



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Energie **wende**
Umschalten auf Zukunft

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2020



[bmwi.de](https://www.bmwi.de)

Impressum

Herausgeber

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

Redaktion

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

Stand

Oktober 2021

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

Adobe Stock / Günter Albers / Titel

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

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 nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Einleitung | 4 |
| Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) | 6 |
| Teil I: Energiewende in Deutschland | 7 |
| Ausbau der erneuerbaren Energien | 12 |
| Strom | 12 |
| Wärme | 17 |
| Verkehr | 22 |
| Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien | 25 |
| Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien | 28 |
| Erneuerbare-Energien-Gesetz | 29 |
| Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz | 30 |
| Mieterstrom | 31 |
| Die EEG-Umlage | 32 |
| Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen | 35 |
| Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland | 39 |
| Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich | 41 |
| Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr | 43 |
| Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien | 45 |
| Datenplattformen der Bundesnetzagentur | 48 |
| Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union | 50 |
| Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2020 nach RL 2009/28/EG | 54 |
| Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU | 54 |
| Windenergienutzung | 58 |
| Solarenergienutzung – Stromerzeugung | 62 |
| Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung | 64 |
| Erneuerbare Energien im Verkehrssektor | 64 |
| Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien | 68 |
| Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien | 70 |
| Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren | 72 |
| Investitionen und Beschäftigung | 73 |
| Anhang | 75 |
| Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien | 75 |
| Methodische Hinweise | 80 |
| Umrechnungsfaktoren | 83 |
| Abkürzungsverzeichnis | 84 |
| Quellenverzeichnis | 87 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Erneuerbare Energien: Ziele der Bundesregierung und Status quo | 10 |
| Abbildung 2: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo | 11 |
| Abbildung 3: Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch und Primärenergieverbrauch | 11 |
| Abbildung 4: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2019 und 2020 | 12 |
| Abbildung 5: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 | 13 |
| Abbildung 6: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien | 13 |
| Abbildung 7: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien | 14 |
| Abbildung 8: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch | 15 |
| Abbildung 9: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 nach Energieträgern in Gigawatt (GW) | 16 |
| Abbildung 10: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien | 16 |
| Abbildung 11: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien | 17 |
| Abbildung 12: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2019 und 2020 | 18 |
| Abbildung 13: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2020 | 19 |
| Abbildung 14: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien | 20 |
| Abbildung 15: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme | 20 |
| Abbildung 16: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien | 21 |
| Abbildung 17: Entwicklung des Wärmepumpenbestands | 21 |
| Abbildung 18: Zubau und Bestand von Solarkollektoren | 22 |
| Abbildung 19: Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren in Deutschland | 22 |
| Abbildung 20: Verbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2019 und 2020 | 23 |
| Abbildung 21: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2020 | 23 |
| Abbildung 22: Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien | 24 |
| Abbildung 23: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor | 24 |
| Abbildung 24: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr | 25 |
| Abbildung 25: Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor | 25 |
| Abbildung 26: Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2020 | 26 |
| Abbildung 27: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2020 | 27 |
| Abbildung 28: Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2020 | 28 |
| Abbildung 29: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien | 28 |
| Abbildung 30: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach Stromeinspeisungs- und Erneuerbare-Energien-Gesetz | 31 |
| Abbildung 31: Zusammensetzung und Entwicklung der EEG-Umlage | 34 |
| Abbildung 32: Finanzierungsbeitrag aus den Zahlungen der EEG-Umlage 2021 | 35 |
| Abbildung 33: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen | 36 |
| Abbildung 34: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2020 | 37 |
| Abbildung 35: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen | 38 |
| Abbildung 36: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2020 | 38 |
| Abbildung 37: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland | 39 |
| Abbildung 38: Entwicklung der Beschäftigung in Betrieb und Wartung von EE-Anlagen in Deutschland | 40 |
| Abbildung 39: Marktanreizprogramm, BAFA-Programm „Heizen mit erneuerbaren Energien“, Investitionszuschüsse 2020 | 42 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 40: Marktanreizprogramm, KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ 2020 | 42 |
| Abbildung 41: Neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien | 47 |
| Abbildung 42: Anteil 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) | 52 |
| Abbildung 43: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten | 53 |
| Abbildung 44: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten | 54 |
| Abbildung 45: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland (berechnet nach EU-Richtlinie) | 55 |
| Abbildung 46: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2020 | 55 |
| Abbildung 47: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 | 56 |
| Abbildung 48: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2020 | 57 |
| Abbildung 49: Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2020 | 58 |
| Abbildung 50: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU-27 Ende des Jahres 2020 | 59 |
| Abbildung 51: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung (Wind an Land) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27) | 60 |
| Abbildung 52: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Windenergieleistung (Wind an Land) im Jahr 2020 | 60 |
| Abbildung 53: Anteil einzelner Länder am Zubau der Windenergieleistung (Wind an Land) im Jahr 2020 | 61 |
| Abbildung 54: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung (Wind auf See) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27) | 61 |
| Abbildung 55: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Windenergieleistung (Wind auf See) im Jahr 2020 | 62 |
| Abbildung 56: Anteil einzelner Länder am Zubau der Windenergieleistung (Wind auf See) im Jahr 2020 | 62 |
| Abbildung 57: Gesamte installierte Photovoltaikleistung in der EU-27 im Jahr 2020 | 63 |
| Abbildung 58: Gesamte installierte solarthermische Kollektorfläche in der EU-27 Ende des Jahres 2020 | 65 |
| Abbildung 59: Verteilung der PKW-Neuzulassungen nach Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2020 | 66 |
| Abbildung 60: Verbrauch an Bioethanol und Biodiesel in den EU-Mitgliedstaaten in den Jahren 2019 und 2020 | 67 |
| Abbildung 61: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2019 | 69 |
| Abbildung 62: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2020 | 70 |
| Abbildung 63: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2020 | 71 |
| Abbildung 64: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 | 72 |
| Abbildung 65: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen | 72 |
| Abbildung 66: Entwicklung der globalen Investitionen im Erneuerbaren-Energien-Sektor | 73 |
| Abbildung 67: Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren in den Jahren 2019 und 2020 | 74 |
| Abbildung 68: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2020 | 74 |
| Abbildung 69: Energieflussbild 2020 für die Bundesrepublik Deutschland | 80 |

Einleitung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der neuen Ausgabe 2021 der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ stellt Ihnen das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 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 2020 sind eine wichtige Basis für das Monitoring der Ziele der Bundesregierung für die Energiewende. Sie bilden damit auch die Grundlage für zukünftige Entscheidungen zu Rahmenbedingungen und Maßnahmen für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

Das Jahr 2020 stand unter dem besonderen Einfluss der Covid-19-Pandemie. Der dadurch gesunkene Energieverbrauch wirkt sich in den Energiebereichen Strom, Wärme und Verkehr aus. Zusammengefasst zeigt sich folgendes Bild:

Strom

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien stieg im Jahr 2020 weiter um knapp vier Prozent auf nunmehr 250 Terawattstunden. Ihr Anteil am aufgrund der Covid-19-Pandemie gesunkenen Bruttostromverbrauch stieg deutlich von 41,8 auf 45,3 Prozent.

Wärme

Die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien blieb im Jahr 2020 auf dem Niveau des Vorjahres. Da der gesamte Wärmeverbrauch witterungs- und pandemiebedingt sank, stieg der Anteil erneuerbarer Energien von 15,1 auf 15,6 Prozent.

Kraftstoffe

Durch die Anhebung der Treibhausgasminderungsquote stieg der Absatz von Biodiesel deutlich, gleichzeitig sank pandemiebedingt der gesamte Kraftstoffverbrauch. Der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr kletterte hierdurch von 5,6 auf 7,5 Prozent.

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

Erneuerbare Energien vermeiden Treibhausgase

Steigende Anteile erneuerbarer Energien sorgen für weniger Treibhausgasemissionen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Im Jahr 2020 wurden so insgesamt rund 230 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente Treibhausgasemissionen vermieden.

Investitionen und wirtschaftliche Impulse

Erneuerbare Energien stellen nach wie vor einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für Deutschland dar. 11 Milliarden Euro wurden im Jahr 2020 in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb von Anlagen stiegen auf 18,3 Milliarden Euro.

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 Arbeits-

gemeinschaft 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) und die Förderung der erneuerbaren Energien im Wärme- und Verkehrsbereich sowie im Bereich Forschung und Entwicklung.

Neben der Entwicklung in Deutschland finden sich im weiteren Verlauf der Broschüre auch umfangreiche Informationen zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union, die sich ebenfalls anspruchsvolle Ziele gesetzt hat und so den Gesamtrahmen für den Ausbau der erneuerbaren Energien vorgibt. Abschließend wird zudem auch der Stand der weltweiten Nutzung erneuerbarer Energien dargestellt.

Alle im Folgenden aufgeführten Daten stellen eine Momentaufnahme mit Redaktionsschluss September 2021 dar – sie haben damit an einigen Stellen noch vorläufigen Charakter. Das BMWi veröffent-

licht 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 (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 2021

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 (BMWi). 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 Bio-

masseforschungszentrum (DBFZ), die Deutsche Energieagentur (dena), das Ingenieurbüro Floecksmühle, das Hamburg-Institut (HIC) und die UL International GmbH.

Das Umweltbundesamt in Dessau ist 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 Aufgaben,

- eine Grundlage für die verschiedenen nationalen, EU-weiten und internationalen Berichtspflichten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien zu legen,
- Informationen 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. Auch Workshops und Fachgespräche mit Experten zu bestimmten Themen unterstützen 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 zu finden.

Teil I: Energiewende in Deutschland

Für Deutschlands Weg in eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft ist die Energiewende von zentraler Bedeutung. Deshalb stellen wir die Energieversorgung grundlegend von nuklearen und fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien und mehr Energieeffizienz um. Auf diesem Weg haben wir schon viel erreicht – im Jahr 2020 stammten bereits über 45 Prozent unseres Stromverbrauchs aus Wind, Sonne, Biomasse und Wasserkraft. Die erneuerbaren Energien sind damit inzwischen zu Deutschlands wichtigster Stromquelle aufgestiegen. Die Bundesregierung hat sich aber darüber hinaus 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 und die Landwirtschaft.



In den vergangenen zwei Jahrzehnten ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch beständig gewachsen: von rund sechs Prozent im Jahr 2000 auf über 45 Prozent im Jahr 2020. So wurde das im Energiekonzept aus dem Jahr 2010 festgelegte Ausbauziel von 35 Prozent im Jahr 2020 bereits drei Jahre früher erreicht. Auch der Zielkorridor des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) von 2014, das einen Erneuerbaren-Anteil von 40 bis 45 Prozent bis zum Jahr 2025 vorsah, konnte im vergangenen Jahr bereits übererfüllt werden.

Aber die Bundesregierung strebt noch eine weitere deutliche Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils im Stromsektor an. Vor dem Jahr 2045 soll sämtlicher in Deutschland erzeugter und verbrauchter Strom klimaneutral erzeugt werden. Um dies zu erreichen, ist ein weiterer zielstrebig, effizienter, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig. Nur so kann Kohlestrom sicher ersetzt und zusätzlicher Strombedarf aus Erneuerbaren gedeckt werden, damit die Klimaschutzziele im Verkehr, bei den Gebäuden und in der Industrie erreicht werden.

Weiterentwicklung des erfolgreichen EEG

Grundlage für den erfolgreichen Ausbau der erneuerbaren Energien ist das im Jahr 2000 in Kraft getretene und seitdem mehrmals novellierte EEG. Das Gesetz hatte ursprünglich das Ziel, den damals noch jungen Technologien zur Stromerzeugung aus Sonne, Wind, Biomasse und Geothermie durch eine garantierte Abnahme und feste Vergütung des eingespeisten Stroms den Markteintritt zu ermöglichen. In den vergangenen zwanzig Jahren hat das EEG diese Technologien aus dem Nischendasein geführt und sie zur tragenden Säule der deutschen Stromversorgung heranwachsen lassen.

Doch nicht nur der Ausbau der erneuerbaren Energien, sondern auch deren Marktintegration wurde mit dem EEG erfolgreich verfolgt. So werden seit dem EEG 2017 die Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien nicht mehr wie zuvor administrativ festgelegt, sondern im Rahmen von Ausschreibungen am Markt ermittelt. Ausgenommen wurden lediglich kleine Anlagen mit einer Leistung bis 750 kW, um die Akteursvielfalt insbesondere im Bereich der Photovoltaik zu erhalten. Die Ausschreibungen im EEG dienen neben der

stärkeren Heranführung der erneuerbaren Energien an den Markt auch der Mengensteuerung des Zubaus neuer Anlagen.

Die letzte umfassende Novellierung erfolgte mit dem EEG 2021, das am 1. Januar 2021 in Kraft getreten ist. Mit ihm wurde das Langfristziel einer Treibhausgasneutralität des Stromsektors noch vor dem Jahr 2050 verankert. Gleichzeitig schreibt es ambitionierte Ausbaupfade fest, um die Erreichung eines Erneuerbaren-Anteils von 65 Prozent am Bruttostromverbrauch bis 2030 sicherzustellen. Erstmals werden auch Anschlussregelungen für Anlagen getroffen, die das Förderende nach dem EEG erreicht haben. Um das EEG 2021 an das danach verschärfte Klimaschutzgesetz und die Entwicklungen auf EU-Ebene (noch zu beschließende Maßnahmen zur Umsetzung Green Deal, Fit-for-55-Paket) anzupassen, müssen Ausbauziel und -pfade entsprechend erhöht werden.

Die wachsenden Anteile erneuerbarer Energien bedeuten neue Herausforderungen für die Netze, denn der Strom muss teilweise über weite Strecken von den Stromerzeugern im Norden zu den Verbrauchern im Süden transportiert werden. Hierfür ist eine gute Koordinierung des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem Ausbau des Stromnetzes erforderlich. Mit dem EEG 2021 wurde aus diesem Grund auch eine „Südquote“ für Windenergie- und Biomasseanlagen eingeführt. Der besseren Integration in das Stromsystem dienen zudem stärkere Anreize für neue Anlagentechniken und verbesserte Steuerbarkeit. Zudem werden im Bundesbedarfsplangesetz jene Netzausbauvorhaben festgelegt, für die es vor dem Hintergrund der Energiewende vordringlichen Bedarf gibt.

Impulse für Photovoltaik und Wind auf See

Um die zuletzt positive Entwicklung der Ausbauzahlen bei der Photovoltaik weiter zu unterstützen, wurde der so genannte 52-GW-Deckel, der die Förderung der Photovoltaik nach dem EEG begrenzen sollte, bereits im Sommer 2020 gestrichen. Mit der Novelle des Wind-auf-See-Gesetzes (WindSeeG) wurden zudem Ende 2020 auch die Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung der Offshore-Windenergie angepasst. Im Kern wurde für diese wichtige Säule der Energiewende das Ausbauziel für das Jahr 2030 von 15 auf 20 Gigawatt erhöht und zudem erstmals ein Langfristziel von 40 Gigawatt bis 2040 gesetzt.

Neuordnung im Wärmebereich

Während im Strombereich bereits große Erfolge beim Ausbau der erneuerbaren Energien erzielt werden konnten, müssen die Anstrengungen im Wärmebereich sowie im Verkehr in Zukunft noch weiter verstärkt werden. Um die Anforderungen an die Gebäudeenergieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung besser aufeinander abzustimmen, ist am 1. November 2020 das Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Kraft getreten, das das Energieeinspargesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zusammenführt. Anwendung und Vollzug der gesetzlichen Regelungen werden dadurch erleichtert. Das GEG setzt die europäischen Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden um und integriert die Regelung der Anforderungen an Niedrigstenergiegebäude in das vereinheitlichte Energieeinsparrecht. Zudem ist das Marktanreizprogramm (MAP), bis dahin zentrales Förderprogramm für erneuerbare Energien im Wärmebereich, Anfang 2021 von der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) abgelöst worden. Die bisherige Verpflichtung nach dem EEWärmeG, einen Teil des Wärmebedarfs neu errichteter Gebäude mit erneuerbaren Energien zu decken, ist auch mit dem GEG erhalten geblieben. Das ursprünglich im EEWärmeG festgeschriebene Etappenziel, bis zum Jahr 2020 14 Prozent des deutschen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zu decken, ist mit 15,6 Prozent übererfüllt worden.

Hingegen ist die Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich bislang hinter den Zielsetzungen zurückgeblieben. Nach der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen sollte ein nach besonderen Regeln (insbesondere Mehrfachanrechnung des Einsatzes von Strom aus erneuerbaren Energien für die Elektromobilität) berechneter Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor von zehn Prozent im Jahr 2020 erreicht werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Broschüre lagen noch keine gesicherten Erkenntnisse darüber vor, ob Deutschland den Zielwert erreichen konnte. Um den Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehr weiter zu stärken, hat die Bundesregierung noch einmal nachgesteuert – unter anderem im Rahmen der Elektromobilitätsstrate-

gie, denn Elektrofahrzeuge sind ein wichtiger Baustein der Energiewende im Verkehrsbereich. Zeitlich befristet bis Ende 2021 wird der Umweltbonus als Kaufanreiz für Elektroautos nochmal um eine Innovationsprämie auf insgesamt 9.000 Euro erhöht. Diese Maßnahme hat dem deutschen Markt für Elektroautos einen zusätzlichen Schub verschafft und zu stark steigenden Zulassungszahlen geführt. Der Verkehrsbereich ist zudem ein wichtiger Bestandteil der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS), mit der die Bundesregierung einen kohärenten Handlungsrahmen für die künftige Erzeugung, den Transport, die Nutzung und Weiterverwendung von Wasserstoff und damit für entsprechende Innovationen und Investitionen geschaffen hat.

Klimaschutzgesetz nachgeschärft

Am 24. Juni 2021 hat der Deutsche Bundestag die Novelle des am 18. Dezember 2019 in Kraft getretenen Bundes-Klimaschutzgesetzes beschlossen, um die Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts und gleichzeitig das erhöhte EU-Klimaziel für 2030 als erster Mitgliedstaat umzusetzen. Mit der am 31. August 2021 in Kraft getretenen Novelle soll der Treibhausgasausstoß nun bis zum Jahr 2030 um 65 Prozent, statt bislang um 55 Prozent, gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Zudem soll Deutschland nun bereits fünf Jahre früher, bis zum Jahr 2045, Klimaneutralität erreichen. Die Bundesregierung stellt damit den Klimaschutz auf eine neue ambitionierte Grundlage und sendet so auch ein deutliches Signal an unsere europäischen Partner zur Erreichung der EU-Klimaschutzziele.

Am 23. Juni 2021 hat das Bundeskabinett mit dem Entwurf des Bundeshaushalts 2022 das Sofortprogramm 2022 beschlossen, das zusätzliche Investitionen im Umfang von acht Milliarden Euro vorsieht, um die Erreichung der verschärften Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes zu unterstützen. Die Maßnahmen zur Erreichung der (alten) im Klimaschutzgesetz formulierten Ziele sind im Klimaschutzprogramm 2030 sowie im Zukunftspaket des Konjunkturprogramms 2020 enthalten. Eine zentrale Maßnahme ist dabei der Ausstieg aus der Kohleverstromung bis spätestens 2038. Im Verkehrsbereich gilt seit dem Jahr 2020 eine höhere Flugsteuer, gleichzeitig wurde das Bahnfahren durch eine Absenkung des Mehrwertsteuersatzes von 19 Prozent auf sieben Prozent günstiger. Zum 1. Januar 2021

wurde zudem eine CO₂-Bepreisung eingeführt, sodass Benzin und Diesel, aber auch Heizöl und Erdgas schrittweise verteuert werden. Die zusätzlichen Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung kommen den weiteren Fördermaßnahmen des Klimaschutzprogramms zugute oder werden den Bürgerinnen und Bürgern in Form von Entlastungen zurückgegeben. So werden Teile der Einnahmen zur Senkung der EEG-Umlage verwendet, um die Strompreise zu entlasten. Dadurch werden auch Anreize für eine zunehmende Elektrifizierung gesetzt und die Sektorkopplung vorangetrieben. Für einkommensschwache Haushalte und Fernpendler gelten zudem höhere Sätze beim Wohngeld bzw. bei der Pendlerpauschale. Damit wird der Klimaschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe sozialverträglich umgesetzt.

Monitoring der Energiewende

Der Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ der Bundesregierung begleitet die Entwicklung der Energiewende fortlaufend. Er verfolgt, wo wir bei der Energiewende stehen, welche beschlossenen Maßnahmen umgesetzt wurden und welche Wirkungen sie entfalten. Aufgabe des Monitoring-Prozesses ist es, die Vielzahl der verfügbaren energiestatistischen Informationen zu verdichten und verständlich aufzubereiten. Bereits realisierten Maßnahmen wird dabei genauso nachgegangen wie der Frage, in welchen Bereichen zukünftig weitere Anstrengungen erforderlich sind.

Der regelmäßige Monitoring-Bericht ist das Kernstück des Monitoring-Prozesses. Er verdichtet die

Vielzahl an verfügbaren energiestatistischen Informationen auf eine überschaubare Anzahl ausgewählter Kenngrößen (Indikatoren) und macht sie dadurch verständlich. Die Daten geben einen faktenbasierten Überblick über den Fortschritt bei der Umsetzung der Energiewende. Als rückblickende Dokumentation richtet der Bericht den Blick auf den jeweiligen Berichtszeitraum. Damit dient er auch der Erfüllung der Berichtspflichten der Bundesregierung nach den Vorgaben aus dem Energiewirtschaftsgesetz und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Grundsätzlich alle drei Jahre legt die Bundesregierung einen ausführlicheren Fortschritts-Bericht zur Energiewende vor, in den der jeweilige Monitoring-Bericht integriert ist; zuletzt den 2. Fortschritts-Bericht (zugleich 7. Monitoring-Bericht). Die Fortschrittsberichte enthalten tiefere Analysen über einen längeren Zeitraum und geben einen Ausblick auf die absehbare weitere Entwicklung wichtiger Indikatoren. Darüber hinaus schlagen sie gegebenenfalls Maßnahmen vor, mit deren Hilfe Hemmnisse bei der Zielerreichung beseitigt werden können.

Die Federführung beim Monitoring der Energiewende hat das BMWi. Die regelmäßigen Berichte werden vom Bundeskabinett beschlossen und dem Bundestag sowie dem Bundesrat zugeleitet. Eine unabhängige Kommission aus vier renommierten Energieexpertinnen und -experten begleitet den Prozess und nimmt auf wissenschaftlicher Basis zu den jeweiligen Monitoring- und Fortschritts-Berichten Stellung. Zuletzt wurde der 8. Monitoring-

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

| | 2020 (Status quo) | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---|--|----------|------|------|------|
| | Anteil erneuerbarer Energien in Prozent | | | | |
| Anteil am Bruttoendenergieverbrauch | 19,6 | 18 | 30 | 45 | 60 |
| Anteil am Bruttostromverbrauch | 45,3 | mind. 35 | 65* | | ** |
| Anteil am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte | 15,6 | 14 | | | |

* Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030 und nach EEG 2021. Voraussetzung hierfür ist ein weiterer zielstrebigere, effizienter, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren. Hierfür ist der weitere Ausbau der Stromnetze zentral.

** Das EEG 2021 sieht vor, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der im Bundesgebiet erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird. Um das EEG 2021 an das danach verschärfte Klimaschutzgesetz und die Entwicklungen auf EU-Ebene (noch zu beschließende Maßnahmen zur Umsetzung Green Deal, Fit-for-55-Paket) anzupassen, müssen Ausbauziel und -pfade entsprechend erhöht werden.

Bericht der Bundesregierung gemeinsam mit der Stellungnahme der Expertenkommission am 3. Februar 2021 veröffentlicht. Er dokumentiert den Stand der Umsetzung der Energiewende in den Jahren 2018 und 2019 und bewertet den Fortschritt bei der Erreichung der Ziele für das Jahr 2020.

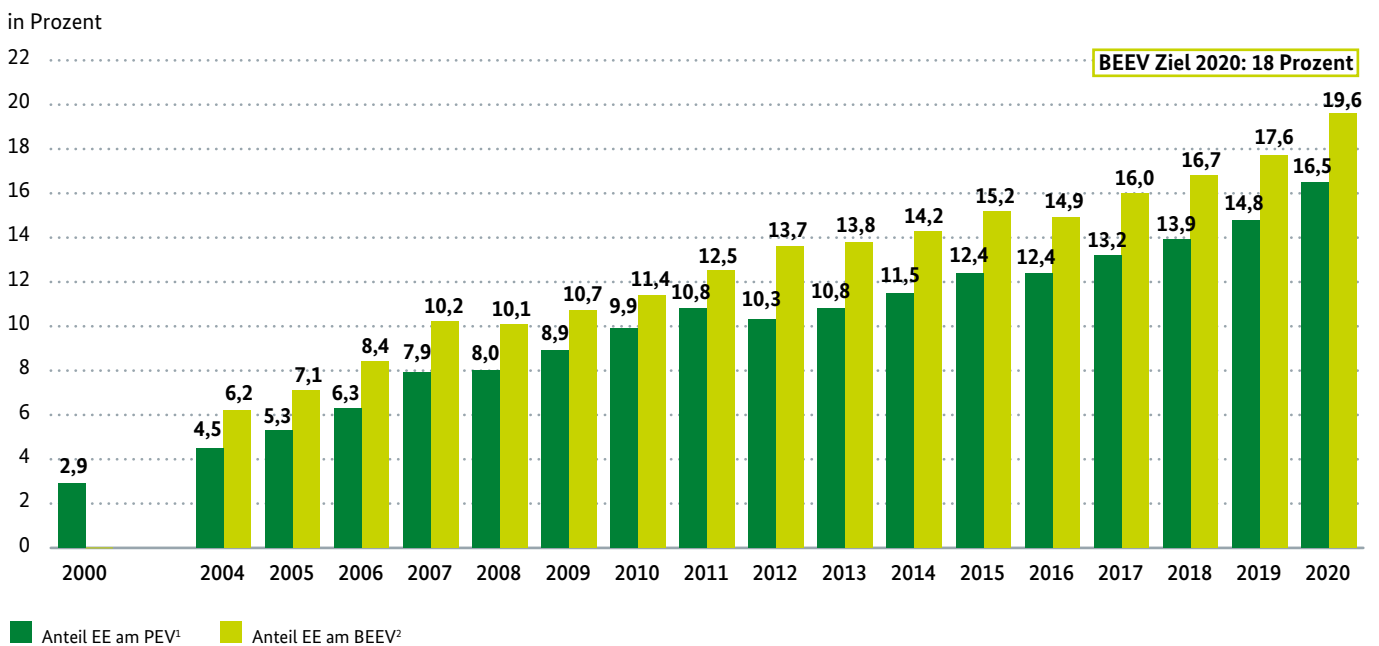
Die in dieser Broschüre enthaltenen Zahlen sind die wesentliche Datengrundlage zur Beobachtung des Fortschritts beim Ausbau erneuerbarer Energien. Sie dienen insbesondere auch dem beschriebenen Monitoring-Prozess sowie zahlreichen weiteren Berichtspflichten der Bundesrepublik auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Abbildung 2: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

| Kategorien | 2019 | 2020 |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Anteil erneuerbarer Energien in Prozent | | |
| am Bruttoendenergieverbrauch | 17,6 | 19,6 |
| am Bruttostromverbrauch | 41,8 | 45,3 |
| am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte | 15,1 | 15,6 |
| am Endenergieverbrauch Verkehr | 5,6 | 7,5 |
| am Primärenergieverbrauch | 14,8 | 16,5 |
| Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien | | |
| Gesamte Treibhausgas-Vermeidung | 221,0 Mio. t CO ₂ -Äq. | 230,4 Mio. t CO ₂ -Äq. |
| davon durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch | 150,5 Mio. t CO ₂ -Äq. | 156,9 Mio. t CO ₂ -Äq. |
| Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien | | |
| Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen | 10,5 Mrd. Euro | 11,0 Mrd. Euro |
| Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen | 17,3 Mrd. Euro | 18,3 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



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 (Energiekonzept 2010) 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 AGE B [1] und weiterer Quellen; siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

Ausbau der erneuerbaren Energien

Strom

Anteil erneuerbarer Energien steigt auf 45,3 Prozent

Mit 250,2 Terawattstunden wurden im Jahr 2020 rund vier Prozent mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt als im Vorjahr (240,3 Terawattstunden). Diese Steigerung wurde etwa zu gleichen Teilen von der Windenergie und der Photovoltaik getragen. Sonne, Wind, Biomasse und Co. konnten damit erstmals mehr Strom bereitstellen als alle fossilen Energieträger (Kohle, Gas und Öl) zusammen (2020: 231,0 Terawattstunden). Pandemiebedingt sank zudem der gesamte Stromverbrauch um knapp vier Prozent auf 552,2 Terawattstunden (2019: 574,6 Terawattstunden), sodass der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch einen Sprung von über drei Prozentpunkten auf einen neuen Rekordwert von 45,3 Prozent machen konnte (2019: 41,8 Prozent).

Windenergieausbau an Land erholt sich leicht

Nach dem Tiefststand des Nettozubaues an Windenergieleistung der letzten 20 Jahre von nur noch 859 Megawatt im Jahr 2019 konnte sich der Windenergieausbau an Land im Jahr 2020 wieder leicht erholen. Mit 1.227 Megawatt blieb er jedoch weiterhin auf vergleichsweise niedrigem Niveau und deutlich von den Ausbauzielen entfernt. Ende des Jahres 2020 war damit an Land eine Windenergieleistung von insgesamt 54.417 Megawatt am Netz. Gute Windverhältnisse sorgten dafür, dass die Stromerzeugung aus Windenergie an Land gegenüber dem Vorjahr leicht anstieg und 104,8 Terawattstunden (2019: 101,2 Terawattstunden) erreichte.

Auf See (offshore) wurden im Jahr 2020 nur einzelne Windparks vervollständigt und daher mit 219 Megawatt vergleichsweise wenig Windenergieleistung neu ans Netz genommen (2019: 1.111 Megawatt). Ende des Jahres war damit eine Offshore-Leistung von insgesamt 7.747 Megawatt am Netz. Bei der

Abbildung 4: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2019 und 2020

| | Erneuerbare Energien 2019 | | Erneuerbare Energien 2020 | |
|--|---|---|---|---|
| | Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴ | Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%) | Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴ | Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%) |
| Wasserkraft ¹ | 19.731 | 3,4 | 18.322 | 3,3 |
| Windenergie an Land | 101.150 | 17,6 | 104.796 | 19,0 |
| Windenergie auf See | 24.744 | 4,3 | 27.306 | 4,9 |
| Photovoltaik | 44.383 | 7,7 | 48.641 | 8,8 |
| biogene Festbrennstoffe ² | 11.038 | 1,9 | 11.228 | 2,0 |
| biogene flüssige Brennstoffe | 330 | 0,1 | 308 | 0,1 |
| Biogas | 28.225 | 4,9 | 28.757 | 5,2 |
| Biomethan | 2.859 | 0,5 | 2.914 | 0,5 |
| Klärgas | 1.581 | 0,3 | 1.578 | 0,3 |
| Deponiegas | 287 | 0,05 | 247 | 0,04 |
| biogener Anteil des Abfalls ³ | 5.806 | 1,0 | 5.829 | 1,1 |
| Geothermie | 197 | 0,03 | 231 | 0,04 |
| Summe erneuerbare Energien | 240.331 | 41,8 | 250.157 | 45,3 |

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

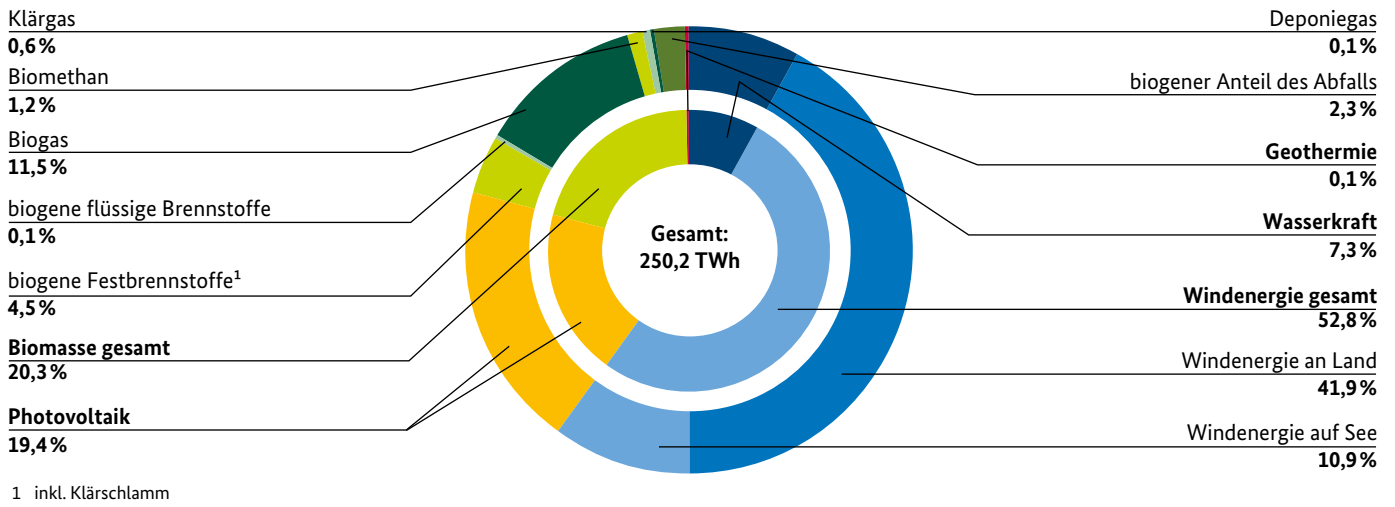
2 inkl. Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

4 1.000 GWh = 1 TWh

5 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2020: 552,2 Terawattstunden; 2019: 574,6 Terawattstunden, davon Bruttostromerzeugung aus fossilen Energieträgern nach AGEB [1]

Abbildung 5: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020



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

Abbildung 6: Bruttostromerzeugung 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 | 61 | 0 | 36.227 | 6,3 |
| 2005 | 19.638 | 27.774 | 0 | 14.706 | 1.308 | 0 | 63.426 | 10,3 |
| 2006 | 20.031 | 31.324 | 0 | 18.934 | 2.265 | 0 | 72.554 | 11,7 |
| 2007 | 21.170 | 40.507 | 0 | 24.616 | 3.137 | 0 | 89.430 | 14,3 |
| 2008 | 20.443 | 41.385 | 0 | 28.014 | 4.508 | 18 | 94.368 | 15,2 |
| 2009 | 19.031 | 39.382 | 38 | 30.886 | 6.715 | 19 | 96.071 | 16,5 |
| 2010 | 20.953 | 38.371 | 176 | 33.924 | 11.963 | 28 | 105.415 | 17,1 |
| 2011 | 17.671 | 49.280 | 577 | 36.891 | 19.991 | 19 | 124.429 | 20,4 |
| 2012 | 21.755 | 50.948 | 732 | 43.203 | 26.744 | 25 | 143.407 | 23,6 |
| 2013 | 22.998 | 51.819 | 918 | 45.513 | 30.621 | 80 | 151.949 | 25,1 |
| 2014 | 19.587 | 57.026 | 1.471 | 48.287 | 34.558 | 98 | 161.027 | 27,2 |
| 2015 | 18.977 | 72.340 | 8.284 | 50.326 | 37.171 | 133 | 187.231 | 31,3 |
| 2016 | 20.546 | 67.650 | 12.274 | 50.928 | 36.670 | 175 | 188.243 | 31,5 |
| 2017 | 20.150 | 88.018 | 17.675 | 50.917 | 37.893 | 163 | 214.816 | 35,9 |
| 2018 | 17.693 | 90.484 | 19.467 | 50.794 | 43.459 | 178 | 222.075 | 37,5 |
| 2019 | 19.731 | 101.150 | 24.744 | 50.126 | 44.383 | 197 | 240.331 | 41,8 |
| 2020 | 18.322 | 104.796 | 27.306 | 50.861 | 48.641 | 231 | 250.157 | 45,3 |

- 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 1.000 GWh = 1 TWh

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

Stromerzeugung machte sich der deutlich stärkere Ausbau des Vorjahres bemerkbar, sodass mit 27,3 Terawattstunden eine Steigerung um rund zehn Prozent gegenüber 2019 (24,7 Terawattstunden) verzeichnet werden konnte.

Windenergie baut Position als wichtigste Stromquelle weiter aus

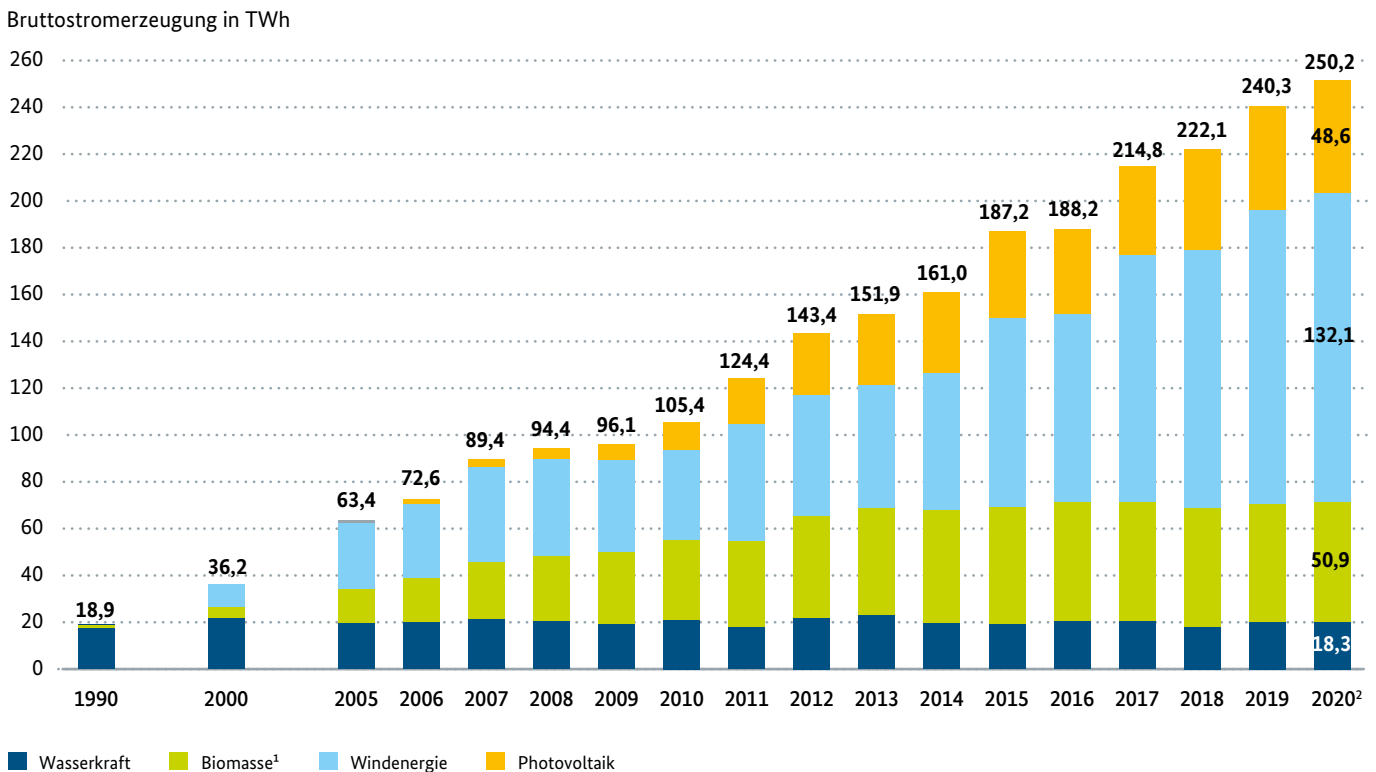
Alle Windenergieanlagen an Land und auf See zusammen erzeugten im Jahr 2020 mit rund 132,1 Terawattstunden nochmals fast fünf Prozent mehr Strom als im Vorjahr (2019: 125,9 Terawattstunden). Die Windenergie konnte damit abermals eine neue Rekordmarke verbuchen und erreichte einen Anteil von 23,9 Prozent am Bruttostromverbrauch. Sie konnte damit auch ihre Position als wichtigste Stromquelle im deutschen Mix vor der Braunkohle weiter ausbauen.

Installationszahlen bei Photovoltaik steigen weiter an

Bereits seit dem Jahr 2015 befindet sich die Photovoltaik wieder im Aufwärtstrend, der sich auch im Jahr 2020 kräftig fortsetzte. Unterstützt durch weiter gesunkene Preise für Photovoltaikmodule und Batteriespeicher wurde mit 4.807 Megawatt wiederum 28 Prozent mehr Photovoltaikleistung neu installiert als im Vorjahr (2019: 3.756 Megawatt). Ende des Jahres 2020 waren damit in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 54.414 Megawatt am Netz. Somit wurde auch der so genannte „PV-Deckel“ von 52 Gigawatt, der für die Photovoltaikförderung vorgesehen war und zwischenzeitlich gestrichen wurde, im Laufe des Jahres durchbrochen.

Der deutliche Zubau und ausgedehnte Schönwetterphasen insbesondere im ersten Halbjahr sorgten dafür, dass auch die Stromerzeugung gegenüber dem Vorjahr weiter um knapp zehn Prozent auf nunmehr 48,6 Terawattstunden angestiegen ist

Abbildung 7: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien



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

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

(2019: 44,4 Terawattstunden). Die Photovoltaik lag damit auf Rang 2 unter den erneuerbaren Stromquellen und erreichte einen Anteil von 8,8 Prozent am gesamten Bruttostromverbrauch.

Weitere Flexibilisierungen bei Biogas und Biomethan

Gegenüber dem Vorjahr wurde mit 414 Megawatt wieder deutlich mehr Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan zugebaut (2019: 329 Megawatt). Wie bereits in den vorangegangenen Jahren diente der Zubau überwiegend der Leistungserhöhung von bestehenden Anlagen. Diese sogenannte Überbauung ermöglicht eine verstärkt flexible und bedarfsgerechte Stromerzeugung. Die Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan lag dementsprechend im Jahr 2020 mit 31,7 Terawattstunden nur geringfügig über dem Vorjahresniveau (2019: 31,1 Terawattstunden).

Wie schon in den Vorjahren waren auch im Jahr 2020 in den Bereichen feste und flüssige Biomasse kaum Änderungen der installierten Leistung zu verzeichnen. Somit lag die gesamte Stromerzeugung aus Biomasse einschließlich der Nutzung von

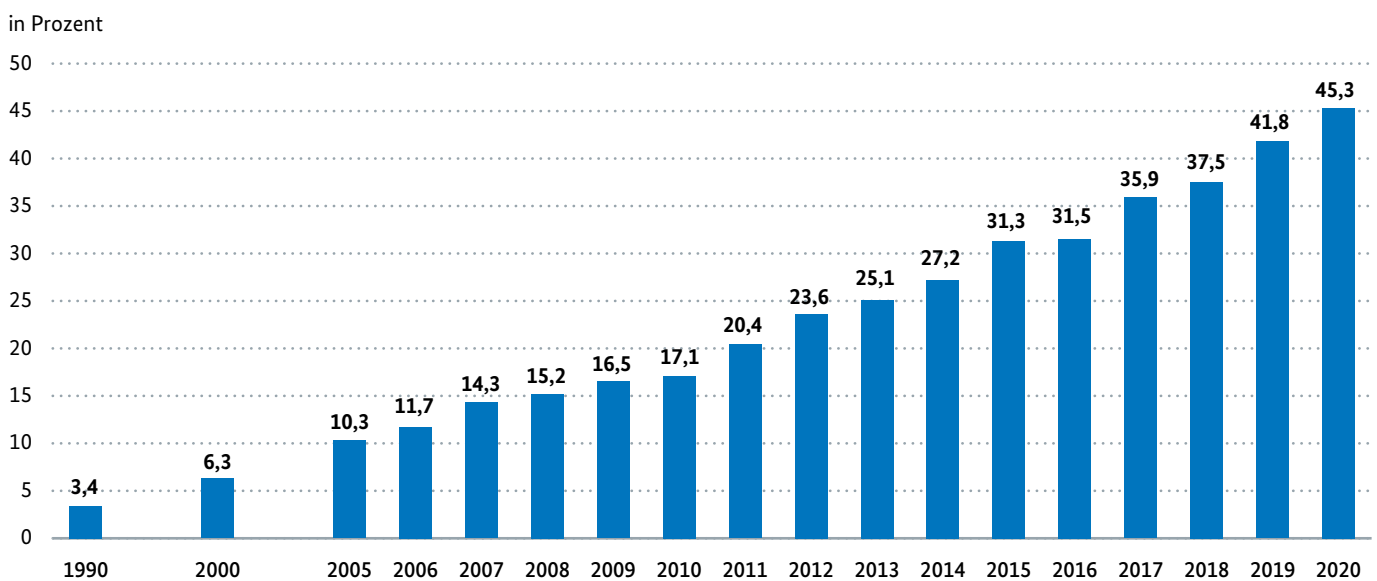
Deponie- und Klärgas sowie dem biogenen Anteil des Siedlungsmülls im Jahr 2020 mit 50,9 Terawattstunden ebenfalls nur geringfügig über dem Niveau des Vorjahres (2019: 50,1 Terawattstunden). Die Stromerzeugung aller Biomasseformen zusammen lag knapp über der Erzeugung aus Photovoltaik und deckte 9,2 Prozent des deutschen Bruttostromverbrauchs.

Wasserkraft bleibt infolge geringer Niederschlagsmengen auf niedrigem Niveau

2020 war ein weiteres von Trockenheit geprägtes Jahr, weshalb die Stromerzeugung aus Wasserkraft auf niedrigem Niveau blieb und mit 18,3 Terawattstunden den Vorjahreswert sogar noch einmal unterschritt (2019: 19,7 Terawattstunden). Aufgrund des gesunkenen Bruttostromverbrauchs blieb der Anteil der Wasserkraft mit 3,3 Prozent konstant.

Die Stromerzeugung aus Geothermie stieg zwar gegenüber dem Vorjahr um 15 Prozent an, ihre Bedeutung für den deutschen Strommix blieb jedoch mit 0,2 Terawattstunden weiterhin gering.

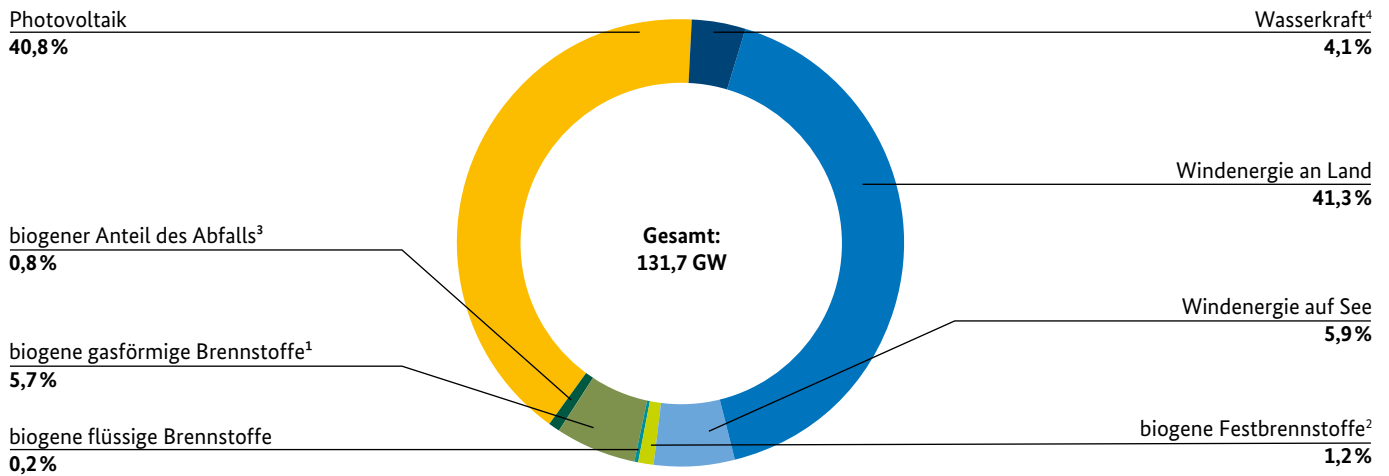
Abbildung 8: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch



Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2017 war 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 im Jahr 2020 nach Energieträgern in Gigawatt (GW)



Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt.

- 1 Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas
- 2 inkl. Klärschlamm
- 3 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt)
- 4 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

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

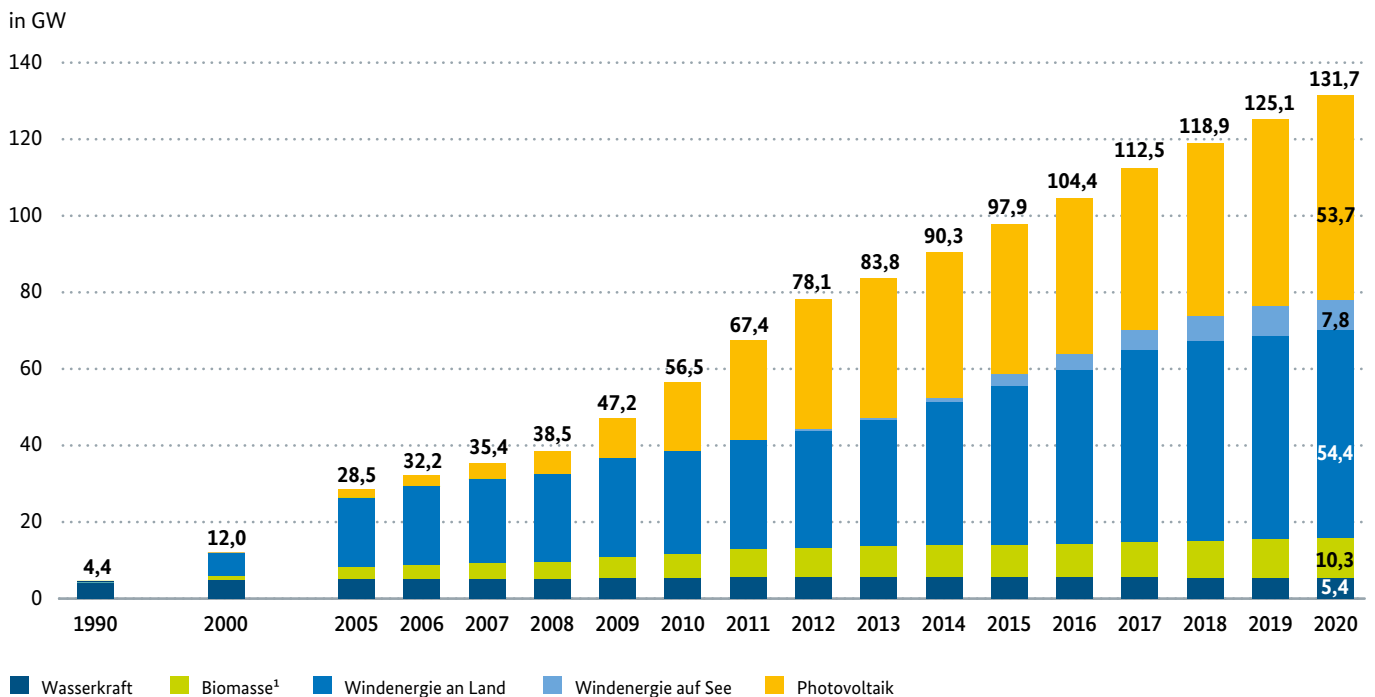
Abbildung 10: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

| | Wasserkraft ¹ | Windenergie an Land | Windenergie auf See | Biomasse ² | Photovoltaik | Geothermie | Gesamte Leistung |
|-------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------|------------|------------------|
| | (MW) ³ | | | | | | |
| 1990 | 3.982 | 55 | 0 | 404 | 2 | 0 | 4.443 |
| 2000 | 4.831 | 6.097 | 0 | 996 | 114 | 0 | 12.038 |
| 2005 | 5.210 | 18.248 | 0 | 2.939 | 2.056 | 0 | 28.453 |
| 2006 | 5.193 | 20.474 | 0 | 3.647 | 2.899 | 0 | 32.213 |
| 2007 | 5.137 | 22.116 | 0 | 4.006 | 4.170 | 3 | 35.432 |
| 2008 | 5.164 | 22.794 | 0 | 4.371 | 6.120 | 3 | 38.452 |
| 2009 | 5.340 | 25.697 | 35 | 5.593 | 10.566 | 8 | 47.239 |
| 2010 | 5.407 | 26.823 | 80 | 6.222 | 18.006 | 8 | 56.546 |
| 2011 | 5.625 | 28.524 | 188 | 7.162 | 25.916 | 8 | 67.423 |
| 2012 | 5.607 | 30.711 | 268 | 7.467 | 34.077 | 19 | 78.149 |
| 2013 | 5.590 | 32.969 | 508 | 7.966 | 36.710 | 30 | 83.773 |
| 2014 | 5.580 | 37.620 | 994 | 8.204 | 37.900 | 33 | 90.331 |
| 2015 | 5.589 | 41.297 | 3.283 | 8.429 | 39.224 | 34 | 97.856 |
| 2016 | 5.629 | 45.283 | 4.152 | 8.659 | 40.679 | 38 | 104.440 |
| 2017 | 5.627 | 50.174 | 5.406 | 8.982 | 42.293 | 38 | 112.520 |
| 2018 | 5.329 | 52.328 | 6.393 | 9.662 | 45.158 | 42 | 118.912 |
| 2019 | 5.378 | 53.187 | 7.555 | 9.994 | 48.914 | 47 | 125.075 |
| 2020 | 5.438 | 54.414 | 7.774 | 10.344 | 53.721 | 47 | 131.738 |

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

- 1 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss
- 2 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm und inklusive der Kapazität aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht erneuerbare Abfälle. Dabei werden für die Zeitreihe durchgängig 50 Prozent der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen.
- 3 1.000 MW = 1 GW

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

Abbildung 11: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien


1 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm, inklusive des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt)

2 installierte Leistung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren, siehe dazu Abbildung 10
 Werte von Geothermie nicht dargestellt, siehe Abbildung 10

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

Wärme

Wärme aus erneuerbaren Energien bleibt auf Vorjahresniveau – relativer Anteil am gesamten Verbrauch steigt leicht

Der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien blieb im Jahr 2020 mit 181,7 Terawattstunden nahezu auf dem Vorjahresniveau (2019: 182,1 Terawattstunden). Der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte wurde neben einer abermals sehr milden Witterung auch von Pandemieeffekten beeinflusst. Mit rund 1.165 Terawattstunden im Jahr 2020 liegt ein Rückgang von mehr als drei Prozent gegenüber 2019 vor (2019: 1.205 Terawattstunden). Unter dem Strich ergab sich dadurch ein Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 15,1 auf 15,6 Prozent. Wie sich bereits in den Vorjahren abgezeichnet hatte, konnte damit das Ziel der Bundesregierung, im Jahr 2020 einen Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 14 Prozent zu erreichen, übertroffen

werden. Damit wurde im Wärmebereich ein erstes wichtiges Etappenziel vor dem Hintergrund der mittel- und langfristigen deutschen Energie- und Klimaziele erreicht.

Betrachtet man die verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich, so zeigten sich im Jahr 2020 teilweise gegenläufige Entwicklungen. Während witterungsbedingt bei der Wärmeerzeugung aus den meisten Biomasseformen sowie dem biogenen Anteil der Abfälle leichte Rückgänge zu verzeichnen waren, zeigten sich bei der Solarthermie sowie bei Geothermie und Umweltwärme deutliche Aufwärtstrends.

Leichter Rückgang bei der Wärmeerzeugung durch Biomasse

Im Bereich der Biomasse, die insgesamt rund 86 Prozent des Verbrauchs erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kältebereitstellung ausmacht, beruhen die Daten zu einem erheblichen Teil zunächst noch auf Modellrechnungen. Dies gilt insbesondere für den Holzverbrauch in privaten Haushalten, für

den von einem Rückgang um rund fünf Prozent gegenüber dem Vorjahr ausgegangen wird, womit sich ein Verbrauch von 67,9 Terawattstunden ergibt. Neben Scheitholz und Hackschnitzeln sind hier auch Holzpellets enthalten. Deren Verbrauch ist im Jahr 2020 verglichen mit dem Vorjahr mit 2,33 Millionen Tonnen angestiegen (2019: 2,30 Mio. Tonnen). Dies hängt vor allem mit der stark gestiegenen Anzahl von Holzpelletfeuerungen zusammen. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 61.350 neue Systeme installiert und damit etwa drei Viertel mehr als im Vorjahr (2019: 34.650). Etwa zwei Drittel davon waren Zentralheizungen, der Rest Öfen. Der Gesamtbestand ist damit auf 546.000 Systeme, davon 322.000 Zentralheizungen, angewachsen [13].

Aufwärtstrend bei Solarthermie, Geothermie und Umweltwärme

Eine Trendwende konnte im Jahr 2020 bei der Solarthermie verzeichnet werden: Nachdem die Installationszahlen über viele Jahre rückläufig waren, konnte nun mit 643.500 Quadratmetern neu installierter Kollektorfläche ein Anstieg um mehr als 20 Prozent gegenüber dem Vorjahr registriert werden (2019: 511.000). Insgesamt waren unter Berücksichtigung des Abbaus alter Anlagen Ende des Jahres 2020 knapp 19,5 Millionen Quadratmeter Solar Kollektorfläche installiert bzw. rund 130.000 Quadratmeter mehr als ein Jahr zuvor. Insbesondere die höhere Sonneneinstrahlung führte dazu, dass

Abbildung 12: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2019 und 2020

| | Erneuerbare Energien 2019 | | Erneuerbare Energien 2020 | |
|--|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Endenergieverbrauch Wärme (GWh) ⁸ | Anteil am EEV Wärme ⁹ (%) | Endenergieverbrauch Wärme (GWh) ⁸ | Anteil am EEV Wärme ⁹ (%) |
| biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ¹ | 71.354 | 5,9 | 67.897 | 5,8 |
| biogene Festbrennstoffe (GHD) ² | 19.052 | 1,6 | 18.953 | 1,6 |
| biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³ | 23.784 | 2,0 | 24.029 | 2,1 |
| biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴ | 6.121 | 0,5 | 6.267 | 0,5 |
| biogene flüssige Brennstoffe ⁵ | 2.383 | 0,2 | 3.207 | 0,3 |
| Biogas | 13.295 | 1,1 | 13.549 | 1,2 |
| Biomethan | 3.765 | 0,3 | 4.045 | 0,3 |
| Klärgas | 2.402 | 0,2 | 2.381 | 0,2 |
| Deponiegas | 102 | 0,01 | 89 | 0,01 |
| biogener Anteil des Abfalls ⁶ | 15.308 | 1,3 | 15.160 | 1,3 |
| Solarthermie | 8.483 | 0,7 | 8.707 | 0,7 |
| tiefe Geothermie | 1.369 | 0,1 | 1.370 | 0,1 |
| oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁷ | 14.655 | 1,2 | 16.049 | 1,4 |
| Summe | 182.073 | 15,1 | 181.703 | 15,6 |

1 überwiegend Holz, einschließlich Holzpellets und Holzkohle

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

3 inkl. Klärschlamm

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

5 inkl. Biodieselerbrauch 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 1.000 GWh = 1 TWh

9 bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte, 2020: 1.165 Terawattstunden; 2019: 1.205,4 Terawattstunden berechnet auf Basis AGEV [1] und AGEE-Stat, ohne Stromverbrauch für Wärme und Kälte

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

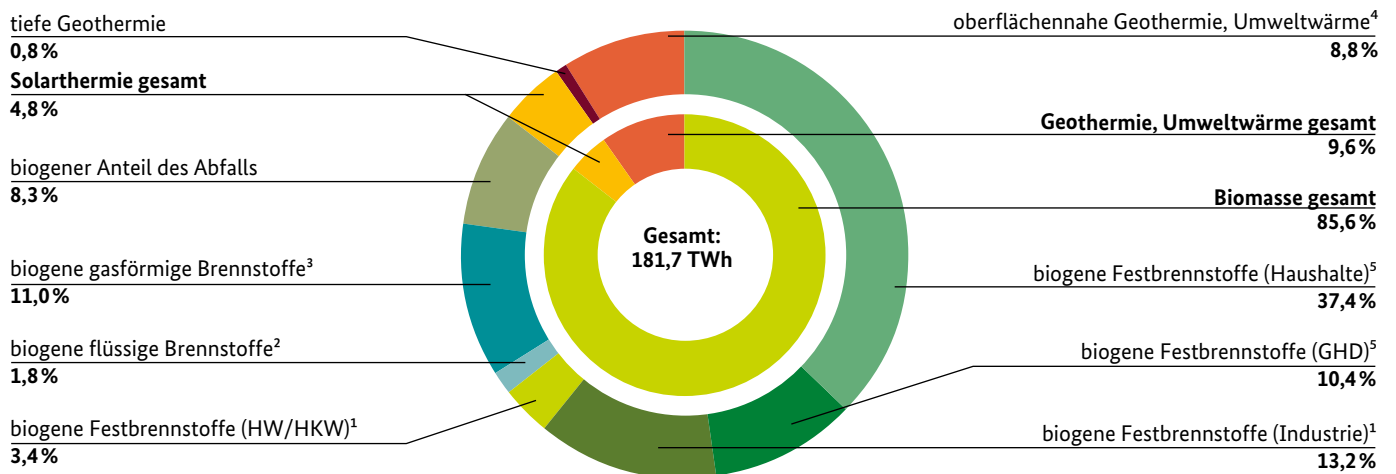
Nähere Informationen zur Berechnungsmethodik des Anteils und zur Korrespondenz zum EE-Ziel für den Wärmesektor siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

mit 8,7 Terawattstunden fast drei Prozent mehr Solarwärme bereitgestellt werden konnte als im Vorjahr.

Bei der Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme konnte sich der Aufwärtstrend der vergangenen Jahre fortsetzen und im Vergleich zum Vorjahr sogar deutlich verstärken: Mit 120.000 Systemen wurden rund 40 Prozent mehr Heizungswärmepumpen abgesetzt (2019: 86.000). Der größte Teil des Zuwachses entfiel auf Luftwärmepumpen, die mit 95.500 Systemen nunmehr einen Anteil von 80 Prozent an den Neuanlagen ausmachten. Mit 24.500 Systemen entfielen nur noch 20 Prozent auf Erdwärmepumpen.

Zudem wurden 20.500 neue Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung installiert und damit 24 Prozent mehr als im Vorjahr (2019: 16.500). Ende des Jahres waren damit in Deutschland insgesamt 1,29 Millionen Wärmepumpen mit einer thermischen Leistung von 12,3 Gigawatt installiert. Zusammen mit den tiefeingeothermischen und balneologischen Anlagen (Bäderbetriebe) wurden aus Geothermie und Umweltwärme insgesamt 17,4 Terawattstunden Wärme bereitgestellt, rund neun Prozent mehr als im Vorjahr (2019: 16,0 Terawattstunden) und damit knapp zehn Prozent der insgesamt aus erneuerbaren Energien erzeugten Wärme.

Abbildung 13: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2020



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
 Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme“ umfasst auch den Endenergieverbrauch für Kälteanwendungen.

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

Abbildung 14: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien

| | Feste Biomasse ¹ | Flüssige Biomasse ² | Gasförmige Biomasse ³ | Solarthermie | Oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁴ | Summe Endenergieverbrauch Wärme | EE-Anteil am Endenergieverbrauch Wärme |
|------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------|--|---------------------------------|--|
| | (GWh) ⁵ | | | | | (GWh) ⁵ | (%) |
| 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 | 1.219 | 3.126 | 3.028 | 2.815 | 102.613 | 8,0 |
| 2006 | 103.952 | 1.778 | 3.413 | 3.547 | 3.272 | 115.962 | 8,8 |
| 2007 | 110.874 | 2.834 | 5.727 | 3.934 | 3.961 | 127.330 | 10,8 |
| 2008 | 121.293 | 3.409 | 5.678 | 4.474 | 4.783 | 139.637 | 10,8 |
| 2009 | 117.082 | 3.660 | 7.325 | 5.250 | 5.719 | 139.036 | 11,7 |
| 2010 | 139.945 | 3.366 | 10.078 | 5.590 | 6.627 | 165.606 | 12,4 |
| 2011 | 130.005 | 2.572 | 11.871 | 6.388 | 7.540 | 158.376 | 13,0 |
| 2012 | 144.980 | 2.104 | 11.819 | 6.638 | 8.571 | 174.112 | 14,2 |
| 2013 | 149.381 | 2.206 | 13.214 | 6.700 | 9.596 | 181.097 | 14,2 |
| 2014 | 128.080 | 2.372 | 15.139 | 7.204 | 10.695 | 163.490 | 14,2 |
| 2015 | 131.976 | 2.189 | 16.914 | 7.705 | 11.479 | 170.263 | 14,1 |
| 2016 | 128.595 | 2.188 | 17.822 | 7.691 | 12.554 | 168.850 | 13,7 |
| 2017 | 131.386 | 2.194 | 18.325 | 7.852 | 13.576 | 173.333 | 14,0 |
| 2018 | 133.328 | 2.291 | 19.123 | 8.875 | 14.812 | 178.429 | 15,0 |
| 2019 | 135.619 | 2.383 | 19.564 | 8.483 | 16.024 | 182.073 | 15,1 |
| 2020 | 132.306 | 3.207 | 20.064 | 8.707 | 17.419 | 181.703 | 15,6 |

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

2 inkl. Biodieselvebrauch 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)

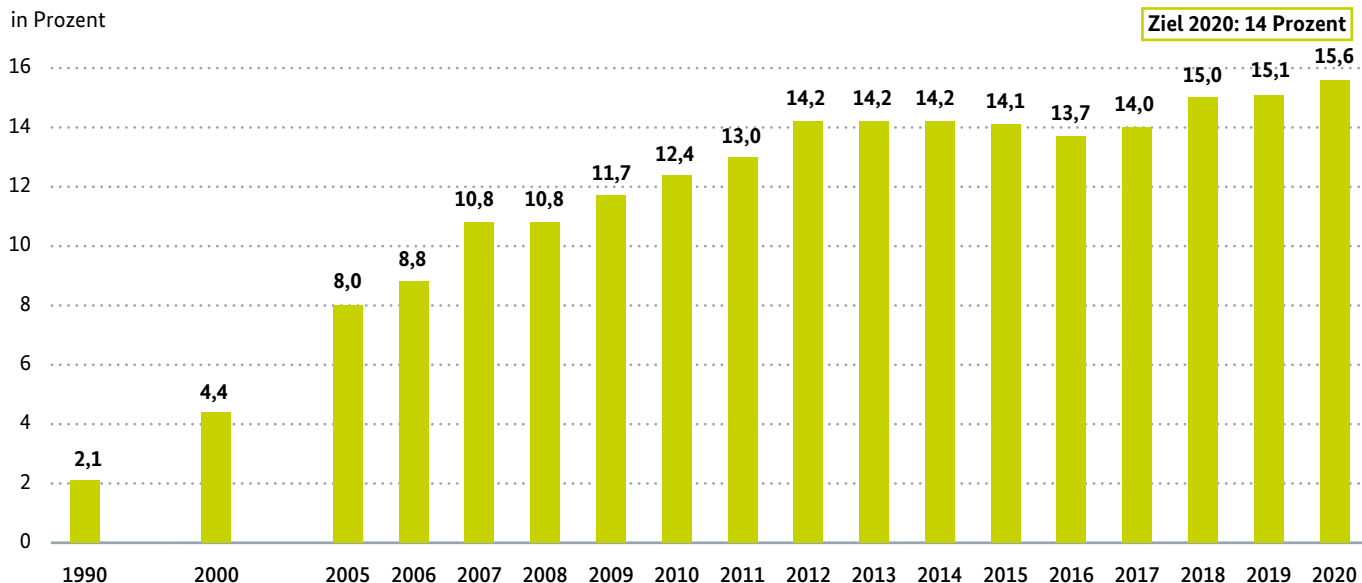
5 1.000 GWh = 1 TWh

Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme“ umfasst auch den Endenergieverbrauch für Kälteanwendungen.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; AGEb [1], [14]; StBA [2], [15]; ZSW [6]; DENA [7]; Thünen-Institut [12], [16]; GZB [17]; IEA/ESTIF [18]; FNR [19]; UNI HH [20]; DBFZ; BDH; BSW, DEPV; BWP, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 15: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme

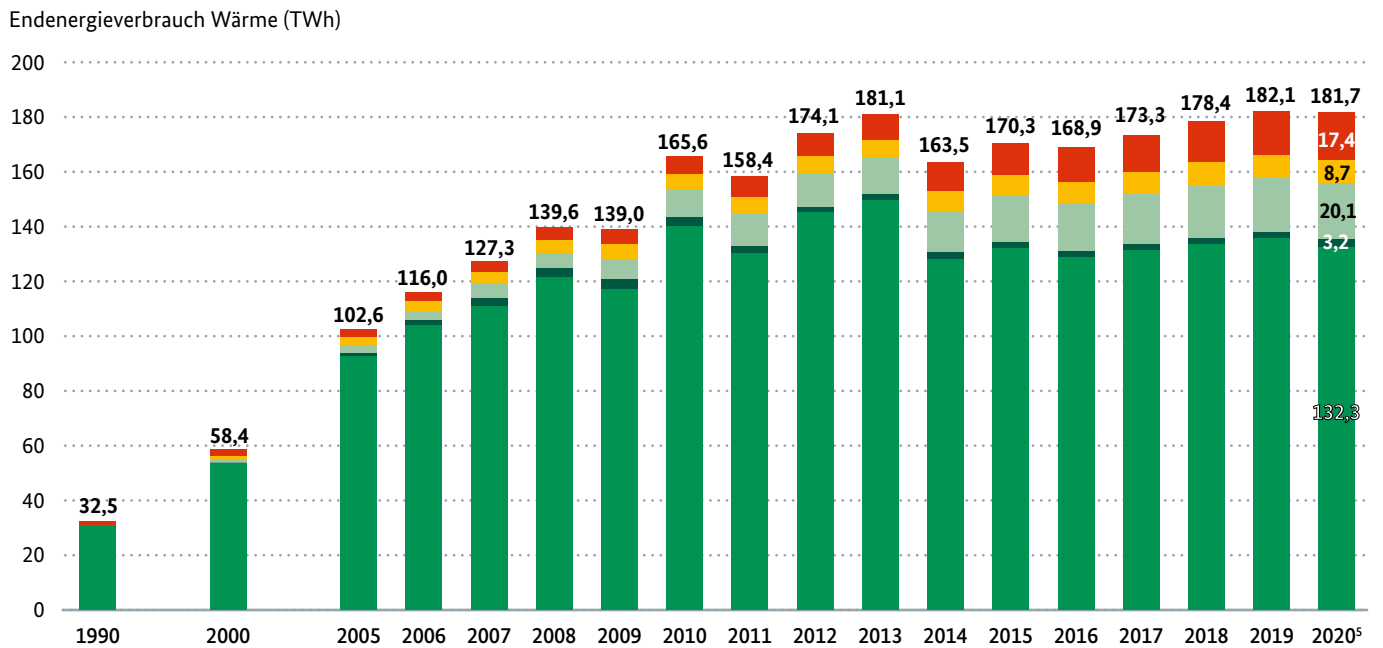
in Prozent



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. Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme“ umfasst auch den Endenergieverbrauch für Kälteanwendungen.

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

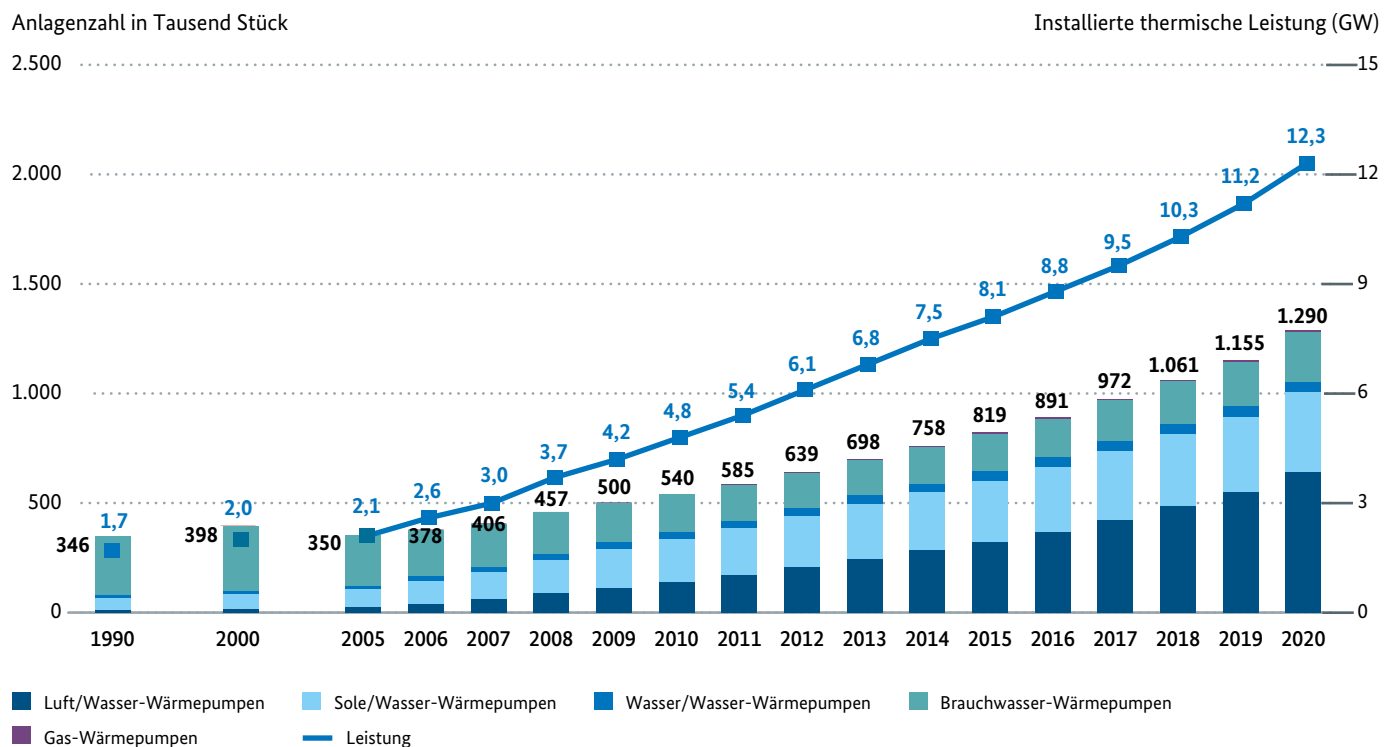
Abbildung 16: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien



- 1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalles (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)
 - 5 Endenergieverbrauch Wärme der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Abbildung 14
- Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme“ umfasst auch den Endenergieverbrauch für Kälteanwendungen.

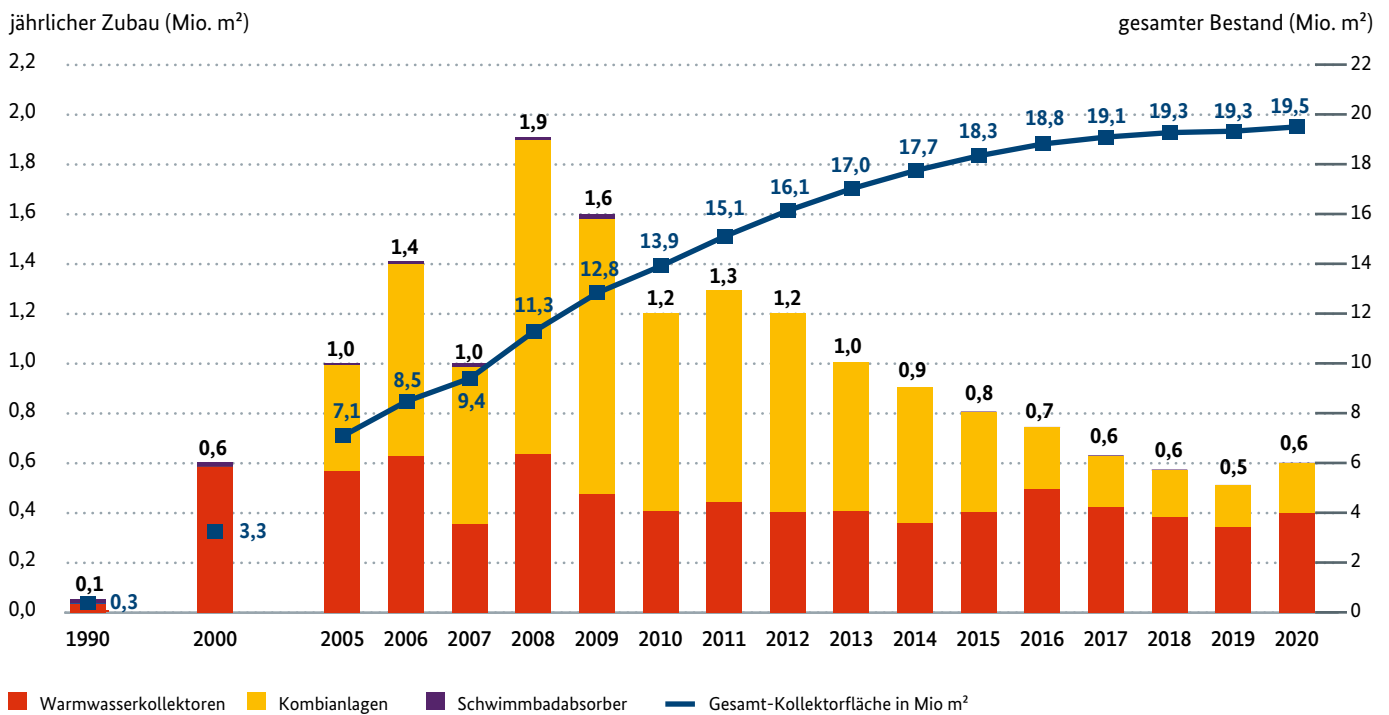
Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 14, teilweise vorläufige Angaben

Abbildung 17: Entwicklung des Wärmepumpenbestands



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

Abbildung 18: Zubau und Bestand von Solarkollektoren



In der Grafik dargestellter Gesamtbestand 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 | 2019 | 2020 |
|------------------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| kumulierte Fläche (1.000 m²) | 348 | 3.250 | 7.085 | 13.914 | 15.100 | 16.140 | 17.020 | 17.746 | 18.339 | 18.812 | 19.091 | 19.269 | 19.326 | 19.455 |
| 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 | 13.528 | 13.618 |

Der Abbau von Altanlagen wurde berücksichtigt.

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; ZSW; BDH; BSW; IEA/ESTIF [18]

Verkehr

Absatz von Biokraftstoffen steigt deutlich

Der Absatz von Biokraftstoffen lag im Jahr 2020 mit insgesamt knapp vier Millionen Tonnen um rund 19 Prozent höher als noch im Vorjahr. Dies ging auf einen um 30 Prozent gestiegenen Absatz von Biodiesel auf 2,8 Millionen Tonnen zurück (2019: 2,1 Mio. Tonnen), während der Absatz von Bioethanol um vier Prozent sank und bei knapp 1,1 Millionen Tonnen lag. Maßgeblich für den stärkeren Einsatz von Biodiesel und so genannten HVO („Hydrotreated Vegetable Oils“, hydrierte

Pflanzenöle) war eine Erhöhung der Treibhausgas-minderungsquote von vier auf sechs Prozent. Deutlich um ein Drittel gestiegen ist aufgrund verbesserter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen auch der Einsatz von Biomethan im Verkehr auf 884 GWh (2019: 660 GWh), während der Einsatz von reinen Pflanzenölen weiterhin bedeutungslos blieb.

Neben den Biokraftstoffen trägt auch der steigende Anteil erneuerbarer Energien am Strommix in Verbindung mit einer wachsenden Zahl elektrischer Antriebe im Verkehr zunehmend zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Verkehr bei. Nach wie vor ist zwar der Schienenverkehr für

rund 95 Prozent des Stromverbrauchs verantwortlich, der motorisierte Individualverkehr wächst jedoch inzwischen sehr deutlich. So wurden im Jahr 2020 laut Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) insgesamt 394.940 PKW mit elektrischem Antrieb neu zugelassen, das waren 13,5 Prozent aller Neuzulassungen. 194.163 Fahrzeuge davon waren rein elektrisch, der Rest Plug-in-Hybride. Der gesamte Stromverbrauch im Verkehr nahm im Vergleich zum Vorjahr um fünf Prozent auf knapp 5,1 Terawattstunden zu.

Dem Wachstum der erneuerbaren Energieträger im Verkehrsbereich steht ein pandemiebedingt deutlicher Rückgang des Energieverbrauchs im Verkehr gegenüber. Er sank gegenüber dem Vorjahr um neun Prozent auf 585 TWh. Dies war der niedrigste Wert seit 1990. Unter dem Strich kletterte der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr deutlich auf 7,5 Prozent (2019: 5,6 Prozent) und übertraf damit den bisherigen Spitzenwert aus dem Jahr 2007 (7,3 Prozent).

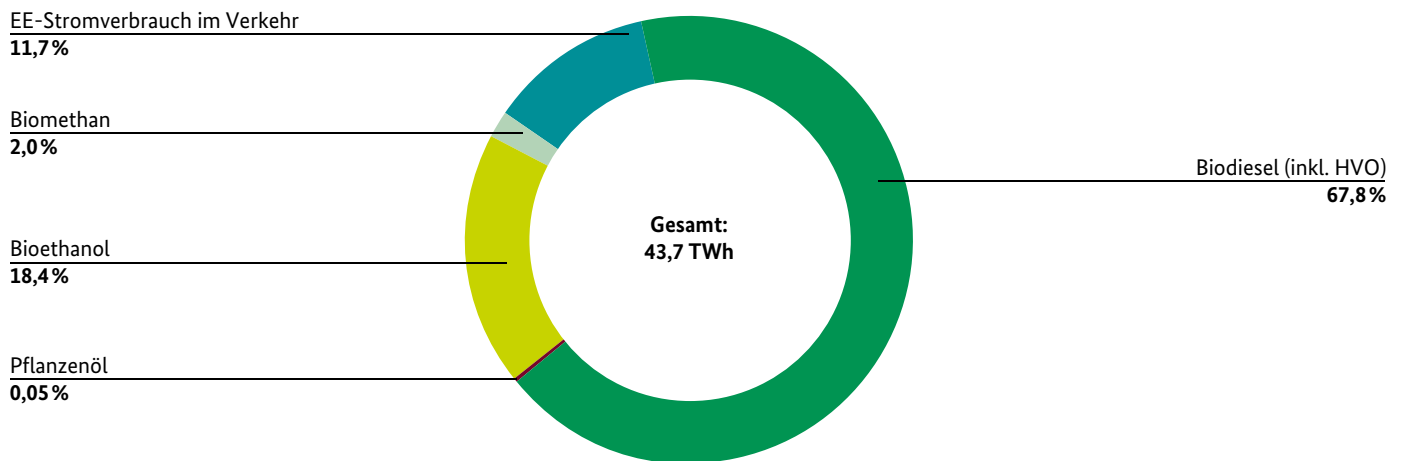
Abbildung 20: Verbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2019 und 2020

| | Erneuerbare Energien 2019 | | Erneuerbare Energien 2020 | |
|---|--|--|--|--|
| | Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³ | Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁴ (%) | Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³ | Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁴ (%) |
| Biodiesel ¹ | 22.120 | 3,4 | 29.647 | 5,1 |
| Pflanzenöl | 21 | 0,003 | 21 | 0,004 |
| Bioethanol | 8.360 | 1,3 | 8.021 | 1,4 |
| Biomethan | 660 | 0,1 | 884 | 0,2 |
| EE-Stromverbrauch im Verkehr ² | 4.874 | 0,8 | 5.131 | 0,9 |
| Summe | 36.035 | 5,6 | 43.704 | 7,5 |

- 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 nach AGEE-Stat (vgl. Abbildung 6)
- 3 1.000 GWh = 1 TWh
- 4 bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2020: 585,0 Terawattstunden; 2019: 643,8 Terawattstunden, berechnet auf Basis AGEB [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 2020



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

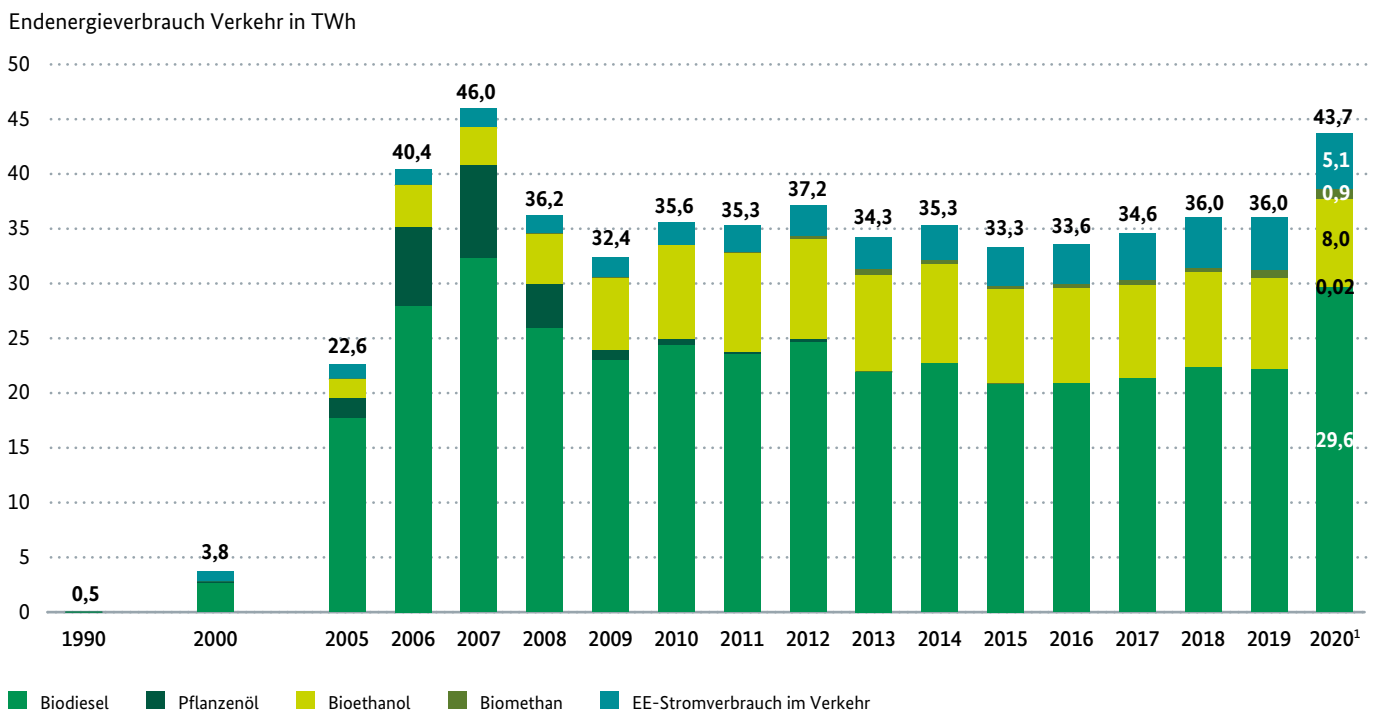
Abbildung 22: Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien

| | Biodiesel ¹ | Pflanzenöl | Bioethanol | Biomethan | EE-Stromverbrauch ² | Summe EE Verkehr | EE-Anteil 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 | 17.666 | 1.828 | 1.780 | 0 | 1.353 | 22.627 | 3,6 |
| 2006 | 27.938 | 7.206 | 3.828 | 0 | 1.471 | 40.443 | 6,4 |
| 2007 | 32.282 | 8.533 | 3.391 | 0 | 1.750 | 45.956 | 7,3 |
| 2008 | 25.873 | 4.042 | 4.608 | 4 | 1.688 | 36.215 | 5,9 |
| 2009 | 22.966 | 961 | 6.576 | 13 | 1.902 | 32.418 | 5,3 |
| 2010 | 24.359 | 574 | 8.537 | 75 | 2.054 | 35.599 | 5,8 |
| 2011 | 23.545 | 188 | 9.031 | 92 | 2.470 | 35.326 | 5,7 |
| 2012 | 24.628 | 251 | 9.149 | 333 | 2.826 | 37.187 | 6,0 |
| 2013 | 21.934 | 0 | 8.832 | 483 | 2.993 | 34.242 | 5,4 |
| 2014 | 22.676 | 52 | 9.002 | 449 | 3.157 | 35.336 | 5,6 |
| 2015 | 20.829 | 10 | 8.589 | 345 | 3.512 | 33.285 | 5,2 |
| 2016 | 20.896 | 31 | 8.604 | 379 | 3.709 | 33.619 | 5,2 |
| 2017 | 21.354 | 31 | 8.464 | 445 | 4.305 | 34.599 | 5,3 |
| 2018 | 22.329 | 10 | 8.692 | 389 | 4.569 | 35.989 | 5,6 |
| 2019 | 22.120 | 21 | 8.360 | 660 | 4.874 | 36.035 | 5,6 |
| 2020 | 29.647 | 21 | 8.021 | 884 | 5.131 | 43.704 | 7,5 |

- 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 1.000 GWh = 1 TWh

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; BAFA [21]; BLE [22], [23]; FNR; ZSW; BMF [24]; BReg [25], [26], [27], [28]; StBA [29]; DBFZ; AGQM; UFOP; teilweise vorläufige Daten

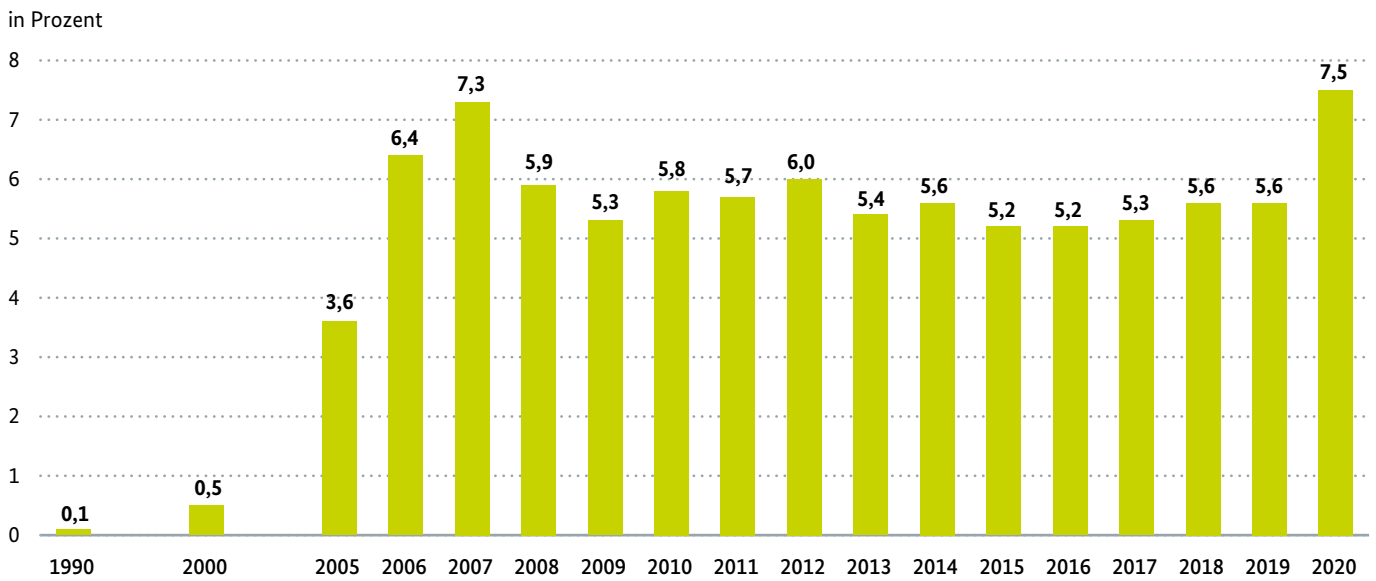
Abbildung 23: Verbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor



1 Endenergieverbrauch Verkehr der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Abbildung 22

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

Abbildung 24: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr



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 | 2019 | 2020 |
|------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (1.000 Tonnen) | | | | | | | | | | | | | |
| Biodiesel ¹ | 250 | 1.720 | 2.361 | 2.257 | 2.322 | 2.058 | 2.148 | 1.998 | 2.005 | 2.073 | 2.169 | 2.146 | 2.799 |
| Pflanzenöl | 16 | 175 | 55 | 18 | 24 | 0 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| Bioethanol | 0 | 238 | 1.158 | 1.225 | 1.241 | 1.198 | 1.221 | 1.165 | 1.167 | 1.148 | 1.179 | 1.134 | 1.088 |
| Biomethan ² | 0 | 0 | 6 | 7 | 25 | 36 | 33 | 25 | 28 | 33 | 29 | 49 | 65 |
| Gesamt | 266 | 2.133 | 3.580 | 3.507 | 3.612 | 3.292 | 3.407 | 3.189 | 3.203 | 3.257 | 3.378 | 3.331 | 3.954 |

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 2020 wurden Treibhausgasemissionen von insgesamt rund 230 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden. Dabei wurden wiederum die meisten Treibhausgasemissionen durch die Stromerzeugung aus

Windenergieanlagen vermieden (100 Mio. t CO₂-Äquivalente). Auf den gesamten Stromsektor entfielen über 179 Millionen Tonnen. Im Wärmebereich wurden etwa 41 Millionen Tonnen und durch den Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor fast elf Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 26).

Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf

einer Netto-Betrachtung¹. Dabei werden die durch die Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler Energieträger brutto vermieden werden. Vorgelagerte Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen werden dabei weitestgehend mit einbezogen.

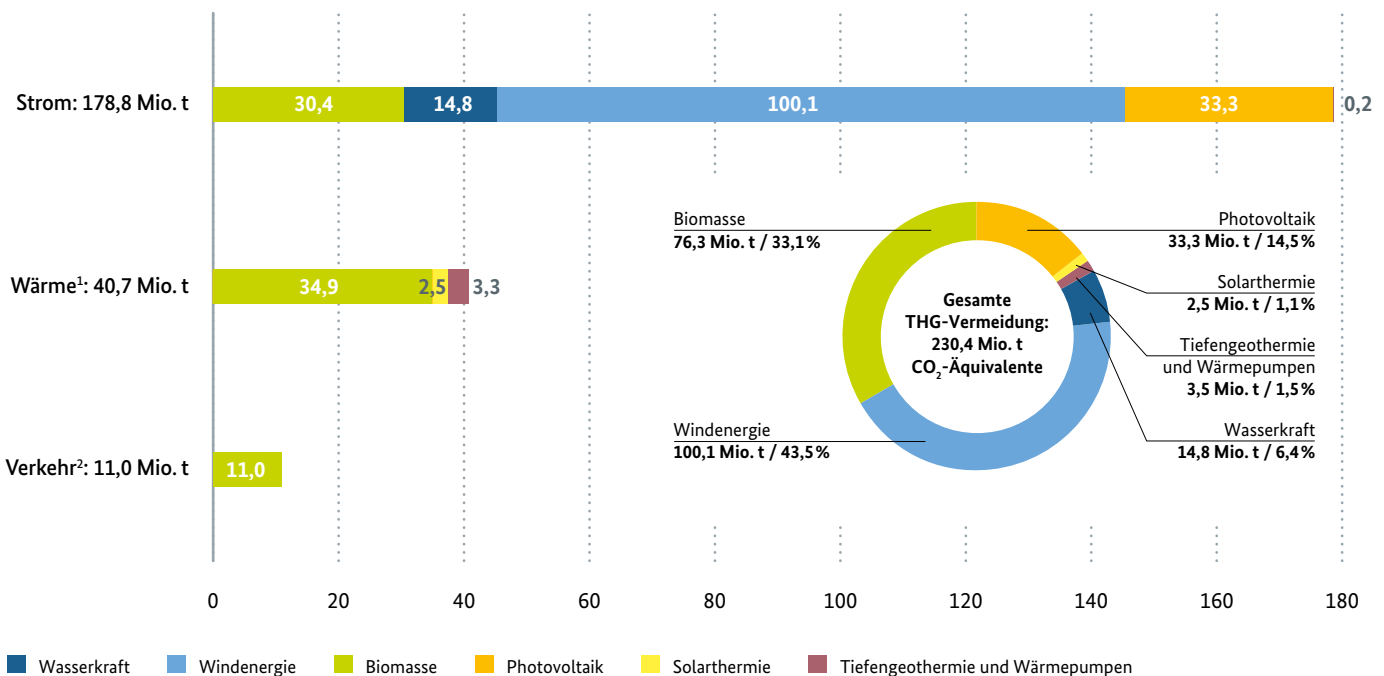
Im Strom- und Wärmesektor wurden hierbei technologiespezifische Substitutionsfaktoren verwendet. Das zugrundeliegende Modell für den Stromsektor berücksichtigt dabei insbesondere die zunehmende Vernetzung des europäischen Strommarkts. Die Substitutionsfaktoren werden durch eine vergleichende Gegenüberstellung der realen Entwicklung des europäischen Stromerzeugungssektors mit einem plausiblen Entwicklungspfad unter Vernachlässigung des deutschen Ausbaus der erneuerbaren

Energien ermittelt [30]. Darüber hinaus wurde bei der Bilanzierung im Wärmesektor die unterschiedliche Effizienz von erneuerbaren und konventionellen Heizungsanlagen berücksichtigt.

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse sind die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz. Für die Bilanz wurde zudem der Lebensweg ökobilanziell modelliert [31]. Sofern es sich dabei nicht um biogene Reststoffe oder Abfälle handelt, sind Landnutzungsänderungen durch den landwirtschaftlichen Anbau der Energiepflanzen zu beachten. Eine Quantifizierung indirekt auftretender Landnutzungsänderungen ist jedoch schwierig, sodass sie bei der Emissionsbilanzierung bisher nicht berücksichtigt werden konnten. Verschiedene modellbasierte Berechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass indirekte Landnutzungsänderungen zu erheblichen Treibhausgasemissionen führen können,

Abbildung 26: Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2020

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (Mio. t CO₂-Äq.)



1. ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs
 2. ausschließlich biogene Kraftstoffe im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär und ohne Stromverbrauch des Verkehrssektors), basierend auf vorläufigen Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für das Jahr 2020 sowie den fossilen Basiswerten gemäß § 3 und § 10 der 38. BImSchV

Quellen: Umweltbundesamt (UBA) [32] auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

1. Eine ausführliche Dokumentation der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger ist der UBA-Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2020“ [32] zu entnehmen.

welche die Einsparungen von Treibhausgasemissionen einzelner Biokraftstoffe teilweise oder ganz aufheben.

Der Emissionsberechnung der Biokraftstoffe² liegen die im Zuge der THG-Quote selbst bilanzierten bzw. angesetzten Treibhausgasemissionen (inklusive der Rohstoffbasis), wie sie die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in ihrem jährlichen Evaluations- und Erfahrungsbericht zur Biokraftstoff-/Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung veröffentlicht [22], sowie die fossilen Basiswerte der 38. BImSchV gemäß § 3 und § 10 zugrunde.

Die Emissionen der einzelnen Treibhausgase und Luftschadstoffe infolge der Verwendung von Biokraftstoffen wurden vom UBA überschlägig auf Basis

der Gesamt-THG-Emissionen abgeleitet. Dazu wurden Erkenntnisse des Forschungsvorhabens „BioEm“ [30] und anderer Expertisen einbezogen sowie verschiedene Annahmen und Analogieschlüsse getätigt.

Abbildung 27 beinhaltet die Ergebnisse für die bilanzierten Treibhausgase und Luftschadstoffe. Bei der Stromerzeugung ist die Treibhausgasvermeidung besonders hoch. Dies kann u. a. mit den niedrigen anfallenden Emissionen aus der Herstellung und dem Betrieb der eingesetzten erneuerbaren Technologien im Vergleich zur emissionssteigernden fossilen Stromerzeugung erklärt werden. Negative Bilanzwerte treten wiederum bei den Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon auf. Dies ist hauptsächlich auf die Nutzung von Biogas zurück-

Abbildung 27: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2020

| Treibhausgas/Luftschadstoff | | EE-Stromerzeugung gesamt: 250.157 GWh | | EE-Wärmeverbrauch gesamt: 181.703 GWh ⁵ | | EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 38.573 GWh ^{6,7} | | Gesamter EE-Verbrauch |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|
| | | Vermeidungsfaktor | vermiedene Emissionen | Vermeidungsfaktor | vermiedene Emissionen | Vermeidungsfaktor | vermiedene Emissionen | vermiedene Emissionen (gesamt) |
| | | (g/kWh) | (1.000 t) | (g/kWh) | (1.000 t) | (g/kWh) | (1.000 t) | (1.000 t) |
| Treibhaus-effekt ¹ | CO ₂ | 706 | 176.550 | 230 | 41.524 | 303 | 11.689 | 229.764 |
| | CH ₄ | 0,56 | 140,8 | -0,04 | -6,47 | -0,10 | -3,72 | 131 |
| | N ₂ O | -0,02 | -4,2 | -0,01 | -2,3 | -0,05 | -2,06 | -9 |
| | CO ₂ -Äquivalent | 715 | 178.775 | 226 | 40.676 | 285 | 10.982 | 230.432 |
| Versauerung ² | SO ₂ | 0,22 | 53,9 | 0,07 | 12,4 | -0,12 | -4,69 | 62 |
| | NO _x | 0,42 | 103,9 | -0,19 | -34,1 | 0,48 | 18,36 | 88 |
| | SO ₂ -Äquivalent | 0,50 | 125,1 | -0,06 | -11,3 | 0,21 | 8,05 | 122 |
| Ozon ³ Staub ⁴ | CO | -0,30 | -75,0 | -1,90 | -343,0 | 0,88 | 33,88 | -384 |
| | NM VOC | 0,02 | 5,5 | -0,16 | -28,8 | 0,16 | 6,16 | -17 |
| | Staub | 0,004 | 1,0 | -0,09 | -16,4 | -0,01 | -0,45 | -16 |

- 1 Weitere Treibhausgase (SF₆, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.
- 2 Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.
- 3 NM VOC 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 Daten Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) [32] auf Basis dort zitierter Quellen

2 Insgesamt ist einzuschätzen, dass die Emissionsminderungen des Biokraftstoffeinsatzes etwas zu hoch ausgewiesen werden. Gründe dafür sind die Verwendung der offiziellen, regionalen NUTS2-Werte für den Biomasseanbau nach RED sowie die verwendeten offiziellen Vorgaben zur Substitution von fossilem CO₂ durch bei der Bioethanol-Produktion entstehendes biogenes CO₂.

zuführen. Im Wärmebereich ergeben sich bei einigen Luftschadstoffen Emissionserhöhungen durch die Verbrennung von Holz insbesondere in älteren Kachel- und Kaminöfen. Diese müssen jedoch aufgrund gesetzlicher Regelungen sukzessive stillgelegt bzw. erneuert werden. 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.

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 2020 sowie im Zeitraum 2010 bis 2020. Die Gesamteinsparung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen.

Abbildung 28: Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2020

| | Braunkohle | Steinkohle | Erdgas | Mineralöl aufgeteilt nach: | | | Gesamt |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | Heizöl | Dieselmkraftstoff | Ottokraftstoff | |
| Primärenergie (TWh) | | | | | | | |
| Strom | 116,3 | 346,9 | 104,1 | | | | 567,3 |
| Wärme | 13,8 | 14,4 | 75,2 | 66,1 | 2,3 | | 171,7 |
| Verkehr | | | 0,9 | | 22,6 | 8,7 | 32,5 |
| Gesamt | 130,0 | 361,3 | 180,1 | 66,1 | 24,9 | 8,7 | 771,5 |
| Primärenergie (PJ) | | | | | | | |
| Gesamt | 468,1 | 1.300,8 | 648,3 | 237,9 | 87,5 | 32,6 | 2.777,6 |
| das entspricht ¹ | 50,1 | 47,5 | 18.427 | 6.656 | 2.495 | 1.005 | |
| | Mio. t ² | Mio. t ³ | Mio. m ³ | Mio. Liter | Mio. Liter | Mio. Liter | |

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe UBA [31].

- 1 Zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden die von der AGEB [13] ermittelten Heizwerte angesetzt.
- 2 darunter circa 3,1 Millionen t Braunkohle, circa 0,3 Millionen t Braunkohlebricketts und circa 0,7 Millionen t Staubkohlen
- 3 darunter circa 28,9 Millionen t Steinkohle und circa 0,1 Millionen t Steinkohlekoks

Quelle: UBA [32] auf Basis dort zitierter Quellen

Abbildung 29: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien

| | Strom | Wärme | Verkehr | Gesamt |
|---------------------|-------|-------|---------|--------------|
| Primärenergie (TWh) | | | | |
| 2010 | 230,2 | 128,2 | 17,8 | 376,2 |
| 2011 | 252,7 | 123,6 | 18,6 | 414,6 |
| 2012 | 302,0 | 133,3 | 22,0 | 457,3 |
| 2013 | 320,0 | 137,5 | 20,9 | 478,4 |
| 2014 | 351,5 | 126,8 | 21,4 | 499,7 |
| 2015 | 425,7 | 159,5 | 20,0 | 605,3 |
| 2016 | 423,7 | 159,4 | 24,5 | 607,6 |
| 2017 | 473,5 | 164,7 | 27,0 | 665,2 |
| 2018 | 489,2 | 167,7 | 27,8 | 684,7 |
| 2019 | 548,2 | 171,4 | 26,4 | 746,0 |
| 2020 | 567,3 | 171,7 | 32,5 | 771,5 |

Quelle: UBA [32] auf Basis dort zitierter Quellen

Da in Deutschland die meisten fossilen Energieträger, d.h. Mineralöl, Erdgas und Steinkohle, zu einem hohen Anteil eingeführt werden, führen diese Einsparungen auch zu einer Senkung der deutschen Energieimporte.

Erneuerbare-Energien-Gesetz

Strom aus erneuerbaren Energien leistet einen wesentlichen Beitrag zu Erreichung der Klimaziele Deutschlands und der Europäischen Union. Auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität müssen die erneuerbaren Energien deshalb vor dem Jahr 2045 konsequent weiter ausgebaut werden. In Deutschland ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) seit mehr als 20 Jahren die zentrale Grundlage für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor.

Seit seiner Einführung im Jahr 2000 wurde das Gesetz stetig weiterentwickelt, umfassend insbesondere mit der Novellierung des EEG in den Jahren 2014 und 2017. Zuletzt wurde das EEG im Dezember 2020 novelliert und ist als EEG 2021 zum 1. Januar 2021 in Kraft getreten. Anschließend wurden im EEG 2021 vor dem Hintergrund des verschärften EU-Klimaziels für 2030 gemäß der Einigung der Koalition vom April 2021 umfangreiche Sonderausschreibungen bei Wind an Land und Photovoltaik im Jahr 2022 als Sofortmaßnahmen vorgesehen. Mit diesen wird der Zeitraum überbrückt, bis Klarheit zu den Ausbauzielen bei erneuerbaren Energien auf EU-Ebene bis 2030 besteht. Die Ausschreibungsmengen im Jahr 2022 werden bei Wind an Land um 1,1 GW auf 4 GW und bei Photovoltaik um 4,1 GW auf 6 GW angehoben.

Im Jahr 2020 hat Strom aus erneuerbaren Energien mit mehr als 45 Prozent fast die Hälfte des gesamten deutschen Stromverbrauchs gedeckt. Um den Beitrag der erneuerbaren Energien für die Erreichung der Klimaziele und zur Transformation des Energiesystems auszubauen, wurden die Rahmenbedingungen im EEG 2021 verbessert. Im Kern beinhaltet das novellierte EEG folgende Regelungen:

- Als neues Langfristziel wurde Treibhausgasneutralität vor 2050 des in Deutschland erzeugten und verbrauchten Stroms gesetzlich verankert.

- Ambitionierte Ausbaupfade für die erneuerbaren Energien bis 2030 wurden gesetzlich verankert, um einen Anteil der Erneuerbaren von 65 Prozent am Bruttostromverbrauch bis 2030 zu erreichen. Um das EEG 2021 an das danach verschärfte Klimaschutzgesetz und die Entwicklungen auf EU-Ebene (noch zu beschließende Maßnahmen zur Umsetzung Green Deal, Fit-for-55-Paket) anzupassen, müssen Ausbauziel und -pfade entsprechend erhöht werden. Die Akzeptanz für weiteren Erneuerbaren-Ausbau wird verbessert: Kommunen können künftig finanziell am Ausbau der Windenergie beteiligt werden. Ebenso wurden die Anreize für Mieterstrom und die Rahmenbedingungen für Eigenstromerzeugung verbessert.
- Kosteneffizienz und Innovationskraft werden erhöht: Die Förderkosten für erneuerbare Energien werden durch verschiedene Einzelmaßnahmen (unter anderem Anpassung der Höchstwerte in Ausschreibungen, Erweiterung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen) reduziert. Es wurde ein neues Ausschreibungssegment für große PV-Dachanlagen geschaffen und durch Verlängerung und Aufstockung der Innovationsausschreibungen werden starke Impulse für Innovationen gesetzt.
- Die Wettbewerbsfähigkeit der stromkostenintensiven Industrie wird gesichert: Durch Anpassungen bei der Besonderen Ausgleichsregelung erhält die stromkostenintensive Industrie mehr Planungssicherheit bei zukünftigen EEG-Entlastungen.
- Erneuerbare werden weiter in das Stromsystem integriert: Es wurden verbesserte Anreize für neue Anlagentechnik und bessere Steuerbarkeit der Anlagen (Smart-Meter-Gateway) gesetzt. Durch eine „Südquote“ für Wind an Land und Biomasse soll es zu einer besseren Abstimmung zwischen Erneuerbaren-Ausbau und Netzausbau kommen.
- Die Sektorkopplung wird vorangetrieben: Das Gesetz sieht vor, dass die Herstellung von grünem Wasserstoff vollständig von der EEG-Umlage befreit werden kann (dazu bedarf es noch einer Verordnung) oder Wasserstoffhersteller von

der Besonderen Ausgleichsregelung Gebrauch machen können. Damit wird ein zentrales Element der nationalen Wasserstoffstrategie umgesetzt.

- Für Seeschiffe wird die Möglichkeit geschaffen, sich in den Seehäfen kostengünstig mit Landstrom zu versorgen, statt Dieselgeneratoren einzusetzen.
- Der Weg in die „Post-Förderung-Ära“ wurde vorbereitet: Ausgeförderte Anlagen mit einer Leistung unter 100 kW (außer Windenergieanlagen) erhalten übergangsweise die Möglichkeit, den Strom weiter über den Netzbetreiber vermarkten zu können und den Marktwert abzüglich der Vermarktungskosten zu erhalten. Die Vermarktungskosten reduzieren sich, wenn die Anlagen mit intelligenter Messtechnik ausgestattet werden.
- Für ausgeförderte Windenergieanlagen an Land sieht das Gesetz mit Blick auf die im Zuge der Covid-19-Pandemie gesunkenen Strompreise Ausschreibungen für eine weitere Förderung bis 31. Dezember 2022 für Anlagen vor, bei denen ein Repowering standortbedingt nicht möglich ist. Bis zu den Ausschreibungen bzw. für Anlagen an Land, die keinen Zuschlag erhalten, wird die Marktwertdurchleitung mit leichten Aufschlägen bis zum 31. Dezember 2021 weitergewährt.

Der bereits mit dem EEG 2017 vollzogene Paradigmenwechsel in der Erneuerbaren-Förderung von gesetzlich festgelegten Festvergütungen hin zu wettbewerblich ermittelten Fördersätzen ist ein wichtiger Schritt, die Marktintegration erneuerbarer Energien voranzutreiben. Windenergie an Land, Windenergie auf See, sehr große PV-Anlagen, insbesondere Freiflächen-PV, und Biomasse müssen sich seither in Ausschreibungen behaupten. Denn nur die kostengünstigsten Gebote erhalten einen Zuschlag.

Mit dem Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG) wurde 2017 ein zentrales System der staatlichen Ausweisung, Voruntersuchung und Ausschreibung von Flächen im Gleichlauf mit den erforderlichen Offshore-Netzanbindungen eingeführt. Mit der Novelle des WindSeeG im Jahr 2020 wurde das

Ausbauziel für 2030 von 15 auf 20 Gigawatt erhöht, ein Langfristziel von 40 Gigawatt bis 2040 beschlossen und Anpassungen vorgenommen, wie etwa beim Höchstwert und bei Realisierungsfristen.

Seit der Einführung der verpflichtenden Direktvermarktung mit Förderung über die Marktprämie und der sonstigen Direktvermarktung werden die erneuerbaren Energien immer stärker in den Markt integriert. Die damit einhergehende technische Anbindung der Anlagen führt parallel zu einer verbesserten Systemintegration. Zudem übernehmen die Betreiber die volle Bilanzkreisverantwortung für diese Anlagen. Im Verhältnis zu den gesamten Erzeugungskapazitäten ist der Anteil der Erzeugungskapazitäten, der den Netzbetreibern für die Marktprämie gemeldet wurde, nach 43 Prozent im Jahr 2013 auf rund 66 Prozent im Jahr 2020 gestiegen.

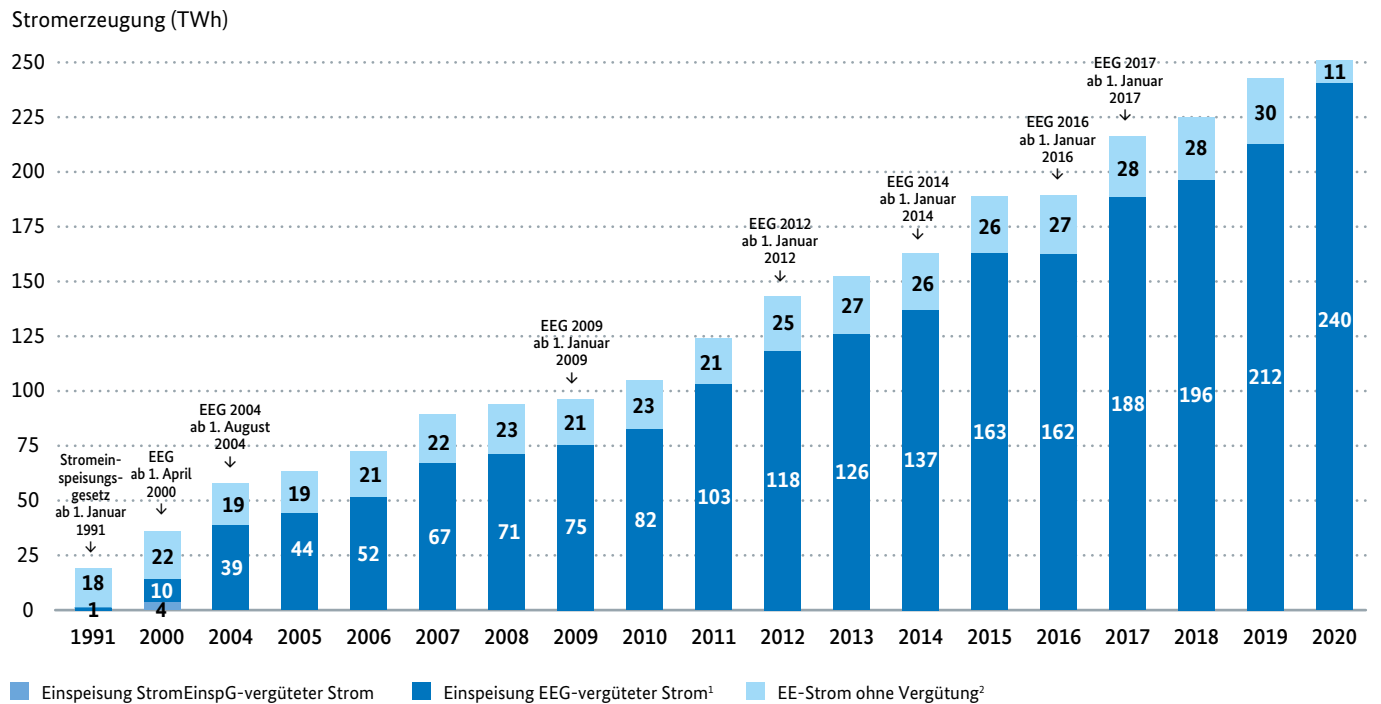
Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kontinuierlich gestiegen: von 36 Terawattstunden auf 251 Terawattstunden im Jahr 2020. Diese positive Entwicklung wurde im Jahr 2020 dabei in etwa zu gleichen Teilen von der Windenergie und der Photovoltaik (PV) getragen. Diese beiden Energieträger trugen mit 52 Prozent (Wind) und 20 Prozent (PV) im Jahr 2020 auch die größten Anteile zur erneuerbaren Stromerzeugung bei. Die Windenergie konnte darüber hinaus ihre Position als wichtigster Energieträger im deutschen Strommix ausbauen.

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 240,4 Terawattstunden im Jahr 2020 angestiegen.

Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der deutschen

Abbildung 30: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach Stromeinspeisungs- und Erneuerbare-Energien-Gesetz



1 EEG-vergüteter, eingespeister und selbstverbraucher Strom
 2 Stromerzeugung aus großer Wasserkraft, aus Biomasse (Mitverbrennung in konventionellen Kraftwerken inkl. des biogenen Anteils des Abfalls) und eingespeistem und selbstverbrauchtem Strom aus solarer Strahlungsenergie ohne EEG-Vergütungsanspruch

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

Übertragungsnetzbetreiber unter www.netztransparenz.de und auf der „Informationsplattform Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie www.erneuerbare-energien.de.

Mieterstrom

Speist eine Solarstromanlage auf einem Mietshaus den erzeugten Strom nicht ins öffentliche Netz ein, sondern leitet ihn direkt an die Mieterinnen und Mieter im selben Gebäude oder Quartier weiter, wird dieser Solarstrom auch „Mieterstrom“ genannt.

Produziert die Solaranlage auf dem Dach mehr Strom, als die Mieter benötigen, wird dieser Strom ins öffentliche Netz eingespeist. Liefert die Dachanlage zu wenig oder keinen Solarstrom, weil die Sonne gerade nicht scheint, werden die Mieter aus dem öffentlichen Netz beliefert. Der Solarstrom und der Netzstrom werden in einem Mieterstromtarif gebündelt. Es bleibt aber immer den Mieterin-

nen und Mietern überlassen, ob sie den angebotenen Mieterstromtarif nutzen oder sich für einen anderen Stromanbieter entscheiden.

Anders als beim Strombezug aus dem öffentlichen Netz entfallen beim Mieterstrom Kosten wie Netzentgelte, Umlagen oder die Stromsteuer. Dafür verursachen aber beispielsweise die zusätzlichen Zähler, die Akquise und die Abrechnung höhere Kosten für den Anbieter des Mieterstroms. Auch die EEG-Umlage muss für Mieterstrom gezahlt werden. Um die höheren Kosten auszugleichen, gibt es deshalb eine Förderung für jede Kilowattstunde Mieterstrom, den so genannten Mieterstromzuschlag. Dieser Zuschlag wurde mit dem EEG 2017 eingeführt und soll den Mieterstrom für Vermietende und Mietende wirtschaftlich attraktiver machen.

Bislang war der Ausbau von Mieterstromanlagen hinter den Erwartungen geblieben, wie der Mieterstrombericht der Bundesregierung [33] deutlich macht. Mit dem EEG 2021 wurden die Förderbedingungen verbessert. Der Mieterstromzuschlag

wurde erhöht und die Regelung zur Anlagenzusammenfassung gelockert. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit gerade bei größeren Mieterstromanlagen weiter verbessert werden. Außerdem sind nun so genannte Quartierslösungen möglich. Das heißt, dass unter bestimmten Voraussetzungen auch Gebäude im Umfeld mit Mieterstrom versorgt werden können. Durch die Einführung des so genannten „Lieferkettenmodells“ ist die Inanspruchnahme des Mieterstromzuschlags nun auch dann vereinfacht, wenn die Mieterstromlieferung durch Dritte erfolgt.

Die Höhe des Mieterstromzuschlags richtet sich nach dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage und gilt dann für die Dauer von 20 Jahren. Genau wie bei der Einspeisevergütung unterliegt der Betrag des Mieterstromzuschlags der Degression nach dem so genannten atmenden Deckel, d. h. er verändert sich abhängig vom Zubau. Im Januar 2021 lag der Mieterstromzuschlag für neue Anlagen zwischen 2,37 ct/kWh (100 kW) und 3,79 ct/kWh (10 kW). Der von den Mieterinnen und Mietern nicht verbrauchte Strom wird ins Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist und entsprechend der zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme geltenden Einspeisevergütung vergütet. Die Änderungen für Mieterstromanlagen im EEG 2021 beziehen sich auf neue Anlagen, die ab dem 1. Januar 2021 in Betrieb gehen.

Das Potenzial für die Solarstromgewinnung auf Mietshäusern ist noch lange nicht ausgeschöpft. Eine vom BMWi beauftragte Studie zum Thema Mieterstrom aus 2017 kommt zu dem Ergebnis, dass bis zu 3,8 Millionen Wohnungen grundsätzlich mit Mieterstrom versorgt werden könnten. Das entspricht etwa 18 Prozent der vermieteten Wohnungen. Nach Auswertungen der Bundesnetzagentur sind seit Einführung der Mieterstromförderung im Juli 2017 bis Ende April 2021 mehr als 23 Megawatt Photovoltaik-Mieterstromanlagen in Deutschland installiert worden [33].

Weitere aktuelle Informationen zum Thema Mieterstrom finden sich unter www.bmwi-energiewende.de und auf der Internetseite der www.bundesnetzagentur.de.

Die EEG-Umlage

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wird im Rahmen des Erneuerbare-Energie-Gesetzes (EEG) gefördert. Die Differenz zwischen den nach dem EEG geregelten Vergütungssätzen der Anlagenbetreiber für diese Stromerzeugung und dem Verkaufswert des erzeugten Stroms an der Strombörse wird mit der so genannten EEG-Umlage auf die Stromletztverbraucher umgelegt. Die EEG-Umlage ist damit ein staatlich regulierter Bestandteil des Strompreises.

Die Vergütung für Strom aus Wind-, Solar- und Biomasseanlagen erfolgt abhängig von der Anlagengröße

- entweder über gesetzlich festgelegte Vergütungssätze (in diesem Fall wird der EE-Strom von den Übertragungsnetzbetreibern an der Strombörse verkauft),
- oder über eine wettbewerblich ermittelte Marktprämie, die bei großen Anlagen zudem über Ausschreibungen ermittelt wird. Diese gleicht die Differenz zwischen dem Vergütungssatz und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis aus, wenn der Betreiber den Strom direkt am Markt verkauft.

Die Marktprämie und die (Fest-)Vergütung bestimmen maßgeblich den Förderungsbedarf der erneuerbaren Energien und damit die Höhe der EEG-Umlage. Eine wichtige Einflussgröße ist dabei der Börsenstrompreis, da dieser den Verkaufswert des Stroms an der Börse und damit auch die über die EEG-Umlage zu deckenden Förderkosten determiniert. Ein niedriger Börsenstrompreis ist dementsprechend mit einer hohen EEG-Umlage verbunden.

Da das EEG eine Vergütung über 20 Jahre garantiert, wird über die EEG-Umlage ein „Kostenrucksack“ in Form der Vergütungszahlungen an Bestandsanlagen finanziert. Dabei sind die Bestandsanlagen früherer Jahre mit deutlich höheren Vergütungssätzen als neuere Anlagen installiert worden und machen damit einen großen Bestandteil dieses „Rucksacks“ aus. Seit Beginn der EEG-Förderung, insbesondere aber seit Einführung der Marktprämien im EEG 2014 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 erfolgt deshalb zunehmend günstiger.

Diese Entwicklung wird durch die im EEG 2017 eingeführten Ausschreibungen unterstützt, indem Vergütungssätze für neue EEG-Anlagen wettbewerblich ermittelt werden. Die Ausschreibungen für Photovoltaikanlagen, für Windenergieanlagen an Land sowie für Biomasseanlagen haben seit 2017 zu teilweise deutlich gesunkenen 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. Weitere Informationen finden sich unter www.bundesnetzagentur.de.

Das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung sieht vor, dass der sich aus dem EEG ergebende Finanzierungsbedarf ab dem 1. Januar 2021 und in den Folgejahren zunehmend mit Haushaltsmitteln des Bundes gedeckt werden soll. Damit hat die Bundesregierung finanzierungsseitig einen Systemwechsel zur Entlastung der Strompreise eingeleitet, der allen Stromletztverbrauchern zugutekommt.

Die EEG-Umlage wird jährlich zum 15. Oktober von den Übertragungsnetzbetreibern für das folgende Kalenderjahr veröffentlicht.

Beispielhaft haben die Übertragungsnetzbetreiber die EEG-Umlage für das aktuelle Kalenderjahr 2021 zum 15. Oktober 2020 anhand folgender Maßgaben bestimmt: Die EEG-Umlage in diesem Kalenderjahr ergibt sich aus einer Prognose der Einnahmen und Ausgaben im Jahr 2021 unter Berücksichtigung des Kontostandes am 30. September 2020. Erstmals werden zudem Einnahmen aus einem Bundeszuschuss berücksichtigt. Der Bundeszuschuss von

10,8 Milliarden Euro für 2021 setzt sich aus Mitteln des Konjunkturpakets sowie Einnahmen aus der neuen nationalen CO₂-Bepreisung zusammen.

Für die Berechnung der EEG-Umlage ist es daher zunächst erforderlich, den EEG-Umlagebetrag zu bestimmen. Dieser setzt sich aus vier Bestandteilen zusammen: Neben dem für das folgende Kalenderjahr prognostizierten Finanzierungsbedarf der erneuerbaren Energien enthält er Bestandteile, die den Zweck haben, Abweichungen von der Prognose abzufedern (Liquiditätsreserve) oder nachträglich auszugleichen (Kontoausgleich). Abzüglich des Bundeszuschusses ergibt sich so der EEG-Umlagebetrag. Nähere Informationen zur Berechnung der Prognose finden sich auf der Informationsplattform der Übertragungsnetzbetreiber zur EEG-Umlage (www.netztransparenz.de).

Im Jahr 2021 beträgt der prognostizierte Finanzierungsbedarf 26,4 Milliarden Euro. Unter Berücksichtigung des Kontostandes am 30. September 2020 sowie der Liquiditätsreserve und des Bundeszuschusses ergibt sich ein prognostizierter Umlagebetrag von 22,3 Milliarden Euro.

Zusammen mit dem (prognostizierten) umlagererelevanten Letztverbrauch von rund 343 Milliarden Kilowattstunden resultiert daraus die EEG-Umlage 2021 von 6,5 Cent pro Kilowattstunde (EEG-Umlage ohne Bundeszuschuss: 9,651 Cent pro Kilowattstunde). Im Vergleich zum Vorjahr sank sie um 0,265 Cent/kWh. Damit liegt sie seit 2014 in einem Intervall von 6,24 Cent/kWh (2014) bis 6,88 Cent/kWh (2018). Dieses stabile Niveau konnte für 2021 aber nur durch den Bundeszuschuss gewährleistet werden. Ohne diesen Zuschuss wäre die Umlage deutlich angestiegen, weil aufgrund der Covid-19-Pandemie im Jahr 2020 sowohl die Stromnachfrage als auch die Preise an der Strombörse eingebrochen sind und dies mit gravierenden Auswirkungen auf die Finanzierung des EEG verbunden ist. Zum einen waren die EEG-Kosten aus den vor-

EEG-Umlagebetrag = prognostizierter Finanzierungsbedarf (im folgenden Kalenderjahr)
 + / - **Kontoausgleich** (Verrechnung des EEG-Kontosaldos am 30. September)
 + **Liquiditätsreserve** (maximal 10 Prozent des Finanzierungsbedarfs)
 - **Bundeszuschuss**

angehend angesprochenen Gründen 2020 deutlich höher als erwartet. Das entstandene Defizit auf dem EEG-Konto wurde bei Festlegung der Umlage 2021 verrechnet. Zum anderen wurde zum Zeitpunkt der Festlegung der Verkaufswert für den geförderten Strom in 2021 niedriger eingeschätzt.

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

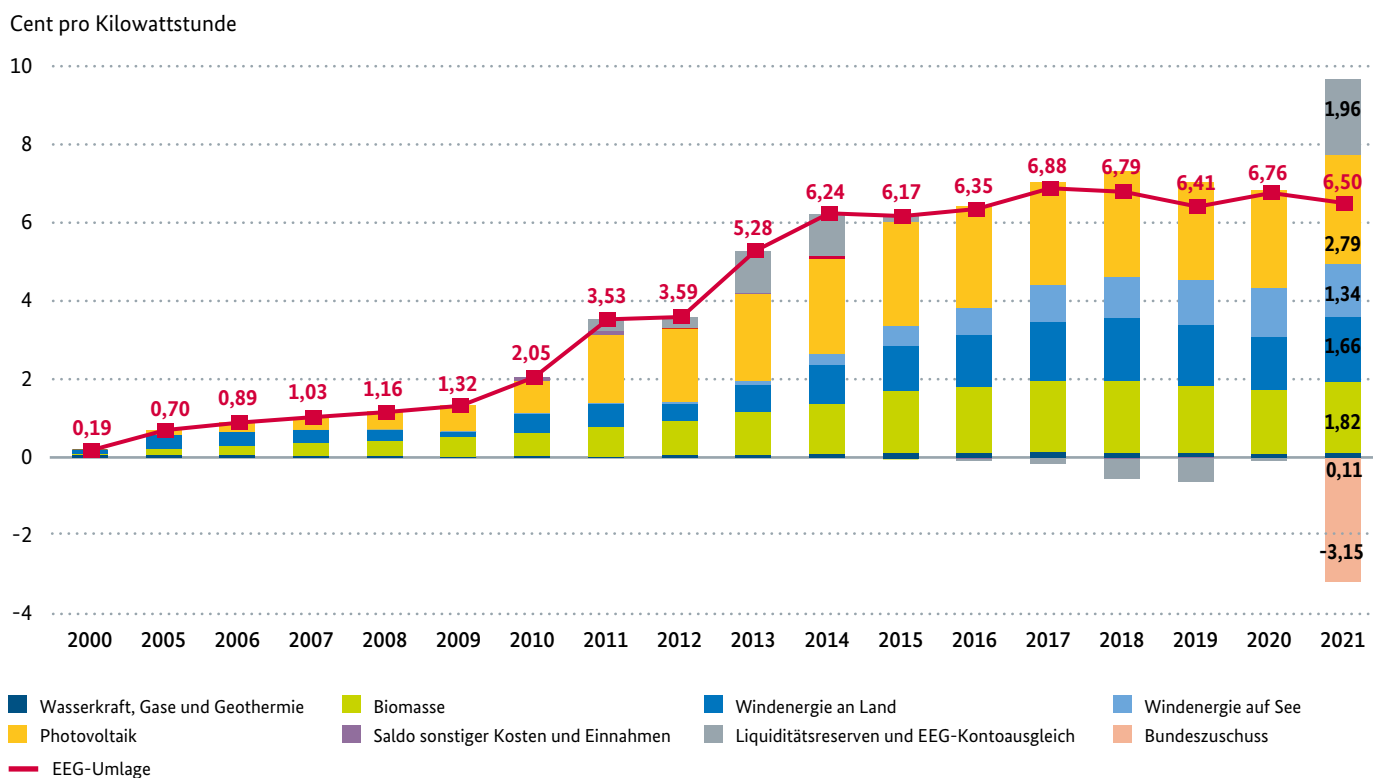
Nähere Informationen zur Berechnung der Prognose finden sich auf der Informationsplattform der Übertragungsnetzbetreiber zur EEG-Umlage (www.netztransparenz.de).

Bezogen auf den prognostizierten EEG-Umlagebetrag von 9,651 ct/kWh (ohne Bundeszuschuss) im Jahr 2021 verteilten sich die Anteile der Vergütungen pro Energieträger wie folgt: 29 Prozent Photovoltaikanlagen, 19 Prozent Biomasseanlagen, 17 Prozent

Windenergieanlagen an Land und 14 Prozent Windenergieanlagen auf See. Einen Anteil von rund 21 Prozent an den Vergütungskosten haben die Umlageanteile der Liquiditätsreserve und des Kontostandes [34].

Wie vorangehend dargestellt, verpflichtet das EEG somit grundsätzlich Stromversorgungsunternehmen und Eigenversorger, die EEG-Umlage zu zahlen. Die Stromversorgungsunternehmen geben die ihnen so entstandenen Kosten dann an die Stromletztverbraucher 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 von 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.

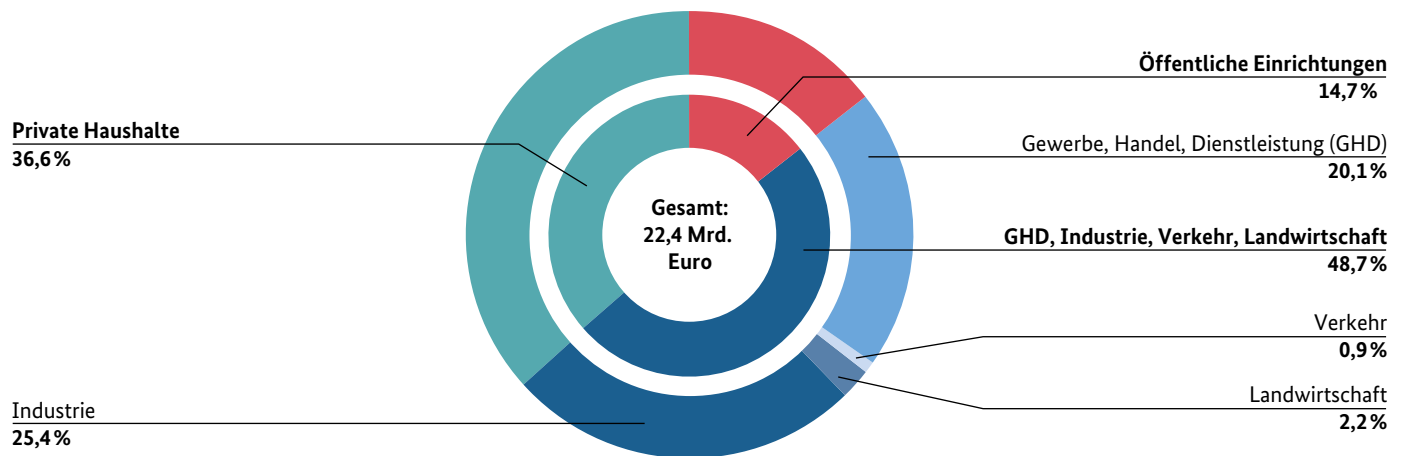
Abbildung 31: Zusammensetzung und Entwicklung der EEG-Umlage



Für die Jahre 2001 bis 2009 rechnerische EEG-Differenzkosten aller Stromlieferanten auf Basis der Jahresabrechnungen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) mit Annahmen zum durchschnittlichen Wert des EEG-Stroms. Ab 2010 ÜNB-Prognose der EEG-Umlage nach Erneuerbare-Energien-Verordnung, veröffentlicht auf www.netztransparenz.de

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

Abbildung 32: Finanzierungsbeitrag aus den Zahlungen der EEG-Umlage 2021



Quelle: BDEW [8]

Im Jahr 2020 profitierten 2.051 Unternehmen (1.903 produzierendes Gewerbe/148 Schienenbahnen) von der Besonderen Ausgleichsregelung [35]. Diese Unternehmen beantragten eine teilweise Befreiung für einen Stromverbrauch von insgesamt rund 115,2 Terawattstunden. Diese Menge entspricht etwa 24 Prozent des gesamten Letztverbrauchs in Deutschland (= Nettostromverbrauch abzgl. selbst-erzeugten und selbstverbrauchten Strom). Auch privilegierte Unternehmen zahlen eine anteilige EEG-Umlage, deren Höhe von der spezifischen Situation des Unternehmens abhängig ist. In jedem Fall beteiligen sich die im Rahmen der Besonderen Ausgleichsregelung begünstigten Unternehmen aber immer an der Finanzierung der erneuerbaren Energien.

Insgesamt finanziert die deutsche Wirtschaft (Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Verkehr und Landwirtschaft) knapp die Hälfte des EEG-Umlagebetrags, private Haushalte rund ein Drittel und öffentliche Einrichtungen den verbleibenden Anteil [8]. Unabhängig davon führen die Entlastungstatbestände dazu, dass die EEG-Umlage für alle nicht begünstigten Letztverbraucher höher ausfällt.

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

Erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

Mit dem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland hat sich die EE-Branche als ein wichtiger Wirtschaftsfaktor etabliert. Wirtschaftliche Impulse werden durch Investitionen in den EE-Ausbau generiert, aber auch durch den Betrieb der aufgebauten Anlagen einschließlich ihrer Wartung.

Die Entwicklung der Investitionen als wirtschaftliche Impulse spiegelt einerseits den Umfang des Zubaus an neuen Kapazitäten und andererseits die Kostenentwicklung der einzelnen Technologien wider. Der bisherige Höchstwert für Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen wurde im Jahr 2010 mit knapp 28 Milliarden Euro verzeichnet. Danach sanken die Investitionen bis auf 13,9 Milliarden Euro im Jahr 2015, stiegen bis zum Jahr 2017 wieder auf 15,8 Milliarden Euro, um bis 2019 auf 10,5 Milliarden Euro zu sinken. Im Jahr 2020 stiegen die Investitionen wieder leicht auf 11,0 Milliarden Euro. Von diesen Investitionen profitiert der Wirtschaftsstandort Deutschland nach wie vor stark, da ein großer Teil der Wertschöpfung bei der Herstellung und Installation dieser Anlagen hierzulande erbracht wird [36].

Der deutliche Rückgang der Gesamtinvestitionen nach dem Jahr 2010 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. Ab dem Jahr 2013 ging hingegen bei weitgehend stabilen Preisen der PV-Zubau deutlich zurück. Während die Investitionen in PV-Anlagen in den Jahren 2007 bis 2012 noch zwischen 39 und 70 Prozent der Gesamtinvestitionen ausmachten, sank dieser Anteil auf neun bis elf Prozent in den Jahren 2014 bis 2017. Anschließend wuchs der PV-Anteil wieder bis auf 38,3 Prozent bzw. 4,2 Milliarden Euro im Jahr 2020.

Während die Investitionen in Photovoltaikanlagen in den vergangenen Jahren deutlich anstiegen, wiesen jene in Windkraftanlagen an Land von 2017 bis 2019 einen gegenläufigen Trend auf. Im Jahr 2020 waren wieder mehr Investitionen in Windkraftanlagen an Land zu verzeichnen. Die Investitionen in Windenergieanlagen auf See gingen jedoch deutlich zurück. Nach Fertigstellung der letzten Anlagen, die

vor der Einführung von Ausschreibungen konzipiert und errichtet worden waren, ergibt sich eine Lücke bis zur Umsetzung der in den Ausschreibungen 2017 und 2018 bezuschlagten Anlagen. Deren Inbetriebnahme ist in den Jahren 2022 bis 2025 vorgesehen.

Der Zubau von Wärmepumpen, Holzheizungen und Solarthermieanlagen entwickelte sich im Jahr 2020 – unterstützt vom Förderprogramm „Heizen mit erneuerbaren Energien“ – sehr positiv. Neben Windenergie auf See gingen auch für Wasserkraft und Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse die Investitionen im Vergleich zum Vorjahr zurück. Zusammen betragen die Investitionen in den genannten Bereichen im Jahr 2020 4,8 Milliarden Euro bzw. knapp 44 Prozent der Gesamtinvestitionen.

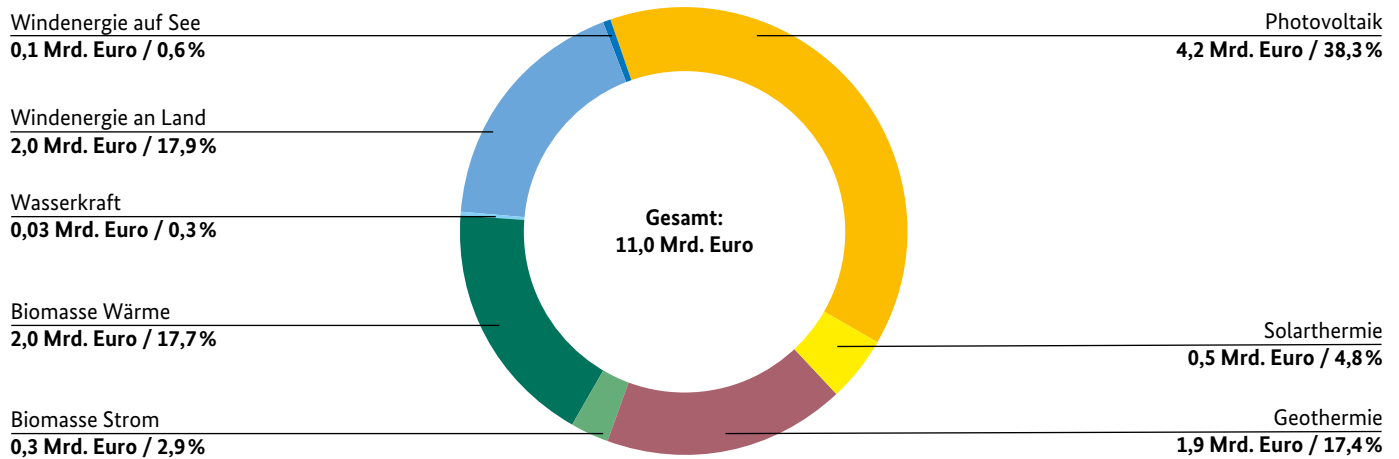
Mit 60 Prozent entfällt nach wie vor der überwiegende Anteil der dargestellten Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden. Verglichen mit dem Vorjahr ging dieser Anteil um gut zehn Prozentpunkte zurück.

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 |
|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------|
| | (Milliarden Euro) | | | | | | | | |
| 2000 | 0,5 | 1,9 | 0 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 4,7 |
| 2005 | 0,2 | 2,5 | 0 | 4,8 | 0,6 | 0,4 | 1,9 | 1,5 | 12,0 |
| 2006 | 0,2 | 3,2 | 0 | 4,0 | 1,0 | 0,9 | 2,3 | 2,3 | 14,0 |
| 2007 | 0,3 | 2,5 | 0,03 | 5,3 | 0,8 | 0,9 | 2,3 | 1,5 | 13,6 |
| 2008 | 0,4 | 2,5 | 0,2 | 8,0 | 1,7 | 1,2 | 2,0 | 1,8 | 17,7 |
| 2009 | 0,5 | 2,8 | 0,5 | 13,6 | 1,5 | 1,1 | 2,0 | 1,6 | 23,6 |
| 2010 | 0,4 | 2,1 | 0,5 | 19,6 | 1,0 | 1,0 | 2,2 | 1,2 | 27,9 |
| 2011 | 0,3 | 2,9 | 0,6 | 15,9 | 1,1 | 1,0 | 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 | 15,3 |
| 2017 | 0,05 | 7,3 | 3,4 | 1,7 | 0,5 | 1,3 | 0,3 | 1,2 | 15,8 |
| 2018 | 0,06 | 3,3 | 4,1 | 2,6 | 0,5 | 1,5 | 0,4 | 1,2 | 13,7 |
| 2019 | 0,05 | 1,5 | 2,1 | 3,4 | 0,4 | 1,4 | 0,4 | 1,2 | 10,5 |
| 2020 | 0,03 | 2,0 | 0,1 | 4,2 | 0,5 | 1,9 | 0,3 | 2,0 | 11,0 |

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 34: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2020



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

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Dauerhafte Impulse aus dem Anlagenbetrieb

Neben den Investitionen hat auch der Betrieb der Anlagen einschließlich ihrer Wartung erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Dieser 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 unter anderem bei Zulieferern. Die ausgelösten wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb zeigen seit Jahren einen kontinuierlichen Aufwärtstrend entsprechend der zunehmenden Anzahl installierter Anlagen. So stiegen sie seit dem Jahr 2000 von knapp 2 Milliarden Euro bis auf über 18 Milliarden Euro im Jahr 2020. Damit übersteigen die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb seit dem Jahr 2015 die Investitionen in die Errichtung von Anlagen – in den letzten Jahren sogar deutlich.

Im Gegensatz zu den übrigen Erneuerbare-Energien-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Die Kosten dafür bewirken, dass der größte Anteil der gesamten wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb auf Biomasseanlagen entfällt. Es folgen Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Weitere Impulse kommen aus dem Betrieb von

Windenergieanlagen, von Anlagen zur Geothermie- und Umweltwärmenutzung sowie von PV-, Solarthermie- und Wasserkraftanlagen hinzu. Die genannten wirtschaftlichen Impulse (Betriebskosten bzw. Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen) stärken die Wirtschaft nachhaltig, da sie über die gesamte Anlagenlaufzeit (bei EEG-Strom von zumeist 20 Jahren) anfallen und mit zusätzlich installierten Anlagen wachsen.

Im Jahr 2020 entfiel gut die Hälfte der wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb auf Anlagen zur Stromerzeugung, 30 Prozent auf Anlagen zur Wärmeerzeugung und 19 Prozent auf Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Die Entwicklung der Anteile spiegelt vor allem den steigenden Bestand an Anlagen zur Stromerzeugung wider. Im Jahr 2000 machte der Anteil der Wärmeanlagen noch zwei Drittel aus, auf Strom und Kraftstoffe entfielen 22 bzw. 11 Prozent. Seitdem wuchs der Anteil der Stromerzeugungsanlagen auf rund 50 Prozent, während jener der Wärmeanlagen auf rund 30 Prozent sank. Der Anteil der Kraftstoffe stieg absatzbedingt zwischenzeitlich kurz auf bis zu 43 Prozent im Jahr 2006 an und pendelte sich anschließend auf 16 bis 19 Prozent ein.

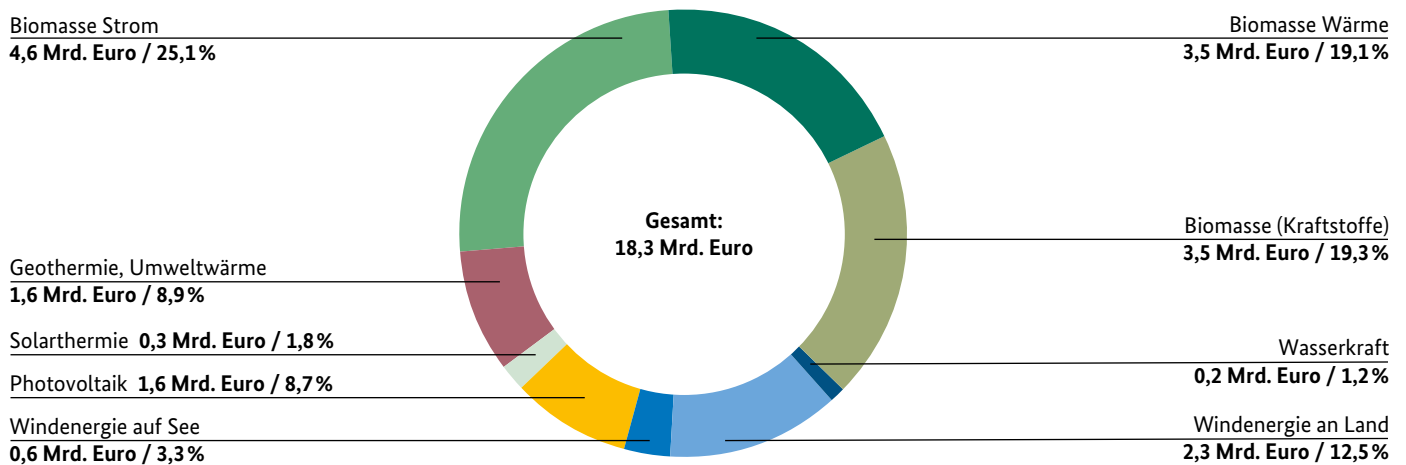
Informationen zur verwendeten Methodik siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

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

| | Wasser- kraft | Wind- energie an Land | Wind- energie auf See | Photo- voltaik | Solar- thermie | Geother- mie, Umwelt- wärme | Biomasse Strom | Biomasse Wärme | Biomasse Kraftstoffe | Gesamt |
|-------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| | (Milliarden Euro) | | | | | | | | | |
| 2000 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0,01 | 0,00 | 0,2 | 0,2 | 1,1 | 0,2 | 1,9 |
| 2005 | 0,1 | 0,6 | 0 | 0,1 | 0,05 | 0,2 | 0,7 | 1,5 | 1,8 | 5,1 |
| 2006 | 0,1 | 0,6 | 0 | 0,2 | 0,07 | 0,3 | 1,1 | 1,7 | 3,2 | 7,3 |
| 2007 | 0,1 | 0,7 | 0 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 1,6 | 2,0 | 3,8 | 8,9 |
| 2008 | 0,2 | 0,8 | 0 | 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 | 2,6 | 14,6 |
| 2015 | 0,2 | 1,7 | 0,3 | 1,4 | 0,3 | 1,1 | 4,4 | 3,2 | 2,4 | 15,0 |
| 2016 | 0,2 | 1,9 | 0,4 | 1,4 | 0,3 | 1,2 | 4,4 | 3,4 | 2,6 | 15,7 |
| 2017 | 0,2 | 2,1 | 0,4 | 1,5 | 0,3 | 1,3 | 4,5 | 3,4 | 2,7 | 16,3 |
| 2018 | 0,2 | 2,2 | 0,5 | 1,5 | 0,3 | 1,4 | 4,5 | 3,4 | 2,7 | 16,7 |
| 2019 | 0,2 | 2,3 | 0,6 | 1,5 | 0,3 | 1,5 | 4,6 | 3,5 | 2,8 | 17,3 |
| 2020 | 0,2 | 2,3 | 0,6 | 1,6 | 0,3 | 1,6 | 4,6 | 3,5 | 3,5 | 18,3 |

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 36: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2020



Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland

Die jüngsten verfügbaren Beschäftigungszahlen liegen für das Jahr 2019 vor: Rund 299.700 Personen waren zu diesem Zeitpunkt im Erneuerbare-Energien-Sektor beschäftigt. Das waren rund 11.500 Personen weniger als im Vorjahr (311.200 Personen).

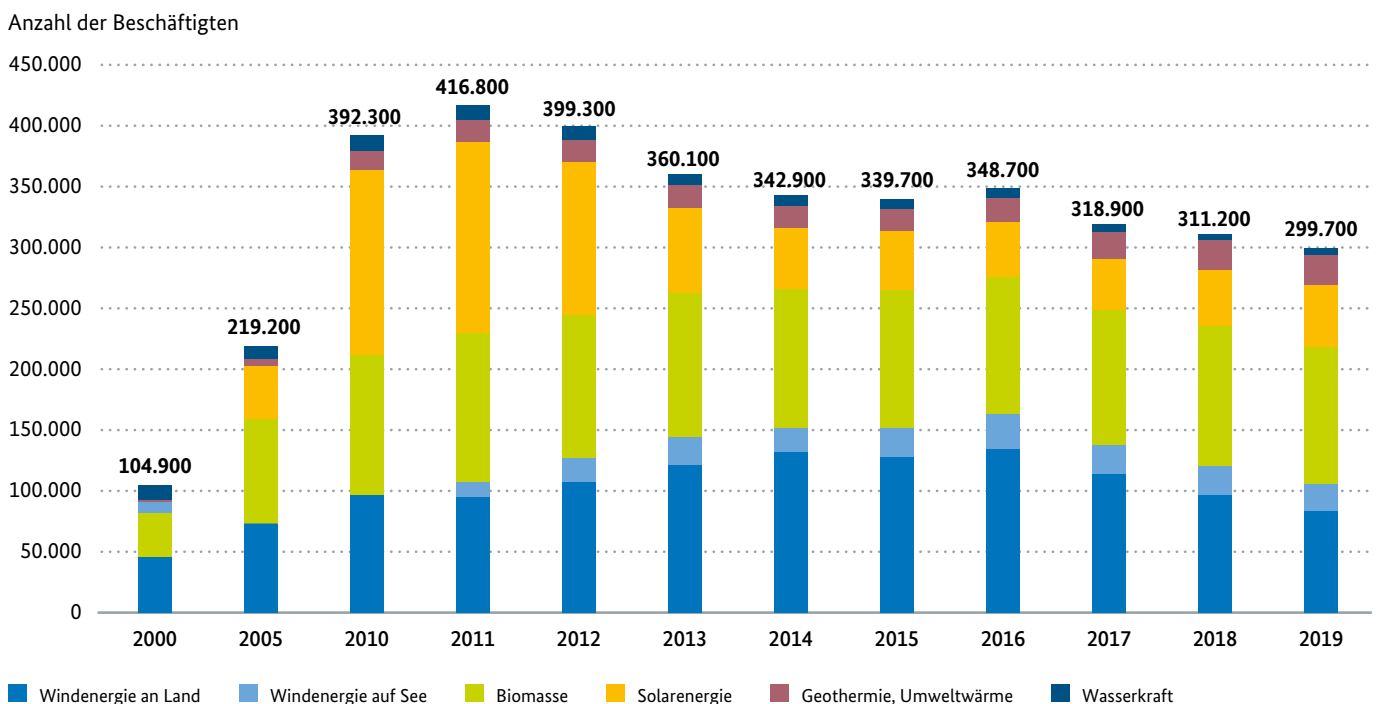
Betrachtet man die Entwicklung der Beschäftigung getrennt nach Technologiesparten, so werden unterschiedliche Verläufe zwischen den Jahren 2000 und 2019 deutlich. Sie hängen vor allem mit dem Ausbauperlauf in den Sparten zusammen. So stieg die Beschäftigung im Bereich der Windenergie an Land bis zum Jahr 2016 auf rund 134.700 Personen an und ging dann, trotz eines steigenden Exportanteils, infolge der geringeren Installationszahlen in Deutschland innerhalb von drei Jahren um rund 38 Prozent auf etwa 83.200 Beschäftigte zurück. Bei Windenergie auf See zeigt sich der gleiche Trend. So stieg die Zahl der Beschäftigten bis zum Jahr 2016 auf 28.700 Personen an und ging dann aufgrund des zwischenzeitlich geringeren Zubaus bei der Windenergie auf See um rund 22 Prozent auf etwa 22.500 Beschäftigte im Jahr 2019 zurück.

Die Biomassenutzung ist durch eine Vielzahl von Technologien geprägt, deren Entwicklung sich im Betrachtungszeitraum teilweise sehr unterschiedlich vollzog. Nach einem anfänglichen Anstieg verweilte die Beschäftigung in diesen Bereichen auf einem relativ konstanten Niveau und trug 2019 mit etwa 37 Prozent (rund 112.100 Personen) zur Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien bei.

Die Beschäftigung im Bereich Solarenergie hat in dem Betrachtungszeitraum 2000 bis 2019 die größten Schwankungen erfahren. Nach einem sehr starken Anstieg der Beschäftigung bis zum Jahr 2011, als die Solarenergie schließlich mit 38 Prozent (156.700 Personen) den größten Anteil der Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien ausmachte, ging diese bis zum Jahr 2017 um über 70 Prozent zurück. Erst im Jahr 2018 konnte dieser Trend gestoppt und aufgrund gestiegener Installationszahlen im Bereich Photovoltaik ein erneuter Anstieg der Beschäftigtenzahlen verzeichnet werden. Im Bereich Solarenergie waren im Jahr 2019 rund 51.700 Personen beschäftigt.

Die Geothermie trug mit acht Prozent zur Beschäftigung im Jahr 2019 bei, wobei seit dem Jahr 2000

Abbildung 37: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Quelle: DIW, DLR, GWS [37]

im Zeitverlauf nach einem anfänglichen Anstieg ein relativ konstantes Beschäftigungsniveau erreicht wurde.

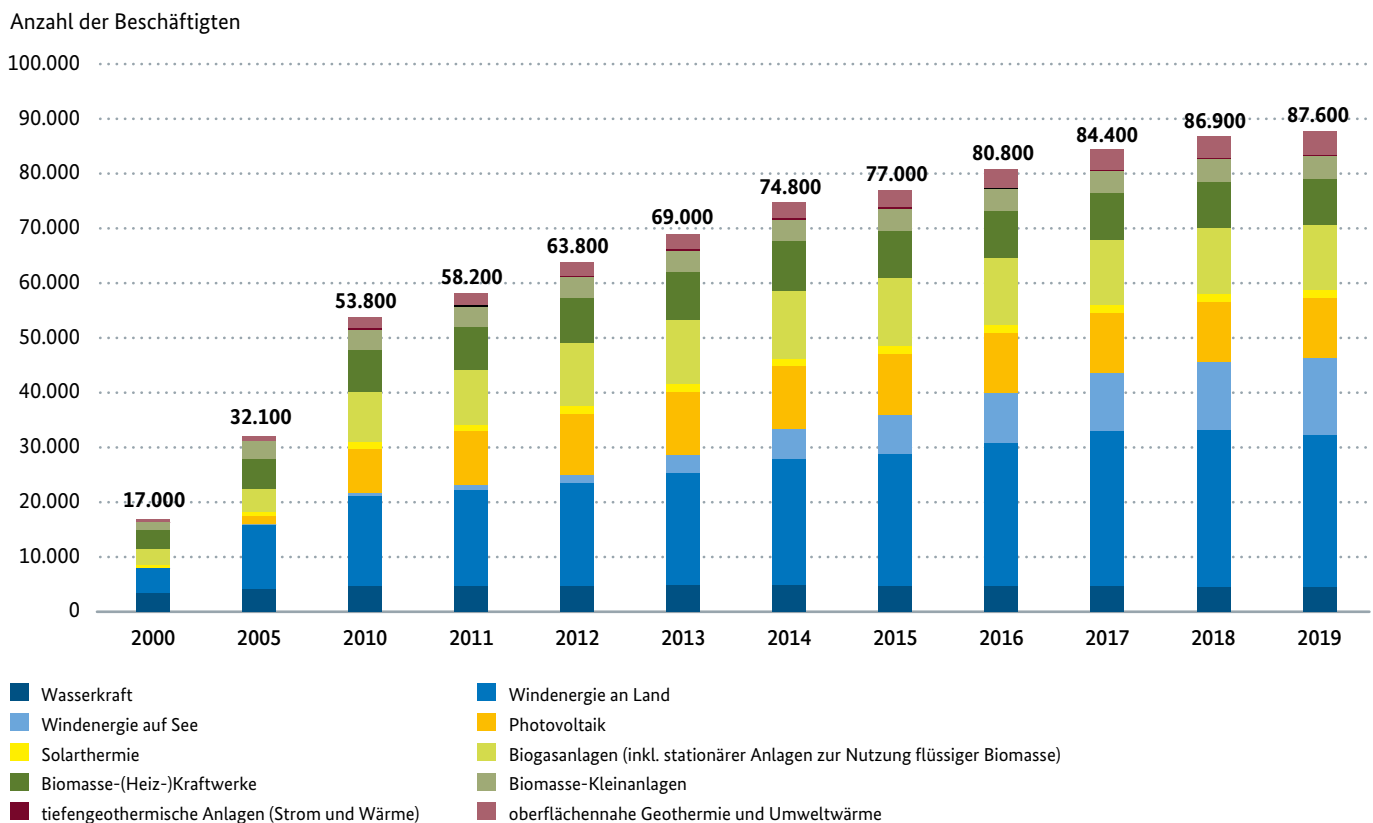
Die Beschäftigungsentwicklung im Bereich Wasserkraft ist hingegen dadurch geprägt, dass diese Technologie und mit ihr die dazugehörige Industrie im Jahr 2000 bereits einen sehr hohen Reifegrad hatte. In der Tendenz ist die Beschäftigung eher rückläufig. Im Jahr 2019 trug die Wasserkraft mit 5.700 Personen nur etwa zwei Prozent zur gesamten Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien bei.

Ein Teil des Rückgangs der Bruttobeschäftigung im Bereich der Anlagenerrichtung wurde durch die steigenden Beschäftigungszahlen im Bereich Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen etwas ausgeglichen.

Insgesamt waren noch im Jahr 2000 nur etwa 17.000 Personen in Betrieb und Wartung von

Erneuerbare-Energien-Anlagen beschäftigt, wobei die Beschäftigung relativ gleichverteilt auf die Bereiche Windenergie an Land (27 Prozent), Wasserkraft (20 Prozent), Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke (19 Prozent) und Biogasanlagen (18 Prozent) war. Im Jahr 2019 lag die Beschäftigung aus Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen mit insgesamt 87.600 Personen bereits um das Fünffache höher und war vor allem durch die Bereiche Windenergie an Land (32 Prozent), Windenergie auf See (16 Prozent), Biogasanlagen (14 Prozent) und Photovoltaik (13 Prozent) geprägt. Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke trugen noch mit zehn Prozent zur Beschäftigung bei. Biomasse-Kleinanlagen, Wasserkraft und ebenso die oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme hatten jeweils noch einen Anteil von knapp fünf Prozent, die Solarthermie etwa zwei Prozent. Tiefengeothermische Anlagen sind bislang noch immer auf einem geringen Ausbauniveau, sodass die daraus resultierende Beschäftigung mit weniger als einem Prozent zum Gesamtergebnis beiträgt [37].

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



Quelle: DIW, DLR, GWS [37]

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Im Gebäudeenergiegesetz (GEG), das am 1. November 2020 in Kraft getreten ist, wurden das bisherige Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die bisherige Energieeinsparverordnung (EnEV) und das bisherige Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG) in einem Gesetz zusammengeführt. Das Ziel ist, durch das aufeinander abgestimmte Regelwerk für die energetischen Anforderungen an Neubauten, an Bestandsgebäude und für den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden die Anwendung und den Vollzug zu erleichtern.

Im Rahmen des GEG werden die EU-Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umgesetzt und die Regelungen für Niedrigstenergiegebäude in das vereinheitlichte Energieeinsparrecht integriert. Das Gesetz behält die aktuellen energetischen Standards für Neubau und Sanierungen bei.

So wie bislang das EEWärmeG verpflichtet das neue GEG auch künftig dazu, den Wärmebedarf für neu zu errichtende Gebäude anteilig mit erneuerbaren Energien zu decken. Neu ist dabei die Anerkennung von Strom aus erneuerbaren Energien als Option zur Erfüllung der Anforderungen. Strom aus erneuerbaren Energien kann somit ebenso einen Beitrag zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs von Gebäuden leisten wie zum Beispiel die Solarthermie. Das neue GEG bietet auch künftig die Möglichkeit, Ersatzmaßnahmen anstelle des Einsatzes erneuerbarer Energien zu ergreifen sowie verschiedene Maßnahmen zu kombinieren.

Allgemeine Informationen und Praxisbeispiele sind auf der Homepage der Deutschen Energieagentur (dena) unter dem Themenportal „Zukunft Haus“ www.zukunft-haus.info zu finden.

Weiterführende Informationen zum Thema Energieeinsparung im Bauwesen erhalten Sie beim Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung www.bbsr.bund.de und auf dem BBSR-Themenportal www.bbsr-energieeinsparung.de.

Bisherige Fördermaßnahmen: das Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm (MAP) ist ein Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen, Kommunen und gemeinnützige Organisationen. Das MAP umfasste zwei Förderteile, für die je nach Art und Größe der Investitionsmaßnahme folgende Stellen zuständig waren: Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gewährte Investitionszuschüsse für die Förderung von überwiegend kleinen Anlagen bis 100 kW Leistung in den Bereichen Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen. Im Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) werden über zinsgünstige Darlehen in Verbindung mit attraktiven Tilgungszuschüssen große Solarthermieanlagen, Biomasseheizwerke, bestimmte effiziente Wärmepumpen, Biogasleitungen, Tiefengeothermieanlagen, Nahwärmenetze für Wärme aus erneuerbaren Energien (nachrangig zur KWKG-Förderung) und große Wärmespeicher für Wärme aus erneuerbaren Energien gefördert. Das MAP wurde Anfang 2021 teilweise in die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) integriert (ehemaliger BAFA-Teil des MAP). Weitere Informationen zur Förderung in der BEG finden Sie unter der BMWi-Internetseite www.deutschland-machts-effizient.de.

Die „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“, auf denen das MAP beruht, waren zum 01.01.2020 umfassend novelliert worden, bevor es Anfang 2021 in weiten Teilen in die BEG überführt wurde. Vom 01.01. bis 31.12.2020 galten im BAFA-Teil des MAP prozentuale Fördersätze in Höhe von 20 Prozent für Gasbrennwertkessel, die innerhalb von zwei Jahren auf eine Einbindung erneuerbarer Energien nachgerüstet werden müssen („Renewable Ready“), 30 Prozent für Gashybridanlagen bzw. 35 Prozent für Anlagen, die komplett auf erneuerbaren Energien basieren. Gleichzeitig wurde die im Klimaschutzprogramm 2030 beschlossene so genannte „Öltauschprämie“ in das MAP integriert. Hierbei wurden die Fördersätze nochmal um bis zu zehn Prozentpunkte bei Ersatz einer alten Ölheizung und Einbau einer effizienten neuen

Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien erhöht.

Über das MAP (BAFA- und KfW-Förderprogramme) wurden seit dem Jahr 2000 bereits rund 2,4 Millionen Anlagen mit einem Volumen von knapp 7,8 Milliarden Euro gefördert. Durch die Anpassung der Fördermaßnahmen wurden allein im Jahr 2020 rund 3,2 Milliarden Euro bewilligt. Damit war das MAP bisher eines der wichtigsten Instrumente zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmemarkt.

Im Förderteil der Investitionszuschüsse (BAFA) wurden in den Jahren 2000 bis 2020 rund 1,2 Millionen Solarthermieanlagen mit Investitionszuschüssen in Höhe von insgesamt circa 1,5 Milliarden Euro sowie rund 472.000 kleinere Biomasseheizungen, z.B. Pelletkessel, in einem Umfang von rund 979 Millionen Euro gefördert. Die hierdurch ausgelös-

ten Investitionen betragen circa 10,7 Milliarden Euro im Fördersegment Solarthermie und circa 6,9 Milliarden Euro im Bereich Biomasse.

Für effiziente Wärmepumpenheizungen, die seit dem Jahr 2008 förderfähig sind, wurden bis zum Jahr 2020 in rund 182.000 Förderfällen Investitionszuschüsse in Höhe von insgesamt circa 602 Millionen Euro ausbezahlt. Das ausgelöste Investitionsvolumen betrug rund 3,1 Milliarden Euro.

Ein Überblick über die bewilligten Anträge zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Jahr 2020 ist in Abbildung 39 dargestellt.

Im weiteren Förderteil des MAP, dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“, wurden in den Jahren 2000 bis 2020 für rund 28.200

Abbildung 39: Marktanzreizprogramm, BAFA-Programm „Heizen mit erneuerbaren Energien“, Investitionszuschüsse 2020

| Maßnahmen | Anzahl der bewilligten Anträge | Bewilligte Mittel [Euro] |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| reine EE-Anlagen | 166.410 | 2.739.765.264 |
| Gas-Hybrid | 29.967 | 481.630.652 |
| Renewable Ready | 281 | 1.224.424 |
| Gesamtzahl | 196.658 | 3.222.620.340 |
| davon Öl-Austausch im Gebäudebestand | 88.300 | 1.830.053.301 |

Quelle: BMWi

Abbildung 40: Marktanzreizprogramm, KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ 2020

| Maßnahmen | Anzahl | Teilbetrag Darlehens- zusage TEUR | zugewagtes TGZ-Volumen TEUR |
|--|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Solarkollektoranlage | 17 | 7.290 | 4.195 |
| Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse | 51 | 4.574 | 1.081 |
| Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung | 44 | 2.902 | 553 |
| KWK-Biomasse-Anlage | 1 | 255 | 6 |
| Wärmenetz | 1.352 | 60.734 | 34.651 |
| Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas | 11 | 4.588 | 1.382 |
| Große Wärmespeicher | 79 | 12.261 | 4.248 |
| EE-Wärmespeicher | 150 | 6.292 | 3.400 |
| Große Wärmepumpe | 1 | 82 | 18 |
| Sonstiges | 2 | 20.000 | 7.705 |
| Gesamt | 1.708 | 118.978 | 57.239 |

Quelle: BMWi

größere Vorhaben zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen zugesagt. Dabei lag das insgesamt gewährte Darlehensvolumen bei rund 3,7 Milliarden Euro und das Volumen der Tilgungszuschüsse bei circa 980 Millionen Euro.

Ein Überblick über die Verwendungszwecke der zugesagten Tilgungszuschüsse (TGZ) im Jahr 2020 ist in Abbildung 40 dargestellt.

Neue Fördermaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Mit der „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG), die in 2021 sukzessive in Kraft getreten ist, wird die energetische Gebädeförderung in Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 vollständig neu aufgestellt und weiterentwickelt. Die BEG fasst die bisherigen Gebädeförderprogramme in einem einzigen Förderprogramm zusammen und entwickelt diese adressatengerecht weiter:

1. Das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, umgesetzt durch die KfW-Programme „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ (EBS),
2. den durch das BAFA als Förderprogramm „Heizen mit erneuerbaren Energien“ umgesetzten Programmteil des MAP,
3. das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) sowie
4. das Heizungsoptimierungsprogramm (HZO).

Mit der BEG wird die Komplexität der Förderlandschaft und damit der bürokratische Aufwand reduziert mit dem Ziel, zukünftig noch stärkere Anreize für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien und damit einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Energie- und Klimaziele 2030 im Gebäudesektor zu erreichen.

Zudem wird mit der BEG die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien erstmals unter einem Dach zusammengeführt. Bei Neubauten und Komplettanierungen wird der Einsatz erneuerbarer Energien noch stärker prämiert. Zusätzlich gibt es neue Förderangebote für besonders ambitionierte Sanierungen und Neubauten. Des Weiteren werden auch die vom Bundesministerium

des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) anerkannten Nachhaltigkeitszertifikate der investiven Förderung berücksichtigt. Gleichzeitig wird die Förderung von Digitalisierungsmaßnahmen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung ausgeweitet („Efficiency Smart Home“).

Daneben bietet die BEG auch mehr Flexibilität: Um den jeweiligen individuellen Bedürfnissen der Fördernehmer/innen bestmöglich zu entsprechen, werden Fördertatbestände sowohl als Zuschuss- als auch als Kreditförderung angeboten.

Eine Übersicht über die Förderprogramme ist unter der BMWi Internetseite „Deutschland-macht’s-effizient“ (www.deutschland-machts-effizient.de) sowie auf den Internetseiten von BAFA (www.bafa.de) und KfW (www.kfw.de) zu finden.

Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr

Biokraftstoffe

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

Der erste Biokraftstoffbericht des Bundesministeriums der Finanzen [25] stellte für das Jahr 2006 eine erhebliche Überkompensation fest. Die Steuererstattung lag deutlich über der Differenz der Produktionskosten. Aus diesem Grund wurde die Biokraftstoffförderung auf eine rein ordnungsrechtliche Förderung umgestellt [38], [39]. 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 Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe bei 4,4 Prozent (energetisch) und die für Ottokraftstoff ersetzende 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 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-Treibhausgas-minderung 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 auch 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

E-Mobilität ist eine Schlüsseltechnologie für die Gestaltung eines sauberen und effizienten Verkehrssystems. Für das Erreichen der Klimaziele sollen bis 2030 mindestens sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Zudem sollen im gleichen Zeitraum eine Million Ladepunkte zur Verfügung stehen. Um das zu unterstützen, hat die Bundesregierung unterschiedliche Fördermaßnahmen beschlossen, unter anderem im Klimaschutzprogramm 2030. Seit dem Jahr 2009 wurden bereits Fördermittel in Höhe von rund fünf Milliarden Euro bereitgestellt und Rahmenbedingungen gesetzt, um Elektromobilität attraktiver zu machen.

Um die Nachfrage auf dem Markt für Elektromobilität zu beschleunigen, hat die Bundesregierung 2016 ein Maßnahmenpaket mit einem Investitionsvolumen von knapp unter einer Milliarde Euro beschlossen. Mit der vom Koalitionsausschuss am 3. Juni 2020 beschlossenen Erhöhung der Prämie des Bundes um zwei Milliarden Euro auf knapp drei Milliarden Euro können bis zum 31. Dezember 2021 rund 300.000 weitere elektrisch betriebene Fahrzeuge gefördert werden. Mit Einführung der Innovations-

prämie hat der Bund seinen Anteil zur Kaufprämie befristet bis Ende 2021 verdoppelt und die Förderung von jungen Gebrauchtwagen ermöglicht. Eine Verlängerung der Innovationsprämie über 2021 hinaus ist geplant.

Drei finanzwirksame Maßnahmen stehen bei der Förderung der Elektromobilität im Vordergrund: zeitlich befristete Kaufanreize (Umweltbonus bzw. Innovationsprämie), der Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie die öffentliche Beschaffung von Elektrofahrzeugen.

Bei der Kaufprämie für E-Autos, dem Umweltbonus, erhalten Käufer von Fahrzeugen mit einem Nettolistenpreis unter 40.000 Euro nun mit der Innovationsprämie inklusive des Herstelleranteils von 3.000 Euro insgesamt 9.000 Euro für reine Elektroautos sowie inklusive des Händleranteils von 2.250 Euro insgesamt 6.750 Euro für Plug-in-Hybride. Bei Fahrzeugen über 40.000 Euro Nettolistenpreis beträgt die Prämie insgesamt 7.500 Euro für reine Elektroautos und 5.625 Euro für Plug-in-Hybride. Die Innovationsprämie gilt für Fahrzeuge, die ab dem 4. Juni 2020 zugelassen wurden, und ist derzeit noch bis 31. Dezember 2021 befristet (www.bmwi.de). Autokäufer können ihre Anträge beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) stellen (www.bafa.de). Damit wurde der Elektromobilität zusätzlicher Schwung verliehen. So wurden bis Oktober 2021 846.735 Anträge beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gestellt. Spitzenreiter waren mit 468.186 Anträgen reine Batterieelektrofahrzeuge, gefolgt von Plug-in-Hybridfahrzeugen mit 378.336 Anträgen und Brennstoffzellenfahrzeugen mit 213 Anträgen [40].

Damit steigen auch die Zulassungen von E-Autos. Die E-Mobilität hat sich in Deutschland im Jahr 2020 trotz eines rund 20-prozentigen Rückgangs der Zulassungszahlen im Jahr der Covid-19-Pandemie stärker durchgesetzt als jemals zuvor. Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamts (KBA) hat sich die Anzahl der neu zugelassenen Elektro-Pkw (BEV) im Jahr 2020 fast verdreifacht (+206,8). Ihr Anteil stieg um 4,9 Prozentpunkte auf 6,7 Prozent. Höhere Zuwächse waren nur noch bei den Pkw mit Plug-in-Hybrid (+342,1) zu beobachten, deren Anteil auf rund 6,9 Prozent stieg. Insgesamt wurden in 2020 394.940 Neuwagen mit elektrischem Antrieb neu zugelassen [41].

Ein weiterer zentraler Baustein zur Stärkung der Nachfrage bei der Elektromobilität ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur. Dafür stellt der Bund 300 Millionen Euro zur Verfügung: 200 Millionen Euro für die Schnelllade-Infrastruktur und 100 Millionen Euro für die Normallade-Infrastruktur.

Die im Rahmen der Ladesäulenverordnung (LSV) gemeldeten öffentlich zugänglichen Ladesäulen in Deutschland werden von der Bundesnetzagentur unter www.bundesnetzagentur.de veröffentlicht. Bis Oktober 2021 waren 41.239 Normalladepunkte und 6.845 Schnellladepunkte bei der Bundesnetzagentur registriert worden. 18.963 Ladesäulen hatten zwei öffentlich zugängliche Ladepunkte, 534 Ladesäulen hatten 4 Ladepunkte [42].

Darüber hinaus gelten seit Anfang 2020 weitere steuerliche Anreize für Elektrofahrzeuge, etwa durch Sonderabschreibungen für E-Nutzfahrzeuge und Lastenräder sowie durch eine verminderte Bemessungsgrundlage für die Versteuerung elektrischer Dienstwagen. Sollten Arbeitnehmer beim Arbeitgeber das Elektrofahrzeug aufladen, stellt dies zudem keinen geldwerten Vorteil mehr dar.

Umfangreiche Informationen zu energieeffizienter Mobilität und den Fördermaßnahmen finden Sie auch auf www.deutschland-machts-effizient.de.

Neben der Förderung von Elektrofahrzeugen unterstützt das BMWi den Aufbau einer Batteriezellproduktion und damit verbundener Wertschöpfungsketten in Deutschland und Europa gemeinsam mit anderen EU-Staaten. Zu diesem Zweck stellt das BMWi knapp drei Milliarden Euro an Fördermitteln zur Verfügung. Der Großteil dieser Mittel dient der Förderung von großskaligen Forschungs- und Investitionsprojekten in zwei „wichtigen Vorhaben gemeinsamen europäischen Interesses“ (IPCEI), die von der EU-Kommission bereits beihilferechtlich genehmigt worden sind. In diesen Verbänden beteiligen sich 14 EU-Mitgliedsländer am Aufbau neuer umweltschonender Wertschöpfung in der EU. 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.

Um insbesondere die Nachhaltigkeit der Batterieproduktion neben den weiteren Themen Digitalisierung der Batterieproduktion, Test & Zertifizierung sowie Anwendung neuer Batteriezelltechniken vertieft zu fördern, hat das BMWi im März 2021 im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung den Förderaufruf „Forschung in der Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung“ veröffentlicht. Diese neue Maßnahme wird die Innovationsbasis entlang der Batterie-Wertschöpfungskette zur Unterstützung der industriellen Produktion von nachhaltigen Batteriezellen höchster Qualität in Deutschland fördern.

Eine weitere die IPCEIs flankierende Fördermaßnahme, die der Fachkräftesicherung in der wachsenden Batterieindustrie dient, wurde im Juli 2021 gestartet. Sie soll durch flankierende berufsqualifizierende Maßnahmen den Übergang von fachlich qualifizierten Arbeitskräften in die Batteriebranche erleichtern. Erreicht werden soll dies durch den Aufbau von branchenspezifischen und regional ausgerichteten Kompetenzverbänden, so genannte „Batterie-Kompetenz-Trios“, bestehend aus wissenschaftlichen Einrichtungen, Bildungsträgern und einem branchenspezifischen Innovationscluster.

Weiterführende Informationen zur Förderung der Elektromobilität durch die Bundesregierung finden sich unter www.bmwi.de.

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Die Energieforschung in Deutschland soll das klimaneutrale Energiesystem der Zukunft vorbereiten und auch zukünftig eine verlässliche, bezahlbare und naturverträgliche Energieversorgung sicherstellen. Sie ist ein strategisches Element der Energiepolitik der Bundesregierung, dient der Umsetzung energiewirtschaftlicher und klimapolitischer Ziele im Zuge der Energiewende und ist damit das elementare Instrument zur Festlegung der Grundlinien und Schwerpunkte der Förderpolitik.

Die Bundesregierung fördert bereits seit den 1970er Jahren mit ihren fortlaufenden Energieforschungsprogrammen die Entwicklung neuer Technologien

und Anwendungen für eine moderne Energieversorgung. Diese Förderung hat früh auch erneuerbare Energietechniken miteingeschlossen und die Basis für deren Erfolg gelegt. Seit 2018 läuft das aktuelle und nunmehr 7. Energieforschungsprogramm, das umfassend auf die Förderung von technischen und nicht-technischen Innovationen für die Energiewende ausgerichtet ist.

Im Jahr 2020 hat der Bund 1,216 Milliarden Euro in die Energieforschung investiert. Dies ist ein Anstieg von rund sechs Prozent im Vergleich zum Vorjahr. 750,6 Millionen Euro sind dabei auf die Projektförderung entfallen. Insgesamt haben die Bundesministerien im Jahr 2020 rund 5.980 laufende Projekte aus Steuermitteln unterstützt und 1.590 Vorhaben neu bewilligt. Im Bereich der nichtnuklearen Energieforschung trugen Unternehmen mit Eigenanteilen von insgesamt 303,6 Millionen Euro zur Finanzierung dieser Forschungsprojekte bei. Weitere 415,8 Millionen Euro wurden im Rahmen der institutionellen Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) für den Forschungsbereich Energie der HGF aufgewandt [43]. Laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben rund um das Thema „Energieforschung“ werden vom BMWi tagesaktuell auf dem Internetportal EnArgus (www.enargus.de) veröffentlicht.

Im 7. Energieforschungsprogramm hat das BMWi die „Reallabore der Energiewende“ als neues Förderformat etabliert. Um neue Energietechnologien und Geschäftsmodelle zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen, wie zum Beispiel in den Bereichen CO₂-arm hergestellter Wasserstoff, energieoptimierte Quartiere oder großskalige Stromspeicher, müssen diese praktisch erprobt werden. Dies soll in „Reallaboren der Energiewende“ erfolgen. Derartige Vorhaben sind systemisch ausgelegte Querschnittsprojekte, in denen unterschiedliche Energietechnologien und deren Zusammenwirken im industriellen Maßstab und in realer Umgebung erprobt werden. Das größte Augenmerk liegt dabei auf dem beschleunigten Transfer von Innovationen aus den Laboren, Testräumen und Köpfen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die energiewirtschaftliche Praxis und das gesellschaftliche Leben. Die ersten Reallabore der Energiewende starteten im Jahr 2020, bislang haben neun Projekte ihre Arbeit aufgenommen.

Ein Beispiel ist das Reallabor H₂-Wyhlen, das am 1. Januar 2021 in Grenzach-Wyhlen in Baden-Württemberg gestartet ist. Dort spaltet der Strom aus einem Laufwasserkraftwerk in einer Elektrolyse-Anlage Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Der erzeugte Wasserstoff steht für verschiedene Nutzungswege bereit. Mit H₂-Wyhlen soll eine bestehende Power-to-Hydrogen-Infrastruktur mit dem angrenzenden Quartier und Industrieareal zu einem Testraum ausgebaut werden: Vorrangig sollen hierbei Geschäftsmodelle für die bedarfsgerechte Erzeugung, lokale Verteilung und Nutzung des Wasserstoffs in den verschiedenen Sektoren entwickelt und bei Tragfähigkeit schließlich erprobt werden.

Seit April 2021 begleitet zudem das Transferforschungsprojekt Trans4ReaL die Reallabore der Energiewende mit dem Fokus Sektorenkopplung und Wasserstofftechnologien wissenschaftlich. Die in dem Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse sollen anschließend als Handlungsoptionen in eine Wasserstoff-Roadmap der Bundesregierung einfließen.

Mehr Informationen zum Thema Reallabore der Energiewende finden sich auf der Internetseite des BMWi www.energieforschung.de.

Neben Reallaboren, bei denen das Augenmerk auf der sektorenübergreifenden Vernetzung von Technologien liegt, fördert das BMWi unter anderem anwendungsnahe Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Stromerzeugungstechnologien, die beim Umbau der Energieversorgung eine Schlüsselrolle spielen. Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen arbeiten kontinuierlich daran, die Kosten für die Erzeugung von Strom und anderen Energieträgern aus erneuerbaren Energien weiter zu senken und sekundäre Energieträger fort- bzw. neu zu entwickeln, die besonders zuverlässig, effizient und langlebig sind.

Das BMWi hat im Jahr 2020 beispielsweise im Bereich Windenergie insgesamt 488 laufende Vorhaben mit rund 76 Millionen Euro gefördert. Zudem wurden in diesem Bereich 99 Forschungsprojekte mit einem Fördermitteleinsatz von rund 65 Millionen Euro neu bewilligt. Eines dieser Projekte ist „X-Wakes“. In diesem Forschungsprojekt untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, welche Nachlaufströmungen (engl. wakes) in der

Deutschen Bucht entstehen, wenn Offshore-Windparks großflächig ausgebaut werden, und wie diese beim zukünftigen Design von Offshore-Windparks berücksichtigt werden sollten. Denn angesichts der begrenzten nutzbaren Flächen werden Offshore-Windparks in Gruppen (so genannte Cluster) errichtet. Als Folge beeinflussen sich die Windparks und die einzelnen Anlagen gegenseitig. Im Windschatten hinter den Anlagen entstehen so genannte Nachlaufströmungen mit geringeren Windgeschwindigkeiten und stärkeren Turbulenzen.

Auf dem Portal www.strom-forschung.de finden sich weitere Informationen über die Förderbereiche der nichtnuklearen Energiebereitstellung über Windenergie, Photovoltaik, Bioenergie, Geothermie und Wasserkraft/Meeresenergie sowie thermische Kraftwerke. Zusätzlich informiert ein eigener Webauftritt über die Förderung der energetischen Biomassenutzung www.energetische-biomassenutzung.de.

Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl der vom BMWi neu bewilligten Forschungsprojekte und die dafür verausgabten Mittel im Zeitraum 2017 bis 2020.

Mehr Informationen zum Thema Energieforschung finden sich auf der Internetseite des BMWi www.energieforschung.de und dem Internetportal der Forschungsnetzwerke Energie www.forschungsnetzwerke-energie.de.

Des Weiteren finden sich Informationen zu den Förderthemen und zur Antragstellung für Forschungsförderprogramme im Bereich der erneuerbaren Energien auf den Internetseiten des vom BMWi beauftragten Projektträgers Jülich (www.ptj.de).

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

| | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | | 2020 | | |
|---|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|
| | Anzahl | 1.000 Euro | Anteil in % | Anzahl | 1.000 Euro | Anteil in % | Anzahl | 1.000 Euro | Anteil in % | Anzahl | 1.000 Euro | Anteil in % |
| Windenergie | 86 | 96.668 | 32,2 | 121 | 89.776 | 29,9 | 112 | 78.994 | 22,7 | 99 | 65.323 | 23,1 |
| Photovoltaik | 101 | 89.946 | 30,0 | 96 | 83.207 | 27,7 | 135 | 100.175 | 28,8 | 116 | 65.702 | 23,3 |
| Solarthermische Kraftwerke | 21 | 5.617 | 1,9 | 29 | 12.962 | 4,3 | 28 | 11.679 | 3,4 | 28 | 10.527 | 3,7 |
| Geothermie | 17 | 7.654 | 2,6 | 21 | 10.471 | 3,5 | 25 | 24.097 | 6,9 | 41 | 40.951 | 14,5 |
| Wasserkraft | 2 | 1.208 | 0,4 | 0 | 0 | 0,0 | 7 | 3.541 | 1,0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Biomassennutzung | 42 | 5.987 | 2,0 | 47 | 9.097 | 3,0 | 69 | 16.959 | 4,9 | 38 | 7.726 | 2,7 |
| Stromnetze und Netzintegration erneuerbarer Energien ¹ | 85 | 53.214 | 17,8 | 135 | 67.247 | 22,4 | 136 | 59.182 | 17,0 | 123 | 51.677 | 18,3 |
| Energiespeicher | 61 | 22.264 | 7,4 | 24 | 10.969 | 3,7 | 57 | 28.170 | 8,1 | 50 | 25.551 | 9,0 |
| Energiesystemanalyse und übergreifende Fragen der Energiewende | 39 | 17.188 | 5,7 | 64 | 16.646 | 5,5 | 60 | 24.751 | 7,1 | 34 | 15.132 | 5,4 |
| Gesamt | 454 | 299.746 | 100 | 537 | 300.375 | 100 | 629 | 347.548 | 100 | 529 | 282.589 | 100 |

1 Netzintegration erneuerbarer Energien: Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme

Die Daten für die Projektförderung im Jahr 2020 sind nach der neuen Systematik des 7. Energieforschungsprogramms rückwirkend erhoben worden. Dadurch unterscheiden sich die Zahlen von denen der Berichte der Vorgängerjahre. Des Weiteren sind Forschungsprojekte zur Grundlagenforschung in dieser Tabelle nicht mitberücksichtigt, da es sich um BMBF-Projekte handelt.

Quelle: BMWi

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 Maß sowie die Weiterentwicklung der Energiewende sind Herausforderungen, die nur auf Basis von verlässlichen Daten gut angegangen werden können.

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. Die Ausgestaltung des neuen Gesamt-Registers wird seit 2017 durch die Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) geregelt.

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 im Hilfebereich der Onlineplattform des Marktstammdatenregisters.

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 ebenfalls im Hilfebereich des Registers zu finden.

Das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur ist mit allen Hintergrundinformationen unter www.marktstammdatenregister.de/MaStR zu finden.

SMARD – Strommarktdaten



Mit SMARD hat die Bundesnetzagentur im Jahr 2017 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 (ENTSO-E) bezogen werden, auf der Plattform nahezu in Echtzeit veröffentlicht. Um die Datenqualität kontinuierlich zu verbessern, steht die Bundesnetzagentur dabei in stetigem 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 Erläuterungen im Bereich „Strommarkt erklärt“. Im Bereich „Strommarkt aktuell“ erscheint, neben Sonderartikeln zu aktuellen Ereignissen, eine monatliche Auswertung des Marktgeschehens rund um die Stromerzeugung und den

Stromhandel. Dabei werden die Kennzahlen auch im Kontext zu besonderen Geschehnissen oder Wetterbedingungen betrachtet.

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 ab einer installierten Erzeugungsleistung von 100 Megawatt kraftwerksblockscharf eingesehen und ebenfalls im Bereich „Daten herunterladen“ bezogen werden.

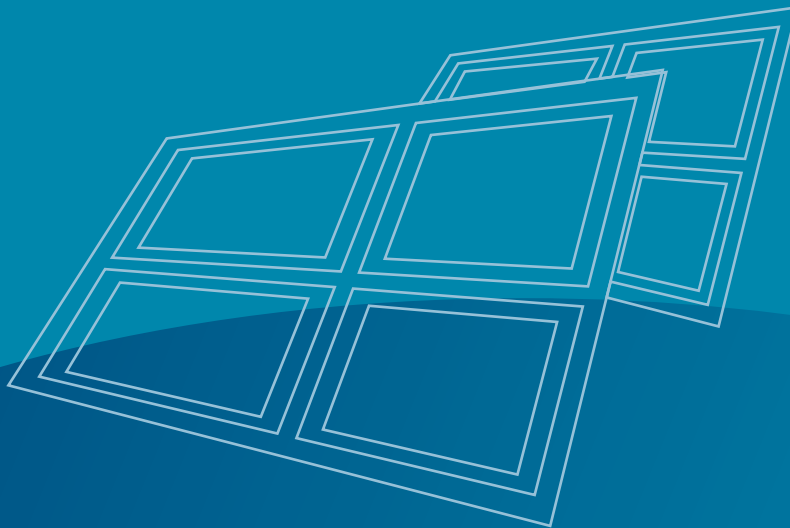
Die Marktgebietsansicht stellt anhand einer Karte einen Überblick über die geografische Stromerzeugungslandschaft Deutschlands bereit. Darüber hinaus werden andere wichtige Kennzahlen wie z. B. Stromverbrauch und internationale Großhandelspreise abgebildet.

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.

Der Link zur Informationsplattform SMARD:
www.smard.de

Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

Im Juni 2009 trat mit der Richtlinie 2009/28/EG erstmals ein verbindlicher EU-weiter Rahmen für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Kraft: Bis zum Jahr 2020 sollten die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs in der EU decken. Mit der Richtlinie (EU) 2018/2001 wurde dieses Ziel Ende des Jahres 2018 fortgeschrieben: Bis 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch der EU nunmehr auf mindestens 32 Prozent ansteigen. Durch die in 2021 in Kraft getretene Erhöhung des EU-Klimaziels für 2030 mit einer Treibhausgasminderung von 55 Prozent im Jahr 2030 im Vergleich zu 1990 (ehemals 40 Prozent), wird das EU-Ziel für den Ausbau erneuerbarer Energie für das Jahr 2030 abermals zu erhöhen sein. Im Rahmen ihres so genannten „Fit-for-55“-Pakets hat die Europäische Kommission deswegen im Juli 2021 eine Novelle der Richtlinie mit einem neuen übergeordneten Zielwert für den Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch von 40 Prozent vorgeschlagen. Der Vorschlag erhöht darüber hinaus bestehende Unterziele im Verkehrsbereich und im Wärmebereich und führt in den Sektoren Gebäude und Industrie neue indikative Unterziele für den Einsatz erneuerbarer Energien ein.



Mit der Richtlinie 2009/28/EG wurden zur Umsetzung des Ausbauziels auch verbindliche nationale Ziele für die einzelnen Mitgliedstaaten auf der Grundlage der Ausgangswerte im Jahr 2005 festgelegt. Für Deutschland bedeutete dies ein nationales Ziel von 18 Prozent Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020, wobei die Anteilsberechnung bestimmten Regeln folgt. So werden insbesondere witterungsbedingte Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft und Windenergie normalisiert, d. h. auf durchschnittliche Niederschlags- und Windverhältnisse umgerechnet. Auch der Berechnung der Erreichung des Unterziels von zehn Prozent erneuerbaren Energien im Verkehr liegen besondere Regeln zugrunde (z. B. 2,5-fache Anrechnung des Einsatzes von Strom aus erneuerbaren Energien im Straßenverkehr).

Auf Grundlage der Richtlinie 2009/28/EG und der zugeordneten Ziele 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 alle zwei Jahre über die Fortschritte berichten. Die Fortschrittsberichte der Mitgliedstaaten sind auf den Internetseiten der Europäischen Kommission unter <https://ec.europa.eu> 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 Fortschrittsbericht, der sich auf Daten von 2018 bezieht, hat die Europäische Kommission im Oktober 2020 veröffentlicht [44]. Darin stellte die Kommission fest, dass im Jahr 2018 bereits zwölf Mitgliedstaaten EE-Anteile über den Zielvorgaben für 2020 verfügten und weitere elf ihren indikativen Zielpfad für 2017/18 bereits erfüllten oder übererfüllten. Die Kommission ging in diesem Bericht bereits davon aus, dass die überwiegende Zahl von Mitgliedstaaten ihre Ziele für 2020 erfüllen würde. Die Erreichung des Gesamtziels wurde entsprechend als realistisch angesehen.

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 vor allem durch neue Technologien und Kraftstoffe gewährleistet werden. Der nunmehr im Rahmen des so genannten „Fit-for-55“-Pakets vorgeschlagene Entwurf der Kommission für eine Novellierung der Richtlinie sieht eine Erhöhung dieser Ziele und Unterziele, die Einführung neuer Unterziele in den Sektoren Gebäude und Industrie sowie zahlreiche Maßnahmen vor.

Einen Rahmen für die neue Richtlinie bildet die Ende 2018 in Kraft getretene EU-Verordnung über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz (Governance-Verordnung). Mit dieser wurde 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 sollte 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. Die Bundesregierung hat der Kommission den deutschen NECP im Sommer 2020 übermittelt. Er baut auf den Zielen und Maßnahmen des Energiekonzepts 2010, des Klimaschutzprogramms 2030 und der Energieeffizienzstrategie 2050 auf. Er enthält die Ziele der Bundesregierung zur Senkung des Primärenergieverbrauchs um 30 Prozent bis 2030 gegenüber 2008 durch Steigerung der Energieeffizienz sowie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 30 Prozent bis 2030. Ab dem Jahr 2023 müssen die Mitgliedstaaten alle zwei Jahre NECP-Fortschrittsberichte an die EU-Kommission übermitteln.

Der europäische „Green Deal“

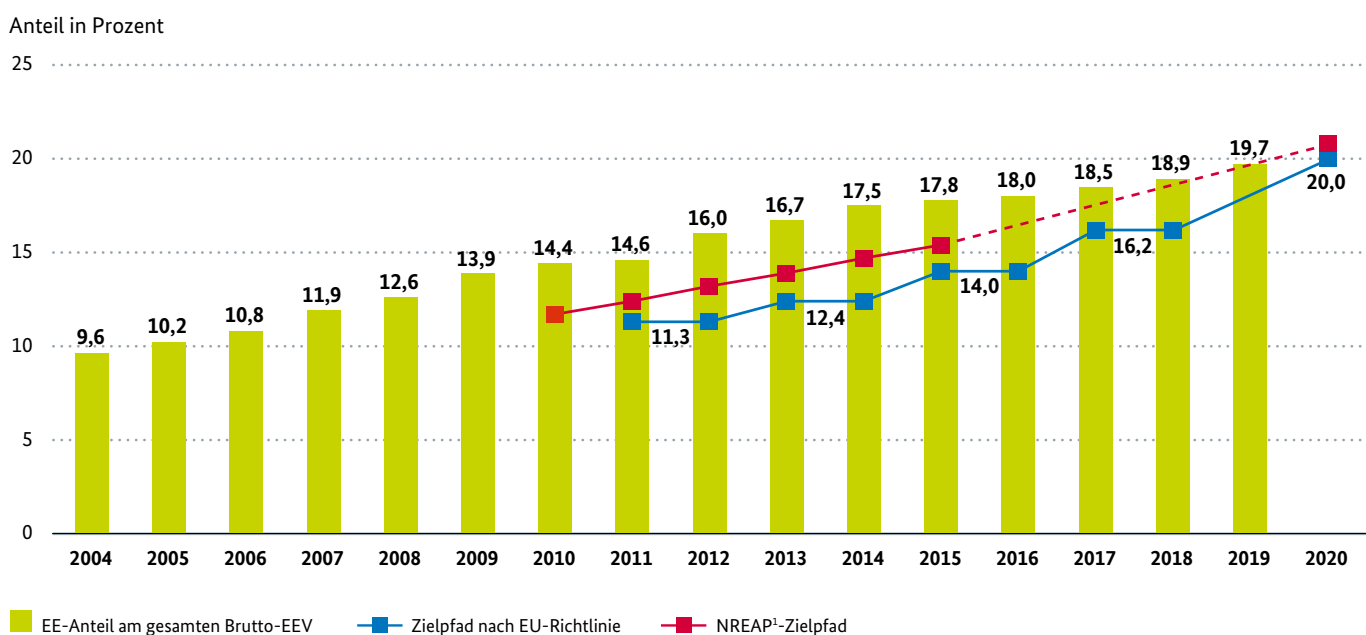
Am 11. Dezember 2019 hat die Kommission ihre Mitteilung über den europäischen „Green Deal“ vorgelegt. Der Green Deal ist die neue Wachstumsstrategie für die EU und zielt darauf ab, die EU auf einen Weg hin zu einer klimaneutralen, fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu bringen. Auf der Tagung des Europäischen Rates im Dezember 2019 nahmen die Staats- und Regierungschefs der EU-Mitgliedstaaten die Mitteilung der Kommission über den Green Deal zur Kenntnis. Indem sie das EU-Ziel der Klimaneutralität bis 2050 in ihren Schlussfolgerungen unterstützten, bekräftigten sie die Entschlossenheit der EU, eine führende Rolle im weltweiten Kampf gegen den Klimawandel einzunehmen.

Im Dezember 2020 bestätigte der Europäische Rat sein Engagement für den grünen Wandel in der EU, indem er das neue verbindliche EU-Ziel beschloss, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu verringern. Damit wurde das ursprüngliche, im Jahr 2014 vereinbarte Ziel, die Emissionen bis 2030

um mindestens 40 Prozent zu senken, deutlich gesteigert. Mit dem neuen europäischen Klimagesetz hat die Kommission einen Vorschlag vorgelegt, das 55-Prozent-Ziel sowie das weitergehende Ziel der Klimaneutralität bis 2050 rechtlich zu verankern und einen Rahmen zu schaffen, der für das Erreichen dieses Ziels erforderlich ist. Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass alle Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft dazu beitragen, die Nettoemissionen bis 2050 auf null zu reduzieren. Im April 2021 haben der Rat und das Europäische Parlament eine vorläufige Einigung über das Klimagesetz erzielt. Dieses wurde im Juni vom Parlament und vom Rat verabschiedet und ist am 29. Juli 2021 in Kraft getreten.

Mit dem „Fit-for-55“-Paket hat die EU-Kommission am 14. Juli 2021 ein Bündel von Vorschlägen vorgelegt, mit denen die klima- und energiebezogenen Rechtsvorschriften überarbeitet und aktualisiert werden sollen. Vor diesem Hintergrund steht nun auch die erneute Überarbeitung der Erneuerbaren-Richtlinie (EU) 2018/2001 an, da diese den neuen übergeordneten Klimaschutzzielsetzungen angepasst werden muss. Die Diskussionen auf europäischer Ebene hierzu beginnen im September.

Abbildung 42: Anteil 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.

Anmerkung:

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

Im Teil „Europa“ werden aus Konsistenzgründen für Deutschland die Daten aus den internationalen Statistiken übernommen. Die detaillierteren Angaben der nationalen Quellen auf den vorangehenden Seiten sind jedoch i. d. R. belastbarer.

Mit dem Austritt des Vereinigten Königreichs aus der EU zum 1. Januar 2021 sind auch Änderungen der Statistiken zur Nutzung erneuerbarer Energien in der EU verbunden. Beginnend mit der vorliegenden Ausgabe von „Erneuerbare Energien in Zahlen“ erfolgt die Darstellung daher für die EU-27 ohne das Vereinigte Königreich. Eine Vergleichbarkeit mit den Daten der vorangegangenen Broschüren ist für den EU-Teil daher nur eingeschränkt möglich.

Abbildung 43: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten

| | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch [%] | | | | | | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom ¹ [%] | | | | |
|-----------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2017 | 2018 | 2019 | Ziel (2020) | 2005 | 2010 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Belgien | 2,3 | 6,0 | 9,1 | 9,5 | 9,9 | 13 | 2,4 | 7,2 | 17,3 | 18,9 | 20,8 |
| Bulgarien | 9,2 | 13,9 | 18,7 | 20,6 | 21,6 | 16 | 8,7 | 12,4 | 19,0 | 22,4 | 23,5 |
| Dänemark | 16,0 | 21,9 | 34,7 | 35,4 | 37,2 | 30 | 24,6 | 32,7 | 59,9 | 62,4 | 65,4 |
| Deutschland | 7,2 | 11,7 | 15,5 | 16,7 | 17,4 | 18 | 10,6 | 18,2 | 34,6 | 37,8 | 40,8 |
| Estland | 17,4 | 24,6 | 29,2 | 30,0 | 31,9 | 25 | 1,1 | 10,3 | 17,0 | 19,7 | 22,0 |
| Finnland | 28,8 | 32,3 | 40,9 | 41,2 | 43,1 | 38 | 26,9 | 27,7 | 35,2 | 36,8 | 38,1 |
| Frankreich | 9,6 | 12,7 | 15,9 | 16,4 | 17,2 | 23 | 13,7 | 14,8 | 19,9 | 21,1 | 22,4 |
| Griechenland | 7,3 | 10,1 | 17,3 | 18,1 | 19,7 | 18 | 8,2 | 12,3 | 24,5 | 26,0 | 31,3 |
| Irland | 2,8 | 5,8 | 10,5 | 10,9 | 12,0 | 16 | 7,2 | 15,6 | 30,1 | 33,3 | 36,5 |
| Italien | 7,5 | 13,0 | 18,3 | 17,8 | 18,2 | 17 | 16,3 | 20,1 | 34,1 | 33,9 | 35,0 |
| Kroatien | 23,7 | 25,1 | 27,3 | 28,0 | 28,5 | 20 | 35,2 | 37,5 | 46,4 | 48,1 | 49,8 |
| Lettland | 32,3 | 30,4 | 39,0 | 40,0 | 41,0 | 40 | 43,0 | 42,1 | 54,4 | 53,5 | 53,4 |
| Litauen | 16,8 | 19,6 | 26,0 | 24,7 | 25,5 | 23 | 3,8 | 7,4 | 18,3 | 18,4 | 18,8 |
| Luxemburg | 1,4 | 2,9 | 6,2 | 9,0 | 7,0 | 11 | 3,2 | 3,8 | 8,1 | 9,1 | 10,9 |
| Malta | 0,1 | 1,0 | 7,2 | 8,0 | 8,5 | 10 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 7,7 | 8,0 |
| Niederlande | 2,5 | 3,9 | 6,5 | 7,3 | 8,8 | 14 | 6,3 | 9,6 | 13,8 | 15,2 | 18,2 |
| Österreich | 24,4 | 31,2 | 33,1 | 33,8 | 33,6 | 34 | 62,9 | 66,4 | 71,6 | 74,2 | 75,1 |
| Polen | 6,9 | 9,3 | 11,1 | 11,5 | 12,2 | 15 | 2,7 | 6,6 | 13,1 | 13,0 | 14,4 |
| Portugal | 19,5 | 24,2 | 30,6 | 30,2 | 30,6 | 31 | 27,7 | 40,6 | 54,2 | 52,2 | 53,8 |
| Rumänien | 17,6 | 22,8 | 24,5 | 23,9 | 24,3 | 24 | 28,8 | 30,4 | 42,0 | 41,8 | 41,7 |
| Schweden | 40,3 | 46,6 | 54,2 | 54,7 | 56,4 | 49 | 50,9 | 55,8 | 65,9 | 66,2 | 71,2 |
| Slowakische Republik | 6,4 | 9,1 | 11,5 | 11,9 | 16,9 | 14 | 15,7 | 17,8 | 21,3 | 21,5 | 21,9 |
| Slowenien | 19,8 | 21,1 | 21,7 | 21,4 | 22,0 | 25 | 28,7 | 32,2 | 32,4 | 32,3 | 32,6 |
| Spanien | 8,4 | 13,8 | 17,6 | 17,5 | 18,4 | 20 | 19,1 | 29,8 | 36,3 | 35,1 | 36,9 |
| Tschechische Republik | 7,1 | 10,5 | 14,8 | 15,1 | 16,2 | 13 | 3,8 | 7,5 | 13,7 | 13,7 | 14,0 |
| Ungarn | 6,9 | 12,7 | 13,5 | 12,5 | 12,6 | 13 | 4,4 | 7,1 | 7,5 | 8,3 | 10,0 |
| Zypern | 3,1 | 6,2 | 10,5 | 13,9 | 13,8 | 13 | 0,0 | 1,4 | 8,9 | 9,4 | 9,8 |
| Region EU-27 | 10,2 | 14,4 | 18,5 | 18,9 | 19,7 | 20 | 16,4 | 21,3 | 31,1 | 32,2 | 34,1 |

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.

Abbildung 44: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten

| | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte [%] | | | | | EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Verkehr [%] | | | | | Ziel |
|-----------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---|------------|------------|------------|------------|------------------------|
| | 2005 | 2010 | 2017 | 2018 | 2019 | 2005 | 2010 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| Belgien | 3,4 | 6,7 | 8,1 | 8,3 | 8,3 | 0,7 | 4,8 | 6,6 | 6,7 | 6,8 | alle Länder: 10% |
| Bulgarien | 14,3 | 24,3 | 29,9 | 33,3 | 35,5 | 0,9 | 1,5 | 7,3 | 8,1 | 7,9 | |
| Dänemark | 22,8 | 30,4 | 44,6 | 45,5 | 48,0 | 0,4 | 1,1 | 6,9 | 6,9 | 7,2 | |
| Deutschland | 7,7 | 12,1 | 13,4 | 14,1 | 14,6 | 4,0 | 6,4 | 7,0 | 7,9 | 7,7 | |
| Estland | 32,2 | 43,2 | 51,7 | 53,7 | 52,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 3,3 | 5,1 | |
| Finnland | 39,1 | 44,0 | 54,6 | 54,6 | 57,5 | 0,9 | 4,4 | 18,8 | 17,7 | 21,3 | |
| Frankreich | 12,4 | 16,2 | 20,7 | 21,4 | 22,5 | 2,1 | 6,6 | 8,8 | 9,0 | 9,2 | |
| Griechenland | 13,4 | 18,7 | 28,2 | 30,3 | 30,2 | 0,1 | 1,9 | 4,0 | 4,1 | 4,0 | |
| Irland | 3,4 | 4,3 | 6,6 | 6,3 | 6,3 | 0,1 | 2,5 | 7,4 | 7,2 | 8,9 | |
| Italien | 8,2 | 15,6 | 20,1 | 19,3 | 19,7 | 1,0 | 4,9 | 6,5 | 7,7 | 9,0 | |
| Kroatien | 30,0 | 32,9 | 36,6 | 36,7 | 36,8 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 2,6 | 5,9 | |
| Lettland | 42,7 | 40,7 | 54,6 | 55,4 | 57,8 | 2,4 | 4,0 | 2,3 | 4,7 | 5,1 | |
| Litauen | 29,3 | 32,5 | 46,5 | 46,0 | 47,4 | 0,7 | 3,8 | 4,3 | 4,3 | 4,0 | |
| Luxemburg | 3,6 | 4,7 | 7,5 | 8,5 | 8,7 | 0,2 | 2,1 | 6,5 | 6,6 | 7,7 | |
| Malta | 1,0 | 7,3 | 19,3 | 23,3 | 25,7 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 8,0 | 8,7 | |
| Niederlande | 2,4 | 3,1 | 5,7 | 6,1 | 7,1 | 0,5 | 3,4 | 6,0 | 9,6 | 12,5 | |
| Österreich | 22,8 | 31,0 | 33,7 | 34,2 | 33,8 | 5,1 | 10,7 | 9,7 | 9,9 | 9,8 | |
| Polen | 10,2 | 11,8 | 14,9 | 15,1 | 16,0 | 1,7 | 6,6 | 4,2 | 5,7 | 6,1 | |
| Portugal | 32,1 | 33,8 | 41,0 | 40,9 | 41,6 | 0,5 | 5,5 | 7,9 | 9,0 | 9,1 | |
| Rumänien | 17,9 | 27,2 | 26,6 | 25,4 | 25,7 | 1,9 | 1,4 | 6,6 | 6,3 | 7,8 | |
| Schweden | 49,8 | 58,5 | 65,8 | 65,3 | 66,1 | 6,6 | 9,6 | 26,8 | 29,7 | 30,3 | |
| Slowakische Republik | 5,0 | 7,9 | 9,8 | 10,6 | 19,7 | 1,7 | 5,3 | 6,9 | 7,0 | 8,3 | |
| Slowenien | 26,4 | 29,5 | 34,6 | 32,3 | 32,2 | 0,8 | 3,1 | 2,6 | 5,5 | 8,0 | |
| Spanien | 9,4 | 12,6 | 17,7 | 17,6 | 18,9 | 1,3 | 5,0 | 5,8 | 6,9 | 7,6 | |
| Tschechische Republik | 10,8 | 14,1 | 19,7 | 20,6 | 22,6 | 1,1 | 5,2 | 6,6 | 6,6 | 7,8 | |
| Ungarn | 9,9 | 18,1 | 19,9 | 18,2 | 18,1 | 1,0 | 6,2 | 7,7 | 7,7 | 8,0 | |
| Zypern | 10,0 | 18,8 | 26,5 | 37,2 | 35,1 | 0,0 | 2,0 | 2,6 | 2,7 | 3,3 | |
| Region EU-27 | 12,4 | 17,0 | 20,9 | 21,2 | 22,1 | 2,0 | 5,5 | 7,5 | 8,3 | 8,9 | |

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

Quelle: Eurostat (SHARES) [45]

Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2020 nach RL 2009/28/EG

Nach ersten vorläufigen Berechnungen und Schätzungen auf Basis der Berechnungsmethodik der EU-RL 2009/28/EG erreichten die erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2020 einen Anteil von 19,2 Prozent am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV). Gegenüber dem Vorjahr bedeutet das eine Steigerung um fast zwei Prozentpunkte (2019: 17,4 Prozent). Deutschland hat damit sein nach der Richtlinie festgelegtes Ziel von 18 Prozent deutlich übererfüllt.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

Im Jahr 2005 lag der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttostromverbrauch der EU-27 erst bei 16,4 Prozent [45]. Die Nationalen Aktionspläne, die die Mitgliedstaaten im Rahmen der RL 2009/28/EG vorlegen mussten, fokussierten allerdings bereits sehr stark auf den Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich. Sie enthielten zusammengenommen das Ziel einer Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch der EU bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2005.

Abbildung 45: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland (berechnet nach EU-Richtlinie)

| | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 ¹ |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | (%) | | | | | | | | | | | |
| EE-Anteil am BEEV Strom | 10,6 | 18,2 | 20,9 | 23,6 | 25,3 | 28,2 | 30,9 | 32,3 | 34,6 | 37,8 | 40,8 | |
| EE-Anteil am BEEV Wärme/Kälte | 7,7 | 12,1 | 12,6 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,0 | 13,4 | 14,1 | 14,6 | |
| EE-Anteil am BEEV Verkehr | 4,0 | 6,4 | 6,5 | 7,3 | 7,3 | 6,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 7,9 | 7,7 | |
| EE-Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch | 7,2 | 11,7 | 12,5 | 13,5 | 13,8 | 14,4 | 14,9 | 14,9 | 15,5 | 16,7 | 17,4 | 19,2 |

1 Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder. Für 2020 lag zum Redaktionsschluss nur ein vorläufiger Wert für den EE-Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch vor.

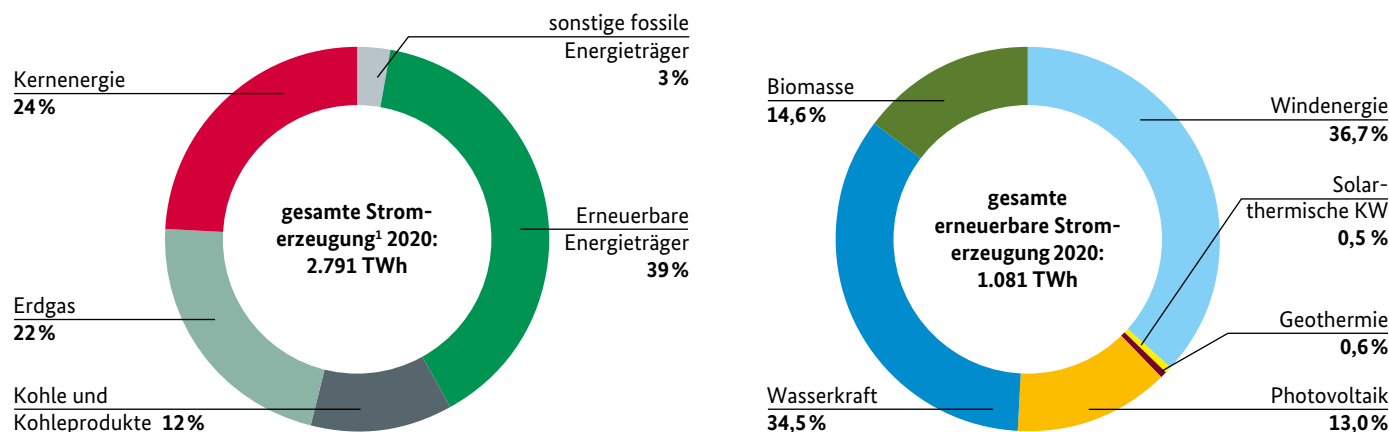
Quelle: Eurostat (SHARES) [45]

Diese Zielmarke konnte im Jahr 2020 deutlich überschritten werden, denn der Ausbau der erneuerbaren Energien ging bis dato im Strombereich deutlich schneller voran als im Wärme- und Verkehrsbereich. So wurden in der EU-27 im Jahr 2020 aus allen erneuerbaren Quellen zusammen gut 1.081 Terawattstunden Strom erzeugt (2005: 477 Terawattstunden), was bereits einem Anteil von 38,5 Prozent an der gesamten Bruttostromerzeugung entspricht.

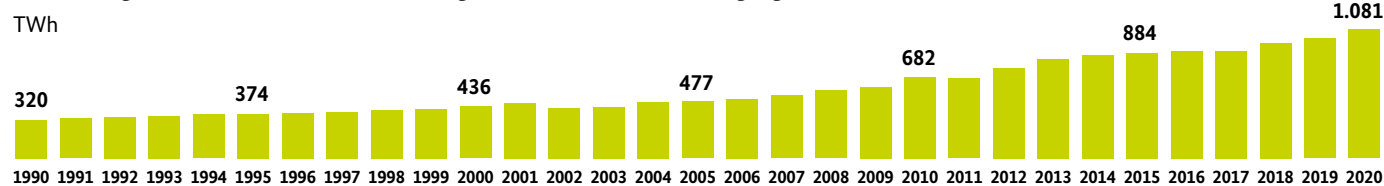
Während im Jahr 2005 die Wasserkraft noch mit einem Anteil von über 70 Prozent die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien dominierte, lag im Jahr 2020 die Windenergie mit 36,7 Prozent erstmals vor der Wasserkraft (34,5 Prozent). Es folgten Biomasse mit 14,6 Prozent und Photovoltaik mit 13 Prozent.

Abbildung 46: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2020

Anteile in Prozent



Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung in der EU:



sonstige fossile Energieträger = 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) [47], Werte für 2020 vorläufig auf Basis der „Early Estimates“ [48]

Abbildung 47: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27

| | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 ⁴ | 2020 ⁴ |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|
| | (TWh) | | | | | | | | | | | |
| Biomasse ¹ | 70,1 | 111,6 | 119,0 | 132,9 | 139,2 | 144,3 | 149,4 | 151,2 | 153,7 | 155,7 | 159,9 | 158,3 |
| Wasserkraft ² | 348,4 | 401,3 | 332,8 | 359,6 | 396,7 | 398,6 | 363,2 | 372,7 | 322,5 | 370,3 | 345,3 | 373,3 |
| Windenergie | 71,0 | 139,8 | 165,3 | 187,5 | 209,5 | 222,4 | 263,2 | 266,8 | 312,3 | 320,5 | 367,1 | 397,1 |
| Geothermie | 5,4 | 5,6 | 5,9 | 5,8 | 6,0 | 6,3 | 6,6 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 |
| Photovoltaik | 1,5 | 22,5 | 45,3 | 66,4 | 79,3 | 88,7 | 95,3 | 95,5 | 102,0 | 110,5 | 120,0 | 140,2 |
| Solarthermie | 0,0 | 0,8 | 2,0 | 3,8 | 4,8 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,9 | 4,9 | 5,7 | 5,0 |
| Meeresenergie | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| EE gesamt | 496,9 | 682,0 | 670,9 | 756,4 | 835,8 | 866,2 | 883,8 | 899,0 | 903,6 | 968,9 | 1.005,3 | 1.081,1 |
| EE-Anteil am Bruttostromverbrauch³ | 14,9% | 22,8% | 22,8% | 25,7% | 28,6% | 30,3% | 30,5% | 30,7% | 30,6% | 32,8% | 34,5% | 38,5% |
| | (TWh) | | | | | | | | | | | |
| EU-Bruttostromerzeugung – Gesamt | 3.316,0 | 2.985,4 | 2.941,8 | 2.939,1 | 2.921,1 | 2.861,5 | 2.906,8 | 2.928,3 | 2.961,0 | 2.945,3 | 2.908,9 | 2.791,3 |
| Import | 335,1 | 291,5 | 321,1 | 349,5 | 332,1 | 363,7 | 387,6 | 362,5 | 366,6 | 372,3 | 369,4 | 381,1 |
| Export | 319,4 | 286,6 | 320,1 | 342,7 | 333,9 | 368,7 | 394,3 | 361,9 | 371,1 | 363,5 | 366,5 | 367,9 |

1 einschließlich Bio-, Klär- und Deponiegas, flüssiger und fester biogener Brennstoffe sowie des erneuerbaren Anteils des kommunalen Abfalls

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

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

4 Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder; bis 2019 Eurostat (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff), 2020 Eurostat (Early Estimates, vorläufige Daten).

Quellen: Eurostat (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff) [47]; Early Estimate (Eurostat) [48]

Deutschland hat im Jahr 2020 mit 257,2 Terawattstunden (berechnet nach EU-Richtlinie) allein knapp 24 Prozent zur gesamten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 beigetragen. Es folgten Frankreich mit 130,2 Terawattstunden sowie dicht beieinander Italien mit 117,9, Spanien mit 116,4 sowie Schweden mit 109,1 Terawattstunden.

Im Zuge des aktuellen Ausbaus erneuerbarer Energien steigt die installierte Leistung stärker an als die Stromerzeugung. Dies liegt daran, dass die Technologien zur Nutzung von Wind und Sonne

niedrigere Volllaststunden aufweisen als Wasserkraftanlagen, die bis vor einigen Jahren noch den Bestand an Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien dominierten. So stieg die installierte Leistung der erneuerbaren Energien in der EU-27 von 172 Gigawatt im Jahr 2005 auf 481 Gigawatt Ende des Jahres 2020. Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit zwei Dritteln der damals installierten Leistung dominierte, lag Ende 2020 die Windenergie mit knapp 37 Prozent der installierten Leistung bereits deutlich an der Spitze – gefolgt von der Photovoltaik mit knapp 29 Prozent und der Wasserkraft mit 27 Prozent.

Abbildung 48: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2020

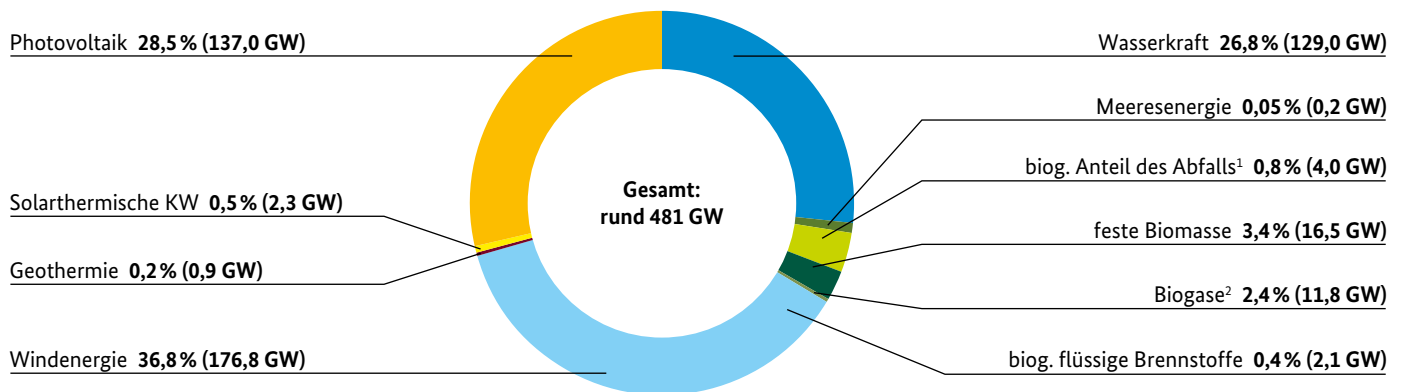
| | Wasser- kraft ¹ | Wind- energie | Feste Bio- masse ² | Biogase ³ | Flüssige Biobrenn- stoffe | Photo- voltaik | Solarther- mie KW | Geother- mie | Meeres- energie | Gesamt |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| | (TWh) | | | | | | | | | |
| Belgien | 1,3 | 12,9 | 4,3 | 1,0 | 0,02 | 5,0 | - | - | - | 24,4 |
| Bulgarien | 3,3 | 1,5 | 1,5 | 0,2 | - | 1,5 | - | - | - | 8,0 |
| Dänemark | 0,02 | 16,4 | 5,2 | 0,7 | - | 1,2 | - | - | - | 23,5 |
| Deutschland | 24,9 | 131,0 | 17,1 | 33,0 | 0,4 | 50,6 | - | 0,2 | - | 257,2 |
| Estland | 0,03 | 0,8 | 1,5 | 0,03 | - | 0,1 | - | - | - | 2,5 |
| Finnland | 15,9 | 7,9 | 11,1 | 0,3 | 0,001 | 0,3 | - | - | - | 35,5 |
| Frankreich | 66,7 | 40,7 | 5,8 | 2,8 | 0,0001 | 13,6 | - | 0,1 | 0,5 | 130,2 |
| Griechenland | 3,4 | 9,3 | 0,02 | 0,3 | - | 4,4 | - | - | - | 17,5 |
| Irland | 1,2 | 11,5 | 0,7 | 0,2 | - | 0,06 | - | - | - | 13,7 |
| Italien | 48,6 | 18,7 | 6,8 | 8,2 | 4,7 | 24,9 | - | 6,0 | - | 117,9 |
| Kroatien | 5,8 | 1,7 | 0,6 | 0,4 | - | 0,1 | - | 0,1 | - | 8,7 |
| Lettland | 2,6 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | - | 0,005 | - | - | - | 3,6 |
| Litauen | 1,1 | 1,6 | 0,4 | 0,1 | - | 0,1 | - | - | - | 3,4 |
| Luxemburg | 1,1 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | - | 0,2 | - | - | - | 2,0 |
| Malta | - | 0,0001 | - | 0,01 | - | 0,2 | - | - | - | 0,2 |
| Niederlande | 0,05 | 15,3 | 7,9 | 0,9 | - | 8,0 | - | - | - | 32,2 |
| Österreich | 45,3 | 6,8 | 4,0 | 0,6 | 0,0001 | 2,0 | - | 0,0001 | - | 58,8 |
| Polen | 2,9 | 15,8 | 7,0 | 1,2 | 0,002 | 2,0 | - | - | - | 28,9 |
| Portugal | 14,0 | 12,3 | 3,5 | 0,3 | - | 1,7 | - | 0,2 | - | 31,9 |
| Rumänien | 15,7 | 6,9 | 0,4 | - | - | 1,7 | - | - | - | 24,8 |
| Schweden | 71,8 | 27,5 | 8,8 | 0,01 | 0,01 | 1,0 | - | - | - | 109,1 |
| Slowakische Republik | 4,7 | 0,004 | 1,0 | 0,5 | - | 0,7 | - | - | - | 6,9 |
| Slowenien | 5,2 | 0,01 | 0,2 | 0,1 | 0,01 | 0,4 | - | - | - | 5,9 |
| Spanien | 33,9 | 56,3 | 4,8 | 0,8 | 0,01 | 15,6 | 5,0 | - | 0,03 | 116,4 |
| Tschechische Republik | 3,4 | 0,7 | 2,6 | 2,6 | - | 2,2 | - | - | - | 11,6 |
| Ungarn | 0,2 | 0,7 | 1,8 | 0,3 | - | 2,5 | - | 0,02 | - | 5,5 |
| Zypern | - | 0,2 | - | 0,1 | - | 0,3 | - | - | - | 0,6 |
| EU | 373,3 | 397,1 | 98,1 | 55,1 | 5,1 | 140,2 | 5,0 | 6,7 | 0,5 | 1.081,1 |

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

- 1 Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher
- 2 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls
- 3 inkl. Klär- und Deponiegas

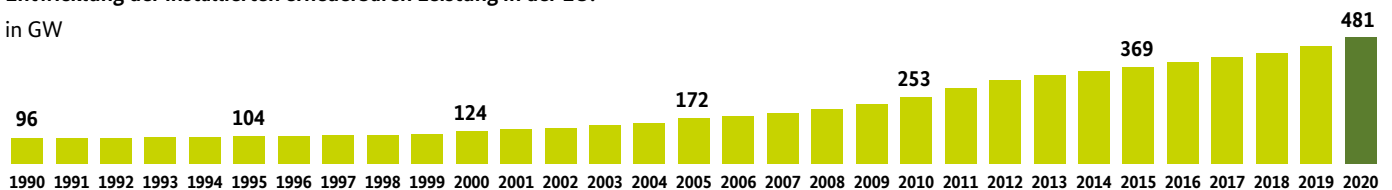
Quelle: Eurostat (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff) [47]

Abbildung 49: Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2020



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU:

in GW



Wird der Jahresertrag einer Erzeugungsanlage durch ihre Nennleistung dividiert, erhält man die Anzahl der Stunden, die ebenjene Erzeugungsanlage theoretisch bei voller Leistung betrieben werden müsste, um ihren Jahresenergieertrag bilanziell zu erreichen.

1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

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

Windenergienutzung

Der Ausbau der Windenergienutzung in der EU-27 schwächte sich im Jahr 2020 leicht ab. Mit gut 9,6 Gigawatt wurden an Land und auf See zusammen rund vier Prozent weniger Windenergieleistung neu installiert als im Vorjahr (2019: 10,0 Gigawatt). Mit 2,1 Gigawatt belegten die Niederlande die Spitzenposition vor Spanien mit 1,5 und Deutschland mit 1,4 Gigawatt. Danach folgten Schweden und Frankreich mit jeweils rund einem Gigawatt. Differenziert man nach der neu installierten Leistung an Land und auf See, so war an Land ein Rückgang um 16 Prozent zu verzeichnen, während die Installationen auf See zwei Drittel zunahm. Betrachtet man nur die Neuinstallationen an Land, so lag EU-weit Spanien mit 1,5 Gigawatt vorn, gefolgt von Deutschland mit 1,2 Gigawatt und Schweden sowie Frankreich mit je einem Gigawatt. Auf See hingegen lagen die Niederlande mit 1,5 Gigawatt deutlich vor Belgien mit 0,7 Gigawatt und Deutschland mit 0,2 Gigawatt.

Insgesamt war in der EU-27 Ende des Jahres 2020 eine Windenergieleistung von 176,8 Gigawatt installiert, davon 162,2 Gigawatt an Land und 14,5 Gigawatt offshore. Mit 35 Prozent davon bzw. 62,2 Gigawatt lag Deutschland bei der kumulierten Leistung weiterhin auf der Spitzenposition. Es folgten Spanien mit 27,1 Gigawatt, Frankreich mit 17,4 Gigawatt und Italien mit 10,8 Gigawatt.

Bezogen auf die Einwohnerzahl der einzelnen Mitgliedstaaten ergibt sich bei der installierten Windenergieleistung in der EU-27 ein anderes Bild: EU-weit war Ende des Jahres 2020 eine Leistung von 395 Kilowatt pro 1.000 Einwohner installiert. Hier lag wie schon in den Vorjahren Dänemark mit 1.071 Kilowatt pro 1.000 Einwohner auf Platz 1, gefolgt von Schweden mit 938 Kilowatt und Irland mit 866 Kilowatt. Deutschland belegte mit 747 Kilowatt pro 1.000 Einwohner den vierten Rang.

Alle in der EU-27 installierten Windenergieanlagen zusammen produzierten im Jahr 2020 397 Terawattstunden Strom und damit 14,2 Prozent der gesamten Bruttostromerzeugung [49]. Den höchsten Wind-

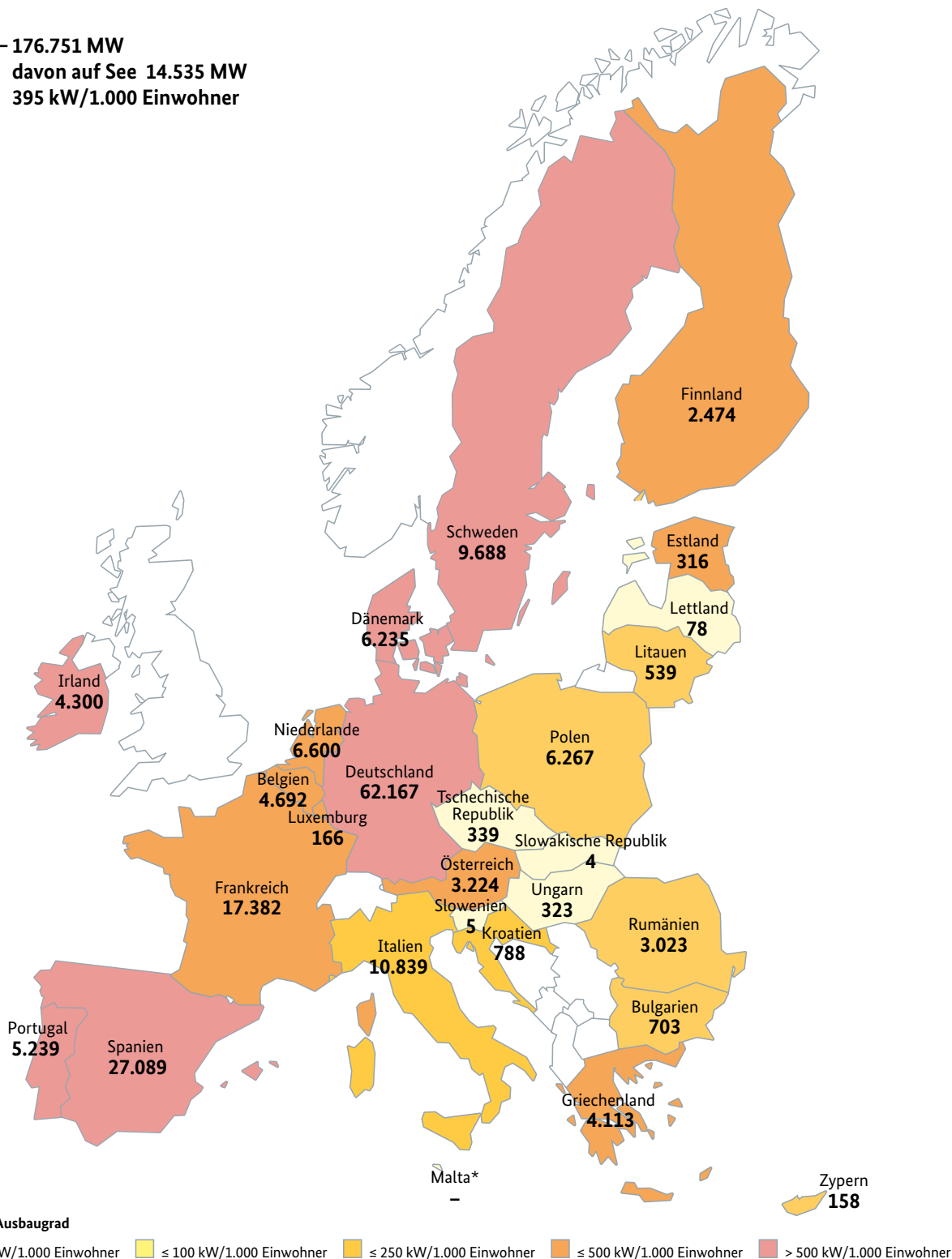
stromanteil an der Stromerzeugung hatte Dänemark mit knapp 59 Prozent vor Irland mit 38 Prozent. Es folgen dicht beieinander Portugal mit 24, Deutschland mit 23 und Spanien mit 22 Prozent [50].

Abbildung 50: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU-27 Ende des Jahres 2020

EU-27 – 176.751 MW

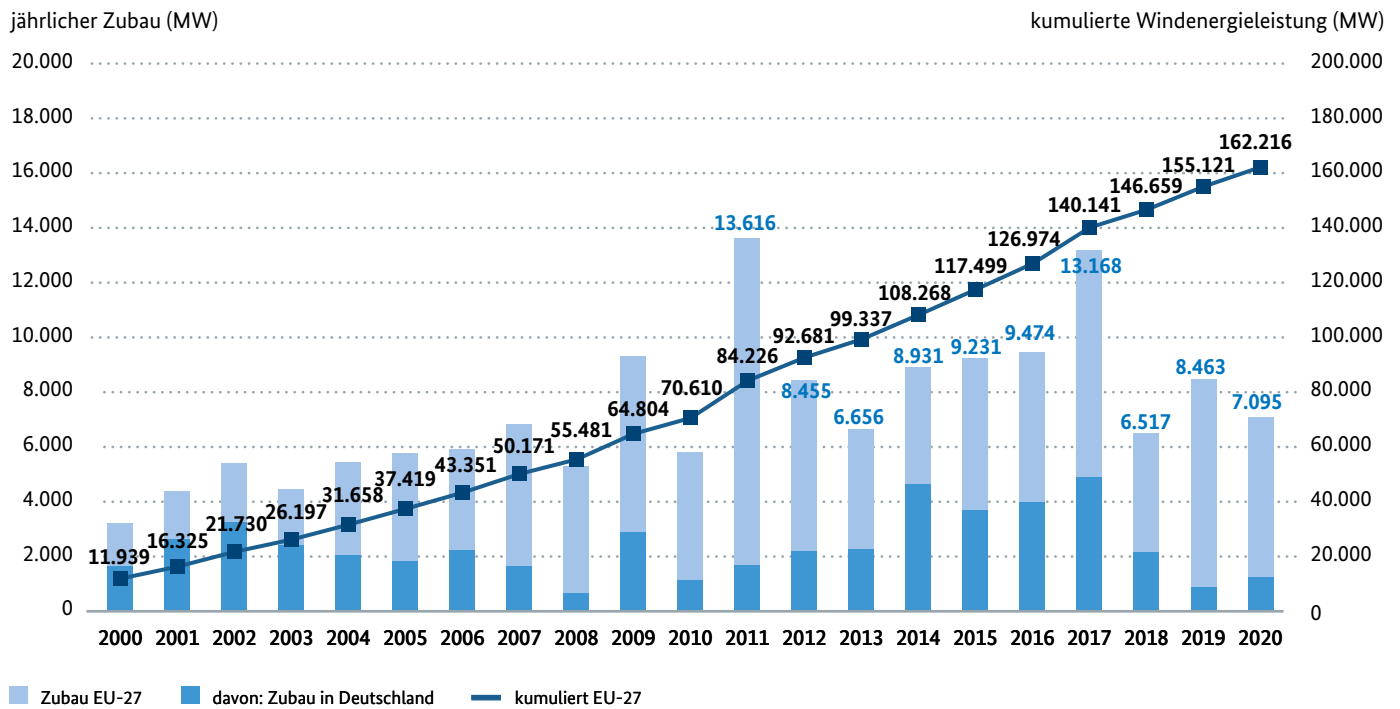
davon auf See 14.535 MW

395 kW/1.000 Einwohner



Quelle: EWEA [51]

Abbildung 51: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung (Wind an Land) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27)

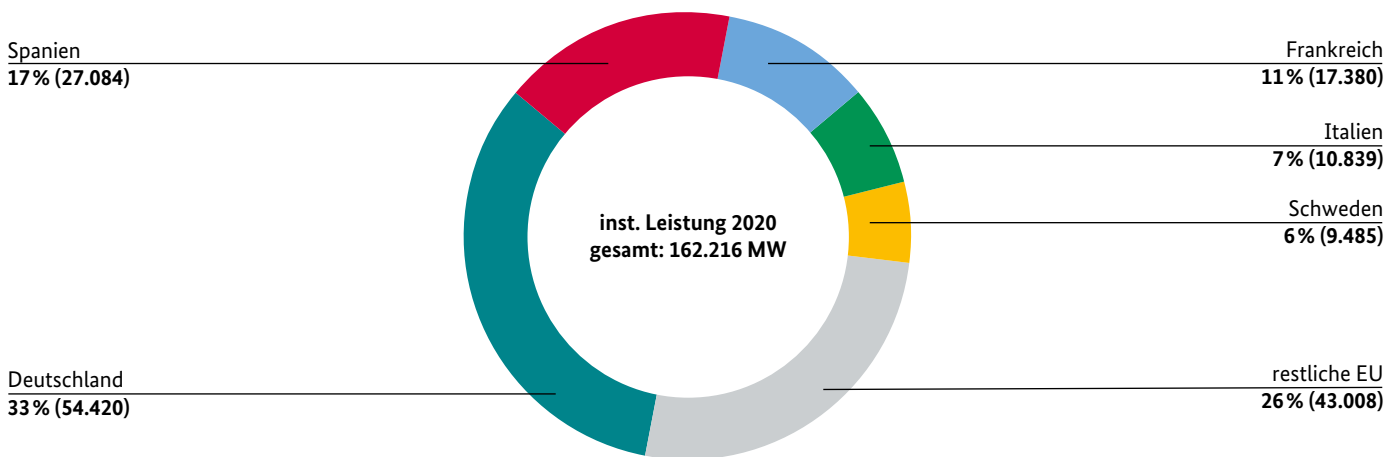


Die Windleistung 2020 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“).

Quelle: Eurostat (Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen) [49]; IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Abbildung 52: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Windenergieleistung (Wind an Land) im Jahr 2020

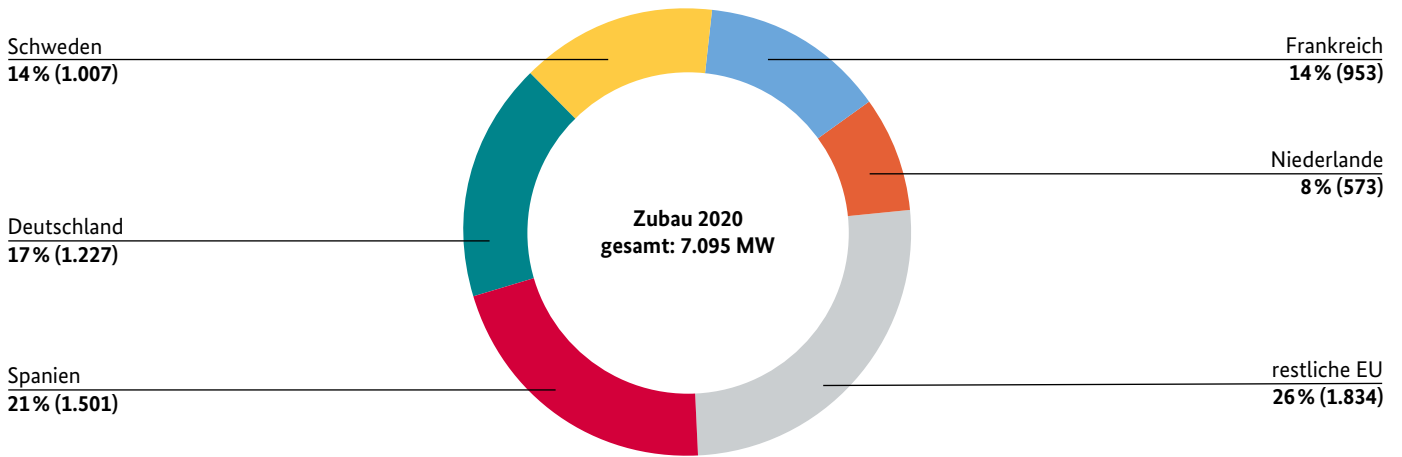
in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

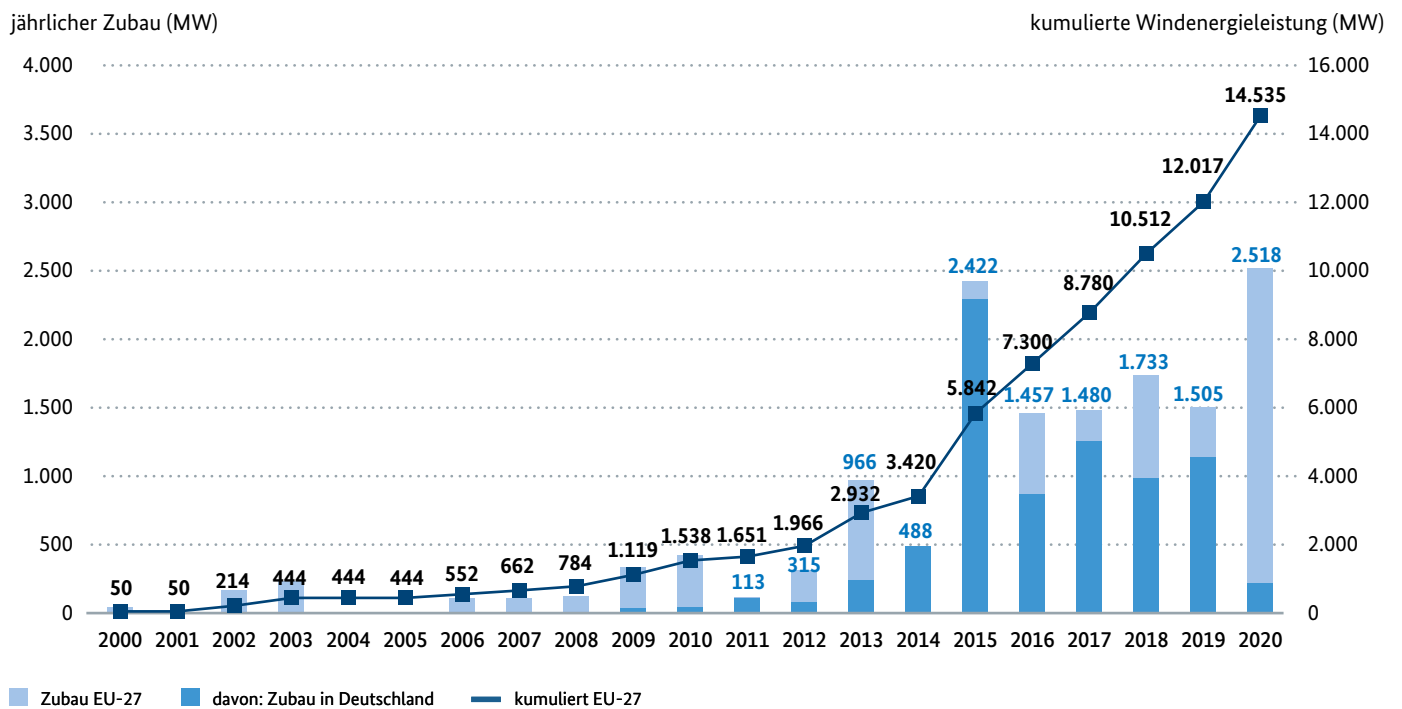
Abbildung 53: Anteil einzelner Länder am Zubau der Windenergieleistung (Wind an Land) im Jahr 2020

in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Abbildung 54: Entwicklung der kumulierten Windenergieleistung (Wind auf See) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27)

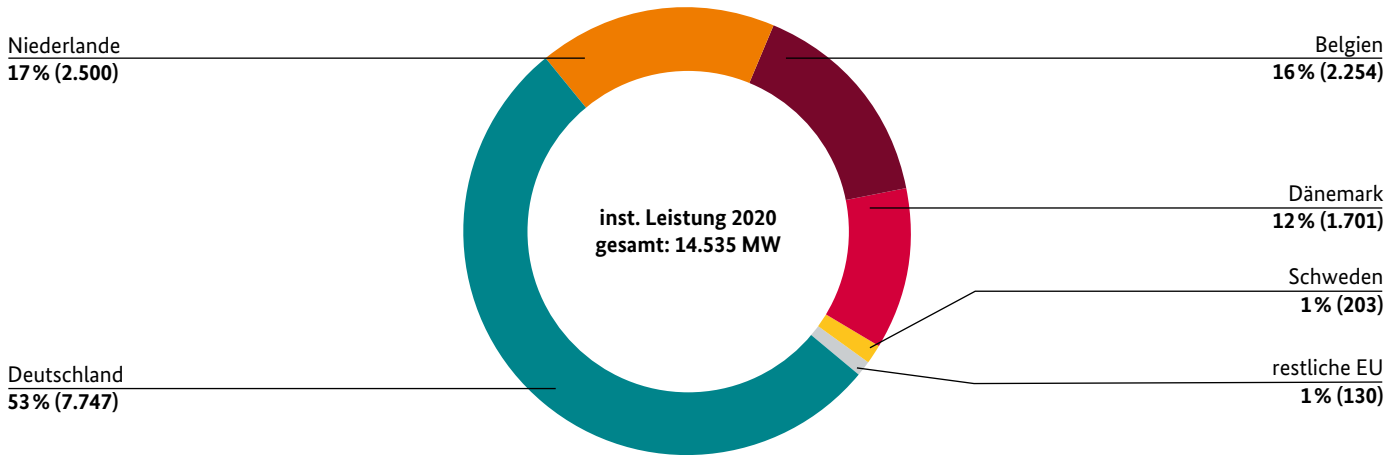


Die Windleistung 2020 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“).

Quelle: Eurostat (Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen) [49]; IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Abbildung 55: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Windenergieleistung (Wind auf See) im Jahr 2020

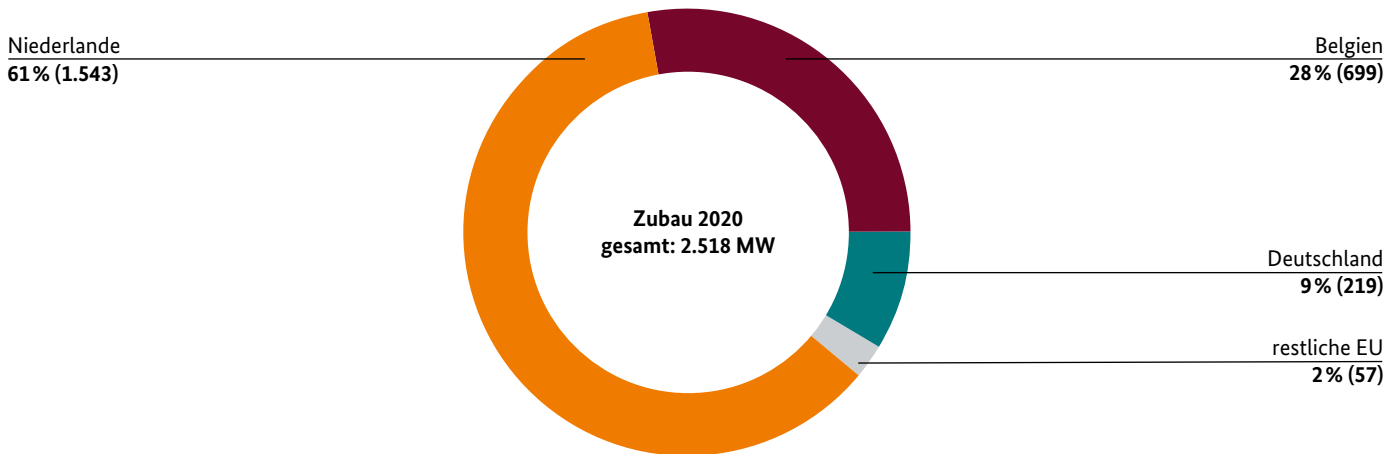
in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Abbildung 56: Anteil einzelner Länder am Zubau der Windenergieleistung (Wind auf See) im Jahr 2020

in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Solarenergienutzung – Stromerzeugung

Der schon im Vorjahr sehr starke europäische Photovoltaikmarkt legte im Jahr 2020 auf hohem Niveau noch weiter zu. Mit knapp 18,6 Gigawatt wurden rund 14 Prozent mehr Photovoltaikleistung neu installiert als im Vorjahr (2019: 16,3 Gigawatt) [49]. Getragen wurde der Aufwärtstrend von weiter anziehenden Märkten in Deutschland und den Niederlanden sowie vom polnischen Markt, der infolge

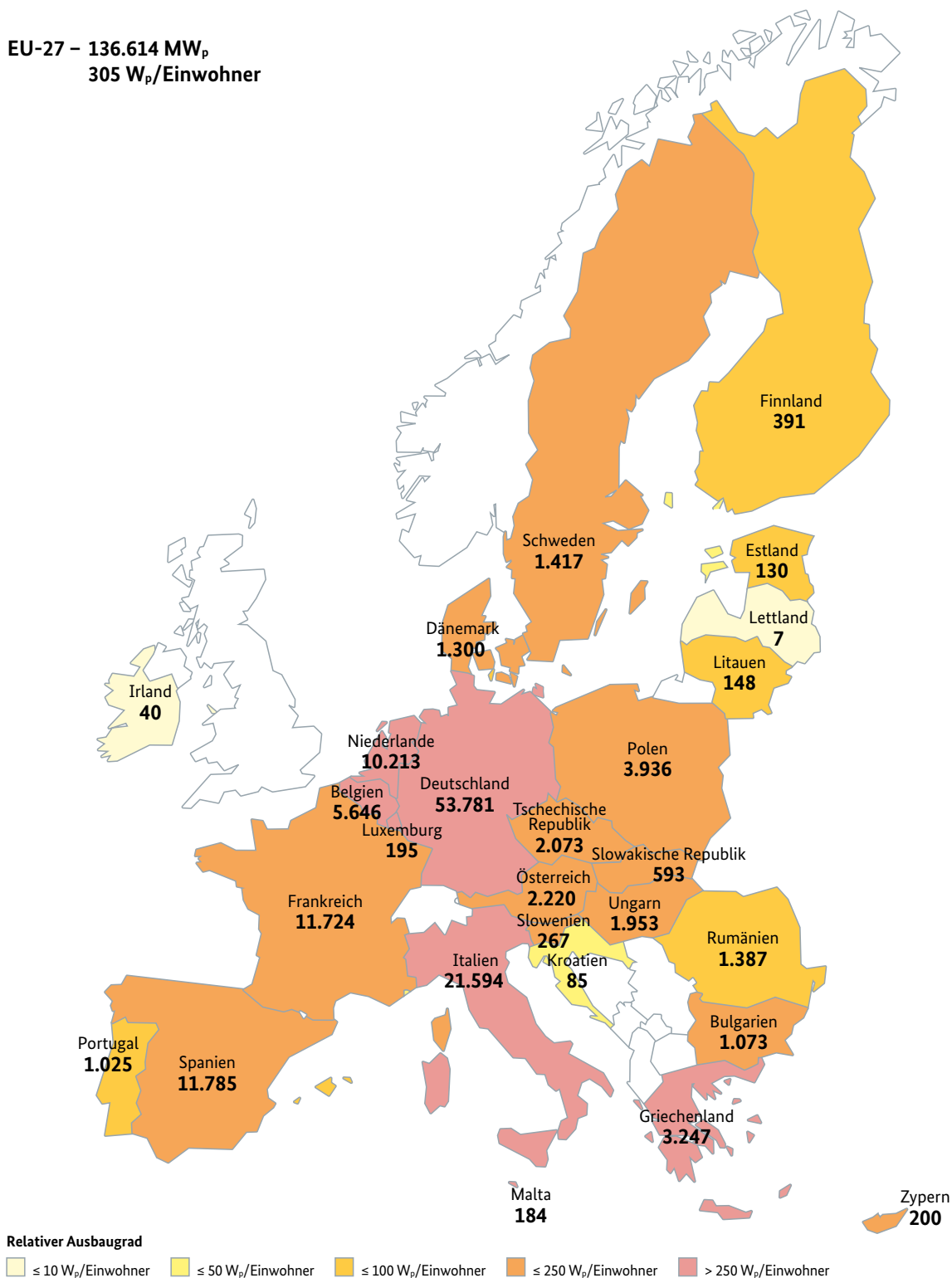
eines neuen Förderprogramms erstmals eine bedeutende Rolle spielte. Mit 4,7 Gigawatt wurden die meisten PV-Anlagen in Deutschland gebaut, gefolgt von den Niederlanden mit 3,0 Gigawatt. Vorjahres Spitzenreiter Spanien nimmt mit 2,8 Gigawatt Platz drei ein, danach folgte Polen mit 2,4 Gigawatt.

Ende des Jahres 2020 waren in der EU-27 insgesamt knapp 136,6 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert. Nach wie vor hatte Deutschland hieran mit 53,8 Gigawatt bzw. 39 Prozent den mit Abstand

höchsten Anteil. Es folgten Italien mit 21,6 Gigawatt sowie dicht beieinander Spanien mit 11,8 und Frankreich mit 11,7 Gigawatt. Betrachtet man die installierte Photovoltaikleistung pro 1.000 Einwohner, so lag diese EU-weit inzwischen bei 305 Kilo-

watt. Auch hier belegte Deutschland mit 647 Kilowatt den Spitzenplatz, inzwischen dicht gefolgt von den Niederlanden mit 587 Kilowatt. Auf Rang drei lag Belgien mit 490 Kilowatt pro 1.000 Einwohner.

Abbildung 57: Gesamte installierte Photovoltaikleistung in der EU-27 im Jahr 2020



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2021“) [52]

Auch die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen in der EU-27 nahm gegenüber dem Vorjahr deutlich zu – um knapp 17 Prozent auf 140,2 Terawattstunden (2019: 120,0 Terawattstunden).

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 5 Milliarden Kilowattstunden Strom decken diese Anlagen jedes Jahr rund zwei Prozent des spanischen Stromverbrauchs [49]. Seit 2013 erfolgte mangels Förderung jedoch kein Zubau mehr.

Solarenergienutzung – Wärmebereitstellung

Nachdem der EU-weite Markt für Solarthermieanlagen gemäß dem Solarthermie-Barometer von EurObserv'ER [53] nach einer längeren Schwächephase in den Jahren 2018 und 2019 endlich wieder wachsen konnte, musste die Branche im Jahr 2020 erneut einen deutlichen Rückschlag hinnehmen. In der EU-27 wurde insgesamt eine Fläche von 1,94 Millionen Quadratmetern Solarkollektorfläche neu installiert. Das entspricht einer thermischen Leistung von rund 1,36 Gigawatt und damit gut 15 Prozent weniger als noch im Vorjahr (2019: 2,29 Millionen Quadratmeter bzw. 1,60 Gigawatt). Ende des Jahres 2020 war damit in der EU-27 eine Kollektorfläche von knapp 53,9 Millionen Quadratmetern entsprechend einer thermischen Leistung von 37,7 Gigawatt installiert.

Der im Jahr 2020 erstmals wieder erstarkte deutsche Solarthermiemarkt verhinderte, dass der EU-weite Rückgang der Installationszahlen noch deutlicher ausfiel. Mit einem Plus von 26 Prozent und einer neu installierten Kollektorfläche von 643.000 Quadratmetern machte der deutsche Markt nunmehr ein Drittel des gesamten EU-Marktes aus

(2019: 22 Prozent). In allen anderen bedeutsamen nationalen Märkten waren dagegen mehr oder weniger deutliche Rückgänge zu verzeichnen. So gingen die Neuinstallationen in Griechenland um 16 Prozent auf 304.500 Quadratmeter, in Spanien um sieben Prozent auf 190.650 Quadratmeter und in Polen sogar um 44 Prozent auf 161.200 Quadratmeter zurück. Somit blieb Griechenland weiterhin hinter Deutschland auf dem zweiten Rang, Spanien schob sich wieder an Polen vorbei auf Platz drei. Im Vorjahr war das fünftplatzierte Dänemark noch ausschlaggebend für den wiederbelebten Solarthermiemarkt der EU, trug aber 2020 wesentlich zum Rückgang bei. Hier spielen vor allem große Kollektorfelder für Wärmenetze eine Rolle. Nachdem 2019 noch 15 solcher Felder errichtet oder erweitert wurden und eine neue Kollektorfläche von mehr als 194.000 Quadratmetern resultierte, waren es 2020 nur noch vier Felder mit gerade einmal knapp 15.000 Quadratmetern.

Auch bei der in der EU insgesamt Ende des Jahres 2020 installierten Kollektorfläche lag Deutschland mit knapp 19,5 Millionen Quadratmetern mit Abstand auf dem ersten Rang. Es folgten dicht beieinander Griechenland mit 5,0 Millionen, Österreich mit 4,9 Millionen, Spanien mit 4,6 Millionen und Italien mit knapp 4,5 Millionen Quadratmetern. Bezogen auf die installierte solarthermische Leistung pro Einwohner (siehe auch Abbildung 58) führte wie schon in den Vorjahren Zypern mit 0,87 Kilowatt vor Österreich mit 0,39 Kilowatt und Griechenland mit 0,33 Kilowatt pro Einwohner. Deutschland lag mit 0,16 Kilowatt hinter Dänemark auf Platz 5.

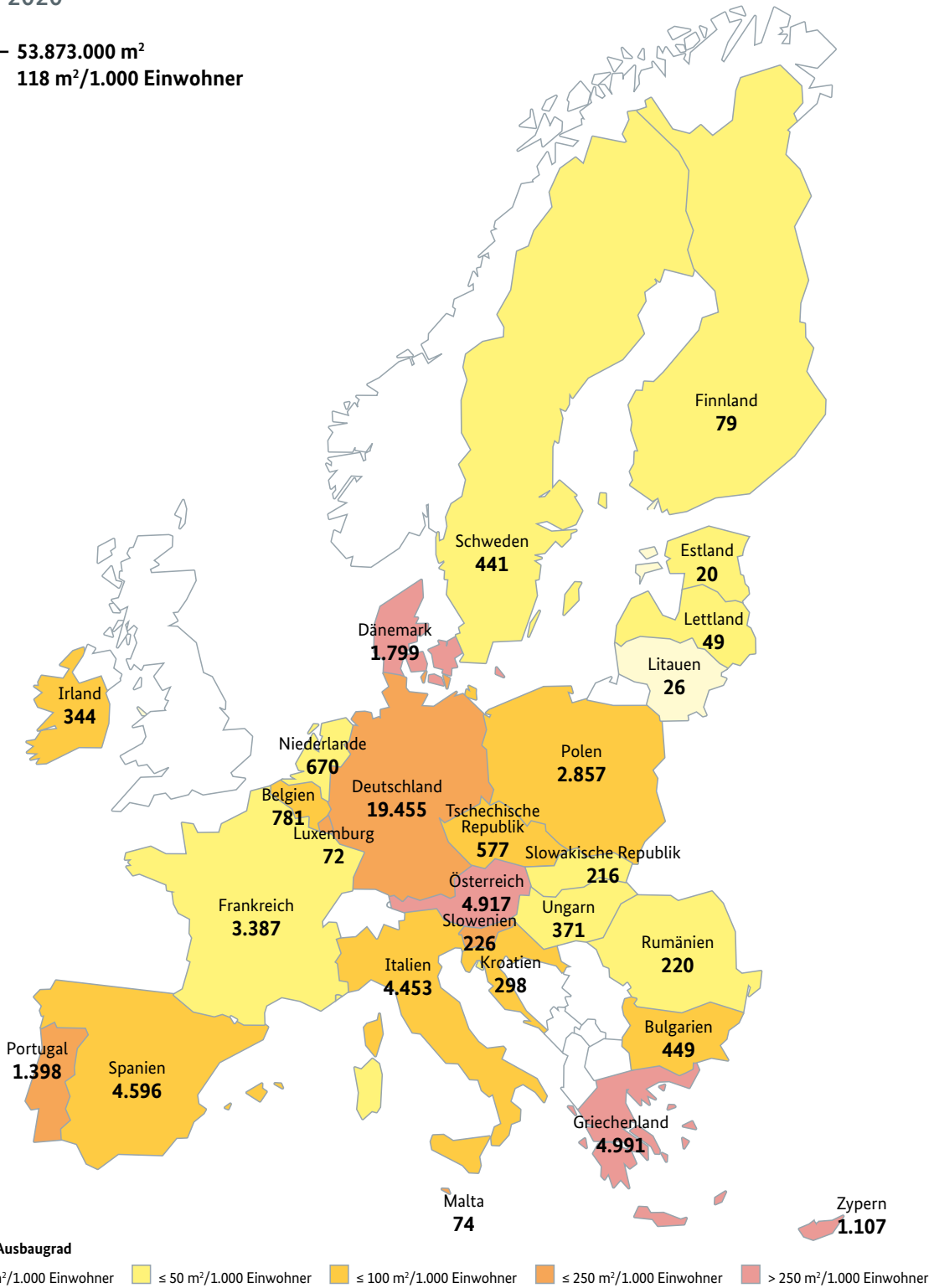
Weiterführende Informationen zum Thema Solarthermie in Europa finden sich auch auf der Internetseite des EurObserv'ER [53] unter <https://www.eurobserv-er.org>.

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-Mitgliedsstaaten unter Berücksichtigung von Mehrfachanrechnungen mindestens zehn Prozent betragen soll. Darüber hinaus muss nach der Richtlinie 2018/2001

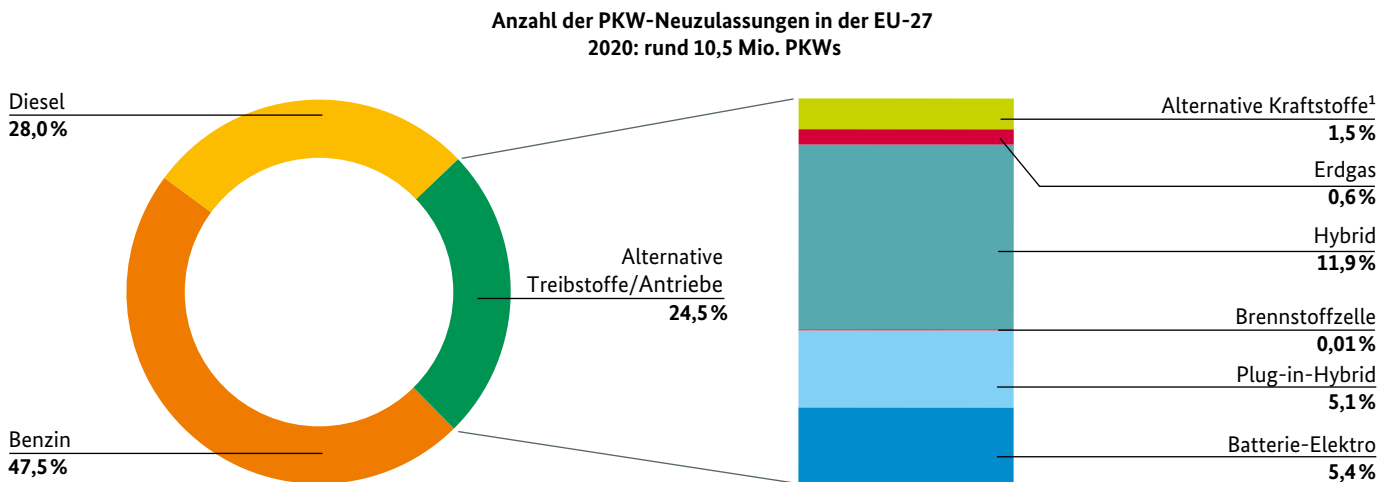
Abbildung 58: Gesamte installierte solarthermische Kollektorfläche in der EU-27 Ende des Jahres 2020

EU-27 – 53.873.000 m²
118 m²/1.000 Einwohner



Quelle: EurObserv'ER „Solarthermal Barometer, 2021“ [53]

Abbildung 59: Verteilung der PKW-Neuzulassungen nach Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2020



1 Biokraftstoffe und Wasserstoff

Quelle: ACEA [55]

bis zum Jahr 2030 ein Anteil von 14 Prozent erneuerbarer Energien im Verkehrssektor erreicht werden. Konventionelle Biokraftstoffe dürfen dann maximal sieben Prozent beitragen, so genannte moderne Biokraftstoffe, die beispielsweise aus Reststoffen produziert werden, sollen einen Anteil von mindestens 3,5 Prozent erreichen. Letztere dürfen bei der Anteilsberechnung mit dem Doppelten ihres Energiegehalts angerechnet werden, der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien sogar mit dem Vierfachen.

Nach einem zwischenzeitlichen Abwärtstrend bei der Nutzung von Biokraftstoffen, der insbesondere mit Diskussionen über Nachhaltigkeitsaspekte zusammenhing, ist ihr Absatz in den Jahren von 2017 bis 2019 EU-weit wieder angestiegen. Er blieb im Jahr 2020 auf etwa gleichem Niveau wie im Vorjahr. Mit knapp 20,5 Millionen Tonnen wurden etwas weniger Biokraftstoffe abgesetzt als noch im Vorjahr (2019: 20,6 Millionen Tonnen). Dabei gleichen sich der leichte Anstieg beim Absatz von Biodiesel und der leichte Rückgang beim Bioethanol in etwa aus (siehe auch Abbildung 60).

Der nur leicht gesunkene Absatz von Biokraftstoffen ist vor dem Hintergrund der Covid-19-Pandemie und der gleichzeitig in ganz Europa deutlich gesunkenen Transporttätigkeit und der damit verbundenen deutlich geringeren Nutzung fossiler Kraftstoffe zu sehen. Nach derzeitigem Kenntnis-

stand ist von einem deutlich gestiegenen Anteil biogener Kraftstoffe im Jahr 2020 auszugehen.

Der regionale Absatz von Elektrofahrzeugen (inkl. Plug-in-Hybride) hat in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2020 deutlich zugenommen. Er stieg von rund 388.000 Fahrzeugen im Jahr 2019 um 170 Prozent auf etwa 1,05 Millionen Fahrzeuge. Die größte Anzahl an Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen verzeichnete Deutschland mit knapp 395.000 Fahrzeugen, gefolgt von Frankreich mit rund 186.000 und Norwegen mit rund 106.000. An vierter Stelle lag Schweden mit rund 94.000, dicht gefolgt von den Niederlanden mit rund 89.000 Fahrzeugen. Bezogen auf die PKW-Gesamtzulassung von rund 10,5 Millionen Fahrzeugen im Jahr 2020 entspricht dies einem Anteil bei den Elektrofahrzeugen (Batterieelektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride) von 10,5 Prozent (drei Prozent in 2019) und knapp zwölf Prozent bei den Hybridfahrzeugen (5,7 Prozent in 2019) [55].

Die Abbildung 60 zeigt den Verbrauch von Biokraftstoffen in der EU in den Jahren 2019 und 2020 (vorläufige Werte nach Eurostat).

Weiterführende Informationen zum Thema Biokraftstoffe in Europa finden sich auch auf der Internetseite des EurObserv'ER [56] unter www.eurobserv-er.org.

Abbildung 60: Verbrauch an Bioethanol und Biodiesel in den EU-Mitgliedstaaten in den Jahren 2019 und 2020

| | 2019 | | | | 2020 ¹ | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | Bioethanol | Biodiesel | andere Bio- kraftstoffe | Gesamt | Bioethanol | Biodiesel | andere Bio- kraftstoffe | Gesamt |
| | Kilotonnen (kt) | | | | Kilotonnen (kt) | | | |
| Belgien | 183 | 400 | 23 | 605 | 177 | 607 | 7 | 792 |
| Bulgarien | 49 | 168 | 0 | 218 | 41 | 140 | 0 | 181 |
| Dänemark | 67 | 208 | 4 | 279 | 122 | 207 | 0 | 329 |
| Deutschland | 1.158 | 2.437 | 232 | 3.827 | 1.117 | 2.997 | 230 | 4.344 |
| Estland | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Finnland | 141 | 331 | 41 | 513 | 146 | 297 | 44 | 487 |
| Frankreich | 973 | 3.088 | 26 | 4.087 | 839 | 2.619 | 26 | 3.485 |
| Griechenland | 41 | 201 | 0 | 242 | 123 | 177 | 0 | 300 |
| Irland | 26 | 87 | 0 | 114 | 21 | 116 | 0 | 136 |
| Italien | 35 | 1.413 | 1.039 | 2.487 | 23 | 1.410 | 1.043 | 2.475 |
| Kroatien | 1 | 35 | 0 | 35 | 0 | 26 | 0 | 26 |
| Lettland | 11 | 35 | 0 | 47 | 20 | 40 | 0 | 60 |
| Litauen | 24 | 89 | 0 | 113 | 35 | 105 | 0 | 139 |
| Luxemburg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Malta | 0 | 11 | 0 | 11 | 0 | 14 | 0 | 14 |
| Niederlande | 320 | 665 | 56 | 1.041 | 478 | 780 | 32 | 1.290 |
| Österreich | 104 | 274 | 0 | 377 | 90 | 301 | 0 | 392 |
| Polen | 265 | 895 | 2 | 1.163 | 267 | 924 | 2 | 1.193 |
| Portugal | 6 | 303 | 0 | 309 | 5 | 263 | 0 | 268 |
| Rumänien | 153 | 364 | 0 | 517 | 153 | 364 | 0 | 517 |
| Schweden | 333 | 1.379 | 80 | 1.792 | 239 | 1.158 | 38 | 1.435 |
| Slowakische Republik | 56 | 152 | 0 | 208 | 65 | 155 | 0 | 220 |
| Slowenien | 0 | 103 | 0 | 103 | 0 | 122 | 0 | 122 |
| Spanien | 203 | 1.696 | 3 | 1.903 | 139 | 1.434 | 3 | 1.576 |
| Tschechische Republik | 141 | 239 | 0 | 380 | 126 | 354 | 0 | 479 |
| Ungarn | 75 | 131 | 0 | 206 | 92 | 131 | 0 | 223 |
| Zypern | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 12 | 0 | 13 |
| Region EU-27 | 4.365 | 14.708 | 1.507 | 20.580 | 4.318 | 14.753 | 1.426 | 20.497 |

1 vorläufige Daten

Quelle: Eurostat, Energy Balances „Early estimates 2020“ [48]

Teil III: Globale Nutzung erneuerbarer Energien

Der absolute Beitrag erneuerbarer Energien zur globalen Energieversorgung wächst beständig, ihr Anteil am weltweiten Energieverbrauch stagniert jedoch seit Jahren. Daran wird deutlich: Wenn der absehbar weiter steigende Energiebedarf nachhaltig gedeckt und die im Klimaabkommen von Paris vereinbarten Ziele erreicht werden sollen, muss das Tempo des weltweiten Ausbaus der Nutzung erneuerbarer Energien noch deutlich gesteigert werden.



Die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien IRENA stellt in ihrem jüngsten World Energy Transitions Outlook [57] aus dem Juni 2021 fest, dass die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen im Zeitraum 2014–2019 noch um jährlich 1,3 Prozent angestiegen sind. Dies ist umso bemerkenswerter, als seit nunmehr sieben Jahren jährlich mehr Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ans Netz gingen als fossile und nukleare zusammen – im Jahr 2020 sogar schon mehr als viermal so viel. Um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen bis 2030 um 45 Prozent verglichen mit 2010 gesenkt und bis 2050 auf null zurückgefahren werden. Da der wesentliche Schlüssel dafür die auf erneuerbaren Energien beruhende Elektrifizierung der Energieversorgung ist, muss nach IRENA dafür der Strom bis zum Jahr 2050 einen Anteil von über 50 Prozent am Endenergieverbrauch erreichen – ausgehend von 21 Prozent im Jahr 2018. Dafür sind allein bis zum Jahr 2030 Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien im Umfang von knapp 10.800 Gigawatt notwendig. Dies bedeutet einen Zuwachs von rund 800 Gigawatt jährlich in den kommenden zehn Jahren – mehr als dreimal so viel wie im bisherigen Rekordjahr 2020.

In Entwicklungsländern sind noch immer fast eine Milliarde Menschen ohne Zugang zu Elektrizität. Erneuerbare Energien können aufgrund ihres dezentralen Charakters oftmals eine Basisversorgung sichern, z. B. über netzferne Photovoltaikanlagen

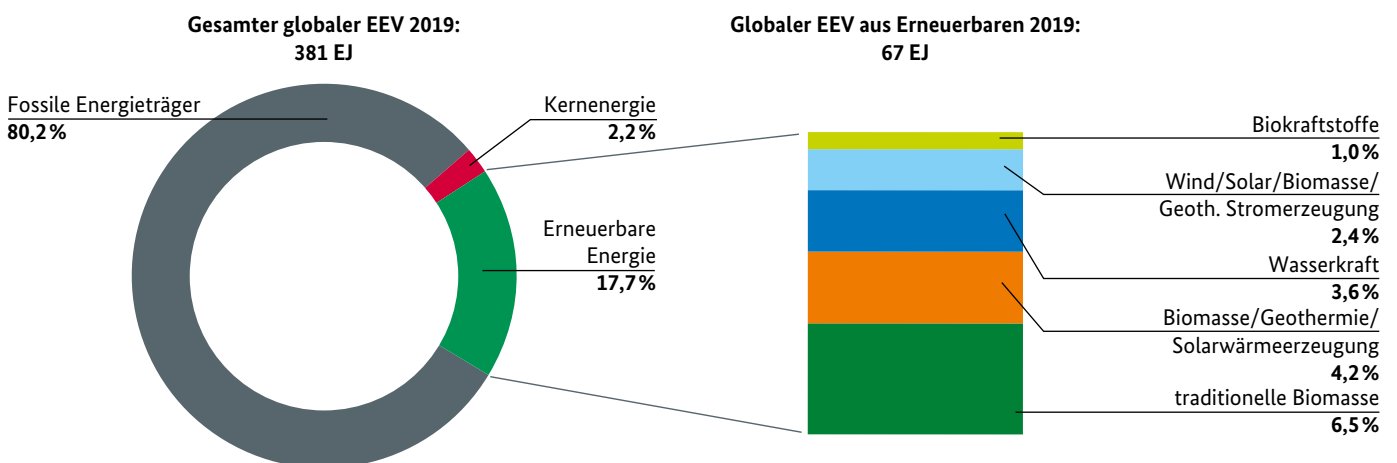
für den häuslichen Bedarf oder zur Dorfstromversorgung. So können diese zu verbesserten Lebensbedingungen beitragen. Nach Schätzungen der IEA sind noch immer rund 2,7 Milliarden Menschen auf traditionelle Biomassenutzung zum Kochen, d. h. zumeist über offenem Feuer, angewiesen. Doch damit ist häufig die irreversible Abholzung von Wäldern verbunden sowie erhebliche Gesundheitsrisiken für die Nutzer selbst [58].

Der nachfolgend dargestellte Stand zur globalen Nutzung erneuerbarer Energien wurde entsprechend der Datenverfügbarkeit zum Zeitpunkt der Erstellung der Broschüre verfasst. Er bezieht sich weitgehend, aber noch nicht vollständig auf das Jahr 2020.

Nach Schätzungen von REN21 [50] betrug der Anteil erneuerbarer Energien am globalen Endenergieverbrauch im Jahr 2019 17,7 Prozent und sank damit im zweiten Jahr in Folge leicht (2018: 17,9 Prozent). Es wird daran deutlich, dass das aktuelle Tempo beim Ausbau der erneuerbaren Energien noch nicht ausreichend ist, um den steigenden globalen Energiebedarf auszugleichen. Vielmehr ist eine deutliche weltweite Beschleunigung des Ausbautempos erforderlich, um dringend notwendige steigende Anteile der erneuerbaren Energien am globalen Energieverbrauch zu erreichen.

Fossile Energieträger hatten im Jahr 2019 einen Anteil von 80,2 Prozent am globalen Energieverbrauch

Abbildung 61: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2019



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

Quelle: REN21: Renewables 2021 Global Status Report [50]

brauch, Kernenergie 2,2 Prozent. Moderne Formen der Nutzung erneuerbarer Energien weisen seit Jahren erfreuliche Wachstumsraten auf und lassen traditionelle Biomassennutzungsformen, die als nicht nachhaltig bezeichnet werden müssen, in den Hintergrund treten. Dennoch gingen auf letztere im Jahr 2019 immer noch 6,5 der 17,7 Prozent zurück (2018: 6,9 Prozent). Von den 11,2 Prozent Endenergie, die aus modernen Erneuerbare-Energien-Technologien stammte, entfielen 4,2 Prozent auf Wärme aus Biomasse-, Erd- und Solarwärme, 3,6 Prozent auf Wasserkraft und ein Prozent auf Biokraftstoffe im Verkehr. Die einzige Sparte, die eine deutliche Steigerung gegenüber dem Vorjahr verzeichnen konnte, ist Strom aus Wind, Sonne, Biomasse und Geothermie, der nunmehr 2,4 Prozent ausmachte (2018: 2,1 Prozent).

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Wie aus der Entwicklung des Endenergieverbrauchs bereits deutlich wurde, findet nicht nur in Deutschland und der EU, sondern auch global das bedeutendste Wachstum der erneuerbaren Energien im Stromsektor statt. Nach Angaben von REN21 [50] wurden im Jahr 2020 weltweit 7.493 Terawattstunden Strom aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie erzeugt. Das waren zwar nur knapp zwei Prozent mehr als im Vorjahr, durch den pandemiebedingten Rückgang beim Stromverbrauch stieg aber der Anteil der erneuerbaren Energien an

der gesamten globalen Stromerzeugung von 27,3 Prozent im Jahr 2019 auf 29,0 Prozent an.

Auch global geht das Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor allem auf Windenergie und Photovoltaik zurück. Ihr Anteil an der globalen Stromerzeugung lag im Jahr 2020 zusammen bereits bei über 9 Prozent (2019: 7,9 Prozent). In einigen Ländern lag dieser Wert sogar um ein Vielfaches höher – so in Dänemark mit 63 Prozent, in Uruguay mit 43 Prozent und in Irland mit 38 Prozent. Deutschland lag mit 33 Prozent auf Platz vier vor Griechenland mit 32 Prozent.

Betrachtet man die im Stromsektor weltweit neu installierte Leistung, so wird auch hier der Trend hin zu erneuerbaren Energien mehr als deutlich: 83 Prozent der im Jahr 2020 neu installierten Leistung zur Stromerzeugung entfielen auf erneuerbare Energien. Mit insgesamt 256 Gigawatt – rund ein Viertel mehr als im Vorjahr – wurde zudem ein neues Allzeithoch beim Leistungszubau erneuerbarer Stromerzeugung erreicht. Mit 139 Gigawatt entfielen 54 Prozent davon auf Photovoltaik und 93 Gigawatt bzw. 36 Prozent auf Windenergie. Acht Prozent bzw. 20 Gigawatt entfielen auf Wasserkraft, der Rest überwiegend auf Biomasse. Mit 116 Gigawatt entfiel mehr als die Hälfte der neu installierten Leistung auf China, wo die Neuinstallationen gegenüber dem Vorjahr fast verdoppelt wurden. Mit weitem Abstand folgten die USA mit 36 Gigawatt und Vietnam mit elf Gigawatt.

Abbildung 62: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2020

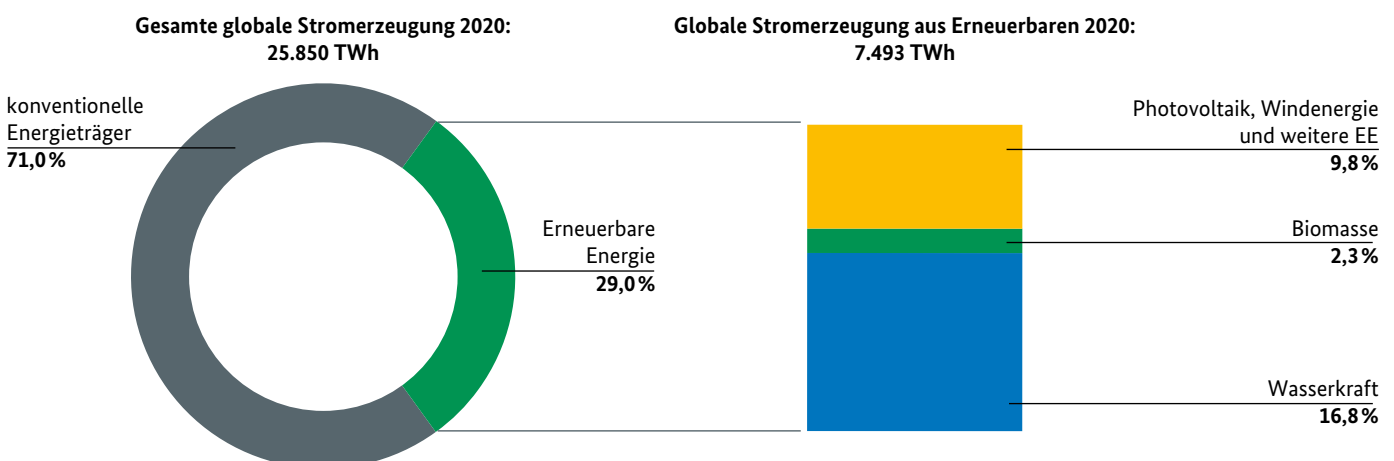
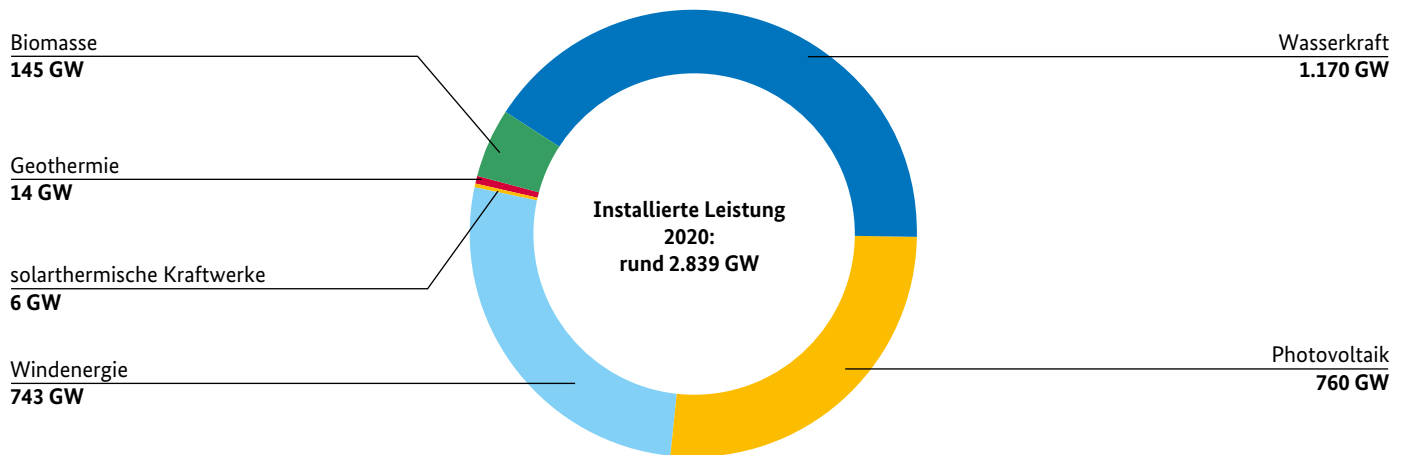


Abbildung 63: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020



Quelle: REN21: Renewables 2021 Global Status Report [50]

Einschließlich Wasserkraft war Ende des Jahres 2020 eine weltweite Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien von 2.839 Gigawatt installiert, wovon 1.170 Gigawatt bzw. rund 41 Prozent auf Wasserkraft entfielen. Mit 760 Gigawatt lag die Photovoltaik erstmals vor der Windenergie (743 Gigawatt). Weitere 145 Gigawatt entfielen auf Biomasse, 14 Gigawatt auf geothermische und sechs Gigawatt auf solarthermische Stromerzeugung. Nach REN21 lag China mit 908 Gigawatt kumulierter Leistung auch hier mit weitem Abstand an der Spitze. Es folgten die USA mit 313 Gigawatt, Brasilien mit 150 Gigawatt, Indien mit 142 Gigawatt und nach wie vor an fünfter Stelle Deutschland mit 132 Gigawatt [50].

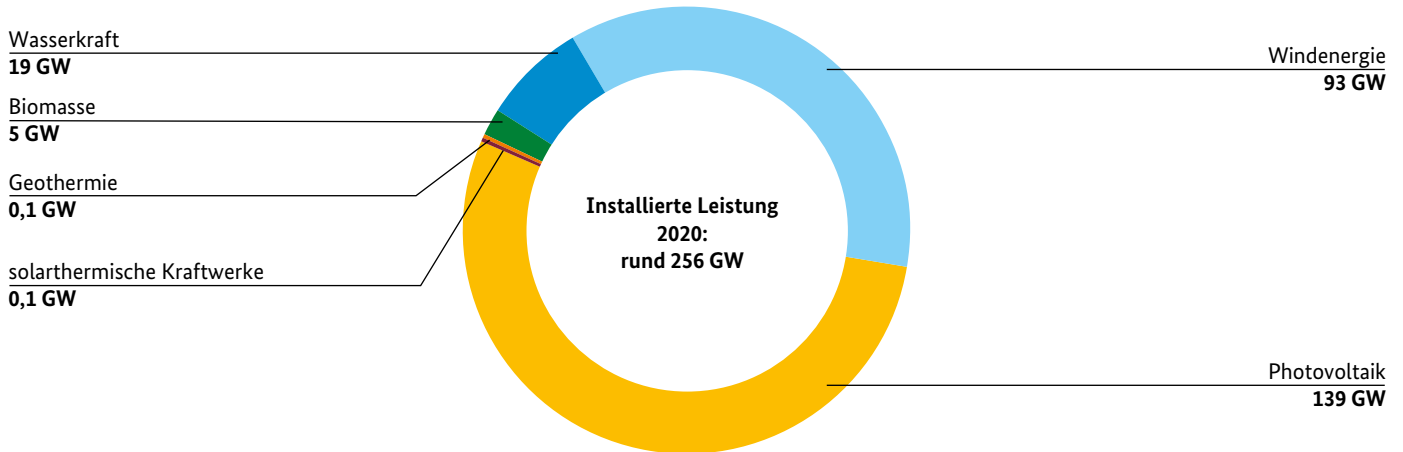
Mit rund 93 Gigawatt, davon 86,9 Gigawatt an Land und 6,1 Gigawatt offshore, wurde ein neues Allzeithoch beim weltweiten Ausbau der Windenergienutzung erreicht. Der Wert lag 53 Prozent höher als im Vorjahr und 45 Prozent höher als im bisherigen Rekordjahr 2015. Mit 52 Gigawatt wurde mehr als die Hälfte der neuen Windenergieleistung in China installiert, fast doppelt so viel wie im Vorjahr. Auch in den USA stiegen die Installationszahlen gegenüber dem Vorjahr um 85 Prozent auf 16,9 Gigawatt. Mit weitem Abstand folgte Brasilien, wo aber mit 2,3 Gigawatt das Dreifache des Vorjahres neu installiert wurde. Ende des Jahres 2020 waren damit weltweit 743 Gigawatt Windenergieleistung instal-

liert, davon 707 Gigawatt an Land und 36 Gigawatt offshore. 288 Gigawatt davon waren allein in China am Netz, auf Platz 2 folgten die USA mit 122,5 Gigawatt.

Der weltweite Zubau an Photovoltaikleistung stieg gegenüber dem Vorjahr um 26 Prozent auf 139 Gigawatt im Jahr 2020 an. Auch hier wurde mit 48,2 Gigawatt der größte Teil in China neu installiert. Es folgten die USA mit 19,2 Gigawatt, Vietnam mit 11,1 Gigawatt und Japan mit 8,2 Gigawatt. Ende des Jahres 2020 waren damit weltweit 760 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert. Mit mehr als 253 Gigawatt befand sich ein Drittel der Leistung in China. Auf dem zweiten Platz lagen die USA mit 96 Gigawatt, gefolgt von Japan mit 71,4 Gigawatt, Deutschland mit 53,8 und Indien mit 47,4 Gigawatt.

Die weltweit installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biomasse ist im Jahr 2020 wie schon im Vorjahr um rund acht Gigawatt gestiegen auf nunmehr 145 Gigawatt. Die höchste Gesamtleistung war auch hier in China installiert, gefolgt von den USA und Brasilien. Die Stromerzeugungsleistung aus Geothermie stieg weltweit nur leicht um 0,1 auf 14,1 Gigawatt. Hier sind nach wie vor die USA führend, gefolgt von Indonesien und den Philippinen. Ein Zubau erfolgte im vergangenen Jahr nahezu ausschließlich in der Türkei.

Abbildung 64: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020



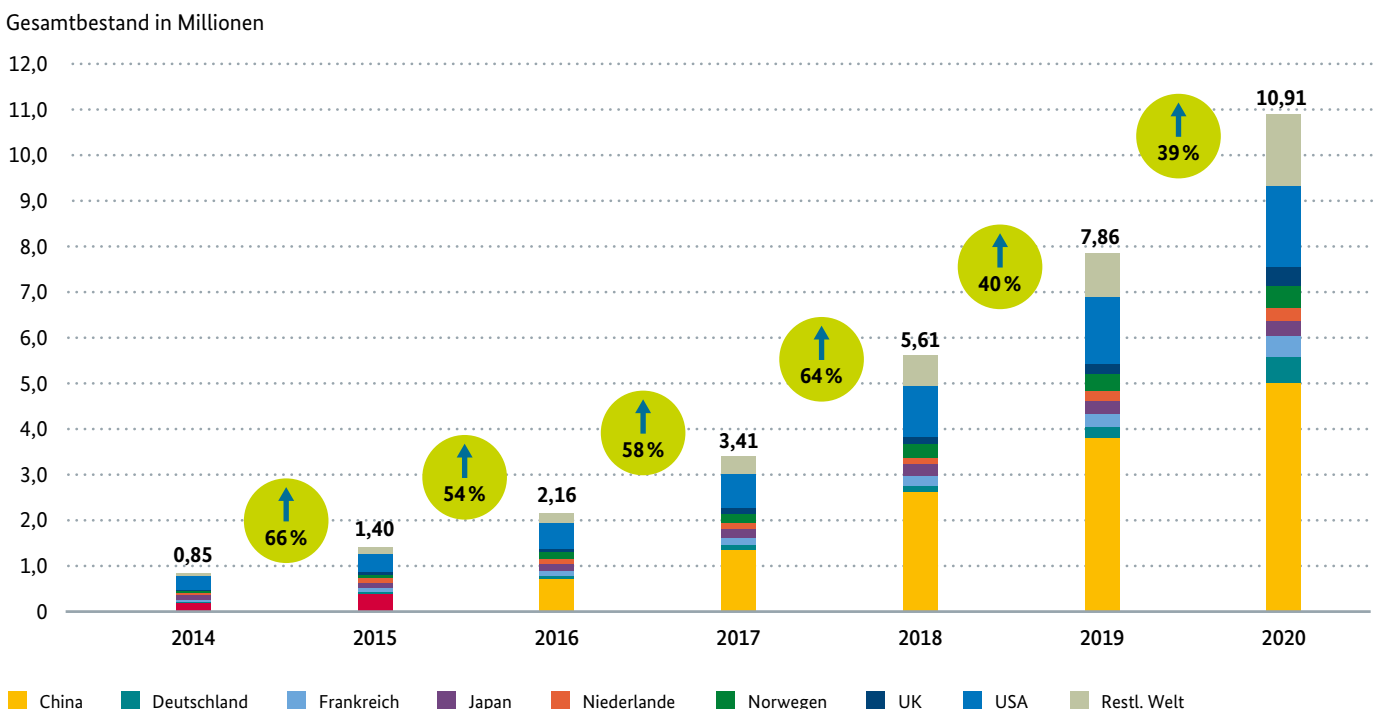
Quelle: Renewables 2021 Global Status Report [50]

Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren

So wie in Deutschland und Europa wächst auch weltweit der Anteil erneuerbarer Energien im Bereich Wärme und Kälte, der für gut die Hälfte des globalen Endenergieverbrauchs verantwortlich ist, deutlich langsamer als im Stromsektor. So stieg der Anteil erneuerbarer Energien am Heizwärmever-

brauch für Gebäude weltweit zwischen 2009 und 2019 nur von 7,8 auf 10,4 Prozent. Dies verdeutlicht, dass hier Effizienzmaßnahmen von zentraler Bedeutung sind, um höhere Anteile erreichen zu können. Im Industriebereich, der etwa die gleiche Bedeutung für den Energieverbrauch hat wie der Gebäudereich, hatten die erneuerbaren Energien 2020 einen Anteil von 14,8 Prozent am Endenergieverbrauch [50].

Abbildung 65: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen



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

Quelle: ZSW [60]

Im Verkehrsbereich lag der Anteil erneuerbarer Energien in 2020 sogar noch deutlich niedriger: 3,1 Prozent des Endenergieverbrauchs werden mit Biokraftstoffen, 0,3 Prozent mit Strom aus erneuerbaren Energien im Rahmen der Elektromobilität gedeckt [59]. Letztere präsentierte sich zuletzt jedoch als klarer Wachstumsmarkt. Der weltweite Bestand an Elektroautos stieg im Jahr 2020 um 39 Prozent auf 10,91 Millionen an. Mit 1,2 Millionen Neufahrzeugen bzw. einem Anteil von rund 46 Prozent war China klarer Treiber, gefolgt von Deutschland mit knapp 331.000 und den USA mit rund 323.000 Fahrzeugen. Beim Bestand lag China mit rund fünf Millionen Fahrzeugen ebenfalls deutlich vor den USA mit 1,8 Millionen [60].

Investitionen und Beschäftigung

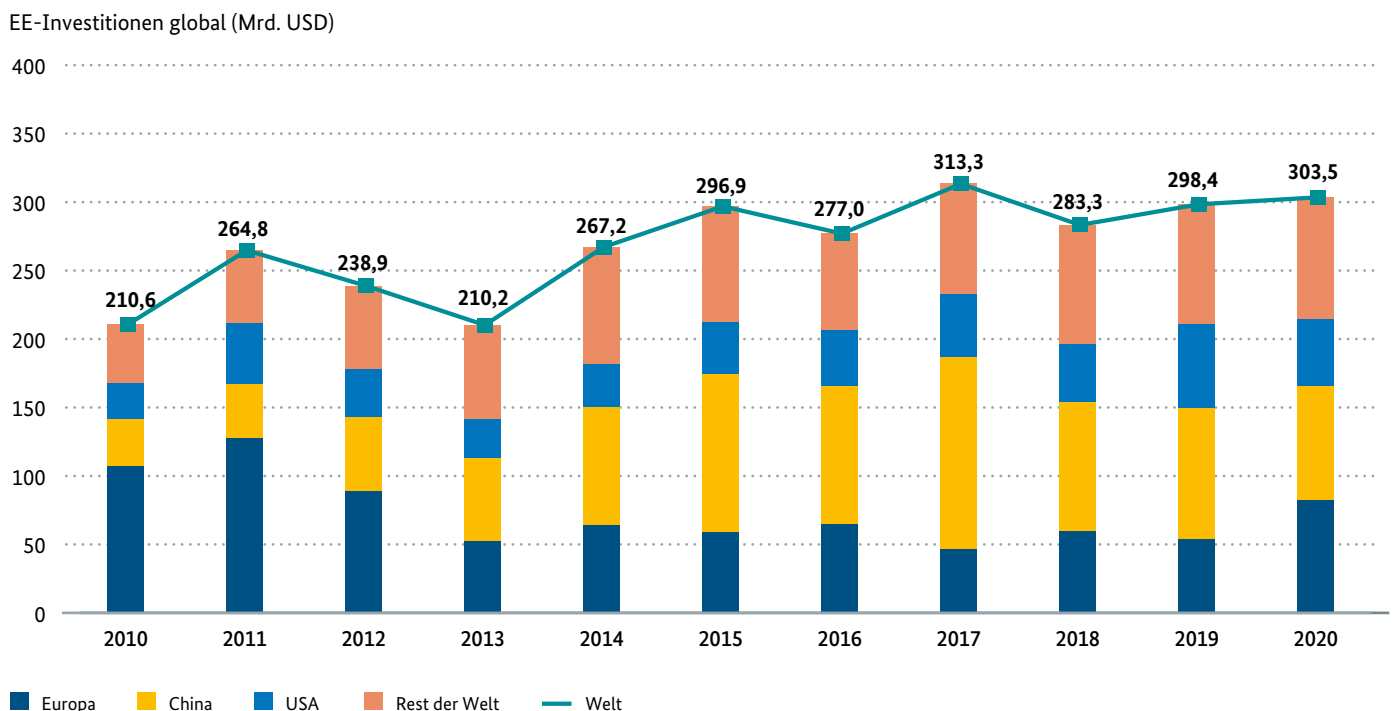
Seit Jahren sind Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien auch weltweit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die Höhe der weltweiten jährlichen Investitionen war jedoch in den vergangenen Jahren Schwankungen unterlegen und hatte zuletzt nur noch einen leichten Aufwärtstrend. Im Jahr 2020 konnte gegenüber dem Vorjahr noch ein leichtes Plus von knapp zwei Pro-

zent auf 303,5 Milliarden US-Dollar verzeichnet werden. Es zeigt sich an diesen Zahlen deutlich der Preistrückgang bei den Erneuerbaren-Technologien. Die meisten Investitionen in erneuerbare Energien wurden im Jahr 2020 mit 83,6 Milliarden US-Dollar in China getätigt, mit 81,8 Milliarden US-Dollar folgt Europa knapp dahinter [59].

Differenziert nach Technologien entfielen im Jahr 2020 mit 148,6 Milliarden US-Dollar und einem Plus von zwölf Prozent die meisten Investitionen auf die Photovoltaik, während die Windenergie bei einem Minus von sechs Prozent mit 142,7 Milliarden US-Dollar nur noch auf Platz 2 lag. Zusammen machten diese beiden Technologien nunmehr 96 Prozent der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien (ohne große Wasserkraft) aus, denn in allen anderen Technologien waren im Jahr 2020 mehr oder weniger starke Rückgänge zu verzeichnen.

Die Anzahl der Beschäftigten im Erneuerbaren-Sektor hat im Jahr 2020 nach Angaben von IRENA [61] weltweit um über eine halbe Million Menschen zugenommen, sodass rund 12,0 Millionen Menschen in dieser Branche einen Arbeitsplatz hatten. Mit knapp 4,0 Millionen arbeitete ein gutes Drittel

Abbildung 66: Entwicklung der globalen Investitionen im Erneuerbaren-Energien-Sektor



Quelle: REN21: Renewables 2021 Global Status Report [50]

Abbildung 67: Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren in den Jahren 2019 und 2020

| Sektor | 2019 | 2020 | Wachstum 2019/2020 |
|----------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------|
| | EE-Investitionen (Milliarden USD) | | (%) |
| Wind (an Land und auf See) | 151,3 | 142,7 | -6 |
| Solarenergie | 132,4 | 148,6 | 12 |
| Biokraftstoffe | 1,7 | 0,6 | -65 |
| Biomasse ¹ | 10,3 | 10,0 | -3 |
| Wasserkraft ² | 1,7 | 0,9 | -48 |
| Geothermie | 1,0 | 0,7 | -30 |
| Meeresenergie | - | - | |
| Gesamt | 298 | 304 | 2 |

1 inkl. Abfall

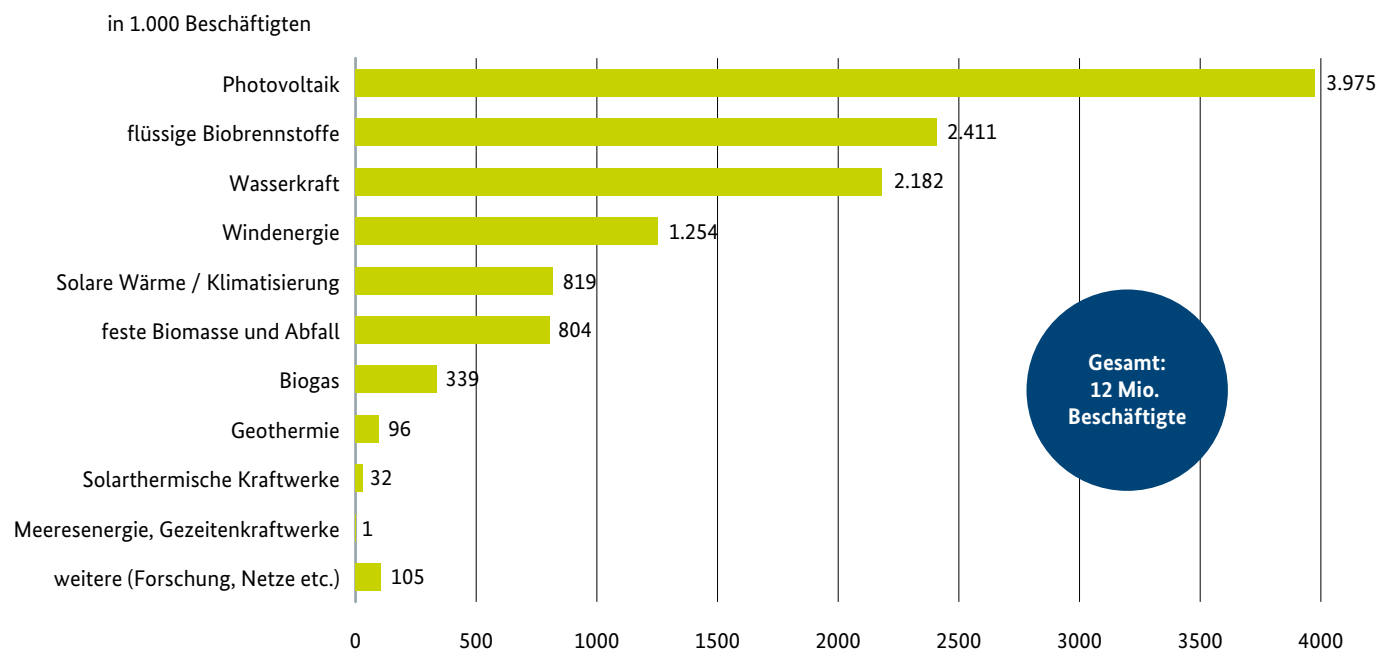
2 nur kleine Wasserkraftanlagen < 10 MW

Quelle: Renewables 2021 Global Status Report [50]

davon in der Photovoltaikbranche, gefolgt von der Biokraftstoffindustrie mit 2,4 Millionen Arbeitsplätzen. An dritter und vierter Stelle liegen Wasserkraft mit rund 2,2 Millionen Arbeitsplätzen und

die Windenergie mit knapp 1,3 Millionen Arbeitsplätzen.

Abbildung 68: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2020



Quelle: IRENA - Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021 [61]

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 derzeit 164 Mitglieder, 20 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, ist in Bonn angesiedelt. Seit April 2019 leitet der Italiener Francesco La Camera als Generaldirektor das IRENA-Sekretariat. Die IRENA hat derzeit ca. 150 Mitarbeitende.

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

Arbeitsprogramm und Budget

Das aktuelle Arbeitsprogramm für die Jahre 2020/2021 basiert auf den folgenden vier strategischen Zielen:

1. Stärkung der politischen Entscheidungsfindung durch Bereitstellung von Wissen und Analysen zur Energiewende auf globaler, nationaler und sektoraler Ebene
2. Gestaltung des globalen Diskurses zur Energiewende durch Bereitstellung relevanter zeitnaher, qualitativ hochwertiger Informationen und Daten
3. Bereitstellung einer integrativen „Stakeholder“-Plattform zur Förderung von Wissensaustausch und um die Anwendung erneuerbarer Energie vor Ort zu unterstützen
4. Unterstützung der Entscheidungsträger vor Ort zur Beschleunigung der Energiewende in den jeweiligen Ländern und zur Weiterentwicklung von Strategien der Emissionsreduzierung

Die Arbeit der IRENA zur Umsetzung dieser strategischen Ziele gliedert sich in sechs thematische Felder („thematic programme areas“):

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. Diese Initiative hat das Ziel, den globalen Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 substantiell zu erhöhen sowie die Rate der Energieeffizienzverbesserungen zu verdoppeln. Zudem hat die IRENA im April 2020 einen überarbeiteten „Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050“ (GRO) veröffentlicht. Dies ist eine Fortschreibung des Berichtes „Global energy transformation: A roadmap to 2050“ der erstmals 2017 veröffentlicht wurde. Der Bericht untersucht Bausteine eines Energiesystems sowie die Investitionsstrategien und politischen Rahmenbedingungen, die erforderlich sind, um eine weltweite, primär auf dem Einsatz erneuerbarer Energien basierende Energiewende erfolgreich umzusetzen. Das zentrale REmap-Szenario der IRENA hierzu zeigt Wege auf, die globalen CO₂-Emissionen bis 2050 um mindestens 70 Prozent zu senken. Der aktuelle Bericht stellt zudem auch Überlegungen dazu an, wie bis 2050 bereits eine weitreichendere Dekarbonisierung bis hin zu Netto-Null- bzw. Null-Emissionen erreicht werden kann. [62]. Die IRENA aktualisiert diese Studie jährlich als Input für die Diskussionen beim Berlin Energy Transition Dialogue. Zudem plant IRENA, regionale Energiewendestrategien zu entwickeln (Regional Energy Transition Outlooks, RETOs). Nähere Informationen zu den Publikationen der IRENA lassen sich auf der Webseite der Organisation abrufen: www.irena.org.

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 sog. „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 10. Vollversammlung fand im Januar 2020 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 von dem IRENA-Generaldirektor geleitet und ist in drei Hauptabteilungen aufgegliedert, 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 31 OECD-Staaten. Der Beitritt von Chile und Litauen zur IEA befindet sich in Vorbereitung. 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 verpflichteten 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 World Energy Outlook (WEO) als das umfassende internationale energiepolitische Referenzdokument mit einem aktuellen Prognosehorizont bis zum Jahr 2050 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 den Renewable Energy Market Report mit einem Prognosehorizont bis zum Jahr 2025. Ferner hat die IEA im Mai 2021 den Bericht „Net-Zero by 2050: A roadmap for the global energy sector“ veröffentlicht, der zum ersten Mal detailliert einen Transformationspfad für den Energiesektor zur Erreichung weltweiter Treibhausgasneutralität bis 2050 modelliert. Die Ergebnisse sollen auch Eingang in den WEO finden.

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

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

Nähere Informationen zu den Publikationen der IEA lassen sich auf der Webseite der Organisation abrufen (www.iea.org).

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.

In den Folgejahren wurde der energiepolitische Austausch unter der argentinischen, japanischen und saudi-arabischen G20-Präsidentschaft in eigenen Arbeitsgruppen fortgeführt. Unter der derzeitigen Präsidentschaft von Italien wurden Energie- und Klimastränge wieder zu einer gemeinsamen Arbeitsgruppe zusammengeführt und befassen sich unter anderem mit der nachhaltigen wirtschaftlichen Erholung und den Auswirkungen der globalen Covid-19-Pandemie auf die Energiemärkte.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21

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, weiterzuführen und verpflichteten sich zugleich zu nationalen oder regionalen Zielen und Maßnahmen. Um das Momentum weiter zu führen, 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 [50].

Das im Anschluss an die „renewables2004“-Konferenz von Deutschland maßgeblich mitgegründete und geförderte globale Politiknetzwerk REN21 hat sich zwischenzeitlich zum bedeutendsten globalen Multistakeholder-Netzwerk mit dem Ziel der Förderung von politischen Maßnahmen entwickelt, die den Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen. Es nimmt eine zentrale Rolle bei der konzeptionellen und organisatorischen Unterstützung der Gastgeberländer der IRECs (International Renewable Energy Conferences) ein. In REN21 sind Vertreterinnen und Vertreter von Regierungen, internationale Organisationen und Vertretungen der Zivilgesellschaft, der Wissenschaft und des Privatsektors aus dem Energie-, Umwelt- und Entwicklungsbereich repräsentiert. 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 als Flaggschiff-Publikation des Netzwerks etabliert 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 [50].

Ergänzend zu dem Global Status Report veröffentlicht REN21 weitere Berichte mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen, wie die Global Futures Report (GFR)-Reihe oder den Renewables in Cities Global Status Report (REC). Ergänzt wird das Portfolio durch regionale Statusberichte, welche die Entwicklung der erneuerbaren Energien in einzelnen Regionen der Welt vertieft untersuchen.

Weitere Informationen unter: www.ren21.net.

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 ausge-

gangen. Zugleich hatten die IREC-Konferenzen oftmals eine große Wirkung in das jeweilige Gastgeberland hinein. Nach dem Jahr 2004 gab es u. a. Folgekonferenzen in China, USA, Indien, Vereinigte Arabische Emirate und Mexiko und zuletzt im Oktober 2019 in Korea.

Die Themen und Schwerpunkte der vergangenen IRECs decken ein breites Spektrum ab. So diskutierten in Mexiko-Stadt auf der MEXIREC zahlreiche Minister und Ministerinnen sowie hochrangige Teilnehmende aus der Energiepolitik und Wirtschaft beispielsweise über die Rahmenbedingungen und Erfolgsfaktoren des Ausbaus erneuerbarer Energien in Mittel- und Südamerika, oder auf der SAIREC in Kapstadt, Südafrika, über die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Afrika, insbesondere dem Subsahara-Gebiet.

Im Oktober 2010 fand die Delhi International Renewable Energy Conference (DIREC) 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.

Die KIREC, die 2019 in Seoul ausgerichtet wurde, war die erste IREC, deren Organisation von einer nationalen und einer kommunalen Regierung gemeinsam erfolgte. Dies unterstreicht die Bedeutung der Städte für die Nutzung erneuerbarer Energien auch für die Umsetzung von Umweltpolitik auf lokaler Ebene. Die Stadt Seoul präsentierte auf der Konferenz ihre Ambitionen und Förderungsansätze für erneuerbare Energien sowie ihre Anstrengungen, eine effizientere, nachhaltigere und sichere städtische Umwelt zu schaffen.

Aufgrund der Unwägbarkeiten der Entwicklung der Covid-19-Pandemie wird im Jahr 2021 keine IREC stattfinden. Aktuell werden jedoch Gespräche über die Ausrichtung der nächsten IREC im Frühjahr oder Herbst 2022 geführt.

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 2021 verfolgten mehr als 13.000 in- und ausländische Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft sowie weltweit führende Energieexperten aus 134 Ländern die in einem Corona-bedingten Online-Format durchgeführte Veranstaltung, darunter 73 Außen- und Energieminister sowie hochrangige Delegierte („VIPs“) 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. Weiter im Fokus stand die transatlantische Zusammenarbeit, die nach der Rückkehr der USA zum Pariser Klimaabkommen eine neue Dynamik erlebt. Begleitend zur Konferenz wurde den Teilnehmern ein umfangreiches Online-Rahmenprogramm angeboten, z. B. virtuelle Exkursionen, um die deutsche Energiewende vor Ort zu sehen.

Weitere Informationen unter:
<https://2021.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 28 Industrie- und Schwellenländer sowie die Europäische Union beteiligen. Zuletzt sind beim 12. CEM-Ministertreffen unter der Schirmherrschaft von Chile Anfang Juni 2021 Polen und Portugal beigetreten.

Kern des CEM ist die zumeist technologiespezifisch organisierte Kooperation der Mitgliedstaaten in verschiedenen Initiativen 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 u. a. gemeinsam mit Dänemark die multilaterale Initiative zu langfristigen Szenarien für die Energiewende sowie die Investment and Finance Initiative. In jährlichen Konferenzen auf Ministerbene werden neue Schwerpunkte für die Arbeit der Initiativen beschlossen.

Weitere Informationen unter: www.cleanenergy-ministerial.org und www.cem12mi6chile.com.

Mission Innovation – MI

Mission Innovation ist eine globale Initiative von 24 Ländern sowie der Europäischen Union, die daran arbeitet, Technologieinnovationen für erneuerbare Energien zu fördern und zur Marktreife zu bringen.

MI wurde auf der Klimakonferenz der Vereinten Nationen in Paris im Jahr 2015 von den dort versammelten Staats- und Regierungschefs gegründet, um die Bekämpfung des Klimawandels zu unterstützen.

Die MI-Jahreskonferenzen finden typischerweise im Anschluss an die CEM-Versammlungen am gleichen Ort statt. Im Jahr 2021 startet Mission Innovation in eine zweite Phase (MI2.0). Deutschland fokussiert im Rahmen der MI2.0 auf das inhärent globale Thema Wasserstoff und beteiligt sich entsprechend an einer „Mission Hydrogen“.

SEforALL – Die Initiative „Sustainable Energy for All“

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

Anteils erneuerbarer Energien am weltweiten Energiemix erzielt werden. Diese Ziele sollen bis zum Jahr 2030 erreicht werden.

Im Jahr 2018 lebten weltweit noch immer etwa 789 Millionen Menschen ohne Zugang zu Elektrizität. Darüber hinaus haben etwa 2,8 Milliarden Menschen keinen Zugang zu erneuerbaren und emissionsfreien Energieträgern zum täglichen Kochen. Es wird prognostiziert, dass sich diese Zahl ohne zusätzliche Anstrengungen bis zum Jahr 2030 kaum verringern wird.

Eine hochrangige Beratergruppe, zusammengesetzt aus 46 Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft, hat eine Aktionsagenda zur Operationalisierung der Ziele von SEforAll entwickelt. Die Maßnahmen zur Zielerreichung beabsichtigen, die Anstrengungen von öffentlichem und privatem Sektor sowie der Zivilgesellschaft zu kombinieren, um damit ihre 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 Aktions-

agenda vorgestellt. So nutzte die Initiative das politische Momentum des Rio + 20-Verhandlungskontextes, um Unterstützung zu mobilisieren.

Es ist vorgesehen, dass SEforAll auch den G20-Mitgliedern einen jährlichen Bericht zu den erreichten Verbesserungen beim universellen Zugang zu erneuerbaren Energien vorlegt.

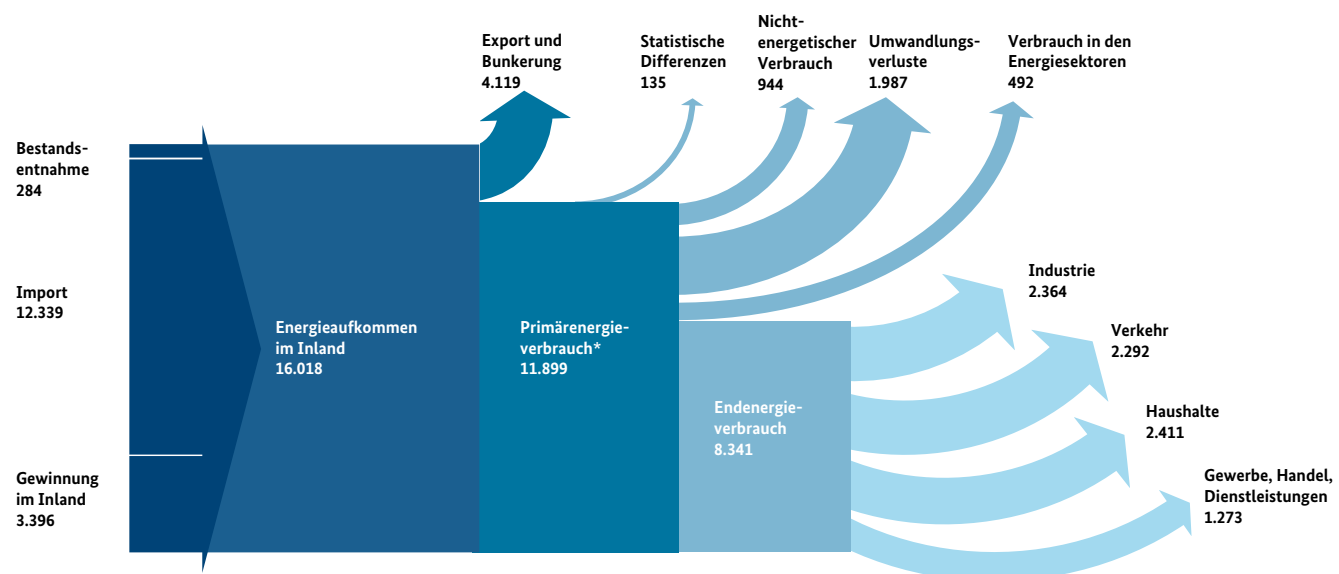
Weitere Informationen unter: www.se4all.org.

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

Abbildung 69: Energieflussbild 2020 für die Bundesrepublik Deutschland

in Petajoule (PJ)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 16,5 %. Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.
* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 09/2021

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.

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

Die AGEE-Stat arbeitet kontinuierlich an methodischen Verbesserungen der Erneuerbare-Energien-Statistik. In Fachgesprächen und durch Expertenaustausch zu einzelnen erneuerbaren Energieträgern werden fortlaufend neue Erkenntnisse zur Verbesserung der Datengrundlagen der Stromerzeugung und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Die daraus abgeleiteten methodischen Änderungen 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 aktuellen methodischen Änderungen gegeben:

Selbstverbrauch und technischer Eigenbedarf von Photovoltaikanlagen

Die Zeitreihe der Bruttostromerzeugung aus Photovoltaikanlagen wurde für die vorliegende Publikation überprüft und aufgrund neuer Erkenntnisse im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der AGEE-Stat grundlegend aktualisiert. Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energieträgern wird bei Photovoltaikanlagen neben der Netzeinspeisung in zunehmendem Maße eigenerzeugter Strom selbst genutzt. Die AGEE-Stat hat sich frühzeitig mit dem wirtschaftlich motivierten Selbstverbrauch aus Photovoltaik-Anlagen auseinandergesetzt, um die durch Wegfall des Selbstverbrauchs-Bonus ab dem EEG 2012 und trotz Einführung der Umlagepflicht auf Selbstverbrauch mit dem EEG 2014 durch die

Bagatellregelungen für kleine Anlagen entstandene energiestatistische Erfassungslücke zu schließen und somit die gesamte Bruttostromerzeugung zu erfassen. Neue Forschungsergebnisse von Fraunhofer-ISE und des Leipziger Instituts für Energie im Rahmen des wissenschaftlichen Begleitvorhabens der AGEE-Stat zeigen jedoch, dass das bisherige Schätzmodell, welches 2015 in einem Fachgespräch mit Branchenvertretern abgestimmt wurde, überarbeitet werden muss. Basis der Korrektur ist eine detaillierte Auswertung der EEG-Bewegungsdaten sowie der Nutzung der im Marktstammdatenregister hinterlegten technischen Anlagenmerkmale.

Neben der Aktualisierung des Modells zum wirtschaftlichen Selbstverbrauch wurde erstmals eine Schätzung des technischen Eigenbedarfs (u. a. Umwandlungs- und Wechselrichterverluste) von PV-Anlagen vorgenommen und implementiert. Basierend auf Kennwerten von modernen Wechselrichtern, und im Einklang mit der nach §12a StromStV zulässigen Eigenstromverbrauchs-Pauschale, wird ein technischer Eigenverbrauch von zwei Prozent angesetzt.

Installierte Leistung von Wasserkraftanlagen

Seit der Novelle des Energiestatistikgesetzes im Jahr 2017 liegen abgesehen von wenigen, nicht an das allgemeine Stromnetz angeschlossenen Inselanlagen fast vollständig amtliche Datengrundlagen für die Nettoleistung der Laufwasser- und Speicherkraftwerke in Deutschland vor. Auch aus Gründen der Konsistenz mit international berichteten Energiedaten wurde die Zeitreihe der installierten Leistung dahingehend ab 2018 angepasst.

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 durch-

schnittliches 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 weiter wachsenden Bedeutung der Erneuerbare-Energien-Branche für die Gesamtwirtschaft geführt. Hierzu trägt zum einen der Bau von EE-Anlagen zur Nutzung von Strom und Wärme 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 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, 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 (insbesondere die Forschungsberichte zum EEG-Erfahrungsbericht, z. B. [63], die Evaluierungen des Marktanzreizprogramms (u. a. [64]) sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [65].

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 fes-

ten 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 4,5 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 hilfsweise verwendet.

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

Die Zahlen beziehen sich auf den Heizwert.

| Treibhausgase | |
|------------------|--|
| CO 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 |
| NM VOC | flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan |

* 10² = 100, 10³ = 1.000, 10⁴ = 10.000, 10⁵ = 100.000, 10⁶ = 1.000.000 usw.

Abkürzungsverzeichnis

| | | | |
|----------------|---|------------|--|
| ACEA | European Automobile Manufacturers' Association | BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie |
| AGEB | Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. | BNetzA | Bundesnetzagentur |
| AGEE-Stat | Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik | BRICS | Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika |
| AGQM | Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. | BSW | Bundesverband Solarwirtschaft |
| AusglMechV | Ausgleichsmechanismus-Verordnung | BWP | Bundesverband Wärmepumpe e.V. |
| BAFA | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle | COP-15 | UN Biodiversitätskonferenz (15. Vertragsstaatenkonferenz (COP15) des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD)) |
| BEEV | Bruttoendenergieverbrauch | DBFZ | Deutsches Biomasseforschungszentrum |
| BDEW | Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. | DEPV | Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. |
| BDH | Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie | dena | Deutsche Energieagentur |
| BHKW | Blockheizkraftwerk | ECN | Energy research Centre of the Netherlands |
| Biokraft-NachV | Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung | EE | Erneuerbare Energien |
| BioSt-NachV | Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung | EEG | Erneuerbare-Energien-Gesetz |
| BMBF | Bundesministerium für Bildung und Forschung | EEV | Endenergieverbrauch |
| BMBF | Bundesministerium für Bildung und Forschung | EEWärmeG | Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz |
| BMEL | Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft | EnergieStG | Energiesteuergesetz |
| BMU | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit | EnSAG | Energiesammelgesetz |
| BMU | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit | EnStatG | Energiestatistikgesetz |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur | ENTSO-E | Europäische Übertragungsnetzbetreiber |

| | | | |
|------------|---|--------|--|
| EU | Europäische Union | KBA | Kraftfahrt-Bundesamt |
| Eurostat | Statistisches Amt der Europäischen Union | KfW | Kreditanstalt für Wiederaufbau |
| Fh-ISE | Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme | KW | Kraftwerk/e |
| | | KWKG | Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz |
| FuE | Forschung und Entwicklung | LSV | Ladesäulenverordnung |
| FNR | Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. | MaStRV | Marktstammdatenregisterverordnung |
| EWEA | The European Wind Energy Association | MAP | Marktanreizprogramm |
| | | n. q. | nicht quantifiziert |
| GHD | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen | NECP | Nationaler Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan) |
| GEG | Gebäudeenergiegesetz | | |
| GSR | Global Status Report | NREAP | Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energien |
| GWP | Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential) | NUTS 2 | Basisregionen für regionalpolitische Maßnahmen |
| HIC | Hamburg-Institut | UBA | Umweltbundesamt |
| HH | Haushalte | UFOP | Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. |
| HKW | Heizkraftwerk | PV | Photovoltaik |
| HW | Heizwerk | PEV | Primärenergieverbrauch |
| HVO | Hydrotreated Vegetable Oil | PHEV | Plug-in-Hybridfahrzeuge |
| IE Leipzig | Leipziger Institut für Energie | PtJ | Projektträger Jülich |
| IEA | Internationale Energieagentur | RED | Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive) |
| iLUC | indirekte Landnutzungsänderungen (indirect Land Use Change) | REN 21 | Renewable Energy Policy Network for the 21st Century |
| IRENA | International Renewable Energy Agency | RL | Richtlinie |
| k.A. | keine Angaben | | |

| | |
|-------------|--|
| SMARD | Strommarktdaten, Informationsplattform der Bundesnetzagentur |
| StBA | Statistisches Bundesamt |
| StromEinspG | Stromeinspeisungsgesetz |
| SystEEm | Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme |
| THG | Treibhausgas |
| ÜNB | Übertragungsnetzbetreiber |
| UL | UL International GmbH |
| USD | United States Dollars |

Quellenverzeichnis

- [1] AG Energiebilanzen, „AG Energiebilanzen e.V. | Bilanzen 1990-2019“, Apr. 2021. <https://ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2016.htmlx> (zugegriffen Sep. 30, 2021).
- [2] Statistisches Bundesamt (StBA), „Umwelt – Abfallentsorgung - Fachserie 19 Reihe 1 - 2017“, Statistisches Bundesamt. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.pdf> (zugegriffen Juli 30, 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 2012–2019 sowie Auswertungen des Marktstammdatenregisters (MaStR)“, Aug. 2021. www.bundesnetzagentur.de
- [5] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber, „Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Jahresabrechnungen 2000–2020)“, Aug. 2021. 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 Januar 2021, Haushalte und Industrie“. Jan. 08, 2021.
- [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-Gesetz (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] DEPV, Deutsches Pelletinstitut GmbH, „Pelletmarkt in Deutschland zieht spürbar an – Hoher Absatz an Feuerungen und erstmals mehr als 3 Mio. Tonnen Produktion, 2020“, Feb. 2021. <https://www.depv.de/p/Pelletmarkt-in-Deutschland-zieht-spurbar-an-Hoher-Absatz-an-Feuerungen-und-erstmals-mehr-als-3-Mio-Tonnen-Produktion-jA6jfkfSq8WrB4aVVmipgaj> (zugegriffen Mai 20, 2021).
- [14] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten, 2005-2019“. Aug. 2021. Zugegriffen: Juli 06, 2020. [Online]. Verfügbar unter: ag-energiebilanzen.de/28-0-Zusatzinformationen.html
- [15] Statistisches Bundesamt (StBA), „Statistische Erhebung 2, 064, 066K, 067, 073 und Außenhandelsstatistik“.

- [16] Thünen-Institut für internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, „Holzeinschlag und Rohholzverwendung“: <https://www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/produktion-und-verwendung/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/>
- [17] Born, H. et al., „Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends, 2. Aktualisierung Internationales Geothermiezentrum (GZB) im Auftrag des ZSW“. Nov. 01, 2017.
- [18] International Energy Agency (IEA), European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), „Solar Heating and Cooling Programme: Common calculation method of the solar thermal energy produced worldwide available“, Bochum, Nov. 15, 2011. [Online]. Verfügbar unter: www.iea-shc.org
- [19] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), „Rohstoffmonitoring Holz: Mengenmäßige Erfassung und Bilanzierung der Holzverwendung in Deutschland – Forst – Nachwachsende Rohstoffe - Broschüren“, Juni 2018. Zugegriffen: Juli 30, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/broschuren/nachwachsende-rohstoffe/forst/rohstoffmonitoring-holz-mengenmaessige-erfassung-und-bilanzierung-der-holzverwendung-in-deutschland.html>
- [20] Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U., „Rohstoffmonitoring Holz: Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2014; Marktvolumen und verwendete Holzsortimente; Abschlussbericht“, Feb. 2016.
- [21] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Amtliche Mineralölstatistik“. https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Mineraloelstatistik/mineraloel_node.html;jsessionid=FD235CA42058299AC37D8F4C106AD2DA.2_cid387
- [22] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), „Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2018 – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung“. Okt. 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Evaluationsbericht_2018.pdf;jsessionid=FAA40C-B5E377D8949AA09F3339378F80.2_cid335?__blob=publicationFile&v=2
- [23] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), „Anmeldungen auf die Treibhausgas-minderungsquote - Daten für das Jahr 2020 (Nabisy Datenauszug 2021)“.
- [24] Bundesministerium der Finanzen (BMF) und Biokraftstoffquotenstelle, „Statistische Angaben über die Erfüllung der Biokraftstoffquote“. https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Treibhausgasquote-THG-Quote/Quotenverpflichtung/Erfuellung-Quotenverpflichtung/erfuellung-quotenverpflichtung_node.html (zugegriffen Aug. 06, 2021).
- [25] 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“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.biomasse-nutzung.de/wp-content/uploads/germany_2011_de.pdf
- [26] Bundesregierung (BReg), „Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgas-minderung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotenzial sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen“. Mai 10, 2012. [Online]. Verfügbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/096/1709621.pdf>
- [27] Bundesregierung (BReg), „Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV) (BGBl.I S.2174)“. Sep. 30, 2009.
- [28] Bundesregierung (BReg), „Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV)“. Juli 23, 2009.

- [29] Statistisches Bundesamt (StBA), „Energiesteuerstatistik – Fachserie 14 Reihe 9.3, letzte Ausgabe: 2016“. Juni 01, 2017.
- [30] 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“. Sep. 01, 2019.
- [31] Fehrenbach, H. et al., „Aktualisierung der Eingangsgrößen und Emissionsbilanzen wesentlicher biogener Energienutzungspfade (BioEm)“. Feb. 01, 2016. [Online]. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-der-eingangsdaten-emissionsbilanzen
- [32] Umweltbundesamt (UBA), „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“. Okt. 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger>
- [33] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Mieterstrombericht nach § 99 Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017“. Zugegriffen: Mai 20, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/mieterstrombericht-eeg-2017.pdf;jsessionid=2C88EB08A49AE05FCF4A405174498E0C?__blob=publicationFile
- [34] Übertragungsnetzbetreiber, „Prognose der EEG-Umlage 2021 nach EEG“. Zugegriffen: Juni 07, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/EEG-Umlage/EEG-Umlage%202021/2020-10-15%20Ver%c3%b6ffentlichung%20EEG-Umlage%202021.pdf>
- [35] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Hintergrundinformationen zur Besonderen Ausgleichsregelung, Antragsverfahren 2018 für Begrenzung der EEG-Umlage 2019“. Dez. 17, 2019. Zugegriffen: Apr. 21, 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bar_hintergrundinformationen.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [36] GWS, „Ökonomische Indikatoren des Energiesystems. Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000 – 2016, GWS Research Report 2018/02“, Osnabrück, Feb. 2018.
- [37] DIW, DLR, GWS, „Ergebnisse aus dem laufenden Forschungsvorhaben ‚Ökonomische Indikatoren des Energiesystems‘ im Auftrag des BMWi“, Mai 2020.
- [38] Bundesregierung (BReg), Biokraftstoffquotengesetz vom 18. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3180).
- [39] Bundesregierung (BReg), Zwölftes Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 20. November 2014.
- [40] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 01. Oktober 2021“. Zugegriffen: Oktober, 2021.
- [41] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), „Elektromobilität in Deutschland auf der Überholspur; Pressemitteilung Nr. 01/2021“. Jan. 06, 2021 (zugegriffen: Juni 08, 2021). [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ14/fz14_2020_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [42] Bundesnetzagentur (BNetzA), „Zahlen und Daten zur öffentlichen Ladeinfrastruktur“. Zugegriffen: Oktober, 2021. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html.

- [43] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Bundesbericht Energieforschung 2021 Forschungsförderung für die Energiewende“, Berlin, März 2021. Zugegriffen: Mai 19, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- [44] Europäische Kommission, Generaldirektion Energie, „Bericht der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Fortschrittsbericht, Erneuerbare Energiequellen“, Brüssel, Okt. 2020. Zugegriffen: Juli 01, 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2020\)952&lang=de](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2020)952&lang=de)
- [45] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „SHARES 2019 - Short Assessment of Renewable Energy Sources“. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
- [46] 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, Summery Report“, ECN-E-10-069, Nov. 2011.
- [47] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Online Database, Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff (nrg_bal_peh), 2020“. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_peh&lang=en
- [48] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Energy balances - early estimates, 2020“, Juni 2021. Zugegriffen: Juli 01, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_balances_-_early_estimates
- [49] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Online Database, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen (nrg_inf_epcrw), 2020“. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>
- [50] REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, „Renewables 2021, Global Status Report“. Zugegriffen: Juni 17, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf
- [51] European Wind Energy Association (EWEA), „Wind energy in Europe in 2019“. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2019.pdf> (zugegriffen Juli 06, 2020).
- [52] International Renewable Energy Agency (IRENA), „Renewable capacity statistics 2021“. Zugegriffen: Juni 08, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>
- [53] EurObserv'ER, „Solar thermal and concentrated solar power barometer 2021“, EurObserv'ER. <https://www.eurobserv-er.org/category/all-solar-thermal-and-concentrated-solar-power-barometers>
- [54] Eurostat, „Solar thermal collectors' surface, Data Explorer“. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_inf_stcs&lang=en (zugegriffen Juni 08, 2021).
- [55] ACEA - European Automobile Manufacturers' Association, „Fuel types of new cars: electric 10.5%, hybrid 11.9%, petrol 47.5% market share full-year 2020“. https://www.acea.auto/files/20210204_PRPC_fuel_Q4_2020_FINAL.pdf (zugegriffen Mai 19, 2021).
- [56] Observatoire des énergies renouvelables (Observ'ER), „All Biofuels barometers, A study carried out by EurObserv'ER“, Sep. 01, 2018. <https://www.eurobserv-er.org/category/all-biofuels-barometers/> (zugegriffen Juli 30, 2019).

- [57] IRENA, „World Energy Transitions Outlook, 1.5 ° C Pathway“, Juli 2021. Zugegriffen: Juli 19, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/March/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2021.pdf
- [58] IEA International Energy Agency, „World Energy Outlook 2020 – Analysis“, IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (zugegriffen Juli 15, 2021).
- [59] REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, „Renewables 2020, Global Status Report“. <https://www.ren21.net/gsr-2020/> (zugegriffen Juni 16, 2021).
- [60] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), „ZSW: Datenservice, 2020“. <https://www.zsw-bw.de/mediathek/datenservice.html#c6840> (zugegriffen Mai 20, 2021).
- [61] IRENA, „Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2021“. <https://www.irena.org/publications/2021/Oct/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2021> (zugegriffen am 25. Oktober 2020).
- [62] International Renewable Energy Agency (IRENA), „Global renewables outlook, energy transformation 2050; Edition:2020“. Zugegriffen: Juni 07, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf
- [63] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) et al., „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 EEG, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie – Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie, Abschlussbericht, März 2019.“, März 2019. Zugegriffen: Juli 15, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zsw-bw.de/uploads/media/zsv-boschund-partner-vorbereitung-begleitung-eeg.pdf>
- [64] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Evaluation des Marktanzreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017“, Okt. 01, 2018.
- [65] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), „Evaluation der inländischen KfW-Programme zur Förderung Erneuerbarer Energien in den Jahren 2017 und 2018, Gutachten im Auftrag der KfW Bankengruppe“. Zugegriffen: Juli 08, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Erneuerbare-Energien-Evaluation-2017-und-2018.pdf>

