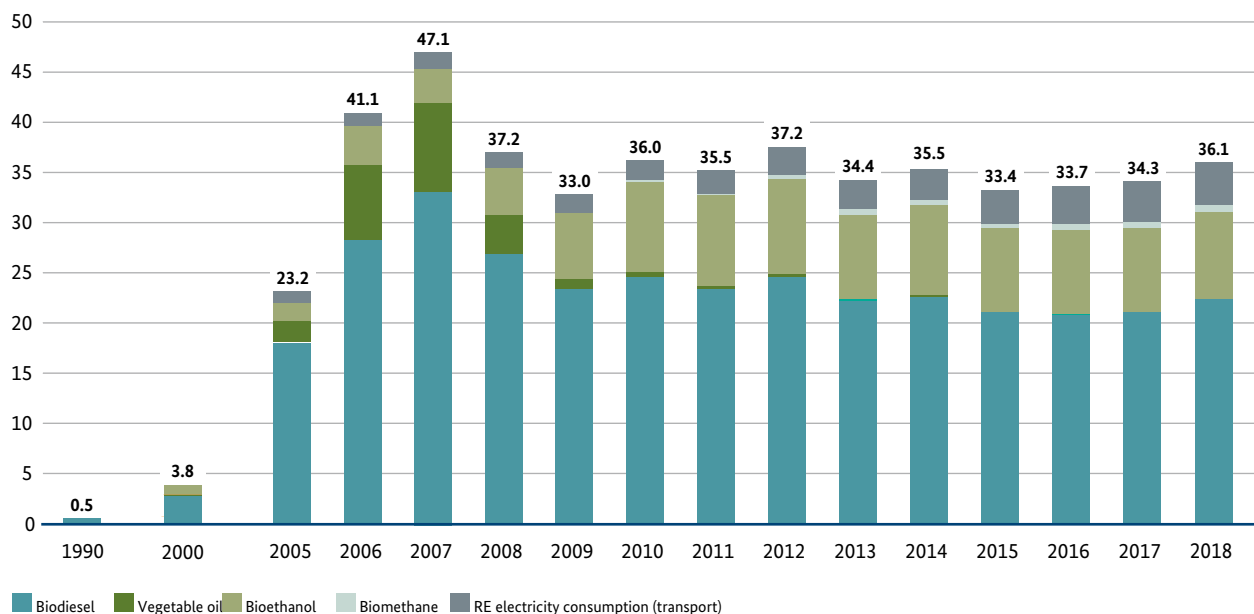
2 berechnet aus dem Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEB [1] und dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres nach AGEE-Stat (vgl. Abbildung 6)

3 1 GWh = 1 Million kWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; BAFA [65]; BLE [21], [63]; FNR; ZSW; BMF [12]; BReg [13], [15], [16], [17]; StBA [14]; DBFZ; AGQM; UFOP; teilweise vorläufige Daten

Abbildung 23: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

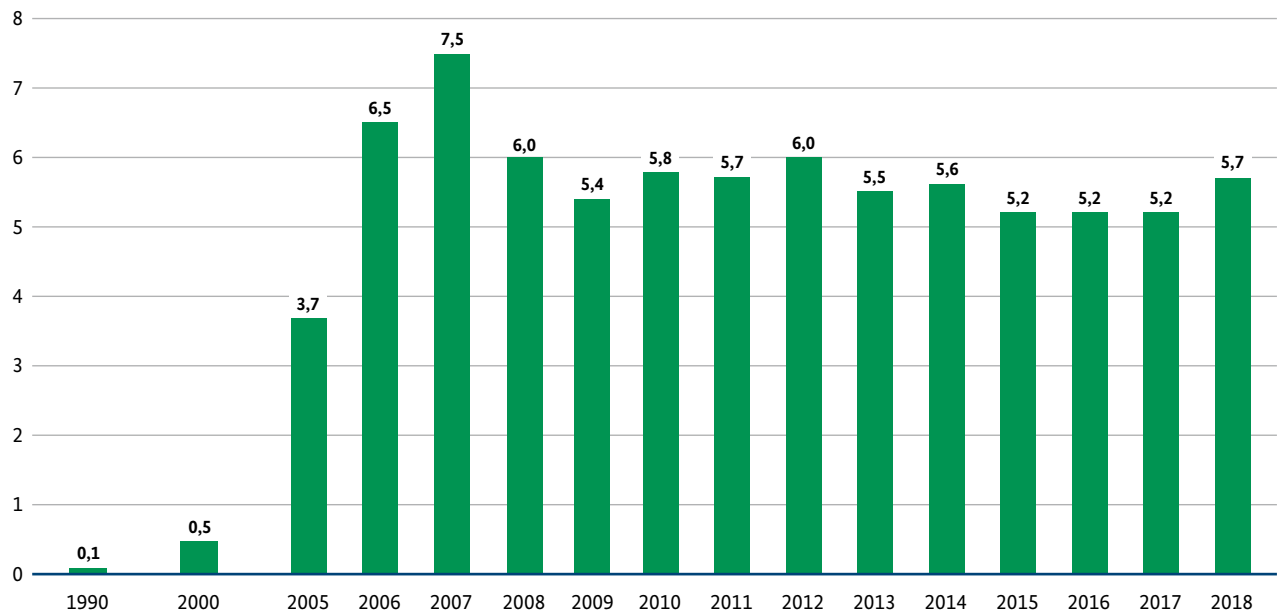
Endenergieverbrauch Verkehr in Mrd. kWh



Quelle: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 22, vorläufige Angaben

Abbildung 24: Anteil 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 zehn Prozent vorgegeben. Die in Abbildung 22 angegebenen Werte weichen allerdings von der Berechnungsmethodik der EU-Richtlinie ab und beinhalten keine Doppelanrechnungen sowie eine abweichende Bezugsgröße beim Gesamt-Endenergieverbrauch. Weitere Informationen zur Berechnung sind im Methodik-Kapitel dieser Publikation verfügbar.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 22, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 25: Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	(1.000 Tonnen)										
Biodiesel ¹	250	1.749	2.372	2.263	2.314	2.064	2.156	1.999	2.002	2.067	2.170
Pflanzenöl	16	196	61	20	25	1	6	2	4	4	2
Bioethanol	0	238	1.165	1.233	1.249	1.206	1.229	1.173	1.175	1.157	1.187
Biomethan ²	0	0	6	7	25	36	33	25	28	33	29
Gesamt	266	2.183	3.604	3.523	3.613	3.307	3.424	3.199	3.209	3.261	3.388

¹ Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

² berechnet gemäß BDEW-Konvention mit einem Heizwert von 48,865 MJ/kg

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 22, teilweise vorläufige Angaben

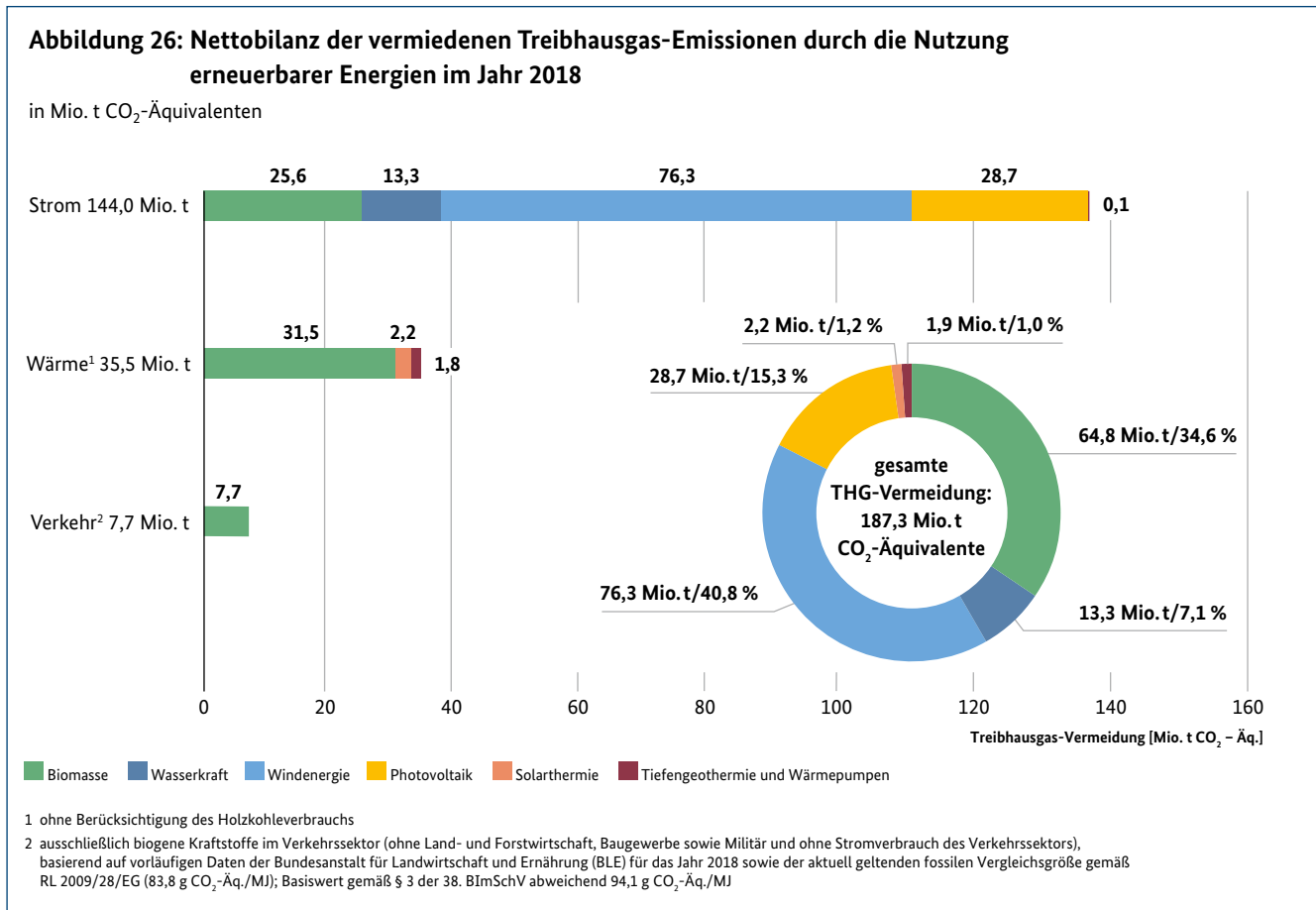
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich dazu bei, die Klimaschutzziele zu erreichen. Im Jahr 2018 wurden Emissionen mit einem Treibhausgaspotenzial (GWP) von insgesamt rund 187 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden. Auf den Stromsektor entfielen über 144 Millionen Tonnen. Im Wärmebereich wurden etwa 36 Millionen Tonnen und durch den Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor rund acht Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 26).

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 technologiespezifische Substitutionsfaktoren verwendet. Das zugrunde liegende Modell berücksichtigt dabei insbesondere die zunehmende Vernetzung des europäischen Strommarkts. Die Substitutionsfaktoren werden durch eine vergleichende Gegenüberstellung der realen Entwicklung des europäischen Stromerzeugungssektors mit einem plausiblen Entwicklungspfad unter Vernachlässigung des deutschen Ausbaus der erneuerbaren Energien ermittelt [63].

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse sind zusätzlich die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz [30]. 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.



Quellen: Umweltbundesamt, [29] – auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

Hinweis:

Eine ausführliche Dokumentation der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger ist der UBA-Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2018“ [29] zu entnehmen.

Der Emissionsberechnung der Biokraftstoffe liegen die im Zuge der THG-Quote selbst bilanzierten bzw. angesetzten THG-Emissionen (inklusive der Rohstoffbasis), wie sie die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in ihrem jährlichen Evaluations- und Erfahrungsbericht zur Biokraftstoff-/Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung veröffentlicht [21], sowie die aktuell geltende fossile Vergleichsgröße (83,8 g CO₂-Äq./MJ) entsprechend der Richtlinie 2009/28/EG zugrunde. Der Basiswert der 38. BImSchV § 3 beträgt abweichend dazu 94,1 g CO₂-Äq./MJ, die Treibhausgasemissionen fossiler Otto- und Dieselmotoren berechnen sich nach 38. BImSchV § 10 mit 93,3 bzw. 95,1 g CO₂-Äq./MJ.

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“ [30] und anderer Expertisen sowie verschiedener Annahmen und Analogieschlüsse abgeleitet.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass die Emissionsminderungen des Biokraftstoffeinsatzes zu optimistisch ausgewiesen werden. Gründe dafür sind die in der Regel praktizierte Verwendung der regionalen NUTS2-Werte für den Biomasseanbau sowie die Vorgaben zur Substitution von fossilem CO₂ durch bei der Bioethanol-Produktion entstehendes biogenes CO₂.

Die starke Ausweitung der Nutzung von Energiepflanzen in Deutschland ging mit direkten (im Bereich der Nutzung von Biokraftstoffen sowie flüssigen Biobrennstoffen seit dem Jahr 2011 durch die Nachhaltigkeitsverordnungen ausgeschlossen) und indirekten Landnutzungsänderungen einher, die zu entsprechenden CO₂-Emissionen führen. Eine Quantifizierung indirekt auftretender Effekte ist jedoch schwierig, sodass 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 aktuellen 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 [31]. Im Ergebnis verringerten sich die von den Mitgliedstaaten berichteten biokraftstoffbedingten THG-Einsparungen für das Jahr 2015 zwischen 40 und 80 Prozent [32]. Die Regelung gemäß dem 2018 verabschiede-

ten Entwurf der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie II für den Zeitraum 2021 bis 2030 sieht vor, dass die Mitgliedstaaten eine Mindestquote von 14 Prozent erneuerbare Energien im Verkehr bis zum Jahr 2030 einführen müssen; national darf diese Quote auch überschritten werden. Sie darf aber auch in dem Umfang abgesenkt werden, indem sie eine Obergrenze für konventionelle Biokraftstoffe mit wahrscheinlich hohen Emissionen aus iLUC (indirekte Landnutzungsänderungen) unterhalb der EU-weit gültigen Obergrenze von sieben Prozent festlegen [33]. Deutschland beabsichtigt die konventionellen Biokraftstoffe nach Maßgabe des Status quo bis maximal 5,6 Prozent zu fördern [34].

Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren in allen drei untersuchten Sektoren auf einer Nettobetrachtung. 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 zur Herstellung und dem Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) werden entsprechend berücksichtigt. Darüber hinaus zeigt sich die emissionsmindernde Wirkung erneuerbarer Energieträger im Rahmen einer statistischen Analyse (Komponentenzerlegung), in der die Vermeidungswirkung erneuerbarer Energien im Zusammenhang mit weiteren emissionsrelevanten Treibern dargestellt wird [35].

Abbildung 27 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 bei einigen Luftschadstoffen 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 27: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2018

Treibhausgas/ Luftschadstoff		EE-Stromerzeugung gesamt: 224.682 GWh		EE-Wärmeverbrauch gesamt: 171.017 GWh ⁵		EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 36.087 GWh ^{6,7}		Gesamter EE-Verbrauch vermiedene Emissionen (gesamt) (1.000 t)
		Vermeidungs- faktor (g/kWh)	vermiedene Emissionen (1.000 t)	Vermeidungs- faktor (g/kWh)	vermiedene Emissionen (1.000 t)	Vermeidungs- faktor (g/kWh)	vermiedene Emissionen (1.000 t)	
Treibhaus- effekt ¹	CO ₂	617	138.647	216	36.496	267	8.407	183.549
	CH ₄	1,27	285,3	-0,09	-14,89	-0,07	-2,14	268
	N ₂ O	-0,03	-5,9	-0,01	-2,1	-0,07	-2,05	-10
	CO ₂ -Äquivalent	641	144.027	210	35.505	246	7.742	187.274
Ver- sauer- ung ²	SO ₂	0,11	25,2	0,07	12,5	0,00	0,08	38
	NO _x	0,11	24,1	-0,17	-28,4	-0,15	-4,88	-9
	SO ₂ -Äquivalent	0,19	42,0	-0,04	-7,3	-0,11	-3,35	31
Ozon, ³ Staub ⁴	CO	-0,40	-89,8	-2,04	-344,3	0,00	-0,05	-434
	NMVOC	0,00	0,1	-0,16	-27,6	0,03	0,96	-27
	Staub	-0,005	-1,2	-0,10	-16,7	-0,01	-0,22	-18

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

2 weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, 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 Holzkohleverbrauchs

6 ohne Berücksichtigung des Verbrauchs von Biodiesel (inkl. HVO) in Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär und des Stromverbrauchs im Verkehrssektor

7 auf Basis der vorläufigen Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) [29] auf Basis dort zitierter Quellen

Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Die Abbildungen 28 und 29 zeigen die Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr im Jahr 2018 sowie im Zeitraum von 2008 bis 2018. 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.

Im Jahr 2018 führte Deutschland als ressourcenarmes Land 98 Prozent des Rohöls und knapp 93 Prozent der Naturgase (im Wesentlichen Erdgas) ein. Im Rahmen der Energiewende ist zu erwarten, dass auch langfristig ein höherer Anteil des Energiebedarfs national hergestellt wird.

Abbildung 28: Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2018

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl aufgeteilt nach			Gesamt
				Heizöl	Dieselmotorkraftstoff	Ottomotorkraftstoff	
Primärenergie (Mrd. kWh)							
Strom		317,0	137,7				454,7
Wärme	12,0	12,8	59,6	49,8	1,5		135,7
Verkehr			0,4		17,9	9,6	27,9
Gesamt	12,0	329,8	197,7	49,8	19,4	9,6	618,3
Primärenergie (PJ)							
Gesamt	43,3	1.187,2	711,9	179,3	69,8	34,5	2.226,0
das entspricht ¹ :	7,4 Mio. t ²	43,3 Mio. t ³	20.235 Mio. m ³	5.016 Mio. Liter	1.947 Mio. Liter	1.063 Mio. Liter	

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe UBA [29].

1 zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden die von der AGEB [14] ermittelten Heizwerte angesetzt

2 darunter circa 3,1 Millionen t Braunkohle, circa 0,3 Millionen t Braunkohlebriketts und circa 0,7 Millionen t Staubkohlen

3 darunter circa 28,9 Millionen t Steinkohle und circa 0,1 Millionen t Steinkohlekoks

Quelle: UBA [29] auf Basis dort zitierter Quellen

Abbildung 29: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Strom	Wärme	Verkehr	Gesamt
	Primärenergie (Mrd. kWh)			
2007	194,4	96,1	24,3	314,8
2008	204,3	104,3	18,7	327,3
2009	199,4	106,3	16,1	321,8
2010	215,0	128,6	17,8	361,3
2011	261,9	123,0	18,7	403,6
2012	300,2	133,2	22,0	455,3
2013	314,9	137,2	21,0	473,2
2014	339,2	126,9	21,5	487,6
2015	388,5	130,8	20,0	539,4
2016	373,4	130,4	24,5	528,3
2017	438,5	135,4	27,0	600,9
2018	454,7	135,7	27,9	618,3

Quelle: UBA [29] auf Basis dort zitierter Quellen

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist eine zentrale Säule der Energiewende. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), als Nachfolge zum Stromeinspeisungsgesetz, hat sich als ein sehr effektives Instrument beim Ausbau und der Förderung erneuerbarer Energien im Strombereich erwiesen. Das EEG ist erstmals im Jahr 2000 in Kraft getreten und wurde seitdem stetig weiterentwickelt. Kernelemente des EEG sind die umlagebasierte Vergütung von erneuerbarem Strom und dessen vorrangige Einspeisung in das Stromnetz.

Ziel des EEG ist es, den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch zu steigern, bis zum Jahr 2025 auf 40–45 Prozent, 55–60 Prozent bis zum Jahr 2035 und mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050. Der Ausbau soll stetig, kosteneffizient und netzverträglich erfolgen.

Mit dem Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD vom März 2018 wurde die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Stromsektor auf 65 Prozent bis zum Jahr 2030 vereinbart. Voraussetzung hierfür ist ein zielstrebig und effizienter Ausbau der erneuerbaren Energien.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfolgt insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes durch eine nachhaltige Energieversorgung. Dazu sollen die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung verringert, die fossilen Energieressourcen geschont und die Technologieentwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien vorangetrieben werden. Um dies zu erreichen wurde das EEG

bereits mehrmals novelliert, um Technologieentwicklungen zu berücksichtigen und die erneuerbaren Energien immer weiter an den Markt heranzuführen. Im Rahmen der Novelle des EEG 2017 und des Windenergie-auf-See-Gesetzes wurde die Umstellung auf Ausschreibungen vollzogen. Von nun an werden die Vergütungssätze für Anlagen, die Strom aus solarer Strahlungsenergie, Windenergie an Land und auf See sowie aus Biomasse erzeugen und eine bestimmte Größe überschreiten, wettbewerblich ermittelt. Letzte große Änderungen wurden im Rahmen des Energiesammelgesetzes (EnSAG) im Dezember 2018 beschlossen. Die Sonderausschreibungsmengen wurden eingeführt, Windräder bedürfen nur noch einer bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung und die Innovationsausschreibungen wurde beschlossen.

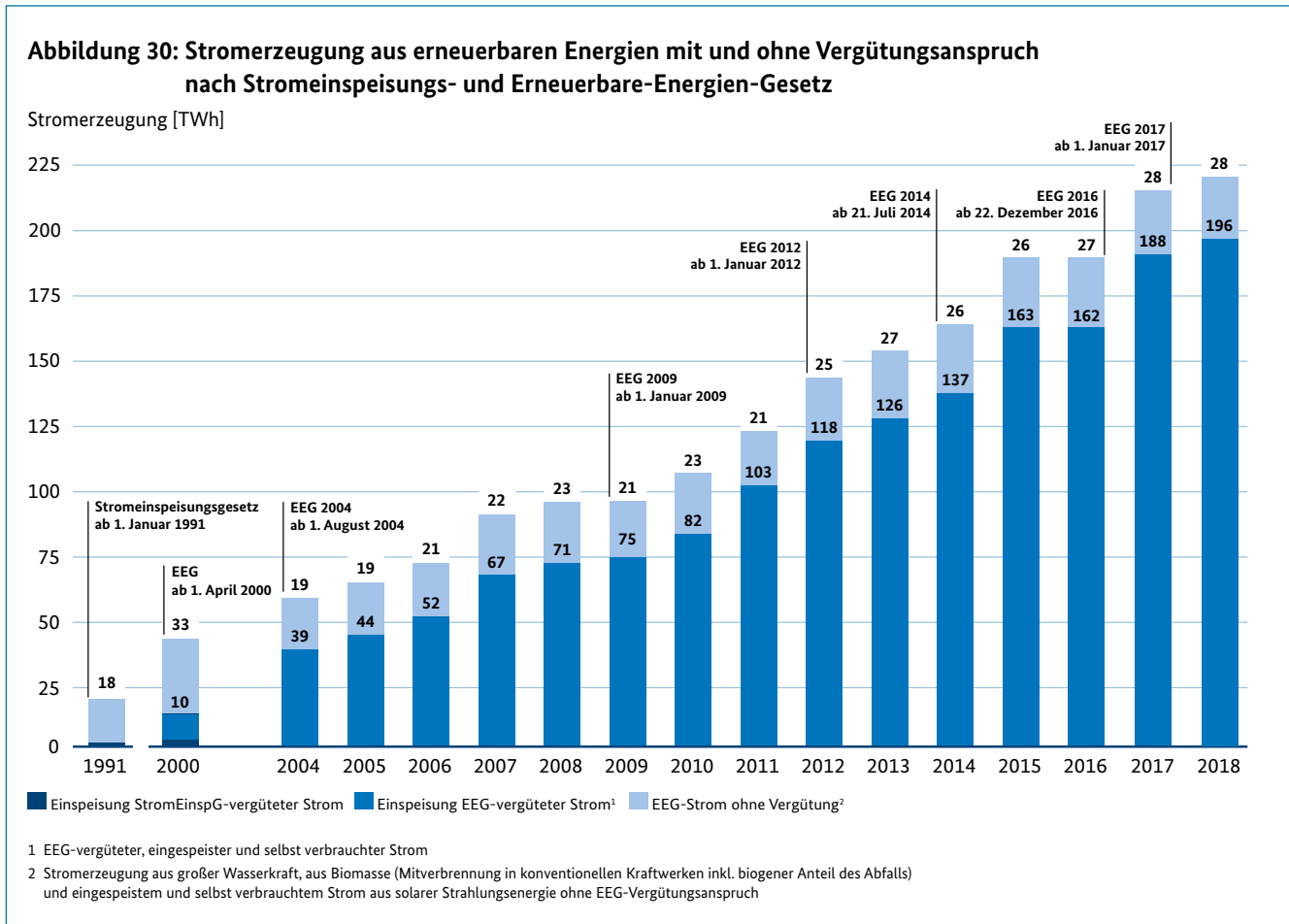
Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kräftig gestiegen: von 36 Milliarden Kilowattstunden auf 225 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2018. Windenergie an Land, solare Strahlungsenergie (Photovoltaik), Biomasse und in den letzten Jahren auch vermehrt Windenergie auf See sind die Treiber dieses Anstiegs. Beispielsweise hat sich die Stromerzeugung aus Photovoltaik seit dem Jahr 2000 von knapp 0,1 Milliarden Kilowattstunden auf 46 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 30 zeigt. Diese (EEG-vergütete) Stromerzeugung ist seit dem Jahr 2000 von rund 10 auf rund 196 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2018 angestiegen.

Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber unter www.netztransparenz.de und auf dem „Informationsportal Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/eeg-in-zahlen-pdf.html.



Quelle: BMWi, auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB [5])

Mieterstrom: Energiewende im eigenen Haus

Mieterinnen und Mieter sollen stärker als bisher am Ausbau der erneuerbaren Energien beteiligt werden. Bis zum Jahr 2017 hatten vor allem Eigenheimbesitzer die Möglichkeit, von Strom aus Solaranlagen auf dem Hausdach zu profitieren. Mit dem Mieterstrommodell ist dies auch für Mieter möglich. Wenn ein Vermieter eine Solaranlage auf dem Dach installiert, kann er den so erzeugten Strom an seine Mieter liefern.

Als Mieterstrom wird Strom bezeichnet, der an Letztverbraucher (insbesondere Mieter) in diesem Gebäude sowie in Wohngebäuden und Nebenanlagen (im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang) ohne Netzdurchleitung geliefert wird. Der von den Mietern nicht verbrauchte Strom wird ins Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist und

vergütet. Strom aus anderen erneuerbaren Energiequellen (beispielsweise Strom aus Windkraft) fällt nicht unter diese Definition.

Anders als beim Strombezug aus dem Netz entfallen beim Mieterstrom einige Kostenbestandteile wie Netzentgelte, netzseitige Umlagen, Stromsteuer und Konzessionsabgaben. Zusätzlich gibt es seit Mitte 2017 eine Förderung für jede Kilowattstunde Mieterstrom, den so genannten Mieterstromzuschlag. Auf diese Weise rechnet sich das Projekt für den Vermieter – und die Mieter profitieren von Strom vom eigenen Dach zu attraktiven Konditionen. Sie helfen damit, den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben.

Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017) wurde dafür ein Förderanspruch für direkt gelieferten Strom aus Solaranlagen auf Wohngebäuden verankert. Danach erhält der

Betreiber einer solchen Anlage einen Mieterstromzuschlag. Dieser orientiert sich an den im EEG genannten Einspeisevergütungen abzüglich eines Abschlags. Die Höhe des Mieterstromzuschlags hängt von der Größe der Solaranlage und dem Photovoltaik-Zubau insgesamt ab. Bei Einführung des Mieterstrommodells lag dieser zwischen 3,8 Cent/kWh für kleine und 2,6 Cent/kWh für größere PV-Anlagen. Innerhalb des ersten Jahres blieb sie konstant, da die Degression auf Basis des atmenden Deckels ausgesetzt war. Ab dem dritten Quartal 2018 sanken die Vergütungssätze im Rahmen des atmenden Deckels, wodurch auch der Mieterstromzuschlag sank.

Der bisherige Zubau von mit dem Mieterstromzuschlag geförderten Anlagen ist zurückhaltend. Zum Datenstand 03.07.2019 waren im Register der BNetzA 677 PV-Mieterstromanlagen mit insgesamt rund 13,9 Megawatt gemeldet. Davon wurden 78 Anlagen mit insgesamt 2,0 Megawatt im Rumpfbaujahr 2017 (Inkrafttreten des Mieterstromgesetzes am 25.07.2017) und 248 Anlagen mit insgesamt 5,3 Megawatt im Jahr 2018 in Betrieb genommen. Mit dem Mieterstrombericht der Bundesregierung nach § 99 EEG 2017 wurde das Mieterstrommodell evaluiert. Der Bericht und weitere Informationen finden sich unter www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/Mieterstrom/mieterstrom.html.

Die EEG-Umlage

Betreiber von Windenergie-, 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 so genannte Marktprämie als Vergütung. Sie gleicht die Differenz zwischen dem Vergütungssatz und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis aus. 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 gutachterliche Prognose nach den Maßgaben der Ausgleichsmechanismus-Verordnung (AusglMechV). Für die Berechnung der EEG-Umlage ist es zunächst erforderlich, den EEG-Umlagebetrag zu

EEG-Umlagebetrag = prognostizierter Finanzierungsbedarf
(im folgenden Kalenderjahr)
+/- Kontoausgleich
(Verrechnung des EEG-Kontosaldos am 30. September)
+ Liquiditätsreserve
(maximal zehn Prozent des Finanzierungsbedarfs)

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).

Die EEG-Umlage beträgt 6,405 ct/kWh im Jahr 2019. Sie ist damit zum zweiten Mal in Folge gesunken – bei einem gleichzeitig fortschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien.

Maßgeblich für den Rückgang der Umlage sind die deutlich gestiegenen Börsenstrompreise und die niedrigen Kosten für Neuanlagen durch die Reformen des EEG. Die in den letzten Jahren umgesetzten Reformen haben die Kostenentwicklung des EEG stark gedämpft.

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 in vielen Fällen spürbar gefallen, sodass beispielsweise PV-Neuanlagen nur noch eine deutlich geringere 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 für Windenergieanlagen an Land und auf See haben zu deutlich sinkenden Vergütungssätzen geführt. Darüber hinaus ermöglichten die Ausschreibungen eine Mengensteuerung, die eine effektive Einhaltung von Ausbauzielen gewährleistet. Dadurch wird der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien planbarer, verlässlicher und vor allem kostengünstiger.

Das EEG verpflichtet grundsätzlich Stromversorgungsunternehmen und Eigenversorger, die EEG-Umlage zu zahlen. Die Stromversorgungsunternehmen geben die ihnen so entstandenen Kosten 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 (also die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Mobilitätsoptionen) zu begrenzen, wurde bereits im Jahr 2004 die besondere Ausgleichsregelung eingeführt.

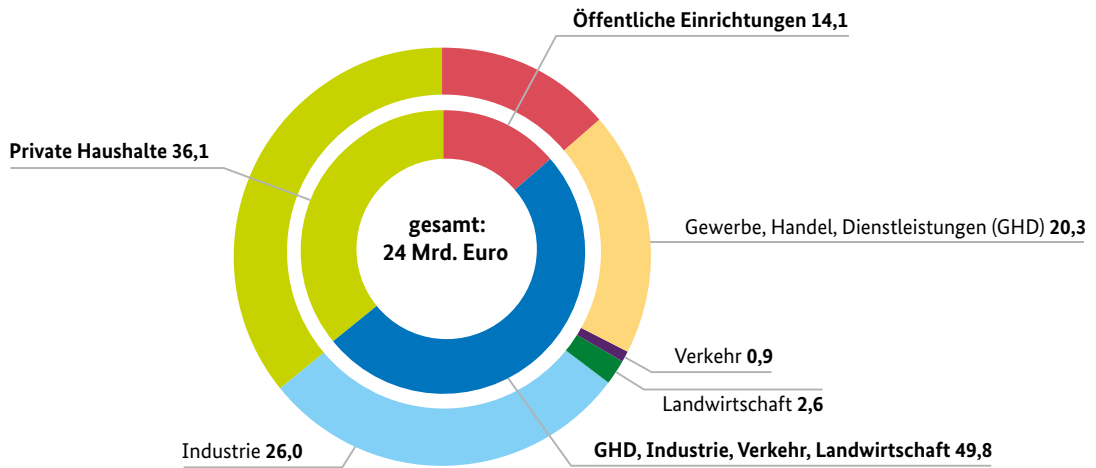
Durch diese Regelung waren im Jahr 2018 insgesamt 2.156 Unternehmen [36] von der Zahlung der EEG-Umlage teilweise befreit. Diese Unternehmen beantragten eine teilweise Befreiung für einen Stromverbrauch von insgesamt rund 110,5 Milliarden Kilowattstunden. Diese Menge entspricht etwa 24 Prozent des gesamten Letztverbrauchs in Deutschland (= Nettostromverbrauch abzgl. selbst erzeugten und selbst verbrauchten Stroms). Auch privilegierte

Unternehmen zahlen eine anteilige EEG-Umlage. Die Höhe ist abhängig von der spezifischen Situation des Unternehmens, grundsätzlich beteiligen sich die Unternehmen aber immer an der Finanzierung des EEG.

Wenn man den Blick von den privilegierten Branchen löst, finanziert die gesamte deutsche Wirtschaft (Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Verkehr und Landwirtschaft) rund die Hälfte des EEG-Umlagebetrags, private Haushalte rund ein Drittel und öffentliche Einrichtungen den verbleibenden Anteil [8]. Dennoch führen die Entlastungstatbestände dazu, dass die EEG-Umlage für alle nicht begünstigten Letztverbraucher höher ausfällt.

Abbildung 31: Finanzierungsbeitrag der EEG-Umlage 2019

in Prozent



Quelle: BDEW [8]

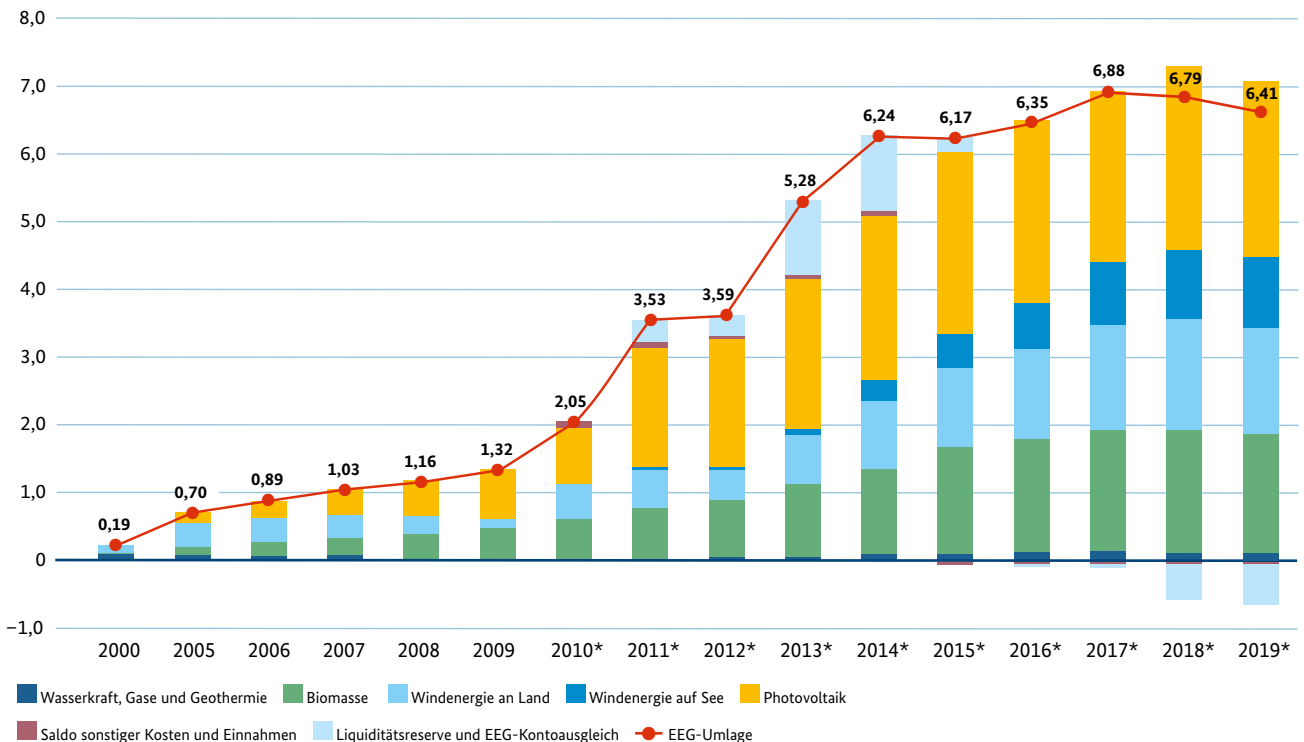
Die EEG-Umlage berechnet sich, indem der EEG-Umlagebetrag auf den umlagerelevanten Letztverbrauch bezogen wird. Der umlagerelevante Letztverbrauch beschreibt den nicht von der EEG-Umlagezahlung ausgenommenen Stromverbrauch. Im Jahr 2019 beträgt der prognostizierte Umlagebetrag 22,7 Milliarden Euro und der (prognostizierte) umlagerelevante Letztverbrauch 353 Milliarden Kilowattstunden. Daraus berechnet sich die EEG-Umlage 2019 zu 6,405 Cent pro Kilowattstunde.

Bezogen auf die gesamte EEG-Vergütung haben die Auszahlungen an Solaranlagen (38 Prozent), Biomasseanlagen (24 Prozent) und Windenergieanlagen an Land (21 Prozent) den größten Anteil (Grundlage: EEG-Vergütung abzüglich vermiedene Netzentgelte, siehe Quelle [37]).

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

Abbildung 32: Entwicklung der EEG-Umlage

Cent pro kWh



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. 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. Seit 2016 verzeichnet das EEG-Konto, auf dem die Einzahlungen aus der EEG-Umlage und die Vergütungs- und Prämienzahlungen an die Anlagenbetreiber verbucht werden, ein Guthaben. Dieses Guthaben entlastet die EEG-Umlage, wodurch sie niedriger liegen kann als die Summe der technologiespezifischen Förderkosten.

* ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage nach Erneuerbare-Energien-Verordnung, veröffentlicht auf www.netztransparenz.de

Quelle: BMWi, auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB [5]); weiterführende Informationen auf www.erneuerbare-energien.de

Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen

Erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien spielen für den Wirtschaftsstandort Deutschland nach wie vor eine wichtige Rolle, da ein großer Teil der Wertschöpfung bei der Herstellung und Installation dieser Anlagen hierzulande erbracht wird. Die Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen wuchsen seit dem Jahr 2000 kontinuierlich und erreichten im Jahr 2010 mit knapp 28 Milliarden Euro ihren bisherigen Höchstwert. Bis zum Jahr 2015 gingen sie auf 13,9 Milliarden Euro zurück, stiegen bis zum Jahr 2017 auf 15,8 Milliarden Euro um im Jahr 2018 auf 13,5 Milliarden Euro zu sinken, was dem Niveau des Jahres 2007 entspricht.

Während in den Vorjahren die Windenergie an Land die investitionsstärkste Sparte war, übernahm 2018 die Windenergie auf See diese Rolle. Auf Windenergie insgesamt entfielen mit 7,5 Milliarden Euro 55 Prozent der gesamten Investitionen. Verglichen mit dem Vorjahr sanken die Windenergieinvestitionen (an Land und auf See) um

30 Prozent. Während die Investitionen in Anlagen auf See um 23 Prozent zulegten, ging der Zubau von Windenergieanlagen an Land um 55 Prozent zurück.

Der deutliche Rückgang der Gesamtinvestitionen in den Jahren 2011 bis 2013 beruhte vor allem auf der Entwicklung im Bereich der Photovoltaik. In den Jahren 2011 und 2012 sanken die Anlagenpreise, während unvermindert 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 und bis zu 70 Prozent der Gesamtinvestitionen ausmachten, sank dieser Anteil auf nur noch knapp elf Prozent in den Jahren 2015 bis 2017. Im Jahr 2018 legten die Investitionen im Vergleich zum Vorjahr um 55 Prozent von 1,7 auf 2,6 Milliarden Euro zu, wodurch der Anteil an den Gesamtinvestitionen 20 Prozent erreichte.

Die Investitionen in den anderen Bereichen (Biomassestrom und -wärme, Wasserkraft, Solar- und Erdwärme) erreichten im Jahr 2018 zusammen 3,4 Milliarden Euro bzw. 25 Prozent der Gesamtinvestitionen. Die Investitionen in Wasserkraft sowie Solarthermie- und Wärmenutzung aus Biomasse sanken im Vorjahresvergleich leicht und

legten für Geothermie (inkl. Umweltwärme) sowie Stromerzeugung aus Biomasse leicht zu.

angestrebte Ausbau zu geringeren Investitionskosten als in der Vergangenheit realisiert werden.

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

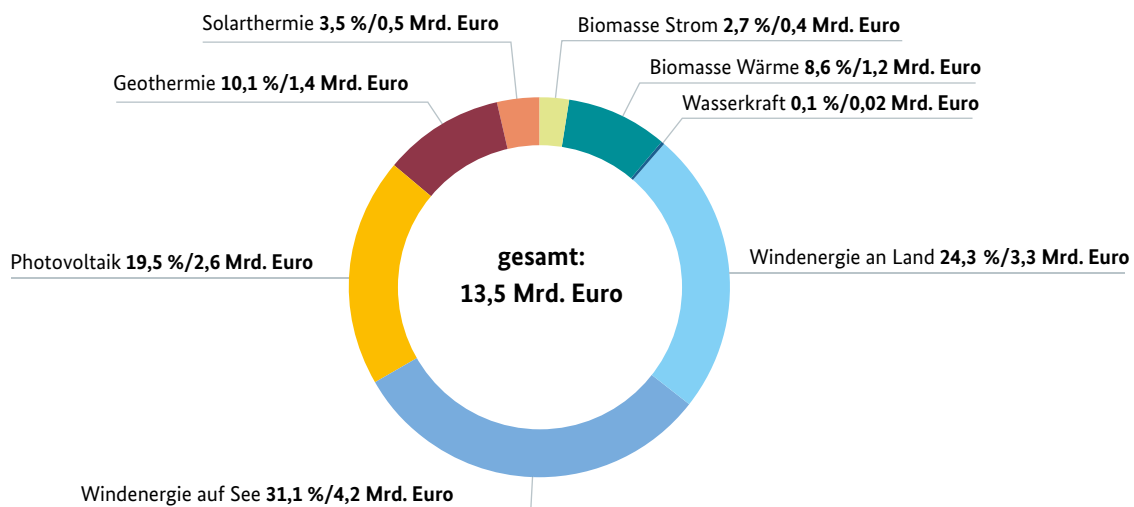
Mit 78 Prozent entfällt nach wie vor der überwiegende Anteil der Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden. Verglichen mit dem Vorjahr nahm dieser Anteil um knapp drei Prozentpunkte ab.

Abbildung 33: 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	13,9
2007	0,3	2,5	0,03	5,3	0,8	0,9	2,3	1,5	13,6
2008	0,3	2,5	0,2	8,0	1,7	1,2	2,0	1,8	17,7
2009	0,4	2,8	0,5	13,6	1,5	1,1	2,0	1,6	23,5
2010	0,3	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	1,0	3,1	1,3	26,1
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	0,09	7,1	3,9	1,5	0,8	1,1	0,7	1,4	16,4
2015	0,08	5,4	3,7	1,5	0,8	1,0	0,2	1,3	13,9
2016	0,06	6,9	3,4	1,6	0,7	1,2	0,3	1,2	15,4
2017	0,03	7,3	3,4	1,7	0,5	1,3	0,3	1,2	15,8
2018	0,02	3,3	4,2	2,6	0,5	1,4	0,4	1,2	13,5

Quelle: eigene Berechnungen ZSW; Werte gerundet

Abbildung 34: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2018



Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Errichtung 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

Impulse aus dem Anlagenbetrieb übersteigen die Investitionen deutlich

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 kontinuierlichen Aufwärtstrend. So stiegen sie seit dem Jahr 2000 Jahr für Jahr stetig von 2,0 Milliarden Euro bis auf 16,8 Milliarden Euro im Jahr 2018. Damit überstiegen die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb seit dem Jahr 2015 die Investitionen in Anlagen.

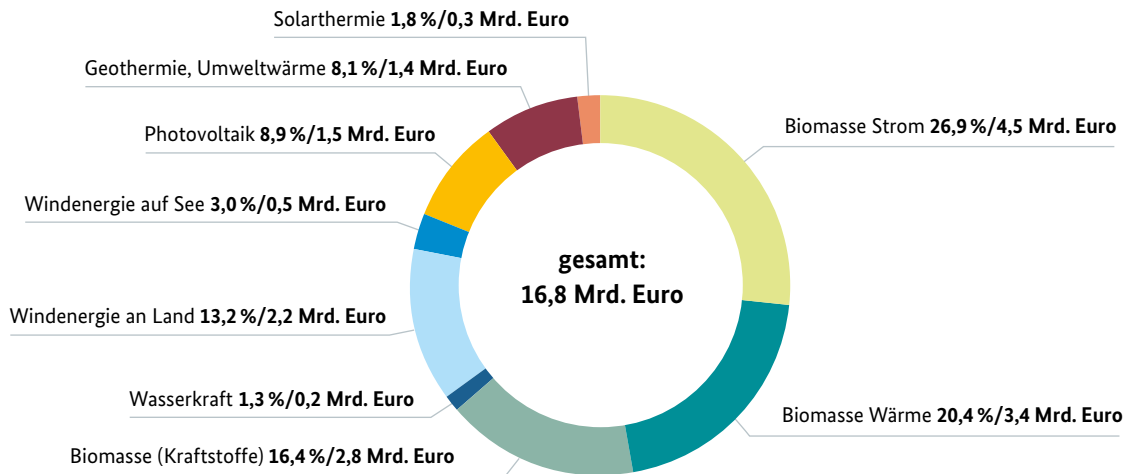
Im Gegensatz zu den anderen Erneuerbare-Energien-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Die Brennstoffkosten führen dazu, dass der größte Anteil der vom Anlagenbetrieb ausgelösten gesamten wirtschaftlichen Impulse auf diesen Anlagentyp entfällt. Es folgen 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 Solarthermie und Wasserkraftanlagen. Die in Form von Betriebskosten 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 weiterwachsen.

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

Abbildung 35: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen

	Wasserkraft	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Solarthermie	Geothermie, Umweltwärme	Biomasse Strom	Biomasse Wärme	Biomasse Kraftstoffe	Gesamt
	(Mrd. Euro)									
2000	0,1	0,2	–	0,01	0,00	0,2	0,2	1,1	0,2	1,9
2005	0,1	0,6	–	0,1	0,05	0,2	0,7	1,5	1,8	5,1
2006	0,1	0,6	–	0,2	0,07	0,3	1,1	1,7	3,2	7,3
2007	0,1	0,7	–	0,3	0,1	0,4	1,6	2,0	3,8	8,9
2008	0,2	0,8	–	0,4	0,1	0,4	1,9	2,2	3,5	9,5
2009	0,2	0,9	0,01	0,5	0,1	0,5	2,3	2,5	2,4	9,4
2010	0,2	1,0	0,02	0,8	0,2	0,6	2,8	2,9	2,9	11,3
2011	0,2	1,1	0,03	1,0	0,2	0,7	3,2	2,9	3,7	13,0
2012	0,2	1,2	0,06	1,3	0,2	0,8	3,9	3,1	3,7	14,4
2013	0,2	1,4	0,1	1,4	0,2	0,9	4,0	3,3	3,1	14,6
2014	0,2	1,6	0,2	1,4	0,2	1,0	4,3	3,0	2,7	14,6
2015	0,2	1,7	0,3	1,4	0,3	1,1	4,5	3,2	2,5	15,1
2016	0,2	1,9	0,4	1,4	0,3	1,2	4,5	3,4	2,6	15,8
2017	0,2	2,1	0,4	1,5	0,3	1,3	4,5	3,4	2,8	16,4
2018	0,2	2,2	0,5	1,5	0,3	1,4	4,5	3,4	2,8	16,8

Quelle: eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 36: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2018

Quelle: eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland

Die jüngsten verfügbaren Beschäftigungszahlen liegen für das Jahr 2017 vor: Rund 316.700 Personen waren zu diesem Zeitpunkt im Erneuerbare-Energien-Sektor beschäftigt. Das waren rund 30.000 Personen weniger als im Jahr 2016 (347.900 Personen).

Betrachtet man die Entwicklung der Beschäftigung getrennt nach Technologiesparten, so werden unterschiedliche Verläufe zwischen 2000 und 2017 deutlich. Bis zum Jahr 2016 wies die Windenergienutzung an Land und auf See eine steigende Tendenz auf; der Anteil an der Gesamtbeschäftigung lag im Jahr 2016 bei 47 Prozent. Im Jahr 2017 ging dagegen der Anteil wieder auf 43 Prozent zurück.

Die Biomassenutzung ist durch eine Vielzahl von verschiedenen Technologien geprägt, die sich innerhalb des Betrachtungszeitraums in recht unterschiedlichen Entwicklungsstadien befanden. Nach einem anfänglichen Anstieg und einem moderaten Rückgang nach 2011 verweilte die Beschäftigung in diesen Bereichen auf einem relativ konstanten Niveau und trug 2017 mit etwa 35 Prozent zur Gesamtbeschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien bei.

Die Solarenergie hat im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2017 die größten Schwankungen. Nach einem sehr starken Anstieg der Beschäftigung bis zum Jahr 2011, zu welchem Zeitpunkt die Solarenergie mit 38 Prozent den größten Anteil der Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien stellte, ging diese auf 42.800 Personen

in 2017 zurück und hatte damit einen Anteil von rund 14 Prozent

Die Geothermie trug mit sieben Prozent zur Beschäftigung im Jahr 2017 bei, wobei im Zeitverlauf nach einem anfänglichen Anstieg ein relativ konstantes Beschäftigungsniveau erreicht wurde.

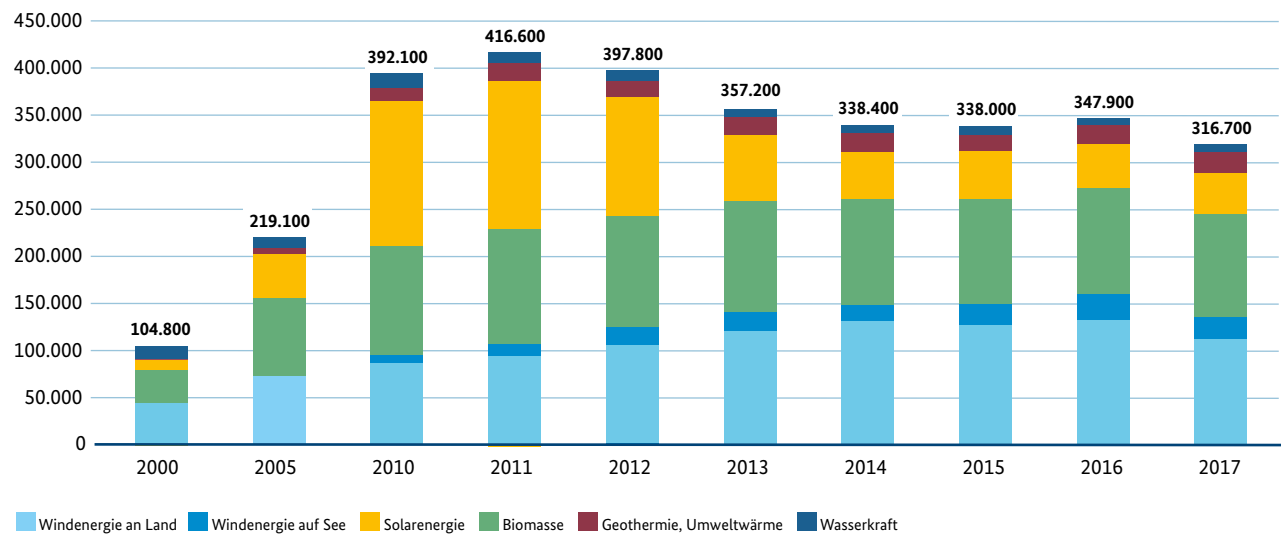
Die Beschäftigungsentwicklung im Bereich Wasserkraft ist hingegen dadurch geprägt, dass diese Technologie und mit ihr die dazugehörige Industrie im Jahr 2000 bereits einen sehr hohen Reifegrad hatte. In der Tendenz ist die Beschäftigung eher rückläufig. Im Jahr 2017 trug die Wasserkraft mit 6.000 Personen zwei Prozent zur gesamten Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien in Höhe von 316.700 Personen bei.

Ein Teil des Rückgangs in der Bruttobeschäftigung konnte durch die steigenden Beschäftigungszahlen im Bereich Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen wieder aufgefangen werden.

Insgesamt waren im Jahr 2000 etwa 17.000 Personen in Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen beschäftigt, wobei die Beschäftigten auf die Bereiche Windenergie an Land (27 Prozent), Wasserkraft (21 Prozent), Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke (20 Prozent) und Biogasanlagen (18 Prozent) relativ gleich verteilt waren. Im Jahr 2017 lag die Beschäftigung aus Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen mit insgesamt 82.000 Personen um beinahe das Fünffache höher und war vor allem durch die Bereiche Windenergie an Land (33 Prozent), Biogasanlagen (15 Prozent), Photovoltaik (13 Prozent) und Windenergie

Abbildung 37: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland

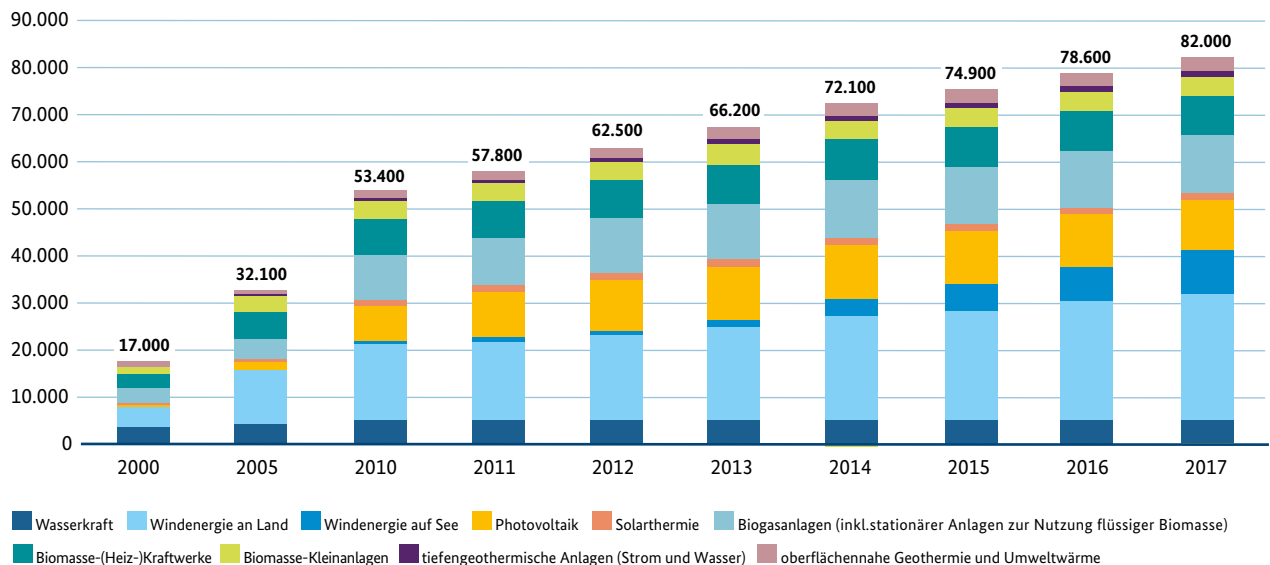
Anzahl der Beschäftigten



Quelle: DIW [38]

Abbildung 38: Entwicklung der Beschäftigung in Betrieb und Wartung von EE-Anlagen in Deutschland

Anzahl der Beschäftigten



Quelle: DIW [38]

auf See (zwölf Prozent) repräsentiert. Biomasse-(Heiz-) Kraftwerke und Wasserkraft trugen noch mit zehn Prozent bzw. mit knapp sechs Prozent zur Beschäftigung bei. Biomasse-Kleinanlagen ebenso wie die oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme hatten jeweils noch einen Anteil von knapp fünf Prozent, die Solarthermie etwa zwei Prozent. Tiefergeothermische Anlagen sind bislang noch immer auf einem geringen Ausbauniveau, sodass die daraus resultierende Beschäftigung mit weniger als einem Prozent zum Gesamtergebnis beigetragen hat [38].

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.

Der § 3 EEWärmeG adressiert die ordnungsrechtliche Pflicht zur anteiligen Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung beim Neubau von Gebäuden.

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 in der Energieeinsparverordnung (EnEV). Mit der in dieser Legislaturperiode anstehenden Novellierung wird das Energieeinsparrecht für Gebäude entbürokratisiert und vereinfacht. Die Vorschriften der EnEV, des EnEG und des EEWärmeG werden in einem neuen Gebäudeenergiegesetz zusammengeführt. Mit dem Gebäudeenergiegesetz werden die europäischen Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden vollständig umgesetzt und die Regelung des Niedrigstenergiegebäudes in ein vereinheitlichtes Energieeinsparrecht integriert. Dabei gelten die aktuellen energetischen Anforderungen für Bestand und Neubau fort [39].

Das Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm (MAP) ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, um Anreize zu schaffen, Wärme verstärkt aus erneuerbaren Energien zu gewinnen. Haus- und Wohnungseigentümer, Unternehmen, aber auch gemeinnützige Organisationen erhalten vom Staat einen Zuschuss, wenn sie ihre alte Heizungs- oder Wärmeanlage gegen eine effiziente Solarthermieanlage, Biomasseanlage oder Wärmepumpe austauschen. Unterstützt wird zudem der Neubau von größeren Heizwerken, die erneuerbare Energien nutzen,

wie Tiefengeothermieanlagen oder Nahwärmenetze zur Verteilung erneuerbar erzeugter Wärme, zum Beispiel für Quartierslösungen von Kommunen.

Über das MAP wurden seit dem Jahr 2000 bereits über 1,8 Millionen Anlagen mit einem Volumen von rund 3,7 Milliarden Euro gefördert. Damit ist das MAP ein zentrales Instrument zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Die Einzelheiten der MAP-Förderung sind in den geltenden „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ geregelt. Weiterführende Informationen finden sich auf den Internetseiten des BMWi unter <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Foerderung/Marktanreizprogramm/marktanreizprogramm.html>.

Die Förderung im MAP beruht auf zwei Säulen. Je nach Anlagenart und -größe werden entweder über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Investitionskostenzuschüsse für kleinere Anlagen vorrangig im Gebäudebestand gewährt, die zumeist von privaten Investoren bei Ein- und Zweifamilienhäusern beantragt werden. Oder die KfW bewilligt für größere Anlagen sowie für Wärmenetze und -speicher Tilgungszuschüsse im Rahmen von zinsgünstigen Darlehen aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien (Variante Premium). Diese Investitionen werden zumeist im kommunalen gewerblichen Bereich realisiert.

In den Jahren 2000 bis 2018 wurden im Förderteil der Investitionszuschüsse (BAFA) rund 1,2 Millionen Solarthermieanlagen mit Investitionszuschüssen in Höhe von ca. 1,5 Milliarden Euro sowie rund 453.000 kleinere Biomasseheizungen, z. B. Pelletkessel, in einem Umfang von rund 922 Millionen Euro gefördert. Die hierdurch angeschobenen Investitionen betragen ca. 10,8 Milliarden Euro im Fördersegment Solarthermie und ca. 6,6 Milliarden Euro im Bereich Biomasse.

Für effiziente Wärmepumpenheizungen, die seit dem Jahr 2008 förderfähig sind, wurden bis zum Jahr 2018 in rund 142.000 Förderfällen Investitionszuschüsse mit einem Betrag von ca. 443 Millionen Euro ausgezahlt. Das ausgelöste Investitionsvolumen im Zeitraum 2008 bis 2018 betrug ca. 2,5 Milliarden Euro.

Im weiteren Förderteil des MAP, dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“, wurden in den Jahren 2000 bis 2018 für rund 25.000 größere Vorhaben zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen zugesagt. Dabei lagen das insgesamt gewährte Darlehensvolumen bei ca. 3,4 Milliarden Euro und das Volumen der Tilgungszuschüsse bei ca. 874 Millionen Euro. Diese Förderung wurde beispielsweise für Solarthermieanlagen 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 2018 aus den beiden Förderteilen des MAP (BAFA/KfW) ist in den Abbildungen 39 und 40 dargestellt.

**Abbildung 39: Marktanzreizprogramm 2018
Investitionszuschüsse, Teil BAFA**

Maßnahmen	Anzahl Bewilligungen, Teil BAFA
Biomasseanlagen	31.369
Wärmepumpen	26.259
Solarthermieanlagen	21.110
Weitere Maßnahmen	1.078
Gesamtzahl	79.816

Quelle: BMWi

**Abbildung 40: Marktanzreizprogramm 2018 – Tilgungs-
zuschüsse, Teil KfW (KfW-Programm EE Premium)**

Maßnahmen	Anzahl Bewilligungen, Teil KfW
Solkollektoranlage	23
Biomasseanlage zur Wärmeerzeugung	327
KWK-Biomasseanlage	7
Wärmenetz	958
Biogasleitung für nicht aufbereitetes Biogas	20
EE-Wärmespeicher	108
Tiefengeothermie	3
Große Wärmepumpe	5
Sonstiges	1
Gesamtzahl	1.452

Quelle: BMWi

Um die Auswirkungen der Förderung zu messen, wird das MAP fortlaufend wissenschaftlich evaluiert. Aktuelle Evaluationen und weitere Informationen zum MAP sind auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter www.bmwi.de sowie www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Foerderung/Marktanzreizprogramm/marktanzreizprogramm.html zu finden [40].

Informationen über Investitionskostenzuschüsse im Rahmen des MAP finden sich auf den Internetseiten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unter www.bafa.de, Bereich Energie/Heizen mit erneuerbaren Energien.

Weiterführende Informationen zum KfW-Programm „Erneuerbare Energien“ im Rahmen des MAP sind auf der Internetseite der KfW unter www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Erneuerbare-Energien-Umwelt/ zu finden.

Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr

Biokraftstoffe

Im Verkehrssektor leisten vor allem Biokraftstoffe wie Bioethanol, Biodiesel oder Biogas seit einigen Jahren einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. Biokraftstoffe wurden in der Bundesrepublik Deutschland zunächst ausschließlich über steuerliche Begünstigungen gefördert.

Der erste Biokraftstoffbericht des Bundesministeriums der Finanzen [41] stellte für das Jahr 2006 eine erhebliche Überkompensation der Biokraftstoffe fest. Die Steuererstattung lag deutlich über der Differenz der Produktionskosten. Aus diesem Grund wurde die Biokraftstoffförderung auf eine rein ordnungsrechtliche Förderung umgestellt [42, 43]. 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 Dieselmotoren ersetzende Biokraftstoffe bei 4,4 Prozent (energetisch) und die für Ottomotoren 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 des Jahres 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 [44]. 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 zehn Prozent im Jahr 2020 erreicht wird (zu spezifischen Vorgaben, u. a. Mehrfachanrechnungen, siehe methodische Hinweise im Anhang).

Die Mengenentwicklung bei den verschiedenen Biokraftstoffen (siehe Abbildungen 22 bis 25) steht im engen Kontext zu den Änderungen bei der Förderung seit dem Jahr 2004.

Elektromobilität

Elektromobilität ist ein zentrales Element einer klimafreundlichen Mobilität. Entsprechend hat die Bundesregierung durch Unterstützung der Forschungsförderung von derzeit jährlich gut 210 Millionen Euro, durch Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen (Ladesäulenverordnung, Elektromobilitätsgesetz) und durch das Marktanreizpaket (Umweltbonus für den Kauf von E-Mobilen, Unterstützung beim Aufbau der Ladeinfrastruktur, steuerliche Kaufanreize) die Weichen für den Markthochlauf gestellt.

Das BMWi fördert die Anschaffung von E-Mobilen über den so genannten „Umweltbonus“. Bislang wurden rund 131.000 Anträge beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gestellt. Der Umweltbonus wurde im Jahr 2019 – mit unveränderten Förderbeträgen – bis Ende 2020 verlängert (4.000 Euro für rein batterieelektrische Fahrzeuge, 3.000 Euro für Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEV), je zur Hälfte durch Bund und Industrie finanziert).

Im Rahmen des Förderaufrufs „Sofortprogramm Saubere Luft“ stehen dem BMWi 176 Millionen Euro für den Ausbau von Ladeinfrastruktur in Verbindung mit Forschungsfragen zur Verfügung. Das BMWi verfolgt zwei Ziele: Den kurzfristigen Aufbau von Ladeinfrastruktur in Kommunen und die Begleitung und Untersuchung dieser Maßnahmen im Hinblick auf Schwächen bei Netzausbau und Netzstabilität. Der Fokus wird darüber hinaus auf Lademöglichkeiten für Fahrzeugbesitzer, die über keinen Ladepunkt am eigenen Parkplatz verfügen, sowie auf Lademöglichkeiten für betriebliche Anwendungen gelegt.

Die Maßnahme ist Teil des „Sofortprogramms Saubere Luft“, das der Bund im November 2017 für bessere Luft in Städten initiiert und mit einer Milliarde Euro aufgelegt hat. Die Bundesregierung hat das Sofortprogramm zwischenzeitlich um eine halbe Milliarde Euro aufgestockt und zusätzlich rund 430 Millionen Euro für so genannte Hardware-Nachrüstungen bereitgestellt. Die Maßnahmen zur Elektrifizierung des Verkehrs umfassen damit in Summe 743 Millionen Euro. Im „Sofortprogramm Saubere Luft“ sind neben dem BMWi auch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) mit eigenen Maßnahmen beteiligt.

Derzeit sind ca. 17.400 Ladepunkte öffentlich zugänglich, davon etwa 2.100 Schnellladepunkte. Der Bund hat bereits den Aufbau von ca. 47.500 Ladepunkten gefördert (Stand März 2019). In den nächsten Monaten ist mit einer weiteren starken Zunahme an Ladepunkten zu rechnen.

Die Bundesnetzagentur (www.bundesnetzagentur.de) veröffentlicht die im Rahmen der Ladesäulenverordnung (LSV) gemeldeten Daten zur öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur in Deutschland https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html.

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) konnte im Jahr 2018 bei der Zulassung von Elektro- und Hybridfahrzeugen erneut eine erhebliche Steigerung ermittelt werden (+54,4 Prozent beziehungsweise +44,2 Prozent). Der Bestand an Elektro-Pkw stieg von 53.861 auf 83.175, der an Hybrid-Pkw von 236.710 auf 341.411 Fahrzeuge an. Der Plug-in-Hybridfahrzeugbestand wuchs um 50,8 Prozent auf 66.997 Fahrzeuge an.

Die Bundesregierung plant, den Aufbau einer Batteriezellproduktion und damit verbundener Wertschöpfungsketten in Deutschland und Europa gemeinsam mit anderen europäischen Staaten zu fördern. Zu diesem Zweck stellt das BMWi bis zu einer Milliarde Euro an Fördermitteln zur Verfügung, die im Rahmen eines „wichtigen Vorhabens gemeinsamem europäischen Interesses“ (IPCEI) vergeben werden sollen. Die Förderung soll unter anderem dazu beitragen, den Einsatz erneuerbarer Energien in der Batterieproduktion zu steigern und damit die CO₂-Lebenszyklusemissionen von Elektrofahrzeugen zu senken.

Weiterführende Informationen zur Förderung der Elektromobilität durch die Bundesregierung finden sich unter www.bmw.de/Redaktion/DE/Dossier/elektromobilitaet.html.

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Die Förderung der Energieforschung ist ein strategisches Element der Energiepolitik der Bundesregierung und dient der Umsetzung energiewirtschaftlicher und klimapolitischer Ziele im Zuge der Energiewende. Das Energieforschungsprogramm ist das elementare Instrument zur Festlegung der Grundlinien und Schwerpunkte der Förderpolitik. Seitdem im Jahr 1977 das erste Energieforschungsprogramm in Kraft getreten ist, wird die Entwicklung innovativer Energietechnologien kontinuierlich unterstützt. Indirekt werden somit auch ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum und qualifizierte Arbeitsplätze sowie ein großes Exportpotenzial geschaffen.

Das 7. Energieforschungsprogramm „Innovationen für die Energiewende“ wurde im September 2018 durch das Bundeskabinett verabschiedet. Es legt die Leitlinien für die Forschungsförderung der kommenden Jahre fest.

Der aktuelle Rahmen der Energieforschungspolitik wird durch vier Grundlinien definiert:

- Beschleunigung des Technologie- und Innovationstransfers als Voraussetzung für die effiziente, sektorübergreifende Umsetzung der Energiewende
- Erweiterung des Forschungsspektrums der Projektförderung von bisher einzeltechnologiezentrierten zu systemischen und systemübergreifenden Fragestellungen der Energiewende
- Doppelstrategie der eingesetzten Förderinstrumente: Ergänzend zur Projektförderung wird die institutionelle Forschungsförderung der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. unterstützt
- Förderung einer engeren internationalen und europäischen Vernetzung der Forschungsarbeiten

Ziel ist es, innovative ganzheitliche Lösungen für die Herausforderungen der Energiewende zu entwickeln und rasch an den Markt zu führen.

Das 7. Energieforschungsprogramm hat innerhalb der Projektförderung eine ressortübergreifende, themenorientierte Struktur. Es wurde unter der Leitung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) erstellt und wird zusammen mit den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) sowie Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) abgewickelt. Insgesamt stellt die Bundesregierung im Rahmen des Programms in den Jahren 2018 bis 2022 rund 6,8 Milliarden Euro für Forschung, Entwicklung,

Demonstration und Erprobung zukunftsfähiger Technologien und Konzepte zur Verfügung. Damit ist das Gesamtbudget des Vorläuferprogramms im Vergleichszeitraum 2013 bis 2017 um 48 Prozent angestiegen. Dies unterstreicht die Relevanz der Energieforschung für das Gelingen der Energiewende.

Im Oktober 2018 wurde vom BMWi die Förderbekanntmachung „Angewandte nichtnukleare Forschungsförderung im 7. Energieforschungsprogramm“ veröffentlicht. Hier werden Technologieentwicklungen mit einem Technologiereifegrad (TRL – Technology Readiness Level) von drei bis neun adressiert. Das heißt, erstmals ist das Energieforschungsprogramm nicht nach den zuständigen Ministerien, sondern nach dem im jeweiligen Vorhaben angestrebten Reifegrad einer Technologie strukturiert.

Im Jahr 2018 – noch unter dem 6. Energieforschungsprogramm – bewilligte das BMWi in den Bereichen Windenergie, Photovoltaik und solarthermische Kraftwerke, Geothermie, Biomasse und Wasserkraft, Stromnetze und Netzintegration erneuerbarer Energien, Energiespeicher sowie internationale Zusammenarbeit insgesamt 636 Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von über 365 Millionen Euro (siehe Abbildung 41).

Ausführliche Informationen enthält der Jahresbericht 2018 „Innovation durch Forschung – Erneuerbare Energien und Energieeffizienz: Projekte und Ergebnisse der Forschungsförderung 2018“. Auf den Internetseiten des vom BMWi beauftragten Projektträgers Jülich (www.ptj.de) finden sich unter anderem Informationen zu Förderthemen und zur Antragstellung für Forschungsförderprogramme im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien.

Abbildung 41: Neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien

	2016			2017			2018		
	Anzahl	1.000 Euro	Anteil in %	Anzahl	1.000 Euro	Anteil in %	Anzahl	1.000 Euro	Anteil in %
Windenergie	93	86.243	24	86	95.970	30	121	90.592	24,8
Photovoltaik	166	116.567	32,4	103	89.309	28	96	83.207	22,8
Solarthermische Kraftwerke	13	8.900	2,5	21	5.617	1,8	29	13.206	3,6
Geothermie	22	19.553	5,4	17	7.999	2,5	21	10.482	2,9
Wasserkraft	4	3.513	1	2	1.208	0,4	–	–	–
Biomassennutzung	37	5.976	1,7	43	6.039	1,9	47	9.097	2,5
Stromnetze und Netzintegration erneuerbare Energien ¹	119	53.227	14,8	91	54.958	17,2	135	67.247	18,4
Energiespeicher	68	38.597	10,7	94	38.195	12	108	62.992	17,3
Energiesystemanalyse und übergreifende Fragen der Energiewende	67	26.997	7,5	41	20.197	6,3	79	28.051	7,7
Sonstiges	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Gesamt	589	359.573	100	498	319.492	100	636	364.876	100

¹ Netzintegration erneuerbarer Energien: Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme

Datenplattformen der Bundesnetzagentur

Marktstammdatenregister – Daten für die Energiewende



Die Transformation des deutschen Energiesystems kann nur zielgerichtet erfolgen, wenn den verschiedenen Akteuren eine umfassende, einheitliche und zuverlässige Datenbasis als Grundlage für Entscheidungen zur Verfügung steht. Eine effiziente Vermarktung von Strom und Gas, die Beschränkung des Leitungsbaus auf das erforderliche Minimum sowie die Weiterentwicklung der Energiewende sind Herausforderungen, die nur auf Basis von verlässlichen Daten gut angegangen werden können.

Bereits im Jahr 2014 wurde die Bundesnetzagentur (BNetzA) vom Gesetzgeber mit der Einführung und Pflege eines behördlichen Registers für Erneuerbare-Energien-Anlagen betraut. Schnell wurde deutlich, dass dieses Register um sämtliche Erzeugungsanlagen und um Marktakteure erweitert werden musste. Die Ausgestaltung des neuen Gesamtregisters wird durch die Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) geregelt. Das zentrale Ziel des Marktstammdatenregisters (MaStR) ist, die energiewirtschaftlichen Prozesse zu vereinfachen, bei gleichzeitig deutlicher Steigerung der Datenqualität. Damit wird die Bürokratiebelastung der Bürger und Unternehmen reduziert.

Bisher wurden die Daten der Anlagen und Marktakteure in verschiedenen, untereinander nicht abgestimmten Registern erfasst, sodass sich viele Akteure mehrfach registrieren und ihre Daten an verschiedenen Stellen aktuell halten mussten. Im MaStR werden alle wesentlichen Stammdaten des Strom- und Gasmarktes in einem zentralen Register erfasst und zusammengeführt. Der Großteil der Daten ist öffentlich, personenbezogene Daten werden aber explizit geschützt. Behörden können auf die Daten des MaStR zugreifen. Damit können sie eigene Erhebungen entweder deutlich vereinfachen oder ganz entfallen lassen. Anlagenbetreiber und andere Marktakteure können unter Nennung ihrer MaStR-Nummern auf die Daten verweisen, die sie ins MaStR eingegeben haben.

Anlagenbetreiber müssen sich selbst und ihre Anlagen im Register registrieren und sind für die Eingabe und Pflege ihrer Daten selbst verantwortlich. Dies gilt auch für alle anderen Marktakteure. So sind auch die Strom- und Gasnetzbetreiber im MaStR präsent. Weiter sind zum Beispiel Strom- und Gaslieferanten, Direktvermarkter und energiewirtschaftliche Behörden, Verbände und Institutionen zur Registrierung verpflichtet. Eine ausführliche Darstellung, wer zur Registrierung verpflichtet ist, findet sich auf der Internetseite www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/registrierungVerpflichtet.html.

Das MaStR enthält ausschließlich Stammdaten: Namen, Adressen, Standorte, Zuordnungen, Technologien, Leistungswerte etc. Nicht enthalten sind die so genannten „Bewegungsdaten“, die mit der energiewirtschaftlichen Aktivität eines Marktakteurs oder den Vorgängen innerhalb von Anlagen verbunden sind (z. B. Produktionsmengen, Lastflussdaten oder Speicherfüllstände). Eine ausführliche Darstellung, welche Daten im MaStR erfasst werden, ist auf der Internetseite der BNetzA unter www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/hintergrund.html und in den Registrierungshilfen www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/regCheck.html zu finden. Weiterführende Informationen zum Marktstammdatenregister sind auf der Internetseite der BNetzA unter www.marktstammdatenregister.de/MaStR zu finden.

SMARD – Strommarktdaten



Mit SMARD hat die Bundesnetzagentur eine Internetplattform geschaffen, um den deutschen Strommarkt abzubilden

und mehr Transparenz zu schaffen. Hierzu werden zentrale Strommarktdaten, die von der Bundesnetzagentur direkt vom Verband der Europäischen Übertragungsnetzbetreiber bezogen werden, auf der Plattform nahezu in Echtzeit veröffentlicht. Um die Datenqualität kontinuierlich zu verbessern, steht die Bundesnetzagentur dabei in ständigem Austausch mit den Datenlieferanten.

Das Informationsangebot der Plattform ist in fünf Hauptbereiche gegliedert. Unter „Marktdaten visualisieren“ können Nutzer die Daten aus den Themenbereichen Stromerzeugung und -verbrauch, Markt sowie Systemstabilität individuell als Grafiken zusammenstellen. Dieser Datenpool wird ergänzt durch hilfreiche Erläuterungen (Bereich „Strommarkt erklärt“) und Informationen zur aktuellen Entwicklung am Markt (Bereich „Strommarkt aktuell“). Alle auf SMARD verfügbaren Marktdaten können unter der Lizenz CC BY 4.0 kostenfrei heruntergeladen, gespeichert und weiterverwendet werden (Bereich „Daten herunterladen“). Der fünfte Bereich „Deutschland im Überblick“ ist in eine Kraftwerks- und eine Marktgebietsansicht unterteilt. In der Kraftwerksansicht können Detailinformationen einschließlich der Erzeugung einzelner Kraftwerke eingesehen und die Erzeugungswerte ebenfalls im Bereich „Daten herunterladen“ bezogen werden. Die Marktgebietsansicht stellt anhand einer Karte einen Überblick über die geografische Stromerzeugungslandschaft Deutschlands bereit. Darüber hinaus werden andere wichtige Kennzahlen wie z. B. Stromverbrauch und internationale Großhandelspreise abgebildet.

Mit SMARD ist es gelungen, ein komplexes Thema einer breiten Öffentlichkeit durch ein digitales Medium zugänglich zu machen, indem die veröffentlichten Daten und Hintergrundinformationen immer einen aktuellen und umfassenden Überblick über das Geschehen am Strommarkt bieten. Dies konnte auch die Jury des „Digital Leader Awards“ überzeugen, weshalb SMARD 2018 der dritte Platz in der Kategorie „Digitize Society“ verliehen wurde.

Der Link zur Informationsplattform SMARD: www.smard.de

Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

Mit der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, die im Juni 2009 in Kraft getreten ist, hatte sich die EU bereits vor zehn Jahren ehrgeizige Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien gesetzt. So sollen bis zum Jahr 2020 die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs decken. Die Ende 2018 in Kraft getretene Neufassung der Richtlinie schreibt dieses Ziel mit 32 Prozent bis zum Jahr 2030 fort.

Die Richtlinie 2009/28/EG 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 Umsetzung dieses 20-Prozent-Ziels 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 und unter Berücksichtigung der nationalen Potenziale ermittelt. So wurde für Deutschland ein nationales Ziel von 18 Prozent festgelegt. Die Berechnung des Anteils folgt bestimmten Regeln, insbesondere werden witterungsbedingte Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft und Windenergie normalisiert, d. h., auf durchschnittliche Niederschlags- und Windverhältnisse umgerechnet. Auch die Berechnung der Erreichung des Unterziels von zehn Prozent erneuerbare Energien im Verkehr folgt bestimmten Regeln.

Auf Grundlage der Richtlinie 2009/28/EG haben die Mitgliedstaaten nationale Aktionspläne zur Umsetzung ihrer Ziele vorgelegt („National Renewable Energy Action Plans – NREAP“) und müssen der Kommission nach Artikel 22 der Richtlinie seitdem alle zwei Jahre über die Fortschritte berichten. Die Fortschrittsberichte der Mitgliedstaaten sind auf den Internetseiten der Europäischen Kommission unter <https://ec.europa.eu/energy/node/70> veröffentlicht.

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, fünften Fortschrittsbericht, der sich auf Daten von 2017 bezieht, hat die Europäische Kommission im April 2019 veröffentlicht [32]. Darin stellt die Kommission fest, dass die EU im Jahr 2017 einen Anteil von 17,5 Prozent erneuerbare Energien am

Bruttoendenergieverbrauch erreicht hat, was bereits oberhalb des Zielpfads für 2017/18 lag, sodass die EU auf gutem Wege ist, das 20-Prozent-Ziel bis 2020 zu erreichen.

Mit der Richtlinie 2009/28/EG wurde erstmals eine einheitlich für die EU geltende Gesamtregelung für alle energetischen Einsatzbereiche erneuerbarer Energieträger eingeführt. Auf diese Weise wurden ein verlässlicher EU-weiter Rechtsrahmen sowie ein klarer Ausbaupfad als Grundlage für die notwendigen Investitionen gesetzt und damit der Grundstein für den EU-weiten Ausbau der erneuerbaren Energien gelegt.

Mit der Richtlinie (EU) 2018/2001 ist am 24. Dezember 2018 die Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie in Kraft getreten. Diese schreibt im Kern das Ziel fest, den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch der EU bis zum Jahr 2030 auf mindestens 32 Prozent zu erhöhen. Die Richtlinie sieht neben gemeinsamen Förderregelungen im Strombereich insbesondere auch Maßnahmen im Wärme- und Verkehrssektor vor. So sollen die Mitgliedstaaten den Anteil erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältesektor ab dem Jahr 2021 jährlich um 1,3 Prozentpunkte steigern. Im Verkehrssektor werden die Inverkehrbringer von Kraftstoffen verpflichtet, den Anteil erneuerbarer Kraftstoffe bis zum Jahr 2030 auf 14 Prozent zu erhöhen. Dies soll insbesondere durch neue Technologien (z. B. Elektromobilität) und Kraftstoffe („Power to X“ – strombasierte synthetische Kraftstoffe) gewährleistet werden. Der Anteil der „Biokraftstoffe der ersten Generation“, die aus Anbaupflanzen hergestellt werden, wird durch die neue Richtlinie begrenzt.

Einen Rahmen für die neue Richtlinie bildet die Ende 2018 in Kraft getretene EU-Governance-Verordnung für die Energieunion. Sie verknüpft erstmals die Energie- und Klimapolitik auf europäischer Ebene. Die Europäische Union hat sich für das Jahr 2030 das Ziel gesetzt, die EU-internen Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Neben der genannten Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch soll der Primärenergieverbrauch der EU um mindestens 32,5 Prozent gegenüber einer zugrunde

gelegten Referenzentwicklung reduziert werden. Dazu sollen die europäischen Strommärkte enger zusammenwachsen und fit gemacht werden für den europaweit ansteigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien. Außerdem sollen die Rechte und Möglichkeiten der Endkunden in den Strommärkten gestärkt werden.

Mit der Governance-Verordnung wird auch ein neues Planungs- und Monitoringinstrument für die Umsetzung der Ziele der Energieunion, insbesondere der EU-2030-Ziele für Energie und Klima, eingeführt. Jeder EU-Mitgliedstaat muss für das nächste Jahrzehnt (2021–2030) einen integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan – NECP) vorlegen. In diesen NECPs müssen die Mitgliedstaaten ihre nationalen energie- und klimapolitischen Ziele, Strategien und Maßnahmen beschreiben und nationale Zielbeiträge zu den EU-2030-Zielen formulieren. Ein erster Entwurf des NECP war der Kommission bis zum 31. Dezember 2018 vorzulegen. Dem ist die Bundesregierung fristgerecht nachgekommen. Bis Ende des Jahres 2019 ist die endgültige Version des NECP unter Berücksichtigung der Empfehlungen der EU-Kommission zu übermitteln. In diese fließen auch die

Beschlüsse der Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung („Kohlekommission“) ein.

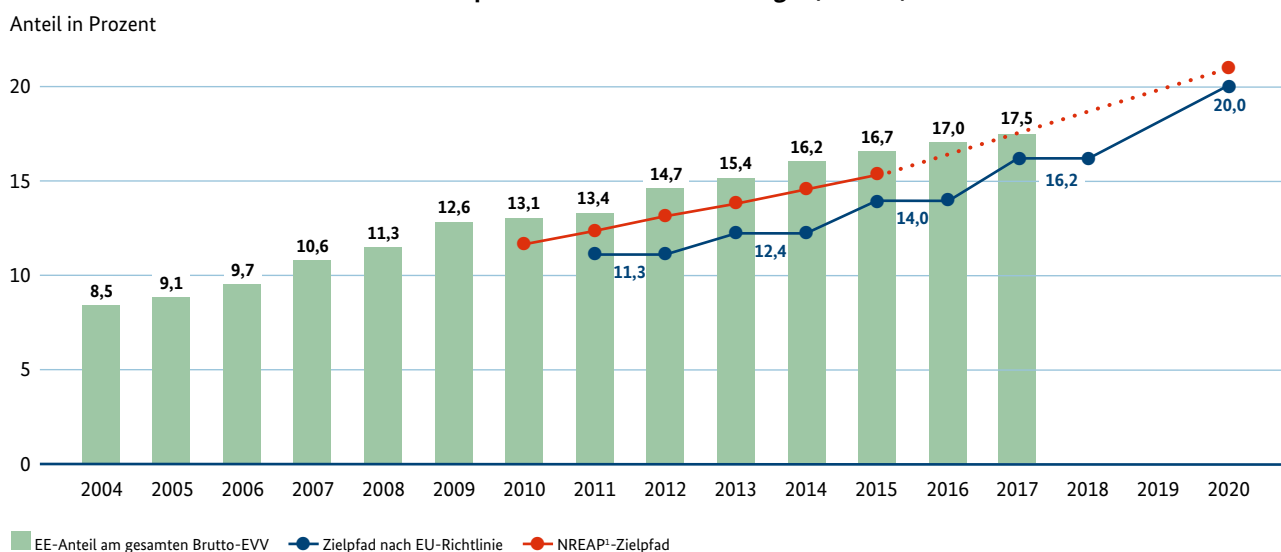
Ab dem Jahr 2023 sollen die Mitgliedstaaten wiederum alle zwei Jahre NECP-Fortschrittsberichte an die EU-Kommission übermitteln. Sie können zudem einmalig eine Überarbeitung ihrer NECPs bis zum Ende des Jahres 2024 vorlegen. Dabei dürfen die Mitgliedstaaten allerdings die Ambitionsniveaus ihrer zentralen Energie- und Klimaziele für 2030 nicht nach unten korrigieren.

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 deshalb 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.

Abbildung 42: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in der EU und Zielvorgaben der Richtlinie über Energie aus erneuerbaren Quellen und der nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAP)



¹ Das Energy Research Centre 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.

Abbildung 43: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (%)						EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom ¹ (%)				
	2005	2010	2015	2016	2017	Ziel	2005	2010	2015	2016	2017
Belgien	2,3	5,6	7,9	8,6	9,1	13	2,4	7,1	15,5	15,8	17,2
Bulgarien	9,4	14,1	18,2	18,8	18,7	16	9,3	12,7	19,1	19,2	19,1
Dänemark	16,0	22,1	31,4	32,6	35,8	30	24,6	32,7	51,4	53,9	60,4
Deutschland	7,1	11,7	14,9	14,9	15,5	18	10,5	18,2	30,8	32,2	34,4
Estland	17,4	24,6	28,4	28,6	29,2	25	1,0	10,2	14,9	15,2	17,0
Finnland	28,8	32,4	39,3	39,0	41,0	38	26,9	27,7	32,5	32,9	35,2
Frankreich	9,6	12,7	15,2	15,9	16,3	23	13,7	14,8	18,8	19,2	19,9
Griechenland	7,0	9,8	15,4	15,1	17,0	18	8,2	12,3	22,1	22,7	24,5
Irland	2,8	5,8	9,1	9,3	10,7	16	7,2	15,6	25,5	26,8	30,1
Italien	7,5	13,0	17,5	17,4	18,3	17	16,3	20,1	33,5	34,0	34,1
Kroatien	23,7	25,1	29,0	28,3	27,3	20	35,4	37,5	45,4	46,6	46,4
Lettland	32,3	30,4	37,5	37,1	39,0	40	43,0	42,1	52,2	51,3	54,4
Litauen	16,8	19,6	25,8	25,6	25,8	23	3,8	7,4	15,5	16,9	18,3
Luxemburg	1,4	2,9	5,1	5,4	6,4	11	3,2	3,8	6,2	6,7	8,1
Malta	0,1	1,0	5,2	6,2	7,2	10	0,0	0,0	4,3	5,7	6,6
Niederlande	2,5	3,9	5,7	5,9	6,6	14	6,3	9,6	11,0	12,5	13,8
Österreich	23,7	29,9	32,8	33,0	32,6	34	61,9	65,6	70,6	73,3	72,2
Polen	6,9	9,3	11,7	11,3	10,9	15	2,7	6,6	13,4	13,4	13,1
Portugal	19,5	24,2	28,0	28,4	28,1	31	27,7	40,6	52,6	54,0	54,2
Rumänien	17,2	23,1	24,8	25,0	24,5	24	26,9	30,4	43,2	42,7	41,6
Schweden	40,5	47,2	53,6	53,8	54,5	49	50,9	56,0	65,8	64,9	65,9
Slowakische Republik	6,4	9,1	12,9	12,0	11,5	14	15,7	17,8	22,7	22,5	21,3
Slowenien	16,0	20,4	21,9	21,3	21,5	25	28,7	32,2	32,7	32,1	32,4
Spanien	8,4	13,8	16,2	17,4	17,5	20	19,1	29,8	37,0	36,6	36,3
Tschechische Republik	7,1	10,5	15,0	14,9	14,8	13	3,8	7,5	14,1	13,6	13,7
Ungarn	6,9	12,7	14,4	14,3	13,3	13	4,4	7,1	7,3	7,3	7,5
Vereinigtes Königreich	1,3	3,7	8,4	9,2	10,2	15	4,1	7,5	22,3	24,6	28,1
Zypern	3,1	6,0	9,4	9,3	9,9	13	0,0	1,4	8,4	8,6	8,9
Region EU 28	9,1	13,1	16,7	17,0	17,5	20	14,8	19,7	28,8	29,6	30,7

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

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

Quellen: Eurostat, SHARES [45]

Abbildung 44: 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	2015	2016	2017	2005	2010	2015	2016	2017	
Belgien	3,4	6,1	7,7	8,1	8,0	0,6	4,7	3,9	6,0	6,6	alle Länder 10%
Bulgarien	14,3	24,4	28,6	30,0	29,9	0,8	1,4	6,4	7,2	7,2	
Dänemark	22,8	31,0	40,7	42,2	46,5	0,4	1,2	6,7	6,8	6,8	
Deutschland	7,7	12,1	13,5	13,1	13,4	4,0	6,4	6,6	7,0	7,0	
Estland	32,2	43,3	49,6	51,2	51,6	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	
Finnland	39,1	44,2	52,6	53,7	54,8	0,9	4,4	24,8	9,0	18,8	
Frankreich	12,4	16,2	19,9	21,1	21,3	2,1	6,5	8,4	8,7	9,1	
Griechenland	12,8	17,9	25,8	24,6	26,6	0,1	1,9	1,1	1,6	4,0	
Irland	3,4	4,3	6,3	6,3	6,9	0,1	2,5	5,9	5,2	7,4	
Italien	8,2	15,6	19,3	18,9	20,1	1,0	4,7	6,5	7,4	6,5	
Kroatien	30,0	32,8	38,5	37,6	36,5	1,0	1,1	3,6	1,3	1,2	
Lettland	42,7	40,7	51,7	51,8	54,6	2,4	4,0	3,9	2,8	2,5	
Litauen	29,3	32,5	46,1	46,6	46,5	0,6	3,8	4,6	3,6	3,7	
Luxemburg	3,6	4,7	7,1	7,3	8,1	0,1	2,1	6,7	5,9	6,4	
Malta	1,0	7,5	14,8	16,1	19,8	0,0	0,0	4,8	5,4	6,8	
Niederlande	2,4	3,1	5,4	5,4	5,9	0,5	3,3	5,4	4,9	5,9	
Österreich	21,9	28,7	32,0	32,2	32,1	5,1	10,7	11,4	10,6	9,7	
Polen	10,2	11,7	14,5	14,7	14,5	1,6	6,6	5,6	3,9	4,2	
Portugal	32,1	33,9	33,5	35,1	34,4	0,5	5,5	7,4	7,7	7,9	
Rumänien	17,9	27,2	25,9	26,9	26,6	1,6	3,4	5,5	6,2	6,6	
Schweden	51,8	60,9	68,6	68,5	69,1	6,2	9,2	25,1	31,1	32,1	
Slowakische Republik	5,0	7,9	10,8	9,9	9,8	1,6	5,3	8,5	7,7	7,0	
Slowenien	18,9	28,1	33,9	34,0	33,2	0,8	3,1	2,2	1,6	2,7	
Spanien	9,4	12,6	17,0	17,1	17,5	1,3	5,0	1,3	5,3	5,9	
Tschechische Republik	10,9	14,1	19,7	19,8	19,7	0,9	5,1	6,5	6,4	6,6	
Ungarn	9,9	18,1	21,2	20,9	19,6	0,9	6,1	7,1	7,6	6,8	
Vereinigtes Königreich	0,8	2,6	6,1	7,0	7,5	0,5	3,3	4,5	5,0	5,1	
Zypern	10,0	18,2	22,5	23,0	24,5	0,0	2,0	2,5	2,7	2,6	
Region EU 28	11,1	15,4	18,8	19,0	19,5	1,8	5,2	6,6	7,1	7,4	

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

Quellen: Eurostat, SHARES [45]

Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2018 nach RL 2009/28/EG

Nach ersten vorläufigen Berechnungen und Schätzungen auf Basis der Berechnungsmethodik der EU-Richtlinie erreichen die erneuerbaren Energien im Jahr 2018 einen Anteil von 16,6 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) in Deutschland.

Damit konnte eine Steigerung gegenüber dem Vorjahreswert (15,5 Prozent) registriert werden. Mit dem im Jahr 2018 erreichten Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch hat Deutschland das nationale Zwischenziel der EU-Richtlinie 2009/28/EG der Jahre 2017/2018 (13,7 Prozent) übertroffen.

Abbildung 45: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland

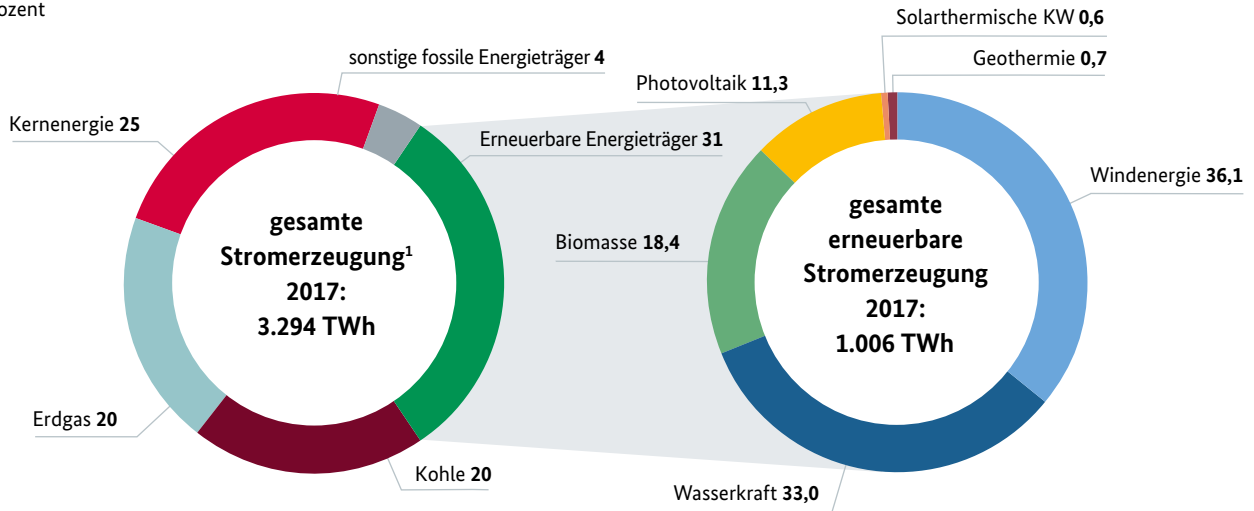
Berechnet nach EU-Richtlinie

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	(%)												
EE-Anteil am BEEV Strom	10,5	11,8	13,6	15,0	17,3	18,2	20,9	23,6	25,3	28,1	30,8	32,2	34,4
EE-Anteil am BEEV Wärme/Kälte	7,7	8,4	10,2	10,3	11,2	12,1	12,6	13,5	13,5	13,5	13,5	13,1	13,4
EE-Anteil am EEV Verkehr	4,0	6,8	7,5	6,4	5,9	6,4	6,5	7,4	7,3	6,9	6,6	7,0	7,0
EE-Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch	7,1	8,4	10,0	10,0	10,8	11,7	12,5	13,6	13,8	14,4	14,9	14,9	15,5

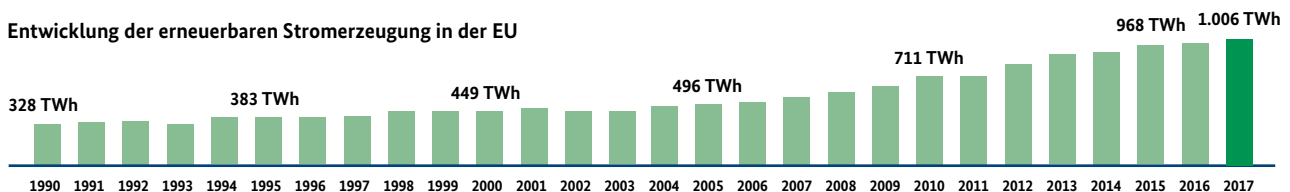
Quelle: Eurostat, SHARES [45]

Abbildung 46: Stromerzeugung in der EU im Jahr 2017

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, Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff (nrg_ba_peh) [46]

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

Lag der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttostromverbrauch der EU noch im Jahr 2005 bei nur rund 15 Prozent [45], so zeigt sich durch eine Analyse der nationalen Aktionspläne, dass die Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG implizit bereits das Ziel einer Verdoppelung dieses Anteils bis zum Jahr 2020 enthält.

Diese Zielmarke wurde im Jahr 2017 bereits erreicht. Dies zeigt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich bislang deutlich schneller voranschreitet als im Wärme- und Verkehrsbereich. So wurden in der EU

im Jahr 2017 aus allen erneuerbaren Quellen zusammen 1.006 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt (2005: 496 Milliarden Kilowattstunden), was einem Anteil von gut 30 Prozent am Bruttostromverbrauch entspricht.

Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit einem Anteil von über zwei Dritteln den erneuerbaren Strom dominierte, war im Jahr 2017 erstmals die Windenergie mit 36 Prozent die bedeutendste erneuerbare Stromquelle. Gleichzeitig sank der Anteil der Wasserkraft auf nur noch 33 Prozent. Nach Windenergie und Wasserkraft folgen Biomasse mit 18 Prozent und Photovoltaik mit elf Prozent.

Abbildung 47: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	(TWh)									
Biomasse ¹	69,8	124,1	133,4	149,0	157,8	167,6	178,3	181,2	185,3	
Wasserkraft ²	348,4	408,0	341,3	367,7	404,2	407,4	372,1	381,0	331,3	
Windenergie	70,5	149,4	180,1	206,1	236,8	253,2	302,0	302,9	362,4	379,3
Geothermie	5,4	5,6	5,9	5,8	6,0	6,3	6,6	6,7	6,7	
Photovoltaik	1,5	22,5	45,6	67,8	81,3	92,8	102,8	105,8	113,5	122,3
Solarthermie	0,0	0,8	2,0	3,8	4,8	5,5	5,6	5,6	5,9	
Meeresenergie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	
EE gesamt	496,0	710,8	708,7	800,6	891,3	933,1	967,8	983,7	1.005,6	
EE-Anteil am Bruttostromverbrauch³ (%)	14,9	21,1	21,4	24,1	27,1	22,1	29,7	30,0	30,4	
	(TWh)									
EU-Bruttostromerzeugung – gesamt	3.315,2	3.362,0	3.305,0	3.299,3	3.274,1	3.194,4	3.239,4	3.261,8	3.294,3	
Import	335,2	298,7	329,8	363,1	349,6	386,9	410,6	382,5	384,7	
Export	319,4	291,2	322,6	344,4	337,0	371,4	396,2	364,2	374,5	

1 einschließlich Bio-, Klär- und Deponiegas, flüssigen und festen biogenen Brennstoffen sowie dem erneuerbaren Anteil 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 2017 Eurostat, 2018 EurObserv'ER – Daten für Windenergie und Photovoltaik vorliegend).

Quellen: Eurostat, Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff (nrg_ba_peh) [46]; EurObserv'ER [47], [48]

Abbildung 48: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU im Jahr 2017

	Wasserkraft ¹	Windenergie	Feste Biomasse ²	Biogase ³	Flüssige Biobrennstoffe	Photovoltaik	Solarthermie-KW	Geothermie	Meeresenergie	Gesamt
	(TWh)									
Belgien	1,4	6,5	4,8	0,9	0,04	3,3	–	–	–	17,0
Bulgarien	3,5	1,5	0,2	0,2	–	1,4	–	–	–	6,8
Dänemark	0,02	14,8	5,7	0,7	–	0,8	–	–	–	21,9
Deutschland	26,2	105,7	16,6	33,9	0,4	39,4	–	0,16	–	222,3
Estland	0,03	0,7	1,0	0,04	–	–	–	–	–	1,8
Finnland	14,8	4,8	11,4	0,4	0,01	0,04	–	–	–	31,5
Frankreich	55,1	24,7	5,6	2,1	< 0,01	9,6	–	0,13	0,52	97,7
Griechenland	4,0	5,5	0,01	0,3	–	4,0	–	–	–	13,9
Irland	0,9	7,4	0,5	0,2	–	0,01	–	–	–	9,1
Italien	38,0	17,7	6,6	8,3	4,5	24,4	–	6,2	–	105,7
Kroatien	5,5	1,2	0,2	0,3	–	0,08	–	–	–	7,3
Lettland	4,4	0,2	0,5	0,4	–	0,0	–	–	–	5,5
Litauen	1,2	1,4	0,4	0,1	–	0,1	–	–	–	3,1
Luxemburg	1,4	0,2	0,1	0,1	–	0,1	–	–	–	1,9
Malta	–	0,0	–	0,01	–	0,16	–	–	–	0,2
Niederlande	0,1	10,6	3,7	0,9	–	2,2	–	–	–	17,4
Österreich	42,3	6,6	4,0	0,6	< 0,01	1,3	–	< 0,01	–	54,7
Polen	3,0	14,9	5,4	1,1	< 0,01	0,17	–	–	–	24,6
Portugal	7,6	12,2	2,9	0,3	–	1,0	–	0,22	< 0,01	24,3
Rumänien	14,9	7,4	0,5	0,1	–	1,9	–	–	–	24,6
Schweden	65,2	17,6	12,0	0,01	0,04	0,23	–	–	–	95,1
Slowakische Republik	4,6	0,01	1,1	0,6	–	0,5	–	–	–	6,8
Slowenien	4,1	0,01	0,2	0,1	< 0,01	0,3	–	–	–	4,7
Spanien	21,1	49,1	5,1	0,9	–	8,5	5,9	–	–	90,7
Tschechische Republik	3,0	0,6	2,3	2,6	–	2,2	–	–	–	10,8
Ungarn	0,2	0,8	1,8	0,3	–	0,3	–	< 0,01	–	3,5
Vereinigtes Königreich	8,8	50,0	24,1	7,7	–	11,5	–	–	< 0,01	102,2
Zypern	–	0,2	–	0,1	–	0,2	–	–	–	0,4
Region EU28	331,3	362,4	116,9	63,4	5,0	113,5	5,9	6,7	0,5	1.005,6

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

1 Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher

2 inkl. biogenen Anteils des Abfalls

3 inkl. Klär- und Deponiegas

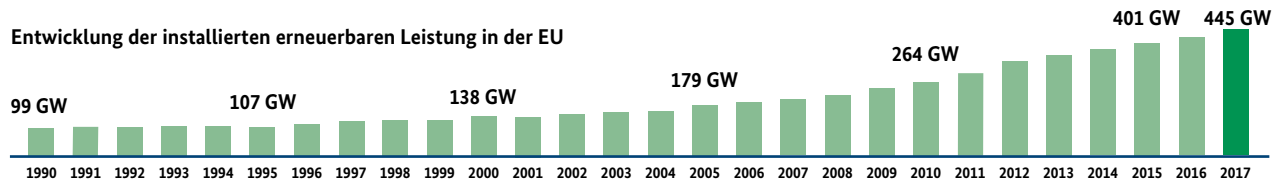
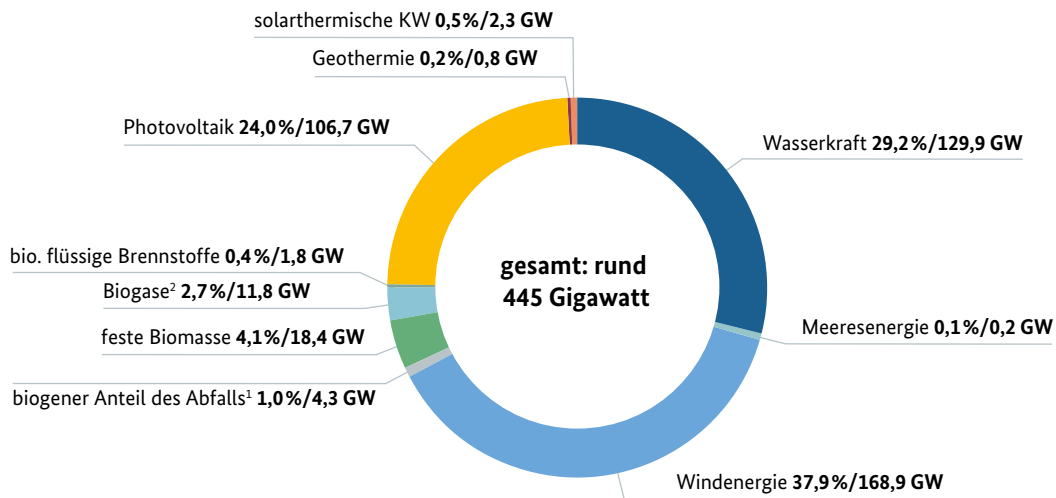
Quelle: Eurostat, Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff (nrg_bal_peh) [46]

Den EU-weit höchsten Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch hatten im Jahr 2017 Schweden mit knapp 66 Prozent, gefolgt von Dänemark mit 60 und Lettland sowie Portugal mit jeweils 54 Prozent. Die geringsten Anteile verzeichneten Malta (knapp sieben Prozent), Ungarn und Luxemburg (jeweils rund acht Prozent) und Zypern (neun Prozent).

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien stieg weniger stark an als die installierte Leistung. Dies liegt daran, dass die Technologien Wind und insbesondere

Sonne niedrigere Volllaststunden aufweisen als Wasserkraft, die im Jahr 2005 noch den Bestand dominierte. Lag die installierte Leistung der erneuerbaren Energien im Jahr 2005 noch bei 179 Gigawatt, so war sie bis Ende des Jahres 2017 bereits um das Anderthalbfache auf rund 445 Gigawatt gestiegen. Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit zwei Dritteln der damals installierten Leistung dominierte, lag im Jahr 2017 die Windenergie mit 38 Prozent der installierten Leistung an der Spitze – gefolgt von der Wasserkraft mit einem Anteil von 29 Prozent und der Photovoltaik mit 24 Prozent.

Abbildung 49: Gesamte installierte Leistung der erneuerbaren Stromerzeugung in der EU im Jahr 2017



1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt
 2 inkl. Deponie- und Klärgas
 Wird der Jahresertrag einer Erzeugungsanlage durch ihre Nennleistung dividiert, erhält man die Anzahl der Stunden die ebene Erzeugungsanlage theoretisch bei voller Leistung betrieben werden müsste, um ihren Jahresenergieertrag bilanziell zu erreichen.

Quelle: Eurostat, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen (nrg_inf_epcrw) [49]

Windenergienutzung

Nachdem noch im Jahr 2017 ein neuer Rekordwert verzeichnet werden konnte, brach der Ausbau der Windenergienutzung auch in der EU im Jahr 2018 ein. Der Netto-Leistungszubau lag laut European Wind Energy Association (EWEA) [50] bei knapp 9,7 Gigawatt und damit um ein gutes Drittel niedriger als im Vorjahr. Auch wenn der Zubau in fast allen EU-Ländern rückläufig war, schlug der deutliche Rückgang in Deutschland am stärksten zu Buche. Dennoch verzeichnete Deutschland im EU-weiten Vergleich nach wie vor den stärksten Leistungszubau. Der Anteil Deutschlands am Nettozubau in der EU betrug 33 Prozent (2017: 44 Prozent). Weitere substantielle Anteile am Nettozubau entfielen auf das Vereinigte Königreich mit 22 Prozent (2017: 18 Prozent) und Frankreich mit 16 Prozent (2017: 16 Prozent).

Insgesamt verfügte die EU Ende des Jahres 2018 über eine installierte Windenergieleistung von 178,8 Gigawatt. Mit 33 Prozent belegt Deutschland auch hier die Spitzenposition. Weitere Länder mit hoher Leistung sind Spanien mit 13, das Vereinigte Königreich mit zwölf und Frankreich mit neun Prozent Anteil in der EU.

Wenn die installierte Windenergieleistung auf die Einwohnerzahl der einzelnen Mitgliedstaaten bezogen wird, ergibt sich folgendes Bild: Der EU-Durchschnitt lag Ende

des Jahres 2018 bei 349 Kilowatt pro 1.000 Einwohner. Im Länderranking lag Dänemark mit 996 Kilowatt pro 1.000 Einwohner nach wie vor klar an erster Stelle. Auf den zweiten Platz rückte Irland mit 738 Kilowatt pro 1.000 Einwohner, dicht gefolgt von Schweden mit 732 Kilowatt pro 1.000 Einwohner. Deutschland nimmt mit 716 Kilowatt pro 1.000 Einwohner ebenfalls einen vorderen Platz ein (Rang 4, 2017: Rang 2).

Betrachtet man nur die auf See (offshore) installierte Windenergieleistung, so ging auch hier der Zubau gegenüber dem bisherigen Rekordjahr 2017 (3.154 Megawatt) merklich auf 2.661 Megawatt zurück. Ende des Jahres 2018 war damit in den Gewässern der EU eine Windenergieleistung von fast 18,5 Gigawatt installiert. Dies entsprach gut zehn Prozent der Windenergie-Gesamtleistung. Die höchsten Anteile an der installierten Offshore-Leistung entfielen mit 44 Prozent auf das Vereinigte Königreich und mit 34 Prozent auf Deutschland. Auf Dänemark entfiel ein Anteil von sieben Prozent auf Belgien und die Niederlande jeweils sechs Prozent.

Alle in der EU installierten Windenergieanlagen produzierten im Jahr 2018 über 362 Milliarden Kilowattstunden Strom [47]. Die größten Strommengen wurden mit knapp 106 Milliarden Kilowattstunden in Deutschland, 50 Milliarden Kilowattstunden im Vereinigtem Königreich und 49 Milliarden Kilowattstunden in Spanien erzeugt.

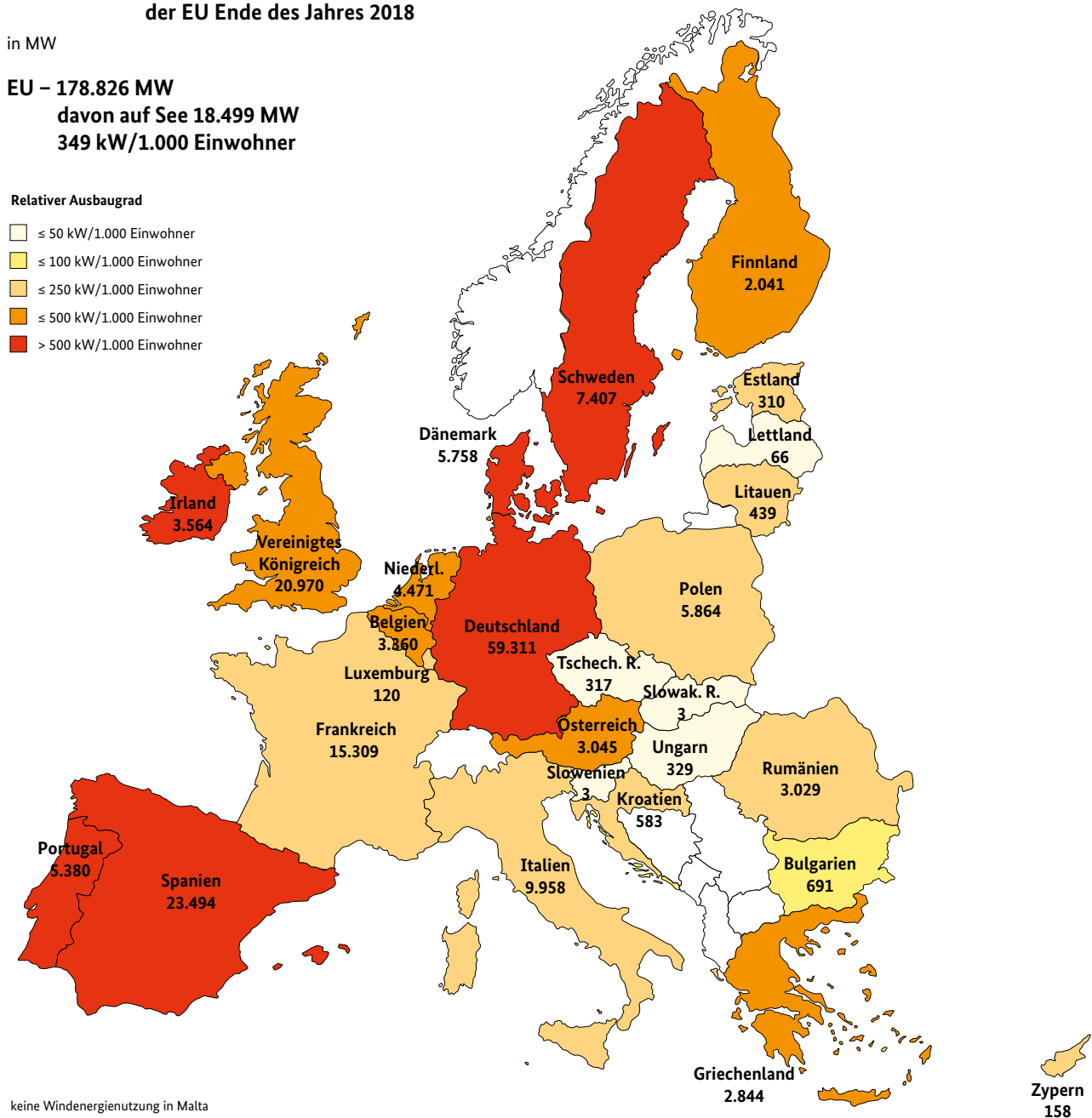
Abbildung 50: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU Ende des Jahres 2018

in MW

EU – 178.826 MW
davon auf See 18.499 MW
349 kW/1.000 Einwohner

Relativer Ausbaugrad

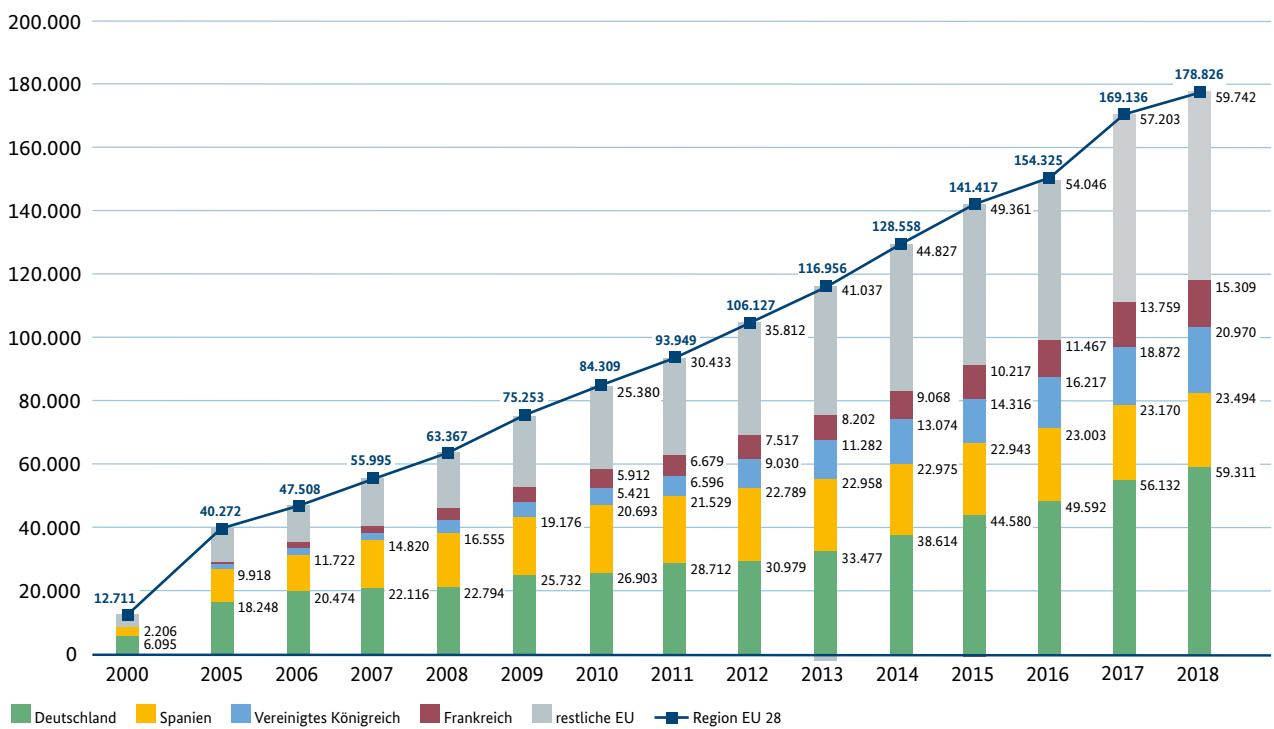
- ≤ 50 kW/1.000 Einwohner
- ≤ 100 kW/1.000 Einwohner
- ≤ 250 kW/1.000 Einwohner
- ≤ 500 kW/1.000 Einwohner
- > 500 kW/1.000 Einwohner



Quelle: EWEA [50]

Abbildung 51: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten

kumulierte Windenergieleistung (MW)

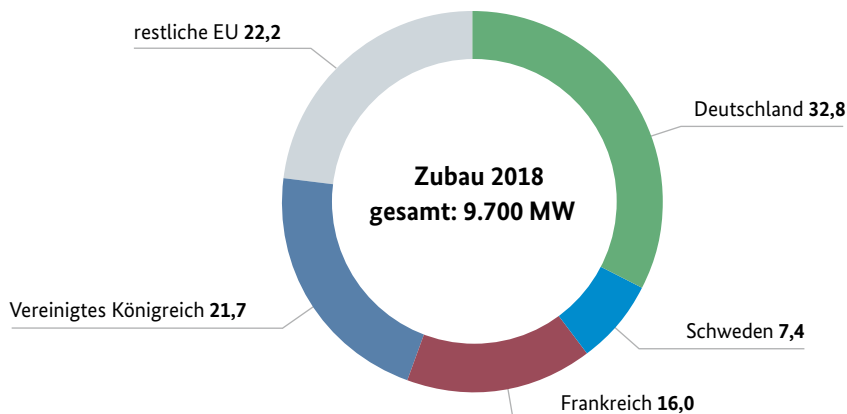


Die gesamte Windleistung 2018 entspricht nicht genau der Summe aus installierter Leistung Ende 2017 plus Zubau 2018. Dies ist auf Repowering und Stilllegung bestehender Windenergieanlagen sowie die Rundung von Daten zurückzuführen.

Quelle: Eurostat, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen (nrg_inf_epcrw) [49]; EWEA [50]

Abbildung 52: Zubau an Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2018

in Prozent

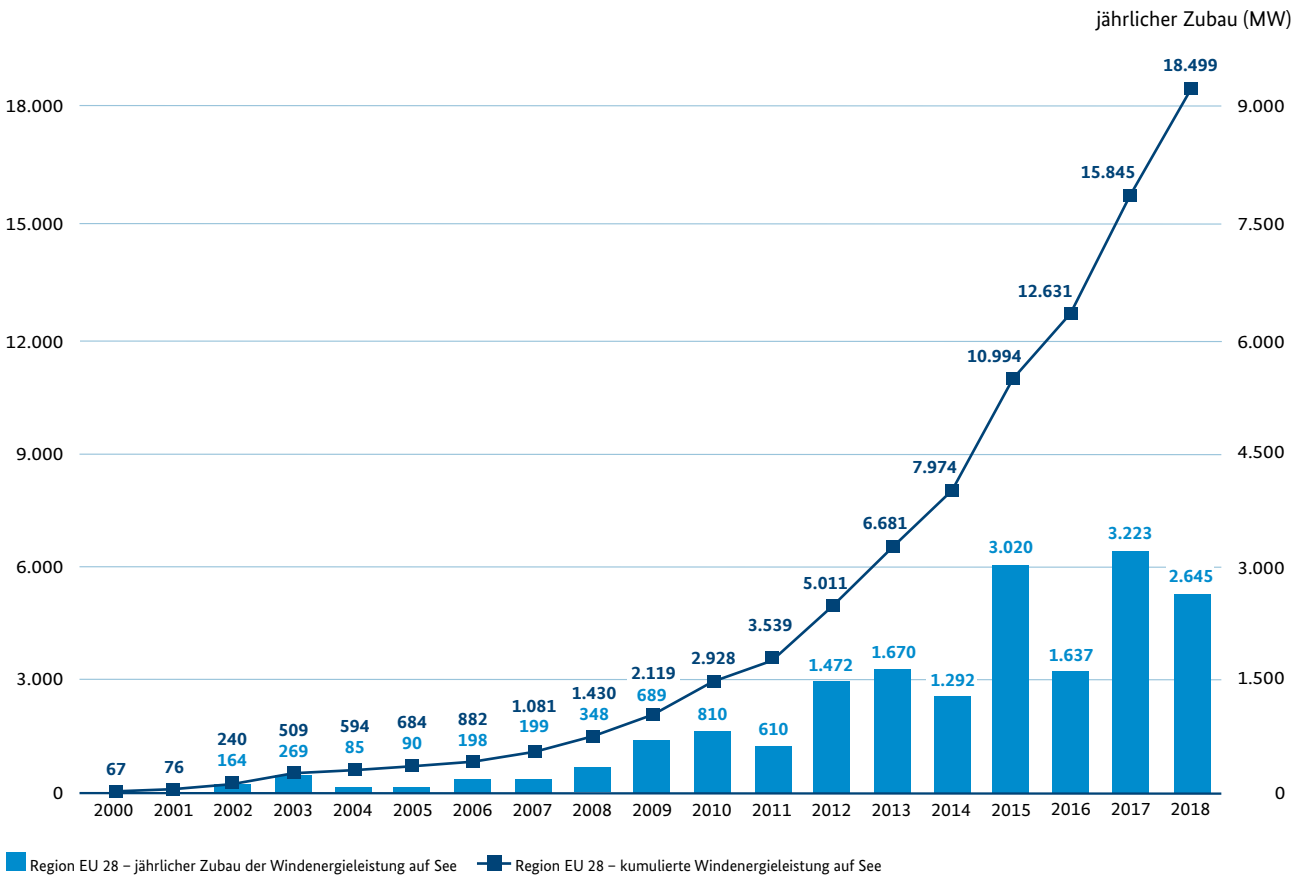


Die gesamte Windleistung 2018 entspricht nicht genau der Summe aus installierter Leistung Ende 2017 plus Zubau 2018. Dies ist auf Repowering und Stilllegung bestehender Windenergieanlagen sowie die Rundung von Daten zurückzuführen.

Quelle: EWEA „Offshore“ [51]

Abbildung 53: Zubau und kumulierte installierte Windleistung auf See

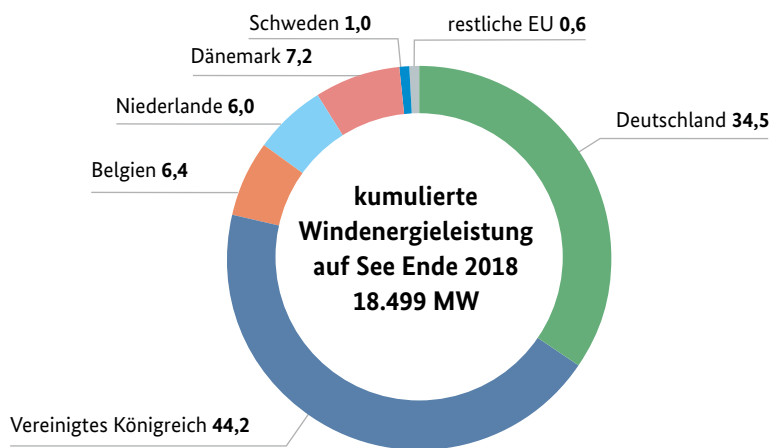
kumulierte Windenergieleistung auf See (MW)



Quelle: EWEA, „Offshore“ [51]

Abbildung 54: Anteil einzelner Länder an der Windenergieleistung auf See im Jahr 2018

in Prozent



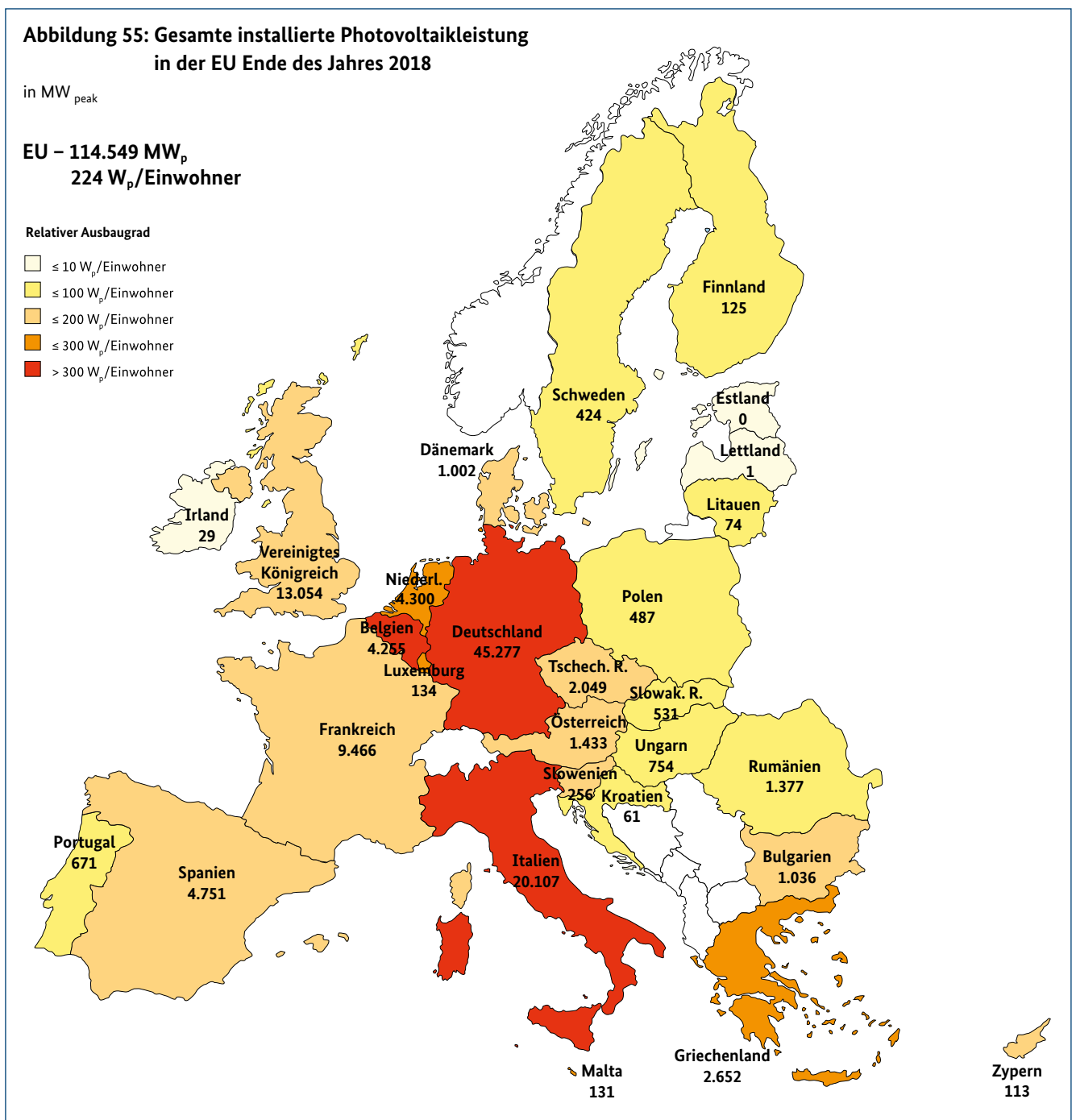
Quelle: EWEA, „Offshore“ [51]

Solarenergienutzung – Stromerzeugung

Nach einer Schwächephase hat der europäische Photovoltaikmarkt im Jahr 2018 wieder deutlich Fahrt aufgenommen. Mit insgesamt 7,6 Gigawatt lag die neu installierte Photovoltaikleistung um ein Drittel höher als im Vorjahr (2017: 5,7 Gigawatt) [52]. Deutschland behielt dabei mit einem Anteil von 39 Prozent klar die Spitzenposition. Dahinter gab es deutliche Änderungen gegenüber den Vorjahren. Denn die Niederlande holten kräftig auf und erreichten mit 19 Prozent den zweiten Rang gefolgt von Frankreich mit elf Prozent. Weiter zurück fiel das Vereinigte Königreich, das noch vor zwei Jahren den Spitzen-

platz belegte und nun mit lediglich 271 Megawatt Zubau nur noch Rang sieben nach Italien, Ungarn und Belgien belegt.

Damit waren in der EU Ende des Jahres 2018 insgesamt gut 114,5 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert. Mit 40 Prozent hat Deutschland hieran den weitaus höchsten Anteil. Es folgen Italien mit 18 Prozent, das Vereinigte Königreich mit elf Prozent und Frankreich mit acht Prozent. Betrachtet man die installierte Leistung pro 1.000 Einwohner, so lag diese EU-weit inzwischen bei 224 Kilowatt. Auch hier lag Deutschland mit 547 Kilowatt vorn, gefolgt von Belgien mit 373 und Italien mit 332 Kilowatt.



Quelle: EurOberserv'ER, „Photovoltaic Barometer“ [52]

Auch EU-weit machte sich der sonnenreiche Sommer des Jahres 2018 bemerkbar, denn die gesamte Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen lag mit mehr als 122 Milliarden Kilowattstunden um knapp acht Prozent höher als im Vorjahr (2017: 113,5 Milliarden Kilowattstunden).

Neben Photovoltaikanlagen werden in der EU auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie genutzt. Ihre sinnvolle Nutzung ist jedoch auf die südeuropäischen Regionen mit hohen Sonnenstundenzahlen begrenzt. Die Förderbedingungen in Spanien waren für solche Kraftwerke zeitweise besonders attraktiv. Dadurch hatte sich das Land sowohl in der EU als auch global zum Vorreiter bei der solarthermischen Stromerzeugung entwickelt. Entsprechend befindet sich fast die gesamte in der EU installierte Leistung solarthermischer Kraftwerke von gut 2.300 Megawatt in Spanien. Mit rund fünf Milliarden Kilowattstunden Strom decken diese Anlagen jedes Jahr rund zwei Prozent des spanischen Stromverbrauchs [52].

Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung

Nach dem Solarthermie-Barometer von EurObserv'ER [48] ist der EU-weite Solarthermiemarkt nach einem fast zehn Jahre andauernden Abwärtstrend im Jahr 2018 erstmals wieder gewachsen. Mit einer Solarkollektorfläche von gut 2,2 Millionen Quadratmetern – entsprechend einer thermischen Leistung von 1,55 Gigawatt – wurden 8,4 Prozent mehr Kollektoren neu installiert als im Vorjahr (2017: 2,04 Millionen Quadratmeter). Ende des Jahres 2018 war damit EU-weit eine Kollektorfläche von knapp 53,5 Millionen Quadratmetern entsprechend einer thermischen Leistung von 37,4 Gigawatt installiert.

Obwohl der Solarthermiemarkt in Deutschland anders als im EU-Trend weiter schrumpfte, war er mit 573.500 Quadratmetern neuer verglaster Kollektorfläche nach wie vor der größte in Europa. Griechenland als Zweitplatziertes holte aber mit 328.500 weiter auf. An dritter Stelle folgte erstmals Polen, wo die neue installierte Kollektorfläche mit 310.000 Quadratmetern im Jahr 2018 gegenüber dem Vorjahr fast verdreifacht wurde. Der polnische Markt war damit der wichtigste Treiber für den EU-weiten Aufwärtstrend. Es folgten Spanien mit 205.500 und Frankreich mit 156.100 Quadratmetern.

Betrachtet man die Ende 2018 insgesamt installierte Kollektorfläche, so lag hier Deutschland mit 19,3 Millionen Quadratmetern weiter vorn gefolgt von Österreich mit 5,1 Millionen, Griechenland mit 4,7, Spanien mit 4,3 und Italien mit 4,2 Millionen Quadratmetern. Bezogen auf die installierte Kollektorfläche pro Einwohner führte nach wie vor Zypern mit 1,24 Quadratmetern vor Österreich mit 0,58 und Griechenland mit 0,44 Quadratmetern.

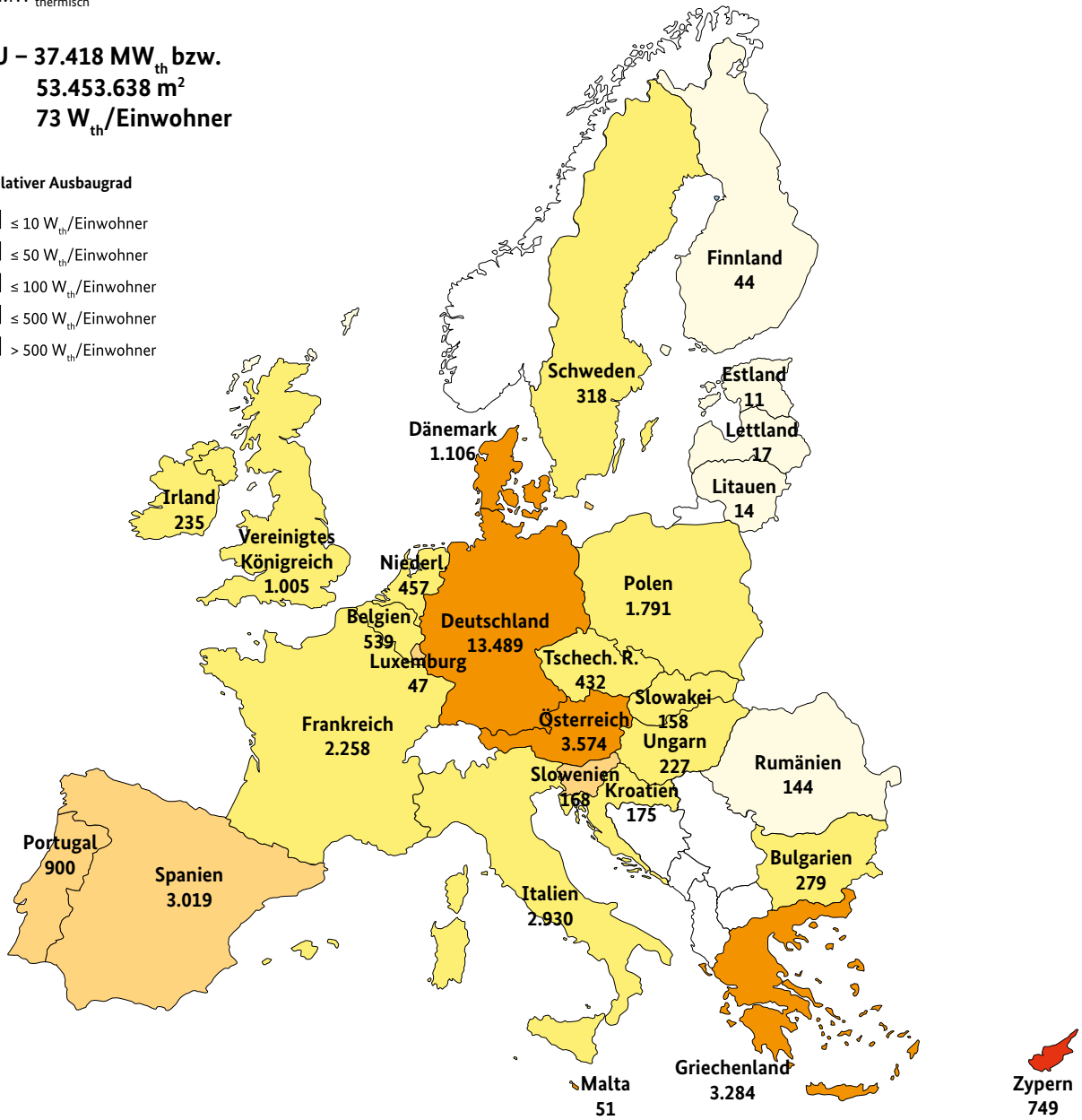
Abbildung 56: Gesamte installierte solarthermische Leistung in der EU im Jahr 2018

in MW_{thermisch}

**EU – 37.418 MW_{th} bzw.
53.453.638 m²
73 W_{th}/Einwohner**

Relativer Ausbaugrad

- ≤ 10 W_{th}/Einwohner
- ≤ 50 W_{th}/Einwohner
- ≤ 100 W_{th}/Einwohner
- ≤ 500 W_{th}/Einwohner
- > 500 W_{th}/Einwohner



Angaben sind geschätzt; th = thermisch

Quelle: EurObserv'ER, „Solar Thermal Barometer“ [48]

Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

Die EU-Richtlinie 2009/28/EG hat als verbindliches Ziel für den Verkehrssektor festgelegt, dass bis zum Jahr 2020 der Anteil des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung von Mehrfachanrechnungen mindestens zehn Prozent betragen soll. Aufgrund der Diskussionen um die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen der ersten Generation und des wachsenden Interesses an Optionen der Elektromobilität stagnierte die Nutzung von Biodiesel und Bioethanol noch im Jahr 2016. Seit dem Jahr 2017 zeigt sich jedoch wieder ein Aufwärtstrend. Nach einem Anstieg im vergangenen Jahr wuchs der Verbrauch von Bioethanol und Biodiesel in der EU im Jahr 2018 nochmals um insgesamt rund neun Prozent auf etwa 19.635 Kilotonnen an. Mit etwa neun Prozent war dabei der Anstieg bei Biodiesel etwas stärker als das Wachstum bei Bioethanol mit plus sieben Prozent (siehe auch Abbildung 57).

Der regionale Absatz von Elektrofahrzeugen in Europa stieg im Jahr 2018 um rund 40 Prozent auf nunmehr etwa 350.000 Fahrzeuge an. Die größte Anzahl an Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen konnte Norwegen (rund 86.300) verzeichnen, gefolgt von Deutschland mit rund 67.500, Großbritannien mit rund 59.900 und Frankreich mit rund 53.700 Fahrzeugen. In den Niederlanden und Spanien wurden je rund 29.000 Fahrzeuge neu zugelassen. Der Absatz in der EU entspricht etwa 16 Prozent des weltweiten Absatzes von Elektrofahrzeugen [53].

Die Abbildung 57 zeigt den Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) und Bioethanol im Jahr 2017 sowie auch die vorläufigen Werte für 2018. Angaben zu den sonstigen Biokraftstoffen (Biomethan, reines Pflanzenöl), die jedoch auch nur eine sehr untergeordnete Bedeutung haben, sind dort nicht enthalten.

Weiterführende Informationen zum Thema Biokraftstoffe in Europa finden sich auf der Internetseite des EurObserv'ER [54] unter www.eurobserv-er.org/category/all-biofuels-barometers/, (u. a. auch zum Einsatz von Biogas als Kraftstoff).

Abbildung 57: Verbrauch an Bioethanol und Biodiesel in den EU-Mitgliedstaaten in den Jahren 2017 und 2018

	2017			2018 ¹		
	Bioethanol	Biodiesel Kilotonnen (kt)	Gesamt	Bioethanol	Biodiesel Kilotonnen (kt)	Gesamt
Belgien	139,8	429,4	569,2	160,2	410,7	570,9
Bulgarien	41,3	159,8	201,1	44,3	156,0	200,3
Dänemark	–	260,8	260,8	–	286,0	286,0
Deutschland	1.169,0	2.279,0	3448,0	1.206,0	2.402,0	3.608,0
Estland	–	–	–	–	–	–
Finnland	128,4	299,8	428,2	139,0	269,0	408,0
Frankreich	783,1	3.108,6	3.891,7	867,7	2.967,9	3.835,6
Griechenland	–	195,1	195,1	–	197,0	197,0
Irland	37,3	87,4	124,7	27,3	49,1	76,4
Italien	38,5	1.166,8	1.205,2	38,2	1.379,9	1.418,2
Kroatien	–	0,4	0,4	–	27,8	27,8
Lettland	12,4	3,3	15,6	13,2	26,9	40,1
Litauen	13,9	60,2	74,1	20,0	91,0	111,0
Luxemburg	–	–	–	–	–	–
Malta	–	7,7	7,7	–	8,9	8,9
Niederlande	224,8	448,6	673,4	251,5	706,0	957,5
Österreich	89,1	277,6	366,7	101,5	270,9	372,3
Polen	247,3	453,4	700,7	246,7	791,3	1.038,0
Portugal	5,2	283,9	289,0	6,9	300,8	307,7
Rumänien	142,3	234,6	376,8	142,0	234,0	376,0
Schweden	247,0	1.452,0	1.699,0	312,0	1.077,0	1.389,0
Slowakische Republik	61,0	154,0	215,0	58,0	153,0	211,0
Slowenien	–	41,0	41,0	–	57,7	57,7
Spanien	217,0	1.298,0	1.515,0	242,0	1.728,0	1.970,0
Tschechische Republik	117,1	276,2	393,3	121,1	230,3	351,3
Ungarn	41,0	76,0	117,0	69,0	129,0	198,0
Vereinigtes Königreich	605,0	629,0	1.234,0	603,4	1.011,9	1.615,4
Zypern	–	4,0	4,0	–	3,3	3,3
Region EU28	4.360,4	13.686,2	18.046,6	4.670,0	14.965,4	19.635,4

1 vorläufige Daten

Quelle: Eurostat, Energy Balances – Early estimates [55]

Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien

Erneuerbare Energien leisten einen stetig steigenden Beitrag zur globalen Energieversorgung. Wenn die im Klimaabkommen von Paris vereinbarten Ziele erreicht und der potenziell wachsende Energiebedarf nachhaltig gedeckt werden sollen, muss das Tempo des Ausbaus erneuerbarer Energien jedoch deutlich gesteigert werden.

So hat die International Renewable Energy Agency (IRENA) in ihrer jüngsten Roadmap [56] skizziert, dass ein auf erneuerbaren Energien basierender Ausbau der Elektrifizierung die energiebedingten CO₂-Emissionen zügig und substanzial verringern kann. Auf diese Weise würde Strom als Energieträger wichtiger werden und im IRENA-Szenario seinen Anteil am globalen Endenergieverbrauch von heute 20 Prozent auf fast 50 Prozent im Jahr 2050 steigern. Dies wäre eine Verdopplung des gesamten Stromverbrauchs, der aber zu 86 Prozent mit erneuerbaren Energien gedeckt werden könnte. Dafür müssten die Kapazitäten für die Stromerzeugung aus Windenergie bis zum Jahr 2050 auf über 6.000 Gigawatt, für Photovoltaik auf 8.500 Gigawatt ausgebaut werden.

Insbesondere für die Entwicklungsländer sind die Erneuerbare-Energien-Technologien ein Schlüsselfaktor, um die Armut zu bekämpfen. Denn noch immer sind über eine Milliarde Menschen ohne Zugang zu Strom. Aufgrund ihres dezentralen Charakters können erneuerbare Energien eine Basisversorgung sichern, z. B. über netzferne Photo-

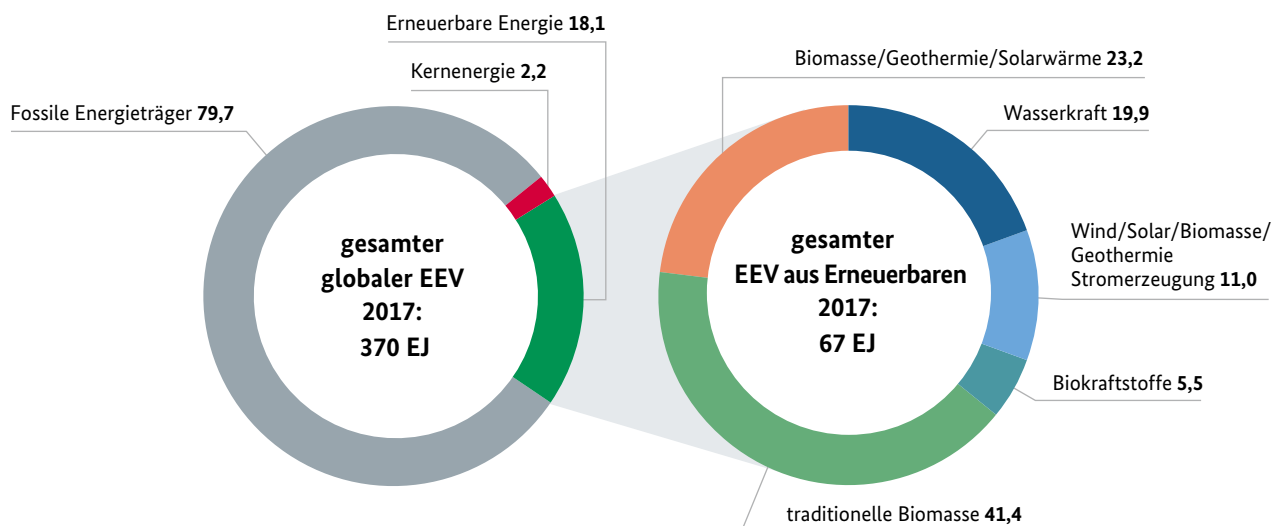
voltaikanlagen für den häuslichen Bedarf oder zur Dorfstromversorgung. Erneuerbare Energien können so zu verbesserten Lebensbedingungen beitragen und wirtschaftliche Entwicklungschancen eröffnen. Nach Schätzungen der IEA sind allein rund 2,7 Milliarden Menschen auf traditionelle Biomassenutzung zum Kochen angewiesen. Doch einfache Formen des Kochens und Heizens mit Biomasse mithilfe von offenem Feuer sind häufig mit irreversibler Abholzung von Wäldern verbunden und bergen zudem erhebliche Gesundheitsrisiken für die Nutzer selbst [57].

Nachfolgende Daten zur globalen Nutzung erneuerbarer Energien werden entsprechend ihrer Verfügbarkeit zum Zeitpunkt der Erstellung der Broschüre verwendet und beziehen sich daher noch nicht vollständig auf das Jahr 2018.

Im Jahr 2017 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch nach Schätzungen von REN21 [58] weltweit 18,1 Prozent, was etwa dem Niveau

Abbildung 58: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs (EEV) im Jahr 2017

in Prozent



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

des Vorjahres entsprach. Daran zeigt sich, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien nicht genügend mit dem steigenden globalen Energieverbrauch Schritt halten konnte, um steigende Anteile verzeichnen zu können. Fossile Energieträger hatten einen Anteil von 79,7 Prozent am gesamten Energieverbrauch und die Kernenergie einen Anteil von 2,2 Prozent. Zwar verzeichnen moderne Formen der Nutzung erneuerbarer Energien seit Jahren erfreuliche Wachstumsraten, doch verbergen sich hinter den 18,1 Prozent noch immer 7,5 Prozent, die auf traditionelle Biomassenutzung zurückgehen.

Traditionelle Biomassenutzung 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.

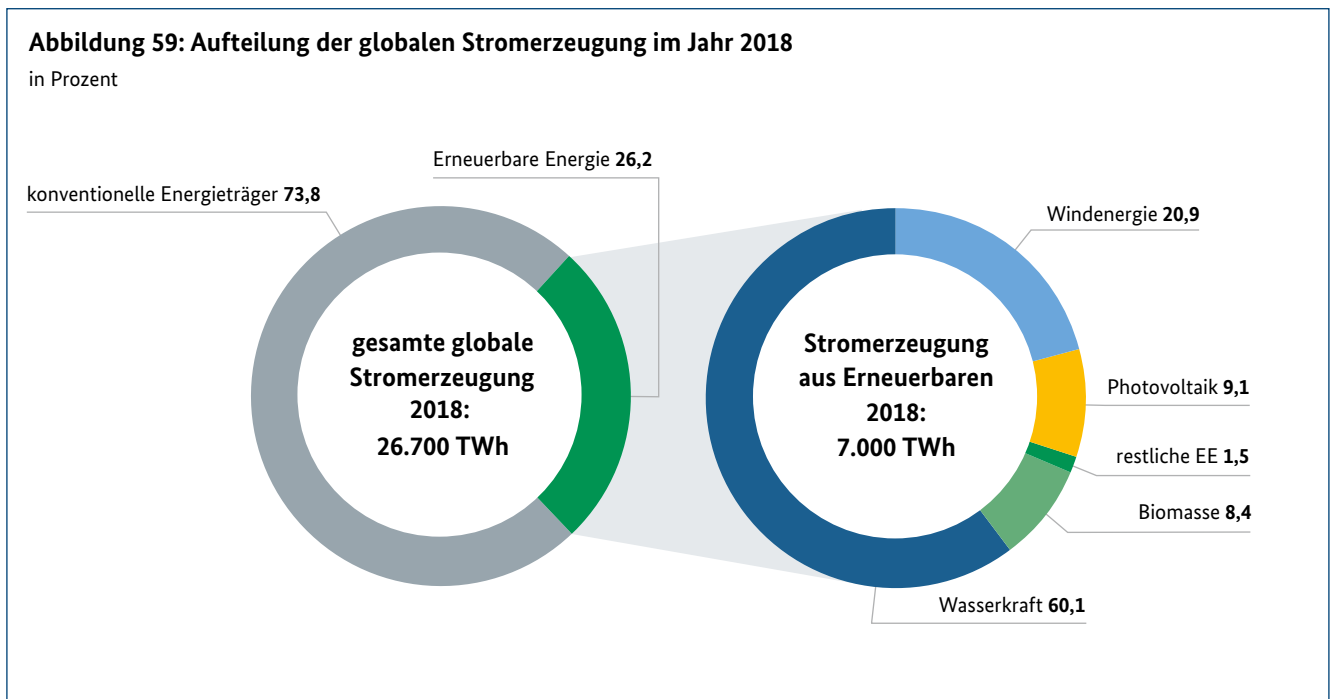
Von den 10,6 Prozent der Endenergiebereitstellung aus modernen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien entfielen 4,2 Prozent auf Biomasse-, Erd- und Solarwärme, 3,6 Prozent auf Wasserkraft und 2,0 Prozent auf Strom aus Wind, Sonne, Biomasse und Geothermie. Der Rest entfiel auf Biokraftstoffe im Verkehr. Damit verzeichnete der Stromsektor das stärkste Wachstum (2016: 1,7 Prozent).

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Auch global findet das bedeutendste Wachstum der erneuerbaren Energien im Stromsektor statt. Nach REN21 [58] wurden im Jahr 2018 weltweit 7.000 Terawattstunden Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt – knapp vier Prozent mehr als im Vorjahr. Laut REN21 stieg aber die gesamte globale Stromerzeugung mit knapp fünf Prozent noch stärker an, sodass der Anteil der erneuerbaren Energien leicht von 26,5 auf 26,2 Prozent sank. Dies verdeutlicht, dass das Tempo beim Ausbau der erneuerbaren Energien dringend weiter steigen muss.

Auch global geht das gegenwärtige Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor allem auf Windenergie und Photovoltaik zurück. Diese konnten ihre Anteile gegenüber dem Vorjahr von 5,3 auf 5,5 Prozent bzw. von 1,9 auf 2,4 Prozent steigern. Der Anteil der Wasserkraft, die vor wenigen Jahren noch den überwiegenden Teil des Stroms aus erneuerbaren Energien ausmachte, nahm hingegen weiter auf 15,8 Prozent (2017: 16,4 Prozent) ab.

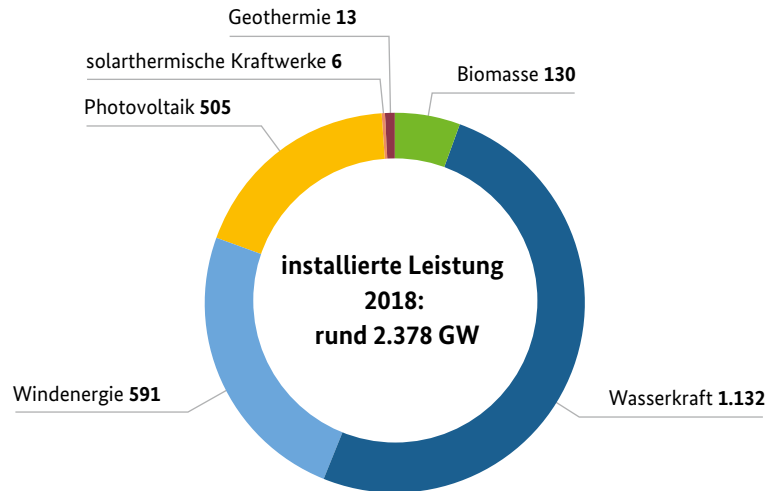
Betrachtet man die im Stromsektor neu installierte Leistung, so wird auch daran der weltweite Trend hin zu den erneuerbaren Energien deutlich. Insgesamt 181 Gigawatt Leistung



Quelle: REN21: Renewables 2019 Global Status Report; REN21 Sekretariat, Paris, 2019 [58]

Abbildung 60: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zum Jahresende 2018

Gigawatt (GW)



Quelle: REN21: Renewables 2019 Global Status Report; REN21 Secretariat, Paris, 2019 [58]

zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wurde im Jahr 2018 neu installiert, geringfügig mehr als im Vorjahr (178 Gigawatt). Damit entfielen bei der insgesamt im Stromsektor zugebauten Leistung 64 Prozent auf Sonne, Wind und Co. Die Photovoltaik lag mit 55 Prozent oder rund 100 Gigawatt vorn gefolgt von Windenergie mit 28 Prozent und Wasserkraft mit elf Prozent.

Ende des Jahres 2018 waren damit weltweit 505 Gigawatt Photovoltaikleistung und 591 Gigawatt Windenergieleistung am Netz. Erstmals überholten die beiden Technologien zusammen damit die Wasserkraft, die mit 1.132 Gigawatt nur eine geringfügig höhere installierte Leistung als im Vorjahr aufwies. Ohne Wasserkraft war Ende des Jahres 2018 damit weltweit eine Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien von 1.246 Gigawatt installiert. China liegt nach den Daten von REN21 inzwischen mit 404 Gigawatt (plus 21 Prozent gegenüber 2017) mit weitem Abstand auf der Spitzenposition. Es folgen die USA mit 178 Gigawatt (plus zwölf Prozent), Deutschland mit 113 Gigawatt (plus sieben Prozent) und Indien mit 78 Gigawatt (plus 28 Prozent) [58]. Mit 51 Gigawatt im Jahr 2018 wurde der Vorjahreswert (53 Gigawatt) beim Ausbau der Nutzung der **Windenergie** knapp verfehlt. Von dem Ausbau entfielen knapp 47 Gigawatt auf Windenergieanlagen an Land und 4,5 Gigawatt auf Offshore-Anlagen. China lag hier mit allein 21,1 Gigawatt wie in den Vorjahren deutlich an der Spitze gefolgt von den USA mit 7,6 Gigawatt. In beiden Ländern legte der Zubau gegenüber dem Vorjahr leicht zu, während der Windenergieausbau in den dritt- und viertplatzierten Ländern Deutschland (3,1 Gigawatt) und Indien (2,2 Gigawatt) stark rückläufig war. Insgesamt war Ende

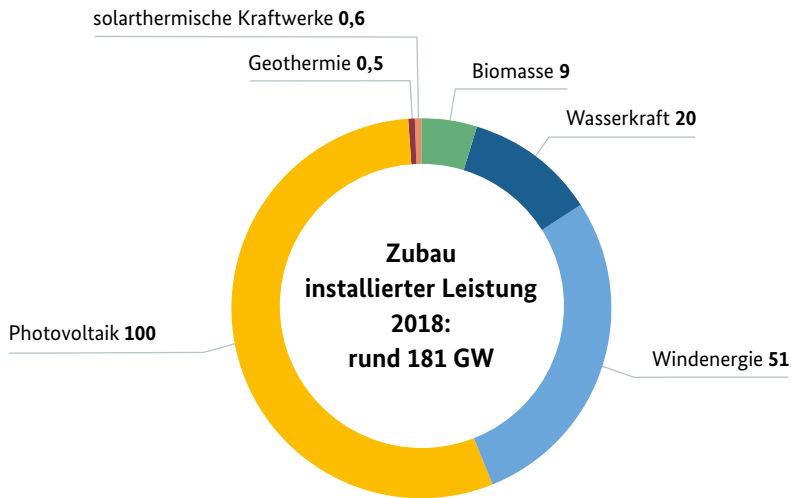
des Jahres 2018 eine Windenergieleistung von 591 Gigawatt installiert (davon 23,1 Gigawatt offshore). Auch hier lag China mit 210 Gigawatt ebenfalls klar an erster Stelle.

Der weltweite Zubau von **Photovoltaik** erreichte im Jahr 2018 erstmals die 100-Gigawatt-Marke, lag damit aber nur leicht über dem Vorjahreswert (98 Gigawatt). China lag hier wie schon in den Vorjahren mit allein 45 Gigawatt mit weitem Abstand auf dem Spitzenplatz. Mit 10,8 Gigawatt lag erstmals Indien auf Platz zwei gefolgt von den USA mit 10,6 Gigawatt und Japan mit 6,5 Gigawatt. Deutschland rangierte mit 3,0 Gigawatt auf Platz sechs hinter Australien (3,8 Gigawatt). Ende des Jahres waren damit weltweit 505 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert, davon allein über 176 Gigawatt in China. Den höchsten Photovoltaikanteil im Strommix erreichte Honduras mit 12,1 Prozent gefolgt von Italien und Griechenland mit jeweils 8,2 Prozent und Deutschland mit 7,7 Prozent. Auch **Solkraftwerke** (Concentrated Solar Power, CSP) konnten im Jahr 2018 wieder einen Zubau verzeichnen. Die installierte Leistung stieg bei einem geschätzten Zubau von 550 Megawatt um mehr als elf Prozent auf rund 5,5 Gigawatt an.

Die weltweit installierte Leistung zur Stromerzeugung aus **Biomasse** ist im Jahr 2018 um rund neun Gigawatt auf 130 Gigawatt angestiegen. Führend waren hier China, die USA und Brasilien. Die Stromerzeugungsleistung aus **Geothermie** stieg um rund 0,5 Gigawatt auf 13,3 Gigawatt. Führend beim Zubau waren wie im Vorjahr Indonesien und die Türkei.

Abbildung 61: Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2018

Gigawatt (GW)



Abweichungen durch Rundungen

Quelle: REN21, Renewables 2019 Global Status Report; REN21 Sekretariat, Paris, 2019 [58]

Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren

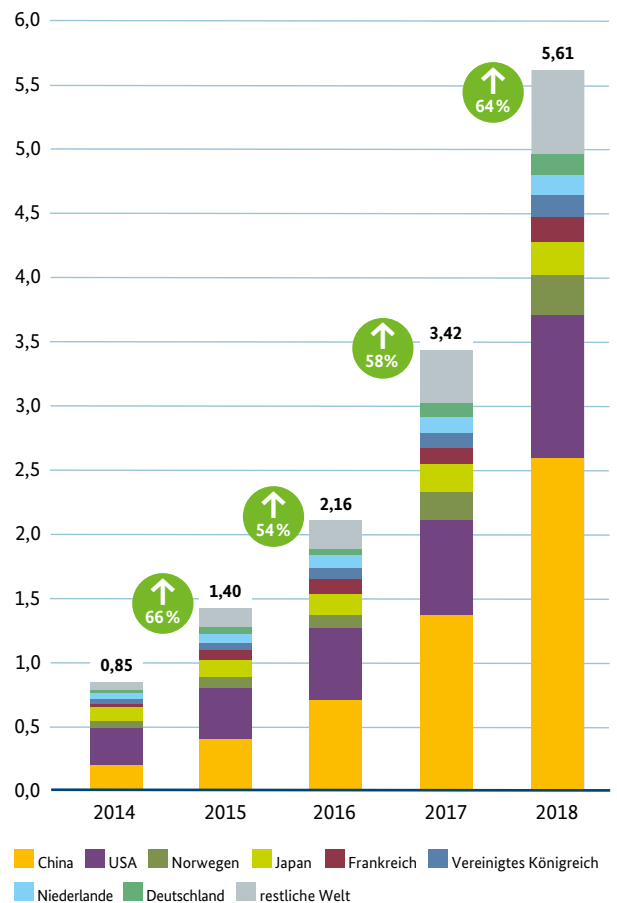
Auch weltweit wachsen die erneuerbaren Energien im Wärme- und Kältebereich, der gut die Hälfte des Endenergieverbrauchs ausmacht, deutlich langsamer als im Strombereich. Während die erneuerbare Stromerzeugung zwischen 2013 und 2017 um 25 Prozent zulegte, betrug der Zuwachs bei der Wärmebereitstellung nur fünf Prozent. Knapp zehn Prozent des weltweiten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte wurden im Jahr 2016 von modernen erneuerbaren Energien (ohne traditionelle Biomassenutzung) bereitgestellt [58].

Im Verkehrsbereich lag der Zuwachs der erneuerbaren Energien zwischen 2013 und 2017 bei 18 Prozent. Im Jahr 2016 wurden weltweit 3,3 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs für Verkehr von erneuerbaren Energien bereitgestellt. Mit 3,0 Prozent entfiel der überwiegende Teil auf Biokraftstoffe, 0,3 Prozent entfielen auf Elektromobilität [58].

Die Anzahl an Elektroautos stieg weltweit von 3,4 Millionen im Jahr 2014 auf 5,6 Millionen im Jahr 2018 an. Das Wachstum hat sich damit zum zweiten Mal in Folge beschleunigt, alleine zwischen 2016 und 2017 konnte ein Plus von 58 Prozent und zwischen 2017 und 2018 ein Plus von 64 Prozent verzeichnet werden. Markttreiber sind vor allem China und die USA: China liegt bei den Gesamtzahlen mit 2,6 Millionen E-Autos weiter unangefochten auf Platz eins weltweit. Danach folgen die USA mit 1,1 Millionen Elektrofahrzeugen.

Abbildung 62: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen

Gesamtbestand in Mio.



Berücksichtigt wurden Personenkraftfahrzeuge und leichte Nutzfahrzeuge mit ausschließlich batterieelektrischem Antrieb oder mit Range Extender sowie Plug-In-Hybride.

Quelle: ZSW [54]

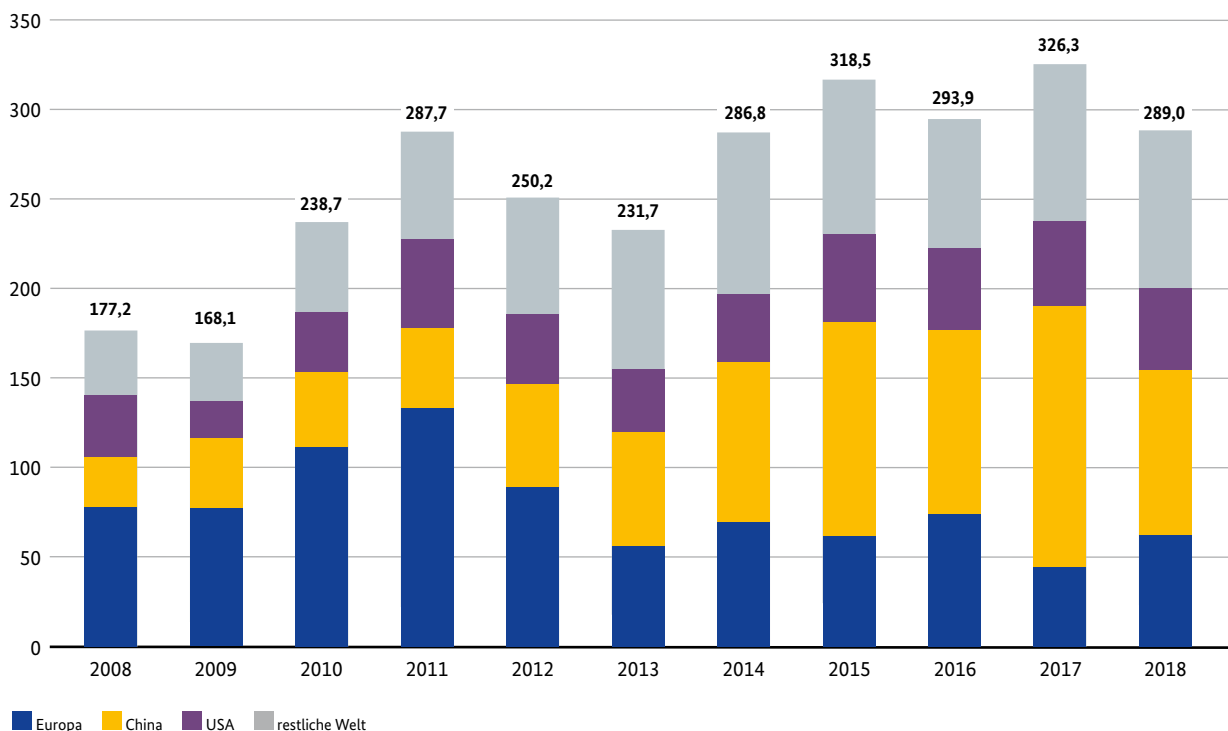
Investitionen und Beschäftigung

Seit Jahren sind Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien auch weltweit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Im Jahr 2018 gingen die Investitionen jedoch gegenüber dem Vorjahr um gut elf Prozent auf 289 Milliarden US-Dollar zurück. Das Absinken der Investitionen bedeutet aber keinen Rückgang des Zubaus

erneuerbarer Energien, sondern ist insbesondere auf die weiter kräftig gesunkenen Preise für Photovoltaik und andere Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien zurückzuführen. Die meisten Investitionen in erneuerbare Energien wurden mit 91,2 Milliarden Dollar in China getätigt. Auf Platz zwei steht Europa mit 61,2, auf Platz drei die USA mit 48,5 Milliarden Dollar [58].

Abbildung 63: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen

EE-Investitionen nach Regionen (Mrd. USD)



Quelle: REN21, Renewables 2019 Global Status Report; REN21 Secretariat, Paris, 2019 [58]

Abbildung 64:
Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren in den Jahren 2017 und 2018

Sektor	2017	2018	Wachstum 2017/2018 %
EE- Investitionen (Mrd. USD)			
Wind (an Land und auf See)	131	134	2
Solarenergie	179	140	-22
Biokraftstoffe	3	3	-7
Biomasse ¹	6	9	54
Wasserkraft ²	4	1	-75
Geothermie	2	2	-9
Meeresenergie	0,2	0,2	12
Gesamt	326	289	-11

1 inkl. Abfall

2 nur kleine Wasserkraftanlagen < 10 MW

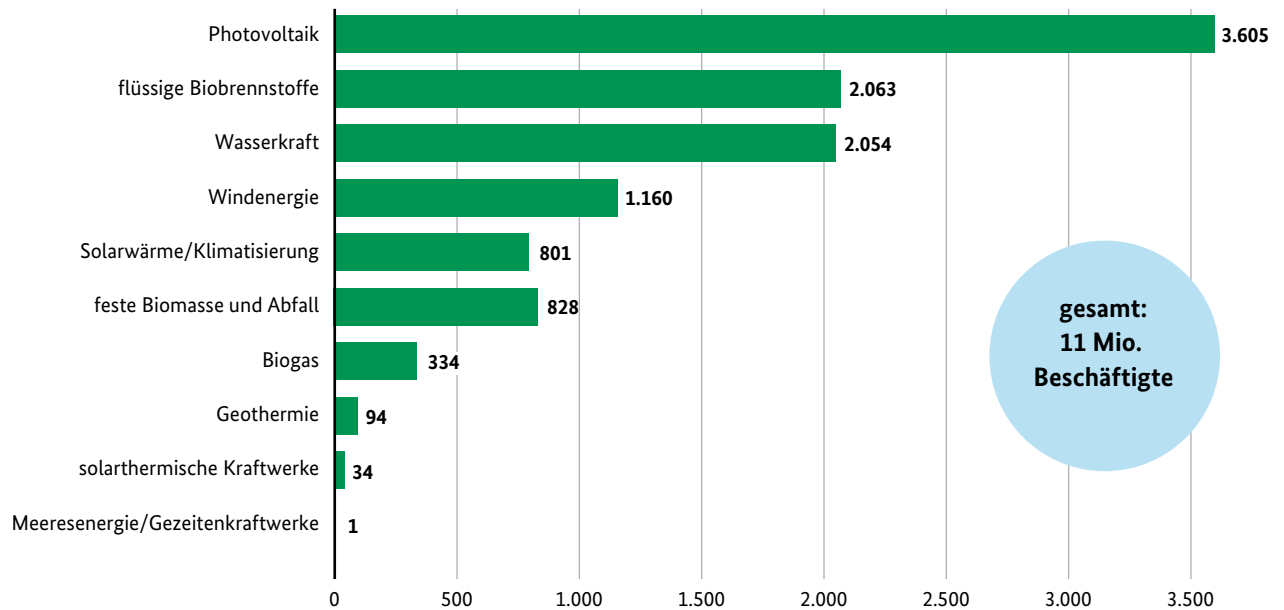
Quelle: REN21, Renewables 2019 Global Status Report; REN21 Sekretariat, Paris, 2019 [58]

Im Jahr 2018 entfiel mit 140 Milliarden US-Dollar der größte Teil der Investitionen auf die Photovoltaik. Das ist trotz leicht gestiegener Anzahl der Anlagen ein Rückgang gegenüber dem Vorjahr um 22 Prozent. Dies ist auf gesunkene Preise zurückzuführen. Die Windenergie hingegen verzeichnete ein leichtes Plus und belegte mit 134 Milliarden US-Dollar Rang zwei. Zusammen machten diese beiden Technologien rund 95 Prozent der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien (ohne große Wasserkraft) aus.

Die Anzahl der Beschäftigten im Erneuerbaren-Sektor hat im Jahr 2018 nach Angaben von IRENA [59] weltweit um eine knappe halbe Million Menschen zugenommen, sodass mittlerweile knapp elf Millionen Menschen in dieser Branche einen Arbeitsplatz hatten. Mit ca. 3,6 Millionen arbeitete ein gutes Drittel davon in der Photovoltaikbranche, gefolgt von der Biokraftstoffindustrie, die mit gut zwei Millionen gleichauf mit der Wasserkraft lag. Es folgte die Windenergie mit knapp 1,2 Millionen Arbeitsplätzen.

Abbildung 65: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2018

in 1.000 Beschäftigten



Quelle: IRENA - Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019 [59]

Anhang

Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien

Internationale Agentur für Erneuerbare Energien – IRENA

Die Internationale Agentur für erneuerbare Energien (IRENA) ist eine internationale Regierungsorganisation zur weltweiten Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Die IRENA hat aktuell 160 Mitglieder, 23 Staaten befinden sich im Beitrittsprozess. 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. Seit April 2019 leitet der Italiener Francesco La Camera als Generaldirektor das IRENA-Sekretariat. Die IRENA beschäftigt derzeit ca. 200 Mitarbeiter.

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. Sie ist damit Exzellenzzentrum für Wissen über erneuerbare Energien. Ihre Aufgabe ist ferner Industrie-, 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 weltweiten Einsatz von Erneuerbare-Energien-Technologien zu unterstützen. Regierungen, nationale und internationale Institutionen, Nichtregierungsorganisationen und der Privatsektor sind dabei unverzichtbare Partner.

Arbeitsprogramm und Budget

Das aktuelle Arbeitsprogramm für die Jahre 2018/2019 ist in sechs Hauptthemen und -ziele („thematic programme areas“) gegliedert:

1. Centre of Excellence for Energy Transformation
2. Global Voice of Renewables
3. Network Hub
4. Source of Advice and Support
5. International Cooperation and Strategic Engagement
6. Efficient, Transparent and Innovative Management

Für diese Bereiche steht ein Budget von rund 22 Millionen US-Dollar pro Jahr zur Verfügung. Dazu kommen weitere freiwillige Beiträge der Mitgliedsstaaten.

IRENA hat sich in den letzten Jahren insbesondere mit der Analyse und der Entwicklung von Maßnahmen zur Umsetzung des Ziels der UN-Initiative „Sustainable Energy for All“ einen Namen gemacht. Sie hat das Ziel, den globalen Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 auf 36 Prozent zu verdoppeln. IRENA hat bei dieser Initiative die Rolle des „Renewable Energy Hubs“ übernommen. Sie legt mit der vom IITC erarbeiteten Studie „REmap 2030“ dar, wie das Ziel der Verdopplung erreicht werden kann. Darauf aufbauend hat IRENA zusammen mit der IEA im Rahmen der deutschen G20-Präsidentschaft im Jahr 2017 eine 2050-Perspektive entwickelt, die die globale Transition des Energiesektors im Einvernehmen mit den Pariser Klimazielen beschreibt und den dafür erforderlichen Investitionsrahmen abschätzt. Die Modellierung von IEA und IRENA kommt zu dem Ergebnis, dass eine globale Energiewende technisch machbar und ökonomisch zu vertretbaren Kosten zu erreichen ist [60]. Die IRENA aktualisiert diese Studie jährlich.

Nähere Informationen zu den Publikationen der IRENA lassen sich auf der Webseite der Organisation abrufen: (<https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>).

Weitere Arbeitsschwerpunkte betreffen Finanzierungsfragen im Bereich der erneuerbaren Energien, Analysen zu Ressourcenpotenzial, Rahmenbedingungen für Investitionen sowie sozioökonomischen Folgen, Beschäftigungseffekten und Umweltauswirkungen von Erneuerbare-Energien-Technologien. Schlüsselprojekte sind etwa Studien zum Kostenreduktionspotenzial der erneuerbaren Energien und den globalen makroökonomischen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien.

Des Weiteren hilft IRENA Ländern und Regionen, Einführung und Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen. Dazu führt IRENA in einzelnen Entwicklungsländern so genannte „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.

Hauptorgane und Struktur

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

Der aus 21 Mitgliedern bestehende Rat prüft Berichte und Dokumente, insbesondere das IRENA-Arbeitsprogramm und Budget, und legt diese der Vollversammlung zur Entscheidung vor. Die 17. Tagung des Rates fand am 25. und 26. Juni 2019 in Abu Dhabi (Vereinigte Arabische Emirate) statt.

Das Sekretariat setzt das IRENA-Arbeitsprogramm um und unterstützt die Versammlung, den Rat und weitere Unterorgane bei der Ausübung ihrer Funktionen. Das Sekretariat wird vom IRENA-Generaldirektor geleitet und ist in drei Hauptabteilungen aufgliedert, von denen zwei in Abu Dhabi und eine in Bonn angesiedelt sind.

Weitere Informationen unter: 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 30 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 nach den geltenden Regeln auch nicht der IEA beitreten können. Seit Ende des Jahres 2015 hat die IEA hierzu eine Assoziierung mit Brasilien, China, Indien, Indonesien, Marokko, Singapur, Südafrika und Thailand vereinbart.

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.

Darüber hinaus hat sich die IEA zu einem zentralen Forum für den internationalen Erfahrungsaustausch und die Politikberatung zu nahezu allen Energiepolitikbereichen entwickelt. Fragen der Entwicklung der erneuerbaren Energien und ihrer Integration in die Energiesysteme nehmen dabei eine wichtige Stellung ein. Regelmäßige IEA-Länderprüfungen mit energiepolitischen Empfehlungen sowie der jährlich erscheinende Weltenergieausblick (World Energy Outlook, WEO) 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 2018 den Renewable Energy Market Report mit einem Prognosehorizont bis zum Jahr 2023. Der World Energy Outlook 2019 der IEA wird einen thematischen Schwerpunkt zu Offshore-Windenergie enthalten.

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 Website der Organisation abrufen (www.iea.org).

Energiekooperation in der G20

Die „Gruppe der 20“ (G20), in deren Rahmen seit dem Jahr 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. Sie wurden seit dem Jahr 2013 in einer eigenen Arbeitsgruppe diskutiert, die unter deutscher G20-Präsidentschaft im Jahr 2017 zu einer energie- und klimapolitischen Arbeitsgruppe erweitert und gemeinsam vom BMWi und BMUB koordiniert wurde. Die Arbeitsgruppe hat die zentrale Rolle des Energiesektors bei der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens ebenso wie die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung stärker in den Blick genommen und einen Aktionsplan zu Energie und Klima für globales Wachstum beschlossen. Der Aktionsplan kann hier eingesehen werden: www.g20germany.de/Content/DE/Anlagen/G7_G20/2017-g20-climate-and-energy-de.html?nn=2190012.

In den Jahren 2018 und 2019 wurde der energiepolitische Austausch unter der argentinischen und japanischen G20-Präsidentschaft in eigenen Arbeitsgruppen fortgeführt.

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: Die mehr als 100 teilnehmenden Länder bekannten sich dazu, dass erneuerbare Energien in einem zukünftigen Energiesystem eine Schlüsselrolle spielen werden, und verpflichteten sich zugleich zu nationalen oder regionalen Zielen und Maßnahmen. Um das Momentum weiterzuführen, wurde nachfolgend das Netzwerk REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – gegründet, das mittlerweile den politischen Debatten über erneuerbare Energie mit dem

jährlich erscheinenden Global Status Report entscheidende Impulse gibt [58]. Nach dem Jahr 2004 gab es Folgekonferenzen in China, den USA, Indien, den Vereinigten Arabischen Emiraten und Mexiko (siehe weiter unten); die nächste Folgekonferenz wird im Oktober 2019 in Korea stattfinden.

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. Anfang Oktober 2015 fand in Kapstadt, Südafrika, die 6. Internationale Konferenz zu erneuerbaren Energien statt (SAIREC). Die Teilnehmerländer haben dort unter anderem über die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Afrika, insbesondere dem Sub-Sahara-Gebiet, den Beitrag erneuerbarer Energien zu wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand sowie den Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz beraten.

Als erstes lateinamerikanisches Land hat Mexiko im Rahmen einer „Energiewoche“ im September 2017 die 7. Internationale Konferenz für erneuerbare Energien (MEXIREC) in Mexiko Stadt ausgerichtet, bei der zahlreiche Minister und hochrangige Teilnehmer aus der Energie-

politik und Wirtschaft insbesondere die Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren des Ausbaus erneuerbarer Energien in Mittel- und Südamerika diskutiert haben. In Seoul, Korea, soll im Herbst 2019 die 8. Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien (KIREC) stattfinden. Ein Schwerpunkt wird der Einsatz von erneuerbaren Energien in Städten sein.

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, die 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. Das REN21-Sekretariat befindet sich in Paris.

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 [58].

Ergänzend zum 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 wurde ein weiterer regionaler Statusbericht zu ostafrikanischen Staaten (Eastern African Community), und im Jahr 2017 einen Bericht zu 17 Ländern in Zentralasien, auf dem Balkan und im Kaukasus veröffentlicht.

Im Jahr 2013 hat REN21 erstmals den „Global Futures Report“ (Globaler Zukunftsbericht) veröffentlicht. Im Jahr 2017 folgte die zweite Auflage des Berichts. Diese Publikation enthält ein Mosaik aus möglichen Zukunftspfaden

und Zukunftserwartungen an den Ausbau erneuerbarer Energien. Basierend auf Interviews mit Experten und Szenarien werden die Zukunftserwartungen verschiedener Akteure zur weiteren Entwicklung der erneuerbaren Energien und zu zentralen Frage- und Weichenstellungen vorgestellt. Der Bericht wurde erstmals zur ADIREC 2013 (Internationale Konferenz zu erneuerbaren Energien 2013 in Abu Dhabi) veröffentlicht und fand internationale Beachtung.

Weitere Informationen unter: 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 Erfahrungen, Herausforderungen und Chancen der globalen Energiewende. Sie wird gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Auswärtigen Amt ausgerichtet.

Im Jahr 2019 nahmen 2.000 in- und ausländische Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft sowie weltweit führende Energieexperten aus fast 90 Ländern teil, darunter 50 Außen- und Energieminister sowie mehr als 100 hochrangige Delegationen aus aller Welt. Ziel der Konferenz war es, vor dem Hintergrund der Klimavereinbarungen von Paris den internationalen Dialog über eine sichere, umweltverträgliche und bezahlbare globale Energiewende weiter voranzutreiben. Begleitend zur Konferenz wurde den Teilnehmern ein umfangreiches Rahmenprogramm angeboten, z. B. Exkursionen, um die deutsche Energiewende vor Ort zu erleben.

Der 6. Berlin Energy Transition Dialogue findet im Frühjahr 2020 statt. Weitere Informationen unter:

www.energydialogue.berlin

Clean Energy Ministerial – CEM

Das „Clean Energy Ministerial (CEM)“ ist ein im Jahr 2010 gegründetes globales Forum zur Förderung einer nachhaltigen weltweiten Energieversorgung, an dem sich 26 Industrie- und Schwellenländer sowie die Europäische Union beteiligen [61].

Kern des CEM ist die zumeist technologiespezifisch organisierte Kooperation der Mitgliedstaaten in verschiedenen Arbeitsgruppen sowie in kurzfristigen, auch Akteure aus Privatsektor und Zivilgesellschaft umfassenden so genannten 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.

Die Bundesregierung, vertreten durch das BMWi, leitet gemeinsam mit Dänemark die multilaterale Kampagne zu langfristigen Szenarien für die Energiewende. Darüber hinaus ist Deutschland an einer CEM-Initiative zur Abschaffung von Subventionen für fossile Energieträger beteiligt. In jährlichen Konferenzen auf Ministerienebene werden neue Schwerpunkte für die Arbeit der Initiativen beschlossen. Das letzte Treffen fand am 29. Mai 2019 in Vancouver unter der Schirmherrschaft von Kanada statt.

Informationen unter:
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 UN-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 erhöht sowie eine Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am weltweiten Energiemix erzielt werden. Diese Ziele sollen bis zum Jahr 2030 erreicht werden.

Heute leben weltweit noch immer etwa eine Milliarde 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.

Im September 2019 lädt António Guterres, Generalsekretär der Vereinten Nationen, zum nächsten Klimagipfel in New York ein. Auf dem Gipfel soll darüber diskutiert werden, wie den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen ist und welche Maßnahmen beschlossen werden können, um die Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens zu beschleunigen.

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.

Weitere Hinweise zu den Begrifflichkeiten der Energiestatistik finden Sie auf der BMWi-Internetseite www.bmwi.de/Navigation/DE/Service/Glossar-Energiewende/glossar.html.

Die in der Broschüre ausgewiesenen Energiemengen (Bruttostromverbrauch, Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien für Wärme und Kälte sowie für den Verkehr) 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.

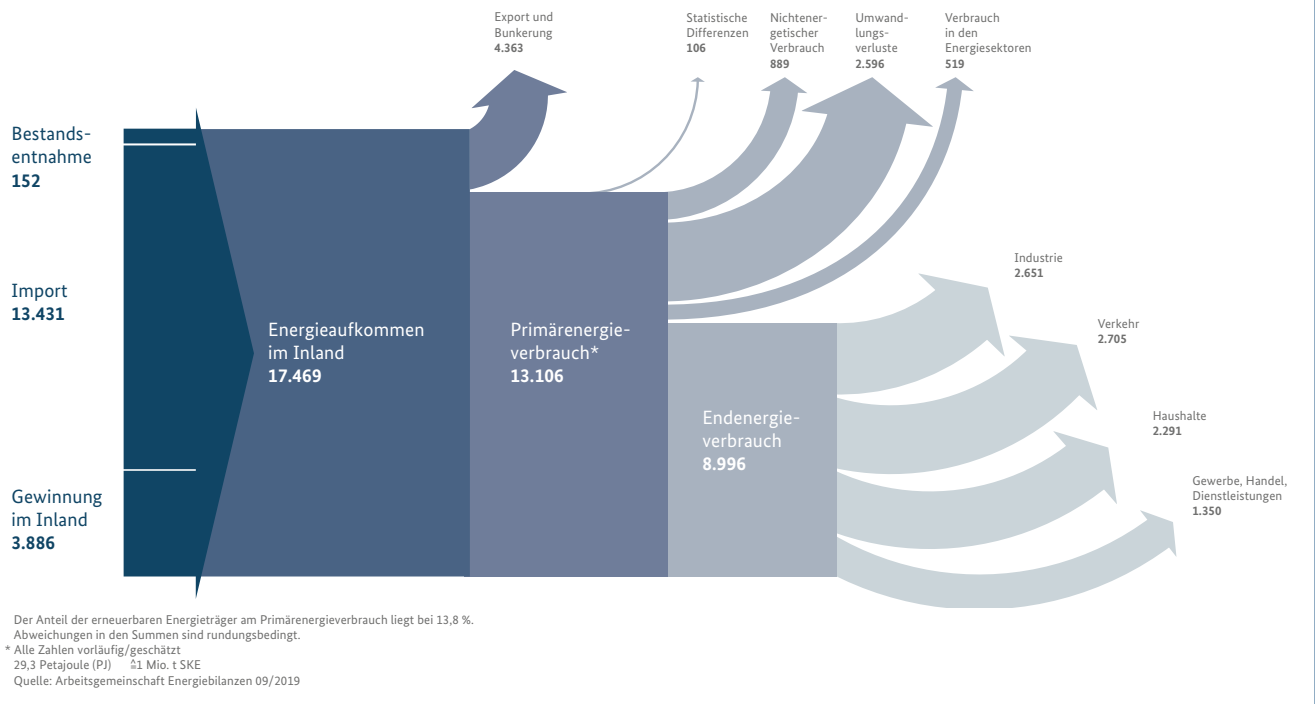
Methodische Änderungen

Änderungen der Methodik in den Bereichen Strom und Wärme

Die AGEE-Stat arbeitet kontinuierlich an methodischen Verbesserungen der erneuerbaren Energien-Statistik und hat in den vergangenen zwölf Monaten eine Reihe von Fachgesprächen durchgeführt und dabei im Expertenaustausch in verschiedenen Bereichen neue Erkenntnisse zur Verbesserung der Datengrundlagen der Stromerzeugung und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Die daraus abgeleiteten methodischen Ände-

Abbildung 66: Energieflussbild 2018 für Deutschland

in Petajoule (PJ)



rungen haben das Ziel, die langfristige Fortschreibung der Erneuerbare-Energien-Statistik zu gewährleisten und gleichzeitig eine einheitliche Datenbasis für die Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten zu schaffen.

Nachfolgend wird ein Überblick über die methodischen Änderungen gegeben:

Endenergieverbrauch von fester Biomasse zur Wärmeerzeugung im GHD-Sektor

Wesentlicher Bestandteil der gesamten Zeitreihe im Wärmesektor des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) sind die Daten zum Einsatz fester Biomasse in ausschließlichen Wärmeerzeugungsanlagen des GHD-Sektors. Diese Zeitreihe wurde ab dem Jahr 2003 auf Basis der aktualisierten Ergebnisse des vom Thünen-Institut durchgeführten Forschungsvorhabens „GHD-Festbiomasse im Wärmesektor“, in das u. a. aktuelle empirische Befragungen aus dem „Rohstoffmonitoring Holz“ [17] eingeflossen sind, umgestellt.

Methodik zur Ableitung der Wärmeerzeugung in Biogas-BHKW

Die bisher genutzte energiestatistische Datengrundlage zur Ableitung der genutzten Biogaswärme hatte sich in den letzten Jahren durch den Wechsel von Biogasanlagen in die EEG-Direktvermarktung verschlechtert. In einem Fachgespräch der AGEE-Stat zur Biogaswärme im April 2018 wur-

den aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse, neue Datenquellen und Modelle zur Ermittlung der Biogaswärme diskutiert. Dabei zeigte sich, dass anonymisierte Daten von EEG-Umweltgutachtern eine neue empirische Basis zur Ableitung von KWK-Kennziffern (neben Anteil extern genutzter KWK-Wärme auch Stromkennzahl und Nutzungsgrad) von Biogas-BHKW darstellen. Entsprechend wurden die Eingangsdaten für das Modell zur Ermittlung des Brennstoffeinsatzes von Biogas zur KWK-Strom- und Wärmeerzeugung aktualisiert. In diesem Zuge erfolgte auch eine Neubewertung des internen Wärmeeigenbedarfs für die Fermenterbeheizung.

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 Leistungsausbau besser wider.

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 der Beitrag von Strom, der aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt und im elektrifizierten Schienenverkehr verbraucht wird, mit dem Faktor 2,5 berücksichtigt. Der Faktor 5 wird berücksichtigt für den Beitrag von Strom, der aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt und in Straßenfahrzeugen mit Elektroantrieb verbraucht wird. Des Weiteren werden Biokraftstoffe, die aus Rohstoffen nach Anhang IX der RL 2009/28/EG (insb. gebrauchtes Speiseöl) hergestellt wurden, doppelt angerechnet.

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 von 2010 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.

Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der in den vergangenen Jahren zu beobachtende Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland hat zu einer enorm gewachsenen Bedeutung der Erneuerbare-Energien-Branche für die Gesamtwirtschaft geführt. Hierzu trägt – in

Form von Investitionen – zum einen 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. Mithilfe spezifischer Investitionskosten (Euro/kW) bzw. mittlerer Kosten je Anlage (Euro/Anlage) werden daraus die gesamten Investitionen je Sparte im Betrachtungsjahr berechnet. Bei Anlagen mit mehrjähriger Bauzeit werden die Investitionen periodengerecht zugeordnet. Dies betrifft insbesondere Windenergieanlagen auf See, Anlagen zur Nutzung tiefer Geothermie sowie große Wasserkraftanlagen, aber auch große Biomasseheizkraftwerke und Biogasanlagen. Auf diese Weise wird vermieden, dass Investitionen fälschlicherweise nur dem Jahr der Anlagenfertigstellung bzw. -inbetriebnahme zugerechnet werden.

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 [6] und der Endbericht zum Monitoring der Stromerzeugung aus Biomasse [10]), die Evaluierungen des Marktanreizprogramms [40] sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [62].

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 4,6 Milliarden Euro bewertet.

Umrechnungsfaktoren

Vorsätze für Maßeinheiten							
Megawattstunde:	1 MWh = 1.000 kWh	Kilo	k	10 ³	Tera	T	10 ¹²
Gigawattstunde:	1 GWh = 1 Mio. kWh	Mega	M	10 ⁶	Peta	P	10 ¹⁵
Terawattstunde:	1 TWh = 1 Mrd. kWh	Giga	G	10 ⁹	Exa	E	10 ¹⁸

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

Für Deutschland als gesetzliche Einheiten verbindlich seit 1978. Die Kalorie und davon abgeleitete Einheiten wie Steinkohleeinheit und Rohöleinheit werden noch hilfweise 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 ₂	Kohlendioxid
CH ₄	Methan
N ₂ O	Lachgas
SF ₆	Schwefelhexafluorid
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe

Weitere Luftschadstoffe	
SO ₂	Schwefeldioxid
NO _x	Stickoxide
HCl	Chlorwasserstoff (Salzsäure)
HF	Fluorwasserstoff (Flusssäure)
CO	Kohlenmonoxid
NMVOG	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 (hybrides Pflanzenöl)
BHKW	Blockheizkraftwerk	iLUC	indirekte Landnutzungsänderungen (indirect Land Use Change)
BRICS	Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika	k. A.	keine Angaben
COP-15	15th Conference of the Parties	KW	Kraftwerk/-e
EE	Erneuerbare Energien	KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz	MAP	Marktanreizprogramm
EEV	Endenergieverbrauch	n. q.	nicht quantifiziert
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	NREAP	Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien
EnergieStG	Energiesteuergesetz	PEV	Primärenergieverbrauch
EnStatG	Energiestatistikgesetz	StromEinspG	Stromeinspeisungsgesetz
FuE	Forschung und Entwicklung	SystEEm	Integration erneuerbarer Energien und regenerativer Energieversorgungssysteme
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	THG	Treibhausgas
GSR	Global Status Report	ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
GWP	Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential)	USD	United States Dollar

Quellenverzeichnis

1. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)**, *Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2018 und Vorjahre*, 19. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: www.ag-energiebilanzen.de. [Zugegriffen: 19. Juni 2019].
2. **Statistisches Bundesamt (StBA)**, *Umwelt – Abfallentsorgung – Fachserie 19 Reihe 1 – 2017*, Statistisches Bundesamt. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.html>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
3. **Statistisches Bundesamt (StBA)**, *Statistische Erhebungen im Bereich Stromerzeugung und elektrische Leistung: 066K, 067, 070 und 073*.
4. **Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA)**, *EEG-Statistikberichte zu den Jahresendabrechnungen 2007–2011, EEG in Zahlen 2012–2017 sowie Auswertungen des Anlagen- und PV-Melderegisters und Marktstammdatenregisters (MaStR)*, 01. Juli 2019. [Online]. Verfügbar unter: www.bundesnetzagentur.de. [Zugegriffen: 01. Juli 2019].
5. **Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber**, *Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Jahresabrechnungen 2000–2018)*, 03. 2019. [Online]. Verfügbar unter: www.netztransparenz.de.
6. **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.
7. **Reinholz, T.; Völler, K.**, *Kurzstudie – Daten für den Biomethanmarkt – Zusammenstellung und Analyse verfügbarer aktueller Daten sowie rückwirkender Zeitreihen*, Berlin, Juli 2018.
8. **BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.**, *BDEW-Strompreisanalyse Juli Haushalte und Industrie*, Berlin, 23. Juli 2019.
9. **VDEW – Grawe, J.; Wagner, E.**, *Nutzung erneuerbarer Energien durch die Elektrizitätswirtschaft 1992, 1994, 1996, 1999; in: ew (Elektrizitätswirtschaft)*.
10. **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.
11. **IE – Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE), Leipzig, Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft**, *Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse*, Jena.
12. **Weimar, H.**, *From empirical studies to bioenergy statistics: bridging the GAP of unrecorded wood-bioenergy in Germany*.
13. **Thünen-Institut für internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie**, *Holzeinschlag und Rohholzverwendung*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/produktion-und-verwendung/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/>.
14. **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)**, *Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten, 2005–2015*, 19. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: www.ag-energiebilanzen.de. [Zugegriffen: 19. Juni 2019].

15. **Born, H. et al.**, *Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends, 2. Aktualisierung Internationales Geothermiezentrum (GZB) im Auftrag des ZSW*. 01. November 2017.
16. **International Energy Agency (IEA), European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF)**, *Solar Heating and Cooling Programs: Common calculation method of the solar thermal energy produced worldwide available*, Bochum, 15. November 2011.
17. **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)**, *Rohstoffmonitoring Holz: Mengenmäßige Erfassung und Bilanzierung der Holzverwendung in Deutschland – Forst – Nachwachsende Rohstoffe – Broschüren*, Juni 2018.
18. **Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U.**, *Rohstoffmonitoring Holz: Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2014; Marktvolumen und verwendete Holzsortimente; Abschlussbericht*, Februar 2016.
19. **Statistisches Bundesamt (StBA)**, *Statistische Erhebung 2, 064, 066K, 067, 073 und Außenhandelsstatistik*.
20. **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**, *Amtliche Mineralölstatistik*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Mineraloelstatistik/mineraloel_node.html;jsessionid=FD235CA42058299AC37D8F4C106AD2DA.2_cid387. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
21. **Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)**, *Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2017 – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung*, Bonn 2018.
22. **Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)**, *Anmeldungen auf die Treibhausgasminderungsquote – Daten für das Jahr 2018 (Nabisy Datenauszug 2019)*.
23. **Bundesministerium der Finanzen (BMF) und Biokraftstoffquotenstelle**, *Statistische Angaben über die Erfüllung der Biokraftstoffquote der Jahre 2007–2017*.
24. **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*.
25. **Bundesregierung (BReg)**, *Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminderung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotenzial sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen*. 10. Mai 2012.
26. **Bundesregierung (BReg)**, *Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV) (BGBl.I S.2174)*. 30. September 2009.
27. **Bundesregierung (BReg)**, *Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV)*. 23. Juli 2009.
28. **Statistisches Bundesamt (StBA)**, *Energiesteuerstatistik – Fachserie 14, Reihe 9.3, letzte Ausgabe: 2016*. 01. Juni 2017.
29. **Umweltbundesamt (UBA)**, *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018*, Dessau-Roßlau, 2019, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger>.
30. **Fehrenbach, H. et al.**, *Aktualisierung der Eingangsgrößen und Emissionsbilanzen wesentlicher biogener Energienutzungspfade (BioEm)*. 01. Februar 2016.
31. *Richtlinie (EU) 2015/1513 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015*.

32. *Bericht der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Fortschrittsbericht ‚Erneuerbare Energiequellen‘.*
33. **General Secretariat of the Council**, *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources – Analysis of the final compromise text with a view to agreement (2016/0382)*, Brüssel, Juni 2018.
34. Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Fraktion **BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN**, *Stand der Dinge des EU-Pakets ‚Saubere Energie für alle Europäer‘*, BT-Drs 19/1602.
35. **Umweltbundesamt (UBA)**, *Emissionsvermeidung durch erneuerbare Energieträger*, Umweltbundesamt, 21. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/emissionsvermeidung-durch-erneuerbare>. [Zugegriffen: 22. August 2019].
36. **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**, *Hintergrundinformationen zur Besonderen Ausgleichsregelung. Antragsverfahren 2017 für Begrenzungs jahr 2018*.
37. **50 Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, und TransnetBW GmbH**, *Prognose der EEG-Umlage 2019 nach EEV – Prognosekonzept und Berechnungen der ÜNB*, Oktober 2018.
38. **O’Sullivan, M.; Edler, D. und Lehr, U.**, *Ökonomische Indikatoren der Energiebereitstellung: Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000–2017*. DIW Berlin: Politikberatung kompakt 135, 01. Januar 2019.
39. **Bundesregierung (BReg)**, *Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land – Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD*, Berlin, Februar 2018.
40. **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)**, *Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017*, 01. Oktober 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/evaluierung-marktanreizprogramm-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=3. [Zugegriffen: 31. Juli 2019].
41. **Bundesregierung (BReg)**, *Gesetz zur Neuregelung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromsteuergesetzes vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534)*.
42. **Bundesregierung (BReg)**, *Biokraftstoffquotengesetz vom 18. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3180)*.
43. **Bundesregierung (BReg)**, *Zwölftes Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 20. November 2014*.
44. **Energy research Centre of the Netherlands (ECN), European Environment Agency (EEA)**, *Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States, Summary Report*, ECN-E--10-069, Nov. 2011.
45. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg**, *SHARES 2017 – Short Assessment of Renewable Energy Sources*, 03. 2019. [Online]. Verfügbar unter: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.
46. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg**, *Online Database, Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff (nrg_bal_peh)*. [Online]. Verfügbar unter: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_peh&lang=en. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
47. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ’ER)**, *Wind energy barometer 2018; A study carried out by EurObserv’ER*, Mai 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/category/all-wind-energy-barometers/>. [Zugegriffen: 25. Juli 2019].

48. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER)**, *Solar thermal and concentrated solar power barometer 2019, A study carried out by EurObserv'ER*, 01. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/solar-thermal-and-concentrated-solar-power-barometer-2019/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
49. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg**, *Online Database, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen (nrg_inf_epcrw)*. [Online]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>. [Zugegriffen: 25. Juli 2019].
50. **European Wind Energy Association (EWEA)**, *Wind energy in Europe in 2018*, WindEurope. [Online]. Verfügbar unter: <https://windeurope.org/about-wind/statistics/european/wind-energy-in-europe-in-2018/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
51. **European Wind Energy Association (EWEA)**, *Offshore wind in Europe – key trends and statistics 2018*, WindEurope, 07. Februar 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://windeurope.org/about-wind/statistics/offshore/european-offshore-wind-industry-key-trends-statistics-2018/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
52. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER)**, *Photovoltaic barometer 2019, A study carried out by EurObserv'ER*, 01. April 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2019/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
53. **Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)**, *ZSW: Datenservice*, 01. Juli 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zsw-bw.de/mediathek/datenservice.html#c6840>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
54. **Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER)**, *All Biofuels barometers, A study carried out by EurObserv'ER*, 01. September 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/category/all-biofuels-barometers/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
55. **Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg**, *Energy balances – early estimates – Statistics Explained*. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_balances_-_early_estimates#Renewables_and_waste. [Zugegriffen: 22. August 2019].
56. **International Renewable Energy Agency (IRENA)**, *Global energy transformation, a roadmap to 2050*.
57. **International Energy Agency (IEA)**, *World Energy Outlook 2018, Access to energy*, 15. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/weo2018/themes/>. [Zugegriffen: 31. Juli 2019].
58. **REN 21**, *Renewables 2019 – Global Status Report, REN21*, REN21. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
59. **IRENA**, *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019*, /publications/2019/Jun/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2019, 01. Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: www.irena.org/publications/2019/Jun/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2019. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].
60. *Perspectives for the energy transition: Investment needs for a low-carbon energy system*, /publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system. [Online]. Verfügbar unter: www.irena.org/publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system. [Zugegriffen: 08. August 2019].
61. **Clean Energy Ministerial (CEM)**, *About the Clean Energy Ministerial*. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.cleanenergyministerial.org/about-clean-energy-ministerial>. [Zugegriffen: 08. August 2019].
62. **KfW**, *KfW-Förderung für Erneuerbare Energien im Inland, 2007–2016*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/KfW-Research/Publikationen-thematisch/Energie-und-Nachhaltigkeit/>. [Zugegriffen: 30. Juli 2019].

63. **Kunze et. al.**, *Substitutionseffekte erneuerbarer Energien im Stromsektor – Modellierung der Substitutionseffekte erneuerbarer Energien im deutschen und europäischen Stromsektor und ihrer Auswirkungen auf die Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger*. 01. September 2019.

Zahlreiche Informationen zu erneuerbaren Energien finden Sie auf den Internetseiten des BMWi unter:
www.bmwi.de und www.erneuerbare-energien.de

