



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

80 MILLIONEN GEMEINSAM FÜR
ENERGIEWECHSEL

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2022



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

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwk.de

Stand

Oktober 2023

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

Adobe Stock / reisezielinfo / Titel
istock / blacklight_trace / S. 11
istock / Mattes / S. 68
istock / bananajazz / S. 90

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 Klimaschutz 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

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	6
Einleitung.....	8
Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).....	10
Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland.....	11
EEG 2023 hebt Ausbauziele kräftig an.....	12
Strategien für Wind an Land und Photovoltaik.....	12
Bund-Länder-Kooperationsausschuss und Ausbaumonitoring.....	13
Energiewende im Wärmebereich.....	13
Elektromobilität: Schlüssel für Klimaschutz im Verkehr.....	14
Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie.....	15
Ausbau der erneuerbaren Energien.....	16
Strom.....	16
Anteil erneuerbarer Energien steigt auf 46 Prozent.....	16
Windenergieausbau nimmt nur langsam Fahrt auf.....	17
Windstromerzeugung steigt jedoch wieder deutlich an.....	17
Photovoltaik verstärkt den Aufwärtstrend.....	19
Biomasseverstromung bleibt stabil.....	19
Trockenheit dämpft Wasserkraft.....	20
Leistung und Stromerzeugung.....	22
Wärme.....	24
Erneuerbare Energien gewinnen in der Wärmeversorgung an Bedeutung.....	24
Leichter Anstieg bei Wärmeerzeugung aus Biomasse.....	25
Rekordertrag bei Solarwärme.....	26
Wärmepumpenmarkt mit kräftigem Wachstum.....	26
Verkehr.....	33
Absatz von Biokraftstoffen stabil.....	33
Elektroautos auf dem Vormarsch.....	33
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	36
Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	38
Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).....	40
Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG).....	42

EEG-Umlage und deren Abschaffung.....	42
Strom aus erneuerbaren Energien außerhalb des EEG.....	44
Ausbau der Photovoltaik.....	45
PV-Freiflächenanlagen.....	45
Photovoltaikanlagen auf Mehrparteiegebäuden.....	46
Volleinspeisungs-Modell.....	46
Mieterstrom-Modelle.....	46
Balkonkraftwerke.....	47
Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen.....	47
Investitionen in erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor.....	47
Dauerhafte Impulse durch den Anlagenbetrieb.....	50
Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland.....	51
Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich.....	53
Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	53
Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	54
KfW-Förderung im Rahmen BEG Wohngebäude und BEG Nichtwohngebäude.....	55
BAFA-Förderung im Rahmen der BEG Einzelmaßnahmen (EM).....	57
Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe (BAW).....	59
Förderung in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung.....	59
Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr.....	60
Biokraftstoffe und alternative Kraftstoffe.....	60
Elektromobilität.....	61
Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien.....	64
Datenplattformen der Bundesnetzagentur.....	66
Marktstammdatenregister – Daten für die Energiewende.....	66
SMARD – Strommarktdaten.....	67
Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union.....	68
Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2021 nach EU-Richtlinie.....	74
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU.....	74
Windenergienutzung.....	77
Stromerzeugung aus Solarenergie.....	82
Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung.....	85
Solarwärme.....	85
Umwelt- und Erdwärme.....	87
Erneuerbare Energien im Verkehrssektor.....	88

Teil III: Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien	90
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	92
Gesamter Endenergieverbrauch weltweit.....	92
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	92
Photovoltaik.....	94
Windenergie.....	94
Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren	95
Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien	96
Beschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor	98
Anhang	99
Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien	99
Internationale Agentur für Erneuerbare Energien – IRENA	99
Die Internationale Energieagentur – IEA	100
Energiekooperation in der G7 und G20	102
Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21	103
Internationale Konferenzen für erneuerbare Energien – IRECs	103
Berlin Energy Transition Dialogue – BETD	104
Clean Energy Ministerial – CEM	104
Mission Innovation – MI.....	104
Die International Solar Alliance – ISA.....	104
Methodische Hinweise	105
Methodische Änderungen.....	106
Neue Datenquelle zur Netzeinspeisung im Rahmen der Bilanzierung der Brutto- und Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien ab 2021	106
Aktualisierung der Methodik zur Erfassung der Wärmebereitstellung aus Wärmepumpen.....	106
Berechnungen nach Erneuerbare-Energien-Richtlinien (RED I und II).....	106
Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch ohne Anwendung der Berechnungsmethode nach RED.....	107
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	107
Umrechnungsfaktoren	109
Abkürzungsverzeichnis	110
Quellenverzeichnis	113

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergie- und Primärenergieverbrauch	16
Abbildung 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022.....	18
Abbildung 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	19
Abbildung 4: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch.....	20
Abbildung 5: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022 nach Energieträgern in Gigawatt (GW).....	21
Abbildung 6: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	22
Abbildung 7: Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je Energieträger.....	23
Abbildung 8: Anteile an installierter EE-Gesamtleistung und EE-Bruttostromerzeugung in den Jahren 2020, 2021 und 2022	24
Abbildung 9: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2022	26
Abbildung 10: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte.....	27
Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien	28
Abbildung 12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der Fernwärmeerzeugung.....	28
Abbildung 13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien unterteilt nach Endenergiesektoren.....	29
Abbildung 14: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalt.....	29
Abbildung 15: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im GHD-Sektor.....	30
Abbildung 16: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Industrie-Sektor.....	30
Abbildung 17: Entwicklung des Endenergieverbrauchs von oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme für Wärme und Kälte und der thermischen Leistung aus Wärmepumpen in Deutschland	31
Abbildung 18: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Deutschland	31
Abbildung 19: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus Solarthermie und der thermischen Anlagenleistung in Deutschland	32
Abbildung 20: Entwicklung des jährlichen Zubaus und der kumulierten Solarthermieanlagenfläche in Deutschland	32
Abbildung 21: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2022.....	34
Abbildung 22: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor	35
Abbildung 23: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr.....	35
Abbildung 24: Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2022	36
Abbildung 25: Steuern, Abgaben und Umlagen für Haushalte in ct/kWh.....	43
Abbildung 26: Steuern, Abgaben und Umlagen für Industrie in ct/kWh (ohne Stromsteuer).....	43
Abbildung 27: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach Stromeinspeisungs- und Erneuerbare-Energien-Gesetz.....	45
Abbildung 28: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2022	49
Abbildung 29: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2022 ...	51

Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland	52
Abbildung 31: Entwicklung der Beschäftigung in Betrieb und Wartung von EE-Anlagen in Deutschland.....	53
Abbildung 32: Neuzulassung von Pkw nach Treibstoff- und Antriebsarten in Deutschland, 2022	62
Abbildung 33: Entwicklung der Ladepunkte in Deutschland 2016 bis Juli 2023	63
Abbildung 34: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in der EU (bis 2020 gemäß EU-RL 2009/28/EG, ab 2021 gemäß EU-RL (EU) 2018/2001) und Zielvorgaben der Richtlinie über Energie aus erneuerbaren Quellen (RED, RED II und Revision der RED-II).....	70
Abbildung 35: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021.....	71
Abbildung 36: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Strom in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021.....	72
Abbildung 37: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021.....	73
Abbildung 38: Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021	73
Abbildung 39: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022.....	75
Abbildung 40: Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022... 77	77
Abbildung 41: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU-27 Ende des Jahres 2022	78
Abbildung 42: Windenergie an Land: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27)	79
Abbildung 43: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2022	79
Abbildung 44: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2022	80
Abbildung 45: Windenergie auf See: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27).....	80
Abbildung 46: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2022.....	81
Abbildung 47: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2022	81
Abbildung 48: Gesamte installierte Photovoltaikleistung in der EU-27 im Jahr 2022	83
Abbildung 49: Gesamte installierte solarthermische Leistung in der EU im Jahr 2022.....	86
Abbildung 50: Pkw-Neuzulassungen nach Treibstoff- und Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2022.....	88
Abbildung 51: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2021.....	92
Abbildung 52: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2022.....	93
Abbildung 53: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2022.....	93
Abbildung 54: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022	95
Abbildung 55: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen	96
Abbildung 56: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen	97
Abbildung 57: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2022	98
Abbildung 58: Energieflussbild 2022 für die Bundesrepublik Deutschland.....	105

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo.....	15
Tabelle 2:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2021 und 2022	17
Tabelle 3:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien	18
Tabelle 4:	Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	21
Tabelle 5:	Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in den Jahren 2021 und 2022	25
Tabelle 6:	Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte.....	27
Tabelle 7:	Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren in Deutschland.....	33
Tabelle 8:	Nutzung erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2021 und 2022	33
Tabelle 9:	Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien.....	34
Tabelle 10:	Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor.....	36
Tabelle 11:	Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2022.....	38
Tabelle 12:	Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2022	39
Tabelle 13:	Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	39
Tabelle 14:	Status quo und Ausbaupfade von Wind an Land und Solarenergie nach EEG 2023.....	40
Tabelle 15:	Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen.....	49
Tabelle 16:	Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen.....	50
Tabelle 17:	Übersicht der Förderzusagen im Rahmen der BEG in 2022	55
Tabelle 18:	Übersicht der Anzahl der Zusagen durch die KfW für den Bereich Wohnungsbau in 2022	56
Tabelle 19:	Übersicht der Anzahl der Zusagen durch die KfW für den Bereich Nichtwohngebäude in 2022 ...	56
Tabelle 20:	Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM im Jahr 2022.....	57
Tabelle 21:	Geförderte und installierte Wärmepumpen (WP) 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP).....	57
Tabelle 22:	Förderung von Biomasseheizungen 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP).....	58
Tabelle 23:	Förderung von Solarthermieanlagen 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP).....	58
Tabelle 24:	Förderung anderer Verwendungszwecke im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP).....	58
Tabelle 25:	KfW-Programm – Erneuerbare Energien „Premium“ 2022.....	60
Tabelle 26:	Entwicklung des Fahrzeugbestands.....	62
Tabelle 27:	Neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien/Klimaschutz	65
Tabelle 28:	Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten.....	71

Tabelle 29: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten	72
Tabelle 30: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland	74
Tabelle 31: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27	75
Tabelle 32: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2022.....	76
Tabelle 33: Entwicklung der installierten Photovoltaikleistung in der EU-27 in MW	84
Tabelle 34: Biokraftstoffverbrauch in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27) in den Jahren 2021 und 2022	89
Tabelle 35: Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren	97

Einleitung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der neuen Ausgabe 2023 der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ stellt Ihnen das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aktuelle Daten zur Nutzung der erneuerbaren Energien in Deutschland, in der EU und weltweit bis zum Jahr 2022 vor.

Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Daten zeigen im Detail, wie weit wir mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bis Ende 2022 gekommen sind. Sie sind damit ein wichtiger Indikator dafür, ob die bisherigen Weichenstellungen in dieser Legislaturperiode zum beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien greifen und wo wir für den weiteren Weg hin zu einem klimaneutralen Deutschland noch nachsteuern müssen.

Zusammengefasst stellt sich der Stand der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022 für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wie folgt dar:

Strom

Durch gute Windverhältnisse, eine hohe Zahl an Sonnenstunden und einen deutlichen Zuwachs an Photovoltaikanlagen ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Vorjahr um gut 7 % auf 254 Terawattstunden (TWh) angestiegen. Bei gleichzeitig sinkendem Stromverbrauch konnte der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Stromverbrauch um viereinhalb Prozentpunkte auf 46,0 % ansteigen.

Wärme

Die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien ist gegenüber dem Vorjahr deutlich um 6 % auf 211,7 TWh angestiegen. Insbesondere die in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine erzielten Einsparungen beim Erdgasverbrauch im Wärmesektor führten zusätzlich dazu, dass der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch kräftig von 15,8 auf 18,2 % anstieg.

Verkehr

Bei leicht gesunkenem Biodiesel- und leicht gestiegenem Bioethanolabsatz blieb der Verbrauch von Biokraftstoffen auf Vorjahresniveau. Der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien stieg insbesondere durch die Elektromobilität an. Dem stand ein insgesamt gesteigener Energieverbrauch im Verkehrssektor gegenüber, so dass der Anteil erneuerbarer Energien nur geringfügig auf 6,9 % anstieg.

Mit dem Ausbau und der Nutzung erneuerbarer Energien sind positive ökologische und ökonomische Effekte verbunden, die sich für das Jahr 2022 wie folgt darstellen:

Vermeidung von Treibhausgasemissionen

Die Nutzung erneuerbarer Energien vermindert die Verbrennung fossiler Energieträger und vermeidet so die damit verbundene Emission von Treibhausgasen. Im Jahr 2022 wurden dadurch insgesamt 237 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente Treibhausgasemissionen vermieden.

Investitionen und wirtschaftliche Impulse

Erneuerbare Energien sind ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Deutschland. Im Jahr 2022 stiegen die Investitionen in neue Anlagen im dritten Jahr in Folge auf nunmehr 21,9 Mrd. Euro an. Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb der insgesamt installierten Anlagen stiegen ebenfalls weiter an auf 23,8 Mrd. Euro.

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

Über die Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien hinaus thematisiert diese Publikation auch die Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen wie bei wichtigen Gesetzen und Förderprogrammen sowie bei Forschung und Entwicklung.

Neben der Entwicklung in Deutschland finden sich im zweiten Teil der Broschüre auch umfangreiche Informationen zur Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union sowie zu den Rahmenbedingungen und Zielen, die

sich die EU gesetzt hat. Den dritten Teil schließlich bildet der Blick auf den Stand der weltweiten Nutzung erneuerbarer Energien.

Diese Broschüre wurde mit fachlicher Unterstützung durch das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart erstellt. Alle aufgeführten Daten haben den Stand zum Redaktionsschluss im Oktober 2023. An einigen Stellen haben sie noch immer vorläufigen Charakter. Das BMWK veröffentlicht parallel zu dieser Broschüre auf seinen Internetseiten regelmäßig aktualisierte Zeitreihen sowie vielfältige Schaubilder zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ab dem Jahr 1990. Dort finden sich die kompletten Datensätze seit dem Jahr 1990, während sich diese Broschüre der Übersichtlichkeit halber zumeist auf den Zeitraum seit 2005 beschränkt (aktuelle Informationen unter [Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland](#) und [Grafiken und Diagramme der AGEE-Stat](#)).

Vielfältige weiterführende Informationen zu den erneuerbaren Energien und zur Energiewende in Deutschland finden Sie im Online-Angebot des [BMWK](#) und im [Informationsportal Erneuerbare Energien](#).

Ihr Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Berlin, im Oktober 2023

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 Klimaschutz (BMWK). Die Ergebnisse der Arbeiten der AGEE-Stat sind insbesondere im nationalen Teil die Datengrundlage 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 Klimaschutz (BMWK)
- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)
- das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
- das Umweltbundesamt (UBA)
- das Statistische Bundesamt (StBA)
- die Bundesnetzagentur (BNetzA)
- die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
- das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) als Vertretung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (AGEB)

Die AGEE-Stat wird im Rahmen eines Forschungsauftrags von einem Konsortium wissenschaftlicher Einrichtungen unterstützt. Projektpartner sind das Leipziger Institut für Energie (IE Leipzig) in koordinierender Funktion, das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fh-ISE), das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ), die Deutsche

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

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 1.8 „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,

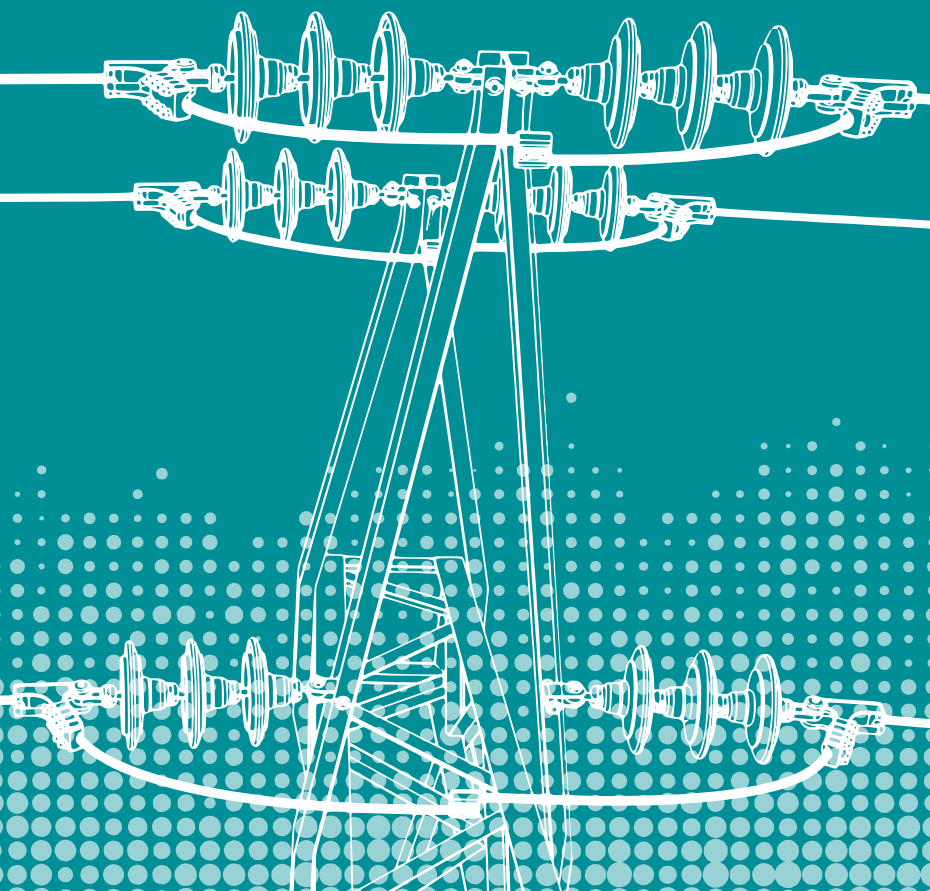
- eine Grundlage für die verschiedenen nationalen, EU-weiten und internationalen Berichtspflichten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien zu legen,
- Informationen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien für die Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Zur Verbesserung der Datenbasis und der wissenschaftlichen Berechnungsmethoden werden im Rahmen der AGEE-Stat verschiedene Forschungsarbeiten durchgeführt und veröffentlicht. Auch Workshops und Fachgespräche mit Expertinnen und 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 dem [Informationsportal Erneuerbare Energien](#) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz sowie auf den Seiten der [Geschäftsstelle der AGEE-Stat am Umweltbundesamt](#) zu finden.

Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland

Deutschland hat in seinem Klimaschutzgesetz das Ziel verankert, bis zum Jahr 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Von zentraler Bedeutung hierfür ist die Energiewende, also die Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien, flankiert durch Maßnahmen für den sparsamen Umgang mit Energie und Effizienzsteigerungen. Ein Schlüsselement ist die vollständige Dekarbonisierung unserer Stromversorgung mit dem Etappenziel eines Anteils von 80 % erneuerbare Energien am Stromverbrauch bis 2030. Mit der Energiewende sorgen wir auch dafür, dass die Energieversorgung in Deutschland sicher und bezahlbar bleibt. Denn der russische Angriffskrieg auf die Ukraine hat uns drastisch vor Augen geführt, mit welchen Risiken unsere Abhängigkeit von Energieimporten verbunden ist. Die Energiewende ist damit der Schlüssel für Deutschlands Weg in eine ökologisch und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft.



Im Jahr 2022 stammten erstmals 46 % unseres Bruttostromverbrauchs aus Wind, Sonne, Biomasse und Wasserkraft. Damit haben wir schon ein gutes Stück Weg der Energiewende zurückgelegt und der Trend ist weiter positiv. Die voranschreitende Energiewende im Strombereich ist zudem für jeden sichtbar, denn Windenergieanlagen drehen sich inzwischen nahezu überall im Land und vom jüngsten Aufschwung beim Ausbau der Photovoltaik zeugen nicht zuletzt Installationsarbeiten auf zahllosen Dächern.

Um die weiteren Etappenziele der Energiewende zu erreichen, bedarf es jedoch noch erheblicher Steigerungen beim Ausbautempo von Windenergie und Photovoltaik. Zudem hinken die Bereiche Wärme und Verkehr bei der Energiewende und im Klimaschutz noch deutlich hinterher. Die Politik der Bundesregierung zielt daher ganz wesentlich darauf ab, hier nachzusteuern. Bereits im Jahr 2021 wurden deshalb wesentliche Maßnahmen zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem sogenannten „Osterpaket“ auf den Weg gebracht. Mit diesem umfangreichen Energiesofortmaßnahmenpaket, bestehend aus der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), dem Wind-an-Land-Gesetz, dem Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG), der Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) und des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG), hat die Bundesregierung wesentliche Hemmnisse beseitigt und dem Ausbau der erneuerbaren Energien bereits einen spürbaren Schub gegeben.

EEG 2023 hebt Ausbauziele kräftig an

Mit dem am 1. Januar 2023 in Kraft getretenen EEG 2023 wird der Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich massiv beschleunigt. In ihm ist das Ziel verankert, dass bereits im Jahr 2030 mindestens 80 % des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Dafür schafft das EEG 2023 die erforderlichen Rahmenbedingungen. Das neue Ausbauziel bedeutet fast eine Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien innerhalb von weniger als einem Jahrzehnt. In absoluten Zahlen ist die Aufgabe noch größer, denn gleichzeitig wird der Stromverbrauch ansteigen, z. B. durch die zunehmende Elektrifizierung von Industrieprozessen, Wärme-

versorgung und Verkehr. So sollen im Jahr 2030 bis zu 600 Terawattstunden (TWh) Strom aus erneuerbaren Energien – insbesondere Wind- und Sonnenenergie – erzeugt werden. Im Jahr 2022 waren es erst etwa 254 TWh. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, werden die Ausbaupfade und Ausschreibungsmengen für Windenergie und Photovoltaik für die Zeit bis 2028/29 deutlich angehoben. Die Ausschreibungsmengen für die Windenergie auf See werden zudem durch die parallele Novelle des Windenergie-auf-See-Gesetzes angehoben.

Zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in allen Rechtsbereichen wurde im EEG 2023 der Grundsatz verankert, dass die Nutzung erneuerbarer Energien im überragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient. Daneben enthält es zahlreiche Einzelmaßnahmen, um die Rahmenbedingungen für den Ausbau insbesondere von Wind an Land sowie Photovoltaikanlagen zu verbessern, Akzeptanz und aktive Teilhabe der Bürgerinnen und Bürger an der Energiewende zu stärken und weitere Weichen für ein klimaneutrales Stromsystem der Zukunft zu stellen.

Bis Ende des Jahres 2030 soll nach dem EEG 2023 bei Windenergie an Land eine Leistung von 115 Gigawatt (GW) und bei Photovoltaik von 215 GW am Netz sein. Insbesondere zur Stärkung der Windenergienutzung an Land wurden mit dem EEG 2023 entscheidende Maßnahmen auf den Weg gebracht. So wurde das so genannte Referenzertragsmodell angepasst, um auch weniger windstarke Standorte entwickeln zu können und so den Windenergieausbau insbesondere in Süddeutschland stärker anzureizen. Die bestehende Regelung für die finanzielle Beteiligung der Kommunen wurde weiterentwickelt und soll zukünftig zum Regelfall werden. Zudem wurde die Degression der Vergütungshöchstsätze ausgesetzt und die Bundesnetzagentur erhält die Möglichkeit, diese Sätze beispielsweise bei steigenden Stromgestehungskosten um bis zu 25 % anzupassen.

Strategien für Wind an Land und Photovoltaik

Im Mai 2023 hat das BMWK weiterführende Strategien für den Ausbau von Windenergie-an-Land

und Photovoltaik vorgestellt, deren Entwicklung von einem öffentlichen Konsultationsprozess begleitet worden war. Die Windenergie-an-Land-Strategie enthält zwölf Maßnahmenpakete, die das Erreichen der Ausbauziele sicherstellen sollen. Die Maßnahmen behandeln energiewirtschaftliche, planungs- und genehmigungsrechtliche Punkte, aber auch gesellschaftspolitische Aspekte bis hin zur Fachkräftesicherung und Förderung der technologischen Entwicklung. Ein Teil der Maßnahmen wird bereits umgesetzt, für die restlichen soll die Umsetzung noch im laufenden Jahr angeschoben werden.

Mit der Photovoltaik-Strategie hat das BMWK insgesamt elf Handlungsfelder identifiziert, auf denen der Photovoltaikausbau in Deutschland vereinfacht und beschleunigt werden soll. Die avisierten Maßnahmenpakete adressieren sowohl konkrete Vereinfachungen bei Zulassung, Bau und Anschluss von PV-Anlagen als auch weitere Themen wie die Förderung von Ausbildung und Forschung. Ein großer Teil der Strategie wird bereits mit dem Solarpaket umgesetzt, das im August vom Bundeskabinett beschlossen wurde. Es sieht Änderungen im EEG, im Energiewirtschaftsgesetz sowie weiteren Gesetzen vor. Diese betreffen beispielsweise die Flexibilisierung der Direktvermarktungspflicht, die Vereinfachung der Anlagenzusammenfassung für Dachanlagen und die Einführung der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung als bürokratiearmes Modell zur Lieferung von PV-Strom innerhalb eines Gebäudes. Weitere Informationen dazu finden Sie im Kapitel „Ausbau der Photovoltaik“.

Bund-Länder-Kooperationsausschuss und Ausbaumonitoring

Bund und Länder wollen den Ausbau der erneuerbaren Energien besser miteinander abstimmen und enger zusammenarbeiten. Hierfür ist im EEG der Kooperationsausschuss der zuständigen Staatssekretärinnen und Staatssekretäre von Bund und Ländern verankert, der Ziele und Umsetzungsstand beim Ausbau der erneuerbaren Energien koordinieren soll. Die Länder berichten dem im BMWK angesiedelten Sekretariat des Kooperationsausschusses jährlich über den Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien für das Vorjahr. Der Ausschuss wertet diese Informationen aus und legt der

Bundesregierung jedes Jahr einen entsprechenden Bericht vor. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf dem Stand der Flächenausweisungen sowie der Genehmigungen für Windenergieanlagen an Land. Hintergrund ist z. B. das am 1. Februar 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG), nach dem bis Ende des Jahres 2027 1,4 % und bis Ende 2032 2 % der Landesfläche Deutschlands für die Windenergienutzung ausgewiesen sein müssen. Die Ziele wurden auf die Bundesländer unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Voraussetzungen verteilt und betragen für das Jahr 2032 zwischen 0,5 % für die Stadtstaaten und bis zu 2,2 % für Flächenländer wie Niedersachsen, Brandenburg oder Rheinland-Pfalz. Hier kommt somit der Entwicklung in den einzelnen Bundesländern besondere Bedeutung zu. Auf Basis des Berichts des Kooperationsausschusses unterrichtet die Bundesregierung den Bundestag sowie die Regierungschefinnen und -chefs der Länder bis zum Jahresende, ob die erneuerbaren Energien in einer zur Erreichung des 80 %-Ziels (80 % Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch) erforderlichen Geschwindigkeit ausgebaut und die im EEG festgelegten Zwischenziele erreicht werden.

Energiewende im Wärmebereich

Während die Energiewende im Strombereich schon weit fortgeschritten ist und viele Maßnahmen zur Beschleunigung auf den Weg gebracht wurden, besteht im Wärmebereich noch großer Nachholbedarf. Zudem hat uns die Energiepreiskrise in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine im Winter 2022/23 drastisch vor Augen geführt, dass wir unsere Abhängigkeit von Energieimporten deutlich reduzieren müssen. Mit einer Überarbeitung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) hat die Bundesregierung deshalb auch beim Heizen den Umstieg auf erneuerbare Energien eingeleitet. Zukünftig sollen neu eingebaute Heizungen verpflichtend mindestens 65 % erneuerbare Energie zum Heizen nutzen. Die Regelung zum Umstieg auf erneuerbare Energien soll zeitlich gestaffelt für alle neuen Heizungen eingeführt werden: In den meisten Neubauten zum 1.1.2024, in Bestandsgebäuden sowie Neubauten, die in Baulücken errichtet werden, spätestens mit Ablauf der Fristen für die Wärmeplanung Mitte 2026 oder 2028. Bestehende

Gas- und Ölheizungen, die ordnungsgemäß betrieben werden, können jedoch weitergenutzt werden. Wenn eine Heizung defekt ist, kann sie zudem repariert und dann ebenfalls weitergenutzt werden.

Da nicht jeder Haushalt in der Lage ist, die Investitionskosten für eine neue klimafreundliche Heizungsanlage allein zu tragen, werden den Bürgerinnen und Bürgern mit der bewährten Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) direkte Zuschüsse zu den Investitionskosten und neu auch ein Ergänzungskredit angeboten. Auch weiterhin werden energetische Sanierungsmaßnahmen sowie Komplettanierungen gefördert. Gemeinsam mit dem Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) hat das BMWK zudem das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG) auf den Weg gebracht. Es wurde am 16.08.2023 im Bundeskabinett beschlossen und soll zeitnah in Kraft treten. Das Wärmeplanungsgesetz bildet neben dem novellierten GEG die zweite Säule einer effizienten und klimaneutralen Wärmeversorgung der Zukunft. Die Wärmeplanung ist ein wichtiges Instrument für die Wärmewende, weil sie zur Koordinierung der lokalen Infrastrukturentwicklung beiträgt und Planungssicherheit schafft. Neben der verpflichtenden und flächendeckenden Einführung der Wärmeplanung sieht das WPG vor, dass Wärmenetze ab 2030 zu mindestens 30%, ab 2040 zu mindestens 80% und ab 2045 vollständig aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden.

Eine wichtige Rolle wird bei der zukünftigen Erfüllung der gesetzlichen Pflichten nach dem GEG die Wärmepumpe spielen. Für diese Technologie ist deshalb ein zügiger Markthochlauf erforderlich. Mit einem breiten Bündnis aus Wirtschaft, Industrie, Handwerk, Forschung, Wissenschaft und den Gewerkschaften hat die Bundesregierung deshalb im Jahr 2022 eine Wärmepumpenoffensive gestartet. Diese hat das Ziel, ab 2024 den jährlichen Einbau von mindestens 500.000 Wärmepumpen in Gebäuden zu ermöglichen. Das Eckpunktepapier für den 2. Gipfel der Offensive am 16.11.2022 leitete auch den Ausarbeitungsprozess für einen konkreten kurzfristigen Fahrplan ein, der seit Februar 2023 vorliegt und dynamisch weiterentwickelt wird. Ein erstes Update des Fahrplans wurde im

September 2023 veröffentlicht und zeigt die Vielfalt an bereits angestoßenen und umgesetzten Maßnahmen. Seit April 2023 unterstützt die Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe (BAW) die Qualifikation von Fachkräften.

Elektromobilität: Schlüssel für Klimaschutz im Verkehr

Elektromobilität ist weltweit der Schlüssel für klimafreundliche Mobilität. Mit dem Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2030 mindestens 15 Millionen vollelektrische PKW auf die Straßen zu bringen und eine Million öffentlich zugängliche Ladestationen zu installieren, soll Deutschland Leitmarkt für die Elektromobilität werden. Ende des Jahres 2022 waren in Deutschland bereits 1,9 Mio. Elektrofahrzeuge unterwegs, über 830.000 wurden allein im Jahr 2022 neu zugelassen. Zentraler Baustein für die Förderung des Hochlaufs der Elektromobilität ist der Umweltbonus, eine Kaufprämie, die gemeinsam vom Bund und den Automobilherstellern getragen wird. Seit dem 1.1.2023 hat die Bundesregierung diese Förderung neu strukturiert und die Zahlung des Umweltbonus für Plug-in-Hybride beendet und auf rein batterieelektrische Fahrzeuge konzentriert. Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II hat die Bundesregierung zudem eine Gesamtstrategie für den Ausbau der Ladeinfrastruktur entwickelt. Um alle dort enthaltenen Maßnahmen effizient zu koordinieren, haben BMWK und BMDV eine interministerielle Steuerungsgruppe (ISLa) eingerichtet, deren wichtigste Aufgabe in der besseren Verbindung zwischen dem Ausbau der Ladeinfrastruktur und der Optimierung der dazugehörigen Stromnetze besteht. Denn der Elektromobilität kommt nicht nur Bedeutung im Verkehr, sondern für die Energiewende insgesamt zu. So können im Zuge der Kopplung der Ladeinfrastruktur mit den Stromnetzen zukünftig E-Autos vor allem dann geladen werden, wenn volatile Wind- und Solarstrommengen im Überschuss und damit kostengünstig zur Verfügung stehen, und zu anderen Zeiten bidirektional ins Stromsystem zurückspeisen. Damit werden smarte und bidirektionale Ladeinfrastrukturen eine wesentliche komplementäre Funktion im erneuerbaren Stromsystem haben.

Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie

Grüner bzw. sogenannter kohlenstoffarmer Wasserstoff spielt für die Dekarbonisierung unseres Energiesystems eine wichtige Rolle als Energieträger in der Industrie, bei schweren Nutzfahrzeugen sowie auch im Luft- und Schiffsverkehr v. a. in Form von über das Power-to-Liquid-Verfahren erzeugten Treibstoffen. Im Stromsektor wird er zudem mit smarten Infrastrukturen einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit erbringen. Die im Jahr 2020 beschlossene Nationale Wasserstoffstrategie hat deshalb einen Rahmen für Investitionen in die Wasserstoffinfrastruktur geschaffen und so einen wichtigen Impuls für die Etablierung einer deutschen Wasserstoffwirtschaft gesetzt. Die Bundesregierung hat im Juli 2023 eine Fortschreibung der Strategie beschlossen, um sie an das gesteigerte Ambitionsniveau im Klimaschutz und die neuen Herausforderungen am Energiemarkt anzupassen. Mit ihr wird der nächste Schritt für den Markthochlauf gesetzt: von Forschung und

Demonstration hin zur Produktion von grünem Wasserstoff in großem Maßstab. So wurde das Ziel für die heimischen Elektrolysekapazitäten im Jahr 2030 von 5 GW auf mindestens 10 GW erhöht. Bis 2027/2028 wird in Deutschland zudem ein Wasserstoffstartnetz mit mehr als 1.800 km umgestellten und neu gebauten Wasserstoffleitungen aufgebaut. Über die Impulse, die die fortgeschriebene Nationale Wasserstoffstrategie für die Industrie setzt, soll Deutschland bis zum Jahr 2030 Leitanbieter für Wasserstofftechnologien werden.

Der Fortschritt des Ausbaus der erneuerbaren Energien muss fortlaufend verfolgt werden, um jederzeit zielgerichtet mit geeigneten Maßnahmen nachsteuern zu können. Diese Publikation möchte mit den im Folgenden zusammengetragenen Daten Transparenz herstellen. Die hier veröffentlichten Daten liefern darüber hinaus auch eine wichtige Grundlage für die Erfüllung zahlreicher Berichtspflichten der Bundesregierung zu den erneuerbaren Energien auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Tabelle 1: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

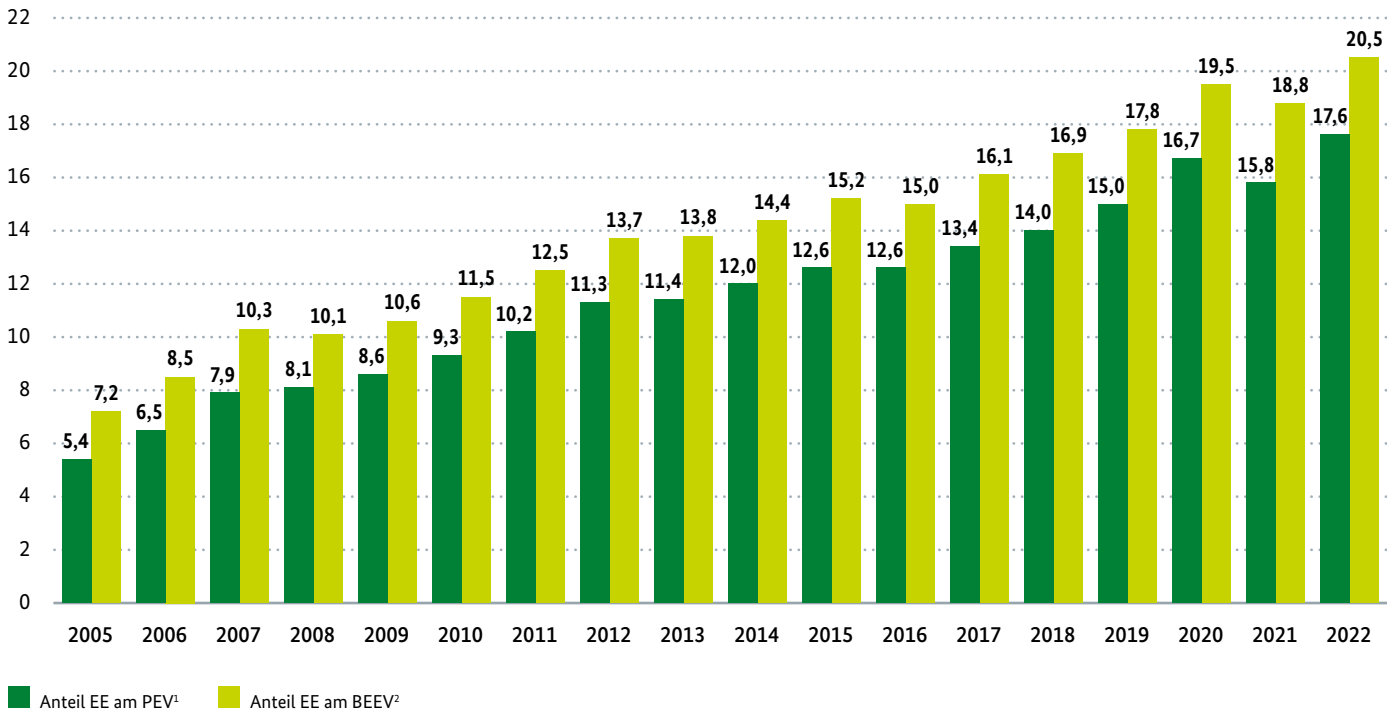
Kategorien	2021	2022	Zielwerte bis 2030
Anteil erneuerbarer Energien	[%]		
am Bruttoendenergieverbrauch	18,8	20,5	45 ²
am Bruttostromverbrauch	41,5	46,0	80 ³
am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte ¹	15,8	18,2	49 ⁴
am Endenergieverbrauch Verkehr	6,8	6,9	29 ⁵
am Primärenergieverbrauch	15,8	17,6	-39,3 ⁶
Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien	Mio. t CO₂-Äq.		
Gesamte Treibhausgas-Vermeidung	219,1	236,6	-
davon durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch	142,2	154,7	-
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien	Mrd. Euro		
Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen	14,5	21,9	-
Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	20,3	23,8	-

- 1 inkl. Fernwärmeverbrauch
- 2 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); 42,5 % sind wie bisher als verbindlich durch die Mitgliedsländer zu erbringen. Hinzu kommt ein indikatives zusätzliches Ziel von 2,5 %. Dieses „Top-up“ soll durch weitergehende freiwillige Beiträge der Mitgliedstaaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. [1]
- 3 Zielwert der Bundesregierung nach Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG 2023) [2]
- 4 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II)
- 5 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); die neuen verbindlichen Unterziele im Verkehr umfassen eine Kombination von strombasierten erneuerbaren Kraftstoffen (RFNBOs) und fortschrittlichen Biokraftstoffen. Dieses Unterziel liegt bei 5,5 %, davon soll 1 % durch Wasserstoff und andere strombasierte Brennstoffe (RFNBOs) abgedeckt werden.
- 6 Zielwert gemäß Energieeffizienzgesetz (EnEFG): Das Ziel ist den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2008 bis zum Jahr 2030 um mindestens 39,3 % auf einen Primärenergieverbrauch von 2.252 TWh zu senken.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland [3], vorläufige Angaben

Abbildung 1: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergie- und Primärenergieverbrauch

in Prozent (%)



■ Anteil EE am PEV¹ ■ Anteil EE am BEEV²

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 ohne Berücksichtigung spezieller Rechenvorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EG. Nähere Informationen zur Berechnungsmethodik der Anteile am Bruttoendenergieverbrauch siehe im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

Nach der aktualisierten EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II)[1] ist bis zum Jahr 2030 ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 45% vorgegeben.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 2), vorläufige Angaben

Ausbau der erneuerbaren Energien

Strom

Anteil erneuerbarer Energien steigt auf 46 Prozent

Nachdem der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch im Vorjahr erstmals seit Beginn der Energiewende rückläufig war, konnte er im Jahr 2022 wieder kräftig um viereinhalb Prozentpunkte auf nunmehr 46,0% zulegen (2021: 41,5%). Der Aufwärtstrend war zum einen auf ungewöhnlich hohe Sonnenstundenzahlen bei weiter beschleunigtem Photovoltaikausbau zurückzuführen. Dadurch stieg die Solarstromerzeugung gegenüber dem Vorjahr um 19% bzw.

9,8 TWh an. Zum anderen waren auch die Windverhältnisse besser als im Vorjahr, so dass auch die Windstromerzeugung um 10,6 TWh bzw. 9% anstieg. Deutlich rückläufig war aufgrund der Trockenheit hingegen die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft.

Unter dem Strich verzeichnete die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien ein Plus von 7,3% auf 254,2 TWh (2021: 236,9 TWh). Gleichzeitig ging der gesamte Bruttostromverbrauch aufgrund der Einsparmaßnahmen in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine gegenüber dem Vorjahr um 3,4% auf 552,1 TWh zurück (2021: 571,5 TWh), was den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch zusätzlich ansteigen ließ.

Windenergieausbau nimmt nur langsam Fahrt auf

Im Jahr 2022 wuchs die installierte Leistung der Windenergie an Land um 2.110 Megawatt (MW), ein Anstieg um 30 % gegenüber dem Vorjahreszubau (2021: 1.628 MW). Damit hat der Windenergiezubau nach seinem Tiefpunkt im Jahr 2019 das dritte Jahr in Folge zugelegt. Dennoch ist der Wert noch sehr weit von den künftigen jährlichen Ausbaumengen entfernt, die realisiert werden müssen, um die Zielmarke von 80 % erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Ende des Jahres 2022 waren damit deutschlandweit 58.014 MW Windenergieleistung an Land installiert. Auch bei der Windenergie auf See konnte im Jahr 2022 nach der Stagnation des Zubaus im Vorjahr wieder ein Leistungszubau von 342 MW verzeichnet werden. Die installierte Leistung stieg somit auf 8.149 MW.

Windstromerzeugung steigt jedoch wieder deutlich an

Bei der Stromerzeugung aus Windenergie machten sich vor allem bessere Windverhältnisse bemerkbar. Nach einem deutlichen Einbruch im Vorjahr in Folge sehr schwachen Windaufkommens konnte so wieder eine Steigerung der Windstromerzeugung an Land um 11 % auf 99,7 TWh (1 TWh = 1 Mrd. kWh) verzeichnet werden (2021: 89,8 TWh). Die Windstromerzeugung auf See nahm nur leicht um 3 % auf 25,1 TWh zu (2021: 24,4 TWh). In der Summe wurden im Jahr 2022 somit 124,8 TWh Strom aus Wind erzeugt, gut 9 % mehr als im Vorjahr (2021: 114,2 TWh). Die Windenergie deckte damit 22,6 % des Bruttostromverbrauchs und blieb die wichtigste Stromquelle in Deutschland.

Tabelle 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2021 und 2022

	Erneuerbare Energien 2021		Erneuerbare Energien 2022	
	Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%)	Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%)
Wasserkraft ¹	19.657	3,4	17.625	3,2
Windenergie an Land	89.795	15,7	99.692	18,1
Windenergie auf See	24.374	4,3	25.124	4,6
Photovoltaik	50.472	8,8	60.304	10,9
biogene Festbrennstoffe ²	10.738	1,9	10.254	1,9
biogene flüssige Brennstoffe	210	0,04	97	0,02
Biogas	30.552	5,3	30.469	5,5
Biomethan	3.273	0,6	3.098	0,6
Klärgas	1.576	0,3	1.553	0,3
Deponiegas	229	0,04	201	0,04
biogener Anteil des Abfalls ³	5.792	1,0	5.562	1,0
Geothermie	244	0,04	206	0,04
Summe erneuerbare Energien	236.912	41,5	254.185	46,0

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

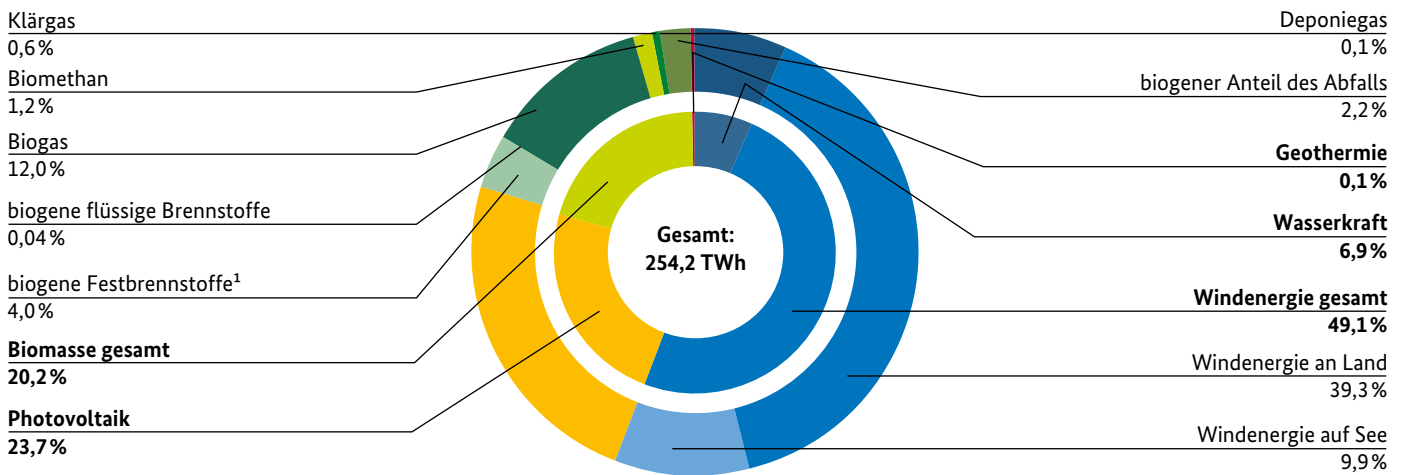
2 inkl. Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

4 1.000 GWh = 1 TWh

5 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2021: 571,5 TWh, 2022: 552,1 TWh ([3], AGEE-Stat-Zeitreihen: Tabellenblatt 7)

Abbildung 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022



1 inkl. Klärschlamm

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 3), vorläufige Angaben

Tabelle 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasserkraft ¹	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Biomasse ²	Geothermie	Summe Bruttostromerzeugung	Anteil EE an der Bruttostromerzeugung ⁴	Anteil EE am Bruttostromverbrauch ⁴
	(GWh) ³						(GWh) ³	(%)	(%)
2005	19.638	27.774	0	1.308	14.818	0,2	63.538	10,2	10,3
2006	20.031	31.324	0	2.265	19.175	0,4	72.795	11,4	11,7
2007	21.170	40.507	0	3.137	25.185	0,4	89.999	14,0	14,4
2008	20.443	41.385	0	4.508	28.752	18	95.106	14,8	15,3
2009	19.031	39.382	38	6.715	31.789	19	96.974	16,3	16,6
2010	20.953	38.371	176	11.963	34.955	28	106.446	16,8	17,2
2011	17.671	49.280	577	19.991	38.109	19	125.647	20,5	20,6
2012	21.755	50.948	732	26.744	44.886	25	145.090	23,0	23,8
2013	22.998	51.819	918	30.621	47.241	80	153.677	24,0	25,3
2014	19.587	57.026	1.471	35.448	50.111	98	163.741	26,1	27,5
2015	18.977	72.340	8.284	38.076	52.263	133	190.073	29,3	31,6
2016	20.546	67.650	12.274	37.556	52.905	175	191.106	29,4	31,8
2017	20.150	88.018	17.675	38.761	52.907	163	217.674	33,3	36,2
2018	18.098	90.484	19.467	44.320	52.734	178	225.281	35,0	37,9
2019	20.135	101.150	24.744	45.221	52.152	197	243.599	39,9	42,2
2020	18.721	104.796	27.306	49.496	52.989	231	253.539	44,0	45,5
2021	19.657	89.795	24.374	50.472	52.370	244	236.912	40,2	41,5
2022	17.625	99.692	25.124	60.304	51.234	206	254.185	43,9	46,0

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% angesetzt)

3 1.000 GWh = 1 TWh

4 Bezug auf AGEE-Stat-Zeitreihen: Tabellenblatt 7, [3]

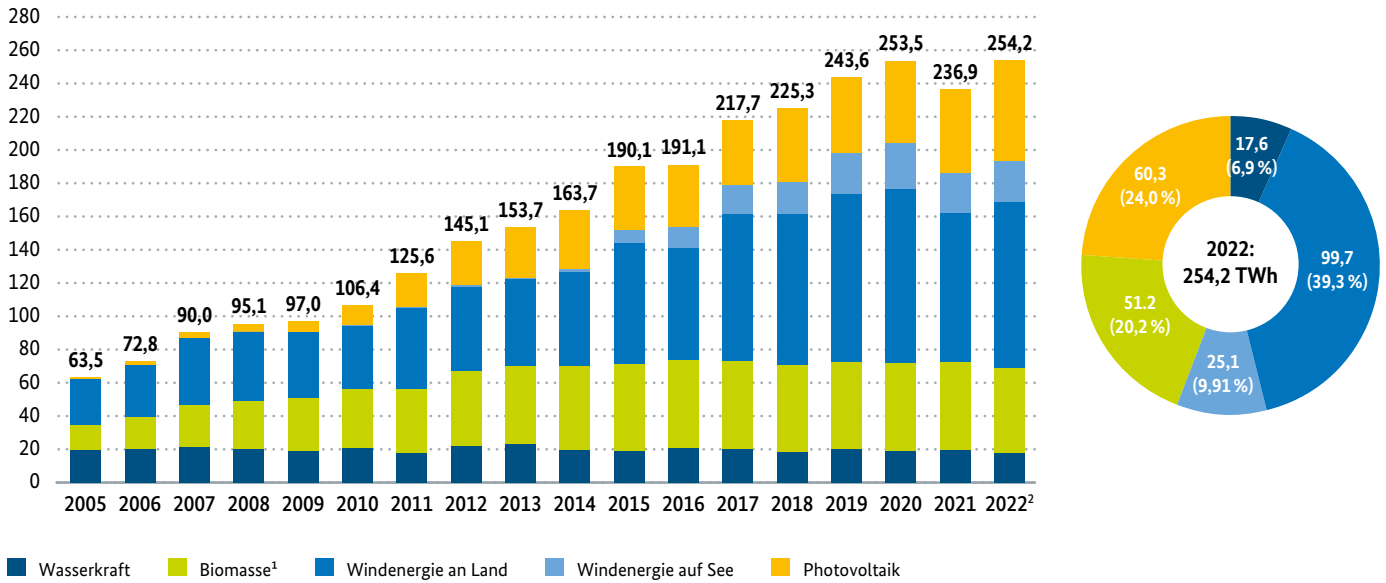
Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung umfasst die gesamte in Deutschland erzeugte Strommenge (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz Deutschland), also auch exportierte Strommengen, die der Versorgung in Deutschland nicht zur Verfügung stehen.

Der Anteil an der Bruttostromerzeugung ist eine alternative Berechnungsmöglichkeit zum üblicherweise genutzten Anteil am gesamten inländischen Bruttostromverbrauch. In nationalen und internationalen Berichtspflichten wird der Anteil am Bruttostromverbrauch verwendet, weil so länderübergreifende Vergleiche ohne die Betrachtung von importierten oder exportierten Strommengen möglich sind.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 3), vorläufige Angaben

Abbildung 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Bruttostromerzeugung in TWh



- 1 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm und biogener Anteil des Abfalls
- 2 Zur Stromerzeugung der einzelnen Technologien siehe Tabelle 3

Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt. Dargestellt sind die Strommengen der Jahre 2005-2022. Die Zielmarke für die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2030 beträgt nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 600 TWh [2].

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 3), vorläufige Angaben

Photovoltaik verstärkt den Aufwärtstrend

Der bereits seit Jahren zu beobachtende Aufwärtstrend bei den Photovoltaik-Installationen verstärkte sich im Jahr 2022 noch einmal. Mit 7.441 Megawatt (MW) wurden 30% mehr Photovoltaikleistung zugebaut als noch im Vorjahr (2021: 5.724 MW). Damit näherte sich der Ausbau wieder den Rekordjahren 2011/2012 an, als jeweils rund 8.000 MW neu installiert wurden. Für die Erreichung der Erneuerbaren-Ziele im Strombereich wird in den kommenden Jahren jedoch ein noch viel stärkerer Ausbau von bis zu 22.000 MW pro Jahr notwendig sein.

Von der im Jahr 2022 neu installierten Leistung entfielen 54% auf kleinere, vor allem gebäudegebundene Anlagen mit einer Leistung unter 750 Kilowatt (kW) bzw. bis 1 MW (ab Juli 2022), die eine garantierte Einspeisevergütung erhalten. Weitere 34% entfielen auf größere Anlagen, die in den EEG-Ausschreibungen einen Zuschlag erhielten und somit ebenfalls Anspruch auf eine feste Einspeisevergütung haben. Die restlichen

12% wurden außerhalb des EEG ohne festen Vergütungsanspruch errichtet.

Insgesamt waren Ende des Jahres 2022 in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 67.479 MW installiert. Während sich die Leistung gegenüber dem Vorjahr um 12% erhöhte, fiel die Steigerung der Stromerzeugung mit 19% auf 60,3 TWh im Jahresvergleich höher aus (2021: 50,5 TWh). Ursächlich hierfür war eine sehr hohe Zahl von Sonnenstunden im Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) 2022. So lag die deutschlandweit gemittelte Globalstrahlung im Mai um 23%, im Juli um 19% und im August sogar um 30% über der des Vorjahres.

Biomasseverstromung bleibt stabil

In den vergangenen Jahren waren noch deutliche Zuwächse bei den Stromerzeugungskapazitäten aus Biomasse zu verzeichnen. Diese dienten vor allem der so genannten Überbauung von Biogas-Bestandsanlagen, bei der eine Erhöhung der installierten Leistung unter Nutzung von gespeichertem

Biogas vor Ort eine flexible, bedarfsgerechte Stromerzeugung ermöglicht. Nunmehr ist hier aber ein Sättigungseffekt zu beobachten, denn der entsprechende Leistungszubau ist im zweiten Jahr in Folge stark zurückgegangen und betrug im Jahr 2022 nur noch gut 60 MW.

Die Biomasse zeichnet sich nach wie vor als stabile Säule im erneuerbaren Strommix aus und trägt seit Jahren weitgehend konstante Strommengen bei. Der Grad der Flexibilisierung steigt, wenn auch nur langsam. Aus Biogas, Biomethan, fester und flüssiger Biomasse, Deponie- und Klärgas sowie dem biogenen Anteil der Siedlungsabfälle wurde zusammen im Jahr 2022 mit 51,2 TWh etwas weniger Strom erzeugt als im Vorjahr (2021: 52,4 TWh). Den größten Anteil daran hatten Biogas und Bio-

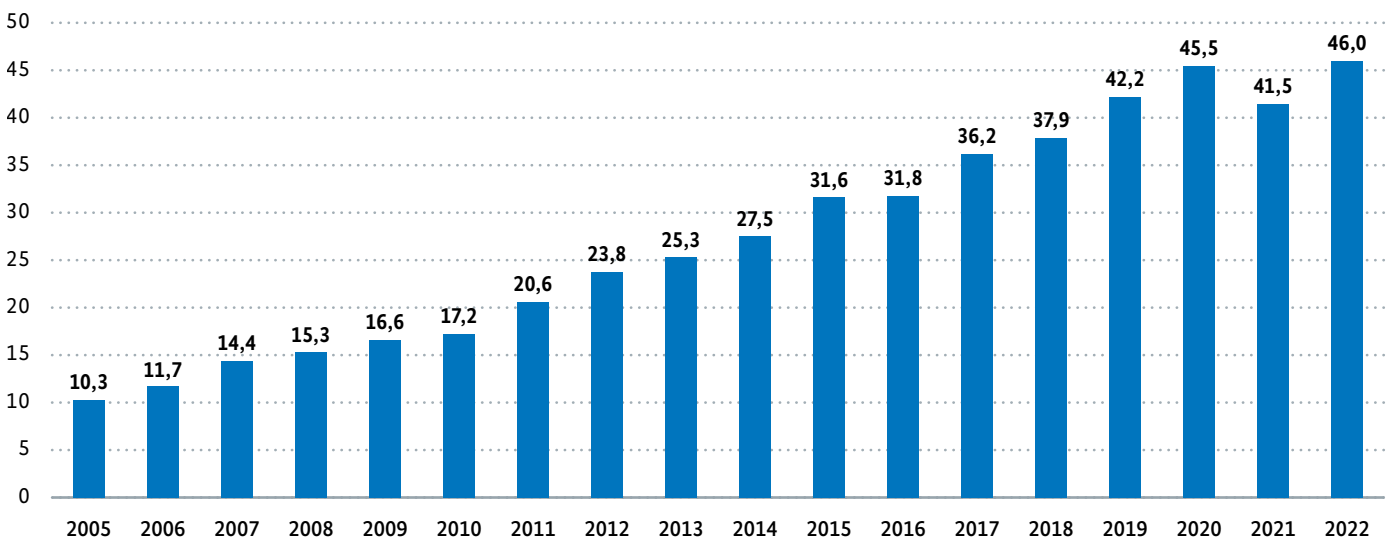
methan mit 33,6 TWh (2021: 33,8 TWh). Biomasse deckte damit insgesamt 9,2% des deutschen Bruttostromverbrauchs.

Trockenheit dämpft Wasserkraft

Bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft schlägt sich die extreme Trockenheit des Jahres 2022 deutlich nieder. Mit 17,6 TWh – 10% weniger als im Vorjahr (2021: 19,7 TWh) – wurde der niedrigste Wert seit 24 Jahren erreicht (1998: 17,2 TWh) und das, obwohl heute mehr Wasserkraftkapazität installiert ist als seinerzeit. Der Anteil der Wasserkraft am gesamten Bruttostromverbrauch sank damit auf 3,2% (2021: 3,4%). Die Geothermie trug mit 0,21 TWh nach wie vor nur marginal zu unserer Stromversorgung bei.

Abbildung 4: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch

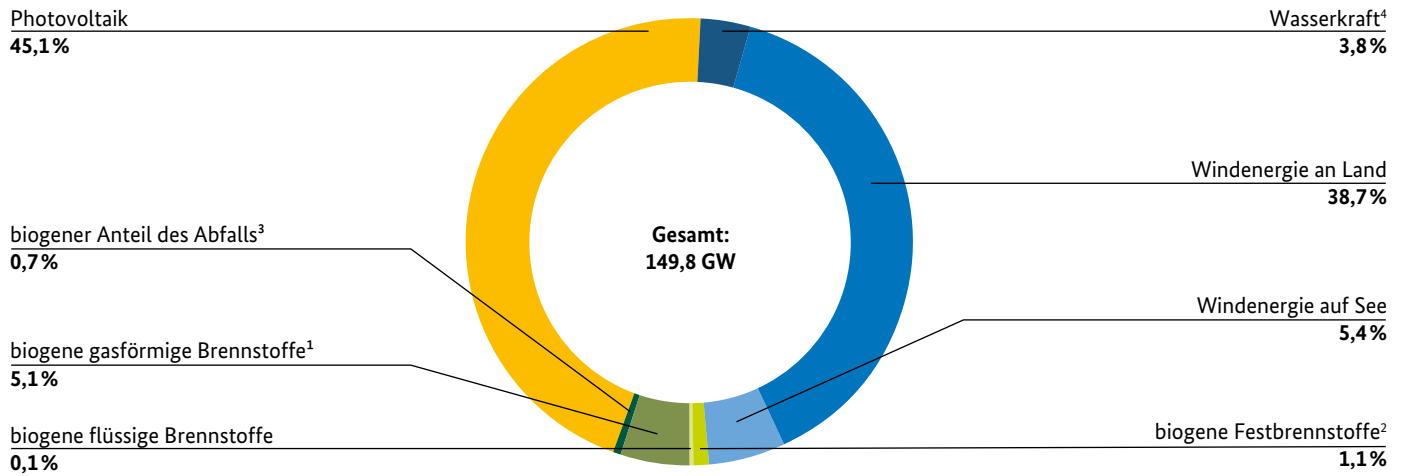
in Prozent (%)



Zielwert 2030: Mit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2023 ist bis zum Jahr 2030 ein Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 80% vorgegeben.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 2), vorläufige Angaben

Abbildung 5: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022 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. biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50% angesetzt)
- 4 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben

Tabelle 4: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

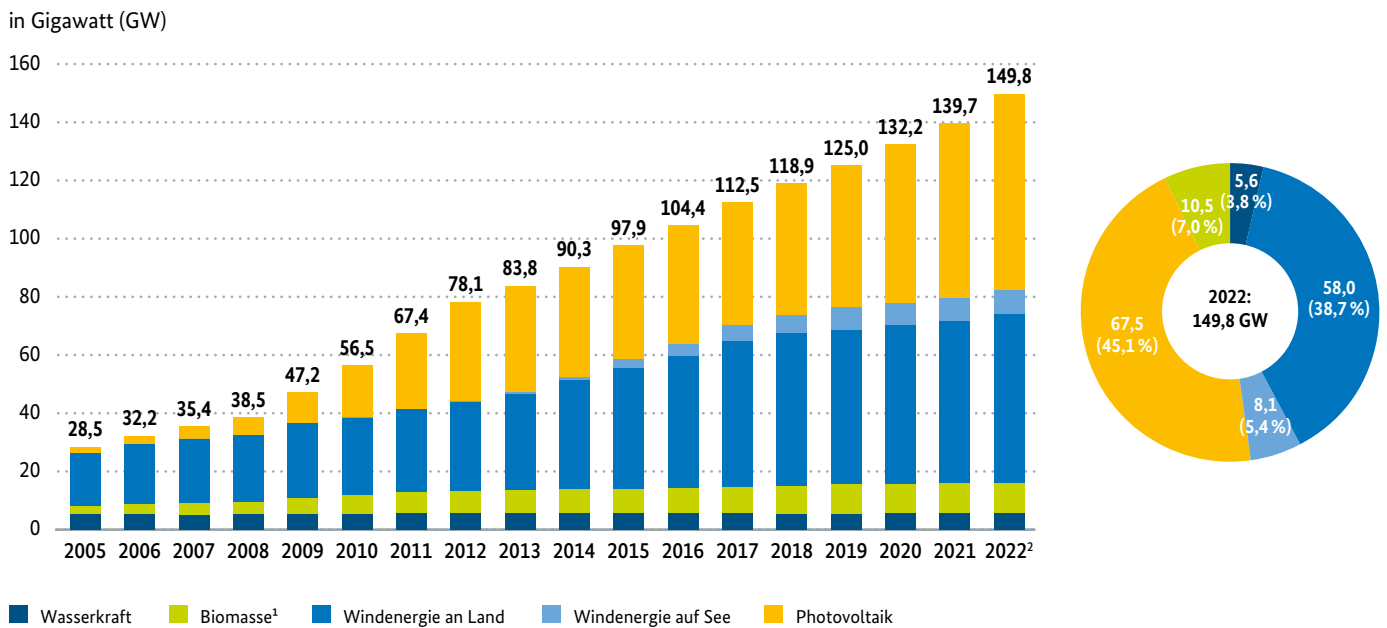
	Wasserkraft ¹	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Biomasse ²	Geothermie	Gesamte Leistung
	(MW) ³						
2005	5.210	18.248	0	2.056	2.939	0	28.453
2006	5.193	20.474	0	2.899	3.647	0	32.213
2007	5.137	22.116	0	4.170	4.006	3	35.432
2008	5.164	22.794	0	6.120	4.371	3	38.452
2009	5.340	25.697	35	10.566	5.593	8	47.239
2010	5.407	26.823	80	18.006	6.222	8	56.546
2011	5.625	28.524	188	25.916	7.162	8	67.423
2012	5.607	30.711	268	34.077	7.467	19	78.149
2013	5.590	32.969	508	36.710	7.966	30	83.773
2014	5.580	37.620	994	37.900	8.204	33	90.331
2015	5.589	41.297	3.283	39.224	8.429	34	97.856
2016	5.629	45.283	4.152	40.679	8.659	38	104.440
2017	5.627	50.174	5.406	42.293	8.982	38	112.520
2018	5.347	52.328	6.393	45.158	9.662	42	118.930
2019	5.396	53.187	7.555	48.864	9.995	47	125.044
2020	5.454	54.276	7.807	54.314	10.320	47	132.218
2021	5.489	55.904	7.807	60.038	10.420	54	139.712
2022	5.621	58.014	8.149	67.479	10.460	59	149.782

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% der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen.
- 3 1.000 MW = 1 GW

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben

Abbildung 6: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



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

2 Installierte Leistung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Tabelle 4, Werte von Geothermie nicht dargestellt, siehe Tabelle 4

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben

Leistung und Stromerzeugung

In Abbildung 7 ist die Entwicklung der installierten Leistung sowie der Stromerzeugung der einzelnen erneuerbaren Energieträger für die vergangenen fünf Jahre dargestellt. Hier zeigen sich deutlich die unterschiedlichen Verhältnisse zwischen installierter Leistung und Stromerzeugung bei den einzelnen Energieträgern. Lag im Jahr 2022 die Leistung der Photovoltaik mit 67,5 Gigawatt (GW) bereits deutlich höher als jene der Windenergie an Land (58,0 GW), so wurde mit 60,3 TWh jedoch rund 40% weniger Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt als aus Windenergieanlagen an Land (99,7 TWh).

Die weitere Darstellung in Abb. 8 verdeutlicht dies. Hier sind für die Jahre 2020, 2021 und 2022 die installierten Leistungen und die erzeugten Strommengen der verschiedenen erneuerbaren Energieträger als Anteile in Säulengrafiken direkt gegenübergestellt. Während die beiden Anteile bei der

Windenergie an Land in etwa gleich sind, ist der Anteil der Photovoltaik an der installierten Leistung viel höher als an der Stromerzeugung. Bei Biomasse, Windenergie auf See und Wasserkraft ist es hingegen umgekehrt, d.h. der Anteil an der Stromerzeugung liegt deutlich über dem Anteil an der installierten Leistung.

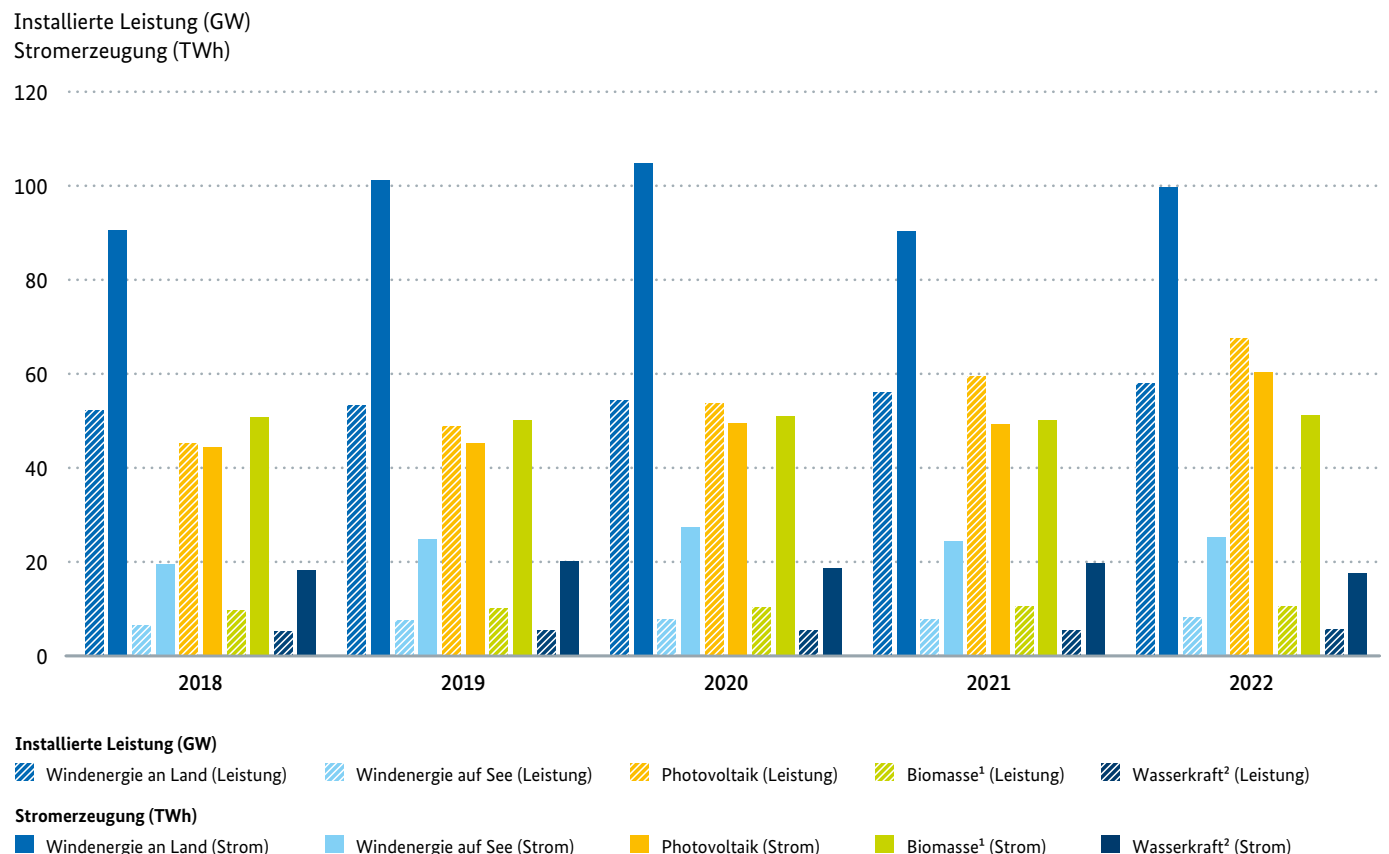
Die Ursache dafür liegt bei PV- und Windenergieanlagen in der Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen (Sonneneinstrahlung, Windaufkommen) und den entsprechenden technischen Potenzialen, diese Ressourcen in Strom umzuwandeln. Ausdrücken lässt sich dies anhand einer technologiespezifischen Kenngröße, die beide Effekte abbildet, den so genannten Volllaststunden. Sie sind ein Gradmesser für die Ausnutzung des Stromerzeugungsvermögens der Anlagen. In Deutschland unterscheiden sich die Volllaststundenzahlen¹ bei der Nutzung erneuerbarer Energien erheblich: Während Photovoltaik etwa zwischen 900 und 1.000

1 **Volllaststunden** sind ein Maß, das die Ausnutzung einer Stromerzeugungsanlage beschreibt. Der Wert der Volllaststunden wird berechnet, indem man die Stromerzeugungsmenge eines Jahres durch die Nennleistung der Anlage teilt. Die Volllaststunden beschreiben die Anzahl der Stunden eines Jahres, in denen eine Anlage auf Nennleistung (d.h. Volllast) laufen müsste, um die tatsächlich erzeugte Jahresstrommenge bereitzustellen.

Volllaststunden pro Jahr aufweist, liegen diese bei der Windenergie an Land über alle Standorte gemittelt zwischen 1.600 und 2.000 und bei der Windenergie auf See je nach Standort etwa zwischen 3.000 und 4.000. Pro installierter Leistung liefert also die Windenergie an Land etwa doppelt so viel und die Windenergie auf See mehr als dreimal so viel Strom wie die Photovoltaik. Ein Vorteil der Stromerzeugung aus Windenergie ist auch der im Tagesablauf gleichmäßigere Verlauf, wohingegen Photovoltaikanlagen nachts nicht einspeisen. Über das Jahr betrachtet ergänzen sich die beiden Energieträger gut, da Photovoltaikanlagen ihren Erzeugungsschwerpunkt im Sommerhalbjahr haben, Windenergieanlagen hingegen im Winterhalbjahr. Zudem weht oft bei sonnigem Wetter weniger Wind und bei bewölktem Wetter mehr.

Bei der Wasserkraft liegen die Volllaststunden je nach Niederschlagsverhältnissen etwa zwischen 3.100 und 3.600 pro Jahr. Bei Biomasseanlagen sind derzeit etwa 5.000 Volllaststunden zu verzeichnen. Hier hängt die Ausnutzung der Anlagenkapazität im Wesentlichen von der Betriebsweise und nur in geringem Maße von der Verfügbarkeit der Ressourcen ab. Da die Anlagen im Zuge der so genannten Überbauung der Leistung (z. B. Leistungserhöhung bei gleichbleibender Biomassezufuhr) zunehmend bedarfsgerecht und nicht mehr in dauerhafter Volllast betrieben werden, wiesen die Volllaststunden in den vergangenen Jahren eine fallende Tendenz auf. Dies ermöglicht eine flexible Stromerzeugung und eine Anpassung an die vom natürlichen Angebot abhängige, fluktuierende Stromeinspeisung aus Wind- und Sonnenenergie.

Abbildung 7: Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je Energieträger

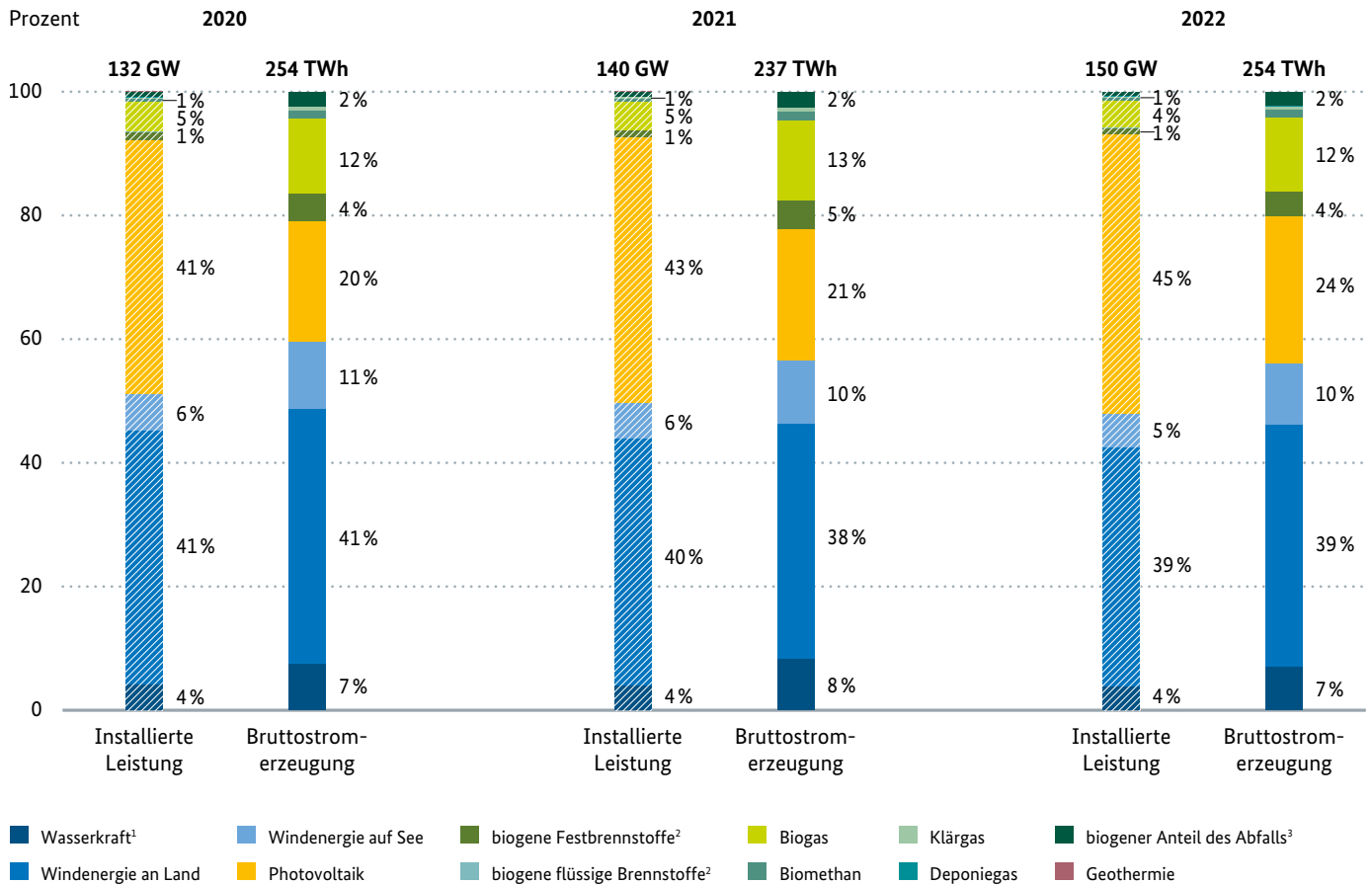


1 Leistung und Bruttostromerzeugung von fester und flüssiger Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm. Leistung aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht-erneuerbare Abfälle berücksichtigt. Dabei werden 50 % der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen. Bruttostromerzeugung aus Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt.

2 Leistung von Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss. Bei der Bruttostromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken ist nur die Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss berücksichtigt.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 3 und 4), vorläufige Angaben

Abbildung 8: Anteile an installierter EE-Gesamtleistung und EE-Bruttostromerzeugung in den Jahren 2020, 2021 und 2022



1 Leistung von Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss. Bei der Bruttostromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken ist nur die Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss berücksichtigt.
 2 inkl. Klärschlamm
 3 Leistung aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht-erneuerbare Abfälle berücksichtigt. Dabei werden 50 % der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen. Bruttostromerzeugung aus Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt.
 Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 3 und 4), vorläufige Angaben

Wärme

Erneuerbare Energien gewinnen in der Wärmeversorgung an Bedeutung

Der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien stieg im Jahr 2022 um fast 6% auf einen neuen Rekordwert von 211,7 TWh (2021: 199,9 TWh). Dies ist bemerkenswert, da der Wärmeverbrauch insgesamt aufgrund der milderen Witterung sowie der Einsparmaßnahmen in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine mit 1.162 TWh um gut 8% niedriger als im Vorjahr lag (2021: 1.264 TWh). Es zeigt sich somit, dass

die erneuerbaren Energien in der Energiekrise an Attraktivität gewonnen haben und zunehmend fossile Energieträger, insbesondere Erdgas, ersetzen konnten. Unter dem Strich stieg der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte im Jahr 2022 um 2,4 Prozentpunkte auf 18,2% (2021: 15,8%).

Bezüglich der einzelnen erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich zeigt sich, dass die Entwicklung im Jahr 2022 fast überall positiv war. Die deutlichsten Zuwächse konnten aber bei der Nutzung von Geothermie und Umweltwärme sowie bei der Solarwärmenutzung verzeichnet werden.

Leichter Anstieg bei Wärmeerzeugung aus Biomasse

Nach wie vor ist die mit Abstand wichtigste Wärmequelle unter den erneuerbaren Energien die Biomasse, die im Jahr 2022 mit allen Formen zusammen noch rund 85 % des Verbrauchs erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung ausmachte (2021: 86 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch von Biomassewärme trotz der deutlich mildereren Witterung um knapp 5 % auf 180,3 TWh angestiegen (2021: 172,4 TWh). Dabei ist der Holzverbrauch in privaten Haushalten, der den größten Teil ausmacht, nur leicht gestiegen (plus 1,8 %), jener in der Industrie jedoch kräftig (plus 36,8 %).

Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ist der Holzverbrauch hingegen leicht gesunken (minus 6,4 %).

Der Anstieg bei Privathaushalten ist unter anderem auf den im Jahr 2022 deutlich gestiegenen Absatz von Pelletheizungen zurückzuführen. So wurden nach Branchenangaben insgesamt 123.400 Pelletfeuerungen neu installiert und damit 43 % mehr als im Vorjahr. 63 % der neuen Pelletsysteme waren Zentralheizungen, 37 % Öfen. Der Gesamtbestand an Pelletfeuerungen wuchs damit auf 680.000 Anlagen an. Damit einhergehend stieg der Pelletverbrauch um gut 10 % auf 3,2 Millionen Tonnen an (2021: 2,9 Millionen Tonnen)[4].

Tabelle 5: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in den Jahren 2021 und 2022

	Erneuerbare Energien 2021		Erneuerbare Energien 2022	
	Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (GWh) ⁹	Anteil am EEV Wärme und Kälte ¹⁰ (%)	Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (GWh) ⁹	Anteil am EEV Wärme und Kälte ¹⁰ (%)
biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ^{1, 3}	78.559	6,2	79.968	6,9
biogene Festbrennstoffe (GHD) ²	21.821	1,7	20.414	1,8
biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³	24.820	2,0	33.946	2,9
biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴	6.796	0,5	6.346	0,5
biogene flüssige Brennstoffe ⁵	2.599	0,2	2.430	0,2
Biogas	14.818	1,2	15.152	1,3
Biomethan	4.982	0,4	4.769	0,4
Klärgas	2.367	0,2	2.375	0,2
Deponiegas	85	0,01	81	0,01
biogener Anteil des Abfalls ⁶	15.601	1,2	14.836	1,3
Solarthermie	8.551	0,7	9.733	0,8
tiefe Geothermie ⁷	1.575	0,1	1.819	0,2
oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁸	17.332	1,4	19.878	1,7
Summe	199.906	15,8	211.747	18,2

1 überwiegend Holz, einschl. Holzpellets und Holzkohle
 2 inkl. Holzkohle, GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
 3 inkl. Klärschlamm
 4 inkl. Klärschlamm; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke
 5 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär
 6 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
 7 inkl. balneologischer Anlagen
 8 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)
 9 1.000 GWh = 1 TWh
 10 bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte, 2021: 1.263,9 TWh ; 2022: 1.162,0 TWh ([3], Tabellenblatt 7)

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

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5), vorläufige Angaben

Rekordertrag bei Solarwärme

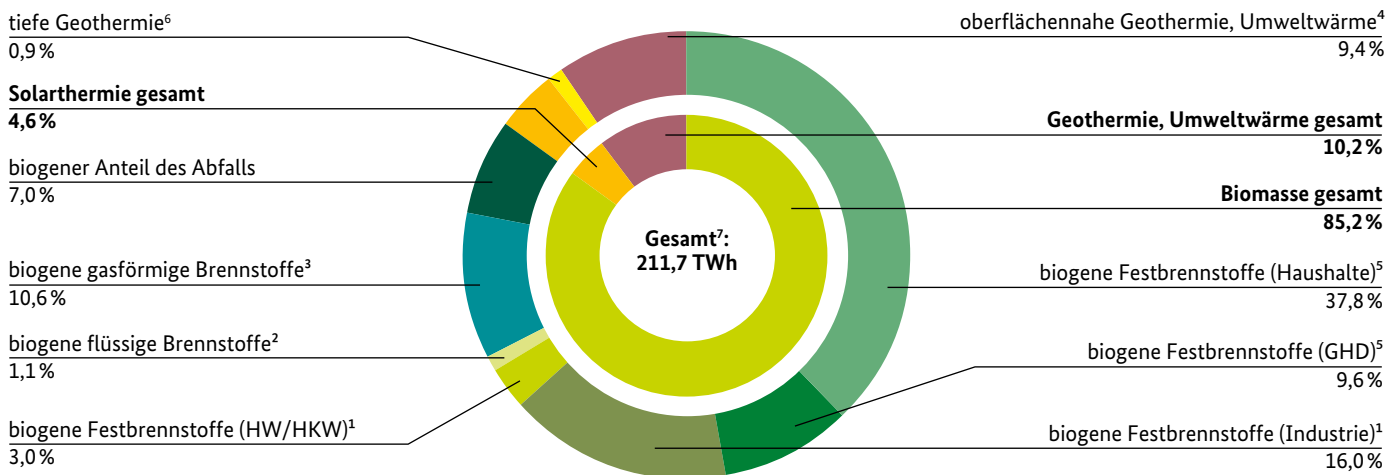
Angezogen hat im Zuge der Energiekrise auch wieder die Nachfrage im Bereich der Solarthermie. Mit 709.000 Quadratmetern wurden im Jahr 2022 12 % mehr Kollektorfläche installiert als noch im Vorjahr. Unter der Berücksichtigung des Abbaus bzw. Ersatzes alter Anlagen waren damit Ende des Jahres in Deutschland insgesamt gut 22,4 Millionen Quadratmeter Kollektorfläche installiert. Wie bei der Photovoltaik sorgte auch bei der Solarthermie das sonnenreiche Sommerhalbjahr für Rekorderträge: Mit gut 9,7 TWh wurden 14 % mehr Solarwärme als im Vorjahr erzeugt (2021: 8,6 TWh). Somit trug die Solarthermie 4,6 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien bei und damit mehr als im Vorjahr (2021: 4,3 %).

Wärmepumpenmarkt mit kräftigem Wachstum

Noch bevor Wärmepumpen in den Fokus der Diskussion über das Gebäudeenergiegesetz gerieten, nahm ihre Bedeutung im Wärmemarkt im Jahr

2022 bereits deutlich zu. Mit rund 236.000 Heizungswärmepumpen wurden 53 % mehr Systeme zur Nutzung von Geothermie und Umweltwärme für die Gebäudeheizung neu installiert als im Vorjahr (2021: 154.000 Systeme). Bei 205.000 dieser Systeme bzw. 87 % handelte es sich um Luft-Wärmepumpen, die restlichen 31.000 waren erdgekoppelte Systeme. Der Absatz von Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung verdoppelte sich sogar fast auf 45.500 (2021: 23.500). Ein Hochlaufen des Wärmepumpenmarktes war damit bereits deutlich sichtbar. Der Gesamtbestand an Wärmepumpen in Deutschland hat sich in diesem Zuge im Jahr 2022 um 18 % auf rund 1,67 Mio. Systeme erhöht. Damit einhergehend stieg auch der Beitrag von Geothermie und Umweltwärme zum Wärmeverbrauch kräftig an. Einschließlich tiefengeothermischer und balneologischer Anlagen (Bäderbetriebe) wurden im Jahr 2022 21,7 TWh bereitgestellt, etwa 15 % mehr als im Vorjahr (2021: 18,9 TWh). Aus Geothermie und Umweltwärme stammten damit 10,2 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien (2021: 9,5 %).

Abbildung 9: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2022



1 inkl. Klärschlamm
 2 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär; inklusive beigemischem Bioethanol
 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
 6 inkl. balneologischer Anlagen
 7 inkl. Fernwärme

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5), vorläufige Angaben

Tabelle 6: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte

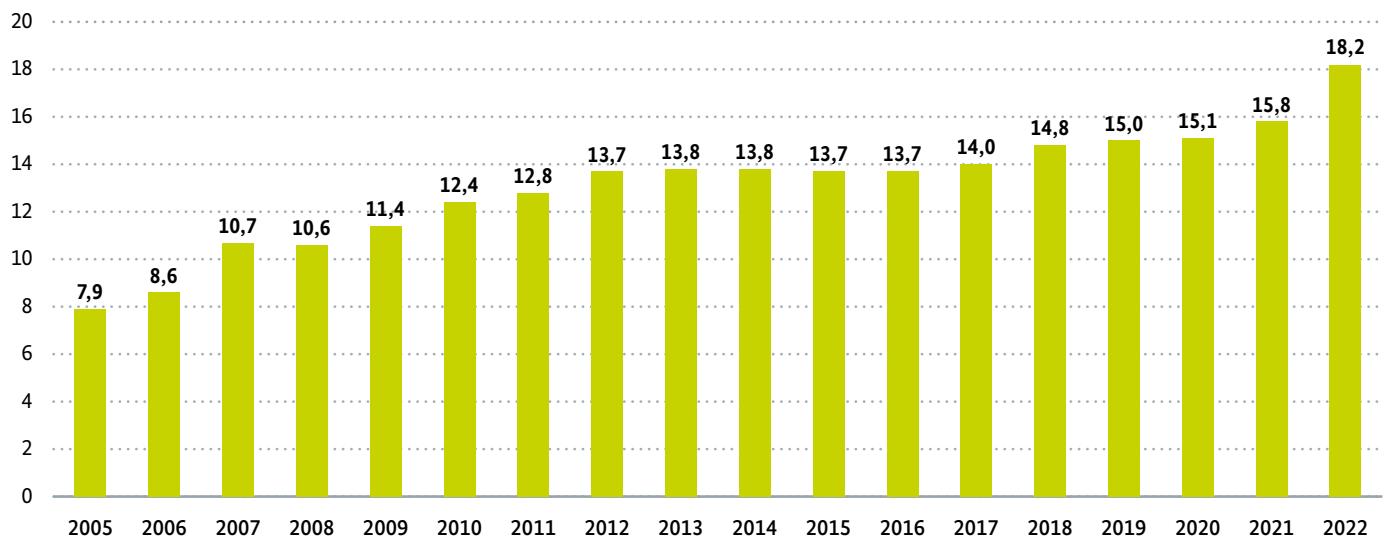
	Feste Biomasse ¹	Flüssige Biomasse ²	Gasförmige Biomasse ³	Solarthermie	Oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁴	Summe Endenergieverbrauch Wärme und Kälte ⁶	EE-Anteil am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte ⁶
	(GWh) ⁵					(GWh) ⁵	(%)
2005	92.425	1.225	3.188	2.857	3.372	103.067	7,9
2006	103.472	1.814	3.574	3.363	3.839	116.062	8,6
2007	110.874	2.869	6.026	3.746	4.513	128.028	10,7
2008	119.643	3.442	5.922	4.293	5.290	138.590	10,6
2009	114.779	3.735	7.680	5.061	6.151	137.406	11,4
2010	139.945	3.442	10.432	5.383	6.983	166.185	12,4
2011	129.611	2.603	12.272	6.160	7.862	158.508	12,8
2012	143.054	2.204	12.343	6.416	8.821	172.838	13,7
2013	147.414	2.196	13.889	6.500	9.722	179.721	13,8
2014	127.804	2.372	15.806	7.026	10.698	163.706	13,8
2015	129.486	2.189	17.679	7.562	11.370	168.286	13,7
2016	127.979	2.188	18.511	7.604	12.342	168.624	13,7
2017	131.031	2.194	18.968	7.834	13.284	173.311	14,0
2018	132.774	2.298	19.775	8.955	14.463	178.265	14,8
2019	135.586	2.383	20.275	8.667	15.612	182.523	15,0
2020	130.610	3.217	21.028	9.014	16.989	180.858	15,1
2021	147.597	2.599	22.252	8.551	18.907	199.906	15,8
2022	155.510	2.430	22.377	9.733	21.697	211.747	18,2

- 1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt), Klärschlamm und Holzkohle
- 2 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär; inklusive beigemischem Bioethanol
- 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) und inkl. balneologischer Anlagen
- 5 1.000 GWh = 1 TWh
- 6 inkl. Fernwärmeverbrauch

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5), vorläufige Angaben

Abbildung 10: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte

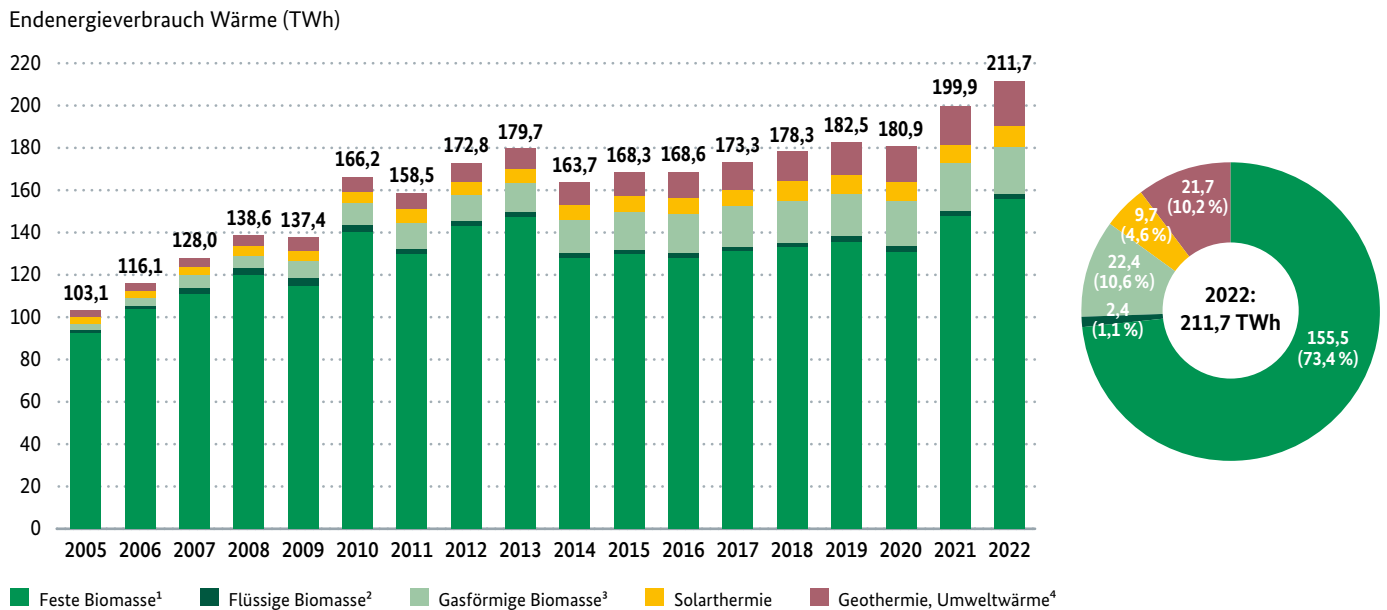
in Prozent (%)



Nach dem Zielwert gemäß aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (Red II) ist für das Jahr 2030 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von 49 % vorgegeben.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland [3], Tabellenblatt 2, vorläufige Angaben

Abbildung 11: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien

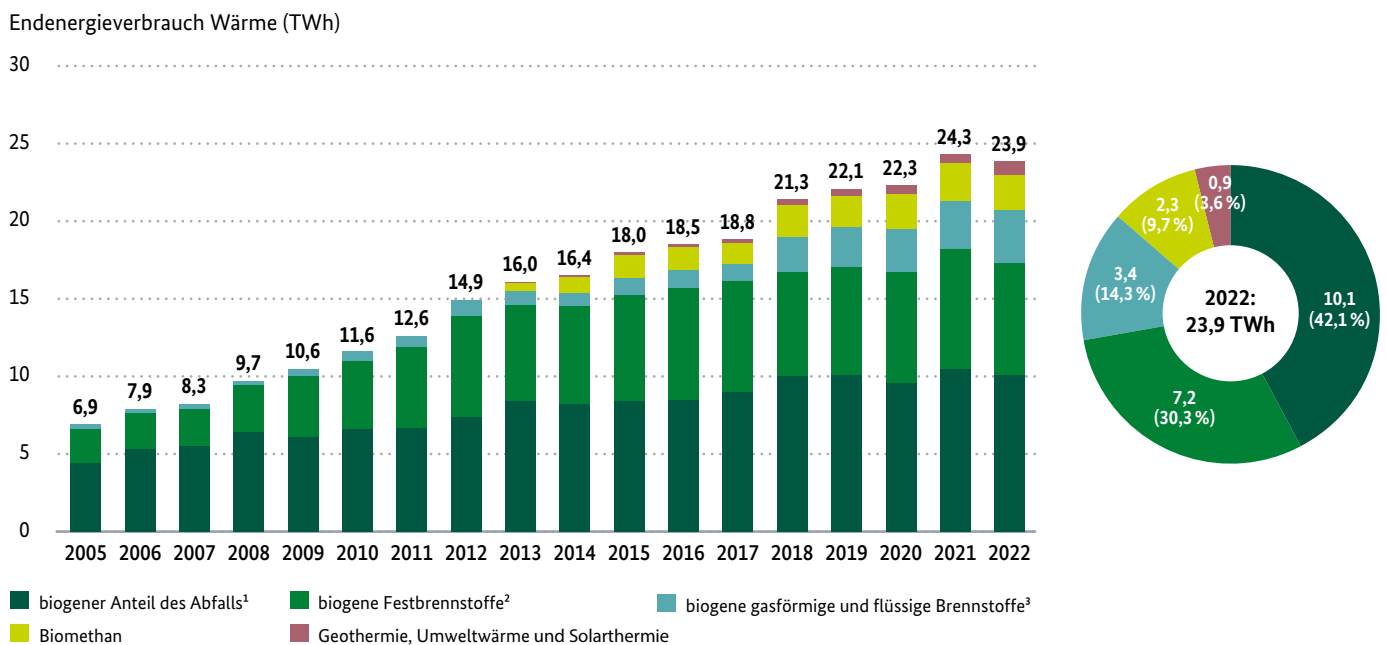


Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien für die Vorjahre siehe dazu Quelle [3].

- 1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle, zuzüglich des Brennstoffeinsatzes für Wärme in dezentralen KWK-Anlagen; inklusive Holzkohle und Klärschlamm
- 2 inklusive Biodiesel für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär; ab 2010 inklusive beigemischt Bioethanol
- 3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas
- 4 basierend auf GZB, durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gas-Wärmepumpen)

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5), vorläufige Angaben

Abbildung 12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der Fernwärmeerzeugung



Netzverluste unberücksichtigt; Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalt für die Vorjahre siehe dazu Quelle [3].

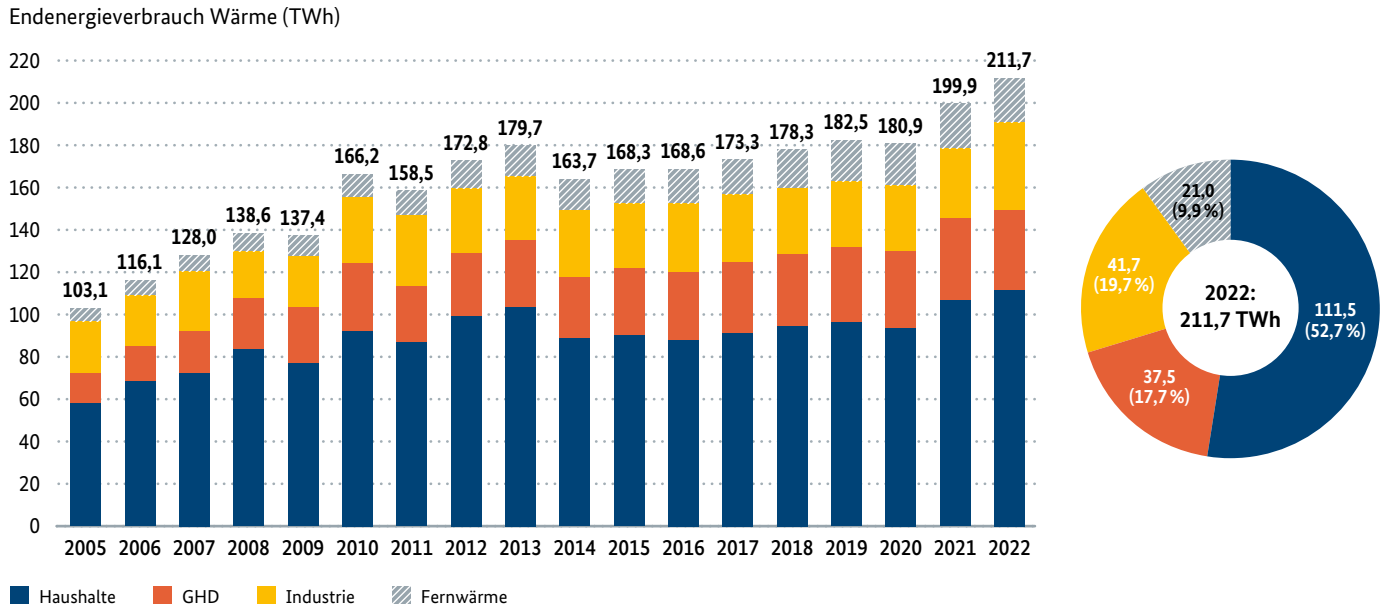
- 1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle
- 2 inklusive Klärschlamm
- 3 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Biomethan, Klärgas, Deponiegas und biogenem flüssigen Brennstoff; bis 2012 inkl. Geothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Biomethan; ab 2013 separat ausgewiesen

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.1), vorläufige Angaben

In den folgenden Abbildungen sind die Endenergieverbräuche erneuerbarer Energien für Wärme und

Kälte in den Sektoren Haushalte, GHD (Gewerbe, Dienstleistung und Handel) und Industrie dargestellt.

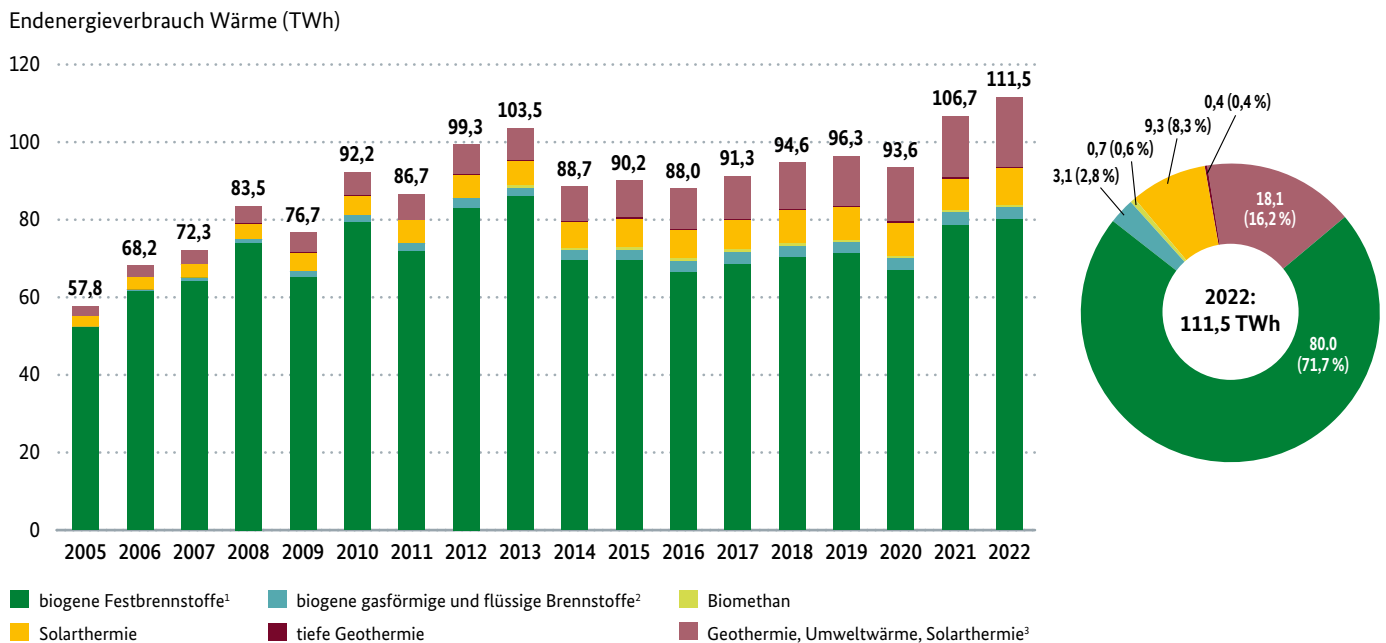
Abbildung 13: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien unterteilt nach Endenergiesektoren



Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalt für die Vorjahre siehe dazu Quelle [3]. Der Anteil erneuerbarer Energien am Fernwärmeverbrauch kann den Bereichen Haushalte, GHD und Industrie statistisch nicht getrennt zugewiesen werden.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.2), vorläufige Angaben

Abbildung 14: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalt

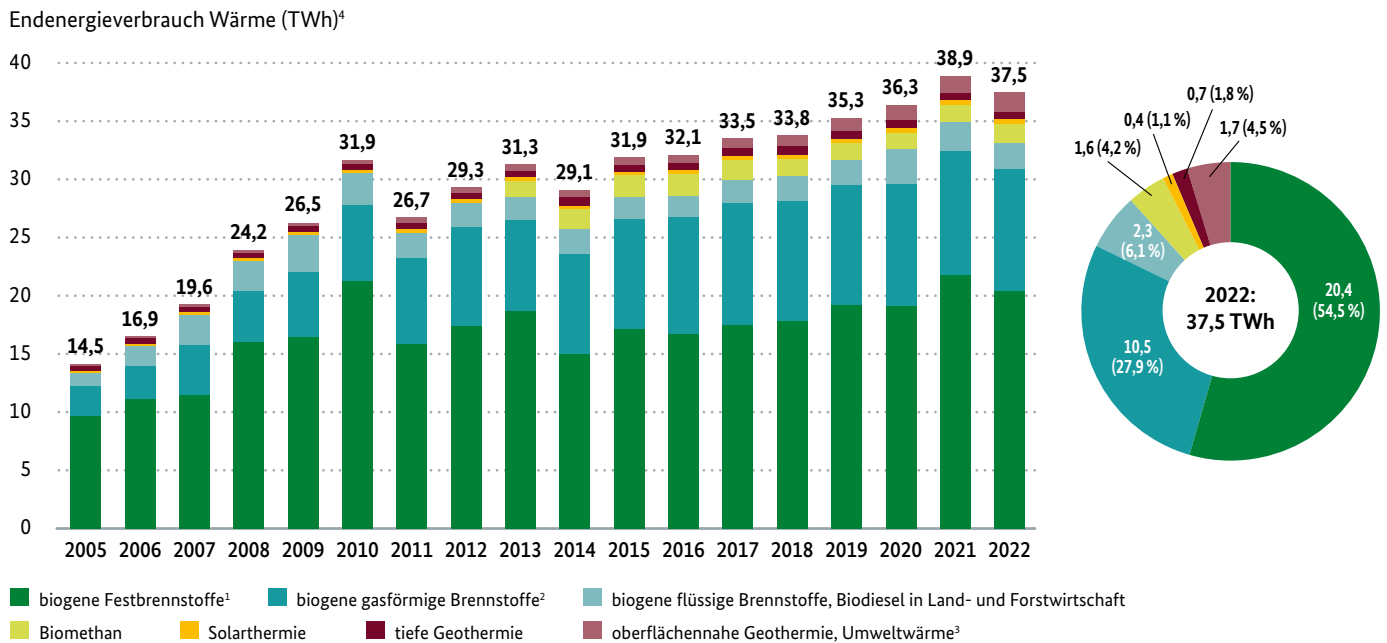


Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalt in den Vorjahren siehe dazu Quelle [3].

- 1 inklusive Klärschlamm
- 2 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Biomethan, Klärgas, Deponiegas und biogenem flüssigen Brennstoff; Biomethan ab 2013 separat ausgewiesen
- 3 Basierend auf GZB, durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gas-Wärmepumpen)

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.2), vorläufige Angaben

Abbildung 15: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im GHD-Sektor

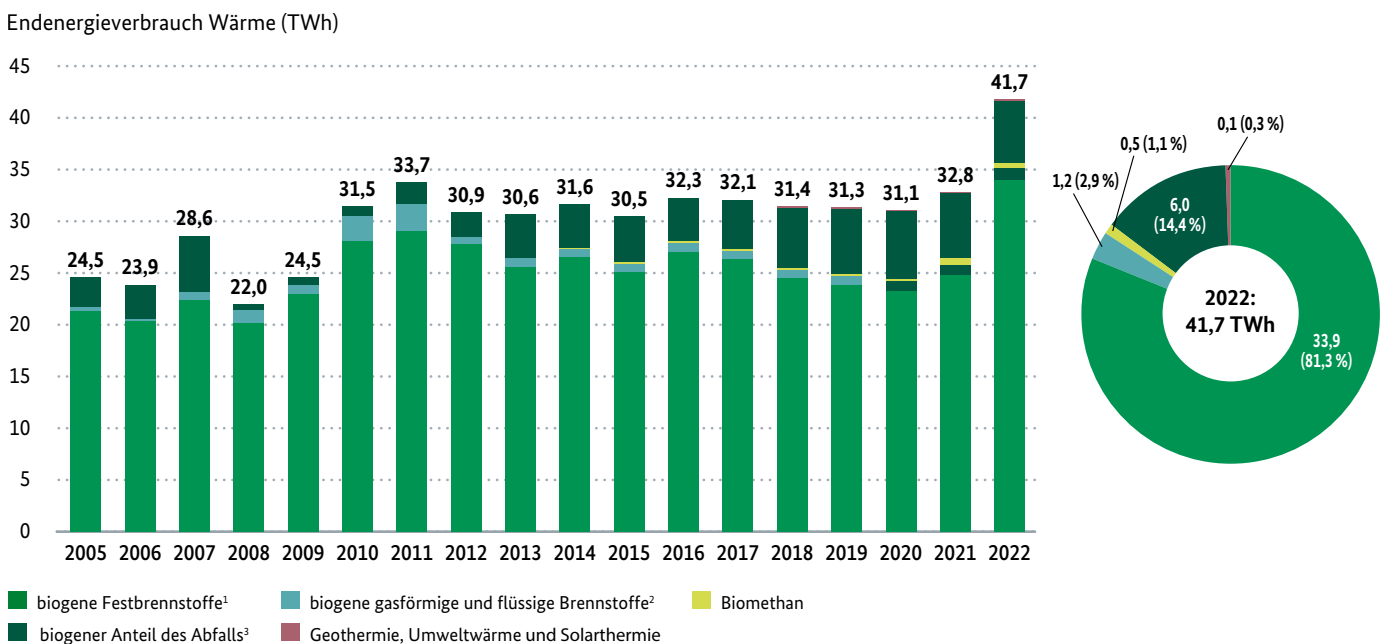


Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im GHD-Sektor in den Vorjahren siehe dazu Quelle [3].

- 1 inklusive Klärschlamm
- 2 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Biomethan, Klärgas und Deponiegas; Biomethan ab 2013 separat ausgewiesen
- 3 Basierend auf GZB, durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gas-Wärmepumpen)
- 4 enthält vor 2012 geringe Energiemengen aus biogenen Abfällen im GHD-Sektor

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.2), vorläufige Angaben

Abbildung 16: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Industrie-Sektor

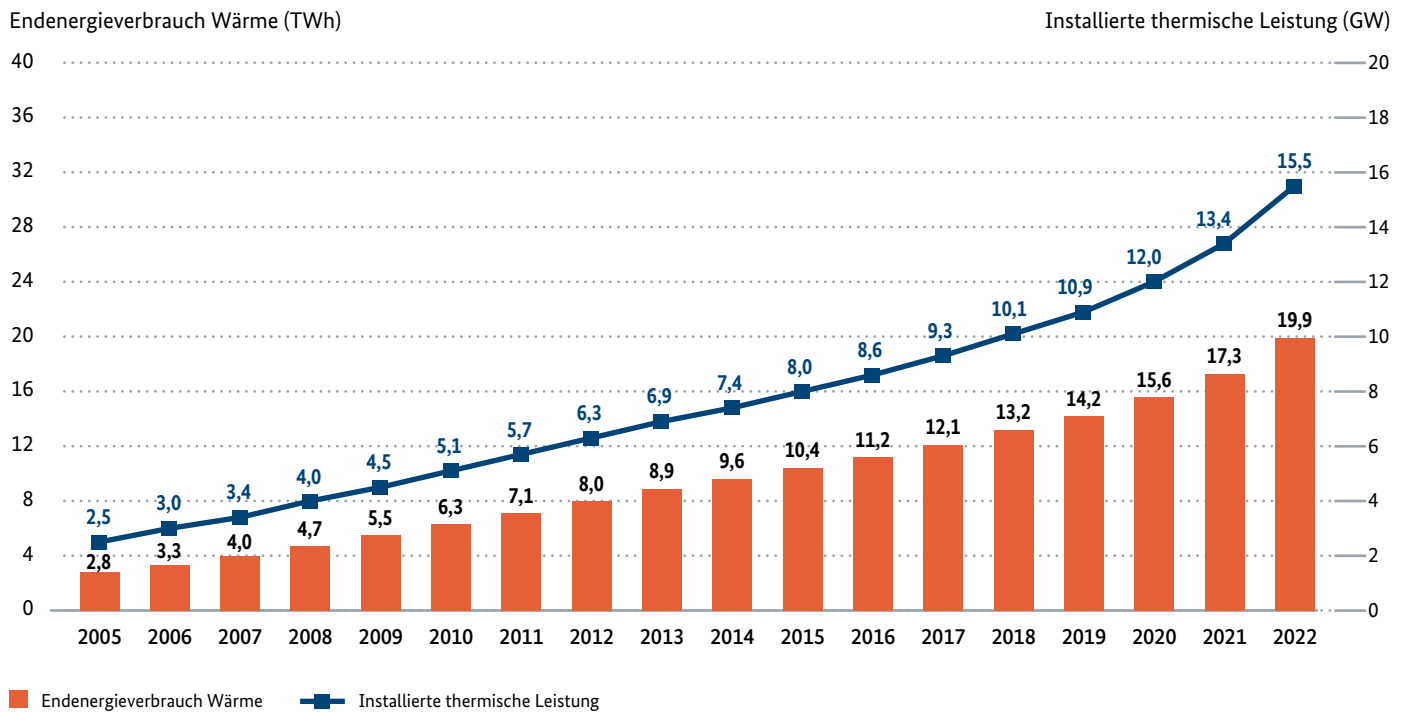


Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Industrie-Sektor in den Vorjahren siehe dazu Quelle [3].

- 1 inklusive Klärschlamm
- 2 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Klärgas, Deponiegas und biogenem flüssigen Brennstoff; Biomethan seit 2013 separat ausgewiesen
- 3 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50% angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle

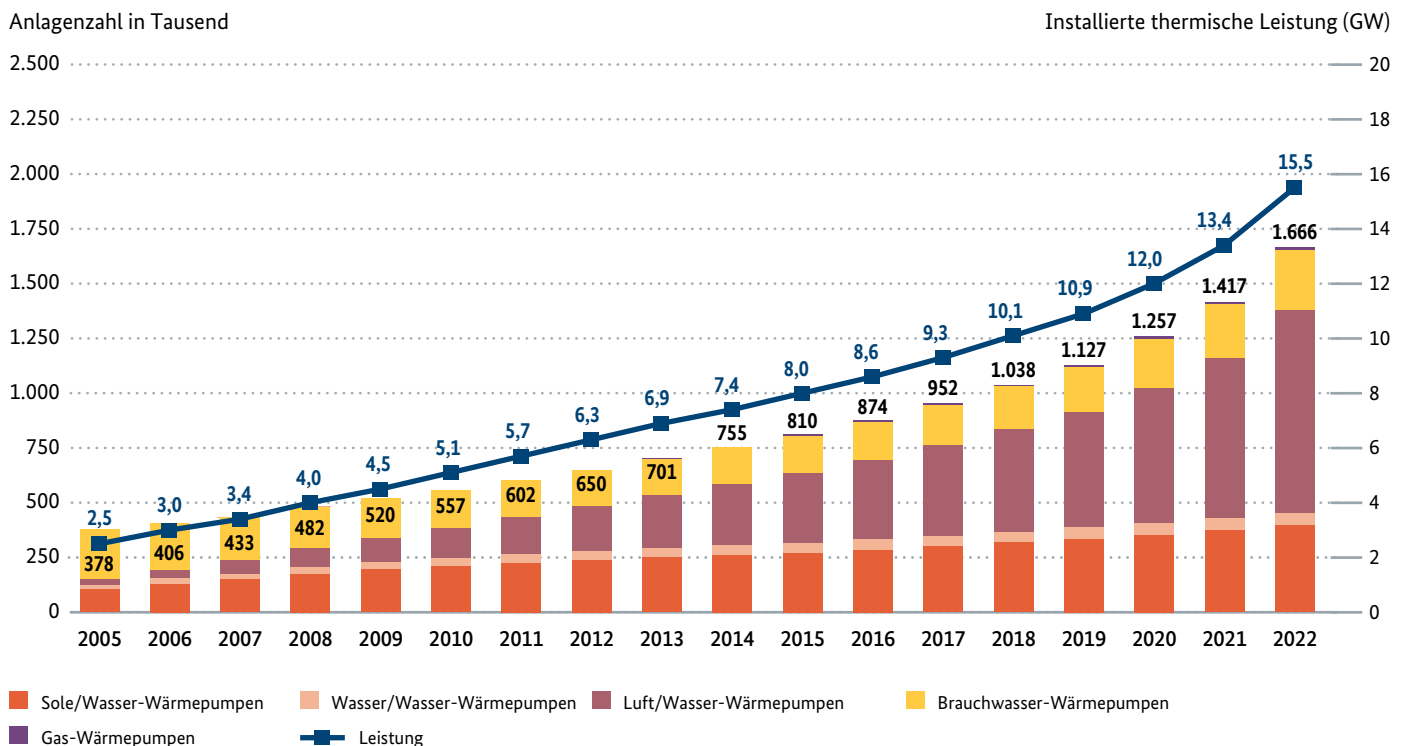
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.2), vorläufige Angaben

Abbildung 17: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme für Wärme und Kälte und der thermischen Leistung von Wärmepumpen in Deutschland



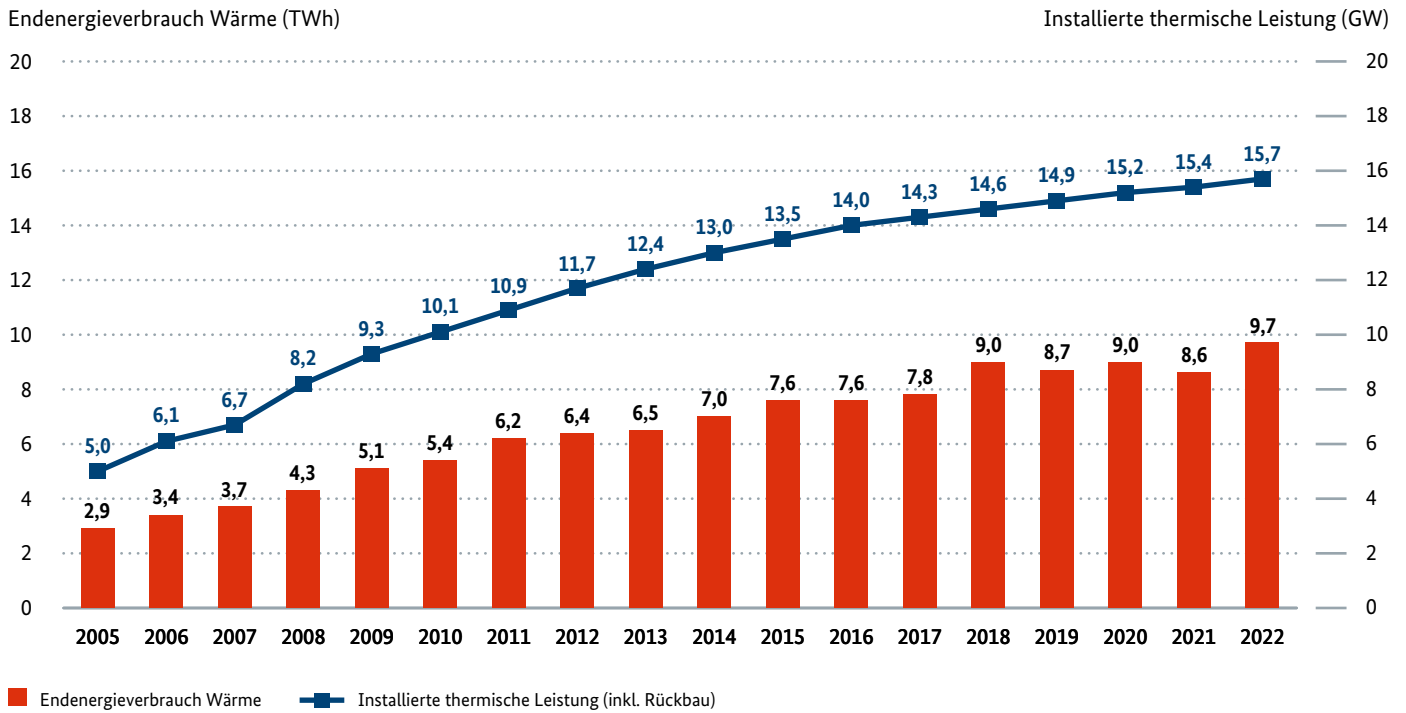
Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Abbildung 18: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Deutschland



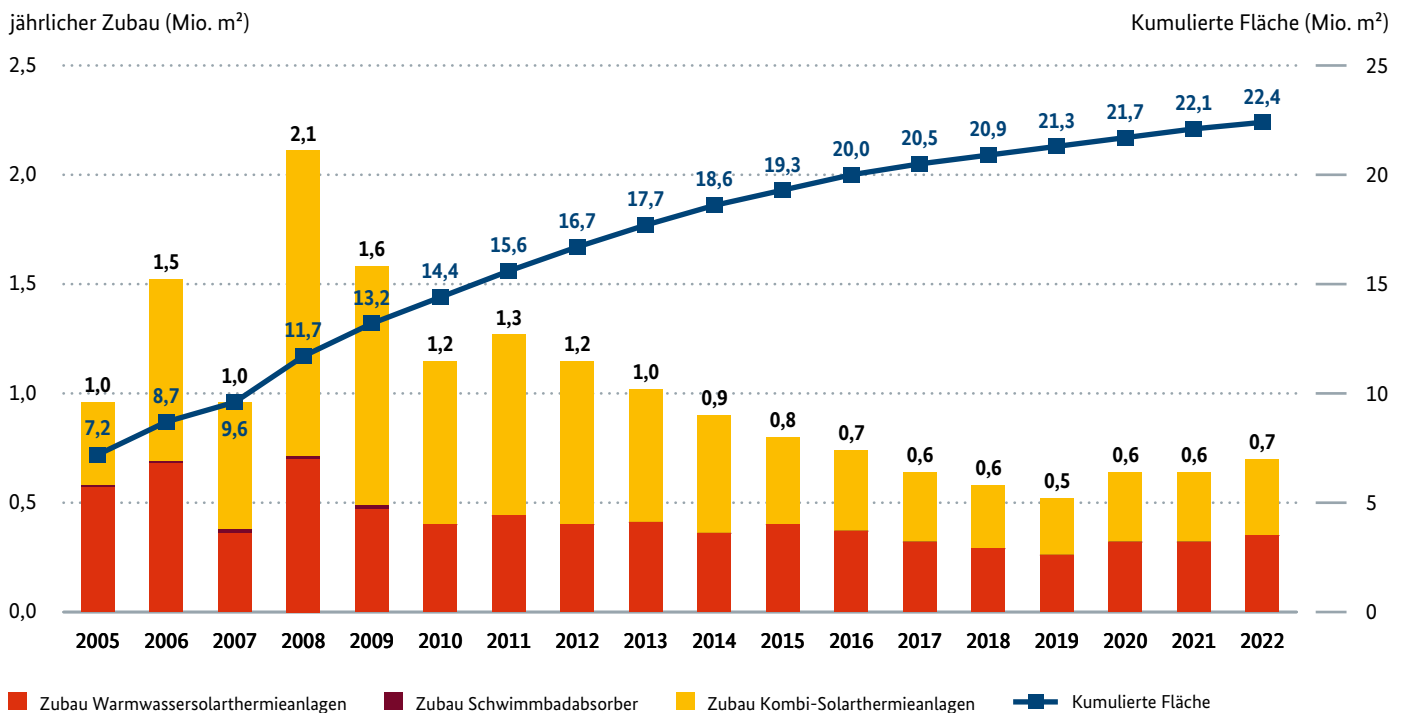
Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Abbildung 19: Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus Solarthermie und der thermischen Anlagenleistung in Deutschland



Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Abbildung 20: Entwicklung des jährlichen Zubaus und der kumulierten Solarthermieanlagenfläche in Deutschland



Berücksichtigt sind Kombi-Solarthermieanlagen, solarthermische Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung sowie der Abbau von Altanlagen in allen Kategorien

Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Tabelle 7: Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren in Deutschland

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
kumulierte Fläche (1.000 m ²)	7.157	14.376	19.304	19.964	20.484	20.917	21.255	21.686	22.057	22.415
kumulierte Leistung (MW)	5.010	10.063	13.513	13.975	14.339	14.642	14.879	15.180	15.440	15.690

Der Abbau von Altanlagen wurde berücksichtigt.

Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Verkehr

Absatz von Biokraftstoffen stabil

Nach dem deutlichen Rückgang im Vorjahr hat sich der Absatz von Biokraftstoffen im Jahr 2022 mit 6,63 Mio. t auf dem Vorjahresniveau stabilisiert (2021: 6,59 Mio. t). Dabei zeigte sich erneut ein leicht differenziertes Bild bei den Biokraftstoffarten: mit 2,37 Millionen Tonnen (Mio. t) wurden geringfügig weniger Biodiesel und so genannte HVO („Hydrotreated Vegetable Oils“) abgesetzt als im Vorjahr (2021: 2,38 Mio. t), während der Absatz von Bioethanol um 3,3 % auf 1,18 Mio. t anstieg (2021: 1,14 Mio. t). Weiter zugenommen hat auch der Einsatz von Biomethan im Verkehr auf nunmehr 1.061 Gigawattstunden (GWh) (2021: 965 GWh). In der Summe erzielten die Biokraftstoffe damit auf den Energieinhalt bezogen gegenüber dem Vorjahr ein leichtes Plus von 0,4 %.

Elektroautos auf dem Vormarsch

Weiter deutlich angestiegen ist im Verkehr im Jahr 2022 die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien. Dies ist zum einen auf dessen gestiegenen Anteil am Strommix zurückzuführen, zum

anderen aber auch auf die weiter deutlich steigenden Zulassungszahlen für elektrisch angetriebene PKW. Im Jahr 2022 wurden rund 833.000 PKW mit Elektroantrieb (batterieelektrisch oder Plug-in-Hybrid) neu zugelassen und damit 22 % mehr als im Vorjahr (2021: 681.000). 471.000 der neu zugelassenen PKW hatten einen rein batterieelektrischen Antrieb (plus 32 % / 2021: 356.000), das waren fast 18 % der gesamten Neuzulassungen. Insgesamt stieg der Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr um fast 15 % auf 6,1 TWh (2021: 5,3 TWh). Zwar entfiel der überwiegende Teil davon noch auf den Schienenverkehr, der Anteil des Straßenverkehrs wächst jedoch stetig, von 10,8 % im Jahr 2021 auf 18,4 % im Jahr 2022.

Biokraftstoffe und Strom aus erneuerbaren Energien zusammen trugen im Jahr 2022 gut 40,7 TWh zum Energieverbrauch des Verkehrs bei und damit 2,3 % mehr als im Vorjahr (2021: 39,8 TWh). Da der gesamte Endenergieverbrauch des Verkehrs gegenüber dem Vorjahr ebenfalls um 1,8 % auf 593,9 TWh angestiegen ist (2021: 583,3 TWh), lag der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs nur geringfügig höher als im Vorjahr bei 6,9 % (2021: 6,8 %).

Tabelle 8: Nutzung erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr in den Jahren 2021 und 2022

	Erneuerbare Energien 2021		Erneuerbare Energien 2022	
	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³	Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁴ (%)	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ³	Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁴ (%)
Biodiesel ¹	25.072	4,3	24.849	4,2
Pflanzenöl	21	0,004	21	0,004
Bioethanol	8.412	1,4	8.692	1,5
Biomethan	965	0,2	1.061	0,2
EE-Stromverbrauch im Verkehr ²	5.340	0,9	6.121	1,0
Summe	39.810	6,8	40.744	6,9

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

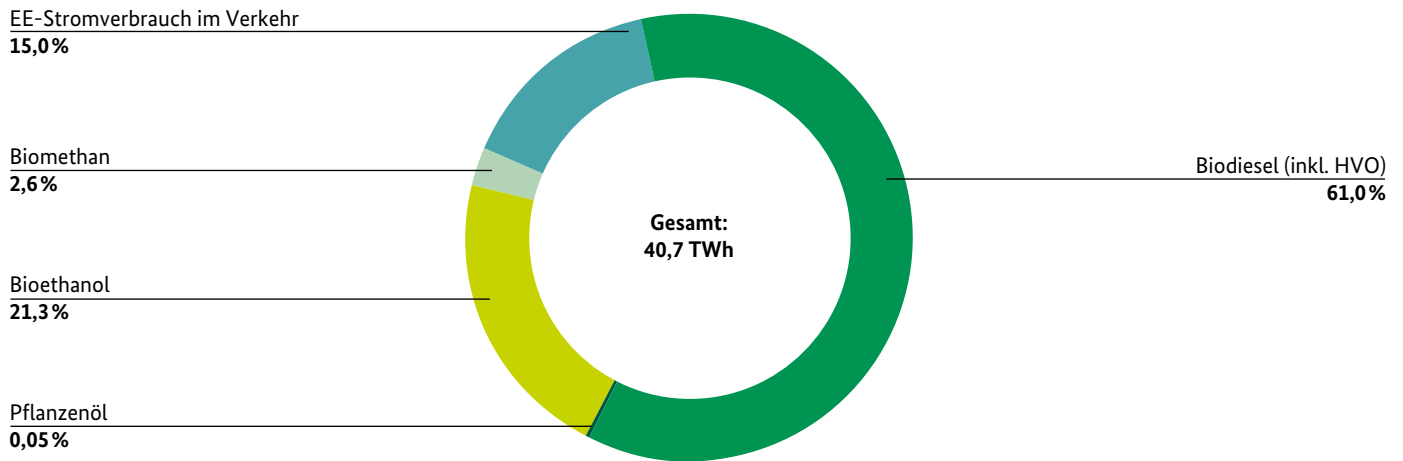
2 berechnet aus dem Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEB [5] und dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch nach AGEE-Stat (siehe Tabelle 3)

3 1.000 GWh = 1 TWh

4 bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2021: 583,3 TWh; 2022: 593,9 TWh, berechnet auf Basis AGEB [5] und AGEE-Stat, ohne Energieverbrauch für internationalen Luftverkehr

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

Abbildung 21: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2022



Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

Tabelle 9: Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien

	Biodiesel ¹	Pflanzenöl	Bioethanol	Biomethan	EE-Stromverbrauch ²	Summe EE Verkehr	Anteil EE am Endenergieverbrauch Verkehr
	(GWh) ³					(GWh) ³	(%)
2005	17.666	1.828	1.780	0	1.353	22.627	3,7
2006	27.938	7.206	3.828	0	1.484	40.456	6,2
2007	32.282	8.533	3.391	0	1.763	45.969	7,4
2008	25.873	4.042	4.608	4	1.699	36.226	5,7
2009	22.966	961	6.576	13	1.925	32.441	5,3
2010	24.359	574	8.537	75	2.078	35.623	5,9
2011	23.556	188	9.031	92	2.494	35.361	5,8
2012	24.628	251	9.149	333	2.862	37.223	6,1
2013	21.945	0	8.832	483	3.017	34.277	5,5
2014	22.676	52	9.002	449	3.169	35.348	5,7
2015	20.829	10	8.589	345	3.523	33.296	5,2
2016	20.896	31	8.604	379	3.733	33.643	5,2
2017	21.354	31	8.464	445	4.328	34.622	5,3
2018	22.329	10	8.685	389	4.581	35.994	5,5
2019	22.109	21	8.353	660	4.897	36.040	5,5
2020	30.170	21	8.014	884	5.248	44.337	7,5
2021	25.072	21	8.412	965	5.340	39.810	6,8
2022	24.849	21	8.692	1.061	6.121	40.744	6,9

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

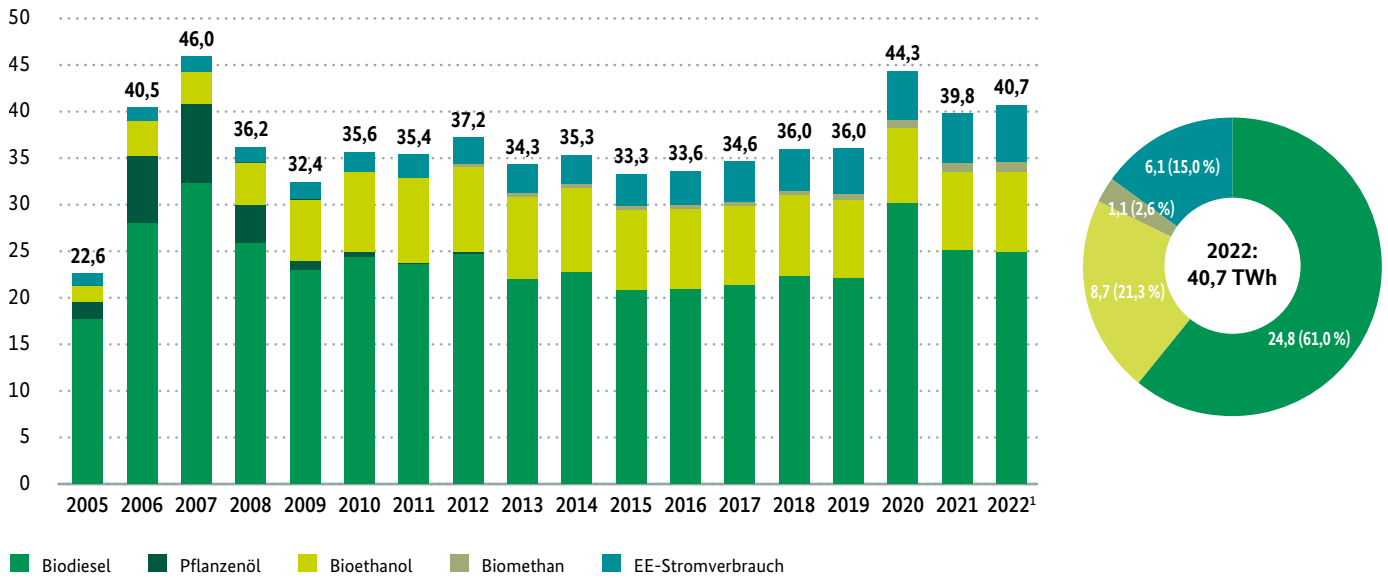
2 berechnet aus dem Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEB [5] und dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres nach AGEE-Stat (vgl. Tabelle 3)

3 1.000 GWh = 1 TWh

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

Abbildung 22: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

Endenergieverbrauch Verkehr in TWh

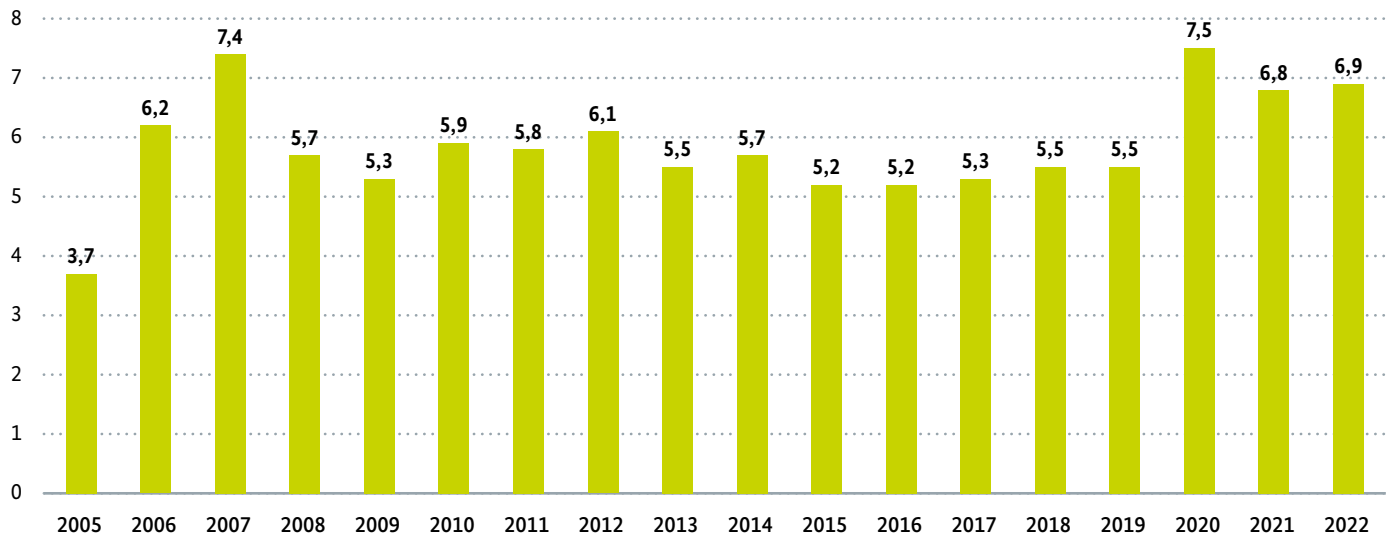


1 Endenergieverbrauch Verkehr der einzelnen Technologien in den Vorjahren siehe Tabelle 9

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

Abbildung 23: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr

in Prozent



Die in Tabelle 9 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: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 2), vorläufige Angaben

Tabelle 10: Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(1.000 Tonnen)											
Biodiesel ¹	250	1.720	2.361	1.998	2.005	2.073	2.169	2.145	2.805	2.378	2.368
Pflanzenöl	16	175	55	1	3	3	1	2	2	2	2
Bioethanol	0	238	1.158	1.165	1.167	1.148	1.178	1.133	1.087	1.141	1.179
Biomethan ²	0	0	6	25	28	33	29	49	65	71	78
Gesamt	266	2.133	3.580	3.189	3.203	3.257	3.377	3.329	3.959	3.592	3.627

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: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

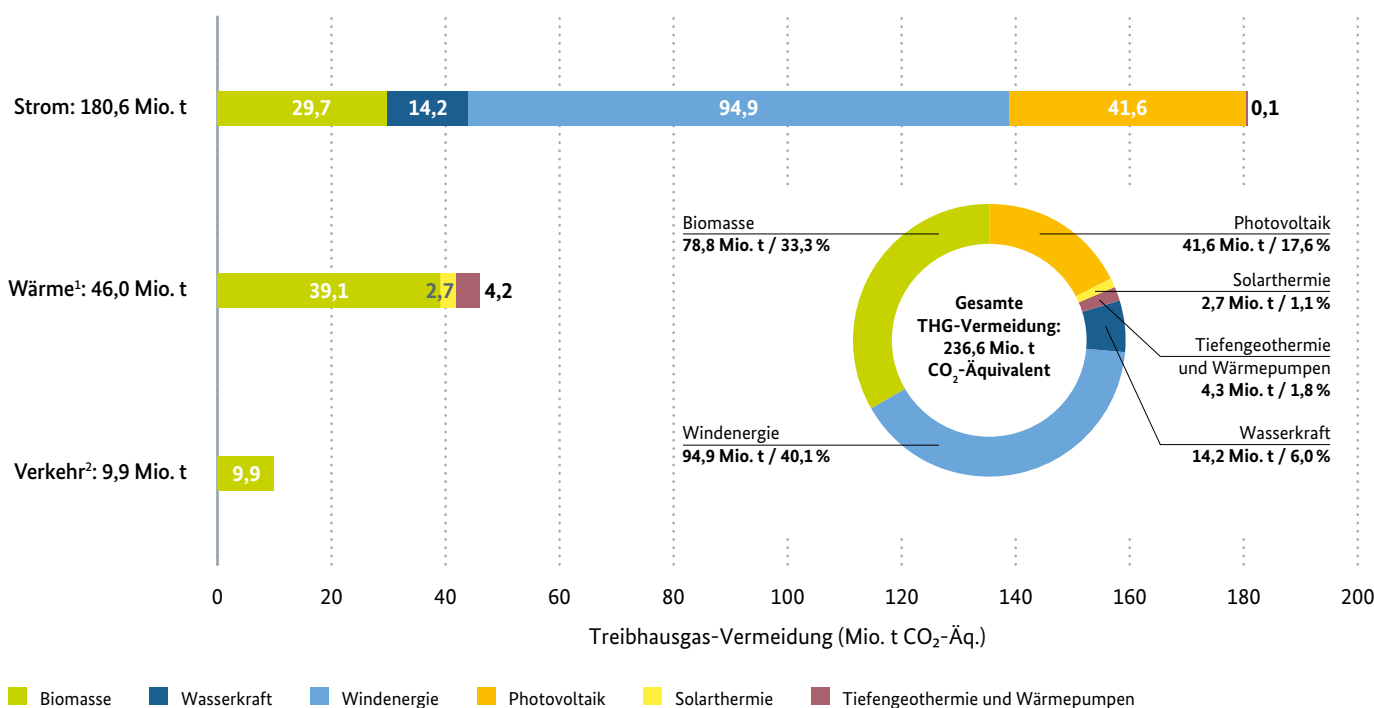
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich dazu bei, die Klimaschutzziele zu erreichen. Im Jahr 2022 wurden Treibhausgasemissionen von insgesamt knapp 237 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden. Dabei wurden wiederum die meis-

ten Treibhausgasemissionen durch die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen vermieden (95 Mio. t CO₂-Äquivalente). Auf den gesamten Stromsektor entfielen über 181 Mio. t. Im Wärmebereich wurden etwa 46 Mio. t und durch den Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor etwa zehn Mio. t CO₂-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 24).

Abbildung 24: Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2022

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 2021 sowie den fossilen Basiswerten gemäß § 3 und § 10 der 38. BImSchV

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) [6] auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung². 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 Stromerzeugungsektors mit einem plausiblen Entwicklungspfad unter Vernachlässigung des deutschen Ausbaus der erneuerbaren Energien ermittelt. Im Wärmesektor wiederum unterscheidet sich die Substitutionswirkung zwischen den Anwendungsbereichen private Haushalte, GHD und Industrie sowie der allgemeinen Versorgung teilweise deutlich. Somit wurden hier die Substitutionsfaktoren separat nach Energieträger und Einsatzgebiet ermittelt. Darüber hinaus wurde bei der Bilanzierung die unterschiedliche Effizienz von erneuerbaren und konventionellen Heizungsanlagen berücksichtigt.

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse ist die Art und Herkunft der verwendeten Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz. Für die Bilanz wurde zudem der Lebensweg ökobilanziell modelliert [6]. 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, welche die Einsparungen von Treibhausgasemissionen einzelner Biokraftstoffe teilweise oder ganz aufheben.

Der Emissionsberechnung der Biokraftstoffe³ liegen die im Zuge der Treibhausgasemissionsminderungsquote (THG-Quote) 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 [23], 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.

Die Tabelle 11 beinhaltet die Ergebnisse für die bilanzierten Treibhausgase und Luftschadstoffe. Bei der Stromerzeugung ist die Treibhausgasvermeidung besonders hoch. Dies kann z. B. 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 zurückzuführen. 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. Durch die Nutzung von Biokraftstoffen im Verkehr treten darüber hinaus erhöhte Lachgas- und Methan-Emissionen durch den Anbau von Energiepflanzen auf.

2 Eine ausführliche Dokumentation der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger ist der UBA-Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2022“ [6] zu entnehmen.

3 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.

Tabelle 11: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2022

Treibhausgas/Luftschadstoff		EE-Stromerzeugung gesamt: 254.185 GWh		EE-Wärmeverbrauch gesamt: 211.747 GWh ⁵		EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 40.744 GWh ^{6,7}		Gesamter EE-Verbrauch
		Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs- faktor	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	697	177.140	223	46.947	307	10.613	234.700
	CH ₄	0,66	167,5	-0,04	-9,29	-0,16	-5,49	153
	N ₂ O	-0,02	-4,5	-0,01	-2,6	-0,06	-1,96	-9
	CO ₂ -Äquivalent	711	180.647	218	46.000	287	9.939	236.586
Versauerung ²	SO ₂	0,21	54	0,02	4,9	-0,15	-5,06	54
	NO _x	0,44	112,2	-0,17	-36,5	0,4	13,98	90
	SO ₂ -Äquivalent	0,52	131	-0,1	-20,5	0,13	4,64	115
Ozon ³ Staub ⁴	CO	-0,35	-88,1	-1,98	-416,9	1,03	35,74	-469
	NMVOG	0,03	6,7	-0,17	-36,1	0,19	6,71	-23
	Staub	0,004	1,1	-0,1	-20,0	-0,02	-0,61	-20

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

2 weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH₃, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.

3 NMVOG 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 der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) [6] auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Tabelle 12 und Tabelle 13 zeigen die Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr im Jahr 2022 sowie im Zeitraum 2010

bis 2022. Die Gesamteinsparung ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. 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.

Tabelle 12: Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2022

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl aufgeteilt nach:			Gesamt
				Heizöl	Dieselmkraftstoff	Ottokraftstoff	
Primärenergie (TWh)							
Strom	78,8	385,7	111,2				575,7
Wärme	15,8	18,3	98,6	69,7	1,8		204,2
Verkehr			1,1		20,1	9,9	31,0
Gesamt	94,7	404,0	210,9	69,7	21,9	9,9	810,9
Primärenergie (PJ)							
Gesamt	340,7	1.454,2	759,1	251,0	78,7	35,5	2.919,4
das entspricht ¹	37,2	52,4	21.577	7.064	2.216	1.091	
	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 [6].

- 1 Zur Umrechnung der eingesparten Primärenergie wurden die von der AGEB [7] ermittelten Heizwerte angesetzt.
- 2 darunter circa 37,04 Mio. t Braunkohle, unter 0,01 Mio. t Braunkohlebricketts und circa 0,13 Mio. t Staubkohlen
- 3 darunter circa 52,36 Mio. t Steinkohle und circa 0,05 Mio. t Steinkohlekoks

Quelle: UBA [6] auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

Tabelle 13: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Strom	Wärme	Verkehr	Gesamt
Primärenergie (TWh)				
2010	232,4	121,4	17,8	371,6
2011	275,1	118,4	18,6	412,1
2012	305,4	126,7	22,0	454,1
2013	323,5	131,0	20,9	475,4
2014	357,1	123,4	21,4	501,9
2015	431,8	152,6	20,0	604,5
2016	429,8	154,2	24,5	608,5
2017	479,4	161,3	27,0	667,7
2018	496,0	165,3	27,8	689,2
2019	555,4	168,8	26,4	750,6
2020	574,1	169,5	35,6	779,2
2021	538,1	188,5	30,8	757,3
2022	575,7	204,2	31,0	810,9

Quelle: UBA [6] auf Basis dort zitierter Quellen, teilweise vorläufige Angaben

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Die zentrale Säule der Energiewende ist Strom aus erneuerbaren Energien. Dieser leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele. Mit der aktuellen Novelle wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 deshalb erstmals konsequent auf das Erreichen des 1,5-Grad-Pfades nach dem Pariser Klimaschutzabkommen ausgerichtet, zu dem sich die EU und damit auch Deutschland im Rahmen des Übereinkommens von Paris verpflichtet haben.

Zugleich soll mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien eine Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieimporten erreicht werden, denn Energiesouveränität ist zu einer Frage der nationalen und europäischen Sicherheit geworden. Der in Deutschland verbrauchte Strom soll daher bereits bis zum Jahr 2030 zu mindestens 80 % aus erneuerbaren Energien stammen. Nach der Vollendung des Kohleausstiegs wird in einem weiteren Schritt die Treibhausgasneutralität der Stromversorgung im Bundesgebiet angestrebt.

In Deutschland ist das EEG seit mehr als zwei Jahrzehnten die zentrale Grundlage für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor. Seit seiner Einführung im Jahr 2000 wurde das Gesetz stetig weiterentwickelt. Die jüngste Novelle, das EEG 2023, ist Teil eines der größten energiepolitischen Gesetzespakete und verbessert die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien deutlich. Im Rahmen dieses Gesetzespakets wurden weitere Gesetze und Verordnungen, unter anderem das Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG), das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG), novelliert. Damit soll der Ausbau von erneuerbaren Energien umfassend beschleunigt werden.

Im EEG 2023 wurde die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die im Wesentlichen auf erneuerbaren Energien beruht, als Ziel fest verankert. Die beschlossene Steigerung des Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf mindestens 80 % bedeutet fast eine Verdoppelung des Anteils am Gesamtstromverbrauch (2022: 46,0 %) innerhalb von weniger als einem Jahrzehnt. In absoluten Zahlen ist die Aufgabe noch größer, denn gleichzeitig wird der Stromverbrauch unter anderem durch die zunehmende Elektrifizierung von Industrieprozessen, der Wärmebereitstellung und des Verkehrs ansteigen. Bis zu 600 TWh Strom sollen bis 2030 jährlich aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, im Jahr 2022 waren es etwa 254 TWh.

Um das Ziel zu erreichen, wurde zur Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbaren Energien der Grundsatz eingeführt, dass erneuerbare Energien im überragenden öffentlichen Interesse liegen und der öffentlichen Sicherheit dienen. Damit haben diese bei Abwägungsentscheidungen künftig Vorrang vor anderen Interessen. Dadurch kann das Tempo von Planungs- und Genehmigungsverfahren deutlich erhöht werden. Des Weiteren wurden im EEG 2023 Ausbaupfade und Ausschreibungsmengen für die einzelnen Technologien festgelegt bzw. gegenüber dem EEG 2021 deutlich erhöht. Der künftige Ausbau basiert vor allem auf der Nutzung der Solar- und der Windenergie. So soll bei Windenergie an Land eine Ausbaurrate von jährlich im Durchschnitt 10 GW (einschließlich des zu kompensierenden Rückbaus alter Anlagen) ab dem Jahr 2025 gewährleisten, dass im Jahr 2030 insgesamt rund 115 GW Windenergieleistung in Deutschland installiert sind. Im Bereich der Photovoltaik ist für das Jahr 2030 eine installierte Leistung von insgesamt 215 GW vorgesehen.

Tabelle 14: Status quo und Ausbaupfade von Wind an Land und Solarenergie nach EEG 2023

	2022 Status quo	2024	2026	2028	2030	2035	2040
	Installierte Leistung in GW						
Ausbaupfad Windenergie an Land	58	69	84	99	115	157	160
Ausbaupfad Photovoltaik	67	88	128	172	215	309	400

Um wesentliche Hemmnisse bei der Windenergie an Land abzubauen, wurden gesonderte Gesetze wie z. B. das Windenergieflächenbedarfsgesetz erlassen. Zentrales Ziel dieses Gesetzes ist, einen Anteil von insgesamt 2 % der Landesfläche Deutschlands bis Ende 2032 für die Windenergie bereitzustellen.⁴ Hierzu wurden die Ziele auf die einzelnen Bundesländer unter Berücksichtigung ihrer Voraussetzungen verteilt [9]. Zudem enthält das EEG 2023 weitere wichtige Verbesserungen für den Ausbau der Windenergie. Zum Beispiel wurde die Zahl der Auktionstermine erhöht, der Ausbau auch an windschwächeren Standorten gestärkt und die Degression des Höchstwerts für zwei Jahre ausgesetzt.

Im Bereich der Photovoltaik wurden die Rahmenbedingungen für Dach- und Freiflächenanlagen durch mehrere Einzelmaßnahmen deutlich verbessert. So wurden bei Freiflächenanlagen die Flächenkategorien erweitert. Neben den bisherigen Kategorien wie Konversionsflächen, Seitenrandstreifen und den erweiterten benachteiligten Gebieten kamen Agri-PV, Floating-PV und Moor-PV hinzu. Zur Beschleunigung des Ausbaus von PV-Dachanlagen außerhalb der Ausschreibungen (installierte Anlagenleistung < 1 MWp) wurde ab 30.07.2022 die Vergütung für alle Neuanlagen erhöht. Darüber hinaus wird die Degression der gesetzlich festgelegten Vergütungssätze bis Anfang 2024 ausgesetzt und dann von der monatlichen auf eine halbjährliche Degression umgestellt. Damit es sich lohnt, Dachflächen vollständig zu belegen, wurde eine erhöhte Vergütung für Anlagen eingeführt, die den gesamten erzeugten Strom ins Netz einspeisen (s. unten im Detail). Soll auch ein Eigenverbrauch erfolgen, lassen sich Anlagen mit Voll- und Teileinspeisung kombinieren, indem die Stromerzeugung über verschiedene Zähler erfasst wird.

Eine weitere Änderung bei Wind- und Photovoltaikprojekten ist, dass Bürgerenergiegesellschaften von den Ausschreibungen ausgenommen werden. Deren Projekte können dadurch schneller und planbarer, d. h. ohne Ausschreibungsteilnahme und Zuschlagsrisiko, realisiert werden. Vorgaben

der EU-Kommission begrenzen die Größe solcher Projekte allerdings für Wind auf bis zu 18 MW und für Photovoltaik auf bis zu 6 MW. Auch Regelungen zur finanziellen Beteiligung der Kommunen an Wind- und Solarprojekten sind weiterentwickelt worden. Insbesondere können zukünftig Anlagen in der sonstigen Direktvermarktung sowie Bestandsanlagen davon profitieren.

Bei der Förderung von Biomasse erfolgte eine Fokussierung auf hochflexible Spitzenlastkraftwerke. Damit soll die Biomasse ihre Stärke als speicherbarer Energieträger nutzen und einen größeren Beitrag zu einer sicheren Stromversorgung leisten. Das Ziel ist, dass bis zum Jahr 2030 Biomasseanlagen mit einer Leistung von 8,4 GW installiert sind, wobei die Ausschreibungsmengen für die Förderung von Biomasse ab 2024 stufenweise reduziert, aber für Biomethan ab 2023 auf 600 MW pro Jahr erhöht werden. Biomethan soll künftig nur noch in hochflexiblen Kraftwerken verwendet werden. Alle neuen Biomethan- und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) sollen zudem fit sein für den Hochlauf einer grünen Wasserstoffwirtschaft („H₂-ready“). Letzteres wurde durch eine begleitende Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG 2023) geregelt.

Für eine weitere Integration der erneuerbaren Energien werden die Innovationsausschreibungen weitergeführt. Dies sind spezielle Ausschreibungen für innovative Technologien und Konzepte im Bereich der erneuerbaren Energien. Sie bieten die Möglichkeit, neue und vielversprechende Technologien und Ansätze zu identifizieren und zu fördern, um die Energiewende und den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben. Da sich die fixe Marktprämie nicht bewährt hatte, wurden diese Ausschreibungen auf die gleitende Marktprämie umgestellt.

Des Weiteren werden auch andere innovative Konzepte gefördert. Zum Beispiel werden auf Basis neuer Ausschreibungsverordnungen (zu § 39o oder § 39p Abs. 1 EEG 2023) Anlagen zur Erzeugung von

4 Agri-PV (Landwirtschafts-Photovoltaik-Kombinationen): Kombinierte Flächennutzung durch PV-Systeme und zur landwirtschaftlichen Produktion (z. B. bei Obstbaumpflanzungen).

Floating PV (schwimmende Photovoltaikanlagen): schwimmende PV-Anlagen zum Beispiel auf Tagebaugewässern wie Kiesgruben.

Moor-PV: PV-Systeme auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden. Voraussetzung für die Förderung ist die Wiedervernässung dieser entwässerten Moorböden. Einerseits soll so die Wiedervernässung als Beitrag zum Klimaschutz vorgebracht werden und gleichzeitig können die Flächen für PV-Stromerzeugung genutzt werden.

Strom aus grünem Wasserstoff oder Anlagenkombinationen aus erneuerbaren Energien und lokaler wasserstoffbasierter Stromspeicherung gefördert, um die Speicherung in Form von Wasserstoff und die Rückverstromung von Wasserstoff zu erproben.

Aktuelle Informationen zu Gebotsterminen, Ausschreibungsvolumina und Zuschlagslisten der einzelnen Technologien sind auf der Internetseite der [Bundesnetzagentur](#) veröffentlicht.

Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG)

Die Ausbaupfade und Ausschreibungsmengen für die Windenergie auf See sind nicht im EEG, sondern im Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG) [10] geregelt. Das Gesetz wurde grundlegend überarbeitet, um den geplanten stark beschleunigten Ausbau umzusetzen. Um die Mindestausbauziele von 30 GW bis 2030, 40 GW bis 2035 und 70 GW bis 2045 zu erreichen, wurden Schritte zur Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren beschlossen:

- Die Offshore-Netzanbindung kann künftig direkt nach Aufnahme der Fläche in den Flächenentwicklungsplan vergeben werden, was die Auftragsvergabe um mehrere Jahre beschleunigt.
- Bei zentral voruntersuchten Flächen entfällt das Planfeststellungsverfahren und wurde durch ein Plangenehmigungsverfahren ersetzt.
- Vorgaben zur Dauer von Verfahren zur Planfeststellung und Plangenehmigung wurden eingefügt.
- Umweltprüfungen und Beteiligungsrechte werden stärker gebündelt.
- Die Fachaufsicht über das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie wurde für alle Aufgaben im Zusammenhang mit dem WindSeeG beim BMWK gebündelt.

Ferner wurden durch die Novelle die Nachnutzung und das Repowering von bestehenden Offshore-

Windparks geregelt und Vorgaben zur Planung und Genehmigung von Wasserstoffpipelines eingeführt.

Weitere Informationen zum Thema Windenergie auf See und zum Gesetz sind auf den Internetseiten des [BWMK](#) zu finden.

Des Weiteren wurde die Wälzung der Umlagen im Stromsektor vereinheitlicht und im neuen Energiefinanzierungsgesetz („EnFG“) geregelt (siehe auch Folgekapitel). Mit diesen Maßnahmen sollen Bürokratie abgebaut und zugleich diverse Geschäftsmodelle wirtschaftlich attraktiver gemacht werden. Hiervon profitieren unter anderem Mieterstrom- oder Speicherprojekte.

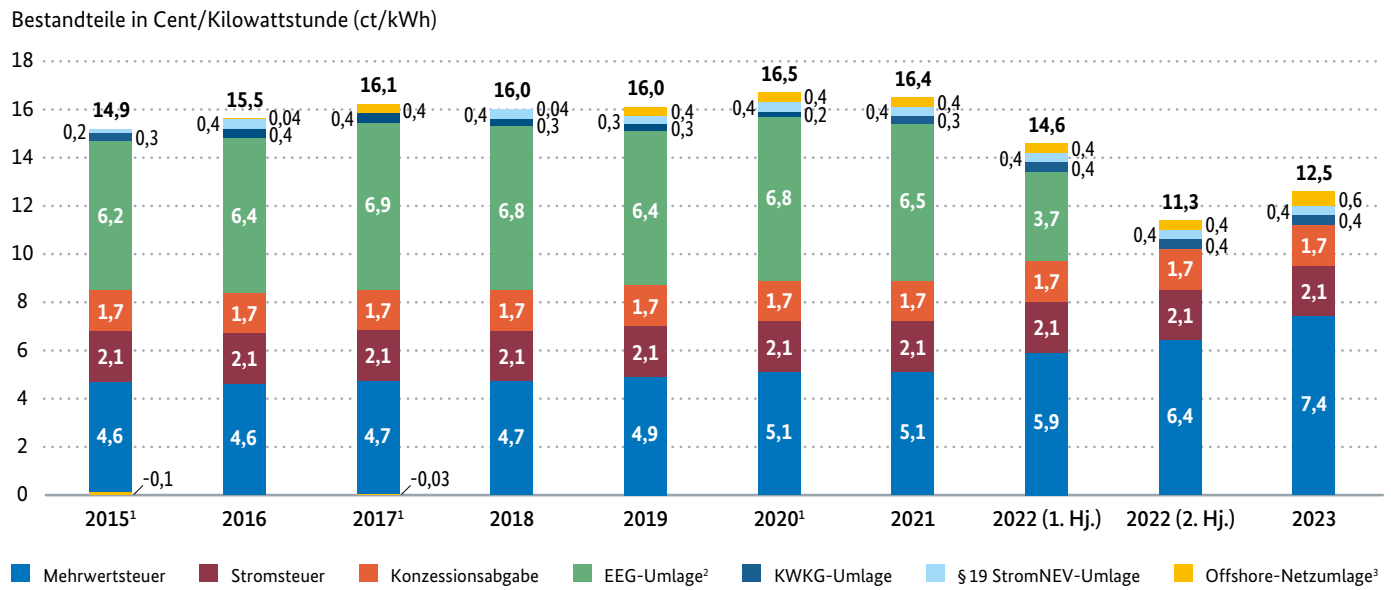
Die grenzüberschreitende Kooperation mit den Nachbarstaaten bei der Förderung der erneuerbaren Energien wurde zudem gesetzlich weiterentwickelt.

EEG-Umlage und deren Abschaffung

Um die steigenden Energiepreise abzufedern, hat die Bundesregierung die EEG-Umlage zum 1. Juli 2022 zunächst auf null gesenkt und zum 1. Januar 2023 mit Inkrafttreten des Energiefinanzierungsgesetzes (EnFG) vollständig abgeschafft. Damit wurde die EEG-Förderung über den Strompreis beendet. Der Finanzierungsbedarf für die erneuerbaren Energien wird künftig aus Haushaltsmitteln des Bundes finanziert. Dies entlastet private Haushalte und die Wirtschaft. Die zwei noch verbleibenden Umlagen im Stromsektor, die Umlage gemäß Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) und die Offshore-Netzumlage, wurden vereinheitlicht. Des Weiteren wurde für die Wirtschaft eine verlässliche und planbare Rechtsgrundlage geschaffen, indem die Besondere Ausgleichsregel, die nur noch für die KWKG-Umlage und die Offshore-Netzumlage benötigt wird, in das EnFG überführt und deutlich vereinfacht wurde. In den §§ 28 ff EnFG sind die wesentlichen neuen Vorschriften z. B. für stromkostenintensive Unternehmen enthalten. Weitere Informationen zur Besonderen Ausgleichsregel werden auf der Internetseite der [BAFA](#) veröffentlicht.

Die Entwicklung von Steuern, Abgaben und Umlagen für private Haushalte und Industrie ist in den Abbildungen 25 und 26 dargestellt.

Abbildung 25: Steuern, Abgaben und Umlagen für Haushalte in ct/kWh



Aufgrund der sehr geringen Summen (< 0,01) ist die Umlage für abschaltbare Lasten nicht dargestellt. Einzelwerte unter [BDEW-Strompreisanalyse](#) einsehbar.

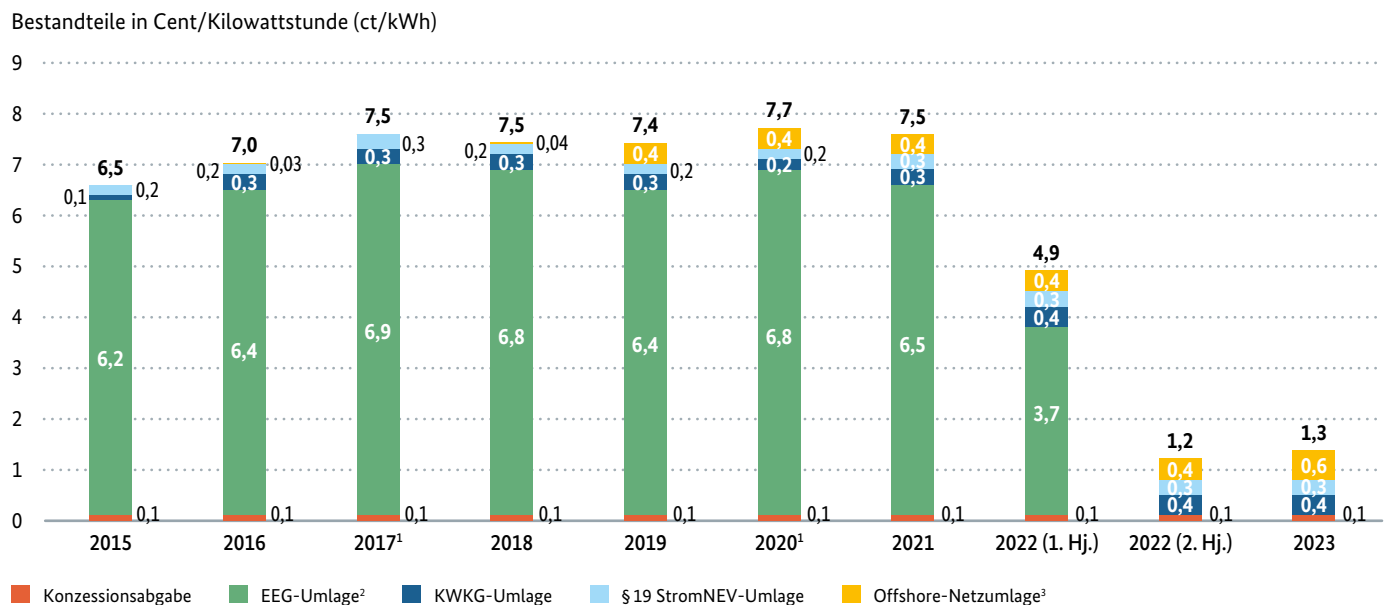
1 19% MwSt im Jahr 2020
 2 EEG-Umlage entfällt ab 01.07.2022
 3 Offshore-Netzumlage 2015/17 wegen Nachverrechnung negativ (2015: -0,051 ct/kWh, 2017: -0,028 ct/kWh)

Quelle: BDEW [11]

Auch bei der Industrie führt die Abschaffung der EEG-Umlage zu einer Entlastung. Stromkostenintensive Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, und bestimmte Wirtschafts-

zweige (z. B. Schienenbahnen, Landstromanlagen) waren bereits durch die „Besondere Ausgleichsregelung“ teilweise von der Zahlung der EEG-Umlage befreit.

Abbildung 26: Steuern, Abgaben und Umlagen für Industrie in ct/kWh (ohne Stromsteuer)



Aufgrund der sehr geringen Summen (< 0,01) ist die Umlage für abschaltbare Lasten nicht dargestellt. Einzelwerte unter [BDEW-Strompreisanalyse](#) einsehbar.

1 19% MwSt im Jahr 2020
 2 EEG-Umlage entfällt ab 01.07.2022
 3 Offshore-Netzumlage 2015/17 wegen Nachverrechnung negativ (2015: -0,01 ct/kWh, 2017: -0,00 ct/kWh)

Quelle: BDEW [11]

Strom aus erneuerbaren Energien außerhalb des EEG

Die Großhandelspreise für Gas und Strom sind in Deutschland gegenüber ihren Höchstständen im Sommer 2022 zwar wieder deutlich gefallen, die Industrie benötigt aber, um sich zukünftig global behaupten zu können, wettbewerbsfähige Energiepreise. Für die Transformation der Industrie hin zur Klimaneutralität, bei der Elektrifizierung und Wasserstoff eine zentrale Rolle spielen, stellen hohe Strompreise ein Problem dar. Deshalb hat das BMWK ein [Arbeitspapier zum Industriestrompreis](#) erarbeitet, in dem ein zweistufiges Konzept eines Industriestrompreises vorgeschlagen wird, um der Industrie den Bezug von Strom zu international wettbewerbsfähigen Preisen zu ermöglichen. Über einen langfristigen „Transformationsstrompreis“ soll Strom aus erneuerbaren Energien preisgünstig für die Industrie bereitgestellt werden. Bis dieser Transformationsstrompreis greift, soll für eine Übergangszeit ein „Brückenstrompreis“ für energieintensive Unternehmen eingeführt werden.

Für die Umsetzung des Transformationsstrompreises schlägt das BMWK eine Reihe von Maßnahmen vor. Eine Maßnahme ist die Unterstützung von direkten Verträgen zwischen Industrieverbrauchern und Betreibern von EE-Anlagen, so genannte Power-Purchase-Agreements („Stromkaufvereinbarung“), kurz PPA. Diese ermöglichen Betreibern von EE-Anlagen, bilaterale Abnahmeverträge ohne Inanspruchnahme der finanziellen EEG-Förderung abzuschließen. Der Abschluss von PPAs soll mit Bürgschaften abgesichert werden, um die Risikoprämien dieser Verträge zu verringern. Zugleich soll der Zugang zu PPA-Modellen auch für mittelständische Unternehmen verbessert werden.

Bereits seit einigen Jahren ist eine Zunahme dieser direkten „grünen“ Stromlieferverträge zu beobachten, unter anderem bei Altanlagen (insbesondere Windenergieanlagen an Land), deren 20-jährige

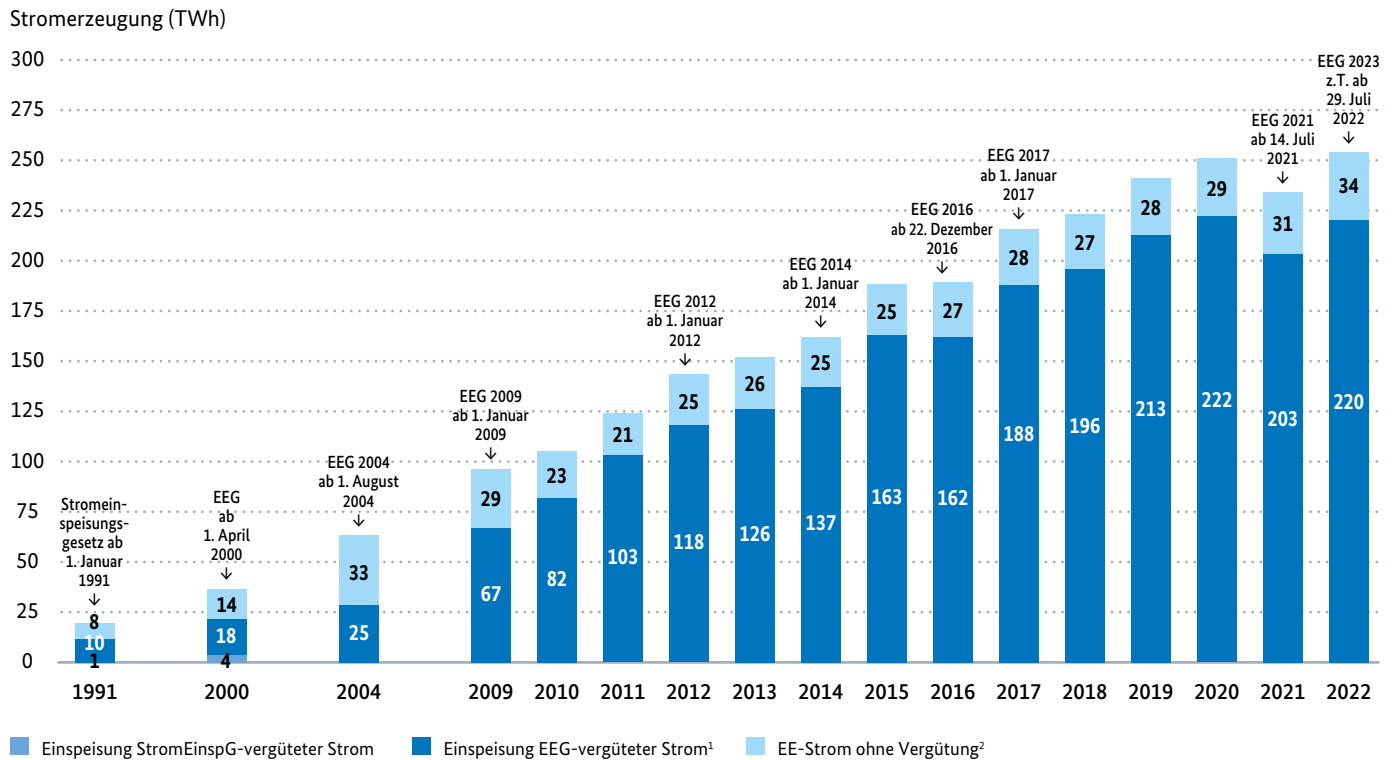
EEG-Förderung ausgelaufen ist, oder bei PV-Anlagen, die ohne EEG-Förderung errichtet werden.

Im Rahmen eines PPA werden alle Bedingungen vertraglich festgelegt, einschließlich der Menge an Strom, der vereinbarten Kosten und der steuerlichen Durchführung. PPA bieten Industrieunternehmen eine Möglichkeit, sich gegen schwankende Strompreise abzusichern. Seit Neufassung der Strompreiskompensation-Förderrichtlinie im Jahr 2022 ist es Unternehmen inzwischen möglich, den Strom über PPA-Verträge zu beziehen und gleichzeitig die Strompreiskompensation in Anspruch zu nehmen. Mit dem Energiefinanzierungsgesetz hat die Bundesregierung einen „grünen Bonus“ für stromintensive Unternehmen im Rahmen der Besonderen Ausgleichsregelung eingeführt, wenn sie einen Teil ihres Grünstromverbrauchs durch PPA decken.

PPA werden der „sonstigen Direktvermarktung“ (DV) zugeordnet, bei der Anlagenbetreiber ihren Strom an der Strombörse, an einen Direktvermarkter oder direkt an einen Letztverbraucher verkaufen. Im Jahr 2022 wurden rund 12 GW Leistung in der sonstigen DV vermarktet. Damit hat sich die vermarktete Leistung innerhalb eines Jahres verdoppelt (2021 6 GW) [12]. Am Anfang des Jahres 2022 war der Anstieg der Leistung in der sonstigen DV hauptsächlich auf Post-EEG-Anlagen (Anlagen älter als 20 Jahre) zurückzuführen, die das EEG zum Förderende verlassen haben. In der Mitte des Jahres waren es dann vor allem EEG-Bestandsanlagen, die aus Gründen der Erlösoptimierung in die sonstige DV wechselten. PPA-finanzierte Neuanlagen spielten in 2022 ebenfalls eine Rolle, wenngleich in einem geringeren Umfang. Da PPA bilaterale Verträge sind, liegen keine öffentlich verfügbaren Daten zu PPA-Strukturen vor [12].

Die nicht über das EEG vergüteten Strommengen sind bisher nur ein kleiner Teil der gesamten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, wie Abbildung 27 zeigt.

Abbildung 27: 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. biogener Anteil des Abfalls) sowie Einspeisung und Eigenerzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie ohne EEG-Vergütungsanspruch

Quelle: BMWK, auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB [13])

Ausbau der Photovoltaik

Für die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung ist die Photovoltaik (PV) eine wichtige Säule und gehört heute schon zu den wichtigsten Stromerzeugungsquellen. Bis 2030 sollen 215 GW PV in Deutschland installiert sein, wobei der Zubau etwa hälftig auf Dächern und in der Fläche erfolgen soll.

Um die ambitionierten PV-Ausbauziele der Bundesregierung zu erreichen, hat das Kabinett am 16.08.2023 das Solarpaket beschlossen. Das Solarpaket enthält eine Vielzahl an Maßnahmen, mit denen der Zubau in der Freifläche und auf dem Dach beschleunigt sowie die Teilhabe der Bürgerinnen und Bürger gestärkt werden soll. Ausführliche Informationen zum Solarpaket sind auf der BMWK Internetseite veröffentlicht.

PV-Freiflächenanlagen

Für die Zielerreichung ist neben dem forcierten Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen auch ein Ausbau auf Freiflächen erforderlich. Die in Deutschland installierte Photovoltaik-Leistung setzt sich aktuell zu etwa zwei Dritteln aus Dachanlagen und einem Drittel aus Freiflächenanlagen zusammen [14]. Damit zukünftig die Hälfte des Zubaus auf Freiflächen erfolgt, sieht die PV-Strategie der Bundesregierung einen jährlichen Zubau von rund 11 GW PV-Freiflächenanlagen ab dem Jahr 2026 vor. PV-Freiflächenanlagen sind bisher die günstigere Stromerzeugungstechnologie und ermöglichen einen schnellen, planbaren PV-Zubau. Im Verhältnis zu Dachanlagen können die Komponenten (Module, Wechselrichter, Kabel etc.) aufgrund der größeren Mengen in der Regel kostengünstiger beschafft werden. Flächenkonkurrenzen

beugt die Bundesregierung mit intelligenten Konzepten und Innovationen vor. Biodiversitäts-Solarparks, die neue Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt schaffen, sollen ebenso Standard werden wie Agri-PV in der Landwirtschaft oder Moor-PV auf wiedervernässten Moorböden.

Photovoltaikanlagen auf Mehrparteiegebäuden

Vor dem Hintergrund der aktuellen Gesetzgebung rund um das Solarpaket und der Stärkung der Bürgerbeteiligung am Ausbau der erneuerbaren Energien werden in diesem Abschnitt die verschiedenen Beteiligungsmodelle vorgestellt.

Der Betrieb von [Photovoltaikanlagen auf Mehrparteiegebäuden](#) erfolgt im Wesentlichen auf Basis folgender Konzepte:

- Volleinspeisungs-Modell (mit erhöhter Einspeisevergütung oder Marktprämie) oder
- Mieterstrom-Modelle (mit oder ohne EEG-Mieterstromzuschlag) mit Überschusseinspeisung (mit Einspeisevergütung oder Marktprämie) oder
- steckerfertige Solaranlagen („Balkonkraftwerke“).

Um eine breitere Nutzung von PV-Dachanlagen im Bereich Mieterstrom zu ermöglichen, erarbeitete das BMWK im Rahmen des [Solarpakets](#) weitere Maßnahmen.

Volleinspeisungs-Modell

Gerade für die Erschließung der Dächer von Mehrparteien- oder vermieteten Wohngebäuden ist der erhöhte EEG-Volleinspeisetarif für Solaranlagen eine vergleichsweise unkomplizierte und sicher kalkulierbare Fördermöglichkeit. Speist der Anlagenbetreibende den mit der PV-Anlage erzeugten Strom vollständig in das Netz ein, kann dieser dafür nach neuen gesetzlichen Vorgaben eine erhöhte Einspeisevergütung oder – je nach EEG-Veräußerungsform – eine erhöhte Marktprämie in Anspruch nehmen (§ 48 Abs. 2a EEG 2023). Der Betrieb der PV-Anlagen erfolgt völlig unabhängig von der Belieferung und den Stromverträgen der Letztverbraucher im Gebäude. Weil es sich um kein

EEG-Mieterstromprojekt handelt, kann für den eingespeisten Strom kein „Mieterstromzuschlag“ in Anspruch genommen werden.

Weitere Informationen und die aktuellen Vergütungssätze können bei der Bundesnetzagentur unter dem Punkt [„Fördersätze für Solaranlagen und Mieterstromzuschlag“](#) eingesehen werden.

Mieterstrom-Modelle

Das Mieterstrom-Modell ist ein Konzept, bei dem der vor Ort erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien an die Letztverbraucher eines Wohngebäudes verkauft wird. Es ermöglicht den Hausbewohnenden, von günstigerem und umweltfreundlichem Strom zu profitieren, während der Betreiber der Mieterstromanlage eine zusätzliche Einnahmequelle hat und zur Energiewende beiträgt.

Mieterstrom-Modelle sind in der Praxis unterschiedlich ausgestaltet. Gemeinsam ist diesen Vermarktungsmodellen im Allgemeinen, dass

- der Strom vor Ort mit einer Solaranlage, einem BHKW oder einer ähnlichen Erzeugungsanlage erzeugt,
- vorrangig an die Hausbewohner (ohne Nutzung des öffentlichen Netzes) innerhalb der Kundenanlage geliefert und im Gebäude verbraucht sowie
- im Übrigen als „Überschusseinspeisung“ in das Netz gespeist wird.

Seit vielen Jahren kommt diese Art von Modellen zum Einsatz. Es gibt sie in verschiedenen Varianten mit und ohne EEG-Mieterstromförderung. Gemeinsam ist den Modellen, dass auf den innerhalb der Kundenanlage erzeugten, gelieferten und verbrauchten „Mieterstrom“ keine Netzentgelte, Umlagen oder Abgaben anfallen. Ein wesentlicher Teil der Rentabilität resultiert in der Regel aus den vermiedenen Abgaben und Umlagen. Bislang war der Ausbau von Mieterstromanlagen aber deutlich hinter den Erwartungen zurückgeblieben, wie der Mieterstrombericht der Bundesregierung [15] hervorhebt. Daraufhin wurden die Förderbedingungen im EEG 2021 und im EEG 2023 weiter verbessert.

Detaillierte Informationen zu diesen Themen finden sich unter dem Punkt „[Mieterstrom-Modelle](#)“ auf der Internetseite der Bundesnetzagentur.

Die Höhe des Mieterstromzuschlags richtet sich nach dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage und gilt dann für 20 Jahre. Genau wie bei der Einspeisevergütung unterliegt der mögliche Betrag des Mieterstromzuschlags der Degression, d.h. er verringert sich kontinuierlich. Die aktuellen Mieterstromzuschläge werden von der Bundesnetzagentur unter dem Punkt „[Fördersätze für Solaranlagen und Mieterstromzuschlag](#)“ auf der Internetseite veröffentlicht.

Das Potenzial für die Solarstromgewinnung auf Mietshäusern ist noch lange nicht ausgeschöpft. Eine vom BMWK beauftragte Studie zum Thema Mieterstrom aus dem Jahr 2017 kommt zu dem Ergebnis, dass bis zu 3,8 Millionen Wohnungen grundsätzlich mit Mieterstrom versorgt werden könnten. Das entspricht etwa 18% der vermieteten Wohnungen. Nach Auswertungen des [Marktstammdatenregisters](#) sind bis Juni 2023 aber nur rund 6.700 PV-Mieterstromanlagen mit EEG-Mieterstromzuschlag mit einer Leistung von rund 130 MW registriert.

Weitere aktuelle Informationen zum Thema Mieterstrom finden sich auch auf der Internetseite des [Bundeswirtschaftsministeriums](#).

Balkonkraftwerke

Balkonkraftwerke sind kleine Photovoltaikanlagen, die auf dem Balkon oder der Terrasse installiert werden können. Sie dienen der dezentralen Stromerzeugung und ermöglichen es Privathaushalten, ihren eigenen Solarstrom zu erzeugen.

Ein Balkonkraftwerk besteht in der Regel aus Solarmodulen, einem Wechselrichter und einem Anschlusskabel, über das der PV-Strom direkt in das Stromnetz des Haushalts eingespeist wird. Der Wechselrichter sorgt dafür, dass der erzeugte Gleichstrom in den haushaltsüblichen Wechselstrom umgewandelt wird.

Balkonkraftwerke dürfen derzeit eine maximale Leistung von 600 Watt [W] haben (die Bundesregie-

rung plant dies im Rahmen des Solarpakets anzuhoben). Dies entspricht in der Regel der Leistung von zwei Modulen. Sie sind somit nicht dazu ausgelegt, den gesamten Strombedarf eines Haushalts zu decken, sondern dienen der Verringerung des Netzbezugs. Der erzeugte Solarstrom kann direkt im Haushalt genutzt und Überschüsse ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

Balkonkraftwerke sind relativ einfach zu installieren und erfordern in der Regel keine aufwendigen Genehmigungsverfahren. Des Weiteren plant die Bundesregierung im Solarpaket eine Vereinfachung der Inbetriebnahme. Hierfür soll die Anmeldung beim Netzbetreiber entfallen und die Anmeldung im Marktstammdatenregister auf wenige, einfach einzugebende Daten beschränkt werden [15]. Ausführliche Informationen über einzuhaltende Voraussetzungen und Pflichten können auf der Internetseite der [Bundesnetzagentur](#) nachgelesen werden.

Balkonkraftwerke bieten insbesondere für Mieterinnen und Mieter eine Möglichkeit, Solarenergie zu nutzen, auch wenn sie über kein eigenes Dach verfügen. Nach Branchenangaben sind in Deutschland mehr als 250.000 dieser Anlagen mit einer Gesamtleistung von schätzungsweise 100 MW installiert [16].

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

Investitionen in erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

Mit dem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien (EE) 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 installierten Anlagen einschließlich ihrer Wartung.

Die Entwicklung der Investitionen wird einerseits vom Umfang des Zubaus von neuen Kapazitäten und andererseits von der Kostenentwicklung der

einzelnen Technologien bestimmt. Der bisherige Höchstwert für Investitionen in EE-Anlagen war im Jahr 2010 mit knapp 28 Mrd. Euro erreicht worden. Anschließend sanken sie unter zeitweisen Schwankungen bis auf einen Tiefststand von 10,6 Mrd. Euro im Jahr 2019. Seither ist wieder ein Aufwärtstrend zu beobachten und allein im Jahr 2022 konnte ein Zuwachs um 51 % gegenüber dem Vorjahr auf 21,9 Mrd. Euro verzeichnet werden. 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 [17].

Die Entwicklung der Investitionen und Betriebskosten im Jahr 2022 war stark geprägt durch die bereits im Jahr 2021 einsetzende Verknappung und der damit einhergehenden Verteuerung fossiler Brennstoffe, die sich in Folge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine im Lauf des Jahres 2022 massiv verstärkte. Die Energie(preis-)krise bewirkte zum einen eine kurzfristig stark wachsende Nachfrage nach Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien, aber auch nach PV-Anlagen zur Stromerzeugung auf Privathäusern. Zum anderen befeuerte dieser Nachfrageschub die schon durch gestiegene Rohstoffpreise sowie die jüngsten Energiepreissteigerungen ausgelöste Verteuerung von Gütern und Dienstleistungen zusätzlich, was zu stark steigenden Anlagenpreisen insbesondere im Heizungsbereich führte. Während sich Preissteigerungen bei größeren Anlagen, d. h. vor allem kommerziellen Anlagen mit längeren Realisierungszeiträumen, kurzfristig weniger stark auswir-

ken dürften, waren die Auswirkungen bei kleineren Projekten, insbesondere im Bereich von Gebäudeheizungen, kurzfristig spürbar.

Im Bereich der Photovoltaikanlagen spiegeln die im Vergleich zum Vorjahr um 51% gewachsenen Investitionen in Höhe von 7,9 Mrd. Euro vor allem den starken Anlagenzubau wider. Dies trifft auch auf die Investitionen in Windkraftanlagen an Land zu, die im Vorjahresvergleich um mehr als ein Viertel auf 3,6 Mrd. Euro stiegen. Bei den Windenergieanlagen auf See erreichten die Projekte, die in den Ausschreibungen 2017 und 2018 einen Zuschlag erhalten hatten, die Umsetzungsphase, so dass die Investitionen nach zwei Jahren Durststrecke wieder deutlich zulegten.

Die stark wachsenden Investitionen im Bereich der Umweltwärmenutzung (Wärmepumpen) sowie der Holzheizungen waren sowohl durch einen starken Anlagenzubau als auch durch deutlich höhere Anlagenpreise begründet. Die Steigerung der Investitionen im Vergleich zum Vorjahr beläuft sich bei Wärmepumpen auf 82 %, bei Anlagen zur Nutzung von Wärme aus Biomasse auf 36 % und bei Solarthermieanlagen auf 25 %. Die Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse und Wasserkraft gingen 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 26 % bzw. 14 % zurück.

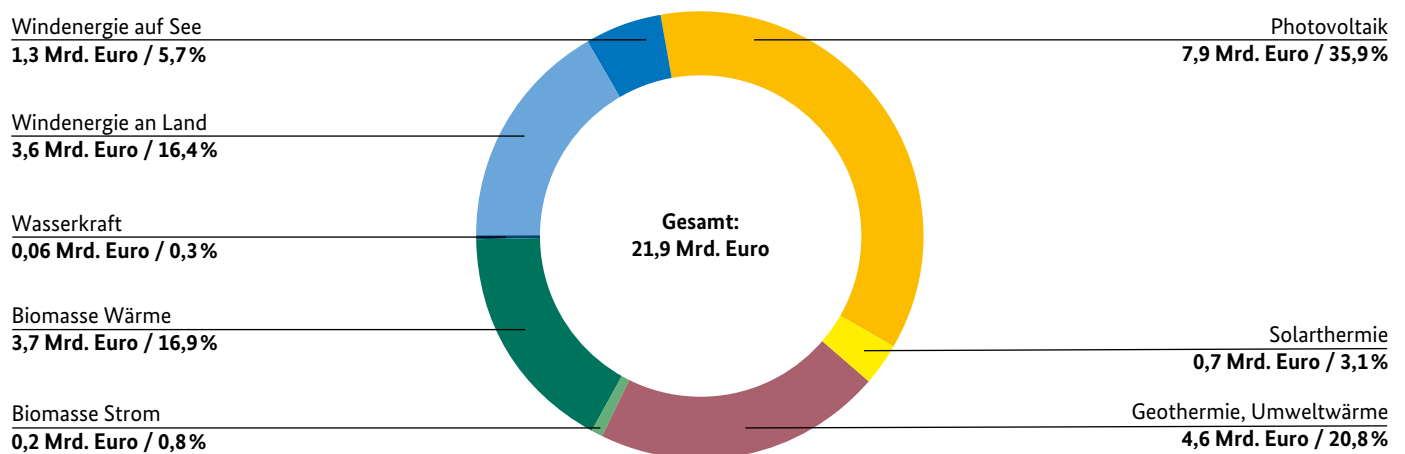
Mit knapp 59 % entfällt nach wie vor der größte Teil der dargestellten Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden. Verglichen mit dem Vorjahr ging dieser Anteil um einen halben Prozentpunkt zurück.

Tabelle 15: 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	–	0,3	0,4	0,1	0,5	0,9	4,7
2005	0,2	2,5	–	4,8	0,6	0,4	1,9	1,5	12,0
2006	0,2	3,2	–	4,0	1,0	0,9	2,3	2,3	14,0
2007	0,3	2,5	0,0	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	1,6	16,5
2014	0,1	7,1	3,9	1,5	0,8	1,1	0,7	1,3	16,4
2015	0,1	5,4	3,7	1,5	0,8	1,0	0,2	1,3	13,9
2016	0,1	6,9	3,4	1,6	0,7	1,2	0,3	1,2	15,3
2017	0,1	7,5	3,4	1,7	0,5	1,3	0,3	1,2	15,9
2018	0,1	3,4	4,1	2,6	0,5	1,5	0,4	1,2	13,8
2019	0,1	1,6	2,1	3,4	0,4	1,4	0,4	1,3	10,6
2020	0,1	2,1	0,1	4,8	0,5	1,9	0,3	1,9	11,7
2021	0,1	2,8	0,3	5,2	0,6	2,5	0,2	2,7	14,5
2022	0,1	3,6	1,3	7,9	0,7	4,6	0,2	3,7	21,9

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 28: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2022



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 durch den Anlagenbetrieb

Neben den Investitionen hat auch der Betrieb der Anlagen erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Der Anlagenbetrieb (einschließlich Wartung) löst durch die Nachfrage nach Personal, Strom (Hilfsenergie), Ersatzteilen oder Brennstoffen wirtschaftliche Impulse auch in anderen Branchen aus. Die beim Anlagenbetreiber anfallenden Betriebskosten führen zu Umsätzen in entsprechender Höhe unter anderem bei Zulieferern. Die durch den Anlagenbetrieb ausgelösten wirtschaftlichen Impulse zeigen seit Jahren einen Aufwärtstrend entsprechend der zunehmenden Anzahl installierter Anlagen. Sie stiegen von knapp 2 Mrd. Euro im Jahr 2000 auf annähernd 24 Mrd. Euro im Jahr 2022. Damit übersteigen die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb schon seit dem Jahr 2015 die Investitionen in die Errichtung von Anlagen.

Im Gegensatz zu den übrigen EE-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Die Kosten dafür bewir-

ken, dass der größte Anteil der gesamten wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb auf Biomasseanlagen entfällt. Es folgen Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen, die im Jahr 2022, wie schon im Jahr 2021, infolge stark gestiegener Kraftstoffpreise im Vergleich zum Vorjahr deutlich anstiegen. Weitere Impulse resultieren aus dem Betrieb von Windenergieanlagen, von Anlagen zur Geothermie- und Umweltwärmenutzung sowie von PV-, Solarthermie- und Wasserkraftanlagen. Die genannten wirtschaftlichen Impulse stärken die Wirtschaft nachhaltig, da sie über die gesamte Anlagenlaufzeit (bei EEG-Strom von zumeist mindestens 20 Jahren) anfallen und mit jeder zusätzlich installierten Anlage weiter wachsen.

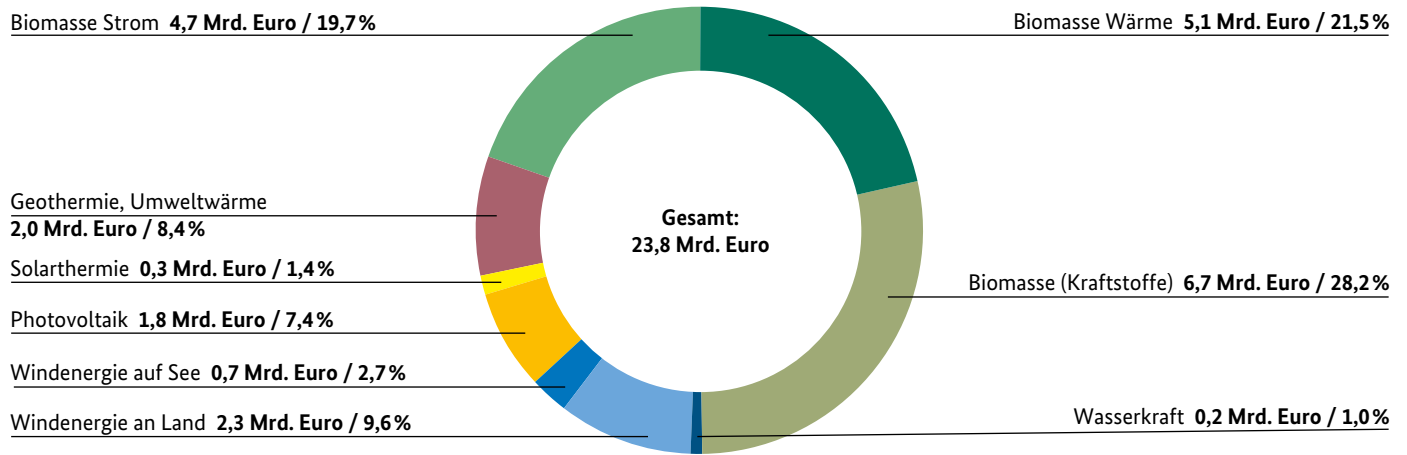
Betrachtet man die Aufteilung der verschiedenen Komponenten der wirtschaftlichen Impulse, so spiegelt deren aktuelle Entwicklung die bereits oben angesprochenen kostenrelevanten Effekte der Energiepreiskrise wider: Im Jahr 2000 machte der Anteil der Wärmeanlagen zwei Drittel der wirtschaftlichen Impulse aus, auf Strom und Kraftstoffe

Tabelle 16: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen

	Wasserkraft	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Solarthermie	Geothermie, Umweltwärme	Biomasse Strom	Biomasse Wärme	Biomasse Kraftstoffe	Gesamt
	(Milliarden Euro)									
2000	0,1	0,2	–	0,01	0,0	0,2	0,2	1,1	0,2	1,9
2005	0,1	0,6	–	0,1	0,1	0,2	0,7	1,5	1,8	5,1
2006	0,1	0,6	–	0,2	0,1	0,3	1,1	1,7	3,2	7,3
2007	0,1	0,7	–	0,3	0,1	0,4	1,7	2,0	3,8	9,0
2008	0,2	0,8	–	0,4	0,1	0,4	2,0	2,2	3,5	9,6
2009	0,2	0,9	0,01	0,5	0,1	0,5	2,4	2,5	2,4	9,5
2010	0,2	1,0	0,02	0,8	0,2	0,6	2,9	2,9	2,9	11,4
2011	0,2	1,1	0,03	1,0	0,2	0,7	3,3	2,9	3,7	13,1
2012	0,2	1,2	0,06	1,3	0,2	0,8	4,1	3,1	3,7	14,7
2013	0,2	1,4	0,1	1,4	0,2	0,9	4,2	3,3	3,1	14,8
2014	0,2	1,6	0,2	1,4	0,2	1,0	4,5	3,0	2,6	14,8
2015	0,2	1,7	0,3	1,4	0,3	1,1	4,7	3,2	2,4	15,2
2016	0,2	1,9	0,4	1,4	0,3	1,1	4,6	3,4	2,6	15,9
2017	0,2	2,1	0,4	1,5	0,3	1,2	4,7	3,4	2,7	16,5
2018	0,2	2,2	0,5	1,5	0,3	1,3	4,7	3,3	2,7	16,8
2019	0,2	2,3	0,6	1,5	0,3	1,5	4,8	3,4	2,8	17,3
2020	0,2	2,3	0,6	1,6	0,3	1,6	4,8	3,4	3,5	18,4
2021	0,2	2,3	0,6	1,7	0,3	1,8	4,6	3,8	5,0	20,3
2022	0,2	2,3	0,7	1,8	0,3	2,0	4,7	5,1	6,7	23,8

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 29: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2022



Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

entfielen 22 % bzw. 11 %. Bis 2019 wuchs der Anteil der Stromerzeugungsanlagen und der Kraftstoffe auf 54 % bzw. 16 %, während jener der Wärmeerzeugungsanlagen auf 29 % sank. Im Verlauf der Jahre 2020 bis 2022 fiel der Anteil der stromerzeugenden Anlagen auf 40 %, während die Anteile der Anlagen zur Wärmeerzeugung und der Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen auf rund 31 % bzw. 28 % anstiegen.

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

Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland

Nach vorläufigen Hochrechnungen für das Jahr 2021 (Zahlen für das Jahr 2022 lagen bis Redaktionsschluss nicht vor) stiegen die Beschäftigungszahlen im Erneuerbare-Energien-Sektor leicht um 2 % auf rund 344.100 Personen im Jahr 2021 an. Dies waren rund 6.000 Personen mehr als im Vorjahr (338.200 Personen).

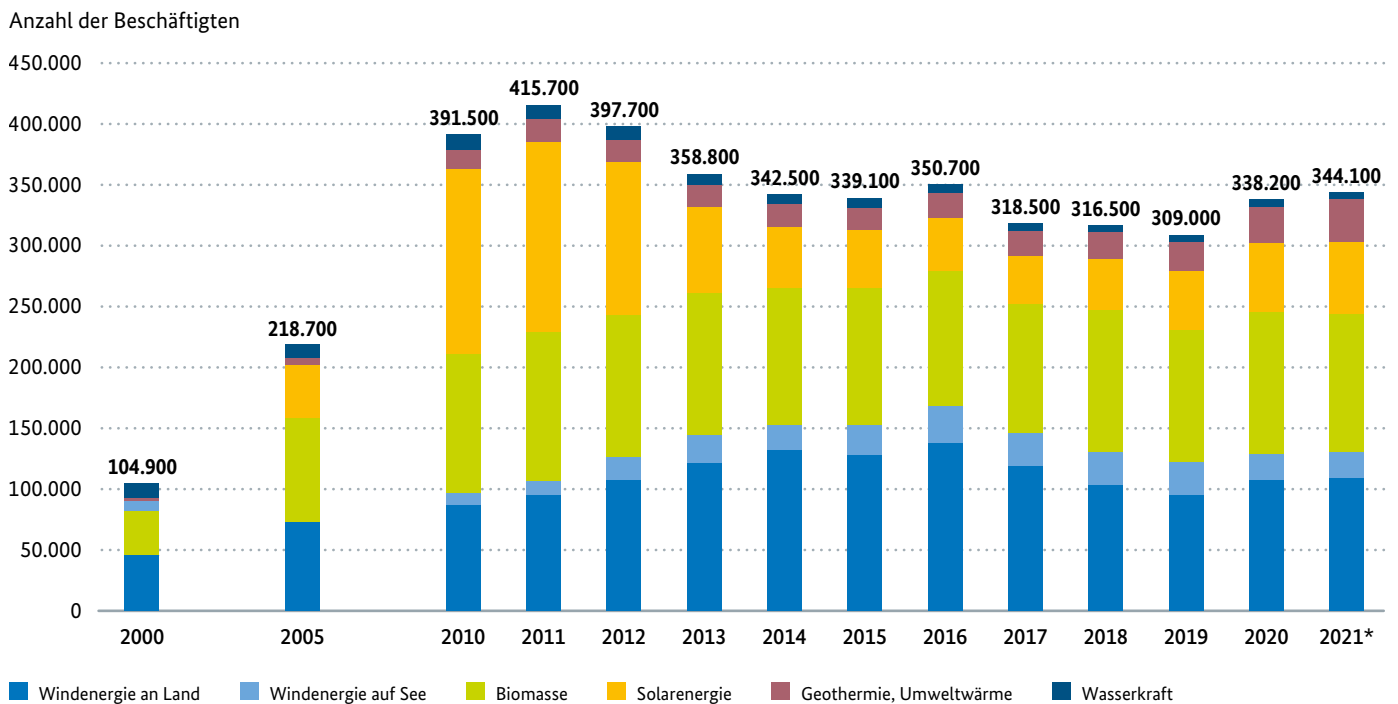
Betrachtet man die Entwicklung der Beschäftigung getrennt nach Technologiesparten, so werden unterschiedliche Verläufe zwischen den letzten Jahren deutlich. Sie hängen vor allem mit dem Ausbauperlauf in den Sparten zusammen. So stieg die Beschäftigung im Bereich der Windenergie an Land bis zum Jahr 2016 auf rund 138.000 Personen

an und ging dann, trotz eines steigenden Exportanteils, in Folge der geringeren Installationszahlen in Deutschland innerhalb von drei Jahren um rund 38 % auf etwa 95.000 Beschäftigte zurück. Auf Grund der wieder leicht gestiegenen Installationszahlen von Windkraftanlagen in den letzten zwei Jahren stieg die Anzahl der Beschäftigten wieder auf rund 109.000 an. Bei Windenergie auf See zeigt sich bis zum Jahr 2016 der gleiche Trend. So stieg die Zahl der Beschäftigten bis dahin auf 29.800 Personen an, ging dann in den letzten Jahren auf Grund des sehr geringen Zubaus um rund 27 % auf etwa 21.700 Beschäftigte im Jahr 2021 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 2021 mit etwa 37 % (rund 114.000 Personen) zur Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien bei.

Die Beschäftigung im Bereich Solarenergie hat in dem Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 die größten Schwankungen erfahren. Nach einem sehr starken Anstieg der Beschäftigung bis zum Jahr 2011, als die Solarenergie schließlich mit 38 % (156.700 Personen) den größten Anteil der Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien ausmachte, ging diese bis zum Jahr 2017 um über 70 % zurück. Erst im Jahr 2018 ist diese Entwicklung zu einem

Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



* vorläufige Angaben

Quelle: DIW, DLR, GWS [18]

Ende gekommen und aufgrund gestiegener Installationszahlen im Bereich Photovoltaik konnte ein erneuter Anstieg der Beschäftigtenzahlen verzeichnet werden. Im Bereich Solarenergie waren im Jahr 2021 rund 58.500 Personen beschäftigt.

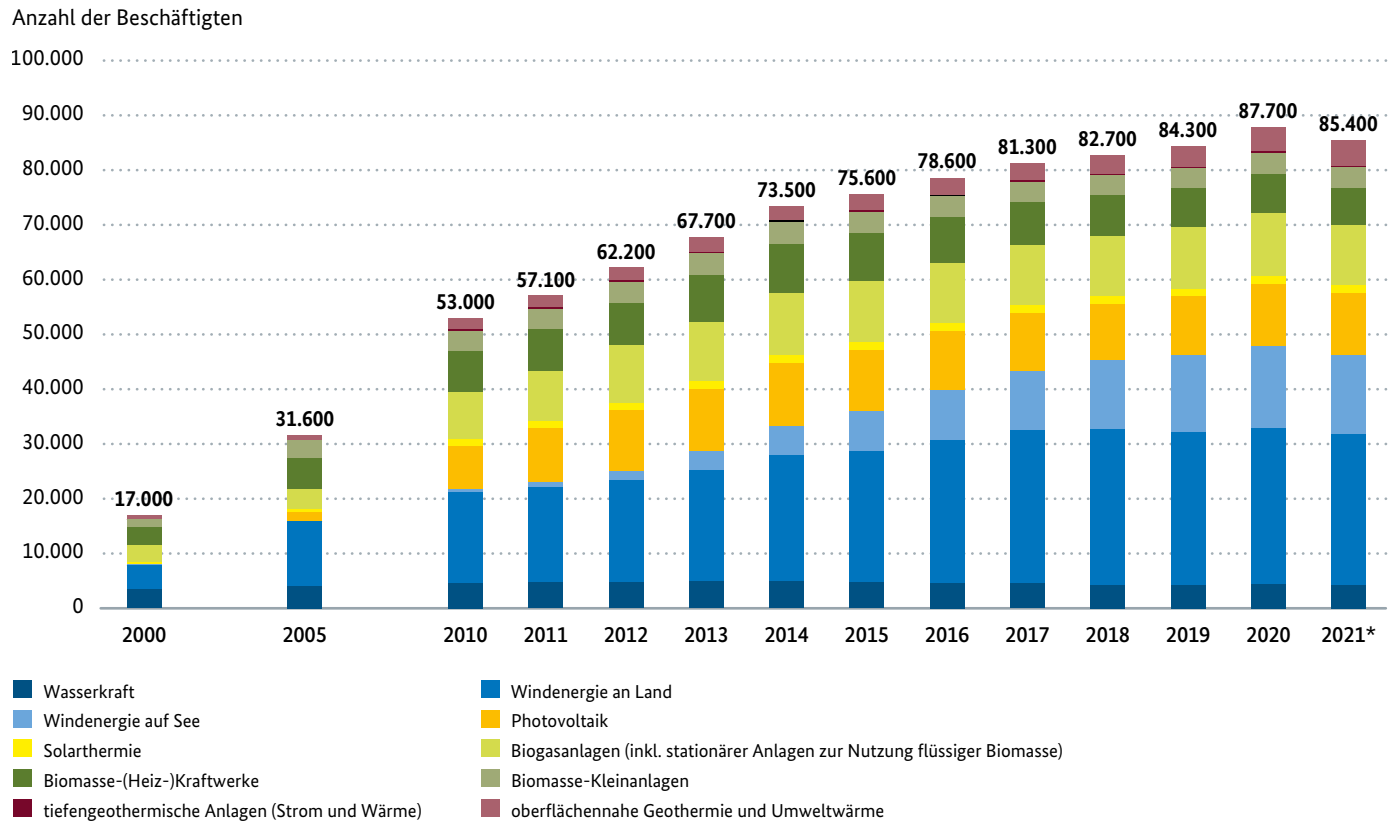
Die Geothermie trug mit 10% zur Beschäftigung im Jahr 2021 bei. Dabei war auf Grund der starken Nachfrage nach Wärmepumpen ein Anstieg um 20% auf rund 36.000 Beschäftigte zu verzeichnen.

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 2021 trug die Wasserkraft mit 5.700 Personen nur etwa 2% zur gesamten Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien bei.

Im Bereich Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen ist zum ersten Mal im Vergleich zu den letzten Jahren ein leichter Rückgang der Beschäftigungszahlen zu verzeichnen. Die Ursache sind hauptsächlich Sondereffekte, die durch die Corona-Pandemie (z. B. Kurzarbeit) entstanden.

Im Jahr 2000 waren etwa 17.000 Personen in Betrieb und Wartung von Erneuerbare-Energien-Anlagen beschäftigt. Die Beschäftigungszahlen stiegen dann bis zum Jahr 2020 um das 5-fache auf 87.700 an. Im Jahr 2021 sanken die Beschäftigungszahlen in diesen Bereichen erstmals um rund 3% auf insgesamt 85.400 Personen. Mit rund 32% waren im Bereiche Windenergie an Land die meisten Personen für die Wartung und Betrieb der Anlagen beschäftigt, gefolgt von Windenergie auf See mit 17%, Photovoltaik und Biogasanlagen mit jeweils 13%. Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke trugen noch mit 12% zur Beschäftigung bei. Biomasse-Kleinanlagen, Wasserkraft und ebenso die oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme hatten jeweils noch einen Anteil von knapp 5%, die Solarthermie etwa 2%. Tiefengeothermische Anlagen sind bislang noch immer auf einem geringen Ausbauniveau, so dass die daraus resultierende Beschäftigung mit weniger als 1% zum Gesamtergebnis beiträgt [18].

Abbildung 31: Entwicklung der Beschäftigung in Betrieb und Wartung von EE-Anlagen in Deutschland



* vorläufige Angaben

Quelle: DIW, DLR, GWS [18]

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich

In den privaten Haushalten werden über 90% der Endenergie für Wärmeanwendungen verbraucht. Hierbei entfallen allein rund zwei Drittel auf den raumwärmebedingten Endenergieverbrauch. Auch im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) dominieren Wärmeanwendungen mit über 60% den Endenergieverbrauch [19]. Alleine für die Bereitstellung von Wärme und Kälte im Gebäudebereich wurden dabei rund 120 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent (CO₂-Äq.) emittiert. Das voraussichtlich noch im Jahr 2023 nochmals novellierte Klimaschutzgesetz (KSG) wird diesen Wert als Jahresemissionsmenge für den Gebäudesektor ausweisen. Bis zum Jahr 2045 will die Bundesregierung einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand realisieren. Der Koalitionsvertrag der Ampel-Koalition enthält zudem die Zielsetzung, dass 50% der

Wärme bis zum Jahr 2030 klimaneutral erzeugt werden soll. Um diese Ziele zu erreichen, müssen Häuser und Gebäude deutlich energieeffizienter und der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch massiv erhöht werden [20].

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) hat die Bundesregierung eine Gesamtstrategie für den Gebäudesektor geschaffen. Das Gesetz war am 1. November 2020 in Kraft getreten und ersetzte die Regelungen des Energieeinsparungsgesetzes (EnEG), der Energieeinsparverordnung (EnEV) und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG). Des Weiteren setzt im Rahmen des GEG der Bund die EU-Gebäuderichtlinie (Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010) um, die für Neubauten ab 2021 das Niedrigstenergiegebäude als Standard festlegt.

Die wichtigsten Regelungen im GEG sind:

- Vorgaben zur Heizungs- und Klimatechnik sowie zum Wärmedämmstandard und Hitzeschutz von Gebäuden.
- Nachrüst- und Austauschpflichten für Eigentümer von Bestandsgebäuden.
- Beim Neubau sind bestimmte Anteile an regenerativen Energien definiert, die in dem Gebäude zum Heizen oder auch Kühlen verwendet werden müssen.

Des Weiteren ermöglicht das GEG 2020 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. Zudem bietet das GEG die Möglichkeit, Ersatzmaßnahmen anstelle des Einsatzes erneuerbarer Energien zu ergreifen sowie verschiedene Maßnahmen zu kombinieren.

Im September 2023 hat der Bundesrat das neue EEG beschlossen (siehe hierzu im Einzelnen [„Energiewende im Wärmebereich“](#)).

Weiterführende Informationen zum Thema Energieeinsparung im Bauwesen erhalten Sie beim [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung](#) und auf dem BBSR-Themenportal [„Info Portal Energieeinsparung“](#).

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 entwickelt die Bundesregierung die Förderung für Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich kontinuierlich weiter. Mit der [„Bundesförderung für effiziente Gebäude“ \(BEG\)](#) werden Maßnahmen für den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung und mehr Energieeffizienz in Wohn- und Nichtwohngebäuden gefördert; z. B. der Austausch alter, fossiler Heizungen durch Heizungen auf Basis erneuerbarer Energien und Maßnahmen zur Dämmung der Gebäudehülle. Diese Investitionsanreize sollen entscheidend dazu

beitragen, die Energie- und Klimaziele 2030 im Gebäudesektor zu erreichen. Der Fokus der Förderung liegt auf der Sanierung von Bestandsgebäuden, denn dort sind der Klimaschutzeffekt und die Fördereffizienz am größten.

Die BEG fasst frühere Gebädeförderprogramme seit 2021 in einem einzigen Förderprogramm mit drei Teilprogrammen zusammen:

1. Wohngebäude (BEG WG) – Sanierung von Wohngebäuden,
2. Nichtwohngebäude (BEG NWG) – Sanierung von Nichtwohngebäuden sowie
3. Einzelmaßnahmen (BEG EM) – Sanierung mit Einzelmaßnahmen an Wohn- oder Nichtwohngebäuden.

Zuständig für die Durchführung der BEG sind die [Kreditanstalt für Wiederaufbau \(KfW\)](#) und das [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle \(BAFA\)](#). Die Förderung erfolgt entweder durch einen nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss oder in Form eines zinsgünstigen Kredits in Verbindung mit einem Tilgungszuschuss aus Bundesmitteln.

Einzelmaßnahmen zur Sanierung, zum Beispiel der Austausch einer alten, fossilen Heizung durch eine erneuerbare-Energien-basierte Heizung oder Maßnahmen zur Dämmung an der Außenhülle (BEG EM), werden mit einem Zuschuss zu den Investitionskosten gefördert und können beim BAFA beantragt werden.

Systemische Sanierungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden auf ein Effizienzhaus- bzw. Effizienzgebäude-Niveau (BEG WG und BEG NWG) werden über zinsvergünstigte Kredite plus Tilgungszuschuss gefördert und können bei der KfW beantragt werden.

Um die Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor zu beschleunigen, wurde die BEG im Sommer sowie erneut im Herbst 2022 reformiert. Die aktuell gültigen Konditionen traten zum 1. Januar 2023 in Kraft.

Im Jahr 2022 wurden im Rahmen der BEG insgesamt knapp 587.000 Anträge bei der KfW und dem BAFA bewilligt. Damit konnten rund 1,4 Mio.

Wohneinheiten gefördert werden. Das Fördervolumen für die Gebädeförderung bei KfW und BAFA betrug im Jahr 2022 insgesamt rund 28,8 Mrd. Euro.

Tabelle 17: Übersicht der Förderzusagen im Rahmen der BEG in 2022

		Anzahl Zusagen seit Start	Anzahl Zusagen in Wohneinheiten seit Start
BEG WG	Neubau	57.550	312.587
	Sanierung	30.608	142.499
	Summe BEG WG	88.158¹	455.086¹
BEG NWG	Neubau	5.533	
	Sanierung	2.200	
	Summe BEG NWG	7.733¹	
BEG EM	WG	469.104	963.416
	NWG	21.925	
	Summe BEG EM	491.029	963.416
Summe		586.920	1.418.502

1 Abweichung zwischen den Kategorien „Neubau“ und „Sanierung“ zur „Summe“ ergibt sich durch nicht zuordenbare Anträge (aufgrund von uneindeutigen oder fehlenden Angaben)

Quelle: BMWK [21]

KfW-Förderung im Rahmen BEG Wohngebäude und BEG Nichtwohngebäude

Mit den geförderten Maßnahmen werden bei der Sanierung oder beim Neubau von Gebäuden sogenannte Effizienzgebäude-Stufen erreicht. Ein Effizienzgebäude zeichnet sich durch eine energetisch optimierte Bauweise und Anlagentechnik aus und erreicht die in den technischen Mindestanforderungen definierten Vorgaben an die Gesamtenergieeffizienz (Bezugsgröße: Primärenergiebedarf) und an die Energieeffizienz der Gebäudehülle (Bezugsgröße: Transmissionswärmeverlust) für eine Effizienzgebäude-Stufe. Dabei gilt: Je kleiner die Zahl, desto energieeffizienter ist ein Gebäude.

Die BEG gilt dabei für alle Wohngebäude (WG) wie zum Beispiel für Ein- und Mehrfamilienhäuser oder Wohnheime sowie für alle Nichtwohngebäude (NWG), wie zum Beispiel für Gewerbegebäude, kommunale Gebäude oder Krankenhäuser.

Mit Stand 31. Dezember 2022 wurden im Rahmen der BEG WG über 88.000 Zusagen durch die KfW erteilt, davon über 30.600 für Sanierungen und mehr als 57.500 im Neubau. Die große Mehrheit entfiel im Neubau mit mehr als 39.000 auf das EH55.

Tabelle 18: Übersicht der Anzahl der Zusagen durch die KfW für den Bereich Wohnungsbau in 2022

BEG WG	Anzahl Zusagen (01.01.22 – 31.12.2022)
Neubau WG	57.550
Neubau Effizienzhaus 55	6.001
Neubau Effizienzhaus 55 EE	39.019
Neubau Effizienzhaus 55 NH	285
Neubau Effizienzhaus 40	168
Neubau Effizienzhaus 40 EE	5.189
Neubau Effizienzhaus 40 NH	2.223
Neubau Effizienzhaus 40 Plus	4.665
Sanierung WG	30.608
Sanierung Effizienzhaus Denkmal	1.389
Sanierung Effizienzhaus Denkmal EE	1.548
Sanierung Effizienzhaus 100	1.100
Sanierung Effizienzhaus 100 EE	2.590
Sanierung Effizienzhaus 85	1.248
Sanierung Effizienzhaus 85 EE	5.304
Sanierung Effizienzhaus 70	1.178
Sanierung Effizienzhaus 70 EE	6.922
Sanierung Effizienzhaus 55	514
Sanierung Effizienzhaus 55 EE	6.661
Sanierung Effizienzhaus 40	43
Sanierung Effizienzhaus 40 EE	1.826
Sanierung Effizienzhaus EE WPB (alle Stufen)	285

Quelle: BMWK [21]

Für den Bereich der Nichtwohngebäude hat die KfW insgesamt 7.733 Zusagen erteilt, davon 5.533 im Neubau und 2.200 für Sanierungen in Bestands-

gebäuden. Auch hier war im Neubau das EG 55 das am stärksten nachgefragte Effizienzgebäude-Niveau (2.795).

Tabelle 19: Übersicht der Anzahl der Zusagen durch die KfW für den Bereich Nichtwohngebäude in 2022

BEG NWG	Anzahl Zusagen
Neubau WG	5.533
Neubau Effizienzgebäude 55	674
Neubau Effizienzgebäude 55 EE	2.121
Neubau Effizienzgebäude 40	141
Neubau Effizienzgebäude 40 EE	2.370
Neubau Effizienzgebäude NH (Summe)	227
Sanierung NWG	2.200
Sanierung Effizienzgebäude Denkmal	76
Sanierung Effizienzgebäude Denkmal EE	179
Sanierung Effizienzgebäude 100	104
Sanierung Effizienzgebäude 100 EE	137
Sanierung Effizienzgebäude 70	100
Sanierung Effizienzgebäude 70 EE	349
Sanierung Effizienzgebäude 55	73
Sanierung Effizienzgebäude 55 EE	504
Sanierung Effizienzgebäude 40	35
Sanierung Effizienzgebäude 40 EE	632

Quelle: BMWK [21]

BAFA-Förderung im Rahmen der BEG Einzelmaßnahmen (EM)

Im Jahr 2022 förderte das BAFA im Rahmen der BEG über 491.000 Anträge mit einem Förder- volumen von rund 8,8 Mrd. Euro.

Das BAFA fördert im Rahmen der BEG EM alle Maßnahmen an Gebäuden, die die Energieeffizienz verbessern, sowie die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten.

Tabelle 20: Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM im Jahr 2022

		Anzahl
EE-Anlage	reine EE-Anlage	290.200
	davon Heizungs-Tausch-Bonus	139.540
Gas-Brennwertheizung	Gas-Hybrid	38.060
	davon Heizungs-Tausch-Bonus	12.800
	Renewable-Ready	830
Weitere Verwendungszwecke ohne Wärmeerzeuger	Gebäudehülle, Anlagentechnik, Baubegleitung und Heizungsoptimierung	161.940
Summe Bewilligungen		491.030

Die Daten beziehen sich auf Zusagen für geförderte Maßnahmen in Wohneinheiten beim BAFA. Zusätzlich zu den hier genannten BAFA-Werten wurden 4.900 Zusagen für EM bei der KfW gemacht.

Quelle: BMWK [21]

Den größten Anteil an der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen hatten im Jahr 2022 wiederum die reinen EE-Anlagen. Rund 60 % (290.200 bewilligte Anträge) entfielen auf diese Fördermaßnahme.

sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP) mehr als 86.000 Wärmepumpen mit einer installierten Leistung von rund 599.000 kW durch das BAFA gefördert.

Im Jahr 2022 wurden im Rahmen der Zuschussförderung der BEG EM für erneuerbare Energien

Tabelle 21: Geförderte und installierte Wärmepumpen (WP) 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP)

	Anzahl Förderungen	Installierte Leistung (kW)
Luft-Wasser	58.442	377.117
Wasser-Wasser	1.254	18.891
Sole-Wasser	14.581	129.194
luftgeführt	8.382	49.102
Sonstige	3.472	25.058
Summe	86.131	599.362

Quelle: BMWK

Danach folgen mit mehr als 57.000 geförderten Einzelmaßnahmen und einer installierten Leistung von knapp 1,6 Mio. kW Biomasseheizsysteme.

Über 77% der geförderten Biomasseanlagen entfielen auf Holzpelletkessel.

Tabelle 22: Förderung von Biomasseheizungen 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP)

	Anzahl Förderungen	Installierte Leistung (kW)
Scheitholzvergaser	7.235	207.086
Pelletöfen	622	9.848
Pelletkessel	43.975	973.915
Holzhackschnitzelkessel	5.337	368.909
Summe	57.169	1.559.757

Quelle: BMWK

Zur Warmwasseraufbereitung bzw. Heizungsunterstützung wurden im Jahr 2022 rund 32.000 ther-

mische Solarkollektoranlagen mit einer Kollektorfläche von mehr als 343.000 m² gefördert.

Tabelle 23: Förderung von Solarthermieanlagen 2022 im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP)

	Anzahl Förderungen	Kollektorfläche (m ²)
Flachkollektor	24.624	268.212
Röhrenkollektor	7.360	74.201
Luftkollektor	59	731
Hybridkollektor	0	0
Summe	32.043	343.144

Quelle: BMWK

Tabelle 24: Förderung anderer Verwendungszwecke im Rahmen der Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen im Rahmen der BEG EM sowie im Förderprogramm Heizen mit erneuerbaren Energien (ehemals BAFA-Teil des MAP)

	Anzahl Förderungen
Gas-Hybridheizungen	10.505
Renewable-Ready bei Gasbrennwertheizungen	200
Wärmenetze	2.194
Gebäudehülle	63.566
Anlagentechnik	1.772
Baubegleitung	37.396
Heizungsoptimierung	5.884
Summe	121.517

Quelle: BMWK

Weitere Informationen zum Förderprogramm sind auf der BMWK-Internetseite „[Energiewechsel](#)“ sowie auf den Internetseiten von [BAFA](#) und [KfW](#) zu finden.

Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe (BAW)

Mit dem Förderprogramm soll ein signifikanter Beitrag zur Qualifizierung von Fachkräften, Energieberatern und Planern technischer Gebäudeausstattung geleistet werden. Das Programm startete am 01.04.23 und hat zunächst eine Laufzeit von 30 Monaten. Es hat die Förderung von Schulungen zur Auslegung, zum Einbau und zur Einregulierung von Wärmepumpen im Bestand zum Gegenstand. Außerdem werden Coachings vor Ort gefördert.

Förderung in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Effiziente und perspektivisch treibhausgasneutrale Wärmenetze sind ein zentraler Baustein zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Deshalb ist der Aus- und Umbau der Fernwärme für das Erreichen der Klimaschutzziele von herausragender Bedeutung. Damit Wärmenetze ihre Vorteile ausspielen können, bedarf es dringend der Investition in den Ausbau der Netze, in klimaneutrale Wärmequellen und Wärmespeicher. Mit der [Bundesförderung für effiziente Wärmenetze \(BEW\)](#) hat die Bundesregierung dazu im September letzten Jahres bereits ein Förderprogramm gestartet und ersetzt damit das bisherige Förderprogramm „Wärmenetze 4.0“.

Im Jahr 2022 wurden ca. 6,1 Mio. Wohnungen mit Fernwärme versorgt (d. h. etwa 14,2 % aller Wohnungen) [22]. Der Anteil erneuerbarer Energien liegt in der Fernwärme aktuell bei rund 20 %. Um

die Klimaschutzziele zu erreichen, muss dieser Anteil erhöht werden. Dafür soll die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Anreize für Wärmenetzbetreiber schaffen, in den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien und Abwärme zu investieren und bestehende Netze zu dekarbonisieren. Die Förderung verfolgt dabei den Ansatz, das Wärmenetz als Ganzes zu sehen und die zeitaufwändige Umstellung bestehender Netze auf erneuerbare Energien und Abwärme und den Neubau klimafreundlicher Wärmenetze zu unterstützen. So können beispielsweise Kommunen, Unternehmen und Genossenschaften Zuschüsse erhalten, wenn diese ein entsprechendes Wärmenetz errichten oder wenn sie bestehende Wärmenetze auf erneuerbare Energien und Abwärme umrüsten. Ergänzend fördert die BEW schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen.

Die Förderung erfolgt als Zuschuss zu Investitionskosten. Für die Wärmeeinspeisung aus Wärmepumpen und Solarthermieanlagen ist außerdem eine Betriebskostenförderung möglich.

Weitere Informationen finden Sie auf den Internetseiten des [BMWK](#) und der [BAFA](#). Dort sind zudem im Abschnitt „Zum Förderverfahren“ grundsätzliche Informationen zu Förderbedingungen und zur Antragstellung zu finden.

Des Weiteren wurden bis Ende 2022 aus dem bisherigen Marktanzreizprogramm (MAP) Maßnahmen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt von der KfW im KfW-Programm Erneuerbare Energien „[Premium](#)“ gefördert. Dieses Programm unterstützte besonders förderungswürdige größere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt mit zinsgünstigen Darlehen der KfW und mit Tilgungszuschüssen, die vom BMWK finanziert wurden.

Tabelle 25: KfW-Programm – Erneuerbare Energien „Premium“ 2022

Maßnahmen	Anzahl	Teilbetrag Darlehenszusage (1.000 Euro)	zugewagtes TGZ-Volumen (1.000 Euro)
Solarkollektoranlage	26	44.211	24.837
Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse	137	13.017	2.909
Biomasseanlage zur Wärmeerzeugung	6	1.304	154
Wärmenetz	1.496	108.312	64.933
Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas	14	14.535	5.296
Große Wärmespeicher	103	10.726	3.653
EE-Wärmespeicher	4	102	85
Wärmepumpen	3	1.352	154
Sonstiges	2	15.871	4.025
Gesamt	1.791	210.432	106.046

Quelle: BMWK

Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr

Für das tägliche Leben ist Mobilität unverzichtbar. Diese ist jedoch auch eine der größten Quellen von Treibhausgasen in Deutschland. Mit einem Anteil von rund 20 % am gesamten CO₂-Ausstoß (148 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten) im Jahr 2022 ist der Verkehrssektor nach der Energiewirtschaft und der Industrie der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen. Davon sind rund 98 % dem Straßenverkehr zuzuordnen. Damit wurde das Sektorenziel des Klimaschutzgesetzes (KSG) im Jahr 2022 deutlich um gut 9 Mio. t CO₂-Äq. überschritten. Diese Zielverfehlung verdeutlicht die Notwendigkeit, beim Klimaschutz im Verkehrssektor nachzusteuern [23].

Die Bundesregierung hat am 21. Juni 2023 eine umfassende Neufassung des [Klimaschutzgesetzes](#) auf den Weg gebracht. Das Gesetz sieht ein Klimaschutzprogramm mit Maßnahmen in den Bereichen Verkehr, Energie, Gebäude, Industrie und Landwirtschaft vor. Das [Klimaschutzprogramm 2023](#) sieht als zentralen Bestandteil eines klimafreundlichen Verkehrssektors einen Antriebswechsel im Straßenverkehr vor. Dieser ermöglicht auch in Zukunft bezahlbare individuelle Mobilität und läutet eine neue Epoche des Automobilstandortes Deutschland ein. Die Bundesregierung, Automobilhersteller und Gewerkschaften haben sich gemeinsam zum Ziel gesetzt, dass auf Deutschlands Straßen bis zum Jahr 2030 15 Millionen vollelektrische

Fahrzeuge unterwegs sind. Das Erreichen des Ziels setzt einen erheblichen Anstieg der Neuzulassungen von batterieelektrischen Fahrzeugen bereits in den nächsten Jahren voraus. Die Bundesregierung plant deshalb gemeinsam mit der Branche, die Entwicklungen zu überwachen und im Bedarfsfall weitere Maßnahmen zu beschließen. Dafür werden in den kommenden Jahren erhebliche Mittel bereitgestellt. Neben der Modernisierung und Erweiterung des Schienennetzes wurden zusätzliche Maßnahmen für den Individualverkehr in den Bereichen Elektrifizierung und E-Fuels beschlossen.

Weitere Informationen und eine Auflistung der geplanten Maßnahmen sind im [„Klimaschutzprogramm 2023 der Bundesregierung“](#) veröffentlicht.

Biokraftstoffe und alternative Kraftstoffe

Biokraftstoffe wie Bioethanol und Biodiesel leisten bereits seit vielen Jahren einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. Für die weitere notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen des Verkehrs auf Grundlage der Zielsetzungen der 2023 überarbeiteten Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) geht der Trend verstärkt weg von emissionsreichen fossilen Energieträgern und konventionellen Biokraftstoffen hin zur Direktelektrifizierung des Verkehrs, fortschrittlichen Biokraftstoffen sowie synthetischen und alternativen Kraftstoffen. Fortschrittliche Biokraftstoffe werden aus Abfällen, Reststoffen oder Waldrestholz hergestellt. Mit alternativen Kraft-

stoffen sind insbesondere CNG (komprimiertes Erdgas), LNG (Flüssigerdgas) und LPG (Flüssiggas) aus erneuerbaren Quellen statt fossilem Erdgas gemeint. Synthetische Kraftstoffe werden mittels Synthesegas hergestellt. Ist Letzteres strombasiert, werden Power-to-X (PtX)-Kraftstoffe produziert. Handelt es sich um biogenes Synthesegas, spricht man von Biomass-to-X (BtX)-Kraftstoffen.

Die wesentlichen Zielsetzungen für den Bereich Biokraftstoffe sind EU-weit vorgegeben. Nach den Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) haben die Mitgliedstaaten die Wahl zwischen

- der verbindlichen Zielvorgabe, die Treibhausgasintensität im Verkehrssektor durch Nutzung erneuerbarer Energieträger bis 2030 um 14,5 % zu senken, oder
- der verbindlichen Zielvorgabe, bis 2030 einen Anteil erneuerbarer Energiequellen am Endenergieverbrauch des Verkehrs von mindestens 29 % zu erreichen.

Des Weiteren wurde eine verbindliche untergeordnete Zielvorgabe festgelegt, dass der Anteil der für den Verkehrssektor bereitgestellten erneuerbaren Energieträger 5,5 % fortschrittliche Biokraftstoffe (generell aus Non-Food-Ausgangsstoffen) und erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (meist erneuerbarer Wasserstoff und wasserstoffbasierte synthetische Kraftstoffe) aufweisen muss. Im Rahmen dieser Zielvorgabe gilt die Anforderung an die Mitgliedstaaten, dass der Anteil der 2030 für den Verkehrssektor bereitgestellten erneuerbaren Energieträger mindestens 1 % erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs aufweisen muss.

Zeitgleich wurde ein EU-weiter Hochlauf von E-Fuels im Flugverkehr beschlossen. Mit der Einigung zur ReFuelEU Aviation gilt nun auf EU-Ebene, was in Deutschland bereits seit 2021 Gesetz ist. Die deutsche E-Fuels-Quote (2 % bis 2030) war bisher die weltweit erste Verpflichtung zum Einsatz dieser Kraftstoffe. EU-weit müssen nun ab 2030 mindestens 1,2 % E-Fuels eingesetzt werden und ab 2032 2 %. Die Quote steigt bis zum Jahr 2050 auf 35 %. Insgesamt müssen im Zieljahr 2050 mindestens 70 % Flugkraftstoffe aus erneuerbaren Energien eingesetzt werden, wozu neben E-Fuels auch Biokraftstoffe aus Rest- und Abfallstoffen zählen.

Neben umfangreichen Maßnahmen, die die Bundesregierung im Rahmen des Klimaschutzpakets 2023 zur Förderung von E-Fuels plant, fördert das BMWK bereits seit Jahren grünen Wasserstoff („grün“, da hergestellt aus erneuerbaren Energien), PtX-Kraftstoffe und fortschrittliche Biokraftstoffe. Aus Sicht der Energieforschung zählt zu den größten Herausforderungen die Weiterentwicklung innovativer Mobilitätskonzepte sowie alternativer und schadstoffarmer Antriebstechnologien. Besonders für spezifische Anwendungsfälle wie zum Beispiel beim Schiffs- und Flugverkehr sollen z. B. auch Hybridsysteme aus Batterien und Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen weiterentwickelt werden.

Informationen zur Forschungsförderung im Bereich Kraftstoffe sind unter anderem auf der Internetseite [Energieforschung](#) des BMWK zu finden.

Elektromobilität

Elektromobilität ist der Schlüssel für eine klimafreundliche Mobilität weltweit. Der Betrieb von Elektrofahrzeugen führt bei Nutzung erneuerbaren Stroms zu deutlich geringeren CO₂-Emissionen verglichen mit Verbrennern. Darüber hinaus können Elektrofahrzeuge als mobile Energiespeicher genutzt werden, um die schwankende Einspeisung von Wind- und Solarstrom ins Netz auszugleichen und so den Ausbau und die Marktintegration erneuerbarer Energien unterstützen. Die Bundesregierung unterstützt die Entwicklung von Elektrofahrzeugen und deren Absatz durch ein umfassendes Maßnahmenpaket, das immer wieder angepasst wird. Dazu gehören die [Förderung von Forschung und Entwicklung, Zuschüsse für den Kauf und das Leasing von Elektrofahrzeugen, der Ausbau der Ladeinfrastruktur](#) sowie die öffentliche Beschaffung von Elektrofahrzeugen.

Bis zum Jahr 2030 sollen laut Koalitionsvertrag mindestens 15 Millionen batterieelektrische Pkw (BEV) in Deutschland zugelassen sein. Zudem sollen im gleichen Zeitraum eine Million öffentliche Ladepunkte zur Verfügung stehen. Bei der Förderung der Elektromobilität stehen drei Maßnahmen im Vordergrund: zeitlich befristete Kaufanreize (Umweltbonus), der Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie die Förderung des Aufbaus der neuen Wertschöpfung, wie bspw. die Batteriezellfertigung oder die Unter-

stützung der Automobilindustrie bei der Transformation.

Der Umweltbonus ist ein zentrales Element des Maßnahmenpakets. Mit der zum 1. Januar 2023 novellierten Richtlinie „Umweltbonus“ will die Bundesregierung den Umstieg auf saubere Mobilität voranbringen und die Möglichkeit zur Unterstützung des Erwerbs und des Leasings von elektrischen Fahrzeugen über den 1. Januar 2023 hinaus ermöglichen. Zugleich wurde die Förderung für Elektroautos degressiv ausgestaltet und so reformiert, dass sie nur für Kraftfahrzeuge gewährt wird, die nachweislich einen positiven Klimaschutzeffekt haben. Förderfähig sind seit diesem Zeitpunkt nur noch rein elektrische Fahrzeuge. Die Förderung von Plug-in-Hybridfahrzeugen wurde eingestellt. Der Förderantrag kann beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gestellt werden.

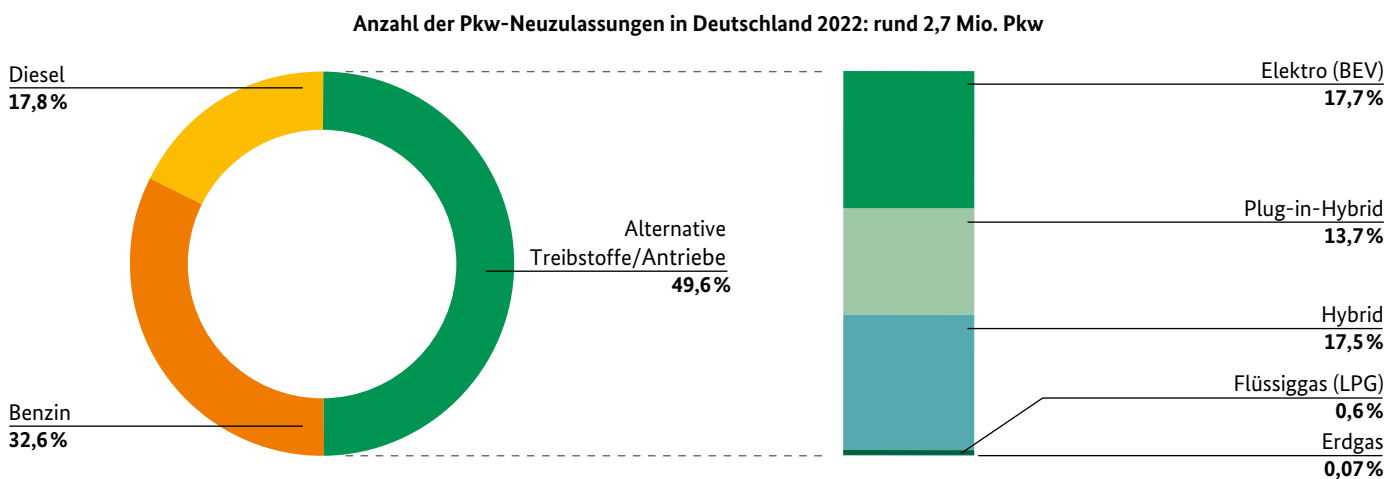
Beim Umweltbonus beträgt der Bundesanteil an der Förderung seit dem 1. Januar 2023 4.500 Euro

bis zu einem Netto-Listenpreis des Basismodells von 40.000 Euro und 3.000 Euro bei einem Netto-Listenpreis über 40.000 Euro bis 65.000 Euro. Die Mindesthaltedauer beim Kauf und beim Leasing verdoppelt sich auf 12 Monate.

Ab 1. September 2023 sind nur noch Privatpersonen antragsberechtigt. Der Bundesanteil sinkt ab 1. Januar 2024 weiter auf 3.000 Euro und die Obergrenze für die Förderfähigkeit von 65.000 Euro auf 45.000 Euro Netto-Listenpreis des Basismodells.

Im Jahr 2022 wurden 1,3 Millionen Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zugelassen. Die Anzahl der Neuzulassungen von batterieelektrischen Pkw (BEV) stieg um rund 32 % auf 470.559 Fahrzeuge (2021: 355.961), die Anzahl von Plug-in-Hybriden um 11,3 % auf 362.093 Fahrzeuge (2021: 325.449). Der Anteil von BEV an den gesamten Pkw-Neuzulassungen stieg auf knapp 18 % (2021: 14 %) und der von Plug-in-Hybriden auf rund 14 % (2021: 12 %).

Abbildung 32: Neuzulassung von Pkw nach Treibstoff- und Antriebsarten in Deutschland, 2022



Insgesamt waren in Deutschland bis Ende 2022 rund eine Million reine Elektrofahrzeuge (BEV) und rd. 865.000 Plug-in-Hybride zugelassen.

Tabelle 26: Entwicklung des Fahrzeugbestands

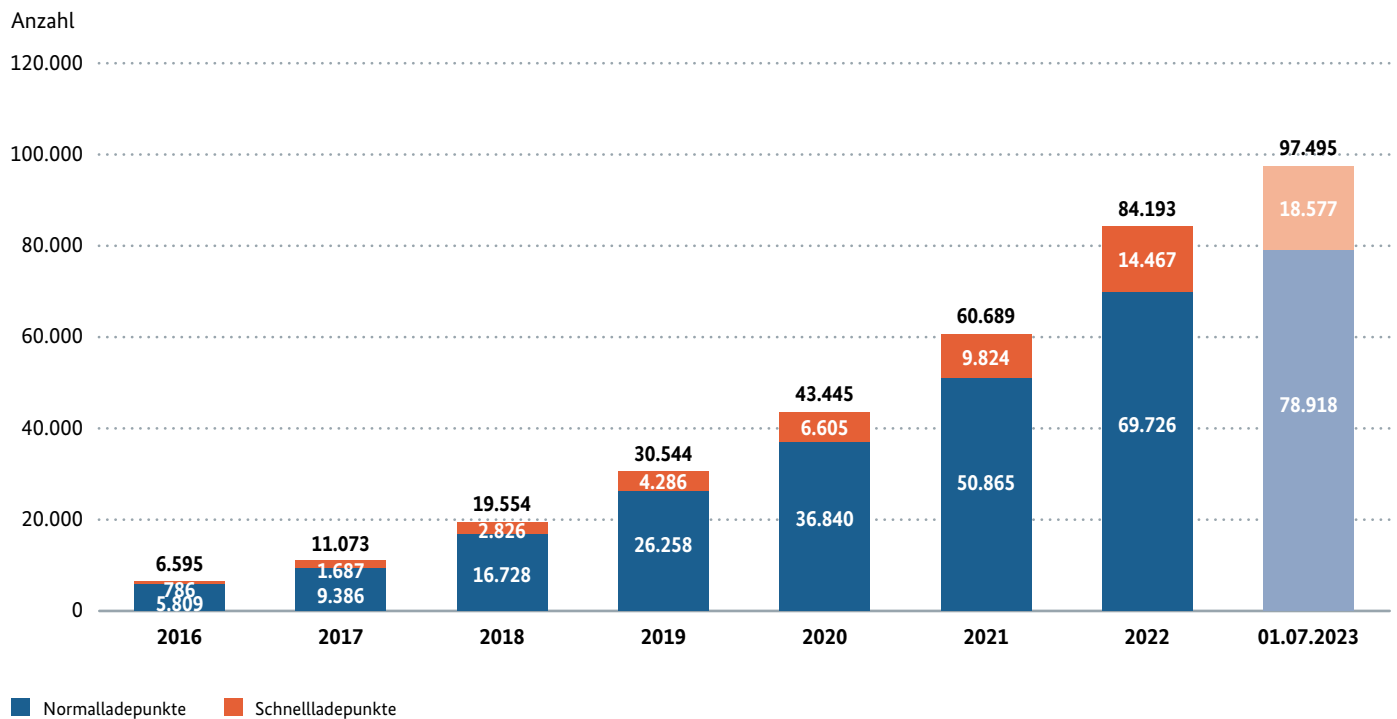
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Plug-in-Hybrid	-	-	-	-	-	20.975	44.419	66.997	102.175	279.861	565.956	864.712
Batterie-Elektro	4.541	7.114	12.156	18.948	25.502	34.022	53.861	83.175	136.617	309.083	618.460	1.013.009

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)[25]

Ein weiterer zentraler Baustein zur Stärkung der Nachfrage bei der Elektromobilität ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur. Ziel der Bundesregierung ist es, dass bis zum Jahr 2030 eine Million öffentliche Ladepunkte bereitstehen. Die im Rahmen der Ladesäulenverordnung (LSV) gemeldeten öffentlich zugänglichen Ladesäulen in Deutschland werden von der [Bundesnetzagentur](#) veröffentlicht. Bis 1. Juli 2023 wurden 78.918 Normalladepunkte und 18.577 Schnellladepunkte bei der Bundesnetzagentur registriert. Der größte Anteil von rund 61.800 Ladepunkten besitzt eine Leistung von 15 bis 22 kW. Mit 20.522 waren die meisten Ladepunkte in Bayern installiert, dicht gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 17.818 und Baden-Württemberg mit 17.022 Ladepunkten [26].

Zum 1. Januar 2022 trat die novellierte [Ladesäulenverordnung \(LSV\)](#) in Kraft. Dies war ein wichtiger Schritt, um den bedarfsgerechten und nutzerfreundlichen Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Deutschland voranzubringen. Dabei spielt ein einheitliches, einfaches Bezahlungssystem eine wichtige Rolle. Die Novelle sieht vor, dass beim Ad-hoc-Laden künftig mindestens das kontaktlose Bezahlen mit gängiger Kredit- und Debitkarte möglich sein muss. Diese Vorgabe gilt für alle öffentlich zugänglichen Ladesäulen, die ab dem 1. Juli 2023 erstmalig in Betrieb genommen werden. Diese Frist wurde im Juni 2023 auf den 1. Juli 2024 verlängert.

Abbildung 33: Entwicklung der Ladepunkte in Deutschland 2016 bis Juli 2023



Quelle: Bundesnetzagentur [26]

Neben der Förderung von Elektrofahrzeugen unterstützt die Bundesregierung Forschung und Entwicklung durch Programme, die technologie-neutral und anwendungsnah sind.

Insgesamt hat die Bundesregierung seit 2009 rund 3 Milliarden Euro für die Forschung und Entwicklung zur Verfügung gestellt. Die verschiedenen Förderbereiche verteilen sich auf vier Bundesministe-

rien. Eine Übersicht über die Förderangebote bietet die Förderberatung des Bundes, die in ihrer Funktion als „[Lotsenstelle Elektromobilität](#)“ zentrale Ansprechstelle für Unternehmen und Forschungseinrichtungen bei Fragen rund um die Forschungsförderung ist.

Bei den Förderaktivitäten des [BMWK](#) wird die Elektromobilität ganzheitlich betrachtet. Daher

werden alle Komponenten berücksichtigt. Dazu zählen die Themen Antriebstechnik, Batteriefor- schung, Energieforschung, Normung und Standar- disierung, Stärkung der Wertschöpfungskette, ver- netzte Autos, Flotten- und Logistikkonzepte, Digi- talisierung, Netzintegration sowie die intelligente Abrechnung von Strom an Ladesäulen und Infra- struktur.

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Die Forschungsförderung für die Energiewende ist ein wichtiger Baustein, damit Deutschland von der Erzeugung bis zum Verbrauch klimafreundlicher, effizienter und unabhängiger von Energieimporten wird. Mit dem [Energieforschungsprogramm](#) unter- stützt die Bundesregierung die Klimaschutzziele und setzt gleichzeitig auf das Erforschen und Ent- wickeln von Effizienzpotenzialen, das Erschließen von mehr heimischen erneuerbaren Energiequel- len und das intelligente Verknüpfen von Technolo- gien im Rahmen der Sektorkopplung.

Seit 2018 läuft das 7. Energieforschungsprogramm unter der Federführung des BMWK und der Be- teiligung der Ministerien BMBF, BMEL sowie BMUV. Im jährlich veröffentlichten [Bundesbericht Energieforschung](#) informiert das BMWK über die vielfältigen Forschungsaktivitäten im Bereich in- novativer Energietechnologien.

Die Bundesregierung hat im Jahr 2022 im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms 1,11 Mrd. Euro in die Projektförderung investiert. Dabei hat der Bund rund 7.365 laufende Forschungsvorhaben unterstützt und 1.661 Projekte neu bewilligt. Rund 320 Mio. Euro sind in die institutionelle Förderung des Forschungsbereichs Energie der Helmholtz- Gemeinschaft geflossen. Aktuelle Daten zur Pro- jektförderung aus dem Bundesbericht Energie- forschung werden zudem über [EnArgus](#), dem zentralen Informationssystem des BMWK zur Energieforschung, veröffentlicht.

Durch das BMWK erfolgt eine Unterstützung in der anwendungsnahen Forschung und Entwick- lung, von Reallaboren der Energiewende und mul- tilateralen Forschungs Kooperationen. Ein zentraler

Punkt dabei ist die Stärkung des Technologie- und Innovationstransfers.

Im Folgenden werden exemplarisch vier Forschungsvorhaben aus dem Bereich der erneuerbaren Energien vorgestellt.

Ein Beispiel aus der **Windenergie** ist das [Verbund- vorhaben HiL-GridCoP – Hardware-in-the-Loop- Prüfung der elektrischen Netzverträglichkeit von Multi-Megawatt-Windenergieanlagen mit schnell- laufenden Generatorsystemen](#):

Die Prüfung der Netzverträglichkeit neuer Wind- energieanlagentypen im Rahmen der elektrischen Zertifizierung erfolgt bis heute ausschließlich im Feld. Besondere Belastungssituationen lassen sich nur bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten tes- ten, was die Prüfung teilweise langwierig und schlecht planbar macht. Im Rahmen des Projektes HiL-GridCoP wird ein neuer Prüfstand aufgebaut und eine Prüfmethodik entwickelt, um die elektri- sche Zertifizierung im Labor automatisiert durch- zuführen. Durch die wetterunabhängige Testdurch- führung und den deutlich reduzierten logistischen Aufwand verspricht dieses Verfahren eine Absiche- rung neuer Anlagendesigns zu reduzierten Kosten sowie kürzere und besser planbare Markteinfüh- rungszeiten für neue Windenergieanlagentypen.

Ein weiteres Beispiel ist das **Photovoltaik-Verbund- vorhaben INNOMET – Entwicklung innovativer Drucktechnologien für die Feinlinien-Metallisie- rung von Silizium-Solarzellen**:

Bei Silizium-Solarzellen werden die Vorderseiten- kontakte üblicherweise durch ein Siebdruckverfah- ren aufgebracht, bei dem man feine Edelfolien als Drucksieb verwendet.

Diese Folien sollen durch dünne Glasfolien ersetzt werden, die man mittels Laser strukturiert und von denen man sich verspricht, dass damit feinere Strukturen im Siebdruck realisiert werden kön- nen. Letztlich soll damit die Qualität der bedruck- ten Solarzellen verbessert und ihr Wirkungsgrad gesteigert werden.

Exemplarische Forschungsvorhaben im Bereich der **Geothermie** sind:

Verbundvorhaben WaermeGut – Flankierung des Erdwärmepumpen-Rollouts für die Wärmewende durch eine bundesweite, einheitliche Bereitstellung von Geoinformationen zur oberflächennahen Geothermie (bis 400 m Tiefe) in Deutschland.

Das Vorhaben dient dazu, die geologische Datenbasis zu verbessern, um den raschen Ausbau der oberflächennahen Geothermie zu flankieren und so einen Beitrag zur Wärmewende in Deutschland zu leisten.

Die erhobenen Daten werden dabei mit einem zu entwickelnden Ampel-Tool für Anwender anschaulich bewertet und finden direkten Eingang in das öffentlich zugängliche Geothermische Informationssystem GeotIS des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG).

Verbundvorhaben Warm-Up – Geothermie für die Wärmewende: Flankierung des Rollouts der mittel-

tiefen Geothermie (400 – 1000 m Tiefe) in Deutschland.

Das Vorhaben flankiert Explorationskampagnen im Bereich der mitteltiefen Geothermie. Mögliche geothermische Standorte werden nach geologischen, technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kriterien sowie unter Berücksichtigung sich verbessernder Rahmenbedingungen untersucht. In Zusammenarbeit mit den Akteuren sollen an den Standorten optimale Erschließungs- und Nutzungskonzepte entwickelt, deren ökonomische Folgewirkungen beurteilt sowie ein Akzeptanzgewinn erreicht werden. Die Projektbetreiber sollen so befähigt werden, die praktische Umsetzung von Geothermie-Vorhaben an diesen Standorten einzuleiten.

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der vom BMWK neu bewilligten Forschungsprojekte und die dafür festgelegten Mittel im Zeitraum 2019 bis 2022.

Tabelle 27: Neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien/Klimaschutz

	2019		2020		2021		2022	
	Anzahl	Zuwendung in Euro	Anzahl	Zuwendung in Euro	Anzahl	Zuwendung in Euro	Anzahl	Zuwendung in Euro
Brennstoffzellen	29	26.727.725	29	11.945.229	82	38.039.863	53	20.115.372
Digitalisierung in der Energiewende ¹	22	9.616.707	22	8.218.899	-	-	56	8.682.540
Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe ¹	69	16.958.848	38	7.725.907	47	11.054.758	59	10.444.833
Energiewende im Verkehr	35	17.858.369	59	24.474.053	51	22.756.916	30	23.546.739
Energiewende und Gesellschaft	8	1.256.421	45	9.740.883	41	8.926.961	40	6.231.258
Gebäude und Quartiere ¹	207	117.228.497	212	113.713.915	212	91.276.289	209	96.875.476
Geothermie ¹	25	24.096.905	41	40.950.841	25	19.473.012	27	25.507.849
Industrie und Gewerbe ¹	180	70.127.606	125	64.160.299	182	92.583.867	105	68.801.959
Photovoltaik	135	100.174.691	116	65.701.724	104	59.741.902	104	68.801.959
Sektorkopplung und Wasserstofftechnologien ¹	4	2.266.862	52	65.050.008	50	22.373.373	97	24.701.511
Stromnetze	136	59.182.115	123	51.676.984	98	45.874.539	120	49.502.243
Stromspeicher	57	28.170.138	50	25.550.803	48	19.090.086	26	18.393.357
Technologien für die CO ₂ -Kreislaufwirtschaft	22	9.827.673	8	3.047.184	43	15.073.980	34	7.381.370
Technologieorientierte Systemanalyse	60	24.750.961	34	15.131.863	49	21.476.698	49	21.476.698
Thermische Kraftwerke ¹	74	31.294.856	83	38.301.151	74	39.123.836	86	31.923.354
davon Solarthermische Kraftwerke (LPS EB%)			28	10.527.471				
Wasserkraft und Meeresenergie	7	3.540.994	-	-	-	-	3	314.473
Windenergie	112	78.993.941	99	65.323.153	84	43.901.836	97	89.192.379
Sonstige	-	-	-	-	0	-	-	-
Gesamtergebnis	1.182	622.073.309	1.137	621.240.366	1.190	550.767.915	1.190	571.893.369

¹ zzgl. komplementärer Förderung des Themas im Rahmen der Reallabore der Energiewende

Quelle: BMWK

Mehr Informationen zum Thema Energieforschung finden sich auf der Internetseite des BMWK zur [Energieforschung](#) und auf dem Internetportal der [Forschungsnetzwerke Energie](#).

Laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben rund um das Thema „Energieforschung“ werden vom BMWK tagesaktuell auf dem Internetportal [EnArgus](#) veröffentlicht.

Des Weiteren finden sich Informationen zu den Förderthemen sowie zur Antragstellung für Forschungsförderprogramme im Bereich der erneuerbaren Energien auf den Internetseiten des vom BMWK beauftragten [Projektträgers Jülich](#).

Datenplattformen der Bundesnetzagentur

Marktstammdatenregister – Daten für die Energiewende

MaStR Marktstammdatenregister

Die Transformation des deutschen Energiesystems kann nur zielgerichtet erfolgen, wenn den verschie-

denen Akteuren eine umfassende, einheitliche und zuverlässige Datenbasis als Grundlage für Entscheidungen zur Verfügung steht. Eine effiziente Vermarktung von Strom und Gas, die Begrenzung 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 für Unternehmen und Bürgerinnen und Bürger reduziert. Die Ausgestaltung des neuen Gesamtregisters wird seit 2017 durch die Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) geregelt.

Im MaStR werden alle wesentlichen Stammdaten des Strom- und Gasmarktes in einem zentralen Register erfasst und zusammengeführt. Der Groß-

teil 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 sogenannten „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 ist seit über vier Jahren online. Mehr als 99% der Anlagen sind bereits registriert. Neben der Wissenschaft, Netzbetreibern und Politik beginnt auch immer mehr die breite Öffentlichkeit die Daten zu nutzen. Die Stammdaten des MaStR bedeuten für viele Nutzer eine deutliche Steigerung der Datenqualität. Die Bundesnetzagentur berichtet der Bundesregierung regelmäßig über [Stand und Fortschritt des Marktstammdatenregisters](#).

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

SMARD – Strommarktdaten



Das Strommarktdesign ist das Fundament der Stromversorgung. Angebot trifft Nachfrage,

Produzenten auf Verbraucher. Hier entscheidet sich der Preis und damit die Wirtschaftlichkeit unserer Stromversorgung.

Mit interaktiven Grafiken und echtzeitnahen Daten hilft [SMARD](#) seit 2017, den Strommarkt zu verstehen. Wie hoch sind Stromangebot und -nachfrage in Deutschland? Wie hoch ist der Anteil erneuerbarer Energien? Wie verändert sich der Stromverbrauch über den Tag? Wie viel Strom wird importiert und exportiert? Wie hoch ist der Großhandelsstrompreis in Deutschland im Vergleich zum Durchschnittspreis der Anrainerstaaten?

Antworten auf diese und viele weitere Fragen geben die Marktdaten der Plattform. Dabei ist auch die Möglichkeit, verschiedene Datenkategorien in einer Grafik zu kombinieren, hilfreich. Außerdem kann die Reihenfolge der Bausteine nach Belieben verändert werden. So lassen sich beispielsweise die Energieträger mit wenigen Klicks anders schichten, was für viele Fragestellungen aufschlussreich sein kann.

Der Bereich „Deutschland im Überblick“ bietet eine Kraftwerks- und eine Marktgebietsansicht. In der Kraftwerksansicht können Detailinformationen einschließlich der Erzeugung einzelner Kraftwerke ab einer installierten Erzeugungsleistung von 100 MW kraftwerksblockschärf 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 der Download-Funktion bietet SMARD den Nutzern die Möglichkeit, Zeitreihen von bis zu zwei Jahren in einer Datei komfortabel in verschiedenen Formaten herunterzuladen und eigene Berechnungen durchzuführen. Die Bundesnetzagentur stellt die Daten unter der Lizenz CC BY 4.0 zur Verfügung. Das bedeutet: Sie können kostenlos genutzt und unter der Quellenangabe weiterverwendet werden.

Anschaulich aufbereitete Informationen

Damit jeder die Grafiken nachvollziehen kann, alle die gleiche Sprache sprechen und stets über aktuelle Informationen verfügen, gibt es außerdem die Bereiche „Strommarkt erklärt“, „Strommarkt aktuell“ und den SMARD-Ticker.

Im Seitenbereich „Strommarkt erklärt“ werden Fachbegriffe erläutert. Unter „Strommarkt aktuell“ erscheinen regelmäßig Artikel zu langfristigen Entwicklungen auf dem Strommarkt.

Der SMARD-Ticker bietet kürzere Artikel, in denen kurzfristig über besondere Entwicklungen auf dem Strommarkt informiert wird. Beispielsweise wenn es eine sehr hohe Einspeisung durch Erneuerbare gab und dies Auswirkungen auf verschiedene Aspekte des Marktes hatte. Auch über neue Funktionen der Plattform wird im Ticker informiert.

Die Bereiche ergänzen die grafisch visualisierten Marktdaten mit hilfreichen und aktuellen Informationen, die für eine breite Zielgruppe aufbereitet sind. So trägt SMARD zu einem transparenten Strommarkt bei.

Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

Die Europäische Union (EU) hat in der jüngeren Vergangenheit weitreichende Entscheidungen im Bereich der Klima- und Energiepolitik getroffen. Im Zentrum steht dabei der im Dezember 2019 von der EU-Kommission vorgestellte „European Green Deal“, mit dem sie das Ziel verfolgt, den Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen europäischen Wirtschaft zu schaffen, die ihr Wachstum vom Ressourcenverbrauch abkoppelt und bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität erreicht. Wesentliches Mittel zur Erreichung dieses Ziels ist der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, deren Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch der EU von heute rund 22 auf 45 % bis zum Jahr 2030 verdoppelt werden soll.



Die ambitionierte Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Ebene der EU geht bereits bis ins Jahr 2009 zurück. So trat mit der Richtlinie 2009/28/EG (Renewable Energy Directive, RED) erstmals ein verbindlicher Rahmen für den EU-weiten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Kraft, seinerzeit mit der Zielsetzung eines Anteils von 20 % am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020. Mit einem Anteil von 22,1 % wurde das Ziel übertroffen, wobei zu berücksichtigen ist, dass im Jahr 2020 pandemiebedingt ein starker Rückgang des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs der EU erfolgte, was sich entsprechend positiv auf den Anteilswert auswirkte. Bereits Ende des Jahres 2018 ist als Nachfolgerin die Richtlinie (EU) 2018/2001 („RED II“) in Kraft getreten, nach der die Mitgliedstaaten nunmehr in Fortschreibung der Ziele sicherstellen mussten, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch EU-weit bis zum Jahr 2030 auf mindestens 32 % ansteigt.

Während der europäischen Energiekrise im Jahr 2022 in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine wurde jedoch deutlich, dass die erneuerbaren Energien nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes, sondern auch zur Erhöhung der Energiesicherheit noch zügiger ausgebaut werden müssen. Folgerichtig haben die Mitgliedstaaten am 16. Juni 2023 einer umfassenden Revision der RED II zugestimmt, mit der das europäische Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 42,5 – 45 % bis zum Jahr 2030 angehoben wird.

In der Konsequenz bedeutet dies, dass der ursprünglich nach der RED-II vorgesehene Ausbau bis 2030 ungefähr verdoppelt wird. Die konkreten Ziele der Revision der RED-II teilen sich auf in verbindliche Ziele, deren Verfehlung auch Vertragsverletzungsverfahren nach sich ziehen kann, und weitergehende indikative Ziele, die nicht verbindlich sind. So müssen vom Gesamtziel für den Erneuerbaren-Anteil 42,5 % durch die Mitgliedstaaten verpflichtend erbracht werden. Das zusätzliche, indikative Ziel von weiteren 2,5 % soll durch weitergehende freiwillige Maßnahmen der Mitgliedstaaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. Für die Zielerfüllung werden in der EU-27 bis 2030 jährlich Windenergie- und Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von mehr als 100 GW neu installiert werden. Mit der Revision

der RED-II werden somit auch die stark erhöhten deutschen Ausbauziele untermauert und zugleich verpflichtend. Gleichzeitig bilden die neuen EU-Ziele auch einen Rahmen für weitergehende Maßnahmen und Ziele wie die EU-Solarstrategie, nach der bis 2030 die Photovoltaikleistung auf 600 GW etwa verdreifacht werden soll.

Mit der Revision der RED-II werden neben dem übergeordneten Ziel auch Sektorenziele für 2030 eingeführt. So muss im Wärmebereich der Anteil der erneuerbaren Energien zwischen 2021 und 2025 verbindlich um jährlich 0,8 Prozentpunkte, ab 2026 um 1,1 Prozentpunkte wachsen. Ergänzt wird dies durch das indikative Ziel, dass der Wärmebedarf von Gebäuden bis 2030 zu 49 % mit erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. Im Verkehrsbereich wird das verbindliche Ziel von 14 % auf 29 % Anteil erneuerbarer Energien bis 2030 angehoben. Der größte Teil davon dürfte durch den Ausbau der Elektromobilität erbracht werden. Ein neues verbindliches Unterziel von 5,5 % bezieht sich auf den Einsatz von fortschrittlichen Biokraftstoffen und strombasierten Kraftstoffen zusammen, wobei 1 % von Letzteren (Wasserstoff und E-Fuels) erbracht werden soll. Für den Industriesektor gilt als indikatives Ziel, dass der Anteil der Erneuerbaren am gesamten Energieverbrauch um jährlich 1,6 Prozentpunkte steigen soll. Bis 2030 müssen zudem verpflichtend 42 % des verwendeten Wasserstoffs aus erneuerbaren Energien stammen, bis 2035 sollen es 60 % sein. Für Deutschland bedeutet dies je nach Szenario einen Bedarf von 41 bis 83 TWh an grünem Wasserstoff.

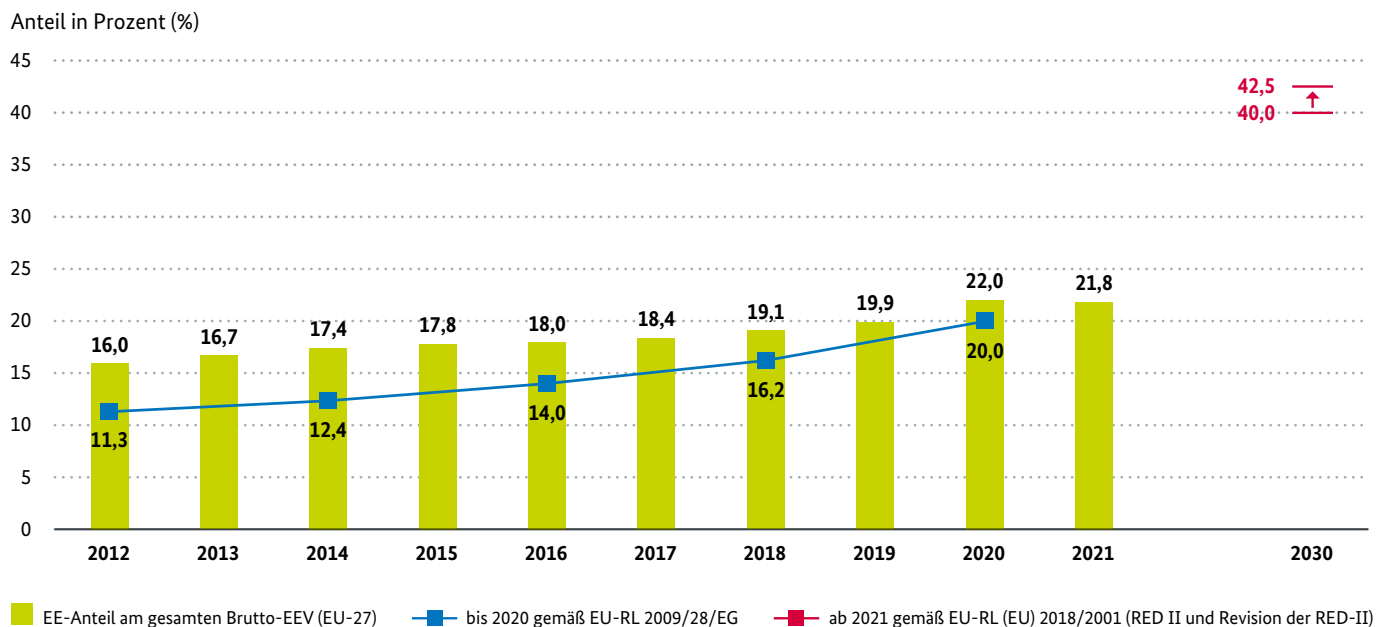
Wichtiger Bestandteil der Revision der RED-II ist weiterhin, dass die aktuell im Rahmen der EU-Notfallverordnung bestehenden Regelungen zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren weitgehend fortgeschrieben werden. So kann in Vorranggebieten auf aufwändige Prüfschritte auf Projektebene verzichtet werden, sofern diese bereits auf Planungsebene stattgefunden haben.

Die Revision der RED-II ist ein Teil des „Fit for 55“-Pakets, einem Maßnahmenpaket zur Erreichung der Klimaziele der EU-27. „Fit for 55“ bezieht sich dabei auf das Klimaziel der EU, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 55 % zu reduzieren. Dieses Ziel ist im Europäischen Klimagesetz verankert, das im Juni 2021 in Kraft getreten ist. Es

beinhaltet darüber hinaus das Ziel der Klimaneutralität der EU bis zum Jahr 2050. Einen weiteren Rahmen für die Revision der RED-II bildet zudem die so genannte Governance-Verordnung, mit der ein Governance-System für die Energie- und Klimaunion der EU geschaffen wurde. Dieses ist der Rechtsrahmen für die Maßnahmen, mit denen die Erreichung der EU-Energie- und -Klimaziele bis 2030 und darüber hinaus sichergestellt werden soll. Das System umfasst unter anderem Planungs- und Berichtspflichten der Mitgliedstaaten sowie Überwachungsbefugnisse und -pflichten der

EU-Kommission. So hatte jeder EU-Mitgliedstaat bis 2020 einen integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan, „NECP“) für das nächste Jahrzehnt (2021 – 2030) vorzulegen. In diesen NECPs beschreiben die Mitgliedstaaten ihre nationalen energie- und klimapolitischen Ziele, Strategien und Maßnahmen und formulieren ihre nationalen Zielbeiträge zu den EU-2030-Zielen. Mit Blick auf die erhöhten Ziele sollen die Mitgliedstaaten der Kommission nun bis Mitte 2024 eine Aktualisierung ihrer NECPs vorlegen.

Abbildung 34: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in der EU (bis 2020 gemäß EU-RL 2009/28/EG, ab 2021 gemäß EU-RL (EU) 2018/2001) und Zielvorgaben der Richtlinie über Energie aus erneuerbaren Quellen (RED, RED II und Revision der RED-II)



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Anmerkungen:

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. Die Darstellung erfolgt daher seit 2021 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.

Tabelle 28: 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	2015	2020	2021	2005	2010	2015	2020	2021
Belgien	2,3	6,0	8,1	13,0	13,0	2,4	7,3	15,6	25,1	26,0
Bulgarien	9,2	13,9	18,3	23,3	17,0	8,7	12,4	19,0	23,6	18,8
Dänemark	16,0	21,9	30,5	31,7	34,7	24,6	32,7	51,3	65,3	62,6
Deutschland	7,2	11,7	14,9	19,1	19,2	10,6	18,2	30,9	44,2	43,7
Estland	17,5	24,6	29,0	30,1	38,0	1,1	10,3	16,2	28,3	29,3
Finnland	28,8	32,2	39,2	43,9	43,1	26,9	27,2	32,2	39,6	39,5
Frankreich	9,3	12,7	14,8	19,1	19,3	13,7	14,8	18,8	24,8	25,0
Griechenland	7,3	10,1	15,7	21,7	21,9	8,2	12,3	22,1	35,9	35,9
Irland	2,8	5,8	9,1	16,2	12,5	7,2	15,6	25,7	39,1	36,4
Italien	7,5	13,0	17,5	20,4	19,0	16,3	20,1	33,5	38,1	36,0
Kroatien	23,7	25,1	29,0	31,0	31,3	35,2	37,5	45,4	53,8	53,5
Lettland	32,3	30,4	37,5	42,1	42,1	43,0	42,1	52,2	53,4	51,4
Litauen	16,8	19,6	25,7	26,8	28,2	3,8	7,4	15,5	20,2	21,3
Luxemburg	1,4	2,9	5,0	11,7	11,7	3,2	3,8	6,2	13,9	14,2
Malta	0,1	1,0	5,1	10,7	12,2	0,0	0,0	4,3	9,5	9,7
Niederlande	2,5	3,9	5,7	14,0	12,3	6,3	9,6	11,0	26,4	30,4
Österreich	24,4	31,2	33,5	36,5	36,4	62,9	66,4	71,5	78,2	76,2
Polen	6,9	9,3	11,9	16,1	15,6	2,5	6,5	13,4	16,2	17,2
Portugal	19,5	24,1	30,5	34,0	34,0	27,7	40,6	52,6	58,0	58,4
Rumänien	17,6	22,8	24,8	24,5	23,6	28,8	30,4	43,2	43,4	42,5
Schweden	40,0	46,1	52,2	60,1	62,6	50,9	55,8	65,7	74,5	75,7
Slowakische Republik	6,4	9,1	12,9	17,3	17,4	15,7	17,8	22,7	23,1	22,4
Slowenien	19,8	21,1	22,9	25,0	25,0	28,7	32,2	32,7	35,1	35,0
Spanien	8,4	13,8	16,2	21,2	20,7	19,2	29,7	37,0	42,9	46,0
Tschechische Republik	7,1	10,5	15,1	17,3	17,7	3,8	7,5	14,1	14,8	14,5
Ungarn	6,9	12,7	14,5	13,9	14,1	4,4	7,1	7,3	11,9	13,7
Zypern	3,1	6,2	9,9	16,9	18,4	0,0	1,4	8,4	12,0	14,8
Region EU-27	10,2	14,4	17,8	22,0	21,8	16,4	21,3	29,7	37,4	37,5

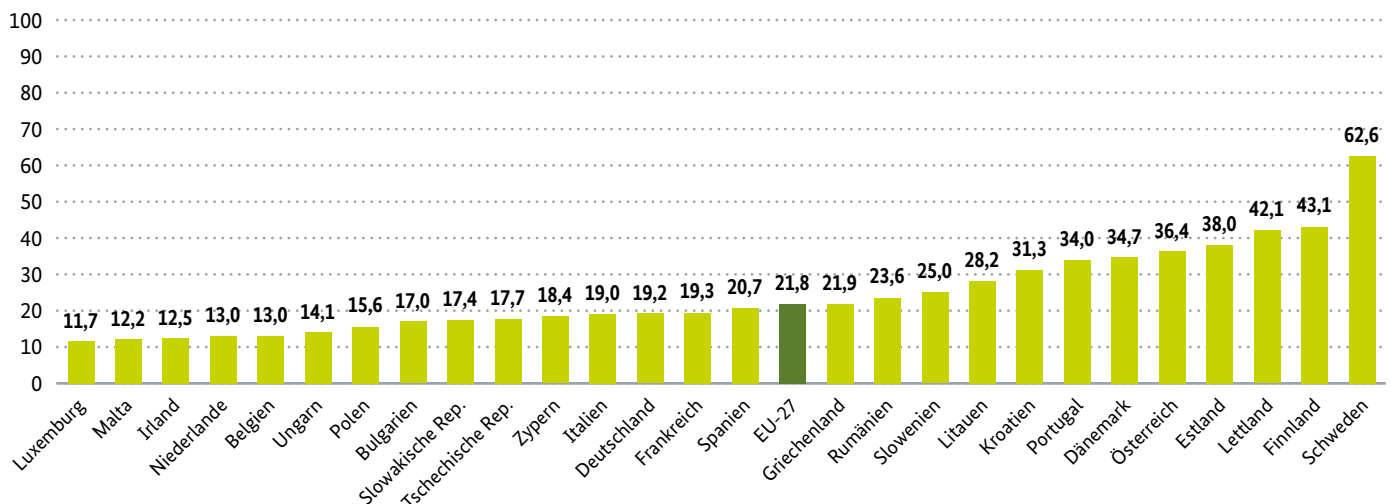
Zur Berechnung der Anteile siehe auch im Abschnitt „Methodische Hinweise“.

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.

Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

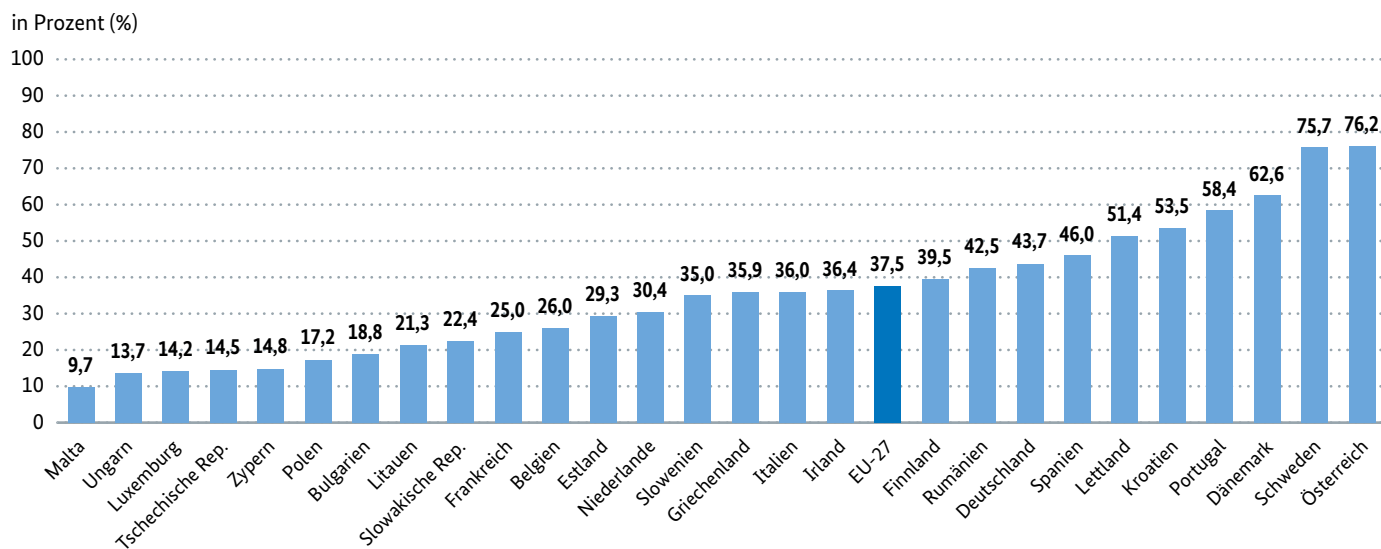
Abbildung 35: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021

in Prozent (%)



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Abbildung 36: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Strom in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

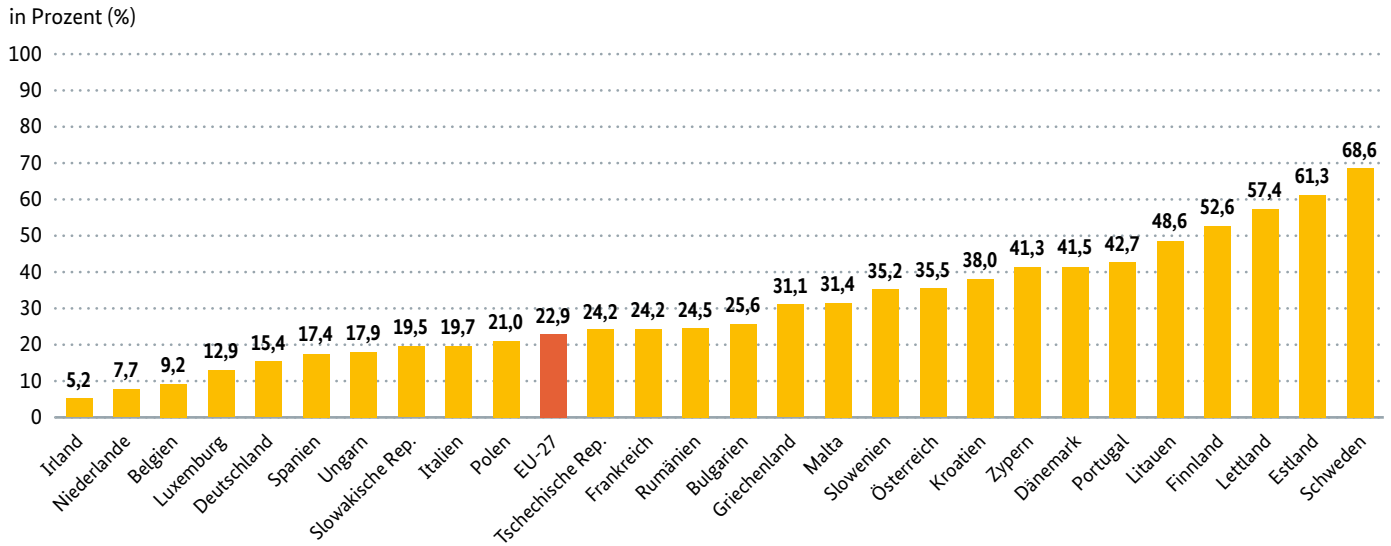
Tabelle 29: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte (%)					EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Verkehr (%)				
	2005	2010	2015	2020	2021	2005	2010	2015	2020	2021
Belgien	3,4	6,7	7,9	8,4	9,2	0,7	4,8	3,9	11,0	10,3
Bulgarien	14,3	24,3	28,9	37,2	25,6	0,9	1,5	6,5	9,1	7,6
Dänemark	22,8	30,4	39,5	51,1	41,5	0,4	1,1	6,4	9,7	10,5
Deutschland	7,7	12,1	13,4	14,5	15,4	4,0	6,4	6,6	10,0	8,0
Estland	32,2	43,2	50,0	58,8	61,3	0,2	0,4	0,4	12,2	11,2
Finnland	39,1	44,0	52,6	57,6	52,6	0,9	4,4	24,6	14,3	20,5
Frankreich	12,4	16,2	18,9	23,4	24,2	0,8	6,6	8,4	9,2	8,2
Griechenland	13,4	18,7	26,6	31,9	31,1	0,1	1,9	1,1	5,3	4,3
Irland	3,4	4,3	6,2	6,3	5,2	0,1	2,5	5,9	10,2	4,3
Italien	8,2	15,6	19,3	19,9	19,7	1,0	4,9	6,5	10,7	10,0
Kroatien	30,0	32,9	38,6	36,9	38,0	1,0	1,1	2,4	6,6	7,0
Lettland	42,7	40,7	51,7	57,1	57,4	2,4	4,0	3,6	6,7	6,4
Litauen	29,3	32,5	46,1	50,4	48,6	0,7	3,8	4,6	5,5	6,5
Luxemburg	3,6	4,7	6,9	12,6	12,9	0,2	2,1	6,7	12,6	8,0
Malta	1,0	7,3	14,6	23,0	31,4	0,0	0,0	4,7	10,6	10,6
Niederlande	2,4	3,1	5,3	8,1	7,7	0,5	3,4	5,6	12,6	9,0
Österreich	22,8	31,0	33,2	35,0	35,5	5,1	10,7	11,4	10,3	9,4
Polen	10,2	11,8	14,8	22,1	21,0	1,7	6,6	5,7	6,6	5,7
Portugal	32,1	33,8	40,1	41,5	42,7	0,5	5,5	7,4	9,7	8,6
Rumänien	17,9	27,2	25,9	25,3	24,5	1,9	1,4	5,5	8,5	7,7
Schweden	49,0	57,1	63,2	66,4	68,6	6,6	9,6	21,5	31,9	30,4
Slowakische Republik	5,0	7,9	10,8	19,4	19,5	1,7	5,3	8,6	9,3	8,8
Slowenien	26,4	29,5	36,2	32,1	35,2	0,8	3,1	2,2	10,9	10,6
Spanien	9,4	12,5	16,9	18,0	17,4	1,3	5,0	1,1	9,5	9,2
Tschechische Republik	10,8	14,1	19,8	23,5	24,2	1,1	5,2	6,5	9,4	7,5
Ungarn	9,9	18,1	21,3	17,7	17,9	1,0	6,2	7,2	11,6	6,2
Zypern	10,0	18,8	24,1	37,1	41,3	0,0	2,0	2,5	7,4	7,2
Region EU-27	12,4	17,0	20,3	23,0	22,9	1,8	5,5	6,8	10,3	9,1

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

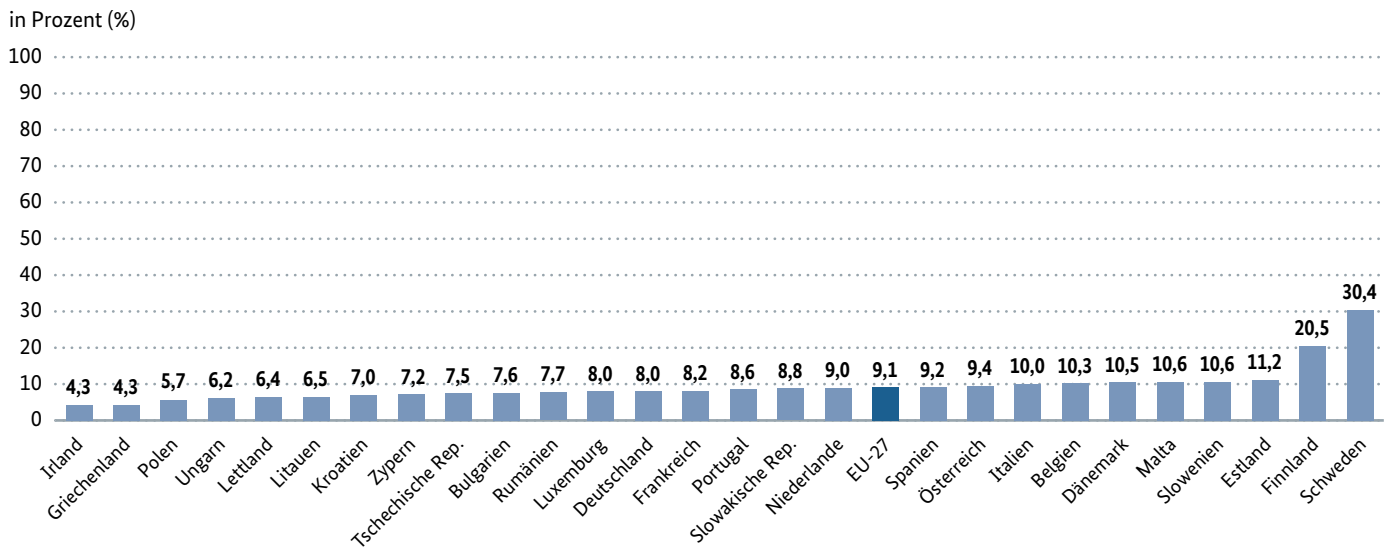
Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Abbildung 37: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Abbildung 38: Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2021



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Abschätzung der Anteile erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022 nach EU-Richtlinie

Nach ersten vorläufigen Berechnungen und Schätzungen auf Basis der Berechnungsmethodik der EU Richtlinie RED III erreichten die erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022 einen Anteil

von 20,8% am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und damit fast eineinhalb Prozentpunkte mehr als im Vorjahr (2021: 19,4 %).

Tabelle 30: 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	2021	2022 ¹
	(%)													
EE-Anteil am BEEV Strom	16,4	21,3	23,3	25,1	26,8	28,6	29,7	30,2	31,1	32,1	34,1	37,4	37,5	
EE-Anteil am BEEV Wärme/Kälte	12,4	17,0	17,4	18,6	19,0	19,9	20,3	20,4	20,8	21,6	22,4	23,0	22,9	
EE-Anteil am BEEV Verkehr	1,8	5,5	4,1	5,8	6,1	6,6	6,8	7,2	7,5	8,3	8,8	10,3	9,1	
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	17,3	19,1	19,4	20,8

¹ Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder. Für das Jahr 2022 lag bei Redaktionsschluss nur ein vorläufiger Wert für den Anteil am BEEV vor. Werte bis 2020 berechnet gemäß EU-RL 2009/28/EG, ab 2021 gemäß EU-RL (EU) 2018/2001 (RED II und Revision der RED-II).

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_REN) [27]

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

Bereits aus den nationalen Aktionsplänen, die die Mitgliedstaaten im Rahmen der RL 2009/28/EG vorlegen mussten, ging hervor, dass sich der Ausbau der erneuerbaren Energien auch EU-weit sehr stark auf die Stromerzeugung fokussieren würde. So konnte der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch der EU-27 zwischen 2005 und 2020 von 16,4 auf 37,4% mehr als verdoppelt werden. Und nach wie vor geht der Ausbau der erneuerbaren Energien EU-weit wie in Deutschland im Strombereich deutlich schneller voran als im Wärme- und Verkehrsbereich.

Vollständige Anteilswerte liegen bis zum Jahr 2021 vor, nach denen EU-weit ein Anteil von 37,5% erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch erreicht war. In den einzelnen Mitgliedstaaten sind die Anteile jedoch sehr unterschiedlich hoch. Während Österreich (76,2%), Schweden (74,5%) und

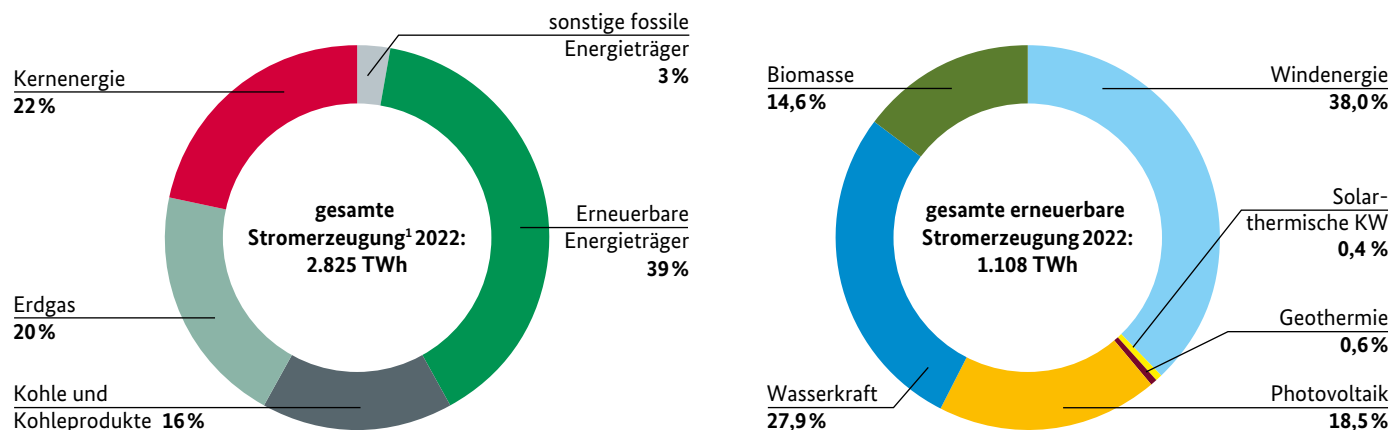
Dänemark (65,3%) die höchsten Anteile hatten, waren sie in Malta (9,5%), Luxemburg (13,5%) und Polen (16,2%) am niedrigsten.

Im Jahr 2022 nahm die gesamte Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien trotz eines deutlichen Anstiegs bei der Stromerzeugung aus Windenergie und Photovoltaik nur geringfügig auf 1.108 TWh zu (2021: 1.102 TWh). Der Grund hierfür lag in der extremen Trockenheit des Jahres, in deren Folge die Stromerzeugung aus Wasserkraft um fast 18% auf 308,6 TWh zurückging (2021: 374,8 TWh).

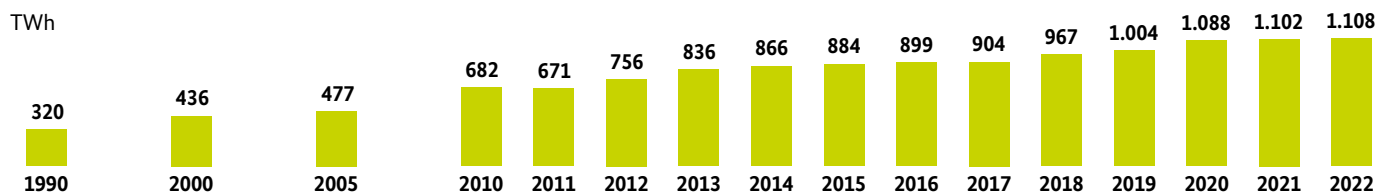
Nachdem Windenergie die Wasserkraft als wichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien in der EU-27 erstmals im Jahr 2019 abgelöst hatte, machte sie im Jahr 2022 bereits 38% des gesamten aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms aus (2021: 35,1%). Auf Wasserkraft entfielen 27,8%, auf Photovoltaik 18,5% und auf Biomasse 14,6%.

Abbildung 39: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022

Anteile in Prozent



Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien 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 (NRG_IND_PEHCF und NRG_IND_PEHNF) [28], [29]

Tabelle 31: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	(TWh)								
Biomasse ¹	111,6	149,4	151,1	153,6	155,5	159,7	162,6	169,4	161,5
Wasserkraft ²	401,3	363,2	372,7	322,5	370,2	345,6	375,5	374,8	308,6
Windenergie	139,8	263,2	266,8	312,3	320,6	367,1	397,8	386,9	421,3
Geothermie	5,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,5	6,4
Photovoltaik	22,5	95,3	95,5	102,1	108,2	118,2	140,1	158,6	205,1
Solarthermie	0,8	5,6	5,6	5,9	4,9	5,7	5,0	5,2	4,5
Meeresenergie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
EE gesamt	682,0	883,8	898,9	903,6	966,6	1.003,6	1.088,3	1.101,9	1.108,0
EE-Anteil am Bruttostromverbrauch³	22,9%	30,5%	30,8%	30,6%	32,8%	34,5%	38,9%	37,8%	39,0%
Bruttostromerzeugung – Gesamt – EU	2.979,7	2.900,6	2.922,0	2.954,5	2.938,0	2.902,4	2.784,9	2.906,5	2.825,4
Import	291,5	387,6	362,5	366,6	372,3	369,4	381,0	401,4	420,6
Export	286,6	394,3	361,9	371,1	363,5	366,5	367,0	394,1	407,6

1 einschließlich Bio-, Klär- und Deponiegas, flüssigen und festen biogenen Brennstoffen sowie dem erneuerbaren Anteil des kommunalen Abfalls

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

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

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (bis 2021 EUROSTAT (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff), 2022 EUROSTAT (Bruttoerzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme durch nicht brennbare und brennbare Energieträger nach Anlagentyp und Erzeugertyp).

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_PEHCF und NRG_IND_PEHNF) [28], [29], [30], [31]

Tabelle 32: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2022

	Wasser- kraft ¹	Wind- energie	Feste Biomasse ²	Biogase ³	Flüssige Biobrenn- stoffe	Photo- voltaik	Solar- thermie KW	Geo- thermie	Meeres- energie	Gesamt
	(TWh)									
Belgien	1,6	12,0	3,4	1,0	0,1	7,1	-	-	-	25,1
Bulgarien	3,8	1,5	2,1	0,2	-	1,9	-	-	-	9,4
Dänemark	0,02	19,0	6,7	0,6	-	2,2	-	-	-	28,5
Deutschland	23,6	125,3	16,8	30,2	0,2	60,8	-	0,2	-	257,1
Estland	0,02	0,7	1,6	0,0	-	0,6	-	-	-	2,8
Finnland	13,5	12,0	12,2	0,3	0,001	0,4	-	-	-	38,4
Frankreich	51,1	38,1	7,0	3,2	0,01	20,6	-	0,1	0,5	120,5
Griechenland	4,6	10,9	0,0	0,2	-	7,0	-	-	-	22,7
Irland	1,0	11,2	0,9	0,2	-	0,1	-	-	-	13,3
Italien	30,1	20,6	6,6	7,7	3,1	28,1	-	5,8	-	102,0
Kroatien	6,2	2,1	0,7	0,4	-	0,2	-	0,1	-	9,7
Lettland	2,7	0,2	0,6	0,2	-	0,0	-	-	-	3,8
Litauen	1,0	1,5	0,6	0,2	-	0,3	-	-	-	3,6
Luxemburg	1,1	0,3	0,3	0,0	-	0,2	-	-	-	2,0
Malta	-	0,0	-	0,0	-	0,3	-	-	-	0,3
Niederlande	0,0	21,6	8,9	0,8	-	16,8	-	-	-	48,2
Österreich	39,2	7,2	4,1	0,6	0,0001	3,8	-	< 0,000	-	54,9
Polen	3,0	19,5	5,9	1,3	0,001	8,1	-	-	-	37,8
Portugal	8,8	13,3	3,8	0,3	-	3,5	-	0,2	-	29,8
Rumänien	14,3	7,0	0,5	-	-	1,8	-	-	-	23,6
Schweden	70,3	33,1	11,8	0,0	0,3	2,0	-	-	-	117,5
Slowakische Republik	3,8	0,0	1,0	0,4	-	0,7	-	-	-	5,9
Slowenien	3,4	0,0	0,1	0,1	-	0,6	-	-	-	4,3
Spanien	22,1	62,8	5,8	1,0	0,01	30,2	4,5	-	0,02	126,4
Tschechische Republik	3,1	0,6	2,8	2,6	-	2,6	-	-	-	11,7
Ungarn	0,2	0,6	1,8	0,3	-	4,7	-	< 0,000	-	7,6
Zypern	-	0,2	-	0,1	-	0,6	-	-	-	0,9
EU-27	308,6	421,3	105,9	52,0	3,7	205,1	4,5	6,4	0,5	1.108,0

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 (NRG_IND_PEHCF und NRG_IND_PEHNF) [28], [29]

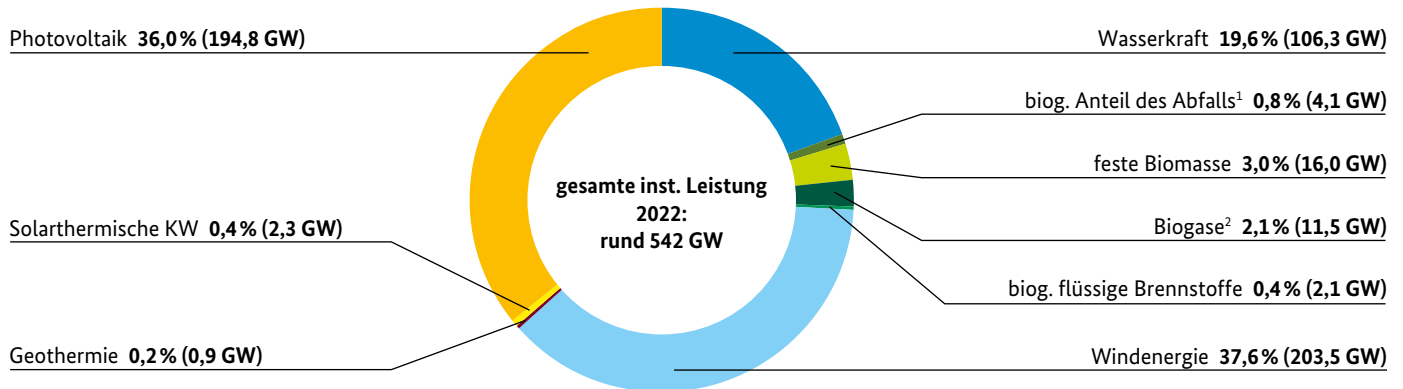
Unter den Mitgliedstaaten der EU-27 leistete im Jahr 2022 Deutschland wie schon in den Vorjahren den größten Beitrag zur gesamten Bruttostromerzeugung mit 257,1 TWh bzw. 23,2%. Es folgten Spanien mit 126,4 TWh, Frankreich mit 120,5 TWh, Schweden mit 117,5 TWh und Italien mit 102 TWh.

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

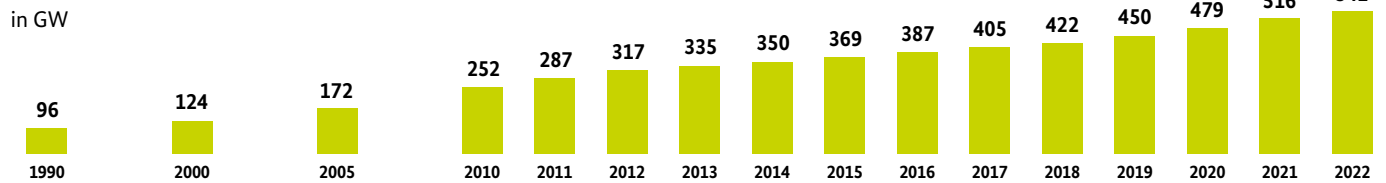
bis vor einigen Jahren noch den Bestand an Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien dominierten. So stieg die installierte Leistung der erneuerbaren Energien in der EU-27 von 172 GW im Jahr 2005 auf 542 GW Ende des Jahres 2022 um den Faktor 3,2 an, die Stromerzeugung von 477 TWh auf 1.108 TWh nur um den Faktor 2,3. Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit zwei Dritteln der damals installierten Leistung dominierte, lag Ende 2021 die Windenergie mit knapp 37% der installierten Leistung bereits deutlich an der Spitze, gefolgt von der Photovoltaik mit 31%. Die Wasserkraft lag mit gut 25% hingegen nur noch an dritter Stelle.

Abbildung 40: Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022

Anteile in Prozent



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU:



1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt
 2 inkl. Deponie- und Klärgas

Quelle: Eurostat ([nrg_inf_epcrw])[32]; IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“)[33]

Windenergienutzung

Der Ausbau der Windenergienutzung in der EU-27 konnte im Jahr 2022 deutlich beschleunigt werden. Mit einem Zubau von gut 14 GW wurde fast ein Drittel mehr Windenergieleistung an Land neu installiert als im Vorjahr (2021: 10,7 GW) und zudem so viel wie noch in keinem anderen Jahr zuvor. Wie schon im Vorjahr baute Schweden mit knapp 2,5 GW die meiste Windenergieleistung an Land zu. Knapp dahinter folgte Finnland mit einem Zubau von knapp 2,4 GW. Mit gut 2,1 GW lag Deutschland beim Zubau an dritter Stelle, Frankreich folgte mit 1,9 GW. Auch auf See konnte der Zubau nach einem schwachen Vorjahr wieder deutlich zulegen. Mit gut 1,6 GW ging rund zweieinhalbmal so viel Leistung neu ans Netz wie im Vorjahr (0,6 GW). Dennoch blieb der Zubauwert noch um ein Drittel hinter dem bisherigen Rekordwert aus dem Jahr 2020 (knapp 2,5 GW) zurück. Mit 760 MW neuer Offshore-Leistung wurde in den Niederlanden am meisten zugebaut. Es folgten Frankreich mit 480 MW und Deutschland mit 355 MW.

Insgesamt war damit in der EU-27 Ende des Jahres 2022 eine Windenergieleistung von 204 GW installiert, davon 187,3 GW an Land und 16,7 GW auf See. Mit 66,3 GW, entsprechend rund einem Drittel der gesamten europäischen Windenergieleistung, lag Deutschland hier weiterhin mit Abstand vor Spanien (29,3 GW), Frankreich (21,1 GW), Schweden (14,6 GW) und Italien (11,8 GW).

Setzt man die installierte Windenergieleistung jedoch in Beziehung zur Einwohnerzahl der einzelnen Mitgliedstaaten der EU-27, ergibt sich ein anderes Bild: EU-weit war Ende des Jahres 2022 eine Leistung von 456 Watt pro Einwohner installiert, fast 9 % mehr als im Vorjahr (2021: 419 Watt pro Einwohner). Hier lag aufgrund seines kräftigen Zubaus erstmals Schweden vorn mit 1.410 Watt pro Einwohner. Dänemark, das diese Statistik bislang angeführt hatte, folgte mit 1.216 vor Finnland mit 1.016, Irland mit 930 und Deutschland mit 797 Watt pro Einwohner.

Die in der EU-27 an Land und auf See installierten Windenergieanlagen zusammen produzierten im Jahr 2022 421,3 TWh Strom, fast 9% mehr als

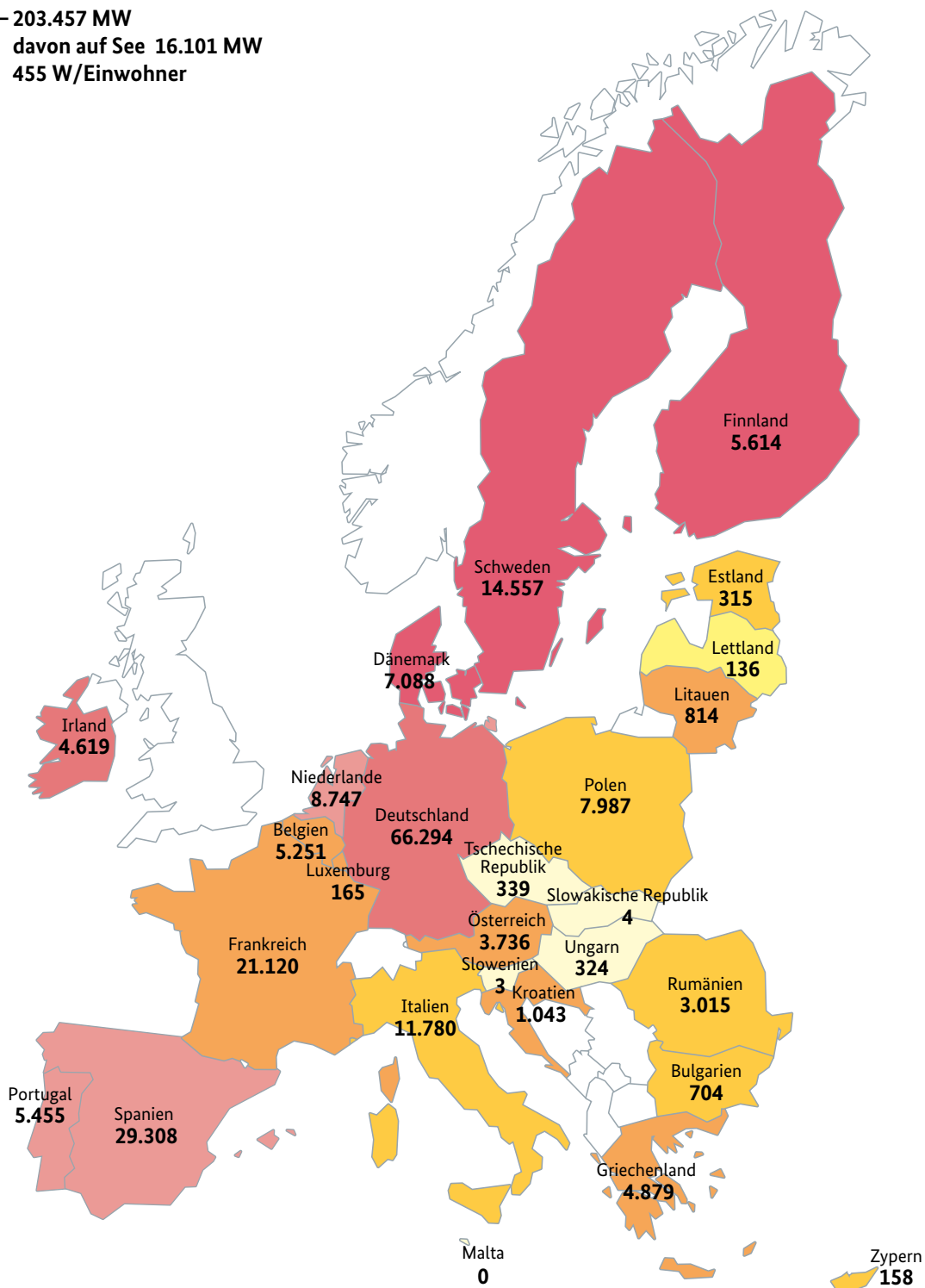
im Vorjahr (2021: 386,9 TWh). EU-weit deckte die Windenergie damit 14,9% des Stromverbrauchs (2021: 13,3%) [32].

Abbildung 41: Gesamte installierte Windenergieleistung in der EU-27 Ende des Jahres 2022

EU-27 – 203.457 MW

davon auf See 16.101 MW

455 W/Einwohner

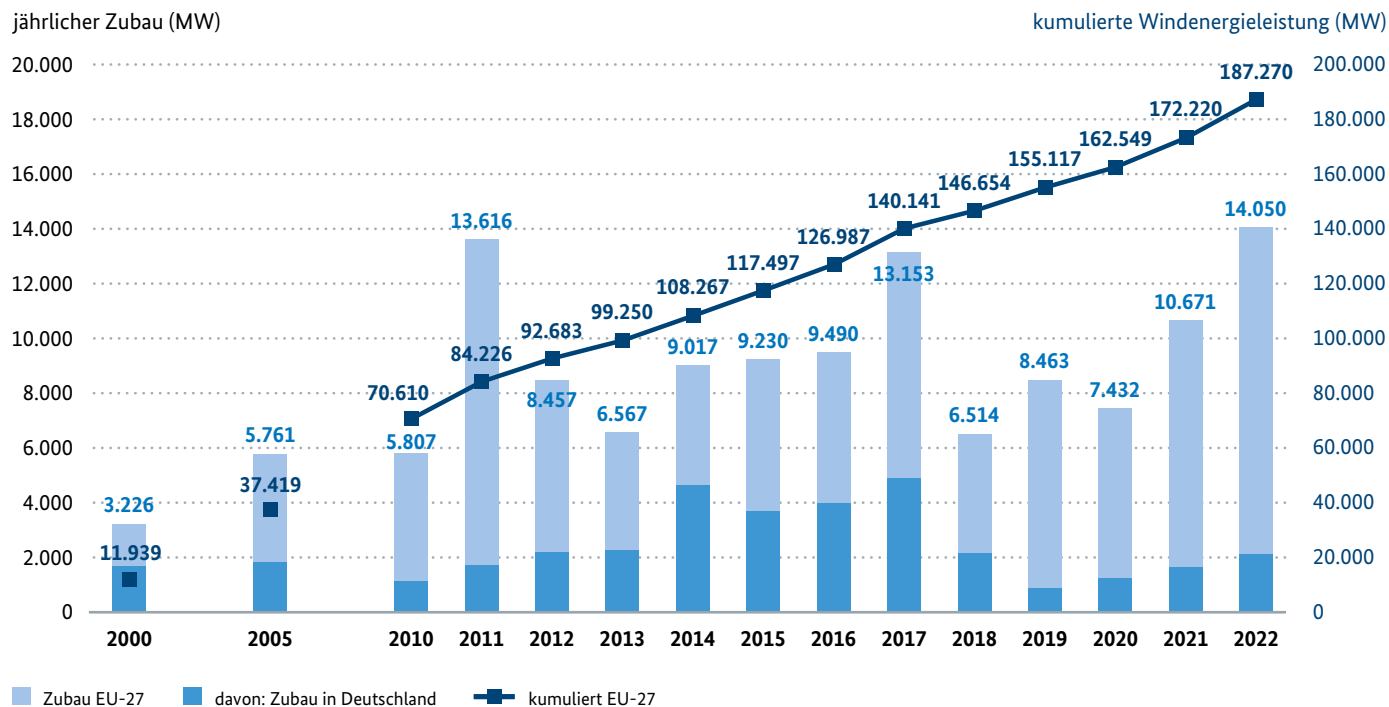


Relativer Ausbaugrad

- ≤ 50 W/Einwohner
- ≤ 100 W/Einwohner
- ≤ 250 W/Einwohner
- ≤ 500 W/Einwohner
- ≤ 750 W/Einwohner
- ≤ 1.000 W/Einwohner
- > 1.000 W/Einwohner

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Abbildung 42: Windenergie an Land: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27)

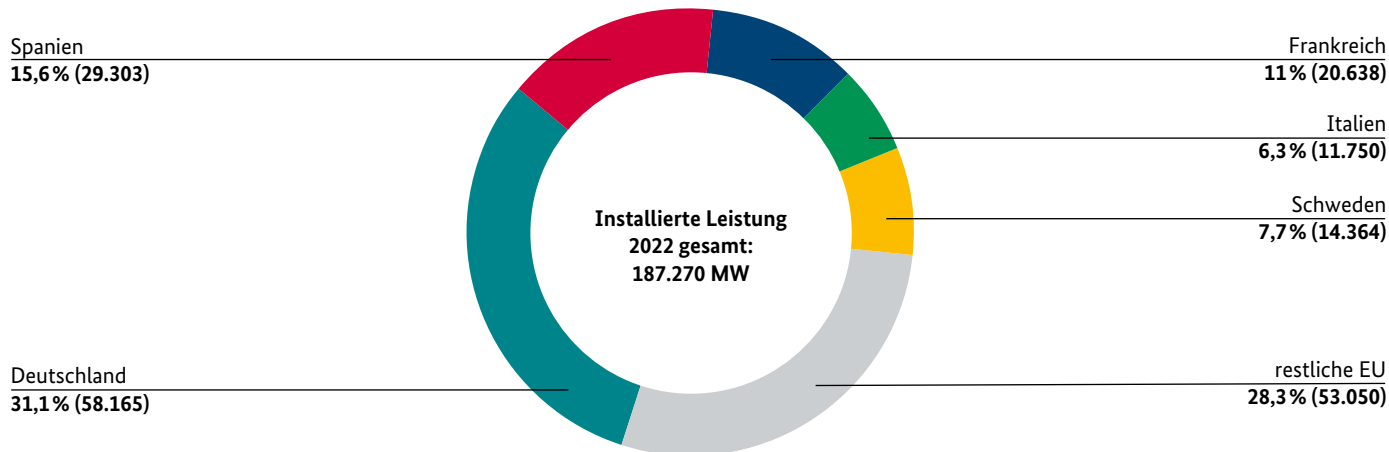


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: Eurostat (nrg_inf_epcrw)[32]; IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Abbildung 43: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2022

in MW

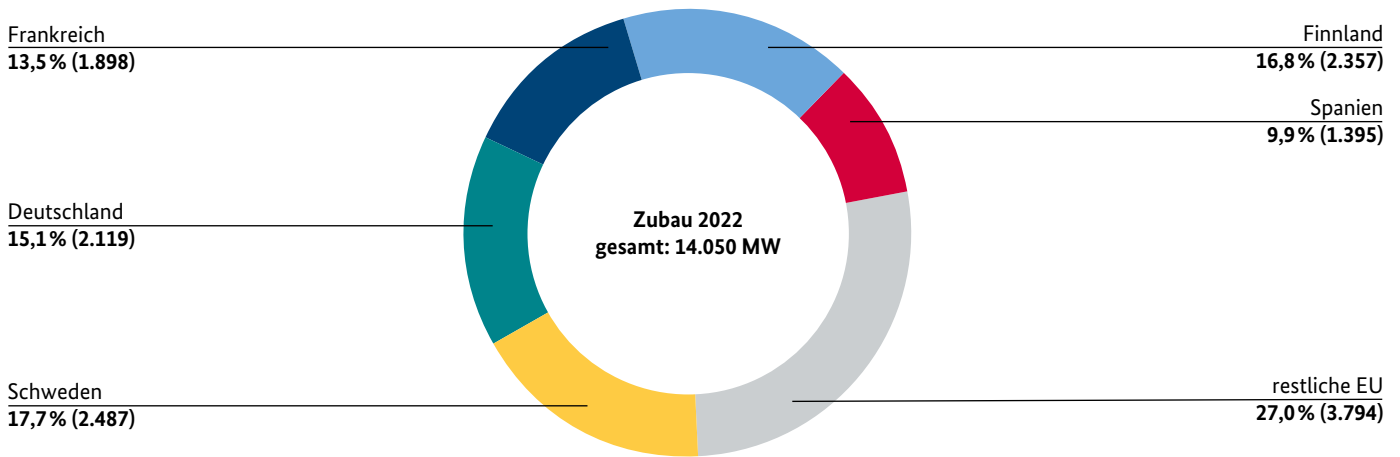


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Abbildung 44: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2022

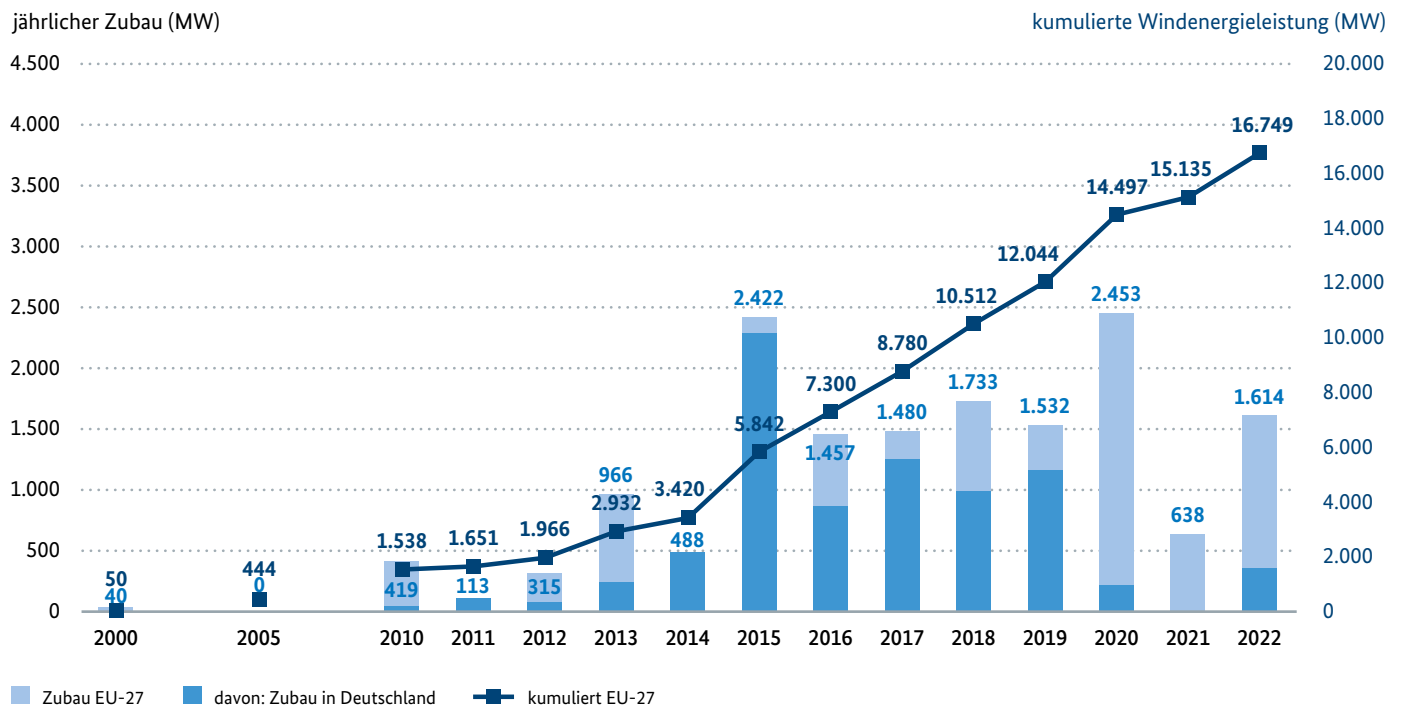
in MW



Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Abbildung 45: Windenergie auf See: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27)

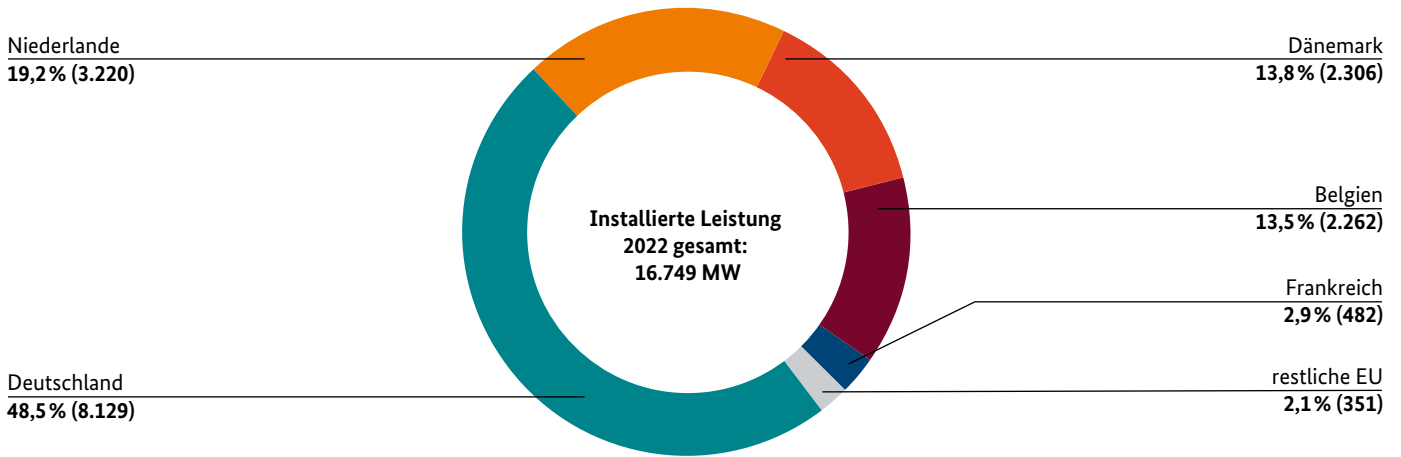


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: Eurostat (nrg_inf_epcrw) [32]; IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Abbildung 46: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2022

in MW

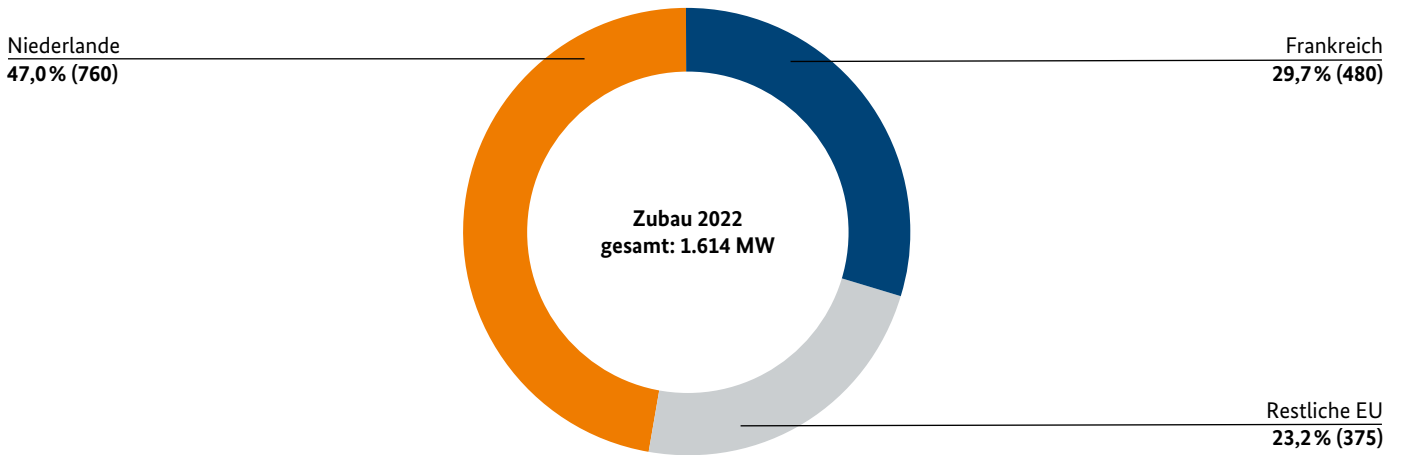


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“)[33]

Abbildung 47: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2022

in MW



Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“)[33]

Stromerzeugung aus Solarenergie

Der Ausbau der Solarenergie in der EU ging im Jahr 2022 in großen Schritten voran. Ein neuer Rekordwert von 35,1 GW neu installierter Photovoltaikleistung konnte registriert werden. Das waren noch einmal 10 GW bzw. 40% mehr als im Vorjahr (2021: 25,1 GW) [33]. Nach sechs im Vorjahr überschnitt der Zubau im Jahr 2022 nunmehr sogar in acht Mitgliedstaaten die Gigawattmarke. Der höchste Zubau wurde mit 7,3 GW in Deutschland registriert, gefolgt von Spanien mit 4,5 GW und den Niederlanden mit 4,0 GW. Weitere Länder mit einem Zubau im Gigawattbereich waren Polen mit 3,8 GW, Frankreich mit 2,6 GW, Italien mit 2,5 GW, Griechenland mit 1,3 GW und Schweden mit 1,0 GW.

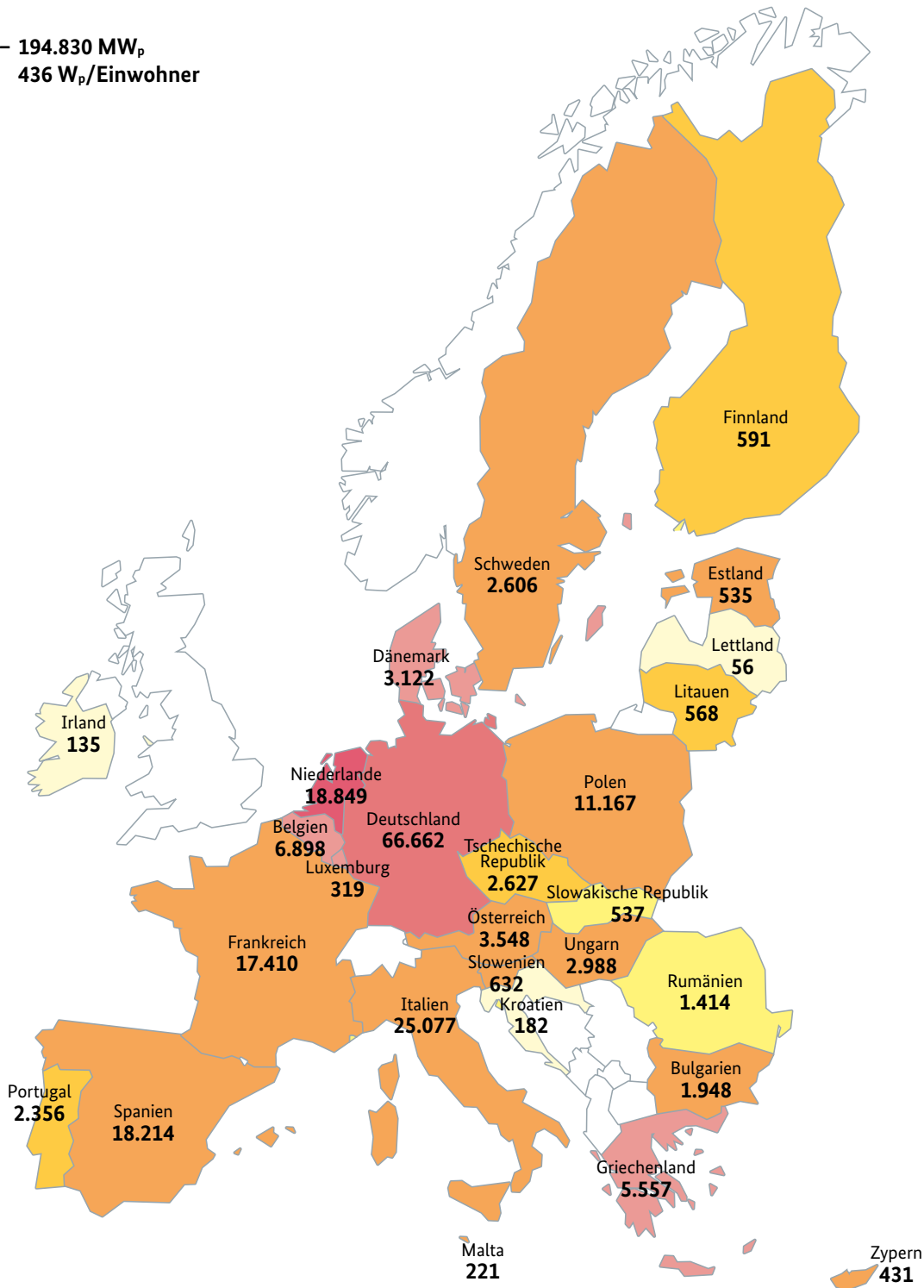
Ende des Jahres 2022 waren in der EU-27 insgesamt 194,9 GW Photovoltaikleistung installiert, 20% mehr als noch ein Jahr zuvor (2021: 161,9 GW). An der Gesamtleistung hatte Deutschland mit 66,7 GW bzw. 35% den mit Abstand höchsten Anteil. Es folgten Italien mit 25,1 GW, die Niederlande mit 18,8 GW, Spanien mit 18,2 GW und Frankreich mit 17,4 GW. Bezieht man die installierte Leistung auch hier auf die Einwohnerzahl der Mitgliedstaaten, ergibt sich ebenfalls ein anderes Bild. EU-weit lag dieser Wert Ende des Jahres 2022 bei 436 Watt pro Einwohner (2021: 356 Watt pro Einwohner). Hier lagen die Niederlande mit 1.083 Watt deutlich vor Deutschland mit 802, Belgien mit 599, Griechenland mit 518 und Luxemburg mit 510 Watt pro Einwohner.

Mit der installierten Leistung stieg auch die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen in der EU-27 im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 30% auf 205,1 TWh (2021: 157,8 TWh). Die Photovoltaik deckte damit EU-weit knapp 7,3% des EU-weiten Stromverbrauchs (2021: 5,4%).

Neben Photovoltaikanlagen werden in der EU auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie genutzt, allerdings ist dies nur in südeuropäischen Regionen mit hohen Sonnenstundenzahlen sinnvoll. In den 1990er und 2000er Jahren wurden in Spanien zahlreiche solcher Anlagen entwickelt, wodurch das Land sowohl in der EU als auch weltweit zum Vorreiter bei der solarthermischen Stromerzeugung wurde. Obwohl dort in den vergangenen Jahren keine Anlagen mehr zugebaut wurden, befindet sich nach wie vor praktisch die gesamte in der EU installierte Leistung solarthermischer Kraftwerke von gut 2,3 GW in Spanien. Mit einer Stromerzeugung im Umfang von jährlich etwa 5 TWh decken diese Anlagen jedes Jahr rund 2% des spanischen Stromverbrauchs. Die spanische Regierung verfolgt das Ziel, die solarthermische Stromerzeugungsleistung bis zum Jahr 2025 auf 4,8 GW und bis 2030 auf 7,3 GW zu verdoppeln bzw. verdreifachen. Bisher waren die entsprechenden Ausschreibungen jedoch nicht erfolgreich, so dass keine Kraftwerke gebaut wurden. Im Jahr 2022 befand sich lediglich in Italien eine Anlage mit 8 MW im Bau [33].

Abbildung 48: Gesamte installierte Photovoltaikleistung in der EU-27 im Jahr 2022

**EU-27 – 194.830 MW_p
436 W_p/Einwohner**



Relativer Ausbaugrad

≤ 50 W _p /Einwohner	≤ 100 W _p /Einwohner	≤ 250 W _p /Einwohner	≤ 500 W _p /Einwohner
≤ 750 W _p /Einwohner	≤ 1.000 W _p /Einwohner	> 1.000 W _p /Einwohner	

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Tabelle 33: Entwicklung der installierten Photovoltaikleistung in der EU-27 in MW

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	(MW)									
Belgien	2	1.007	3.132	3.329	3.621	4.000	4.637	5.573	6.012	6.898
Bulgarien	0	25	1.028	1.030	1.031	1.033	1.044	1.100	1.275	1.948
Dänemark	3	7	782	851	906	998	1.080	1.304	1.704	3.122
Deutschland	2.056	18.004	39.222	40.677	42.291	45.156	48.912	53.669	59.371	66.662
Estland	0	0	7	10	15	32	121	208	395	535
Finnland	4	7	17	39	82	140	222	318	425	591
Frankreich	13	1.044	7.138	7.702	8.610	9.672	10.808	12.056	14.810	17.410
Griechenland	1	202	2.604	2.604	2.606	2.652	2.834	3.288	4.277	5.557
Irland	0	1	2	6	17	32	58	90	135	135
Italien	34	3.592	18.901	19.283	19.682	20.108	20.865	21.650	22.594	25.077
Kroatien	0	0	48	56	60	68	85	109	138	182
Lettland	0	0	0	1	1	2	3	5	7	56
Litauen	0	0	69	70	74	82	103	164	255	568
Luxemburg	24	29	116	122	128	131	160	187	277	319
Malta	0	1	75	94	112	132	155	188	206	221
Niederlande	51	90	1.526	2.135	2.911	4.608	7.226	11.108	14.911	18.849
Österreich	21	89	937	1.096	1.269	1.455	1.702	2.043	2.783	3.548
Polen	0	0	108	187	287	562	1.539	3.955	7.416	11.167
Portugal	2	134	447	513	579	667	901	1.100	1.646	2.536
Rumänien	0	0	1.326	1.372	1.374	1.386	1.398	1.383	1.394	1.414
Schweden	4	11	104	153	244	428	714	1.107	1.606	2.606
Slowakei	0	19	533	533	528	472	590	535	537	537
Slowenien	0	12	238	233	247	247	278	370	461	632
Spanien	52	3.873	4.704	4.713	4.723	4.764	8.807	10.136	13.715	18.214
Tschechien	1	1.727	2.075	2.068	2.075	2.081	2.111	2.172	2.246	2.627
Ungarn	0	2	172	235	344	728	1.400	2.131	2.968	2.988
Zypern	1	7	76	84	110	118	151	229	315	464
EU-27	2.268	29.883	85.386	89.195	93.927	101.753	117.904	136.176	161.879	194.863

Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung

Der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch lag in der EU-27 im Jahr 2021 insgesamt bei 22,9% und damit geringfügig niedriger als im Vorjahr (2020: 23,0%). Unter den Mitgliedstaaten variierten die Anteile allerdings sehr stark. Die höchsten Anteile wurden in Schweden (68,6%), Estland (61,3%) und Finnland (52,6%) erreicht. Dies lag zum einen an hohen Anteilen von Biomasse im Wärmemarkt in diesen Ländern, aber auch an einer weiten Verbreitung von Stromheizungen insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen. Deutschland lag hier mit 15,4% noch im unteren Bereich, geringere Anteile hatten nur Luxemburg (12,9%), Belgien (9,2%), die Niederlande (7,7%) und Irland (5,2%).

Da im Hinblick auf die Wärmewende Biomasseressourcen begrenzt sind, wird im Folgenden technologiespezifisch der Blick auf Solar- und Umwelt- bzw. Erdwärme konzentriert.

Solarwärme

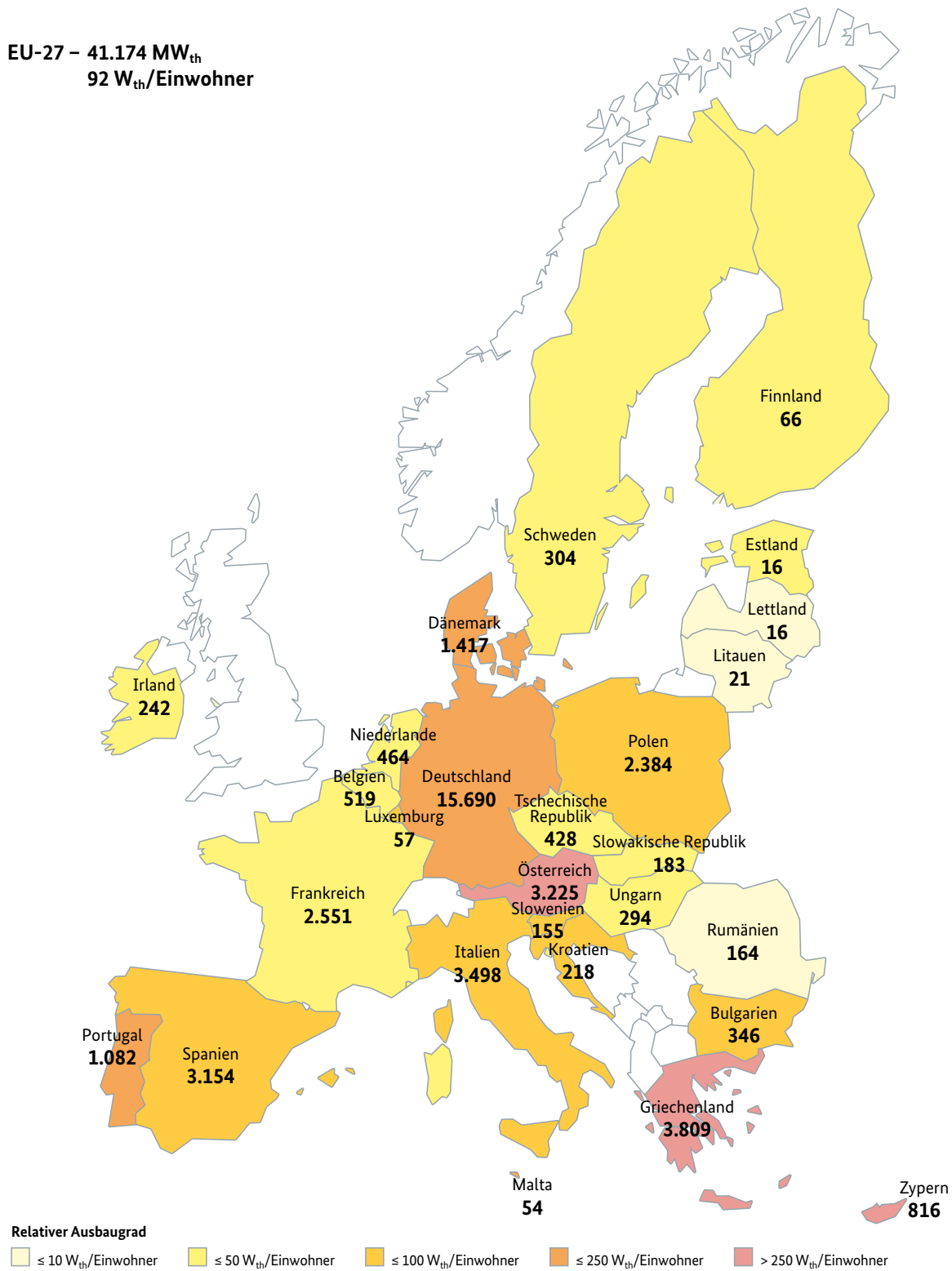
In Folge der Energiekrise verstärkte sich der bereits im Vorjahr registrierte Aufwärtstrend des europäischen Solarthermiemarkts im Jahr 2022. Gemäß dem Solarthermie-Barometer von EurObserv'ER [34] wurden mit 2,37 Mio. Quadratmetern knapp 12% mehr Kollektorfläche neu installiert als noch im Vorjahr (2021: 2,12 Mio. Quadratmeter). Ende des Jahres 2022 war damit in der EU-27 eine Kollektorfläche von gut 58,8 Millionen Quadratmetern entsprechend einer thermischen Leistung von 41,2 GW installiert.

Wie schon in den Vorjahren war der deutsche Solarthermiemarkt der größte innerhalb der EU-27 und machte mit 709.000 Quadratmetern rund 30% des gesamten europäischen Marktes aus. Die vom Volumen her folgenden Märkte in Griechenland (+ 17%) und insbesondere Italien (+ 51%) verzeichneten aber ein stärkeres Wachstum als der deutsche (+ 11%) und rückten mit 419.000 bzw. 339.500 Quadratmetern neuer Kollektorfläche näher an Deutschland heran. Weitere bedeutende Solarthermiemärkte in Europa waren Polen mit 210.000, Frankreich mit 163.300 und Spanien mit 135.500 Quadratmetern neu installierter Kollektorfläche.

Bei der in der EU-27 insgesamt Ende des Jahres 2022 installierten Kollektorfläche belegte Deutschland mit 22,4 Mio. Quadratmetern mit weitem Abstand den Spitzenplatz. Es folgten dicht beisammen Griechenland mit 5,4 Mio., Italien mit 5,0 Mio., Österreich mit 4,6 Mio. und Spanien mit 4,5 Mio. Quadratmetern. Ein etwas anderes Bild ergibt sich, wenn man die installierte solarthermische Leistung auf die Zahl der Einwohner bezieht (s. Abb. 49). Hier ergibt sich mit 919 Watt pro Einwohner der mit Abstand höchste Wert für Zypern. Mit weitem Abstand folgen Griechenland mit 355, Österreich mit 362 und Dänemark mit 243 Watt pro Einwohner. Deutschland folgt auf Platz 5 mit 189 Watt pro Einwohner.

Weiterführende Informationen zum Thema Solarthermie in Europa finden sich auch auf der Internetseite des [EurObserv'ER](#) [34].

Abbildung 49: Gesamte installierte solarthermische Leistung in der EU im Jahr 2022



Quelle: EurObservER „Solar Thermal and concentrated Solar Power Barometer“[34]

Umwelt- und Erdwärme

Wie in Deutschland richtet sich auch EU-weit beim Thema Wärmewende der Blick verstärkt auf den Einsatz von Strom in Verbindung mit Wärmepumpen. Daten hierfür liegen aktuell bis zum Jahr 2021 vor, in dem in der EU-27 nach EurObserv'ER [35] insgesamt über 5,1 Mio. Wärmepumpen neu installiert wurden. Der Gesamtbestand an Wärmepumpen lag damit bei mehr als 44,1 Mio. Systemen. Allerdings machten Italien, Frankreich, Spanien, Portugal und Malta zusammen etwa drei Viertel des Gesamtbestandes aus. In diesen Ländern wird ein großer Teil der installierten Wärmepumpen nicht für die Heizung, sondern für die Klimatisierung von Gebäuden verwendet. Daher sind die Mitgliedstaat-

ten der EU-27 bezüglich des Einsatzes von Wärmepumpen nicht alle untereinander vergleichbar.

Betrachtet man mit Deutschland vergleichbare Länder, so fällt auf, dass in den Niederlanden im Jahr 2021 mit 368.000 mehr als doppelt so viele Systeme verkauft wurden wie in Deutschland (175.000). Zudem war der Absatz in Finnland mit knapp 129.000 sowie in Schweden mit 135.000 Systemen annähernd so groß wie in Deutschland. Setzt man den Bestand an Wärmepumpen in Bezug zur Bevölkerung der jeweiligen Länder, ergibt sich folgendes Bild: Während in Deutschland eine Wärmepumpe auf 57 Einwohner kommt, sind es in Dänemark 10, in Estland 6 und in Finnland und Schweden 5 Einwohner pro installierte Wärmepumpe.

Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

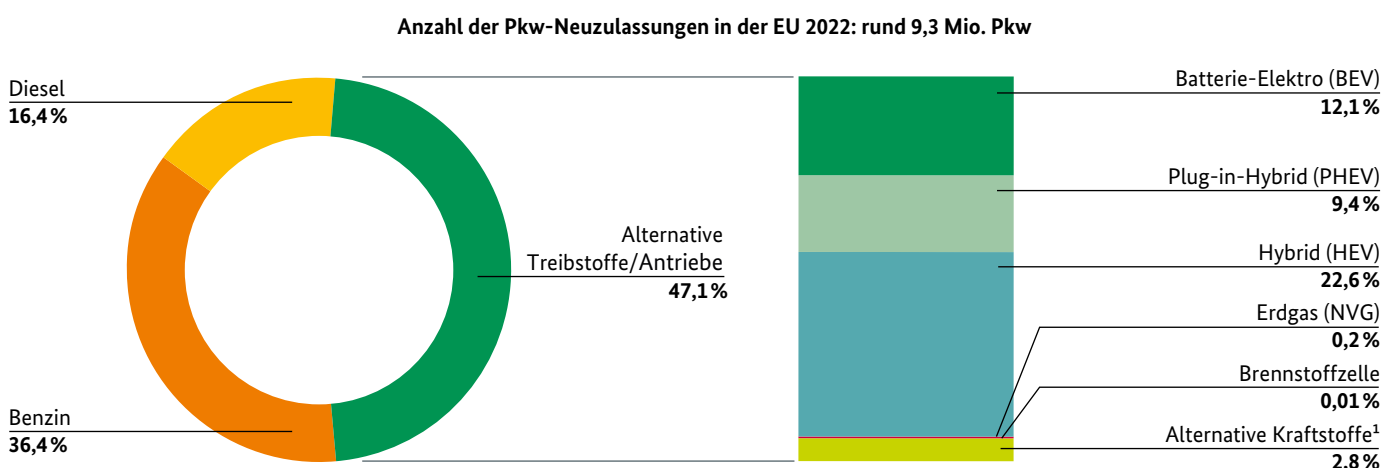
Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs lag im Jahr 2021 EU-weit bei 9,1% und damit gut einen Prozentpunkt niedriger als noch im Vorjahr (2020: 10,3%). In den einzelnen Mitgliedstaaten waren die Anteile auch im Verkehrsbereich sehr unterschiedlich hoch. So erreichten Schweden mit 30,4% und Finnland mit 20,5% die höchsten Anteile, während sie in Griechenland und Irland mit jeweils 4,3% am niedrigsten waren.

Nach einem zwischenzeitlichen Abwärtstrend bei der Nutzung von Biokraftstoffen, der insbesondere mit Diskussionen über deren Nachhaltigkeit zusammenhing, war ihr Absatz seit dem Jahr 2017 EU-weit wieder angestiegen. Im Jahr 2022 konnte das Niveau des Vorjahres (21,9 Mio. t) mit 21,8 Mio. t nahezu gehalten werden. Dabei ist der Absatz von Bioethanol gegenüber dem Vorjahr nochmals um 8% auf 5,2 Mio. t gestiegen und der Absatz von Biodiesel gleichzeitig um 1% auf 15,56 Mio. t gesunken. Zur Entwicklung der Biokraftstoffe siehe auch Tabelle 34.

Auch auf EU-Ebene kommt die entscheidende Rolle beim Umstieg auf eine nachhaltige und klimafreundliche Mobilität dem Elektroantrieb zu. Um die Zielsetzungen der Revision der RED-II zu erreichen, ist daher EU-weit insbesondere ein beschleunigter Ausbau der Nutzung von batterieelektrischen Pkw von zentraler Bedeutung. Obwohl die Gesamtzulassungen von Pkw in der EU-27 im Jahr 2022 um fast 5% gesunken sind, sind mit knapp 2 Mio. Pkw rund 15% mehr Elektrofahrzeuge (inkl. Plug-in-Hybride) neu auf die Straßen gebracht worden als im Vorjahr (1,74 Mio.). Dabei waren insbesondere rein batterieelektrische Pkw auf dem Vormarsch. Mit 1,12 Mio. Pkw konnte ihr Absatz gegenüber dem Vorjahr um 28% gesteigert werden (2021: 0,88 Mio.), während der Absatz von Plug-in-Hybriden leicht rückläufig war [36]. Die mit Abstand größte Anzahl an Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen (inkl. Plug-in-Hybride) gab es in Deutschland mit rund 816.000 Pkw. Es folgten Frankreich mit rund 347.000, Schweden mit 162.000, Italien mit 118.000 und die Niederlande mit 113.000 Pkw.

Tabelle 34 zeigt den Verbrauch von Biokraftstoffen in der EU in den Jahren 2021 und 2022 (vorläufige Werte nach Eurostat).

Abbildung 50: Pkw-Neuzulassungen nach Treibstoff- und Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2022



1 Biokraftstoffe und Wasserstoff

Quelle: ACEA [37]

Tabelle 34: Biokraftstoffverbrauch in den EU-Mitgliedstaaten (EU-27) in den Jahren 2021 und 2022¹

	2021				2022 ¹			
	Bioethanol	Biodiesel	andere Bio- kraftstoffe	Gesamt	Bioethanol	Biodiesel	andere Bio- kraftstoffe	Gesamt
	Kilotonnen (kt)				Kilotonnen (kt)			
Belgien	220	650	5	876	236	672	19	927
Bulgarien	32	172	0	204	31	180	0	211
Tschechische Republik	129	354	0	483	121	332	0	453
Dänemark	146	207	5	357	154	183	2	339
Deutschland	1.170	2.612	145	3.927	1.233	2.622	141	3.996
Estland	0	0	0	0	0	0	0	0
Irland	23	115	0	138	24	163	0	187
Griechenland	119	192	0	310	0	0	0	0
Spanien	177	1.419	4	1.599	160	1.404	3	1.568
Frankreich	1.067	2.745	4	3.816	1.284	2.769	30	4.083
Kroatien	0	64	0	65	0	15	0	15
Italien	32	1.573	896	2.500	41	1.533	600	2.174
Zypern	0	13	0	13	0	10	0	10
Lettland	18	41	0	60	16	9	0	24
Litauen	31	116	0	147	29	98	0	128
Luxemburg	0	0	0	0	0	0	0	0
Ungarn	90	131	0	221	95	149	0	244
Malta	0	11	0	11	0	13	0	13
Niederlande	400	826	24	1.250	576	1.210	17	1.803
Österreich	104	279	0	382	76	199	0	275
Polen	272	978	2	1.252	290	956	3	1.249
Portugal	22	328	0	350	36	297	0	333
Rumänien	189	425	0	614	189	425	0	614
Slowenien	0	108	0	108	0	85	0	85
Slowakische Republik	72	156	0	228	80	165	0	245
Finnland	167	587	37	791	173	486	46	705
Schweden	332	1.616	239	2.187	356	1.586	148	2.090
Region EU-27	4.811	15.718	1.362	21.890	5.201	15.561	1.011	21.772

1 vorläufige Daten

Quelle: Eurostat [NRG_CB_RW] [38]

Weiterführende Informationen zum Thema Biokraftstoffe in Europa finden sich auch auf der Internetseite des [EurObserv'ER](#) [39].

Teil III: Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien

Im Dezember 2015 hat sich die internationale Gemeinschaft auf der UN-Klimakonferenz in Paris darauf geeinigt, die globale Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad, möglichst auf 1,5 Grad zu begrenzen. Das Abkommen von Paris ist ein völkerrechtlicher Vertrag, der im November 2016 in Kraft trat und von allen Staaten der Welt anerkannt wird. Um die Folgen und Risiken der Erderwärmung, die seither immer deutlicher sichtbar werden, zu begrenzen, ist die Einhaltung der Ziele von Paris unerlässlich. Der Erfolg des weltweiten Klimaschutzes steht und fällt mit dem Ausstieg aus den fossilen Energieträgern und dem Ausbau der erneuerbaren Energien.



Bereits im Jahr 2013 hatten deshalb die 193 Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen (UN) einstimmig die Jahre 2014 bis 2024 zur „Dekade der nachhaltigen Energie für alle“ erklärt mit dem Ziel, allen Menschen Zugang zu nachhaltiger Energieversorgung zu ermöglichen. Hintergrund war, dass zu diesem Zeitpunkt immer noch 1,4 Milliarden Menschen oder rund 20 % der Weltbevölkerung keinen Zugang zu elektrischem Strom hatten und Entwicklung ohne Energie nicht möglich ist. Um gleichzeitig dem notwendigen Klimaschutz gerecht zu werden, soll die Energiegewinnung nachhaltig und umweltfreundlich erfolgen. Im Detail verfolgt die Initiative das Ziel, allen Menschen weltweit den Zugang zu Strom und modernen Energieformen zu ermöglichen und die Energieeffizienz ebenso wie den Anteil der erneuerbaren Energien an der globalen Energieversorgung zu verdoppeln.

Zwei Jahre vor dem Ablauf der Dekade sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt, obwohl Solar- und Windenergie inzwischen auch die günstigsten Energiequellen sind [40]. Rechnet man aus den Statistiken den Anteil der traditionellen Biomassenutzung heraus, worunter insbesondere das Kochen über offenem Feuer fällt, das unter verschiedenen Aspekten als nicht nachhaltig gilt, ist der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten weltweiten Endenergieverbrauch nach REN 21 [38] in der Dekade zwischen 2011 und 2021 nur um 43 % angestiegen, der Anteil am Stromverbrauch sogar nur um 39%. Von der angestrebten Verdoppelung sind wir demnach noch weit entfernt.

Auch die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien (International Renewable Energy Agency, IRENA) stellt in ihrem jüngsten, im Juni 2023 veröffentlichten World Energy Transitions Outlook [41] fest, dass wir beim Ausbau der erneuerbaren Energien eine umgehende Kurskorrektur benötigen, um das 1,5-Grad-Ziel noch verfolgen zu können. Der Bericht würdigt zwar, dass insbesondere im Bereich der Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien steigende Zuwächse zu verzeichnen sind. Er stellt jedoch zugleich fest, dass die Kluft zwischen Erreichtem und Erforderlichem dennoch immer größer wird. Für einen 1,5-Grad-Pfad, auf dem laut dem Intergovernmental Panel

on Climate Change (IPCC) eine Halbierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 nötig wäre, sei bis dahin ein Zubau der Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von jährlich 1.000 GW nötig. Im Jahr 2022 wurde zwar nach REN 21 [38] ein neuer Rekordwert erreicht, mit 345 GW betrug aber das Erreichte gerade einmal ein Drittel des Erforderlichen. Daher ist eine Verdreifachung der jährlichen Ausbauten erneuerbarer Energien dringend notwendig.

Aktuell ist weltweit zu verzeichnen, dass die Bemühungen in diese Richtung zunehmen. Neben der sich zuspitzenden Klimakrise hat auch die Energiekrise in Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine zu einer Beschleunigung des Umsterns geführt. Denn es ist deutlich geworden, dass sich langfristig viele Länder nur mit Hilfe der erneuerbaren Energien als heimische Energieträger aus risikobehafteten Abhängigkeiten von fossilen Energieimporten werden befreien können. So haben die G7 auf ihrem Treffen im April 2023 erstmals kollektive Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien vereinbart. Bis zum Jahr 2030 sollen 150 GW Offshore-Windenergieleistung und 1.000 GW Photovoltaikleistung zugebaut werden. Zudem haben sich die G7 erstmals zum Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger bekannt. Beim Treffen der G20-Energieminister im Juli 2023 konnte zwar noch keine entsprechende Einigung erzielt werden, eine große Mehrheit der G20-Länder hat sich jedoch bereits zum Ziel der Verdreifachung der erneuerbaren Energien bis 2030 bekannt.

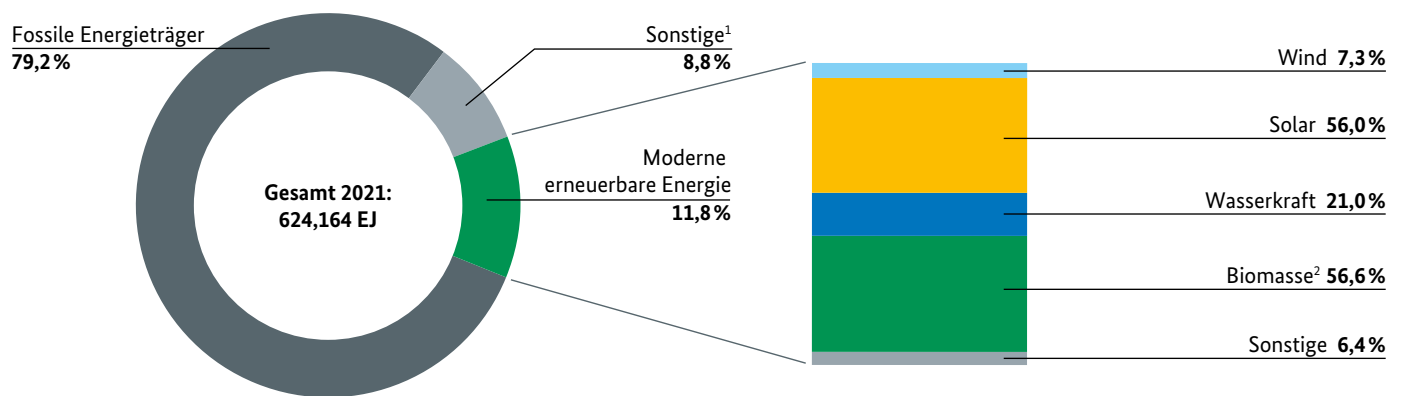
Nachfolgend wird der Stand der weltweiten Nutzung der erneuerbaren Energien insbesondere zur Stromerzeugung, aber auch in den anderen Bereichen dargestellt. Dabei ist jeweils der zum Zeitpunkt der Erstellung der Broschüre verfügbare Datenstand verwendet worden. Er bezieht sich weitgehend, aber noch nicht vollständig auf das Jahr 2022 und greift auf unterschiedliche Quellen zurück. Dies ist an den jeweiligen Stellen gekennzeichnet. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die in internationalen Berichten enthaltenen Daten für Deutschland vereinzelt von den in Teil I dieser Broschüre verwendeten Daten abweichen, aber aus Konsistenzgründen hier verwendet werden.

Gesamter Endenergieverbrauch weltweit

Nach Angaben der Internationalen Energieagentur [42] betrug der Anteil erneuerbarer Energien am globalen Endenergieverbrauch im Jahr 2021 11,8% und lag damit leicht höher als im Vorjahr (2020: 11,6%). Die traditionelle Biomassenutzung mit einem Anteil von 3,9% ist hierin nicht enthal-

ten. Auf die fossilen Energieträger Kohle, Öl und Gas entfielen 79,2% und auf Atomenergie 4,9%. Von den 11,8% erneuerbaren Energien entfielen 6,6% auf Biomasse, 2,5% auf Wasserkraft, 1,1% auf Windenergie und 0,9% auf Solarenergie, wobei die letzten beiden Sparten mit 17 bzw. 19% die höchsten Wachstumsraten gegenüber dem Vorjahr aufwiesen. Die restlichen 0,7% entfielen auf andere erneuerbare Energien, vor allem Geothermie.

Abbildung 51: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2021



1 Sonstige Energieträger beinhalten die Kernenergie sowie die nicht nachhaltig genutzte traditionelle Biomasse

2 Moderne Biomasse

1 EJ = Exajoule = 277,8 TWh

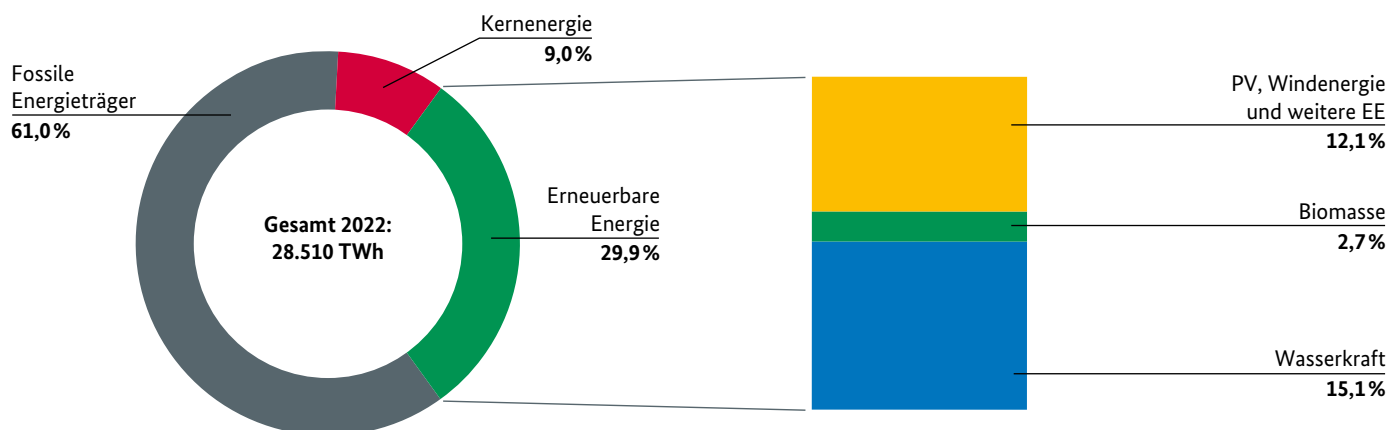
Quelle: Internationale Energieagentur (IEA) [42]

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Wie in Deutschland und der EU findet auch global das bedeutendste Wachstum der erneuerbaren Energien im Bereich der Stromerzeugung statt. Nach Angaben von REN21 [43] wurden im Jahr 2022 29,9% des weltweit erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt und damit gut eineinhalb Prozentpunkte mehr als noch im Vorjahr (2021: 28,3%). Aus fossilen Energieträgern, vor allem Kohle, und Kernenergie wurden 61 bzw. 9% des Stroms erzeugt.

Zwar ist die Wasserkraft mit gut 15% Anteil an der weltweiten Stromerzeugung nach wie vor die wichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien. Wie in Deutschland und Europa geht aber auch weltweit das Wachstum der erneuerbaren Energien im Strombereich vor allem auf Windenergie und Photovoltaik zurück. Ihr Anteil an der weltweiten Stromerzeugung lag im Jahr 2022 zusammen bereits bei 12,1%, rund zwei Prozentpunkte mehr als im Vorjahr. Inzwischen wird damit weltweit rund ein Drittel mehr Strom aus Sonne und Wind produziert als aus Kernenergie.

Abbildung 52: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2022

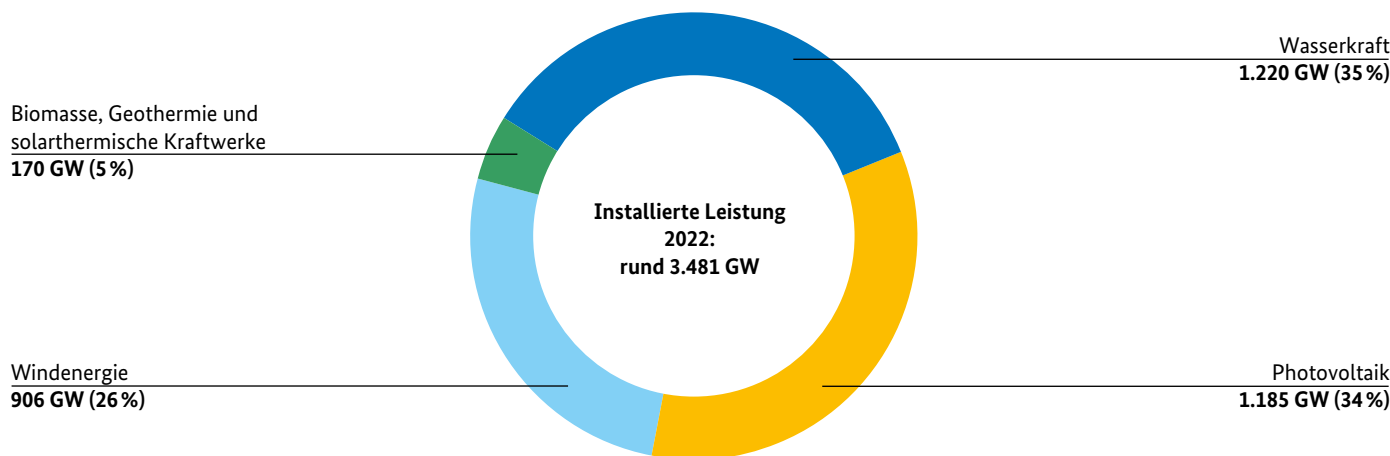


Quelle: Internationale Energieagentur (IEA) [42]

Mit 83 % fußt der ganz überwiegende Teil der heute weltweit neu zugebauten Stromerzeugungskapazitäten auf erneuerbaren Energien, vor allem Sonne und Wind. Im Jahr 2022 wurden 348 Gigawatt (GW) Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien neu installiert und damit 13 % mehr als im Vorjahr (2021: 306 GW). Den größten Teil davon machte mit 243 GW die Photovoltaik aus, die damit eine Wachstumsrate von 34 % gegenüber dem Vorjahr (2021: 182 GW) erreichte. Die Photovoltaik dominierte somit mit 70 % Anteil den Ausbau der

Erneuerbaren im Strombereich nochmals deutlich stärker als im Vorjahr (2021: 59%). Gut 22 % des Zubaus bzw. 77 GW entfielen im Jahr 2022 auf die Windenergie, 22 GW auf Wasserkraft und 5 GW auf Biomasse sowie Geothermie und Meeresenergie. Dennoch sind laut IRENA (WETO 2023) noch deutlich höhere jährliche Zubauraten insbesondere von Photovoltaik (von 551 GW/Jahr) und Windenergie (von 329 GW/Jahr) bis 2030 notwendig, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen.

Abbildung 53: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in 2022



Quelle: REN21: Renewables 2023 Global Status Report [43]

Ende des Jahres 2022 waren weltweit Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien mit einer Leistung von 3.481 GW installiert. Die Gesamtleistung wuchs damit gegenüber dem Vorjahr um rund 11 %. Mit 1.215 GW bzw. 35,3 % hatte die Photovoltaik den größten Anteil daran und überholte damit erstmals die Wasserkraft, auf die 32,9 % bzw. 1.132 GW entfielen. An dritter Stelle folgte Windenergie mit 932 GW bzw. einem Anteil von 27,1 %. Von den restlichen knapp 5 % entfielen 149 GW auf Biomasse, 15 GW auf geothermische und 6 GW auf solarthermische Stromerzeugungsanlagen.

Photovoltaik

Der weltweite Photovoltaikmarkt wuchs im Jahr 2022 rasant und übertraf mit einem Zubau von 243 GW jenen des Vorjahres um 34 % (2021: 182 GW). Der ganz überwiegende Teil dieses Wachstums geht einmal mehr auf China zurück, das allein für 106 GW bzw. 44 % der gesamten neu installierten Leistung verantwortlich war. China verdoppelte damit annähernd seinen Vorjahreszubau (2021: 55 GW). Dem folgten mit sehr weitem Abstand die USA, wo mit 18,6 GW zudem 16 % weniger Leistung neu installiert wurde als noch im Vorjahr. Indien lag mit 18,1 GW erstmals fast gleichauf. Deutschland folgte mit 7,5 GW nach Brasilien (9,9 GW) und Spanien (8,1 GW).

Ende des Jahres 2022 waren damit weltweit 1.185 GW Photovoltaikleistung installiert. Mit 414 GW befanden sich 35 % der Leistung in China, die im Jahr 2022 mit einer Erzeugung von 418 TWh Solarstrom knapp 5 % des chinesischen Stromverbrauchs deckten. Der Anteil war damit etwa genauso groß wie in den USA, die bei der Gesamtleistung mit 142 GW an zweiter Stelle lagen vor Japan mit 85 GW, Indien mit 79 GW und Deutschland mit 67 GW.

Windenergie

Im Jahr 2022 gingen weltweit rund 77 GW neue Windenergieleistung neu ans Netz und damit rund 17 % weniger als im Vorjahr. Der Rückgang war hauptsächlich auf gesunkene Installationen auf See zurückzuführen, die im Vorjahr einen sehr hohen Wert erreicht hatten. Regional betrachtet trugen vor allem China und die USA zum Rückgang bei,

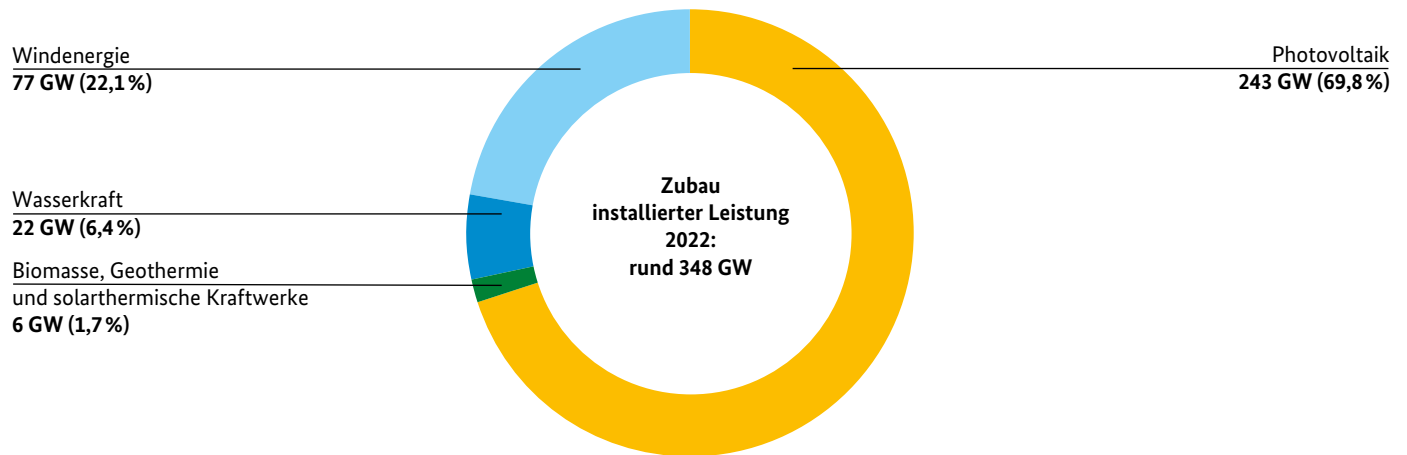
während Europa im Jahr 2022 die einzige Region war, die steigende Installationszahlen verzeichnete. Den größten Anteil am Windenergiezubau hatte nach wie vor China, auch wenn die dortigen Installationen mit 37,6 GW gegenüber dem Vorjahr um rund ein Fünftel niedriger lagen. Den zweitgrößten Anteil am Zubau trugen die USA mit 8,6 GW bei, rund 37 % weniger als im Vorjahr. Es folgten Brasilien mit 4,1 GW, Deutschland mit 2,7 GW und Finnland mit 2,4 GW Zubau.

Ende des Jahres 2022 waren damit weltweit 906 GW Windenergieleistung am Netz. Den größten Anteil daran hatte China mit 365 GW bzw. 40 %. China deckte damit im Jahr 2022 8,8 % seines Stromverbrauchs, einen Prozentpunkt mehr als im Vorjahr und fast drei Prozentpunkte mehr als noch 2020. In den USA waren Ende des Jahres 2022 gut 144 GW Windenergieleistung installiert, es folgten Deutschland mit 66 GW und Indien mit 42 GW.

Die anderen Technologien spielen beim weltweiten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung nur eine untergeordnete Rolle. Im Jahr 2022 war weltweit eine Leistung von 149 GW zur Verstromung von Biomasse installiert, mit 34 GW trug China daran den größten Anteil, gefolgt von Brasilien mit 17 GW, den USA mit 11 GW und Indien mit 10 GW. Die Wasserkraft ist zwar mit einer installierten Leistung von 1.220 GW und einer Stromerzeugung von 4.429 TWh (gut 15 % des weltweiten Stromverbrauchs) nach wie vor die wichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien. Ihr Wachstum lag jedoch im Jahr 2022 mit einem Zubau von 22,2 GW bzw. knapp 2 % deutlich unter dem von Photovoltaik und Windenergie. Das Wachstum bei der Stromerzeugung aus Geothermie war ebenso gering. Ende des Jahres 2022 war weltweit eine Leistung von 14,6 GW installiert, nur 0,2 GW mehr als im Vorjahr.

Betrachtet man die Entwicklung in den verschiedenen Regionen der Welt etwa über die letzte Dekade, so zeigt sich, dass in Europa und Nordamerika die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien deutlich zugenommen hat. Gleichzeitig ist der Stromverbrauch etwa gleichgeblieben, so dass sich auch deutliche Steigerungen des Anteils der erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch ergeben haben. In Asien hingegen wuchs zwar die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Abbildung 54: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022



Quelle: REN21: Renewables 2023 Global Status Report [43]

rasant, ihr Anteil an der gesamten Stromerzeugung jedoch deutlich weniger stark. Denn das Wachstum der erneuerbaren Energien konnte hier nur etwa die Hälfte des gestiegenen Strombedarfs decken. Generell bleiben die meisten Entwicklungs- und Schwellenländer bisher bei dem Zuwachs erneuerbarer Energien trotz großen natürlichen Potenzials sowie einem hohen Bedarf an Energiezugang und -sicherheit, der dadurch abdeckt werden könnte, deutlich zurück (IRENA WETO 2023). Daher sollten Bemühungen zum Ausbau erneuerbarer Energien speziell in diesen Regionen verstärkt werden.

Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren

Noch deutlich langsamer als im Strombereich wächst der weltweite Anteil der erneuerbaren Energien in den anderen Sektoren. Der Anteil der Erneuerbaren am Wärmeverbrauch (ohne traditionelle Biomassenutzung) lag im Jahr 2020 nach Angaben von REN 21 nur bei 11,5 % und ist damit innerhalb einer Dekade nur um gut zweieinhalb Prozentpunkte (2010: 8,9 %) angestiegen [43]. Dies ist durchaus problematisch, wenn man sich vor Augen führt, dass aktuell nur knapp 23 % des globalen Endenergieverbrauchs auf Strom entfallen, jedoch fast 49 % auf Wärme.

Von den 11,5 % erneuerbaren Energien im Wärmebereich im Jahr 2020 entfielen 7,9 % auf Biomasse (einschließlich Nah- und Fernwärme), 2,3 % auf

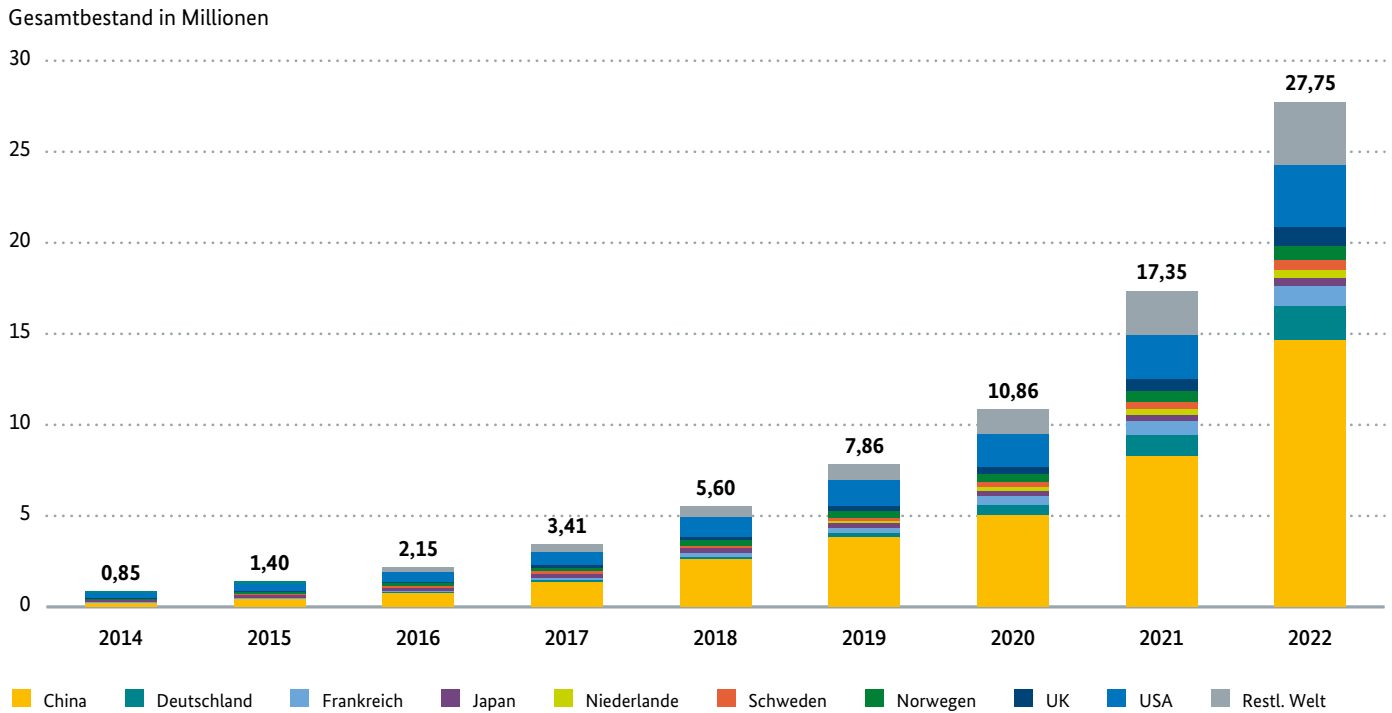
erneuerbaren Strom und 1,2 % auf Solar- und Geothermie. Letzterer Anteil konnte in den vergangenen zehn Jahren immerhin verdreifacht werden. Der weltweite Absatz von Wärmepumpen ist im Jahr 2022 erneut um 11 % angestiegen. Dennoch herrscht hier noch immer erheblicher Nachholbedarf, denn weniger als 10 % der im Jahr 2022 neu eingebauten Heizungssysteme waren Wärmepumpen, während immer noch die Hälfte fossilbasierte Systeme waren. Der weltweit größte Wärmepumpenmarkt ist China, aber auch in den USA sind allein im Jahr 2022 rund 4,3 Mio. neue Wärmepumpen eingebaut worden und damit erstmals mehr als Gasheizungen. Der weltweite Zubau von Solarthermieanlagen hingegen ist im Jahr 2022 um 9 % gesunken, was vor allem auf einen Rückgang um mehr als 12 % in China, dem weltweit größten Solarthermiemarkt mit fast drei Viertel der insgesamt installierten Solarthermieleistung, zurückzuführen ist. Insgesamt waren Ende des Jahres 2022 weltweit Solarthermieanlagen mit einer thermischen Leistung von 522 GW in Betrieb [43].

Ein noch größerer Nachholbedarf als im Wärmebereich besteht im Verkehrssektor, denn im Jahr 2021 entfielen weltweit fast 29 % des Endenergieverbrauchs auf Kraftstoffe [43]. Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz im Verkehrsbereich ist die Elektromobilität, die sich immerhin auch im Jahr 2022 als bedeutender Wachstumsmarkt zeigte. Der weltweite Bestand an Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit batterieelektrischem Antrieb (einschließlich Plug-in-Hybriden) stieg im Jahr 2022

um 60 % auf 27,75 Millionen. Mit 6,5 Millionen Neufahrzeugen bzw. einem Anteil von rund 61 % war China wie auch in den letzten Jahren der Treiber, gefolgt von den USA mit rund einer Million

Fahrzeugen und von Deutschland mit knapp 833.000 Fahrzeugen. Beim Bestand lag China Ende des Jahres mit 14,6 Millionen Fahrzeugen ebenfalls deutlich vor den USA mit 3,4 Millionen [36].

Abbildung 55: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen



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

Quelle: ZSW [36]

Die IEA erwartet, dass die ehrgeizigen politischen Programme in den großen Volkswirtschaften, wie das Fit for 55-Paket in der EU und der Inflation Reduction Act in den Vereinigten Staaten, den Marktanteil von Elektrofahrzeugen in den kommenden Jahren weiter ansteigen lassen werden. Bis 2030 soll demnach der durchschnittliche Anteil von Elektroautos am Gesamtabsatz in China, der EU und den USA auf rund 60% ansteigen [42].

Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien

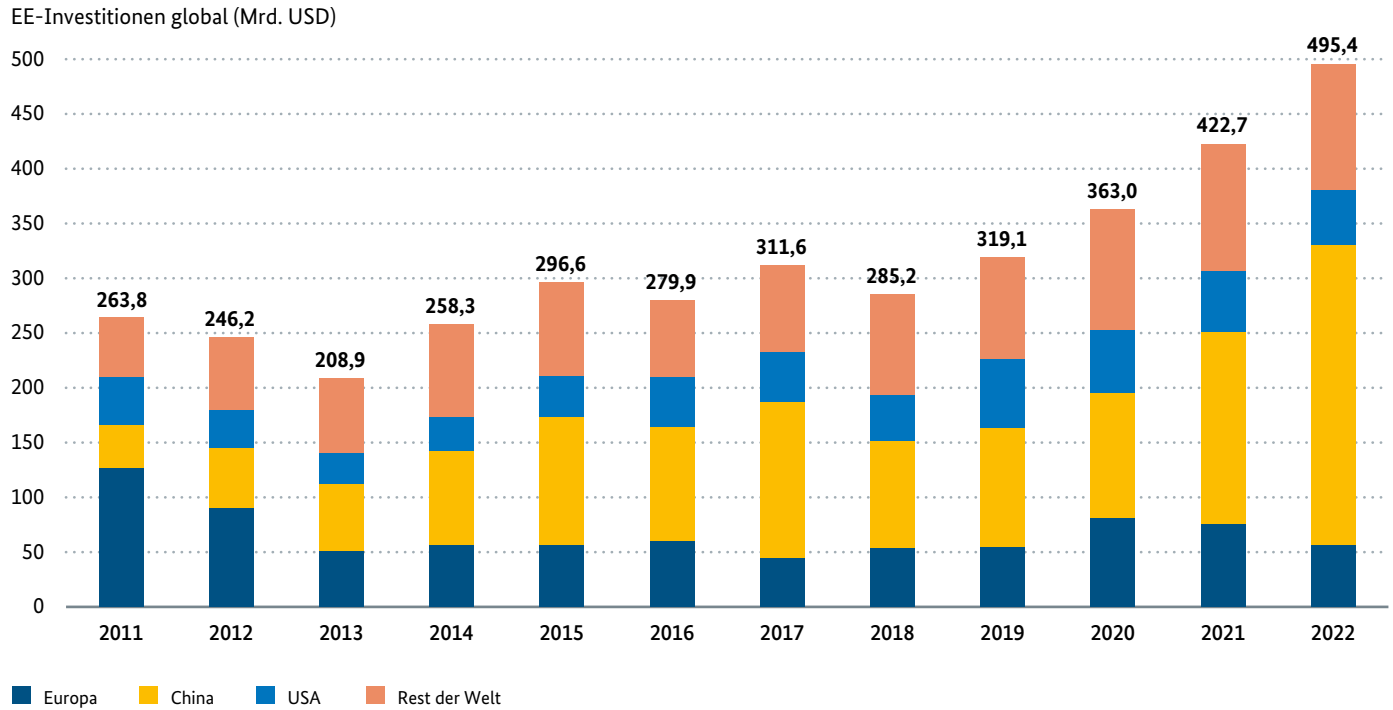
Seit Jahren sind Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien weltweit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die Höhe der jährlichen Investitionen war in der Vergangenheit Schwankungen unterlegen, weist jedoch seit nunmehr vier Jahren einen stabilen Aufwärtstrend auf. Die

weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) erreichten im Jahr 2022 mit über 495 Mrd. US-Dollar – 17% mehr als im Vorjahr – ein neues Allzeithoch. Klarer Treiber der steigenden Investitionen war im Jahr 2022 die Photovoltaik, die gegenüber dem Vorjahr um 36% auf 307,5 Mrd. Dollar zulegte. Die Investitionen in Photovoltaik machten damit 62% der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) aus. Betrachtet man die gesamten weltweiten Investitionen in Stromerzeugungskapazitäten, machten die erneuerbaren Energien im Jahr 2022 bereits 74% aus – dreimal so viel, wie in fossile und nukleare Kraftwerke zusammen investiert wurde. Dennoch bleiben die Investitionen in erneuerbare Energien hinter dem zurück, was für das Erreichen des 1,5-Grad-Ziels notwendig wäre: Laut IRENA (WETO 2023) braucht es hierfür nahezu eine Verdreifachung der jährlichen Investitionen in erneu-

erbare Energien auf 1,3 Billionen USD. Zu beachten ist, dass hier Investitionen in Infrastruktur sowie Elektrifizierung, die beide für den Umbau des Energiesystems und effektiven Klimaschutz benötigt

werden, noch nicht miteinberechnet sind – diese aber ebenfalls zu einer weltweiten Energiewende beitragen.

Abbildung 56: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen



China war im Jahr 2022 allein für mehr als 274 Mrd. US-Dollar und damit rund 55 % der gesamten Investitionen verantwortlich. Das waren 56 % mehr als im Vorjahr, was vor allem auf die Investitionen in Photovoltaik zurückzuführen war, die mit über 164 Mrd. US-Dollar fast 80 % höher als noch im Vorjahr waren. In den USA hingegen sind die

Investitionen abermals um 10 % auf 49,5 Mrd. US-Dollar zurückgegangen, in Europa sogar um 26 % auf knapp 56 Mrd. US-Dollar [43]. Weiterhin bleiben Entwicklungs- und Schwellenländer und regional insbesondere Afrika bei den Investitionen in erneuerbare Energien deutlich zurück (IRENA WETO 2023).

Tabelle 35: Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren

	Solarenergie	Wind an Land und auf See	Sonstige EE
EE-Investitionen (Milliarden USD)			
2018	138,3	125,6	21,3
2019	134,2	160,0	24,8
2020	179,0	166,7	17,4
2021	226,2	176,7	19,8
2022	307,5	174,5	13,5
% Veränderung zu 2021	36%	-1%	-32%

Quelle: REN21: Renewables 2023 Global Status Report [43]

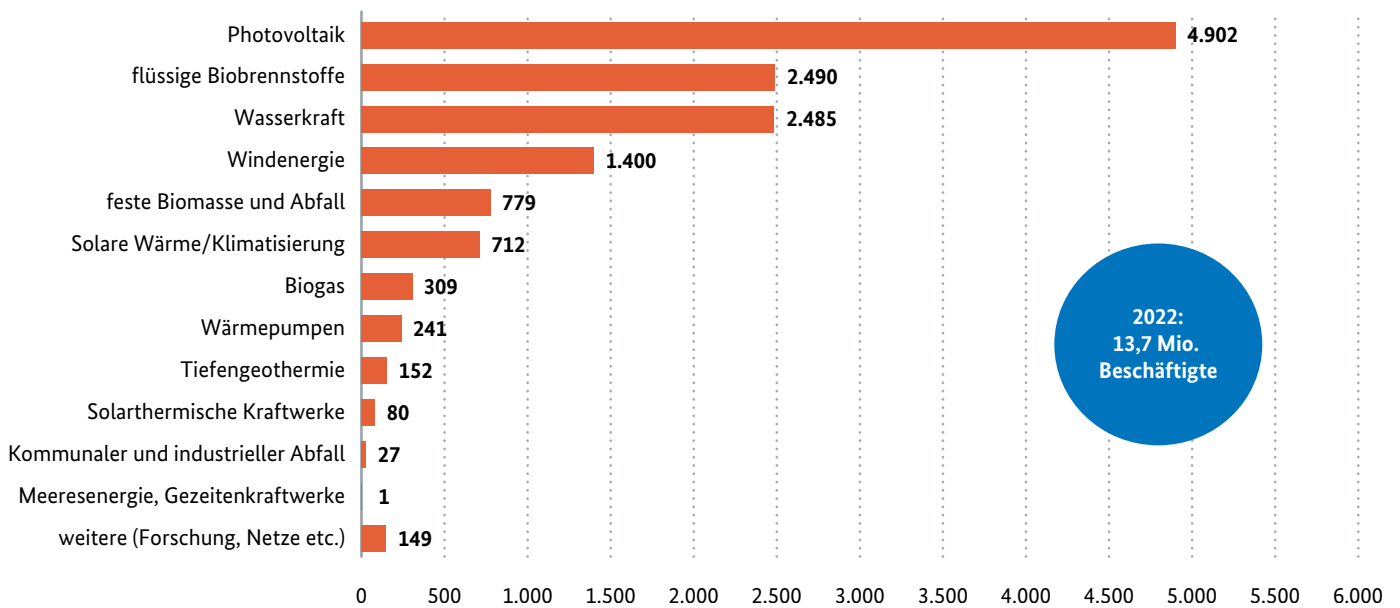
Beschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor

Die Anzahl der Beschäftigten im Erneuerbare-Energien-Sektor hat sich im Jahr 2022 nach Angaben von IRENA [45] weltweit um eine weitere Million erhöht, so dass inzwischen 13,7 Millionen Menschen in dieser Branche einen Arbeits-

platz hatten. Nahezu zwei Drittel der Arbeitsplätze befanden sich in Asien, allein 41 % in China. Mit 4,3 Millionen stellte die Photovoltaikbranche die meisten Arbeitsplätze gefolgt von der Bioenergie mit gut 3,9 Millionen, wovon die Biokraftstoffindustrie allein 2,5 Millionen ausmachte. Es folgten die Wasserkraft mit 2,5 Millionen und die Windenergie an Land und auf See mit 1,4 Millionen Arbeitsplätzen.

Abbildung 57: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2022

in 1.000 Beschäftigten



Quelle: IRENA – Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2023 [45]

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 mit Sitz in Masdar City (Vereinigte Arabische Emirate). Sie unterstützt Länder bei ihrem Übergang zu einer nachhaltigen Energiezukunft und dient als Hauptplattform für internationale Zusammenarbeit. Vor mehr als einem Jahrzehnt gründeten rund 70 Länder diese Plattform für internationale Zusammenarbeit, zur Förderung der globalen Energiewende. Sie ist seitdem auf 168 Mitglieder (einschließlich der EU) angewachsen. Es befinden sich noch weitere 16 Staaten im Beitrittsprozess.

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 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.

Um die Mitgliedstaaten stärker in ihre Arbeit einzubinden, gestaltete die IRENA thematische Kollaborationsplattformen (Collaborative Frameworks). Die derzeit acht Collaborative Frameworks sind:

- Enhancing Dialogue on High Shares of Renewables in Energy Systems
- Geopolitics of Energy Transformation
- Green Hydrogen
- Hydropower
- Just and Inclusive Energy Transition
- Ocean Energy/Offshore Renewables
- Critical Materials for the Energy Transition
- Project Facilitation to support on-the-ground Energy Transition

Die Mitgliedstaaten wechseln sich in ihrer Rolle als Co-Facilitators der Collaborative Frameworks ab. Deutschland hat aktuell gemeinsam mit den Vereinigten Arabischen Emiraten den Vorsitz des Collaborative Framework on Green Hydrogen inne.

Arbeitsprogramm und Budget

IRENA ermutigt Regierungen, förderliche Strategien für Investitionen in erneuerbare Energien zu verabschieden. Sie stellt dazu praktische Instrumente und politische Ratschläge bereit.

Das Arbeitsprogramm für die Jahre 2022/2023 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 zur Unterstützung der Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort
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 vier thematische Felder („thematic programme areas“):

1. Centre of Excellence for Energy Transformation
2. Global Voice of Renewables
3. Network Hub for Energy Transformation
4. Source of Advice and Support

Im Einklang mit diesen Zielen bietet die IRENA eine breite Palette von Produkten und Dienstleistungen an, darunter:

- ihren Flagshipbericht World Energy Transitions Outlook (WETO)
- Statistiken zur installierten Leistung erneuerbarer Energien
- Kostenstudien für erneuerbare Energien
- Erhebungen der Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien
- Renewables Readiness Assessments, die in Partnerschaft mit Regierungen und regionalen Organisationen durchgeführt werden, um die Entwicklung erneuerbarer Energien voranzutreiben
- der Global Atlas, der das Ressourcenpotenzial nach Quelle und Standort aufzeichnet
- Studien zum Nutzen erneuerbarer Energien
- REmap, ein Fahrplan zur Verdopplung der Nutzung erneuerbarer Energien weltweit bis 2030

- Publikationen zu Erneuerbaren-Energien-Technologien
- Förderung der regionalen Erneuerbare-Energien-Planung
- Projektentwicklungstools für erneuerbare Energien

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, zweimal jährlich tagende Rat prüft Berichte und Dokumente, insbesondere das IRENA-Arbeitsprogramm und Budget, und legt diese der Vollversammlung zur Entscheidung vor.

Das Sekretariat setzt das IRENA-Arbeitsprogramm um und unterstützt die Versammlung, den Rat und weitere Unterorgane bei der Ausübung ihrer Funktionen. Das Sekretariat wird von dem IRENA-Generaldirektor, dem Italiener Francesco La Camera, geleitet. Es ist in drei Hauptabteilungen untergliedert, von denen zwei in Abu Dhabi und eine in Bonn angesiedelt sind. Der Hauptsitz ist in Abu Dhabi (Vereinigte Arabische Emirate). Das IRENA Innovations- und Technologiezentrum (IITC), eine der drei Fachabteilungen der IRENA, ist in Bonn angesiedelt. Die IRENA hat derzeit rund 170 Mitarbeitende.

Die Internationale Energieagentur – IEA

Die Internationale Energieagentur (International Energy Agency, IEA) mit Sitz in Paris 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, elf Assoziierungsländer und vier Beitrittsländer. Der Beitritt von Chile, Kolumbien, Israel und Lettland 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 (sogenannte „Association countries“). Seit Ende des Jahres 2015 hat die IEA hierzu eine Assoziierung mit Argentinien, Ägypten, Brasilien, China, Indien, Indonesien, Marokko, Singapur, Südafrika und Thailand vereinbart. Den Status als Assoziierungsland hat zuletzt im Juli 2022 die Ukraine erhalten.

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 vorzuhalten. Die Arbeitsschwerpunkte haben sich in den letzten Jahrzehnten weiterentwickelt und erweitert, hin zu einer nachhaltigen Energiepolitik, der Erarbeitung von Marktformen, der Entwicklung innovativer Energietechnologien und der zunehmenden, aktiven Einbindung von Schwellenländern in energiepolitische Fragestellungen. Die wichtigsten gemeinsamen Ziele sind:

- sichere und verlässliche Energieversorgung der Mitgliedsländer, unter anderem durch Aufbau und Unterhaltung gemeinsamer IEA-Maßnahmen zur Notfallversorgung bei Ausfall von Erdölimporten (Öl-Bevorratung und -Verteilung)
- Beobachtung und Stabilisierung der globalen Energiemärkte und Preisentwicklungen
- Unterstützung beim Erreichen von Netto-Null-Treibhausgasemissionen bis Mitte des Jahrhunderts weltweit und der Umstellung auf umweltfreundliche und nachhaltige Energieträger
- internationale Zusammenarbeit zur Entwicklung neuer Energietechnologien und eines nachhaltigen globalen Energiesystems

Die IEA hat sich 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 Progno-

sehorizont bis zum Jahr 2050 sind besonders einflussreiche Publikationen der IEA, die weltweit bei der Formulierung nationaler Energiepolitiken hohe Beachtung finden.

Die IEA veröffentlicht regelmäßig noch eine weitere Vielzahl von Berichten, Studien und Publikationen zu verschiedenen Themen im Energiesektor, wie unter anderem:

- [Global Energy Review](#): Dieser halbjährliche Bericht bietet eine vorläufige Analyse des globalen Energieverbrauchs, der CO₂-Emissionen und der Entwicklung der erneuerbaren Energien. Er enthält aktuelle Daten und Trends und liefert Einblicke in die Energieentwicklung auf globaler Ebene.
- [Renewables](#): Die jährlich erscheinende Publikation bietet umfassende Informationen und Statistiken zur Entwicklung und Nutzung erneuerbarer Energien weltweit. Sie enthält Daten zu Erneuerbare-Energien-Technologien, Kapazitäten, Produktion und Investitionen.
- [Energy Technology Perspectives \(ETP\)](#): Dieser Bericht analysiert Technologien und Politikoptionen für eine nachhaltige Energiezukunft. Er untersucht verschiedene Energietechnologien, Energieeffizienzmaßnahmen und Politikinstrumente, um den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Energiewirtschaft zu unterstützen.
- [Energy Efficiency Market Report \(EEMR\)](#): Dieser Report analysiert den globalen Energiemarkt und den Fortschritt bei Energieeffizienzmaßnahmen. Er liefert Einblicke in den Energieverbrauch, die Energieeffizienzpotenziale und die politischen Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz.
- [Technology Roadmaps](#): Die IEA veröffentlicht eine Reihe von Technologie-Roadmaps für verschiedene Energietechnologien, darunter erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Wasserstoff, Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS) und viele andere. Diese Roadmaps bieten einen umfassenden Überblick über den Entwicklungsstand, die Potenziale und die Herausforderungen verschiedener Technologien.

Dies ist nur eine Auswahl der Publikationen der IEA. Die Organisation veröffentlicht kontinuierlich weitere Berichte zu spezifischen Themen, Regionen und Energiesektoren, zu Regierungen, Industrie und anderen Interessengruppen auf ihrer Internetseite unter den Punkten „Analysis“ und „Data“.

Hauptorgane und Struktur

Sämtliche Entscheidungen werden in der IEA von den Mitgliedstaaten getroffen. Die höchste Entscheidungsebene ist der Verwaltungsrat (Governing Board), in dem die strategische Ausrichtung der IEA-Aktivitäten festgelegt wird. Das IEA Sekretariat in Paris stellt mit seinen ca. 330 Mitarbeitenden die organisatorische Struktur zur Abwicklung der zahlreichen Aufgaben der IEA zur Verfügung. Das BMWK ist im IEA-Mitgliedstaatengremium zu erneuerbaren Energien (Renewable Energy Working Party – REWP) vertreten. Geleitet wird die IEA von einem Executive Director, dem Türken Dr. Fatih Birol.

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.

Ein weiteres IEA-Gremium ist das Committee on Energy Research and Technology (CERT). Dieses ist zuständig für die Koordinierung und Zusammenarbeit in der weltweiten Energieforschung. Das CERT begleitet unter anderem die Beteiligung deutscher Forschungspartner an den zahlreichen internationalen Forschungsprogrammen (Technology Collaboration Programmes, TCP) des Energietechnologienetzwerks der IEA. Deutschland engagiert sich derzeit in 24 von insgesamt 39 laufenden TCPs. Weitere Informationen zu den Forschungsprogrammen sind auf der BMWK-Internetseite veröffentlicht.

Energiekooperation in der G7 und G20

Im Jahr 1975 haben sich in der „Gruppe der Sieben“ (G7) mit den USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien und Kanada erstmals wirtschaftlich und politisch führende Nationen der Welt in einem informellen Forum der Staats- und Regierungschefs zusammengeschlossen, um sich ihrer Verantwortung für globale Schlüsselfragen zu stellen und aktiv dazu beizutragen, konstruktive Antworten zu entwickeln. Zu jedem Gipfel wird eine Gipfelerklärung (Kommuniqué) mit den wichtigsten Ergebnissen verabschiedet. Neben den Treffen der Staats- und Regierungschefs finden unter jeder Präsidentschaft auch Fachministertreffen statt, wozu auch Treffen der Klimaschutz- und Energieminister gehören. Der G7-Vorsitz wechselt jährlich zwischen den Mitgliedern. Japan hat 2023 die Präsidentschaft von Deutschland übernommen. Als Mitglied der G7 strebt Deutschland an, gemeinsam mit anderen Mitgliedern Lösungen für globale Herausforderungen zu finden und zur Gestaltung einer nachhaltigen und gerechten Welt beizutragen. Die Hauptziele Deutschlands in der G7 umfassen

- Förderung des Klimaschutzes (Reduzierung der Treibhausgasemissionen, Ausbau erneuerbarer Energien, Strategien zur Anpassung an den Klimawandel),
- Stärkung der nachhaltigen Entwicklung (Förderung der nachhaltigen Produktions- und Konsumweisen, Bekämpfung von Armut und sozialer Ungleichheit, Verbesserung der Ressourceneffizienz),
- Förderung des freien und fairen Handels (Abbau von Handelshemmnissen, faire Wettbewerbsbedingungen, Stärkung von internationalen Handelsregeln),
- enge Zusammenarbeit bei globalen Herausforderungen (Gesundheitssicherheit, Unterstützung von Entwicklungsländern, Lösung von internationalen Konflikten),
- Förderung von Bildung und Innovation (Sicherstellung von qualitativ hochwertiger Bildung, Digitalisierung vorantreiben, Zusammenarbeit in der Forschung und Entwicklung).

Zur „Gruppe der Zwanzig“ (G20) gehören die 19 wichtigsten Industrie- und Schwellenländer und die Europäische Union. Sie besteht seit 1999 und ist das bedeutendste Forum für internationale Ordnungspolitik und Regulierung. Die G20-Staaten repräsentieren gegenwärtig knapp über 80% des weltweiten Bruttoinlandsprodukts (BIP) und des globalen CO₂-Ausstoßes, drei Viertel des Welthandels und rund zwei Drittel der Weltbevölkerung.

Die G20 sind das zentrale Forum zur internationalen Zusammenarbeit in Finanz- und Wirtschaftsfragen. Energiepolitische Themen haben hier zunehmend an Bedeutung gewonnen. Neben den Treffen der Staats- und Regierungschefs finden unter jeder Präsidentschaft wie bei G7 Fachministertreffen statt. Hierzu gehören z. B. Treffen der Klimaschutz-, Umwelt- und Energieminister. Der G20-Vorsitz wechselt jährlich zwischen den Mitgliedern. Indien hat 2023 die Präsidentschaft inne und diese von Indonesien (2022) übernommen.

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 und verpflichteten sich zugleich zu nationalen oder regionalen Zielen und Maßnahmen. Um das Momentum weiterzuführen, wurde nachfolgend das Netzwerk REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – gegründet, das mittlerweile den politischen Debatten über erneuerbare Energie mit dem jährlich erscheinenden Global Status Report entscheidende Impulse gibt [43].

REN21 hat sich zwischenzeitlich zu einem bedeutenden globalen Multistakeholder-Netzwerk entwickelt. Es nimmt eine zentrale Rolle bei der konzeptionellen und organisatorischen Unterstützung der Gastgeberländer der IRECs (International Renewable Energy Conferences) ein. Im Netzwerk sind Regierungsvertretungen, internationale Organisa-

tionen, Zivilgesellschaft, Wissenschaft und der Privatsektor aus dem Energie-, Umwelt- und Entwicklungsbereich repräsentiert. Die Bundesregierung ist im „Bureau“, dem Exekutivorgan des Netzwerks, 2022-24 durch das BMWK sowie das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) vertreten.

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 Erneuerbare-Energien-Anlagen, der Ausbauziele und Politikinstrumente sowie die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien dar [43].

Ergänzend zu dem Global Status Report veröffentlicht REN21 weitere Berichte mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen und regionale Statusberichte, die die Entwicklung der erneuerbaren Energien in einzelnen Regionen der Welt vertieft untersuchen.

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), fortgeführt. Von den einzelnen Konferenzen sind jeweils starke politische Impulse für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien weltweit ausgegangen. Zugleich hatten die IREC-Konferenzen oftmals eine große Wirkung in das jeweilige Gastgeberland hinein. Nach dem Jahr 2004 gab es z. B. Folgekonferenzen in China, USA, Indien, Vereinigte Arabische Emirate, Mexiko, Südkorea und zuletzt in Spanien.

Die nächste Internationale Konferenz für erneuerbare Energien, die AUSIREC 2024, findet vom 7. – 11. April 2024 in Adelaide (Australien) statt. Die AUSIREC wird die erste IREC-Konferenz in Ozeanien sein. Daher wird ein besonderer Schwerpunkt auf der regionalen Beteiligung liegen, insbesondere von den pazifischen Inselstaaten.

Berlin Energy Transition Dialogue – BETD

Seit dem Jahr 2015 veranstalten BMWK, das Auswärtige Amt (AA), der Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE), der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW Solar), die Deutsche Energie-Agentur (dena) sowie eclareon 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.

Im Jahr 2023 diskutierten unter dem Motto „Energiewende – Securing a Green Future“ Ministerinnen und Minister sowie hochrangige Delegationen aus über 60 Ländern mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft über Strategien für den intelligenten Umbau der weltweiten Energiesysteme hin zur Klimaneutralität. Daneben wurden auch mehrere bilaterale Vereinbarungen zur Vertiefung bestehender sowie Gründung neuer Klima- und Energiepartnerschaften zwischen Deutschland und verschiedenen Partnerländern wie Chile und Uruguay verabschiedet.

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

Deutschland, vertreten durch das BMWK, leitet z. B. gemeinsam mit Dänemark die multilaterale Initiative zu langfristigen Szenarien für die Energie-

wende sowie die Investment and Finance Initiative. In jährlichen Konferenzen auf Ministerebene werden neue Schwerpunkte für die Arbeit der Initiativen beschlossen.

Im Juli 2023 fand das 14. CEM-Ministertreffen in Goa, Indien, mit den Hauptschwerpunkten saubere Energie, sauberer Verkehr, saubere Industrie, saubere Gebäude, saubere Lösungen und Stärkung der Gesellschaft statt.

Mission Innovation – MI

[Mission Innovation](#) ist eine globale Initiative von 24 Ländern sowie der Europäischen Union, die daran arbeitet, saubere Energietechnologien leicht und kostengünstig für alle verfügbar zu machen.

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 zwischenstaatliche Initiative setzt dafür insbesondere auf höhere öffentliche und privatwirtschaftliche Investitionen. Die Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet, bis 2030 über 220 Demonstrationsprojekte zur Beschleunigung der Energiewende umzusetzen. Die MI Ministertreffen finden typischerweise im Anschluss an die CEM-Versammlungen am gleichen Ort statt, zuletzt im Juli 2023 in Goa, Indien.

Im Jahr 2021 ist [Mission Innovation](#) in eine zweite Phase (MI 2.0) gestartet, die in sieben Missionen organisiert ist. Deutschland fokussiert sich im Rahmen der MI 2.0 auf das globale Thema Wasserstoff und engagiert sich daher an der „[Clean Hydrogen Mission](#)“. Deutschland ist außerdem an der Green Powered Future Mission, der Zero-Emission Shipping Mission und der Net-Zero Industries Mission beteiligt. Weitere Missionen sind die Carbon Dioxide Removal Mission, die Urban Transitions Mission und die Integrated Biorefineries Mission. Deutschland arbeitet darüber hinaus in der Innovation Platform Materials for Energy mit.

Die International Solar Alliance – ISA

Ausgehend von einer Initiative Indiens in enger Kooperation mit Frankreich bei der Pariser Klimakonferenz 2015 (COP21) wurde im Jahr 2017 die

International Solar Alliance (ISA) mit Sitz in Neu-Delhi gegründet. Die Mitgliedstaaten haben laut Vereinbarung die ISA eingerichtet, um Investitionen in Solarenergie zu mobilisieren und den Ausbau von Solarenergieerzeugungskapazitäten in den Mitgliedsländern zu beschleunigen. Durch Solarenergie soll der Energiebedarf gedeckt sowie gleichzeitig Wohlstand, Energiesicherheit und nachhaltige Entwicklung gefördert werden. Die ISA soll als Ansprechpartnerin für Solarenergie fungieren, die Netzwerke und Beratung zur Unterstützung des Ausbaus von Solarenergie („on the ground“) anbietet.

Im Herbst 2021 konnte nach Wegfall der geografischen Beschränkung auf „Staaten und Territorien zwischen den beiden Wendekreisen“ z. B. Deutschland der ISA beitreten, so dass die Organisation mittlerweile über 100 Mitglieder hat. Geleitet wird die ISA von ihrem auf vier Jahren gewählten Generaldirektor, dem Inder Dr. Ajay Mathur.

Methodische Hinweise

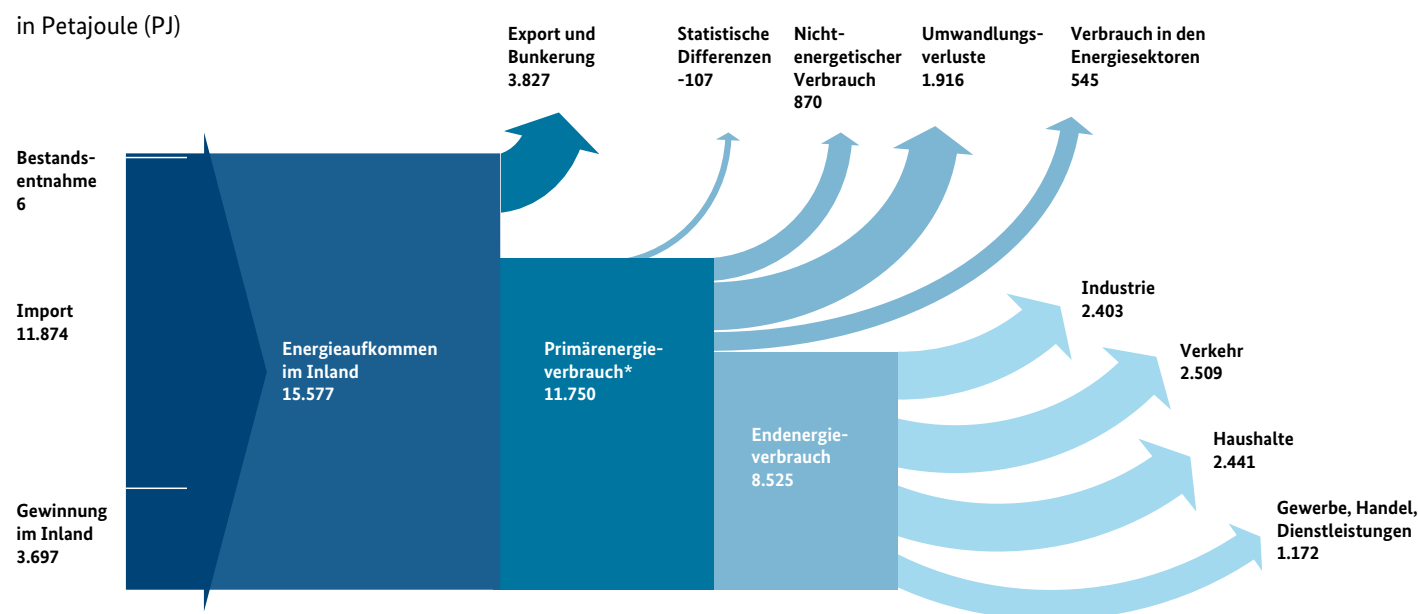
Die hier veröffentlichten Angaben geben teilweise vorläufige Ergebnisse wieder. Bis zur Veröffentlichung endgültiger Angaben können sich im Ver-

gleich zu früheren Publikationen Änderungen ergeben. Differenzen zwischen den Werten in den Tabellen und den entsprechenden Spalten- bzw. Zeilensummen ergeben sich durch Rundungen. Die übliche Terminologie der Energiestatistik umfasst u. a. den Begriff (Primär-)Energieverbrauch, der physikalisch jedoch nicht korrekt ist, weil Energie weder gewonnen noch verbraucht, sondern lediglich in verschiedene Energieformen umgewandelt werden kann (z. B. Wärme, Elektrizität, mechanische Energie). Dieser Vorgang ist allerdings nicht vollständig umkehrbar, sodass die technische Arbeitsfähigkeit der Energie teilweise verloren geht.

Weitere Hinweise zu den Begrifflichkeiten der Energiestatistik finden Sie auf der BMWK-Internetseite „Glossar Energiewende“.

Die in dieser Publikation 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.

Abbildung 58: Energieflussbild 2022 für die Bundesrepublik Deutschland



* Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 17,6%. Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

Methodische Änderungen

Die AGEE-Stat arbeitet kontinuierlich an methodischen Verbesserungen der Erneuerbare-Energien-Statistik. In Fachgesprächen und durch Experten-austausch 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:

Neue Datenquelle zur Netzeinspeisung im Rahmen der Bilanzierung der Brutto- und Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien ab 2021

Die Zeitreihen zur Brutto- und Nettostromerzeugung aus erneuerbaren Energien basierten bisher unter anderem auf den im Rahmen der Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erhobenen Bewegungsdaten, ergänzt um selbstverbrauchte Eigenerzeugung (wirtschaftlicher Selbstverbrauch) und technische Eigenverbräuche. Da ab 2021 eine kontinuierlich steigende Anzahl von Anlagen ihre Förderhöchstdauer erreicht hat und zudem immer mehr Kraftwerke ihren Strom teilweise außerhalb des EEG vermarkten, wurde eine Neuausrichtung der Datenbasis für die Netzeinspeisung notwendig. Ab dem Jahr 2021 nutzt die AGEE-Stat deshalb als Datenquelle für die ins öffentliche Netz eingespeisten Strommengen die amtlichen Daten der „Erhebung über die Stromein- und -ausspeisung bei Netzbetreibern“ (066N) des Statistischen Bundesamtes, ggf. ergänzt um selbstverbrauchte Eigenerzeugung (wirtschaftlicher Selbstverbrauch) und technische Eigenverbräuche. Diese Statistik erfasst die eingespeisten Strommengen aller ans öffentliche Stromnetz angeschlossenen Erzeugungsanlagen unabhängig von der Anlagengröße oder Förder- bzw. Vermarktungsform.

Des Weiteren wurde die Bilanzierung von Strom auf Basis von Biogas, Biomethan sowie fester

und flüssiger Biomasse weiter verfeinert und auf einen aktuellen Datenstand gebracht. So werden Trafo- und Leitungsverluste und der wirtschaftliche Selbstverbrauch berücksichtigt. Bei Biogasanlagen zusätzlich auch der betriebliche Eigenverbrauch (für Pumpen, Rührwerke etc.), sofern dieser aus eigener Stromerzeugung gedeckt wird. Bei der Bilanzierung der Stromerzeugung aus fester Biomasse werden in größerem Umfang als bisher amtliche Erhebungen herangezogen, ergänzt um Schätzungen zum technischen Eigenverbrauch und zum wirtschaftlichen Selbstverbrauch von Anlagen < 1 MW elektrischer Leistung.

Aktualisierung der Methodik zur Erfassung der Wärmebereitstellung aus Wärmepumpen

Auf Basis wissenschaftlicher Empfehlungen und nach Konsultation von Branchenexperten auf einem AGEE-Stat-Fachgespräch wurde die Methodik zur Erfassung der oberflächennahen Geothermie und Umweltwärme aktualisiert. Unter anderem wurden unterschiedliche Lebensdauerkurven für Luft-Wasser- und Sole-Wasser-/Wasser-Wasser-Wärmepumpen in das Modell implementiert. Zudem wurden Zeitreihen zu Absätzen elektrischer Heizungswärmepumpen in der Vergangenheit leicht aktualisiert und um solche Wärmepumpen bereinigt, deren Wärmequellen nicht eindeutig als erneuerbar identifiziert werden konnten. Weitere Modellparameter zur durchschnittlichen Leistung und Effizienz wurden von Branchenexperten als plausibel bewertet und beibehalten.

Berechnungen nach Erneuerbare-Energien-Richtlinien (RED I und II)

Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2009/28/EG) ist seit 2009 das Fundament für die europäische Erneuerbare-Energien-Politik. Sie dient als Grundlage für die Bewertung und Förderung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union. Die ursprüngliche Richtlinie wurde mit Wirkung Dezember 2018 durch die Richtlinie 2018/2001/EG (RED II) umfassend novelliert, welche im Jahr 2021 in Kraft getreten ist.

Für die Berechnung der Zielerreichung enthält die EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen detaillierte Vorgaben in Artikel 7. Neben dem Gesamtanteil der

erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch werden auch in den Teilbereichen Strom, Wärme und Verkehr sektorale Anteile bestimmt.

Der Bruttoendenergieverbrauch ist die Grundlage für die verbindlichen nationalen Zielwerte innerhalb der RED und wird in der Richtlinie 2018/2001/EG in Artikel 2 Nr. 4 wie folgt definiert:

„Energieprodukte, die der Industrie, dem Verkehrssektor, Haushalten, dem Dienstleistungssektor zu energetischen Zwecken geliefert werden, einschließlich des Sektors der öffentlichen Dienstleistungen sowie der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, des Elektrizitäts- und Wärmeverbrauchs der Energiewirtschaft bei der Produktion von Elektrizität, Wärme und Kraftstoffen für den Verkehr, sowie der bei der Verteilung und Übertragung auftretenden Elektrizitäts- und Wärmeverluste.“

Ein Vergleich der nach den Vorgaben der EU-Richtlinie berichteten Daten mit Statistiken aus anderen Quellen, wie z. B. den Daten zum EEG oder der nationalen Energiestatistik, ist nur eingeschränkt möglich, weil in der Berichterstattung zur EU-Richtlinie teilweise spezifische methodische Vorgaben angewandt werden. Unter anderem werden bei der Berechnung der Beiträge von Wind- und Wasserkraft witterungsbedingte Schwankungen des Stromertrags bereinigt. Durch diese „Normalisierung“ auf ein durchschnittliches Jahr entspricht der Wert für Wind- und Wasserkraft nicht mehr dem tatsächlichen Ertrag des entsprechenden Jahres, spiegelt dafür aber den angestrebten Ausbau erneuerbarer Stromerzeugungskapazitäten besser wider.

Des Weiteren müssen Bioenergieträger und Biokraftstoffe bestimmte Nachhaltigkeitskriterien erfüllen, damit sie auf die Ziele nach EU-Richtlinie angerechnet werden können.

Im Verkehrssektor wird darüber hinaus der Beitrag von Strom aus erneuerbaren Quellen durch Mehrfachanrechnung beim Einsatz im Straßen- und Schienenverkehr besonders gefördert. Außerdem werden Biokraftstoffe, die aus Roh- und Reststoffen nach Anhang IX der Richtlinie hergestellt wurden, doppelt auf den Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor angerechnet.

Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch ohne Anwendung der Berechnungsmethode nach RED

Bereits im Energiekonzept der Bundesregierung von 2010 findet sich als Zielgröße ebenfalls der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch. Analog zur EU-RL wurde auch hier ein Anteil von 18% im Jahr 2020 angestrebt. Um die Entwicklung der erneuerbaren Energien abzubilden, wurde hier allerdings 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. Mit Hilfe 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. [46], die Evaluierungen des Marktanreizprogramms (z. B. [47]) sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [48].

Zur Ermittlung der Kosten durch die Brennstoffbereitstellung für die Strom- und Wärmeerzeugung werden die Kosten fester und flüssiger Brennstoffe sowie der eingesetzten Substrate zur Herstellung von Biogas berücksichtigt. Zu den relevanten festen Biomassebrennstoffen gehören vor allem Altholz, Wald- und Industrierestholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel, Holzbriketts sowie der kommerziell gehandelte Teil des Brennholzes. Hauptbestandteil der Substrate zur Biogaserzeugung sind Maissilage, Grassilage sowie Getreide-Ganzpflanzensilage und Mindergetreide. Insgesamt wurden die wirtschaftlichen Impulse durch Bereitstellung biogener Brennstoffe mit 6,3 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
NMVOG	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
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare-Energien-Statistik
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAW	Bundesförderung Aufbauprogramm
BEEV	Bruttoendenergieverbrauch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BETD	Berlin Energy Transition Dialogue
BEV	reines batterieelektrisches Fahrzeug
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BNetzA	Bundesnetzagentur
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BReg	Bundesregierung
BRICS	Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika
BSW	Bundesverband Solarwirtschaft
BTX (Bio-to-X, Bio2X)	bezeichnet alle Technologien zur Umwandlung von Biomasse in Strom, Wärme
BWP	Bundesverband Wärmepumpe e.V.
CEM	Clean Energy Ministerial
CERT	Committee on Energy Research and Technology
CNG	Komprimiertes Erdgas (Compressed Natural Gas)
COP-XX	UN Biodiversitätskonferenz (z. B. 15. Vertragsstaatenkonferenz (COP15) des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD))
CO ₂ -Äq.	CO ₂ -Äquivalent
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
DEPV	Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.
dena	Deutsche Energieagentur
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DV	Direktvermarktung
E-Fuels	synthetische Kraftstoffe
EBW	Energieberatung für Wohngebäude
EE	Erneuerbare Energien

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEMR	Energy Efficiency Market Report
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EKF	Energie- und Klimafonds
EM	Einzelmaßnahmen
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnFG	Energiefinanzierungsgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
Fh-ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
FuE	Forschung und Entwicklung
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeotIS	Geothermisches Informationssystem
GSR	Global Status Report
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung
GZB	Internationales Geothermiezentrum
HEV	Hybridelektro kraftfahrzeug
HIC	Hamburg-Institut
HH	Haushalte
HKW	Heizkraftwerk
HW	Heizwerk
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil
IE Leipzig	Leipziger Institut für Energie
IEA	Internationale Energieagentur
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISA	International Solar Alliance
ISLa	Interministerielle Steuerungsgruppe
IPCEIs	Important Projects of Common European Interest
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRECs	International Renewable Energy Conferences
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KfN	Klimafreundlicher Neubau
KW	Kraftwerk/e
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
LIAG	Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik
LNG	Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas)
LPG	Autogas (Liquefied Petroleum Gas)
LSV	Ladesäulenverordnung
MaStR	Marktstammdatenregister
MaStRV	Marktstammdatenregisterverordnung
MAP	Marktanreizprogramm
MS	Mitgliedstaat
NECP	Nationaler Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan)
NWG	Nichtwohngebäude

OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PV	Photovoltaik
PEV	Primärenergieverbrauch
PHEV	Plug-in-Hybridfahrzeuge
PKW	Personenkraftwagen
ptj	Projektträger Jülich
PTX (Power-to-X)	bezeichnet verschiedene Technologien zur Speicherung von EE
RED	Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive)
REN 21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
REWP	Renewable Energy Working Party
RFNBO	Produktgruppe erneuerbarer Brenn- bzw. Kraftstoffe im Sinne der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Artikel 2 Nummer 36)
RL	Richtlinie
SMARD	Strommarktdaten, Informationsplattform der Bundesnetzagentur
StBA	Statistisches Bundesamt
StromEinspG	Stromeinspeisungsgesetz
TCP	Technology Collaboration Programmes
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
UFOP	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
UN	Vereinte Nationen
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UL	UL International GmbH
USD	United States Dollars
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WindBG	Windenergieflächenbedarfsgesetz
WindSeeG	Windenergie-auf-See-Gesetz
WG	Wohngebäude
WPG	Wärmeplanungsgesetz
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

Quellenverzeichnis

- [1] Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Text von Bedeutung für den EWR). 2018. Zugegriffen: 11. August 2022. [Online]. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj/deu>
- [2] Bundesregierung (BReg), Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor (EEG 2023), Bd. 1237. 2022. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl122s1237.pdf
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Zeitreihen Erneuerbare Energien“. Zugegriffen: November 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html
- [4] Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV), „Pelletfeuerungen“. Zugegriffen: 31. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.depv.de/pelletfeuerungen>
- [5] AG Energiebilanz e.V. (AGEB), „Bilanzen 1990 bis 2030“, AG Energiebilanzen e.V. Zugegriffen: 31. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/bilanzen-1990-bis-2030/>
- [6] Umweltbundesamt (UBA), „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“. November 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger>
- [7] AG Energiebilanz e.V. (AGEB), „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten, 2005-2021“. 8. Februar 2023. Zugegriffen: 31. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/zusatzinformationen/>
- [8] Bundesministerium der Justiz, Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023). Zugegriffen: 2. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/inhalts_bersicht.html
- [9] Bundesregierung (BReg), Gesetz zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land, Bd. 1353. 2022. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl122s1353.pdf
- [10] Bundesregierung (BReg), Zweites Gesetz zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderer Vorschriften (WindSeeG), Bd. 1353. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl122s1325.pdf
- [11] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), „BDEW-Strompreisanalyse Juli 2023“. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>

- [12] D. Ritter, D. Seebach, M. Haller (Öko-Institut), J. Bogner, M. Claußner, F. Huneke (Energy Brainpool), „Monitoring der Direktvermarktung: Jahresbericht 2022 & Ausblick 2023“, März 2023. Zugegriffen: 11. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/monitoring-der-direktvermarktung-quartalsbericht-03-2022.html>
- [13] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber, „Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Jahresabrechnungen 2000–2022)“. [Online]. Verfügbar unter: www.netztransparenz.de
- [14] P. Lewicki, „Photovoltaik“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 13. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik>
- [15] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Mit der Kraft der Sonne: Entwurf Solarpaket I“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/Energieversorgung/details-solarpaket-1.html>
- [16] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Hrsg., „Photovoltaik-Strategie“. Mai 2023. Zugegriffen: 15. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.html>
- [17] GWS, „Ökonomische Indikatoren des Energiesystems. Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000–2016, GWS Research Report 2018/02“, Osnabrück, Feb. 2018.
- [18] DIW, DLR, GWS, „Ergebnisse aus dem laufenden Forschungsvorhaben ‚Ökonomische Indikatoren des Energiesystems‘ im Auftrag des BMWK“, Mai 2022.
- [19] Umweltbundesamt (UBA), „Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>
- [20] Umweltbundesamt (UBA), „Treibhausgasminderungsziele Deutschlands“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgasminderungsziele-deutschlands>
- [21] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „BEG-Reporting“. Zugegriffen: 2. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energiewechsel.de/KAENEFF/Redaktion/DE/Dossier/beg.html>
- [22] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), „Breites Bündnis für mehr Tempo beim Aus- und Umbau der Wärmenetze“. Zugegriffen: 8. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/06/20230612-aus-und-umbau-waermenetze.html>
- [23] M. Lambrecht, „Klimaschutz im Verkehr“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 22. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/klimaschutz-im-verkehr>
- [24] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), „Kraftfahrt-Bundesamt – Neuzulassungen an Kraftfahrzeugen 2022“. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Jahresbilanz_Neuzulassungen/jahresbilanz_node.html

- [25] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), „Kraftfahrt-Bundesamt – Bestand – Jahresbilanz 2022“. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Ausserbetriebsetzungen/Jahresbilanz_Ausserbetriebsetzungen/jahresbilanz_node.html
- [26] Bundesnetzagentur (BNetzA), „Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur“. Zugegriffen: 10. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html>
- [27] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector“. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN/default/table?lang=en
- [28] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Bruttoerzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme durch nicht brennbare Energieträger nach Anlagentyp und Erzeugertyp (online Datencode: NRG_IND_PEHNF)“. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_PEHNF_custom_7183896/default/table?lang=de
- [29] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Bruttoerzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme durch Brennstoffe nach Anlagentyp und Erzeugertyp“. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_PEHCF_custom_7183680/default/table?lang=de
- [30] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Einfuhren von Strom und abgeleiteter Wärme nach Partnerland“. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TI_EH/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_t.nrg_ti
- [31] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Ausfuhren von Strom und abgeleiteter Wärme nach Partnerland“. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TE_EH/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_quant.nrg_quanta.nrg_t.nrg_te
- [32] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Online Database, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen – Produkte Daten – 2022“. Zugegriffen: 19. Juli 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-datasets/product?code=nrg_inf_epcrw
- [33] IRENA, „Renewable Capacity Statistics 2023“, 07 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023>
- [34] EurObserv'ER, „Solar thermal and CSP barometers Archives, 2023“, EurObserv'ER. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/category/all-solar-thermal-and-concentrated-solar-power-barometers/>
- [35] EurObserv'ER, „The state of renewable Energies in Europa, Edition 2022, 21st EurObserv'ER Report“, Feb. 2023. Zugegriffen: 11. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/21st-annual-overview-barometer/>
- [36] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden Württemberg (ZSW), „ZSW: Datenservice Erneuerbare Energien“. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zsw-bw.de/mediathek/datenservice.html>

- [37] European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), „Fuel types of new buses: electric 12.7%, diesel 67.3% market share full-year 2022“, ACEA – European Automobile Manufacturers' Association. Zugegriffen: 3. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-buses-electric-12-7-diesel-67-3-market-share-full-year-2022/>
- [38] Eurostat, „Statistics | Eurostat: Versorgung, Umwandlung und Verbrauch von erneuerbaren Energien und Abfällen“. Zugegriffen: 11. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_CB_RW__custom_5661552/default/table?lang=de
- [39] EurObserv'ER, „Renewable Energy in Transport Barometer“. Zugegriffen: 13. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/category/all-res-in-transport-barometer/>
- [40] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), „AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023“. Zugegriffen: 11. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- [41] IRENA, „World Energy Transitions Outlook 2021, 1.5 ° C Pathway“, Juli 2021. Zugegriffen: 19. Juli 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
- [42] IEA International Energy Agency, „Global EV Outlook 2023 – Analysis and key findings“. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- [43] REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Hrsg., „Renewables 2023, Global Status Report“. 14. Juni 2023. Zugegriffen: 14. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- [45] IRENA, „Renewable energy and jobs: Annual review 2023“. Zugegriffen: 16. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>
- [46] 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: 15. Juli 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.zsw-bw.de/uploads/media/zsv-boschundpartner-vorbereitung-begleitung-eeg.pdf>
- [47] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020 – Evaluation des Förderjahres 2019“, Dez. 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Evaluationen/Foerdermassnahmen/evaluation-marktanreizprogramms-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- [48] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), „Evaluierung der inländischen KfW-Programme zur Förderung Erneuerbarer Energien in den Jahren 2019 und 2020, Gutachten im Auftrag der KfW Bankengruppe“.

Zahlreiche Informationen zu erneuerbaren Energien finden Sie auf den Internetseiten des BMWK unter www.bmwk.de und www.erneuerbare-energien.de

