



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

80 MILLIONEN GEMEINSAM FÜR
ENERGIEWECHSEL

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2023

bmwk.de

Impressum

Herausgeber

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

Stand

November 2024

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 81541 München

Bildnachweis

Adobe Stock / chaiwat / Titel
istock / Mattes / S. 11
istock / Nataliia Prachova / S. 68
istock / The simple blues / S. 94

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
Hindernisse für Windenergie beseitigt.....	12
Rahmenbedingungen für Photovoltaik verbessert.....	12
Energiewende im Gebäudebereich.....	13
Elektromobilität für klimafreundlichen Verkehr.....	13
Grüner Wasserstoff – Energieträger der Zukunft.....	14
Monitoring.....	14
Ausbau der erneuerbaren Energien.....	15
Strom.....	15
Mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien.....	15
Windenergieausbau an Land zieht spürbar an.....	15
Windstromerzeugung auf Rekordhoch.....	16
Photovoltaikausbau nimmt rasant zu.....	18
Biomasseverstromung leicht rückläufig.....	18
Wieder mehr Strom aus Wasserkraft.....	19
Leistung und Stromerzeugung.....	21
Wärme.....	23
Rückgang bei Wärme aus erneuerbaren Energien.....	23
Wärmeerzeugung aus Biomasse rückläufig.....	23
Weniger Solarwärme.....	24
Wärmepumpenmarkt wächst weiter kräftig.....	25
Verkehr.....	32
Absatz von Biokraftstoffen steigt leicht an.....	32
Zahl der Elektroautos weiter gestiegen.....	32
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	35
Einsparung von fossilen Energieträgern durch die Nutzung erneuerbarer Energien.....	38
Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die Förderung erneuerbarer Energien.....	39
Ausbau der Windenergie.....	40
Windenergie an Land.....	40
Windenergie auf See.....	40

Ausbau der Photovoltaik	41
PV auf Gebäuden	41
PV-Freiflächenanlagen	42
Weiterer Ausbau der Biomassenutzung	42
Erneuerbare Energien und die Strompreise	42
Versorgungssicherheit, Netzengpassmanagement und Netzausbau	44
Wirtschaftliche Impulse durch Bau und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	45
Investitionen in erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor	45
Dauerhafte Impulse durch den Anlagenbetrieb	47
Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland	49
Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich	50
Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetze (WPG)	50
Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	52
Förderumfang im Jahr 2023	54
Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr	58
Biokraftstoffe und alternative Kraftstoffe	58
Elektromobilität	60
Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien	62
Datenplattformen der Bundesnetzagentur	66
Marktstammdatenregister	66
SMARD – Strom- und Gasmarktdaten	67
Teil II: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union	68
Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien in der EU und Zielverfolgung nach EU-Richtlinie	70
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU	76
Windenergienutzung	78
Stromerzeugung aus Solarenergie	84
Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung	88
Solarwärme	88
Erd- und Umweltwärme	91
Erneuerbare Energien im Verkehr	92

Teil III: Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien	94
Gesamter Endenergieverbrauch weltweit	96
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	97
Photovoltaik	99
Windenergie	99
Andere Technologien	99
Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren	100
Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien	102
Beschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor	104
Anhang	105
Weltweite Energiepartnerschaften und Energiedialoge	105
Beispiele für Energiepartnerschaften	105
Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien	106
Energiekooperation in der G7 und G20	107
Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21	108
Internationale Konferenzen für erneuerbare Energien – IRECs	108
Berlin Energy Transition Dialogue – BETD	109
Clean Energy Ministerial – CEM	109
Die International Solar Alliance – ISA	109
Methodische Hinweise	110
Methodische Änderungen	111
Bereitstellung differenzierter Daten zur Wärmebereitstellung aus Wärmepumpen	111
Anpassung der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Vermeidung von Treibhausgasen durch erneuerbare Energien	111
Berechnungen nach Erneuerbare-Energien-Richtlinien (RED I, II und III)	111
Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch ohne Anwendung der Berechnungsmethode nach RED	112
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien	112
Umrechnungsfaktoren	113
Abkürzungsverzeichnis	114
Quellenverzeichnis	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergie- und Primärenergieverbrauch	15
Abbildung 2:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023.....	17
Abbildung 3:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	18
Abbildung 4:	Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch.....	19
Abbildung 5:	Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023 nach Energieträgern in Gigawatt (GW)	20
Abbildung 6:	Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	21
Abbildung 7:	Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je Energieträger.....	22
Abbildung 8:	Anteile an installierter EE-Gesamtleistung und EE-Bruttostromerzeugung in den Jahren 2021, 2022 und 2023	23
Abbildung 9:	Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2023	25
Abbildung 10:	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte	26
Abbildung 11:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien	27
Abbildung 12:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der Fernwärmeerzeugung.....	27
Abbildung 13:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien unterteilt nach Endenergiesektoren und Fernwärme	28
Abbildung 14:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalte.....	28
Abbildung 15:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im GHD-Sektor.....	29
Abbildung 16:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Industrie-Sektor.....	29
Abbildung 17:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme für Wärme und Kälte sowie der thermischen Leistung von Wärmepumpen	30
Abbildung 18:	Entwicklung des Wärmepumpenbestandes.....	30
Abbildung 19:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus Solarthermie und der thermischen Anlagenleistung	31
Abbildung 20:	Entwicklung des jährlichen Zubaus und der kumulierten Solarthermieranlagenfläche.....	31
Abbildung 21:	Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor im Jahr 2023.....	33
Abbildung 22:	Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor	34
Abbildung 23:	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Verkehr.....	34
Abbildung 24:	Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2023.....	35
Abbildung 25:	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach Stromeinspeisungs- und Erneuerbare-Energien-Gesetz.....	39

Abbildung 26: Entwicklung und Zusammensetzung der Strompreise für Haushalte	43
Abbildung 27: Entwicklung und Zusammensetzung der Strompreise für Industrie (inklusive Stromsteuer) ...	43
Abbildung 28: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2023	46
Abbildung 29: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2023 ...	48
Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien.....	49
Abbildung 31: Übergangsfristen, was gilt wann für neue Heizungen	51
Abbildung 32: BEG-Programme	53
Abbildung 33: Bewilligte Einzelmaßnahmen (BEG EM) für Wärmeerzeugung in Wohneinheiten.....	56
Abbildung 34: Zusage für Maßnahmen Wärmeerzeuger in Nichtwohneinheiten	57
Abbildung 35: Verantwortlichkeiten nach der Renewable Energy Directive (RED III).....	58
Abbildung 36: Biokraftstoffkategorien nach RED II und RED III	59
Abbildung 37: Neuzulassungen von Pkw nach Treibstoff- und Antriebsarten im Jahr 2023.....	61
Abbildung 38: Entwicklung der Anzahl von Ladepunkten	62
Abbildung 39: 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 ab 2023 gemäß EU-RL (EU) 2023/2413)	71
Abbildung 40: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022.....	73
Abbildung 41: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Strom in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022.....	73
Abbildung 42: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022.....	75
Abbildung 43: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Verkehr in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022.....	75
Abbildung 44: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2023.....	76
Abbildung 45: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2023	78
Abbildung 46: Installierte Windenergieleistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023	80
Abbildung 47: Windenergie an Land: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in der EU-27	81
Abbildung 48: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2023	81
Abbildung 49: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2023.....	82
Abbildung 50: Windenergie auf See: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in der EU-27.....	82

Abbildung 51: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2023	83
Abbildung 52: Windenergie auf See: Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2023	83
Abbildung 53: Entwicklung der kumulierten PV-Leistung (in MW) in der EU-27	85
Abbildung 54: Anteil einzelner Länder an der Photovoltaikleistung (MW) im Jahr 2023	86
Abbildung 55: Anteil einzelner Länder am Zubau der Photovoltaikleistung (MW) im Jahr 2023	86
Abbildung 56: Installierte Photovoltaikleistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023	87
Abbildung 57: Installierte solarthermische Leistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023 ..	90
Abbildung 58: Pkw-Neuzulassungen nach Treibstoff- und Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2023	92
Abbildung 59: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2022	96
Abbildung 60: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2023	97
Abbildung 61: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023	98
Abbildung 62: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023	100
Abbildung 63: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen	101
Abbildung 64: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen	102
Abbildung 65: Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien	103
Abbildung 66: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2023	104
Abbildung 67: Energieflussbild 2023 für die Bundesrepublik Deutschland	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo	14
Tabelle 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2022 und 2023	16
Tabelle 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien	17
Tabelle 4: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	20
Tabelle 5: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in den Jahren 2022 und 2023 ...	24
Tabelle 6: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte	26
Tabelle 7: Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren	32

Tabelle 8:	Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor in den Jahren 2022 und 2023	32
Tabelle 9:	Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien	33
Tabelle 10:	Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor	35
Tabelle 11:	Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2023	37
Tabelle 12:	Primärenergieeinsparung durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger im Jahr 2023	38
Tabelle 13:	Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien	38
Tabelle 14:	Status quo und Ausbaupfade von Wind an Land und Wind auf See nach EEG 2023	40
Tabelle 15:	Status quo und Ausbaupfad von Solarenergie nach EEG 2023	41
Tabelle 16:	Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen	46
Tabelle 17:	Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	48
Tabelle 18:	Übersicht der Förderzusagen im Rahmen der BEG-Sanierungsförderung im Jahr 2023	55
Tabelle 19:	Anzahl der Zusagen bei der Sanierung nach Effizienzhaus-Stufen im Jahr 2023 (BEG WG)	56
Tabelle 20:	Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen (BEG EM) im Jahr 2023	56
Tabelle 21:	Zusagen von Einzelmaßnahmen in Nichtwohngebäuden im Jahr 2023	57
Tabelle 22:	Entwicklung des Fahrzeugbestands	61
Tabelle 23:	Neu bewilligte Forschungsprojekte für EE-Technologien/Klimaschutz	65
Tabelle 24:	Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) aus erneuerbaren Energien in der EU-27	71
Tabelle 25:	Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland	72
Tabelle 26:	Anteile erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten	72
Tabelle 27:	Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Bruttoendenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten	74
Tabelle 28:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27	77
Tabelle 29:	Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023	77
Tabelle 30:	Installierte Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023	79
Tabelle 31:	Entwicklung der kumulierten Photovoltaikleistung in den EU-Mitgliedstaaten	85
Tabelle 32:	Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der EU ..	88
Tabelle 33:	Installierte solarthermische Kollektorfläche und Leistung in den EU-Mitgliedstaaten	89
Tabelle 34:	Anzahl an installierten Wärmepumpen in den EU-Mitgliedstaaten	91
Tabelle 35:	Bruttoendenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien im Verkehr in der EU-27	93
Tabelle 36:	Biokraftstoffverbrauch in der EU-27	93

Einleitung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der Ausgabe 2024 der Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“ stellt Ihnen das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) den aktuellen Datenstand für die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, in der EU und weltweit mit Zeitreihen bis einschließlich des Jahres 2023 vor.

Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Daten geben einen umfassenden Einblick, wie weit wir mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bis Ende 2023 gekommen sind – und dies nicht nur für den Stromsektor, sondern ebenso detailliert für die Bereiche Wärme und Verkehr. Sie sind damit ein wichtiger Indikator dafür, wie gut die bisherigen Weichenstellungen dieser Legislaturperiode zum beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien in den verschiedenen Bereichen greifen und wo wir auf dem Weg zum klimaneutralen Deutschland noch nachsteuern müssen.

Zusammengefasst stellt sich der Stand der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2023 für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wie folgt dar:

Strom

Insbesondere gute Windverhältnisse sowie ein kräftiger Photovoltaikzubau haben die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Vorjahr um 7 % auf 273,2 Terawattstunden (TWh) ansteigen lassen. Da der gesamte Stromverbrauch zudem deutlich rückläufig war, stieg der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch kräftig auf 52,5 %.

Wärme

Die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien ging gegenüber dem Vorjahr deutlich um fast 8 % auf 192,8 TWh zurück. Da auch der gesamte Wärmeverbrauch abnahm, sank der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch nur leicht von 17,9 auf 17,7 %.

Verkehr

Der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr stieg von 6,9 auf 7,5 %. Neben einer leichten Zunahme beim Absatz von Biokraftstoffen trug hierzu insbesondere der gestiegene Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien bei.

Mit dem Ausbau und der Nutzung erneuerbarer Energien sind positive ökologische und ökonomische Effekte verbunden, die sich für das Jahr 2023 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 2023 wurden dadurch insgesamt 248,7 Mio. t CO₂-Äquivalente Treibhausgasemissionen vermieden.

Investitionen und wirtschaftliche Impulse

Erneuerbare Energien sind ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Deutschland. Aufgrund des beschleunigten Ausbaus stiegen die Investitionen in neue Anlagen im Jahr 2023 kräftig auf 37,3 Mrd. Euro an. Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb der insgesamt installierten Anlagen gingen leicht zurück auf 23,2 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 stellt diese Publikation auch die Entwicklung des regulatorischen Rahmens in Bezug auf wichtige Gesetze und Förderprogramme sowie Forschung und Entwicklung dar.

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 2024. An einigen Stellen haben sie noch immer vorläufigen Charakter. Das BMWK veröffentlicht parallel zu dieser Broschüre auf seiner Internetseite 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.

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

Ihr Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Berlin, im November 2024

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 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 Deut-

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

Das UBA 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 [den Internetseiten des BMWK](#) sowie auf [den Seiten der Geschäftsstelle der AGEE-Stat am UBA](#) zu finden.

Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland

Deutschland hat sich dem Pariser Klimaschutzabkommen verpflichtet und das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Dieses Ziel ist auch im neuen Klimaschutzgesetz verankert, das im Juli 2024 in Kraft getreten ist. Von zentraler Bedeutung hierfür ist der Umbau unseres Energiesystems – weg von fossilen Energieträgern und Atomenergie hin zu erneuerbaren Energien, flankiert durch Maßnahmen für den sparsamen Umgang mit Energie und Effizienzsteigerungen. Das Ziel ist dabei aber auch die Sicherung unserer Versorgungssicherheit sowie günstiger Strompreise für Haushalte und Unternehmen, denn es geht darum, unseren Wohlstand zu sichern. Wie wichtig es dabei ist, uns aus der Abhängigkeit fossiler Energieimporte zu lösen und auf heimische erneuerbare Energien zu setzen, hat uns nicht zuletzt die Energiekrise infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine drastisch vor Augen geführt.



Im Jahr 2023 stammte erstmals mehr als die Hälfte unseres Bruttostromverbrauchs aus Windenergie, Photovoltaik, Biomasse und Wasserkraft. Damit sind wir auf einem erfreulich guten Weg. Doch es liegt noch ein gutes Stück vor uns. Zum einen haben wir im EEG 2023 [1] das Ziel verankert, dass bis zum Jahr 2030 bereits mindestens 80 % unseres Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Zum anderen wird unser Strombedarf bis dahin deutlich ansteigen – von heute etwa 550 auf bis zu 750 TWh. Der Grund dafür sind strombasierte innovative Technologien, die wir auf dem Weg zum klimaneutralen Deutschland verstärkt einsetzen werden, wie insbesondere E-Autos, Wärmepumpen und strombasierte Industrieprozesse.

Hindernisse für Windenergie beseitigt

Verschiedene Hindernisse, die den Ausbau der erneuerbaren Energien bislang bremsen, hat die Bundesregierung mit dem EEG 2023 und dem so genannten Osterpaket im Jahr 2022 bereits aus dem Weg geräumt. So liegt der Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen nunmehr im überragenden öffentlichen Interesse, was behördliche Entscheidungen einfacher und schneller macht. Höhere Ausschreibungsmengen sorgen für eine gesteigerte Investitionssicherheit, der Netzausbau wurde vereinfacht und die EEG-Umlage abgeschafft. Die Weichenstellungen des EEG 2023 und das Maßnahmenpaket der Wind-an-Land-Strategie des BMWK zeigen dank verkürzter und vereinfachter Genehmigungsverfahren bereits deutliche Wirkung bei der Beschleunigung des Ausbaus der Windenergie an Land. Mit gut 3 Gigawatt (GW) im Jahr 2023 sind die Neuinstallationen zuletzt wieder deutlich angestiegen und mit einem Umfang von 8 GW wurden im selben Jahr so viele Onshore-Windenergieanlagen genehmigt wie seit 2016 nicht mehr. Auch die Bereitstellung der für neue Windparks notwendigen Flächen nimmt dank des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG) zu. Bis 2027 sollen 1,4 % der Fläche Deutschlands für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen, fünf Jahre später sollen es bereits 2 % sein.

Um diese und andere Zielsetzungen konsequent zu verfolgen und insbesondere ein gemeinsames Vorgehen von Bund und Ländern beim Windenergieausbau zu gewährleisten, wurde im EEG der Bund-Länder-Kooperationsschuss der zuständigen Staatssekretärinnen und Staatssekretäre verankert. Dieser veröffentlicht jährlich einen Bericht zum Stand des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland. Grundlage hierfür sind jeweils 16 Berichte der Bundesländer zum Status quo des Ausbaus erneuerbarer Energien sowie zu Flächenausweisungen, Planungen und Genehmigungen bei der Windenergie an Land.

Rahmenbedingungen für Photovoltaik verbessert

Auch der Ausbau der Photovoltaik zeigte zuletzt einen erfreulich positiven Trend. Gemäß den Ausbauzielen nach dem EEG 2023 soll bis zum Jahr 2030 eine Photovoltaikleistung von 215 GW installiert sein. Es werden dafür jährliche Brutto-Zubau-mengen von 9 GW in 2023, 13 GW in 2024, 18 GW in 2025 und 22 GW ab dem Jahr 2026 avisiert, die etwa hälftig auf Freiflächen und Dächern installiert werden sollen. Mit 15,1 GW konnte der Wert für 2023 weit übertroffen werden. Um diese positive Entwicklung in den kommenden Jahren fortzuschreiben, hat die Bundesregierung im April 2024 das so genannte Solarpaket I verabschiedet, das im Wesentlichen am 16. Mai 2024 in Kraft getreten ist. Dieses soll insbesondere der Photovoltaik auf Gewerbedächern einen Schub geben, indem verschiedene Regeln angepasst oder flexibilisiert wurden, beispielsweise für die Direktvermarktung. Zudem wurden zahlreiche Entbürokratisierungen umgesetzt, so zum Beispiel für Balkonkraftwerke, die nur noch im Marktstammdatenregister der BNetzA und nicht mehr zusätzlich auch beim Netzbetreiber angemeldet werden müssen. Außerdem ist die Inbetriebnahme von Balkonkraftwerken nun sofort bei Anschluss möglich, bis zur ggf. notwendigen Installation eines Zweirichtungszählers darf ein alter Stromzähler vorübergehend auch rückwärts laufen. Um das Potenzial von Freiflächenanlagen zu erhöhen, wurden unter anderem die maximale Gebotsgröße von 20 Megawatt (MW)

auf 50 MW erhöht und die so genannten benachteiligten Gebiete grundsätzlich in die Flächenkulisse aufgenommen. Gleichzeitig wurden auch Regelungen getroffen, die einen Ausgleich mit den Interessen der Landwirtschaft und des Naturschutzes sicherstellen.

Für stark wachsende Anteile von Strom aus Windenergie und Photovoltaik ist eine hohe Flexibilität im Energiesystem erforderlich. Stromspeicher spielen nicht nur für die Energiespeicherung selbst, sondern auch für eine Stabilisierung des Stromsystems und des Stromnetzes eine wichtige Rolle. Mit seiner Stromspeicher-Strategie, die das BMWK im Dezember 2023 veröffentlicht hat, wird der notwendige zukünftige Ausbau von Stromspeichern adressiert. Das BMWK ist nach der Branchenkonsultation der Strategie im Januar 2024 hierfür auch in einen intensiven Dialog mit der Speicherbranche eingetreten, um die Umsetzung der Stromspeicher-Strategie in den einzelnen Handlungsfeldern zielgerichtet und praxisorientiert voranzutreiben. Stand September 2024 wurden mehrere Maßnahmen bereits umgesetzt.

Energiewende im Gebäudebereich

Während die erneuerbaren Energien bereits mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs decken, ist es beim Wärmeverbrauch bislang nur rund ein Fünftel. Der größte Teil unseres Wärmeverbrauchs wiederum bezieht sich auf den Gebäudebereich. Um auch hier den Weg zum klimaneutralen Deutschland bis zum Jahr 2045 einzuschlagen, hat der Bundestag im September 2023 das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) verabschiedet, dessen Regelungen zum 1. Januar 2024 wirksam geworden sind. Das GEG umfasst verbindliche Vorgaben und Fristen für den Umstieg auf erneuerbare Heizenergien und liefert Verbraucherinnen und Verbrauchern, Wohnungswirtschaft, Heizungsindustrie und Handwerk eine klare Richtschnur für ihre Investitionsentscheidungen. Auf diese Weise können nun erneuerbare Energien im Gebäudebereich zum Standard werden und nach und nach fossile Heizsysteme ersetzen. Für Heizungen in Neubauten, die sich in Neubaugebieten befinden, gilt seit dem 1. Januar 2024, dass diese zu mindestens 65 % mit

erneuerbaren Energien betrieben werden müssen. Für andere Neubauten und den Heizungsaustausch im Bestand gelten noch längere Übergangsfristen. Um die finanziellen Belastungen aus diesem Gesetz für Eigenheimbesitzerinnen und -besitzer sowie für Unternehmen zu begrenzen, wird das GEG durch die neue Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) flankiert.

Elektromobilität für klimafreundlichen Verkehr

Der wichtigste Schlüssel für eine klimafreundliche Entwicklung des Verkehrs ist die Elektromobilität. Mit dem Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2030 mindestens 15 Mio. vollelektrische Pkw auf die Straßen zu bringen und eine Mio. öffentlich zugängliche Ladestationen zu installieren, soll Deutschland Leitmarkt für die Elektromobilität werden. Ende des Jahres 2023 waren in Deutschland bereits 1,4 Mio. rein batterieelektrische Pkw auf den Straßen, hinzu kamen über 900.000 Plug-in-Hybride. Allein im Jahr 2023 wurden mehr als 520.000 batterieelektrische Pkw und knapp 180.000 Plug-in-Hybride neu zugelassen. Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II hat die Bundesregierung zudem eine Gesamtstrategie für den Ausbau der Ladeinfrastruktur entwickelt. Als einen wichtigen Bestandteil davon haben BMWK und das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gemeinsam mit dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) im Juli 2024 den Startschuss für den Aufbau eines eigenen Schnellladenetzes für Lkw an den Autobahnen gegeben.

Der Elektromobilität kommt aber nicht nur im Verkehr wichtige Bedeutung zu, sondern auch für die Energiewende insgesamt. 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.

Grüner Wasserstoff – Energieträger der Zukunft

Für den langfristigen Erfolg der Energiewende brauchen wir aber neben der Elektrifizierung noch weitere Alternativen zu fossilen Treibstoffen. Grüner Wasserstoff und dessen Derivate werden dort eine entscheidende Rolle einnehmen, wo die direkte (und energieeffizientere) Elektrifizierung an Grenzen stößt. Im Verkehr ist dies insbesondere im Luft- und Seeverkehr der Fall, in der Industrie beispielsweise bei der Stahlproduktion. Im Juli 2024 hat die Bundesregierung deshalb eine Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate beschlossen. Sie ergänzt die Nationale Wasserstoffstrategie um einen klaren und verlässlichen Rahmen für die Importe, die wir neben dem Aufbau des heimischen Marktes dringend benötigen. Die Bundesregierung geht von einem nationalen Bedarf an Wasserstoff und seinen Derivaten im Umfang von 95 bis 130 TWh im Jahr 2030 aus, wovon 50-70 % importiert werden müssen. Nationale Wasserstoffstrategie und Importstrategie zusammen sollen eine resiliente Versorgung

mit Wasserstoff sicherstellen und diesen wichtigen Baustein der Dekarbonisierung der deutschen Wirtschaft gewährleisten.

Monitoring

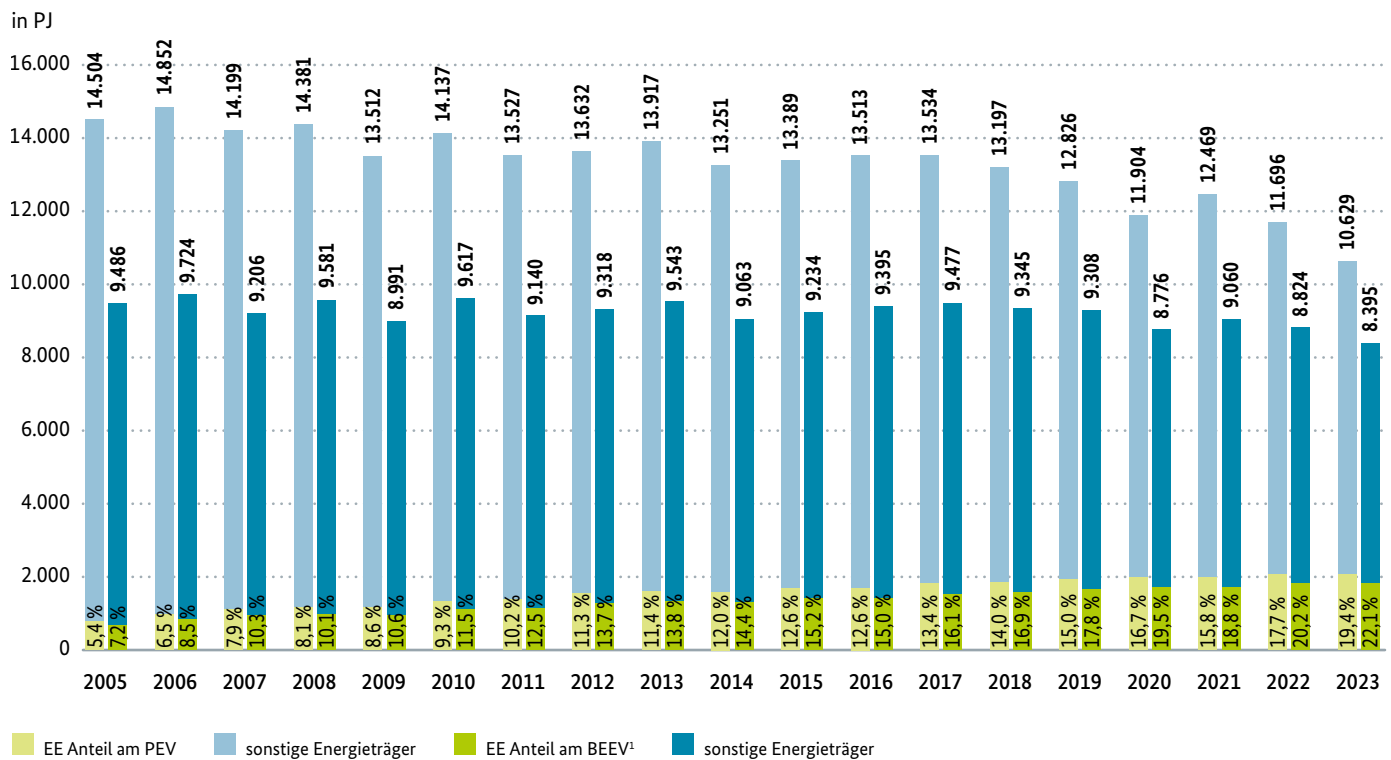
Der Fortschritt des Ausbaus der erneuerbaren Energien muss fortlaufend verfolgt werden, um jederzeit zielgerichtet mit geeigneten Maßnahmen nachsteuern zu können. Dies erfolgt für den Strombereich vor allem mit dem jährlich erscheinenden [EEG-Monitoringbericht](#) [4]. Die vorliegende Publikation beinhaltet einen im Vergleich dazu aktualisierten Datenstand und berichtet darüber hinaus über alle Sektoren. Sie 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	2022	2023	Zielwerte bis 2030
Anteil erneuerbarer Energien	[%]		
am Bruttoendenergieverbrauch ¹	20,2	22,1	42,5 ²
am Bruttostromverbrauch	46,3	52,5	80 ³
am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte ⁴	17,9	17,7	–
am Endenergieverbrauch Verkehr	6,9	7,5	–
am Primärenergieverbrauch	17,7	19,4	–
Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien	Mio. t CO ₂ -Äq.		
Gesamte Treibhausgas-Vermeidung	239,0	248,7	–
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien	Mrd. Euro		
Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen	22,2	37,3	–
Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	23,9	23,2	–

1 nach Energiekonzept der Bundesregierung
2 gemäß Richtlinie (EU) 2023/2413 Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Renewable Energy Directive (RED) III)[2], sowie dem verbundenen Nationalem Energie- und Klimaplan (NECP) [30].
3 nach EEG 2023 [1]
4 direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger, ohne Strom, inklusive Fernwärmeverbrauch
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 2, 8.1, 9.1 und 9.2), vorläufige Angaben

Abbildung 1: Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergie- und Primärenergieverbrauch



1 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“.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 2 und 7), vorläufige Angaben

Ausbau der erneuerbaren Energien

Strom

Mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien

Günstige Windverhältnisse und der kräftige Ausbau der Photovoltaik haben die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 7 % auf 273,2 TWh ansteigen lassen (2022: 255,4 TWh). Dabei stammten nunmehr drei Viertel davon aus Wind- und Sonnenenergie. Gleichzeitig ging der gesamte deutsche Bruttostromverbrauch konjunkturbedingt um knapp 6 % auf 520,7 TWh zurück (2022: 551,3 TWh). Unter dem Strich konnte der Anteil der erneuer-

baren Energien am Stromverbrauch damit einen kräftigen Anstieg um mehr als sechs Prozentpunkte verzeichnen. Mit 52,5 % wurde im Jahr 2023 erstmals mehr als die Hälfte des deutschen Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien erzeugt (2022: 46,3 %).

Windenergieausbau an Land zieht spürbar an

Im Jahr 2023 konnte der Ausbau der Windenergienutzung an Land deutlich an Fahrt aufnehmen. Mit einem Nettozubau von 3.027 MW stieg die neu installierte Leistung gegenüber dem Vorjahr um 44 % (2022: 2.106 MW). Damit konnte nunmehr die Schwäche beim Ausbau der vergangenen Jahre überwunden werden, auch wenn wir noch deutlich hinter dem Zubau des Rekordjahres 2017

(4.891 MW) zurückliegen. Zudem sind noch weitere deutliche Steigerungen für die Erreichung der Zielmarke von 80 % erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 erforderlich. Insgesamt waren Ende des Jahres 2023 damit deutschlandweit 61.013 MW Windenergieleistung an Land installiert, bis zum Jahr 2030 sollen es nach dem EEG 115 GW, d. h. fast doppelt so viel, sein.

Auf See wurden im Jahr 2023 lediglich Windenergieanlagen mit einer Leistung von 257 MW neu ans Netz angeschlossen und damit noch weniger als im Vorjahr (2022: 342 MW). Die gesamte installierte Leistung stieg damit nur leicht auf 8.473 MW an. Auch hier sind für die kommenden Jahre noch enorme Steigerungen notwendig, um die Zielmarke nach EEG von 30 GW bis 2030 zu erreichen.

Windstromerzeugung auf Rekordhoch

Witterungsbedingt stieg die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen an Land im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr stärker als die installierte Leistung. Sie wuchs um 17 % auf 116,7 TWh (2022: 99,7 TWh). Auf See hingegen ging die Stromerzeugung gegenüber dem Vorjahr um 5 % auf 23,9 TWh zurück (2022: 25,1 TWh). Dies lag in der zunehmenden Abregelung von Offshore-Windparks aufgrund von Netzengpässen begründet. In der Summe wurden im Jahr 2023 somit 140,5 TWh Strom aus Wind erzeugt, fast 13 % mehr als im Vorjahr (2022: 124,8 TWh). Windenergie blieb so mit einem Anteil von 27 % am Bruttostromverbrauch mit Abstand der wichtigste Energieträger zur Stromerzeugung in Deutschland.

Tabelle 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2022 und 2023

	Erneuerbare Energien 2022		Erneuerbare Energien 2023	
	Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%)	Bruttostromerzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Bruttostromverbrauch ⁵ (%)
Wasserkraft ¹	17.625	3,2	19.894	3,8
Windenergie an Land	99.692	18,1	116.651	22,4
Windenergie auf See	25.124	4,6	23.887	4,6
Photovoltaik	61.022	11,1	63.576	12,2
biogene Festbrennstoffe ²	10.663	1,9	9.996	1,9
biogene flüssige Brennstoffe	91	0,02	105	0,02
Biogas	30.469	5,5	28.387	5,5
Biomethan	3.098	0,6	3.120	0,6
Klärgas	1.547	0,3	1.529	0,3
Deponiegas	201	0,04	187	0,04
biogener Anteil des Abfalls ³	5.628	1,0	5.704	1,1
Geothermie	206	0,04	195	0,04
Summe erneuerbare Energien	255.366	46,3	273.231	52,5

¹ Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

² inklusive Klärschlamm

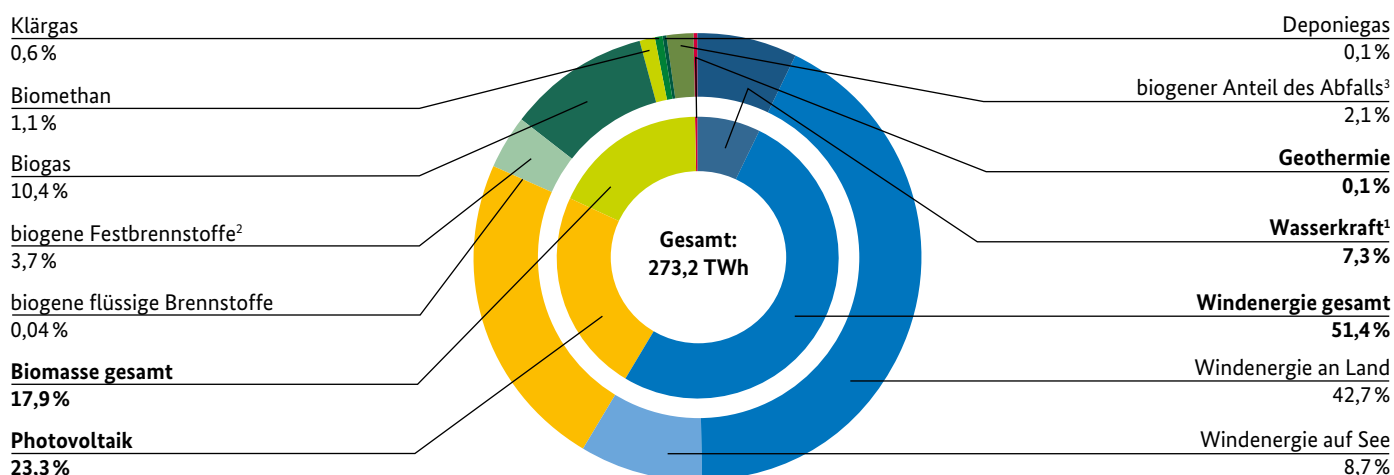
³ in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

⁴ 1.000 GWh = 1 TWh

⁵ bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2022: 551,3 TWh, 2023: 520,7 TWh ([3], Tabellenblatt 7)

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

Abbildung 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023



1 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inklusive Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

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

	Wasserkraft¹	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Biomasse²	Geothermie	Summe Bruttostromerzeugung	Anteil EE an der Bruttostromerzeugung⁴	Anteil EE am Bruttostromverbrauch⁵
	(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	44.330	52.734	178	225.291	35,0	37,9
2019	20.135	101.150	24.744	45.211	52.152	197	243.589	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	50.612	52.370	244	237.052	40,2	41,5
2022	17.625	99.692	25.124	61.022	51.697	206	255.366	44,1	46,3
2023	19.894	116.651	23.887	63.576	49.028	195	273.231	53,4	52,5

1 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie 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 [3]: Tabellenblatt 7

5 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2022: 551,3 TWh, 2023: 520,7 TWh ([3], Tabellenblatt 7)

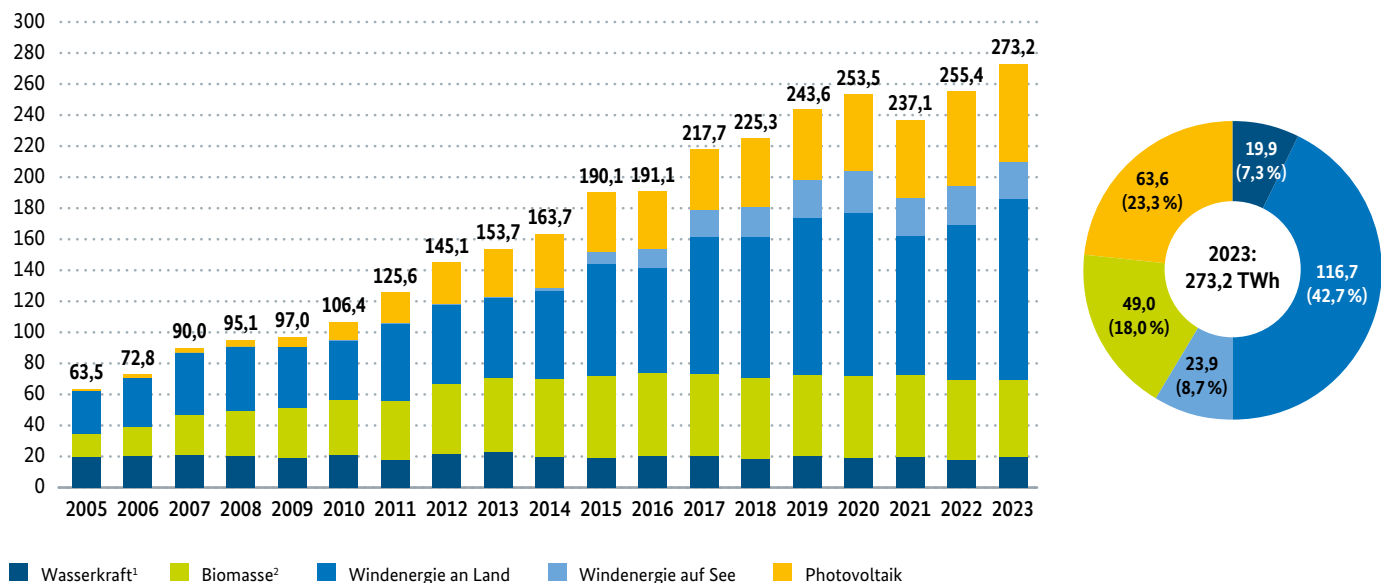
Die Bruttostromerzeugung umfasst die gesamte in Deutschland erzeugte Strommenge (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz Deutschland), also auch exportierte Strommengen, die der Versorgung in Deutschland nicht zur Verfügung stehen.

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 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm und biogener Anteil des Abfalls

Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt.

Dargestellt sind die Strommengen der Jahre 2005–2023 (Stromerzeugung der einzelnen Technologien siehe Tabelle 3). Die Zielmarke für die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2030 beträgt nach EEG 2023 600 TWh [1].

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

Photovoltaikausbau nimmt rasant zu

Nachdem der deutsche Photovoltaikmarkt bereits im Vorjahr deutlich gewachsen war, verstärkte sich der Trend im Jahr 2023 rasant. Mit 15.129 MW wurde doppelt so viel neue Photovoltaikleistung installiert wie im Vorjahr (2022: 7.513 MW). Damit wurde auch das bisherige Rekordjahr 2012 (8.161 MW) deutlich übertroffen. Rund ein Drittel der neuen Anlagen (32 %) erhalten keine Einspeisevergütung nach EEG, sondern vermarkten ihren Strom außerhalb des EEG. Hierbei handelt es sich vor allem um große Freiflächen-, aber auch große Dachanlagen. Noch im Vorjahr betrug der Anteil von Neuanlagen ohne EEG-Vergütung nur 12 %. Rund 200 MW bzw. 1,5 % der neu installierten Leistung entfielen auf so genannte Balkonkraftwerke, die im Jahr 2023 einen Boom erlebten.

Ende des Jahres 2023 waren damit in Deutschland insgesamt 82.759 MW Photovoltaikleistung installiert, 22 % mehr als noch ein Jahr zuvor. Gemessen

am vorgezeichneten Ausbaupfad des EEG sind wir auf einem guten Weg, das Ziel von 215 GW Photovoltaikleistung bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Trotz des rasanten Leistungszubaus konnte bei der Stromerzeugung aus Photovoltaik gegenüber dem Vorjahr jedoch nur ein Anstieg um gut 4 % auf 63,6 TWh verzeichnet werden (2022: 61,0 TWh). Der Grund hierfür waren insgesamt deutlich weniger Sonnenstunden als im Vorjahr. Strom aus Sonnenenergie deckte damit 12,2 % des gesamten deutschen Bruttostromverbrauchs.

Biomasseverstromung leicht rückläufig

Der bereits in den vorangegangenen zwei Jahren zu beobachtende Trend, dass die Kapazitäten zur Biomasseverstromung nicht mehr wesentlich ausgebaut werden, bestätigte sich im Jahr 2023. Der registrierte Leistungszuwachs von 100 MW blieb weit hinter den noch vor 2021 zu beobachtenden Werten zurück. Die Stromerzeugung aus Biomasse, insbesondere in Biogasanlagen, ist aber

eine beständige Größe unter den erneuerbaren Energien und spielt wegen ihrer Steuerbarkeit eine wichtige Rolle im Strommix. Dies umso mehr, als ein Großteil der Anlagen in den vergangenen Jahren bezüglich ihrer Erzeugungsleistung überbaut wurden, wodurch eine flexible, bedarfsgerechte Stromerzeugung ermöglicht wurde.

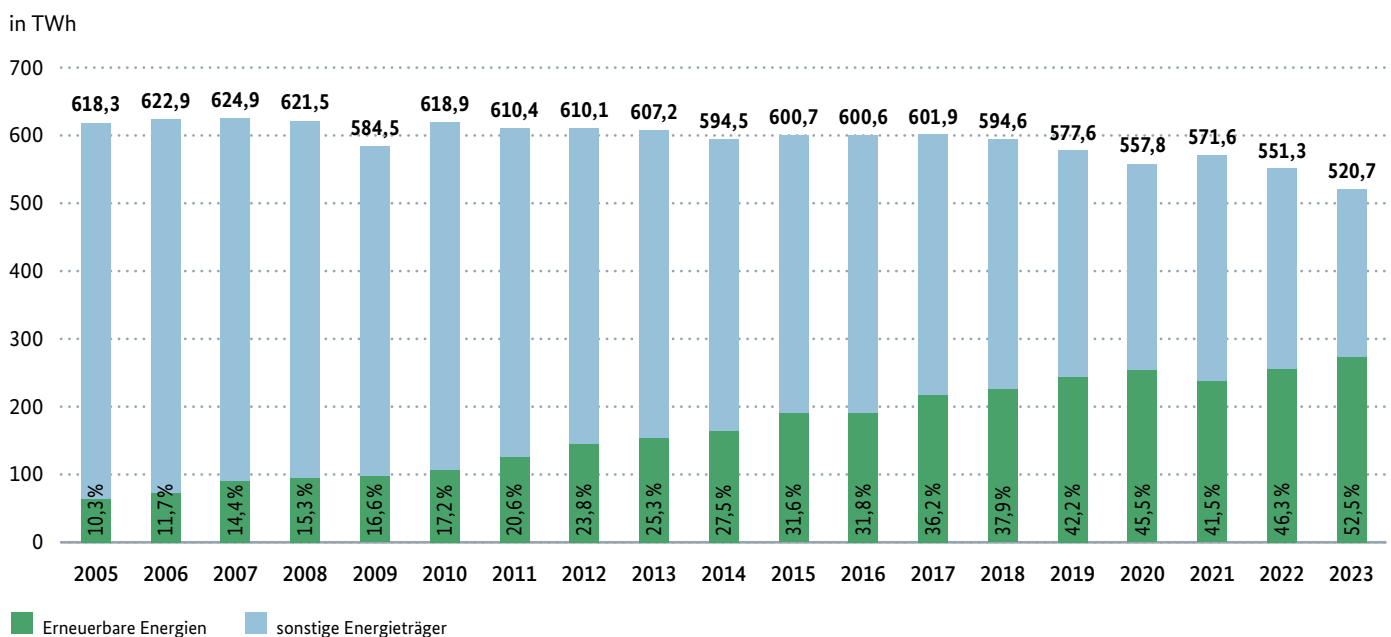
Die Stromerzeugung in Biogasanlagen ging im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr um knapp 7 % auf 28,4 TWh zurück (2022: 30,5 TWh). Aus allen biogenen Quellen zusammen (Biogas, Biomethan, feste und flüssige Biomasse, Deponie- und Klärgas sowie dem biogenen Anteil der Siedlungsabfälle) wurden im Jahr 2023 49,0 TWh Strom erzeugt, gut 5 % weniger als im Vorjahr (2022: 51,7 TWh). Biomasse deckte damit 9,4 % des gesamten deutschen Bruttostromverbrauchs.

Wieder mehr Strom aus Wasserkraft

Der deutsche Anlagenpark zur Stromerzeugung aus Wasserkraft unterliegt seit vielen Jahren nur geringfügigen Änderungen, so dass Schwankungen in der Stromerzeugung ausschließlich auf Witterungseinflüsse zurückzuführen sind. Nach dem extrem trockenen Vorjahr konnten im Jahr 2023 deutlich mehr Niederschläge verzeichnet werden. In der Folge stieg die Stromerzeugung aus Wasserkraft gegenüber dem Vorjahr spürbar um knapp 13 % auf 19,9 TWh an (2022: 17,6 TWh). Der Anteil der Wasserkraft am gesamten Bruttostromverbrauch stieg damit auf 3,8 % (2022: 3,4 %).

Die Stromerzeugung in geothermischen Kraftwerken blieb mit 0,2 TWh nach wie vor ohne große Bedeutung.

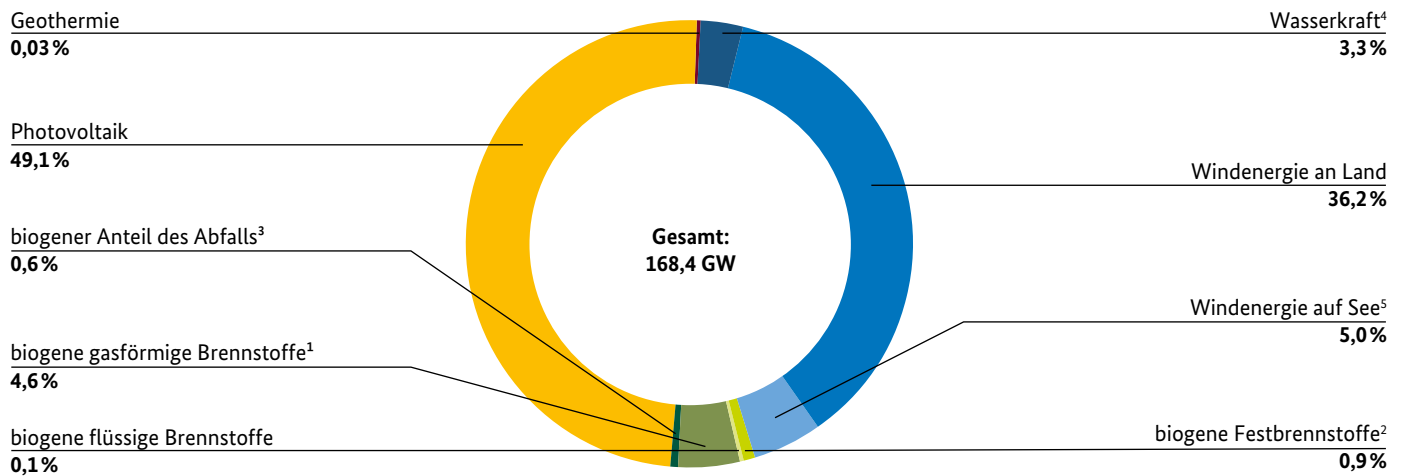
Abbildung 4: Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch



Zielwert 2030: Mit Inkrafttreten des EEG 2023 [1] 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 und 3), vorläufige Angaben

Abbildung 5: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023 nach Energieträgern in Gigawatt (GW)



Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt.

1 Biogas und Biomethan (inklusive Leistung mit dem Ziel der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biomasse), Deponie- und Klärgas

2 gemäß StBA

3 inklusive des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt)

4 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

5 installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen auf See mit Netzanschluss

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 ²	Photovoltaik	Biomasse ³	Geothermie	Gesamte Leistung
	(MW) ⁴						
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	54.254	7.874	54.406	10.320	47	132.355
2021	5.489	55.880	7.874	60.117	10.420	54	139.834
2022	5.569	57.986	8.216	67.630	10.460	59	149.920
2023	5.607	61.013	8.473	82.759	10.500	57	168.409

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

1 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

2 installierte elektrische Leistung von Windenergieanlagen auf See mit Netzanschluss

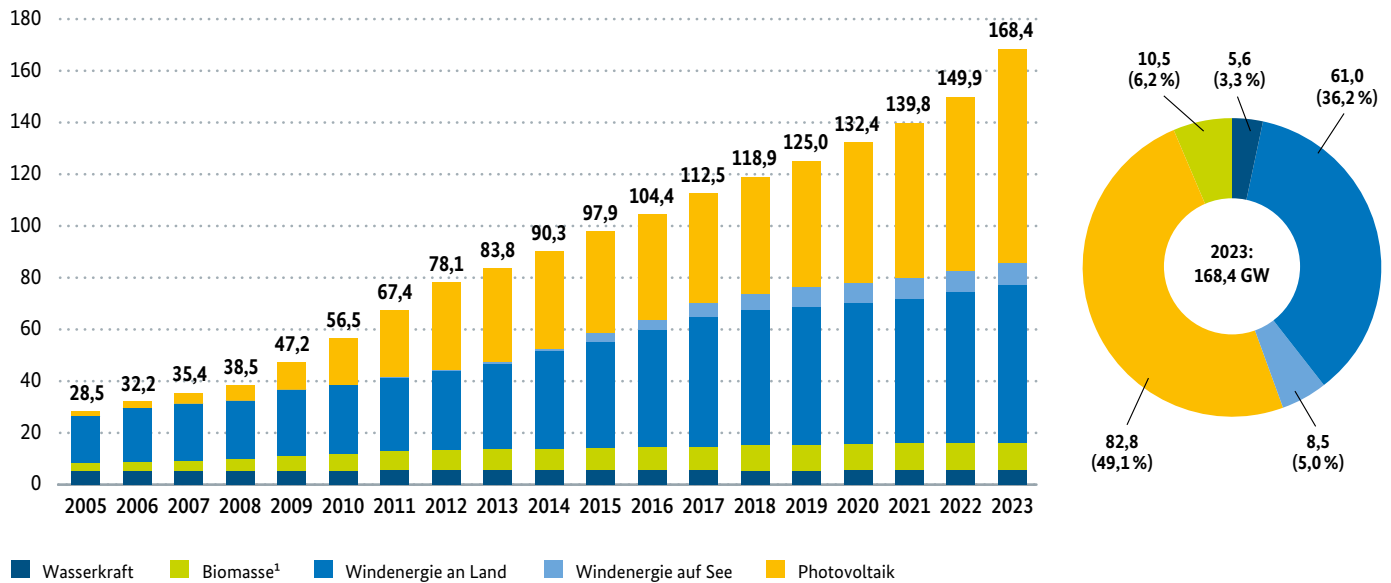
3 feste und flüssige Biomasse, Biogas und Biomethan (ab 2013 inklusive Leistung mit dem Ziel der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biomasse), Klärgas (bis 2014 auf Grundlage der Stromerzeugung nach energieträgerspezifischen Vollaststunden berechnet, ab 2015 Netto-Zubau gemäß BNetzA-Registerdaten, ab 2018 gemäß StBA), Deponie- 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.

4 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

in Gigawatt (GW)



1 feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas und Abfallverbrennungsanlagen (mit 50 % angesetzt) ([3], Tabellenblatt 4)

Installierte Leistung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren und Angaben zur Geothermie siehe dazu 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 2023 die Leistung der Photovoltaik mit 82,8 GW bereits um ein Drittel höher als jene der Windenergie an Land (61,0 GW), so wurde in Windenergieanlagen an Land mit 116,7 TWh jedoch fast doppelt so viel Strom erzeugt wie in Photovoltaikanlagen (63,6 TWh).

Die weitere Darstellung in Abbildung 8 verdeutlicht dies. Hier sind für die Jahre 2021, 2022 und 2023 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 deren Potenzialen, diese Ressourcen in Strom umzuwandeln. Ausdrücken lässt sich dies anhand einer technologiespezifischen Kenngröße, die beide Effekte abbildet, den so genannten Volllaststunden¹. Sie sind ein Gradmesser für die Ausnutzung des Stromerzeugungsvermögens der Anlagen. In Deutschland unterscheiden sich die Volllaststundenzahlen bei der Nutzung erneuerbarer Energien erheblich: Während Photovoltaik etwa zwischen 900 und 1.000 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

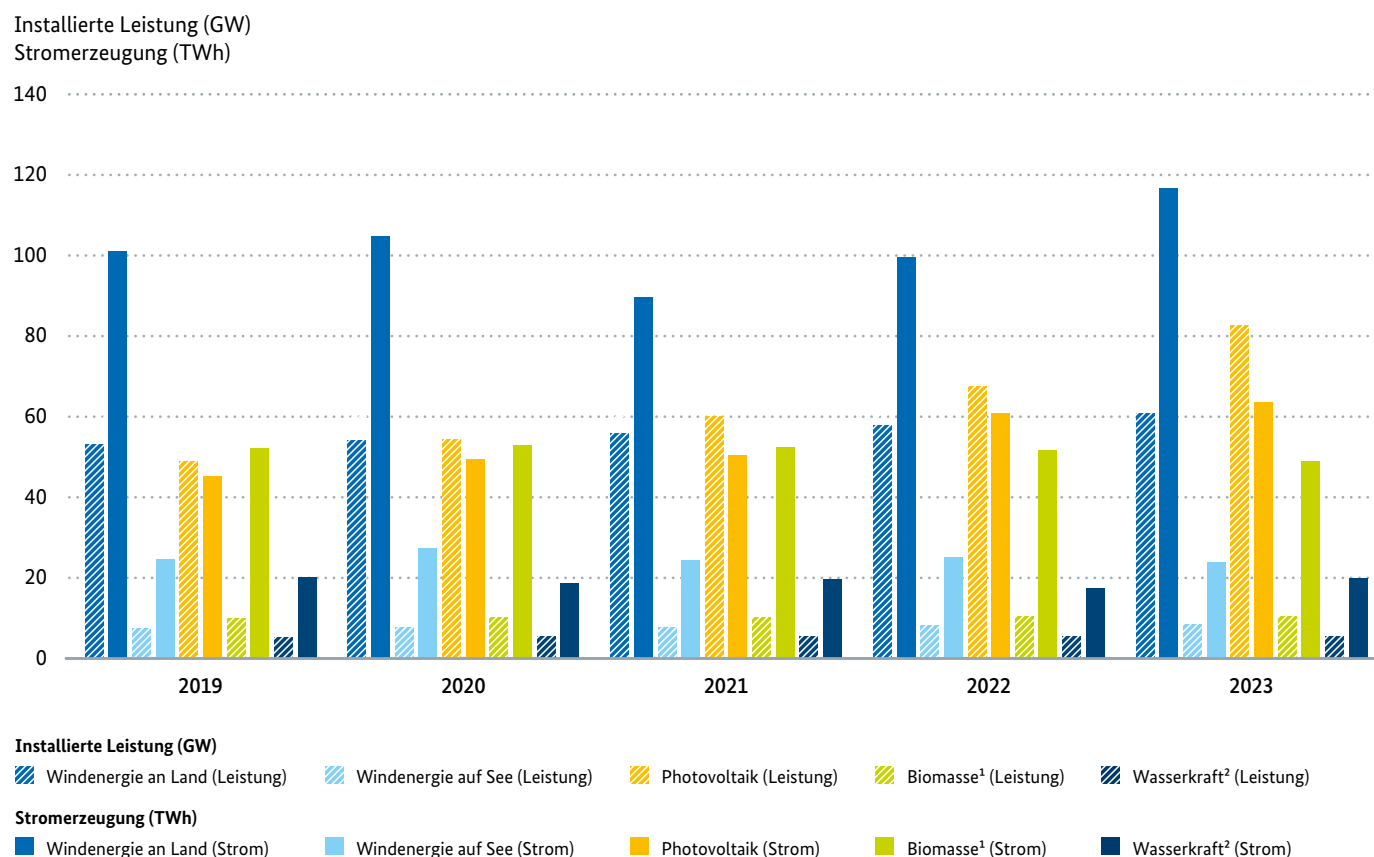
1 **Volllaststunden** sind ein Maß, das die Ausnutzung einer Stromerzeugungsanlage beschreibt. Der Wert der Volllaststunden wird berechnet, indem man die Stromerzeugungsmenge eines Jahres durch die Nennleistung der Anlage teilt. Die Volllaststunden beschreiben die Anzahl der Stunden eines Jahres (von insgesamt 8.760), in denen eine Anlage auf Nennleistung (d. h. Volllast) laufen müsste, um die tatsächlich erzeugte Jahresstrommenge bereitzustellen.

zwischen 3.000 und 4.000. Pro installierte 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 keinen Strom erzeugen. 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 gleich bleibender 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. Der Witterungseinfluss auf die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wird auch im [EEG-Monitoringbericht](#) [4] beschrieben.

Abbildung 7: Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je Energieträger

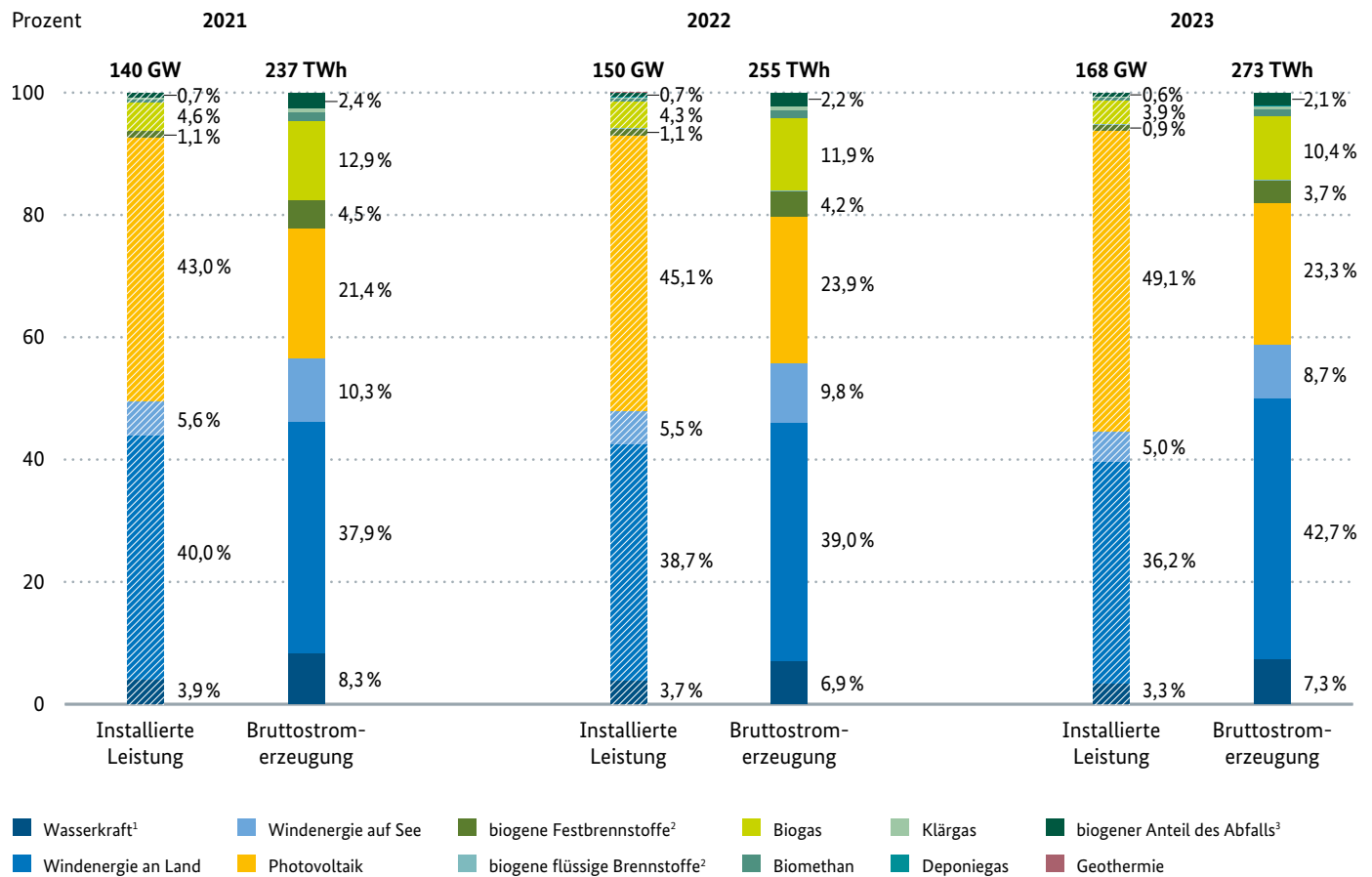


1 Leistung und Bruttostromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm. Leistung aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht-erneuerbare Abfälle berücksichtigt. Dabei werden 50 % der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare 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 2021, 2022 und 2023



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 inklusive 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

Rückgang bei Wärme aus erneuerbaren Energien

Der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien ist im Jahr 2023 deutlich um fast 8 % auf 192,8 TWh zurückgegangen (2022: 209,0 TWh). Da der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte insbesondere wegen des konjunkturbedingt gesunkenen Prozesswärmebedarfs gegenüber dem Vorjahr ebenfalls um knapp 7 % auf 1.091 TWh zurückgegangen ist (2022: 1.168 TWh), fiel der Anteil der erneuerbaren Energien nur geringfügig auf 17,7 % (2022: 17,9 %). Dies unterstreicht ihre stabile Bedeutung im Wärmebereich. Besonders interessant ist an der Entwicklung der Blick auf die verschiedenen Sektoren sowie die einzelnen Energieträger. So zeigt sich, dass trotz kon-

junkturbedingt gesunkenem Wärmebedarf der Verbrauch erneuerbarer Energien im Sektor Industrie weitgehend stabil geblieben und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sogar weiter angestiegen ist. Sinkt hier der Gesamtwärmebedarf, werden also vornehmlich fossile Energieträger eingespart. Zudem war die Bereitstellung von Wärme aus Biomasse und Solarthermie rückläufig, während bei jener aus Geothermie und Umweltwärme ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen war.

Wärmeerzeugung aus Biomasse rückläufig

Die Biomasse in ihren verschiedenen Formen ist anteilmäßig nach wie vor der mit Abstand wichtigste Energieträger zur Wärmeerzeugung unter den erneuerbaren Energien. Im Jahr 2023 gingen 82 % der gesamten Wärme und Kälte aus erneuer-

baren Energien darauf zurück (2022: 85 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch von Biomassewärme deutlich auf 158,0 TWh zurückgegangen (2022: 177,5 TWh). Dies ist vor allem auf den Rückgang des Holzverbrauchs in privaten Haushalten zurückzuführen, der im Jahr zuvor infolge der Gas-krise deutlich angestiegen war. In GHD und Industrie stieg der Holzverbrauch hingegen weiter an bzw. blieb stabil.

Bei Privathaushalten wurde der Aufwärtstrend des Holzeinsatzes in den vergangenen Jahren unter anderem von der starken Zunahme an Pelletheizungen getragen. Im Jahr 2023 stieg der Verbrauch von Holzpellets jedoch nur noch um etwa 6 % auf 3,4 Mio. t an (2022: 3,2 Mio. t). Hintergrund ist, dass der Markt für Pelletfeuerungen nach drei Jahren mit hohen Wachstumsraten im Jahr 2023 deutlich

geschrumpft ist. Mit 35.000 wurden nur noch weniger als halb so viele Pelletzentralheizungen abgesetzt wie im Vorjahr (2022: 77.400). Bei Pelletöfen war der Rückgang ebenso deutlich von 46.000 auf 21.000. Der Gesamtbestand an Pelletfeuerungen wuchs damit noch um 6 % auf 722.000 Anlagen an [5].

Weniger Solarwärme

Nachdem im Vorjahr noch eine Belebung des Markts für Solarthermieranlagen zu verzeichnen war, brach dieser im Jahr 2023 sehr weitgehend ein. Mit 376.000 Quadratmetern wurden 47 % weniger Kollektorfläche neu installiert (2022: 709.000 Quadratmeter). Da gleichzeitig etwa genauso viele Altanlagen ihr Lebensende erreichten, blieb die insgesamt installierte Kollektorfläche mit 22,4 Mio. Quadratmetern auf dem Niveau des Vorjahres. Die Zahl

Tabelle 5: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in den Jahren 2022 und 2023

	Erneuerbare Energien 2022		Erneuerbare Energien 2023	
	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	85.229	7,3	66.411	6,1
biogene Festbrennstoffe (GHD) ²	19.925	1,7	21.472	2,0
biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³	25.589	2,2	24.991	2,3
biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴	6.470	0,6	6.664	0,6
biogene flüssige Brennstoffe ⁵	2.471	0,2	2.576	0,2
Biogas	15.632	1,3	15.003	1,4
Biomethan	4.797	0,4	5.017	0,5
Klärgas	2.322	0,2	2.311	0,2
Deponiegas	72	0,01	64	0,01
biogener Anteil des Abfalls ⁶	15.033	1,3	13.541	1,2
Solarthermie	9.733	0,8	9.126	0,8
tiefe Geothermie ⁷	1.822	0,2	1.797	0,2
oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁸	19.878	1,7	23.860	2,2
Summe	208.973	17,9	192.833	17,7

1 überwiegend Holz, einschl. Holzpellets und Holzkohle

2 GHD = Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor; zuzüglich des Brennstoffeinsatzes für Wärme in dezentralen KWK-Anlagen; inklusive Holzkohle und Klärschlamm

3 inklusive Klärschlamm

4 inklusive Klärschlamm; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke

5 inklusive Biodieselsverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär; inklusive beigemischten Bioethanols

6 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

7 inklusive 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, 2022: 1.168 TWh; 2023: 1.091 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

der Sonnenstunden war signifikant niedriger als im Vorjahr, weshalb die insgesamt bereitgestellte Solarwärme spürbar um 6 % auf 9,1 TWh zurückging (2022: 9,7 TWh). Solarthermie trug damit wie im Vorjahr 4,7 % zum gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien bei.

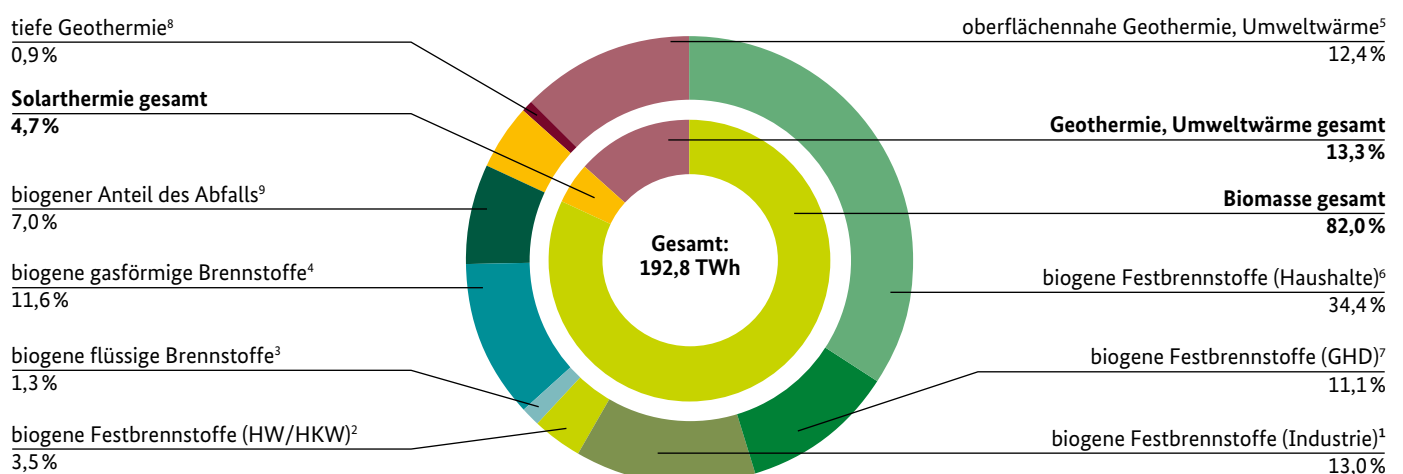
Wärmepumpenmarkt wächst weiter kräftig

Die Nachfrage nach (wassergeführten) Wärmepumpenheizungen hat weiter deutlich zugenommen. Ihr Absatz war bereits im Vorjahr deutlich gestiegen und erhöhte sich im Jahr 2023 nochmals um 51 % auf 356.000 neue Systeme (2022: 236.000). Der Anstieg ist dabei ausschließlich auf Luftwärmepumpen zurückzuführen, die Umweltwärme nutzbar machen. Hiervon wurden allein 330.000 neue Heizungssysteme abgesetzt (2022: 205.000), was über 90 % der gesamten Neuinstallationen ausmacht. Die Zahl neuer erd-/wassergekoppelter Systeme hingegen blieb mit 26.000 Systemen etwa auf Vorjahresniveau. Noch stärker als der Markt für Heizungswärmepumpen ist jener für Warmwasserwärmepumpen gewachsen. Mit 82.500 wurden 81 % mehr neue Systeme installiert als noch im Vorjahr (2022: 45.500).

Genau genommen kompensiert der Trend zur Wärmepumpe auch direkt den oben beschriebenen Rückgang bei der Solarwärme, weil der Einbau einer Heizungswärmepumpe häufig mit der Installation einer Photovoltaikanlage verknüpft wird. Photovoltaik hat damit indirekt auch die Funktion von Solarwärme, denn ein Teil der Wärme wird mittels Solarstrom erzeugt. In der Bilanzierung der erneuerbaren Energien wird dies jedoch unter Stromerzeugung verbucht.

Ende des Jahres 2023 waren damit in Deutschland insgesamt rund 2,1 Mio. Wärmepumpen in Betrieb, ein Viertel mehr als noch ein Jahr zuvor. Bei rund 1,7 Mio. davon handelte es sich um Heizungssysteme, die weiteren rund 0,4 Mio. waren Warmwasserwärmepumpen. Mit 23,9 TWh stellten Wärmepumpen im Jahr so auch 20 % mehr Wärme bereit als noch im Vorjahr (2022: 19,9 TWh). Einschließlich tiefegeothermischer und balneologischer Anlagen (Bäderbetriebe) trugen Geothermie und Umweltwärme im Jahr 2023 insgesamt 25,7 TWh zur Wärmeversorgung bei, 18 % mehr als noch im Vorjahr (2022: 21,7 TWh) und damit bereits 13,3 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien (2022: 10,4 %).

Abbildung 9: Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte im Jahr 2023



- inklusive Klärschlamm
- inklusive Klärschlamm; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke
- inklusive Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär, inklusive beigemischten Bioethanols
- Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas
- durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)
- überwiegend Holz, einschl. Holzpellets und Holzkohle
- GHD = Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor; zuzüglich des Brennstoffeinsatzes für Wärme in dezentralen KWK-Anlagen; inklusive Holzkohle und Klärschlamm
- inklusive balneologischer Anlagen
- biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

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 ⁵	EE-Anteil am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte ⁶
	(GWh) ⁷					(GWh) ⁷	(%)
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	10,5
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	13,6
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	14,7
2019	135.586	2.383	20.275	8.667	15.612	182.523	14,9
2020	130.610	3.217	21.028	9.014	16.989	180.858	15,0
2021	147.684	2.599	22.249	8.551	18.907	199.990	15,7
2022	152.246	2.471	22.823	9.733	21.700	208.973	17,9
2023	133.079	2.576	22.395	9.126	25.657	192.833	17,7

1 inklusive des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt), des Brennstoffeinsatzes für Wärme in dezentralen KWK-Anlagen, Klärschlamm und Holzkohle

2 inklusive Biodieselsverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär; inklusive beigemischten Bioethanols

3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

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

5 direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger, ohne Strom, inklusive Fernwärmeverbrauch

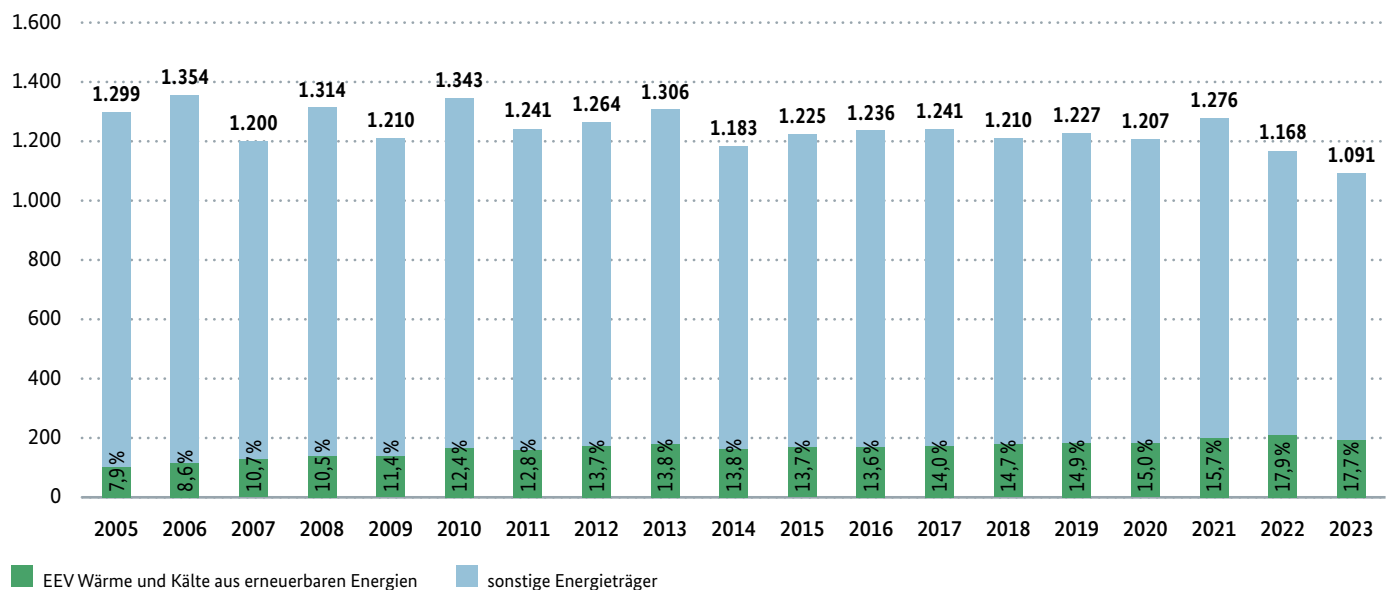
6 bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte 2023: 1.091 TWh ([3], Tabellenblatt 7)

7 1.000 GWh = 1 TWh

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 1,2 und 5), vorläufige Angaben

Abbildung 10: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte

in TWh

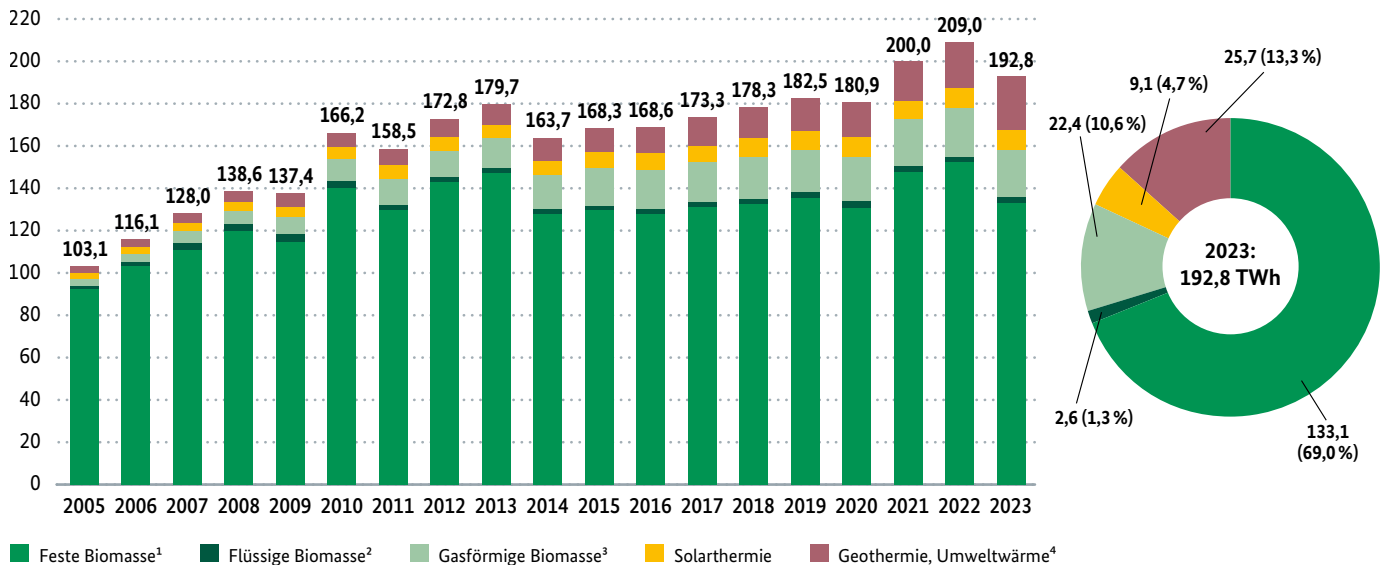


Zielwert: Gemäß EU-Richtlinie 2023/2413 (RED III) [2] Art. 23 Abs. 1 gibt es für MS spezifische verbindliche Steigerungsraten für den EE-Anteil Wärme ausgehend von 2020. Für Deutschland bedeutet das $15\% + 5 \cdot 0,8\% + 5 \cdot 1,1\% = 24,5\%$, also ein verbindliches Ziel von 24,5 % in 2030.

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 1 und 2), vorläufige Angaben

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

Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (TWh)



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 beigemischten Bioethanols

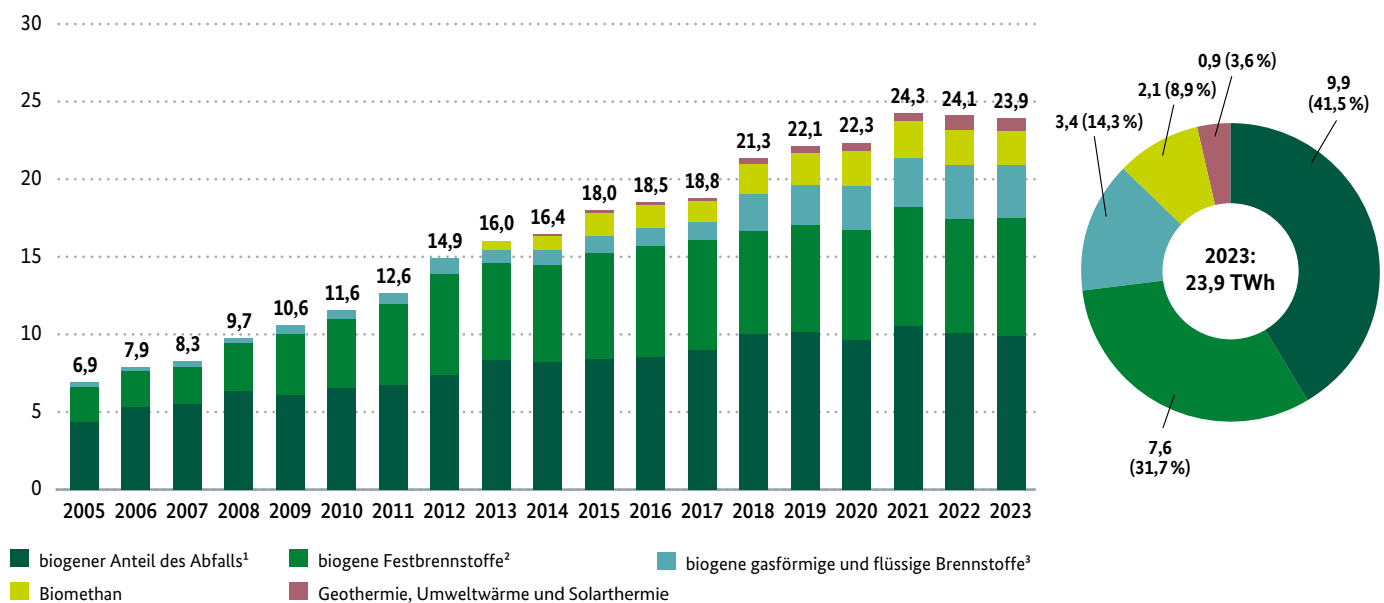
3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

4 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

Wärmeerzeugung (TWh)



Netzverluste unberücksichtigt; Angaben zu Netzverlusten siehe dazu AGEE-Stat-Zeitreihe ([3], Tabellenblatt 5.1)

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 inklusive Geothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Biomethan; ab 2013 separat ausgewiesen

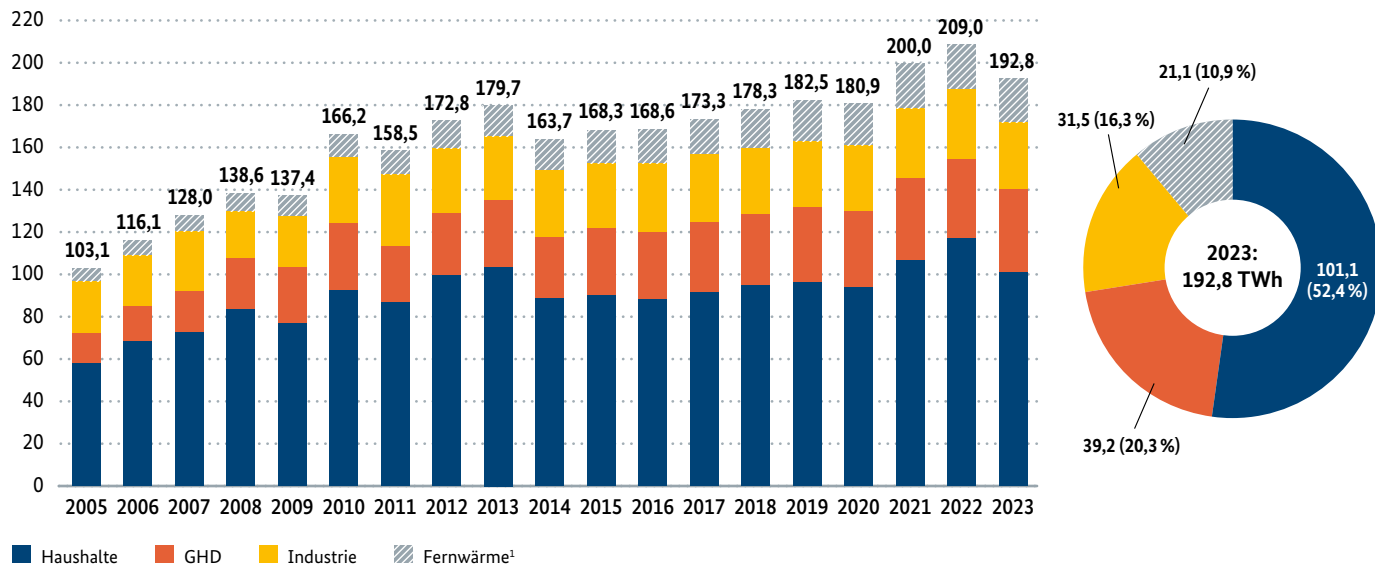
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.1), vorläufige Angaben

In den folgenden Abbildungen sind die Endenergieverbräuche erneuerbarer Energien

für Wärme und Kälte in den Sektoren Haushalte, GHD und Industrie dargestellt.

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

Endenergieverbrauch Wärme (TWh)

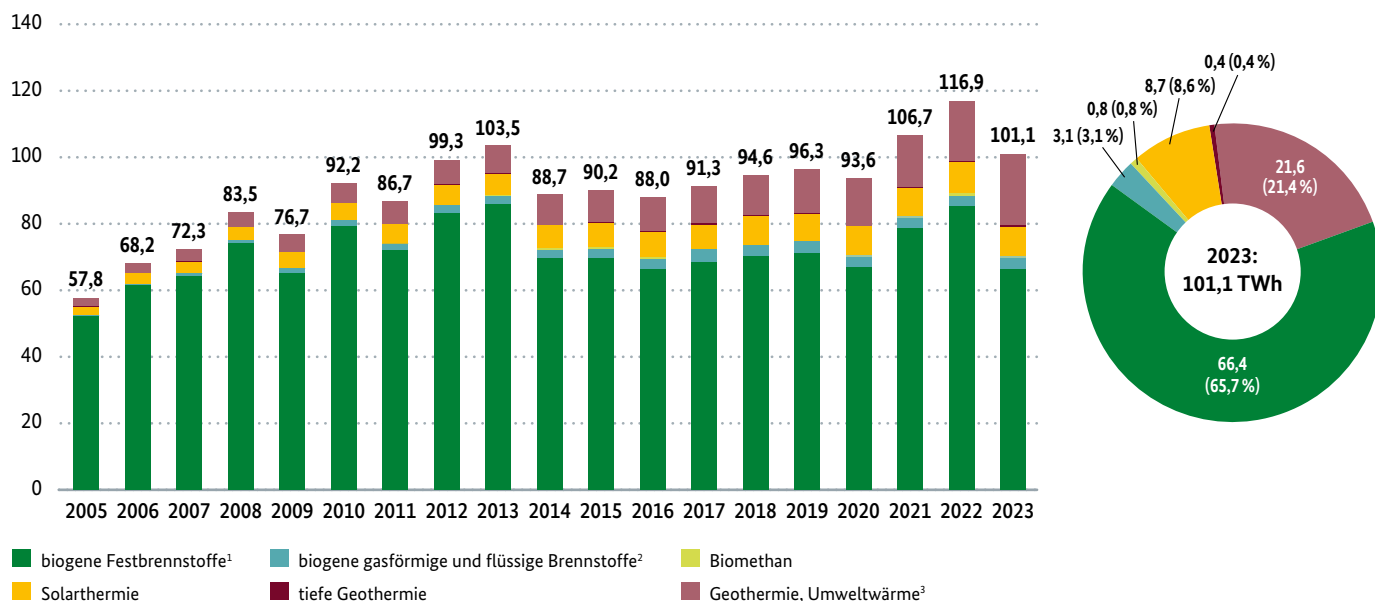


1 Der Anteil erneuerbarer Energien am Fernwärmeverbrauch kann den Bereichen Haushalte, GHD und Industrie statistisch nicht getrennt zugewiesen werden.

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 Haushalte

Endenergieverbrauch Wärme (TWh)



Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien im Sektor Haushalte in den Vorjahren siehe Quelle [3], Tabellenblatt 5.2.

1 inklusive Klärschlamm

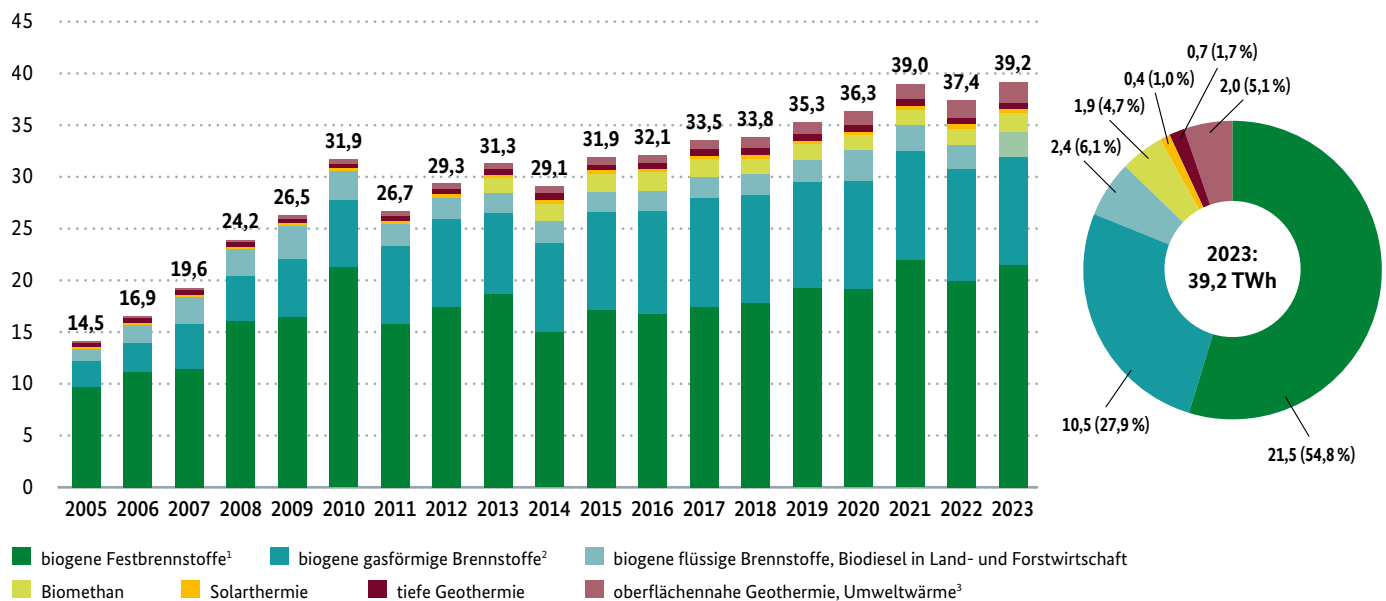
2 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Biomethan, Klärgas, Deponiegas und biogenem flüssigen Brennstoff; Biomethan ab 2013 separat ausgewiesen

3 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 Wärme (TWh)⁴



1 inklusive Klärschlamm

2 Summe gasförmiger Brennstoffe aus Biogas, Biomethan, Klärgas und Deponiegas; Biomethan ab 2013 separat ausgewiesen

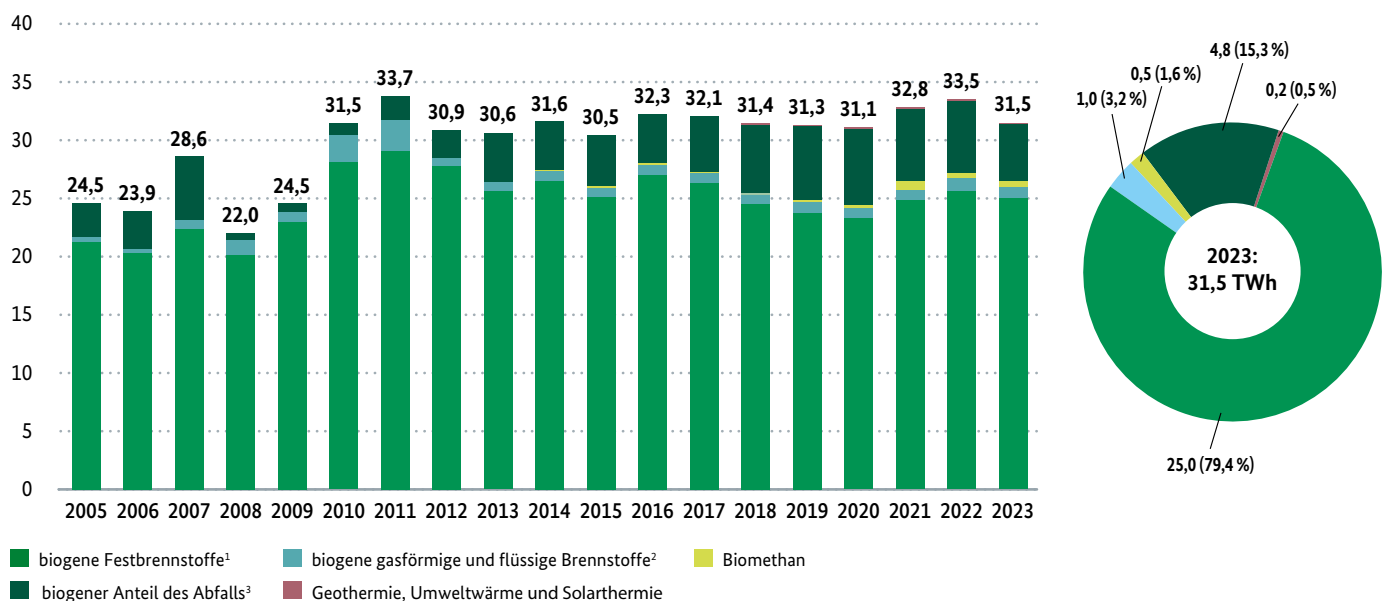
3 durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gas-Wärmepumpen)

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 Wärme (TWh)



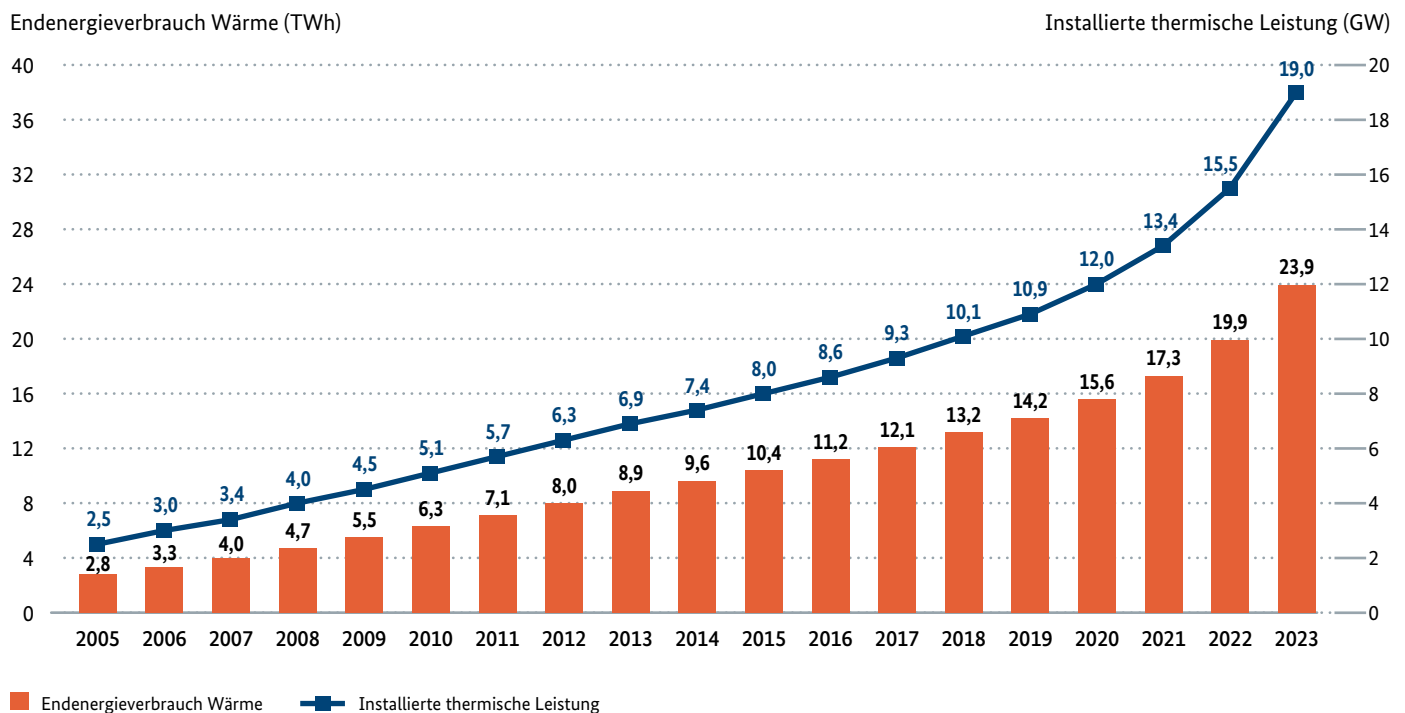
1 inklusive Klärschlamm

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

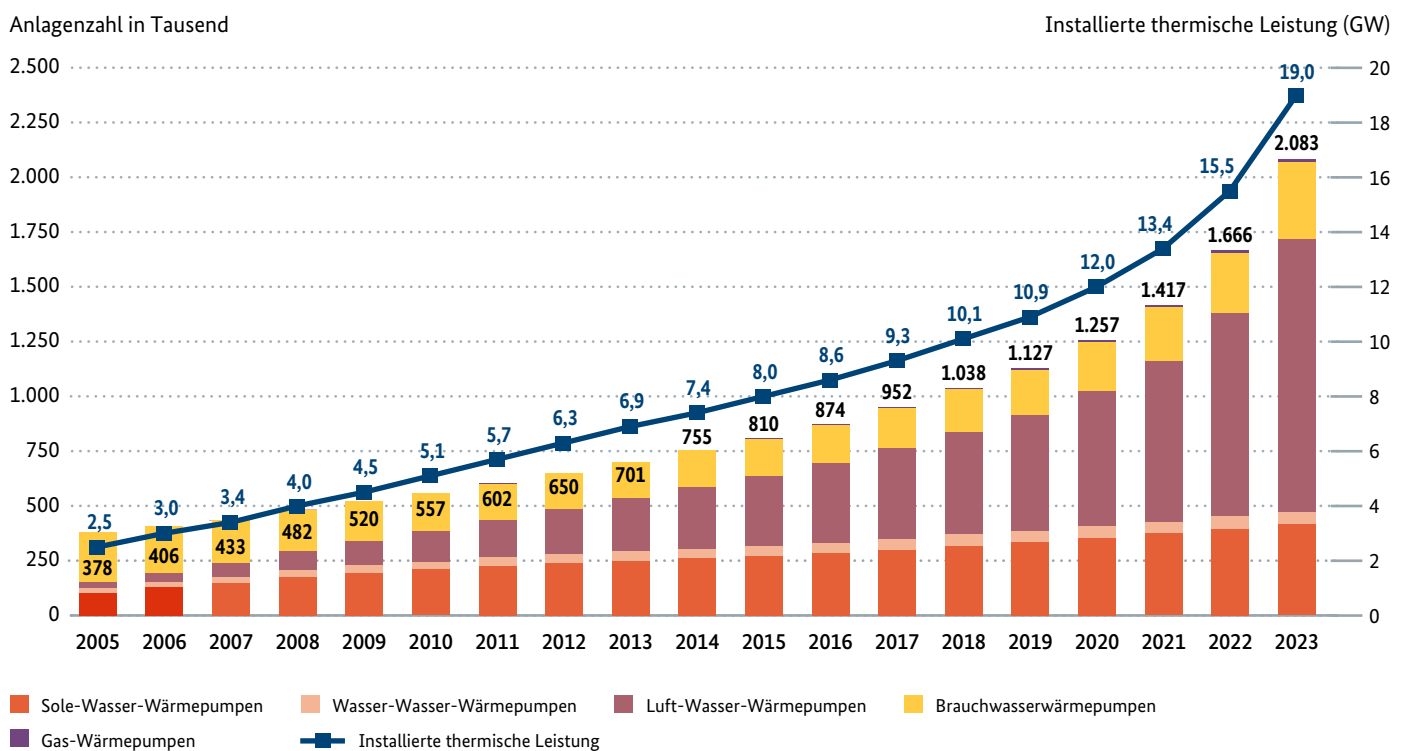
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 5.2), vorläufige Angaben

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



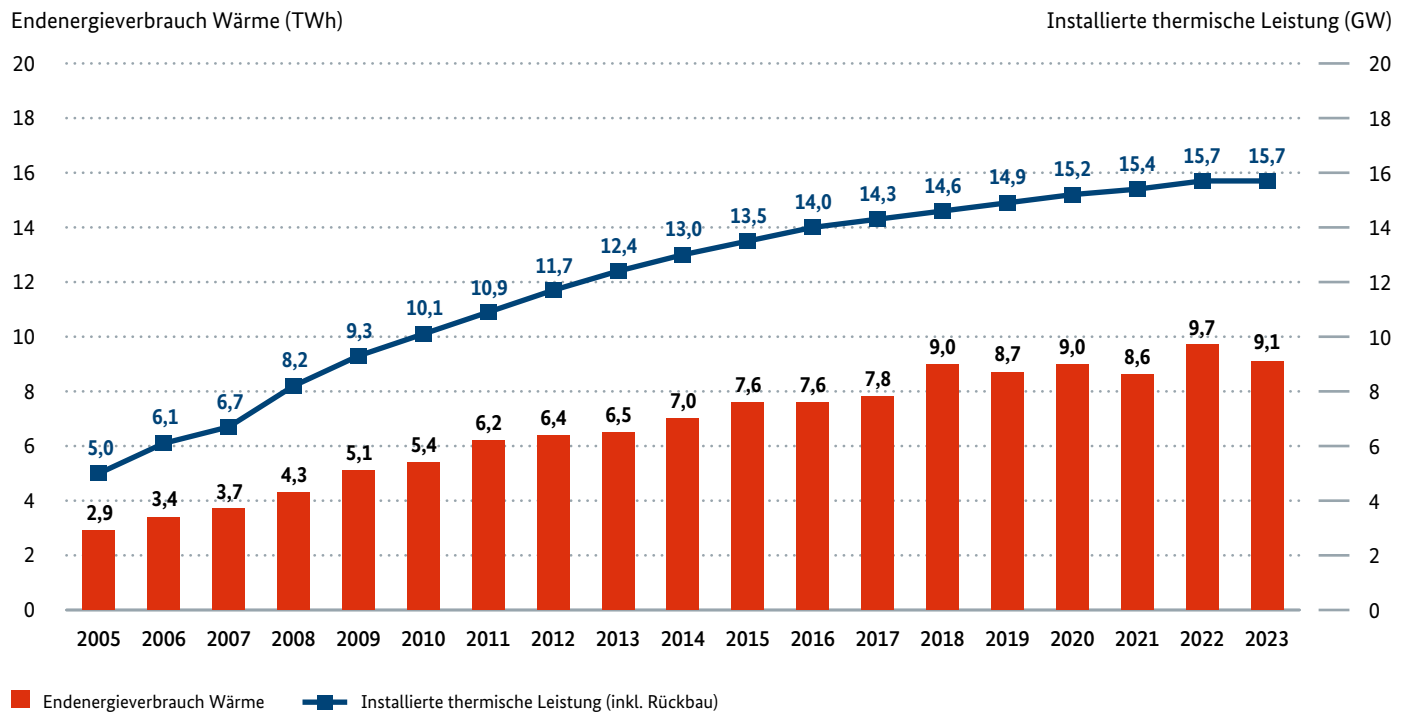
Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Abbildung 18: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes



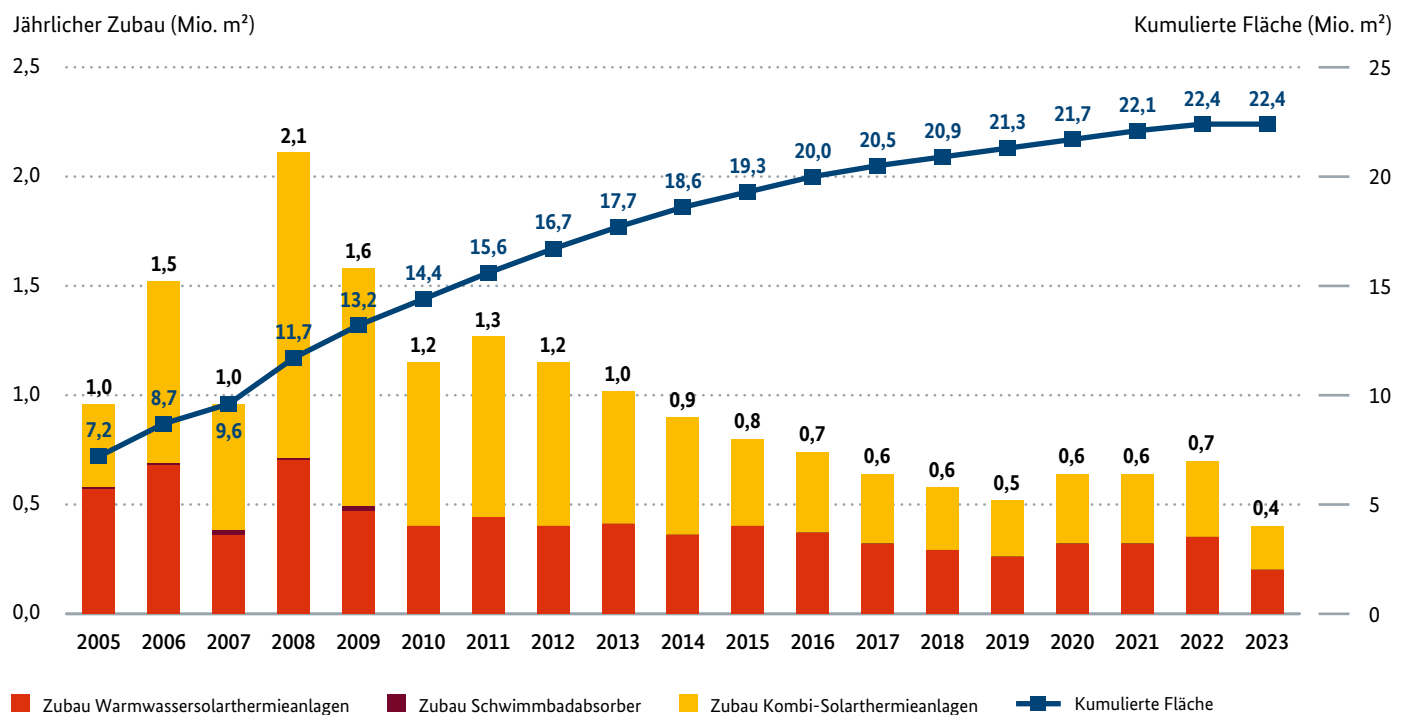
Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

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



Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Abbildung 20: Entwicklung des jährlichen Zubaus und der kumulierten Solarthermieranlagenfläche



Berücksichtigt sind Kombi-Solarthermieranlagen und solarthermische Brauchwassererwärmung sowie der Abbau von Altanlagen in allen Kategorien.

Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Tabelle 7: Solarwärme: Fläche und Leistung der Solarkollektoren

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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	22.395
kumulierte Leistung (MW)	5.010	10.063	13.513	13.975	14.339	14.642	14.879	15.180	15.440	15.690	15.677

Der Abbau von Altanlagen wurde berücksichtigt.

Quellen: BMWK auf Basis AGEE-Stat

Verkehr

Absatz von Biokraftstoffen steigt leicht an

Der Absatz von Biokraftstoffen ist im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr um gut 4 % auf insgesamt 3,8 Mio. t angestiegen (2022: 3,64 Mio. t). Dabei wurden sowohl mehr Biodiesel (plus 3 % auf 2,45 Mio. t) als auch mehr Bioethanol (plus 5 % auf 1,24 Mio. t) abgesetzt. Der Einsatz von Biomethan im Verkehr erhöhte sich sogar um rund ein Drittel auf 1.449 GWh (2022: 1.061 GWh). In der Summe deckten Biokraftstoffe damit 6,1 % des gesamten Endenergieverbrauchs im Verkehr.

Zahl der Elektroautos weiter gestiegen

Weiter vorangeschritten ist im Jahr 2023 die Elektrifizierung des Verkehrs und mit ihr auch die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien. Letzteres ist zwar zum einen auf einen gestiegenen Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix zurückzuführen, zum anderen aber auch auf die weiter angestiegene Zahl elektrisch angetriebener Pkw. Im Jahr 2023 wurden laut Kraftfahrtbundesamt rund 700.000 Pkw mit Elektroantrieb (batterieelektrisch oder Plug-in-Hybrid) neu zugelassen, 19 %

weniger als noch ein Jahr zuvor (2022: 833.000). Dies ist jedoch auf den Marktrückgang bei Plug-in-Hybriden zurückzuführen, denn die Zahl neu zugelassener Pkw mit rein batterieelektrischem Antrieb stieg um gut 11 % auf mehr als 524.000 (2022: 471.000). Der Anteil rein batterieelektrischer Pkw an den Gesamtzulassungen lag wie im Vorjahr bei rund 18 %.

Der Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich ist folglich im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr kräftig um 23 % auf 8,0 TWh angestiegen (2022: 6,5 TWh). Nach wie vor macht zwar der Schienenverkehr den größten Teil davon aus, der Anteil des Straßenverkehrs wächst jedoch stetig und macht inzwischen gut ein Viertel aus.

Biokraftstoffe und Strom aus erneuerbaren Energien zusammen trugen im Jahr 2023 44,4 TWh zum Energieverbrauch des Verkehrs bei, knapp 8 % mehr als im Vorjahr (2022: 41,2 TWh). Da der gesamte Endenergieverbrauch des Verkehrs gegenüber dem Vorjahr leicht auf 589,9 TWh gesunken ist (2022: 596,6 TWh), stieg der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs spürbar von 6,9 auf 7,5 %.

Tabelle 8: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor in den Jahren 2022 und 2023

	Erneuerbare Energien 2022		Erneuerbare Energien 2023	
	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ⁴	Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁵ (%)	Endenergieverbrauch Verkehr (GWh) ⁴	Anteil am Endenergieverbrauch Verkehr ⁵ (%)
Biodiesel ¹	24.942	4,2	25.700	4,4
Pflanzenöl	31	0,005	31	0,005
Bioethanol	8.692	1,5	9.142	1,5
Biomethan ²	1.061	0,2	1.449	0,2
EE-Stromverbrauch im Verkehr ³	6.523	1,1	8.041	1,4
Summe	41.249	6,9	44.363	7,5

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

² auf Heizwertbasis, ab 2023 inkl. Bio-LNG

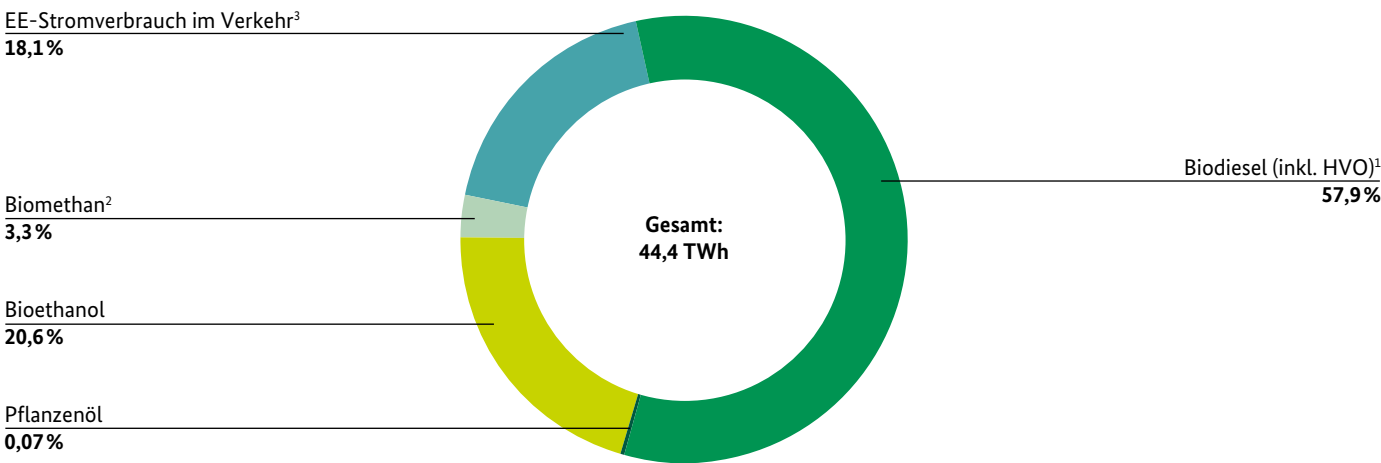
³ berechnet aus dem Gesamtstromverbrauch im Verkehr nach AGEBA [6] und dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch nach AGEE-Stat ([3], Tabelle 3)

⁴ 1.000 GWh = 1 TWh

⁵ bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2022: 596,6 TWh; 2023: 589,9 TWh, berechnet auf Basis AGEBA [6] 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 2023



1 Verbrauch von Biodiesel (inklusive HVO) im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)
2 auf Heizwertbasis, ab 2023 inkl. Bio-LNG
3 berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 6), vorläufige Angaben

Anmerkung:
Die Anteile der einzelnen erneuerbaren Energieträger am Energiemix im Verkehr spiegeln nicht notwendigerweise auch ihren jeweiligen Anteil an der „erneuerbar“ erbrachten Verkehrsleistung wider. So ermöglicht beispielsweise der Einsatz einer Energieeinheit Strom mehr Kilometer Mobilität als die äquivalente Energiemenge Biokraftstoffe. Das liegt daran, dass Elektromotoren sehr energieeffizient sind, während die Nutzung von Biokraftstoffen in Verbrennungsmotoren erheblich weniger effizient ist. Der Anteil der EE am Energiemix entspricht daher nicht dem Anteil der auf erneuerbaren Energien basierenden Verkehrsleistung. Dieser Hinweis ist wichtig, denn das Ziel besteht darin, möglichst viel Mobilität auf erneuerbarer Basis zu erreichen.

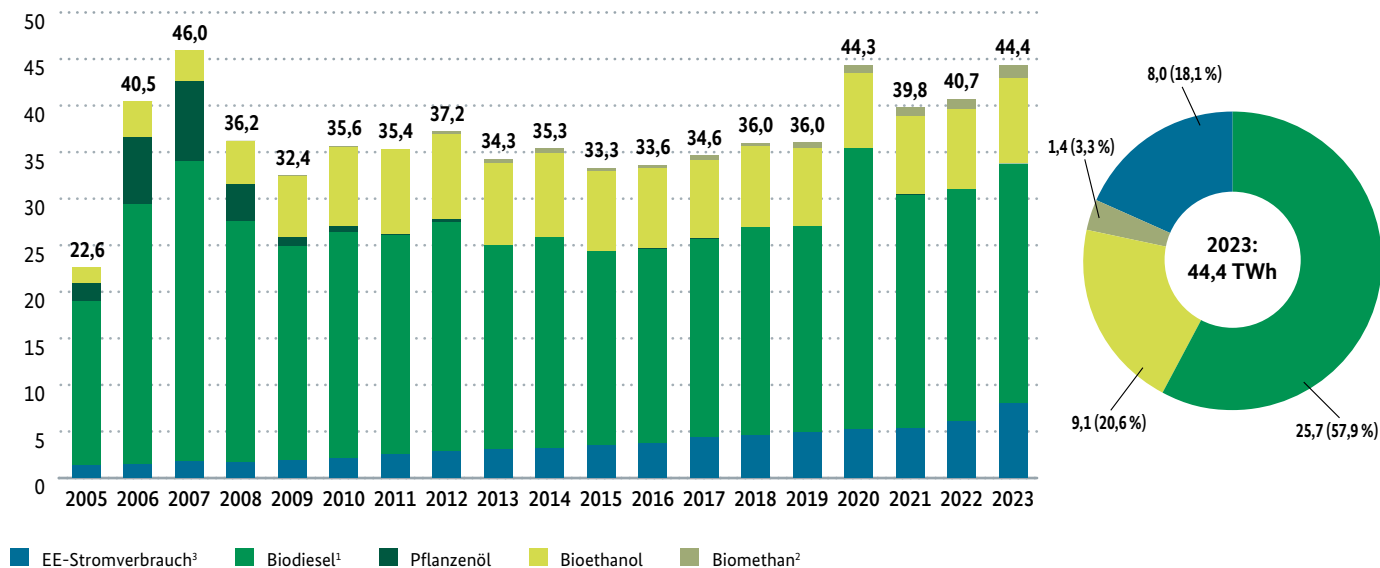
Tabelle 9: Endenergieverbrauch Verkehr aus erneuerbaren Energien

	Biodiesel ¹	Pflanzenöl	Bioethanol	Biomethan ²	EE-Stromverbrauch ³	Summe EE Verkehr ³	Anteil EE am Endenergieverbrauch Verkehr ⁴
	(GWh) ⁵					(GWh) ⁵	(%)
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
2021	24.942	31	8.692	1.061	6.523	41.249	6,9
2022	25.700	31	9.142	1.449	8.041	44.363	7,5

1 Verbrauch von Biodiesel (inklusive HVO) im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)
2 auf Heizwertbasis, ab 2023 inkl. Bio-LNG
3 berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres
4 bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr 2023: 589,9TWh, berechnet auf Basis AGEB [6] und AGEE-Stat, ohne Energieverbrauch für internationalen Luftverkehr
5 1.000 GWh = 1 TWh
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 1,2 und 6), vorläufige Angaben

Abbildung 22: Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

Endenergieverbrauch Verkehr in TWh



■ EE-Stromverbrauch³ ■ Biodiesel¹ ■ Pflanzenöl ■ Bioethanol ■ Biomethan²

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

2 auf Heizwertbasis, ab 2023 inkl. Bio-LNG

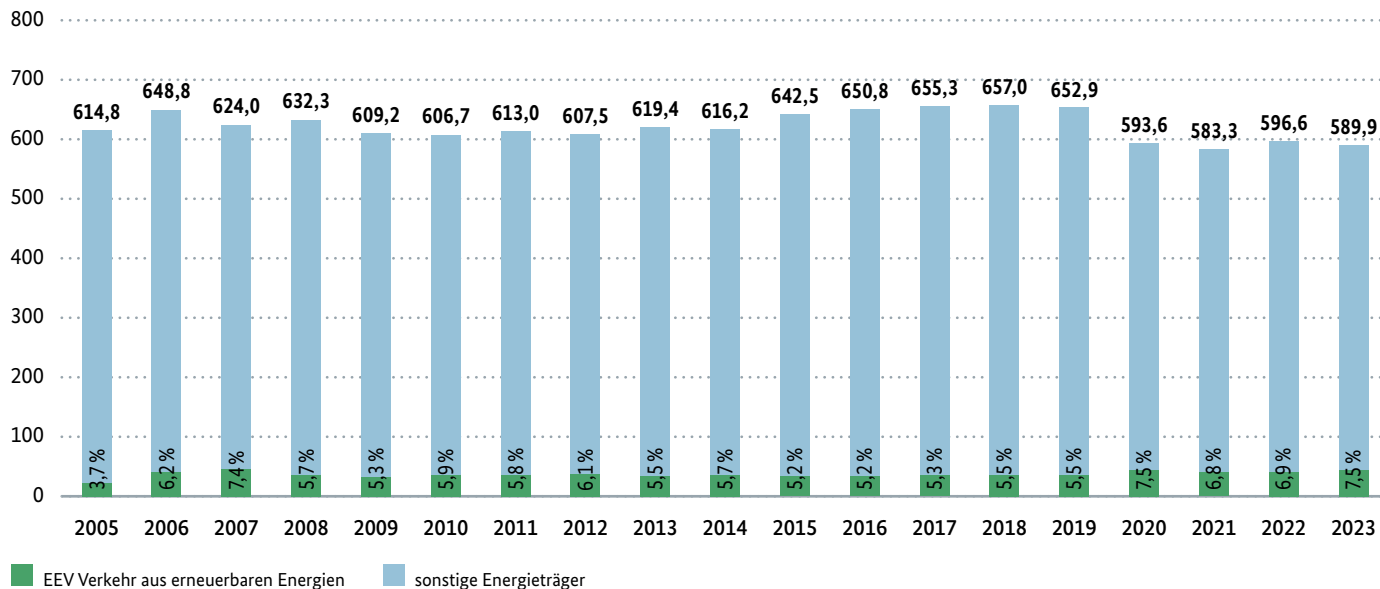
3 berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres

Endenergieverbrauch Verkehr der einzelnen Technologien in den Vorjahren und Pflanzenöl 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 TWh



■ EEV Verkehr aus erneuerbaren Energien ■ sonstige Energieträger

Nach EU-Richtlinie 2023/2413 (RED III) [2] ist für das Jahr 2030 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor von 14% vorgegeben. 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], Tabellenblätter 2 und 7), vorläufige Angaben

Tabelle 10: Verbrauch von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(1.000 Tonnen)											
Biodiesel ¹	1.720	2.361	1.998	2.005	2.073	2.169	2.145	2.805	2.378	2.377	2.450
Pflanzenöl	175	55	1	3	3	1	2	2	2	3	3
Bioethanol	238	1.158	1.165	1.167	1.148	1.178	1.133	1.087	1.141	1.179	1.240
Biomethan ²	0	6	25	28	33	29	49	65	71	78	107
Gesamt	2.133	3.580	3.189	3.203	3.257	3.377	3.329	3.959	3.592	3.637	3.800

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

2 auf Heizwertbasis, ab 2023 inkl. Bio-LNG

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

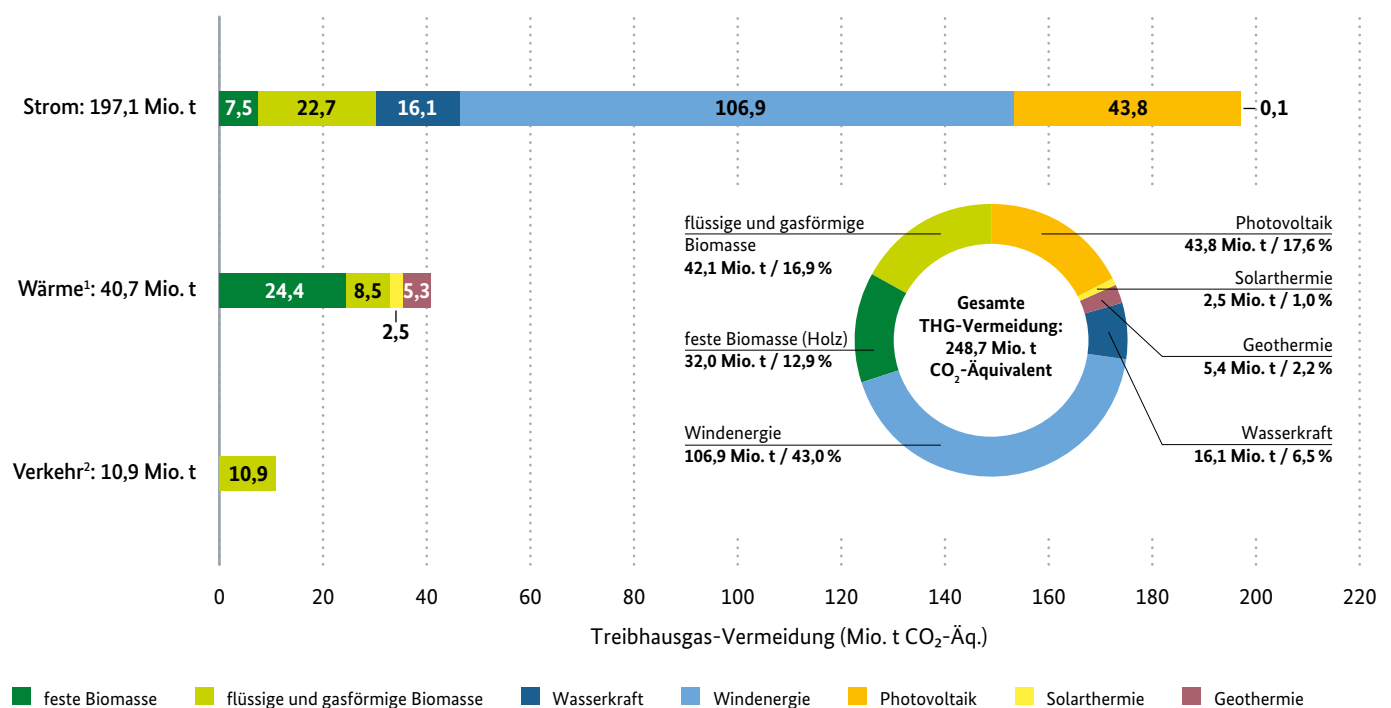
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich dazu bei, die Klimaschutzziele zu erreichen. Im Jahr 2023 wurden Treibhausgasemissionen von insgesamt knapp 249 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden. Dabei wurden wiederum die

meisten Treibhausgasemissionen durch die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen vermieden (107 Mio. t CO₂-Äquivalente). Auf den gesamten Stromsektor entfielen über 197 Mio. t. Im Wärmebereich wurden etwa 41 Mio. t und durch den Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor rechnerisch etwa 11 Mio. t CO₂-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 24).

Abbildung 24: Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2023

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 2022 sowie den fossilen Basiswerten gemäß § 3 und § 10 der 38. BImSchV

Quelle: UBA [7] 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 der europäischen Stromerzeugung 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.

Grundlage und Rahmen der Berechnung der Emissionsvermeidung bildet die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (Richtlinie (EU) 2018/2001, 2018), an der sich auch die Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnungen (z. B. § 5 BioSt-NachV [8]) ausrichten. Somit wird der direkte Verbrennungsprozess von fester Biomasse als CO₂-neutral angenommen. Zudem sind bei der energetischen Nutzung von Biomasse die Art und Herkunft der verwendeten

Rohstoffe ausschlaggebend für die Emissionsbilanz. Für die Bilanz wurde zudem der Lebensweg ökobilanziell modelliert [7]. 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 Biokraftstoffe liegen die im Zuge der Treibhausgasminderungsquote (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 [9], 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 Umweltbundesamt (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.

2 Eine ausführliche Dokumentation der methodischen Grundlagen der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energieträger ist der Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen 2022“ [7] zu entnehmen.

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.

Tabelle 11: Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich im Jahr 2023

		EE-Stromerzeugung gesamt: 273.231 GWh		EE-Wärmeverbrauch gesamt: 192.833 GWh ⁵		EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 36.322 GWh ^{6,7}		Gesamter EE-Verbrauch
Treibhausgas/Luftschadstoff		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	190.332	215	41.140	309	11.214	242.685
	CH ₄	0,84	229,3	-0,04	-7,07	-0,11	-3,98	218
	N ₂ O	-0,02	-4,4	-0,01	-2,7	-0,04	-1,56	-9
	CO ₂ -Äquivalent	722	197.145	212	40.679	300	10.888	248.711
Versauerung ²	SO ₂	0,22	60,4	0,01	2,9	-0,12	-4,28	59
	NO _x	0,47	128,7	-0,17	-33,1	0,44	15,89	112
	SO ₂ -Äquivalent	0,54	148,8	-0,11	-20,2	0,19	6,75	135
Ozon ³ Staub ⁴	CO	-0,32	-87,3	-1,77	-338,7	0,94	34,32	-392
	NM VOC	0,03	7,7	-0,15	-29	0,19	6,89	-14
	Staub	0,005	1,4	-0,08	-14,7	-0,01	-0,51	-14

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

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

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

4 Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

5 ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

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

7 auf Basis der Daten der BLE

Quelle: UBA [7] 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 2023 sowie im Zeitraum 2010

bis 2023. 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 2023

	Braunkohle	Steinkohle	Erdgas	Mineralöl aufgeteilt nach:			Gesamt
				Heizöl	Dieselmkraftstoff	Ottokraftstoff	
	Primärenergie (TWh)						
Strom	85,4	415,5	118,6				619,5
Wärme	15,2	17,4	88,8	58,4	1,9		181,7
Verkehr			1,2		23,1	10,0	34,3
Gesamt	100,6	432,9	208,6	58,4	25,0	10,0	835,5
	Primärenergie (PJ)						
Gesamt	362,2	1.558,4	750,9	210,4	90,0	35,9	3.007,6
das entspricht¹	39,6²	56,2³	21.342	5.920	2.532	1.102	
	Mio. t	Mio. t	Mio. m³	Mio. Liter	Mio. Liter	Mio. Liter	

Die Berechnung der Einsparung fossiler Energieträger erfolgt analog der Emissionsbilanzierung, siehe UBA [7].

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

2 darunter circa 39,45 Mio. t Braunkohle, unter 0,01 Mio. t Braunkohlebriketts und circa 0,13 Mio. t Staubkohlen

3 darunter circa 56,13 Mio. t Steinkohle und circa 0,04 Mio. t Steinkohlekoks

Quelle: UBA [7] auf Basis dort zitierter Quellen, vorläufige Angaben

Tabelle 13: Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Strom	Wärme	Verkehr	Gesamt
Primärenergie (TWh)				
2010	274,8	114,6	18,6	407,9
2011	274,8	114,6	18,6	407,9
2012	305,1	123,1	22,0	450,2
2013	323,1	127,3	20,9	471,3
2014	356,7	119,1	21,4	497,3
2015	431,5	147,2	20,0	598,6
2016	429,4	149,2	24,5	603,0
2017	478,9	156,1	27,0	662,0
2018	495,5	159,6	27,8	683,0
2019	554,9	162,4	26,4	743,8
2020	573,7	163,1	35,6	772,4
2021	538,0	181,9	30,8	750,8
2022	577,9	193,1	32,8	803,7
2023	619,5	181,7	34,3	835,5

Quelle: UBA [7] auf Basis dort zitierter Quellen, teilweise vorläufige Angaben

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die Förderung erneuerbarer Energien

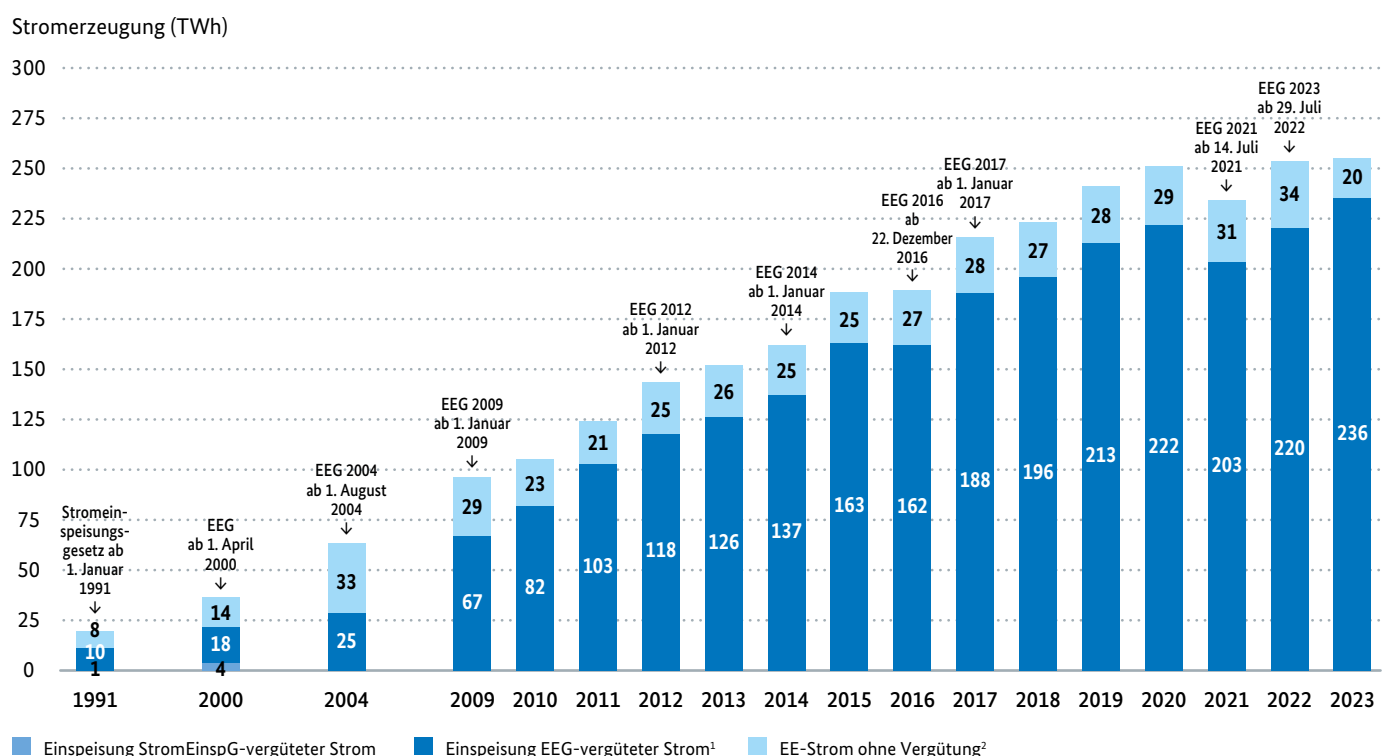
Die Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland zeigt, dass insbesondere im Strombereich in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erreicht wurden. Der zentrale Baustein für diese Erfolge ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Seit dessen Einführung im Jahr 2000 ist der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Deutschland kontinuierlich gestiegen. Lag er anfangs noch bei rund 6 %, stammte im Jahr 2023 bereits über die Hälfte des Stromverbrauchs in Deutschland aus erneuerbaren Energien. Mit dem EEG 2023 [1] wurde gesetzlich festgelegt, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf mindestens 80 % gesteigert werden soll; bis 2035 soll unser Stromsystem schließlich nahezu klimaneutral sein.

Wie wichtig das EEG für die Refinanzierung von Investitionen in erneuerbare Energien ist, zeigt sich

darin, dass die über das EEG vergüteten Strommengen bei der gesamten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach wie vor überwiegen und erneuerbare Strommengen außerhalb des EEG mit etwa 13 % noch immer nur einen kleinen Teil ausmachen. Abbildung 27 zeigt dies über den Zeitverlauf.

Das EEG hat maßgeblich dazu beigetragen, dass Deutschland zu einem der weltweit führenden Länder bei der Nutzung von Wind- und Solarenergie geworden ist. Seit seiner Einführung wurde das Gesetz stetig weiterentwickelt. Die jüngste Novelle, das EEG 2023 [1], war Teil eines der größten energiepolitischen Gesetzespakete der vergangenen Jahre, mit dem die Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien als Schlüsselfaktor für die Erreichung unserer Klimaschutzziele deutlich verbessert wurden. Flankiert wurde die Novelle durch weitere Maßnahmen wie die Umsetzung der EU-Notfallverordnung zur Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien, die Wind-an-Land-Strategie, die PV-Strategie und schließlich das Solarpaket I.

Abbildung 25: 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 inklusive biogener Anteil des Abfalls) sowie Einspeisung und Eigenerzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie ohne EEG-Vergütungsanspruch

Quelle: BMWK, auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB [11])

Die Verbesserung der Rahmenbedingungen in den vergangenen zweieinhalb Jahren zeigt Wirkung. Der Bau von Solar- und Windenergieanlagen hat an Dynamik gewonnen, der Netzausbau macht deutliche Fortschritte und die Treibhausgasemissionen aus der Stromerzeugung sinken. Für eine anhaltende Dynamik ist vor allem die Vereinfachung von Genehmigungsverfahren unerlässlich. Die Bundesregierung hat deshalb erneuerbare Energien und Stromnetze seit dem Jahr 2023 in das überragende öffentliche Interesse gestellt und als der öffentlichen Sicherheit dienend definiert. Einheitliche Standards für den Artenschutz verkürzen Prüfungen und erhöhen die Rechtssicherheit, die so genannten Beschleunigungsgebiete erleichtern den Ausbau der Windenergie.

Ausbau der Windenergie

Auf dem Weg zum klimaneutralen Stromsystem zeichnen EEG und das Windenergie-auf-See-Gesetz den notwendigen Ausbau der Windenergie vor, siehe Tabelle 14.

Windenergieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 61 GW an Land sowie mit 8,5 GW in Nord- und Ostsee sorgten im Jahr 2023 für einen Anteil von 27 % am gesamten Bruttostromverbrauch.

Windenergie an Land

Mit einem Anteil von 22 % am Bruttostromverbrauch war die Windenergie an Land im Jahr 2023 Deutschlands wichtigste Stromquelle. Ihre Bedeutung soll aber zukünftig noch weiter zunehmen. Mit seiner [Wind-an-Land-Strategie](#) hat das BMWK deshalb im Jahr 2023 insgesamt 12 Maßnahmenpakete auf den Weg gebracht, die sowohl energiewirt-

schaftliche als auch planungs- und genehmigungsrechtliche Aspekte umfassen und die Ausbauziele sicherstellen sollen. In der Folge sind die Neuinstallationen zuletzt wieder deutlich auf 3,6 GW im Jahr 2023 angestiegen. Wegen der Realisierungsdauer ist die Beschleunigung aber noch besser an der Zahl der Genehmigungen ersichtlich. Mit 8 GW wurden im Jahr 2023 so viele Windkraftanlagen genehmigt wie seit 2016 nicht mehr.

Es gibt weiterhin starke regionale Unterschiede beim Ausbau der Windenergie an Land. Während einige Bundesländer große Fortschritte verzeichnen, gibt es in anderen noch erheblichen Nachholbedarf. Mit dem [WindBG](#) ist dafür gesorgt, dass alle Bundesländer ihren Beitrag zur Zielerreichung leisten müssen. Der Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern kommt daher eine entscheidende Bedeutung zu, der mit der Gründung des Bundesländer-Kooperationsausschusses Rechnung getragen wurde.

Im Rahmen des Solarpakets I (siehe unten) werden Windenergieeignungsgebiete als so genannte Beschleunigungsgebiete nach RED III anerkannt. Zudem wurde die EU-Notfallverordnung verlängert, nach der Genehmigungsverfahren vereinfacht werden. Beide Maßnahmen haben unmittelbar beschleunigende Wirkung auf den Windenergieausbau.

Windenergie auf See

Im Jahr 2023 stammten 5 % des Stroms aus Offshore-Windenergie bei einer installierten Leistung von insgesamt 8,5 GW. Zusätzlich wurden in den in 2023 durchgeführten Auktionen Offshore-Windkraftprojekte mit einer Gesamtleistung von 8,8 GW bezuschlagt – also mehr als die bisher installierte Kapazität. Dies zeigt eine deutliche

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

	2022	2024	2026	2028	2030	2035	2040
	Status quo	Ausbaupfad					
	Installierte Leistung in GW						
Ausbaupfad Windenergie an Land	61	69	84	99	115	157	160
Ausbaupfad Windenergie auf See	8,5				30	40	70

Quelle: EEG 2023 [1]

Zunahme der Dynamik. Gleichzeitig wurden neu aufgetretene Hemmnisse, wie Materialengpässe bei Konverter-Plattformen, aktiv angegangen. Die im November 2022 zwischen dem BMWK, den Ländern und den Übertragungsnetzbetreibern abgeschlossene Offshore-Realisierungsvereinbarung hat zudem die notwendige langfristige Planungssicherheit geschaffen. Der Wind-Offshore-Ausbau ist damit auf einem guten Weg und die Ausbauziele können – ggf. mit leichten zeitlichen Verschiebungen, wie sie bei solchen Großprojekten immer vorkommen können – erreicht werden.

Ausbau der Photovoltaik

Mit einem Anteil von 12 % am Bruttostromverbrauch war die Photovoltaik im Jahr 2023 die zweitwichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien und hat sich zudem durch einen starken Aufwärtstrend ausgezeichnet. Mit rund 15,1 GW wurde mehr Photovoltaikleistung zugebaut als jemals zuvor in einem Jahr. Damit sind wir auf gutem Weg, auf den Zielpfad einzuschwenken, den das EEG 2023 [1] für die Photovoltaik vorgibt (siehe Tabelle 15). Bis zum Jahr 2030 ist ein jährlicher Zubau von bis zu 22 GW notwendig.

Mit dem [Solarpaket I](#) setzt die Bundesregierung wesentliche Teile ihrer Photovoltaik-Strategie um und hat wichtige Weichen für die Förderung der Photovoltaik in ihrer gesamten Spannbreite vom kleinen Balkonkraftwerk über größere gebäudegebundene Anlagen bis hin zu großen Freiflächenanlagen gestellt. Es widmet sich zudem auch damit verbundenen Themen wie Stromspeichern und -netzen, siehe dazu die folgenden Abschnitte.

PV auf Gebäuden

Die Nutzung von Photovoltaik auf Gebäuden soll zentrale Säule des Photovoltaikausbaus bleiben

und wird mit einem Maßnahmenbündel weiter gestärkt. Da der Ausbau auf kleinen Privatdächern im Jahr 2023 bereits boomte, soll insbesondere das Potenzial größerer Dächer im Gewerbe noch effektiver erschlossen werden. Hierfür werden die Förderung für Anlagen ab 40 kW, die je nach Vermarktungs- und Nutzungsart zwischen 5,74 und 11,19 ct/kWh lag, um 1,5 ct/kWh angehoben und die jährlichen Ausschreibungsmengen für große Dachanlagen ab 2026 auf 2,3 GW erhöht. Zur Unterstützung des Wettbewerbs wird im Gegenzug die Größengrenze zur verpflichtenden Teilnahme an den Ausschreibungen auf 750 kW gesenkt. Betreiber von Anlagen unter 200 kW (400 kW bis Ende 2025) unterliegen zukünftig nicht mehr zwingend der Direktvermarktung, sondern können ihre Überschussmengen auch unentgeltlich an den Netzbetreiber abgeben. Ein Teil dieser Änderungen bedarf noch der beihilferechtlichen Genehmigung durch die Europäische Kommission.

Zur Förderung der PV im Bereich von Wohngebäudeanlagen wird ein neues Modell der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung eingeführt, mit dem die Weitergabe von PV-Strom an Mieterinnen und Mieter und Wohnungseigentümerinnen und Wohnungseigentümer entbürokratisiert wird, indem hierfür Lieferantenverpflichtungen weitgehend entfallen. Eine weitergehende Förderung der so weitergegebenen Strommengen erübrigt sich dadurch; eingespeiste Überschüsse werden wie gewohnt nach dem EEG vergütet. Balkonkraftwerke müssen nur noch in einem vereinfachten Verfahren im Marktstammdatenregister angemeldet werden, die Pflicht zur Anmeldung beim Netzbetreiber entfällt.

Weitere Maßnahmen zur Entbürokratisierung betreffen die Vereinfachung der Direktvermarktung bei kleinen Anlagen bis 25 kW, die Erweiterung der Förderung von Anlagen auf Gebäuden im planerischen Außenbereich und den Weiterbetrieb von Altanlagen nach Förderende.

Tabelle 15: Status quo und Ausbaupfad von Solarenergie nach EEG 2023

	2022	2024	2026	2028	2030	2035	2040
	Status quo	Ausbaupfad					
	Installierte Leistung in GW						
Ausbaupfad Photovoltaik	83	88	128	172	215	309	400

Quelle: EEG 2023 [1]

PV-Freiflächenanlagen

Mit dem Solarpaket I werden auch dem PV-Ausbau in Freiflächenanlagen neue Impulse gegeben. Die zulässige Gebotsmenge in den Ausschreibungen wird von 20 GW auf 50 GW erhöht und zudem die Flächenkulisse ausgeweitet, indem so genannte benachteiligte Gebiete grundsätzlich für Freiflächenanlagen geöffnet werden. Im Detail erhalten die Bundesländer allerdings Regelungsmöglichkeiten zur Flächenbegrenzung. Für alle geförderten Freiflächenanlagen gelten zukünftig naturschutzfachliche Mindestkriterien. Um dies gut umsetzbar zu gestalten, dürfen Betreiber aus fünf solcher Kriterien drei auswählen. Das BMWK hat zu den naturschutzfachlichen Mindestkriterien einen Leitfaden veröffentlicht. Um die Mehrfachnutzung von Flächen zu fördern, wird in den Ausschreibungen ein eigenes Untersegment für so genannte besondere Solaranlagen (Agri, Moor-, Parkplatz- oder Floating-PV-Anlagen) mit einem eigenen Höchstwert von 9,5 ct/kWh eingeführt. Zur Vermeidung von Flächenkonflikten wurde explizit geregelt, dass mindestens die Hälfte des gesamten PV-Zubaus gebäudegebunden erfolgen soll und der Zubau von PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Flächen auf 80 GW bis 2030 beschränkt wird.

Alle Details des Solarpakets I sind in dem Papier „Solarpaket im Überblick“ des BMWK zu finden.

Weiterer Ausbau der Biomassenutzung

Das EEG 2023 [1] konzentriert die Förderung von Biomasse für die Stromerzeugung stärker auf hochflexible Spitzenlastkraftwerke. Damit soll die Bioenergie ihre Stärke als speicherbarer Energieträger stärker systemdienlich ausspielen können. Das Ziel ist eine installierte Leistung von Biomasseverstromungsanlagen von 8,4 GW bis zum Jahr 2030. Im Solarpaket I sind einige Regelungen enthalten, die den Zubau bei der Stromerzeugung aus Biogas erleichtern sollen. So wird zur Marktbelebung die so genannte Südquote bis Ende 2027 ausgesetzt und Realisierungs- und Pönalfristen werden um 6 Monate verlängert.

Erneuerbare Energien und die Strompreise

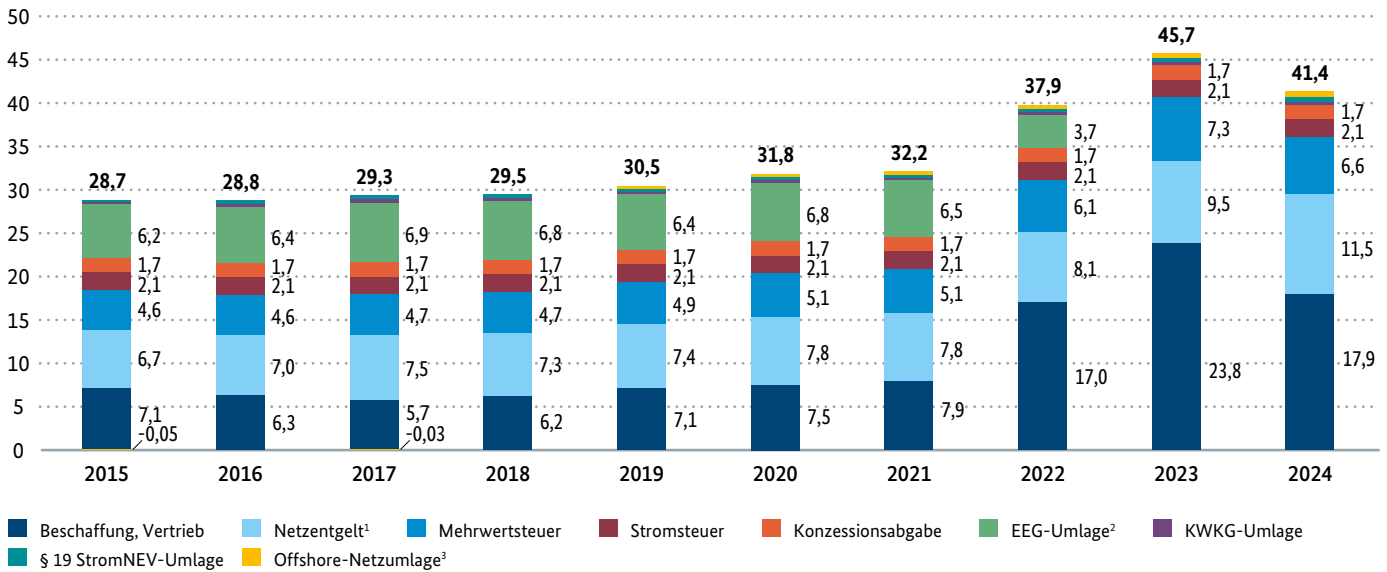
Trotz der Herausforderungen der Energiekrise durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine gehört Deutschland weiterhin zu den Ländern mit der höchsten Versorgungssicherheit. Zudem sind die Strompreise für Neuverträge der privaten Haushalte wie auch für Unternehmen, die früher die volle EEG-Umlage zahlen mussten, nahezu wieder auf Vorkrisenniveau gesunken. Die Preisdynamik der letzten zwei Jahre ist im Wesentlichen auf die Auswirkungen des Krieges zurückzuführen. Die russische Invasion führte zu einem abrupten Ausfall russischer Gaslieferungen und dadurch zu hohen Verbraucherpreisen für Gas und Strom.

Die Bundesregierung hat die Belastungen für Haushalte und Unternehmen mit den Energiepreisen effektiv in Grenzen gehalten und durch die Abschaffung der EEG-Umlage für zusätzliche Entlastungen gesorgt; für die Industrie hat dazu auch das so genannte Strompreispaket beigetragen. Seit dem Jahr 2023 gingen die Börsenstrompreise am Spotmarkt wieder zurück, wobei die erneuerbaren Energien einen deutlich preissenkenden Einfluss haben. Aktuell sind die Strompreise für Haushaltskunden wieder gesunken, jene für Neukunden bewegen sich wieder auf Vorkrisenniveau. Die Strompreise für viele Unternehmen sind wieder deutlich auf das Niveau von 2020 zurückgegangen, wozu nicht zuletzt die Übernahme der EEG-Umlage in den Bundeshaushalt beigetragen hat. Die Strompreise der stromintensiven Industrie liegen allerdings noch deutlich über dem Vorkrisenniveau.

Die Entwicklungen der Strompreise für private Haushalte und die Industrie seit dem Jahr 2015 sind in den Abbildungen 26 und 27 dargestellt. Politisch beeinflussbar ist im Wesentlichen der Teil der Strompreise, der sich auf Steuern, Abgaben und Umlagen bezieht. Die seit dem Jahr 2022 durch die Bundesregierung erfolgte Entlastung ist in den Zeitreihen deutlich erkennbar. Die Entwicklung der Börsenstrompreise und Netzentgelte läuft diesen Entlastungen allerdings entgegen. Zu beachten ist, dass in Abbildung 26 der Durchschnittspreis dargestellt wird, in den viele laufende Verträge mit noch hohen Preisen eingehen. Bei Neuabschlüssen liegen die Preise deutlich darunter.

Abbildung 26: Entwicklung und Zusammensetzung der Strompreise für Haushalte

Bestandteile in Cent/Kilowattstunde (ct/kWh)



Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in ct/kWh, Jahresverbrauch 3.500 kWh, Grundpreis anteilig enthalten, Tarifprodukte und Grundversorgungstarife inklusive Neukundentarifen enthalten, nicht mengengewichtet. Methodische Erläuterung zur Durchschnittsbildung und Einzelwerte unter BDEW-Strompreisanalyse einsehbar. Aufgrund der sehr geringen Summen (< 0,01) ist die Umlage für abschaltbare Lasten nicht dargestellt.

1 Netzentgelt: inklusive Messung, Messstellenbetrieb und Abrechnung; ab 2017 Abrechnung in Netzentgelt enthalten

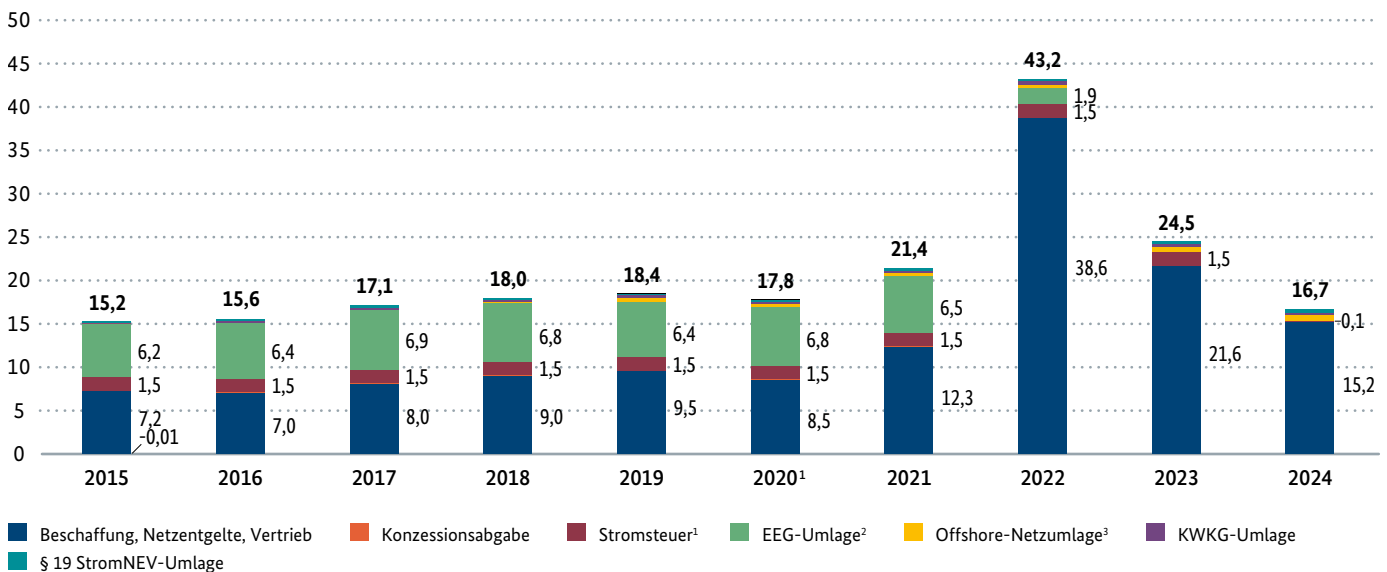
2 EEG-Umlage entfällt seit 1. Juli 2022

3 Offshore-Netzumlage 2015/17 wegen Nachverrechnung negativ (2015: -0,051 ct/kWh, 2017: -0,028 ct/kWh)

Quelle: BDEW [12]

Abbildung 27: Entwicklung und Zusammensetzung der Strompreise für Industrie (inklusive Stromsteuer)

Bestandteile in Cent/Kilowattstunde (ct/kWh)



Durchschnittlicher Strompreis für Neuabschlüsse in der Industrie in ct/kWh, Jahresverbrauch 160.000 bis 20 Mio. kWh, mittelspannungsseitige Versorgung. Methodische Erläuterung zur Durchschnittsbildung und Einzelwerte unter BDEW-Strompreisanalyse einsehbar.

Aufgrund der sehr geringen Summen (< 0,01) ist die Umlage für abschaltbare Lasten nicht dargestellt.

1 bis 2023: Stromsteuer für alle Unternehmen des Produzierenden Gewerbes 1,537 ct/kWh, ab 2024 Absenkung der Stromsteuer auf den EU-Mindestwert von 0,05 ct/kWh

2 EEG-Umlage entfällt seit 1. Juli 2022

3 bis 2018 Offshore-Haftungsumlage

Quelle: BDEW [12]

Versorgungssicherheit, Netzengpassmanagement und Netzausbau

Der regelmäßige Versorgungssicherheitsbericht für Elektrizität der BNetzA bestätigt, dass die Versorgungssicherheit in Deutschland jederzeit gewährleistet ist. Dazu trägt auch der europäische Strommarkt bei. Deutschland ist als zentraleuropäisches Land eng in diesen Markt eingebettet. Der Strommarkt ermöglicht Stromimporte und -exporte zwischen den EU-Ländern, wobei die Richtung vom Preis bestimmt wird.

Im Jahr 2023 hat Deutschland erstmals seit 2006 wieder mehr Strom importiert als exportiert. Dies lag an niedrigen Gaspreisen, wodurch Strom aus Gaskraftwerken im europäischen Ausland günstiger war als aus deutschen Kohlekraftwerken. Ein weiterer Grund ist die zunehmende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, die auch im Ausland voranschreitet. Letztlich waren auch die Stilllegung der letzten drei Kernkraftwerke in Deutschland und die im Vergleich zum Vorjahr höhere Verfügbarkeit der Kernenergie in Frankreich Gründe für den Importüberschuss. Ein Großteil des importierten Stroms kam im Jahr 2023 jedoch aus Dänemark und Norwegen und stammte somit überwiegend aus Wind- und Wasserkraft. Statt zu importieren, hätte Deutschland seinen Stromverbrauch im Jahr 2023 theoretisch auch mit Gas- und Kohlekraftwerken im Inland decken können. Die Importe sind daher kein Indikator für die nationale Versorgungssicherheit, sondern ein Handelsergebnis. Sie zeigen, dass der europäische Strombinnenmarkt effizient funktioniert und Angebot und Nachfrage optimal zusammenbringt. Die Verbraucher in Deutschland profitieren davon, dass Strom immer dort eingekauft wird, wo er am günstigsten ist.

Die im Dezember 2023 verabschiedete „[Roadmap Systemstabilität](#)“ zeigt, wie ein sicherer Betrieb unseres Stromsystems auch mit 100 % erneuerbaren Energien erreicht werden kann. Sie wurde unter breiter Branchenbeteiligung und enger Einbindung der BNetzA erstellt und legt konkrete Maßnahmen und Umsetzungsschritte fest.

Der fortschreitende Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen, die weit von Verbrauchszentren entfernt sind, führt in Kombination mit Verzögerungen beim Netzausbau vorübergehend zu Netzbelastungen. Daher ist es aktuell zeitweise notwendig, den Strom geografisch umzuverteilen. Das bedeutet, dass die Einspeisung einer Erzeugungsanlage vor einem Engpass reduziert und hinter dem Engpass jene einer anderen Anlage erhöht wird. Dieser Prozess wird als Netzengpassmanagement bezeichnet.

Laut BNetzA betrug das Volumen der Maßnahmen im Netzengpassmanagement im Jahr 2023 34.294 GWh und damit 4,6 % mehr als im Vorjahr (2022: 32.772 GWh). Trotz der erhöhten Abregelungen blieb der Anteil der aufgrund von Strom- und Spannungsengpässen abgeregelten erneuerbaren Erzeugung im Verhältnis zur Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023 konstant bei etwa 4 %. Somit konnten 96 % der erneuerbaren Erzeugung transportiert und von den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern genutzt werden. Die Gesamtkosten für die Maßnahmen sind gegenüber dem Vorjahr um 24 % auf 3,1 Mrd. Euro gesunken (2022: 4,2 Mrd. Euro). Grund für den Rückgang sind die gesunkenen Brennstoffpreise.

Der am meisten abgeregelte Energieträger war die Offshore-Windenergie mit 5.729 GWh gefolgt von der Windenergie an Land mit 3.980 GWh. Die Abregelungen von Offshore-Windenergieanlagen stiegen im Vergleich zum Vorjahr um 38 % an. Dies zeigt, dass der Netzausbau noch schneller voranschreiten muss, um den zunehmend im potenziell reichen Norden erzeugten Windstrom zu den Verbrauchszentren im Süden transportieren zu können.

Das deutsche Stromnetz wird bereits seit Jahren konsequent für die Energiewende umgerüstet. Dies bedeutet vor allem einen deutlichen Ausbau der bestehenden Infrastruktur. Für die Planung des Stromübertragungsnetzes gibt es mit dem Netzentwicklungsplan einen etablierten Prozess. Der im März 2024 von der BNetzA bestätigte Netzentwicklungsplan (NEP 2023-2037/2045) bildet erstmals die Transportbedarfe für ein treibhausgasneutrales Energiesystem 2045 ab. Demnach müssen bis

2045 insgesamt noch etwa 18.600 Kilometer Netz verstärkt oder neu errichtet werden. Es gab lange Zeit eine beträchtliche Verzögerung beim Netzausbau, doch inzwischen hat die Geschwindigkeit beim Netzausbau erheblich zugenommen. Im Jahr 2023 wurden viermal so viele Trassenkilometer genehmigt wie 2021. Die in Bau gegangenen Trassenkilometer haben sich 2023 im Vergleich zu 2021 verdoppelt, für 2024 wird ein Rekordzubau von rund 1.500 km erwartet, fünfmal so viel wie 2021. Auch bei der Optimierung der bestehenden Stromnetze gibt es erhebliche Fortschritte. So nutzen die Übertragungsnetzbetreiber seit dem Jahr 2023 ihre Netze wesentlich effizienter, was zu signifikanten Reduzierungen bei der Abregelung von Erneuerbare-Energien-Anlagen und zu Kosteneinsparungen führt.

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. So zeigten die Investitionen in EE-Anlagen seit dem Jahr 2000 einen wachsenden Trend, unterlagen allerdings zeitweise beträchtlichen Schwankungen. Die bereits im Jahr 2022 einsetzende, deutliche Belebung der Investitionstätigkeit verstärkte sich im Jahresverlauf 2023 weiter. In der Folge erreichten die Investitionen in die Errichtung von EE-Anlagen mit 37,3 Mrd. Euro und einem Plus von 68 %

gegenüber dem Vorjahr ein neues Rekordergebnis und übertrafen die bisherige Rekordmarke von 27,9 Mrd. Euro aus dem Jahr 2010 deutlich. 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 [13].

Der außerordentliche Zuwachs der Investitionen im Vergleich zum Vorjahr geht insbesondere auf den sehr starken Zubau von Photovoltaikanlagen zurück, der zu mehr als einer Verdopplung der entsprechenden Investitionen führte. Daneben trugen auch der stark wachsende Zubau von Wärmepumpen (enthalten in der Rubrik Geothermie und Umweltwärme) sowie von Windenergieanlagen an Land zu den Rekordinvestitionen bei. Ein leichtes Wachstum im Vergleich zum Vorjahr wiesen Windenergieanlagen auf See sowie Biomasseanlagen zur Stromerzeugung auf. Demgegenüber gingen im Vergleich zu 2022 die Investitionen in Solarthermieanlagen, Wasserkraftanlagen sowie Biomasseanlagen zur Wärmezeugung zurück, wobei Letztere in absoluten Zahlen einen besonders starken Rückgang zu verzeichnen hatten.

Im Jahr 2023 entfielen insgesamt annähernd 48 % der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien auf Photovoltaik, knapp 24 % auf Geothermie und Umweltwärme (v.a. Wärmepumpen), 20 % auf Windenergieanlagen an Land und auf See und 7 % auf Biomasseanlagen zur Wärmezeugung. Während die Investitionen in Photovoltaikanlagen seit dem Jahr 2017 kontinuierlich anstiegen, wiesen Windenergieanlagen an Land von 2017 bis 2019 einen starken Rückgang auf. Seither war jedoch wieder ein Anstieg der Investitionen zu verzeichnen, weil die Projekte, die in den Ausschreibungen 2017 und 2018 einen Zuschlag erhalten hatten, die Umsetzungsphase erreichten.

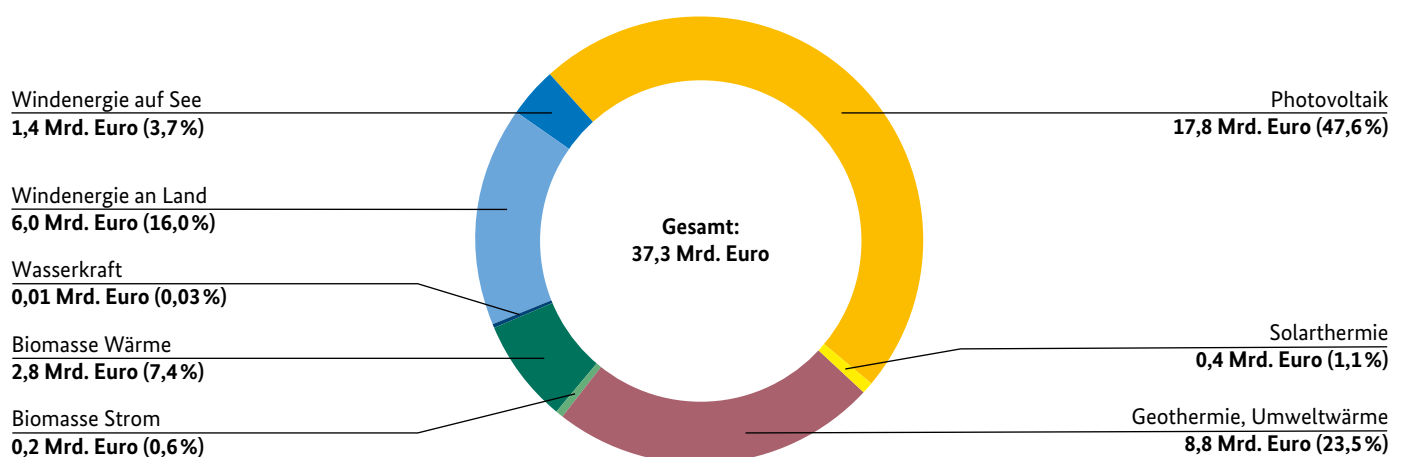
Mit 68 % entfällt nach wie vor der größte Teil der dargestellten Investitionen auf Anlagen zur Stromerzeugung, die nach dem EEG gefördert werden. Verglichen mit dem Vorjahr wuchs dieser Anteil um acht Prozentpunkte.

Tabelle 16: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen

	Wasserkraft	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Solarthermie	Geothermie, Umwelt- wärme	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	1,7	2,1	3,4	0,4	1,4	0,4	1,3	10,7
2020	0,1	2,2	0,1	4,9	0,5	1,9	0,3	1,9	11,9
2021	0,1	3,0	0,3	5,2	0,6	2,5	0,3	2,7	14,6
2022	0,1	3,8	1,3	8,0	0,7	4,6	0,2	3,7	22,2
2023	0,01	6,0	1,4	17,8	0,4	8,8	0,2	2,8	37,3

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 28: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2023



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 einschließlich ihrer Wartung erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Er 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 (einschließlich Absatz von Biokraftstoffen) ausgelösten wirtschaftlichen Impulse zeigen seit Jahren einen Aufwärtstrend entsprechend der zunehmenden Anzahl installierter Anlagen. So stiegen sie seit dem Jahr 2000 von knapp 2 Mrd. Euro bis auf 23,9 Mrd. Euro im Jahr 2022 an. Im Jahr 2023 war mit 23,2 Mrd. Euro erstmals ein nennenswerter Rückgang gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Dieser ist auf einen deutlich sinkenden Umsatz aus dem Absatz von Biokraftstoffen infolge der Normalisierung der Energie- und Kraftstoffpreise zurückzuführen. Diese waren zuvor im Zuge des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine stark angestiegen. Nachdem die wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb in den Jahren 2015 bis 2022 jene durch Investitionen in die Errichtung von Anlagen übertroffen hatten, waren Letztgenannte durch ihren sprunghaften Anstieg 2023 erstmals wieder höher.

Im Gegensatz zu den übrigen EE-Anlagen benötigen Biomasseanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme Brennstoffe. Aufgrund des Aufwands für die Brennstoffbereitstellung entfällt der größte

Anteil der gesamten wirtschaftlichen Impulse aus dem Anlagenbetrieb auf diese Anlagensparte. Es folgen die 2023 auf das Niveau des Jahres 2021 zurückgegangenen Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Hinzu kommen weitere Impulse aus dem Betrieb von Windenergieanlagen, von Anlagen zur Geothermie- und Umweltwärmenutzung (v. a. Wärmepumpen) sowie von PV-, Solarthermie- und Wasserkraftanlagen. Die ausgelösten wirtschaftlichen Impulse (Betriebskosten bzw. Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen) stärken die anbietenden Unternehmen und die sie umgebenden regionalen Strukturen, da sie über die gesamte Anlagenlaufzeit (bei EEG-Strom von zumeist 20 Jahren) kontinuierlich anfallen und mit jeder zusätzlich installierten Anlage weiterwachsen.

Betrachtet man die Aufteilung der verschiedenen Komponenten der wirtschaftlichen Impulse, so machte im Jahr 2000 der Anteil der Wärmeanlagen rund zwei Drittel der wirtschaftlichen Impulse aus, auf Strom und Kraftstoffe 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. Anschließend fiel der Anteil der stromerzeugenden Anlagen bis 2023 wieder auf 43 %, während die Anteile der Anlagen zur Wärmeerzeugung und der Umsätze aus dem Verkauf von Biokraftstoffen auf rund 35 % bzw. 22 % anstiegen.

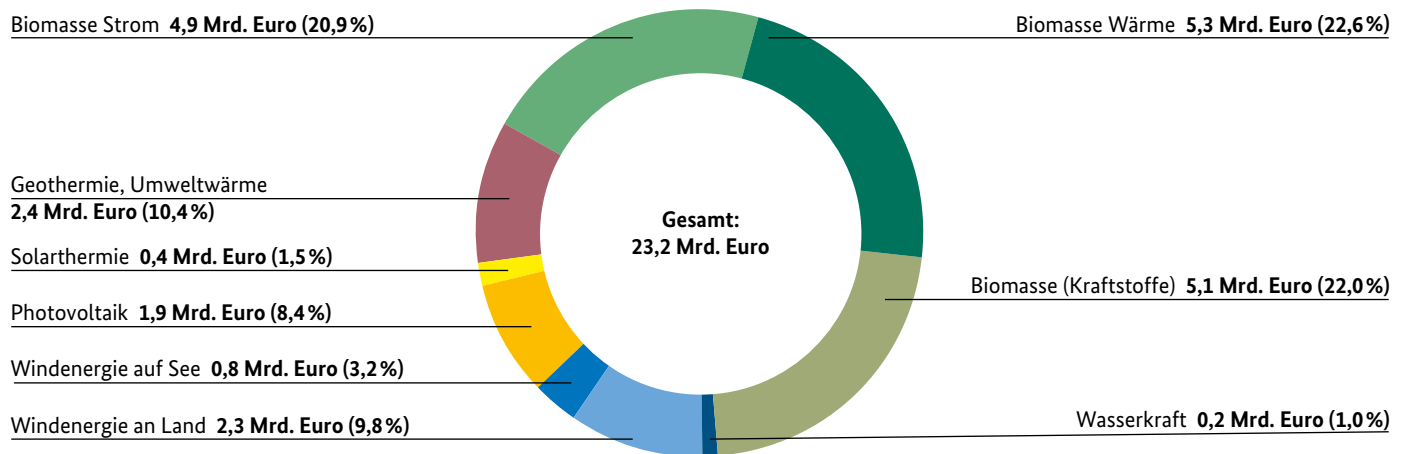
Informationen zur verwendeten Methodik siehe Abschnitt „[Methodische Hinweise](#)“.

Tabelle 17: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen

	Wasser- kraft	Wind- energie an Land	Wind- energie auf See	Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie, Umwelt- wärme	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	4,8	5,1	6,7	23,9
2023	0,2	2,3	0,8	1,9	0,4	2,4	4,9	5,3	5,1	23,2

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Abbildung 29: Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2023



Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Beschäftigte im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland

Entwicklung der Bruttobeschäftigung in den einzelnen Technologiesparten

Für das Jahr 2022 verzeichnete der Erneuerbare-Energien-Sektor einen deutlichen Anstieg der Beschäftigtenzahlen um 14,9 % auf rund 387.700 Personen, was einen Zuwachs von etwa 50.400 Personen im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. Dies stellt den größten jährlichen Zuwachs seit 2006 dar und es wurde der höchste Beschäftigungsstand seit 2012 erreicht.

Bei einer differenzierten Betrachtung der Beschäftigungsentwicklung in den verschiedenen Technologiesparten werden unterschiedliche Trends deutlich, die eng mit dem Ausbaugeschehen in den jeweiligen Sparten zusammenhängen und im Folgenden beschrieben werden.

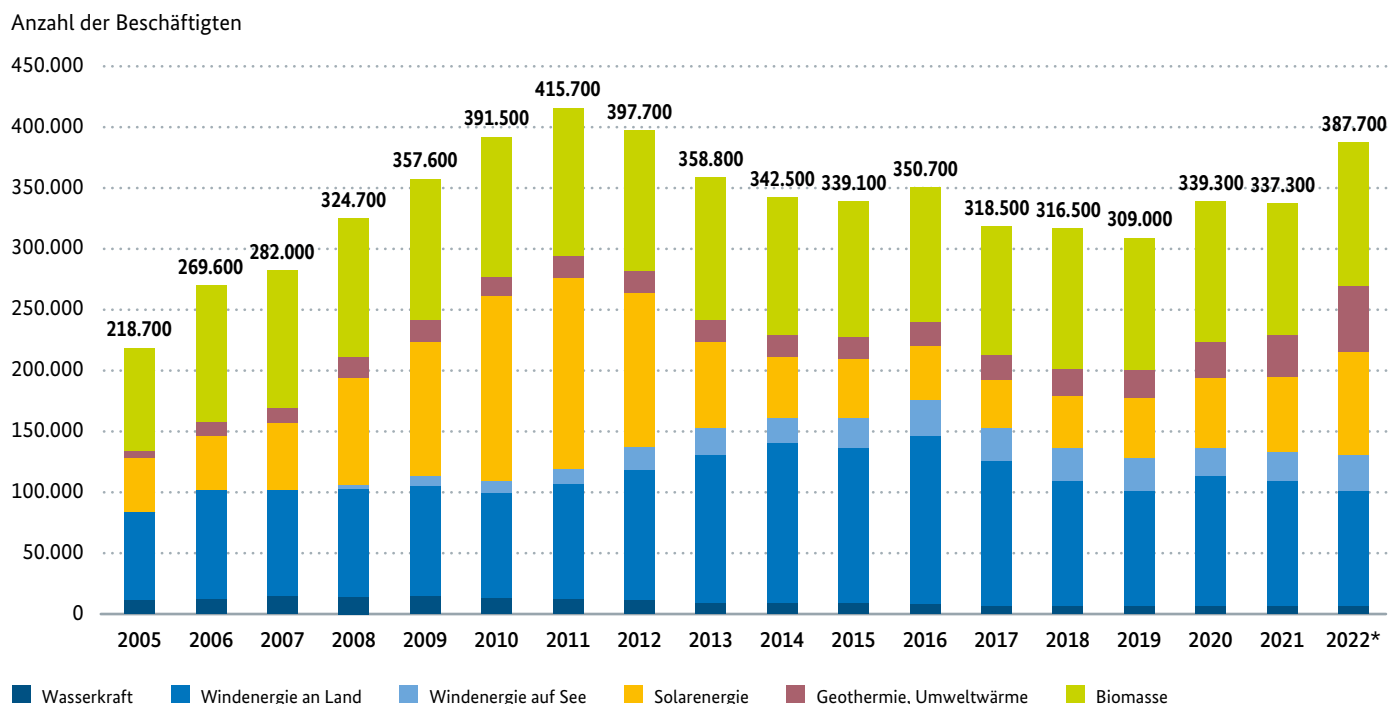
Die Beschäftigung im Bereich der **Windenergie** an Land erreichte bis zum Jahr 2016 rund 138.000 Personen, nahm jedoch aufgrund rückläufiger Installationszahlen in Deutschland, trotz eines steigenden Exportanteils, mit leichten Schwankun-

gen über die Jahre hinweg stetig ab. Im Jahr 2022 waren hier noch etwa 24 % (94.100 Personen) der insgesamt im Bereich der erneuerbaren Energien Beschäftigten tätig (2021: rund 27 %, 103.100 Personen). Ein ähnlicher Trend zeigte sich auch bei der Windenergie auf See. Hier stieg die Zahl der Beschäftigten bis zum Jahr 2016 auf 29.800 Personen an, ging anschließend aber aufgrund des rückläufigen Zubaus zurück. Seit dem Jahr 2021 ist hier jedoch eine Trendwende erkennbar, die sich im Jahr 2022 mit einem Anstieg um knapp 27 % (6.400 Personen) auf 30.100 Personen verstärkte. 2021 betrug der Zuwachs noch 4 % (800 Personen).

Die **Biomassenutzung** ist durch vielfältige Technologien geprägt, die im Betrachtungszeitraum unterschiedliche Entwicklungen aufwiesen. Hier blieb die Beschäftigung bis zum Jahr 2021 auf einem relativ konstanten Niveau. Im Jahr 2022 stieg sie um rund 9.900 Personen auf 117.900 Beschäftigte an, was einem Anteil von rund 30 % an der gesamten Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien entspricht.

Im Bereich **Solarenergie** unterlagen die Beschäftigtenzahlen zwischen 2000 und 2022 erheblichen Schwankungen. Nach einem starken Anstieg bis

Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien



*vorläufige Angaben

Quelle: DLR/GWS [14]

2011, als Solarenergie mit 38 % (156.700 Personen) den größten Anteil an der Beschäftigung im Bereich erneuerbare Energien ausmachte, ging sie bis 2017 um über 70 % zurück. Ab 2018 kam es zu einer Trendwende und aufgrund steigender Installationszahlen im Bereich Photovoltaik stieg die Beschäftigung wieder an. Im Jahr 2022 waren rund 84.100 Personen im Bereich Solarenergie beschäftigt, was knapp 22 % der Gesamtbeschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor entspricht. Der Anstieg betraf insbesondere die Photovoltaik, aber auch bei der Solarthermie stiegen die Beschäftigungszahlen.

Im Sektor der **oberflächennahen Geothermie und Umweltwärme** konnte im Jahr 2022 der größte Anstieg der Beschäftigung verzeichnet werden. Dieser resultierte aus einer deutlichen Zunahme der Nachfrage nach Wärmepumpen und führte zu einem Wachstum von 64 %, was einer absoluten Steigerung von 19.100 Personen entspricht und die Gesamtzahl der Beschäftigten auf 49.200 Personen erhöhte. Bereits im Vorjahr war in diesem Sektor eine Zunahme der Beschäftigung um 22 % zu verzeichnen. Einschließlich der tiefen Geothermie und Balneologie waren in diesem Bereich im Jahr 2022 55.000 Personen beschäftigt, was einem Anteil von 14 % an der Gesamtbeschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor ausmachte.

Im Bereich **Wasserkraft** zeigte sich aufgrund des bereits hohen Reifegrads dieser Technologie seit dem Jahr 2000 eine stagnierende Beschäftigungsentwicklung. Im Jahr 2022 stieg die Beschäftigung leicht um 200 Personen auf 6.500 Personen an, was einem Anteil von etwa 2 % an der Gesamtbeschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor entspricht.

Entwicklung in den jeweiligen Beschäftigungsbereichen

Die Investitionen in neue Erneuerbare-Energien-Anlagen und -Komponenten waren im Jahr 2022 der Haupttreiber für den Anstieg der Beschäftigungszahlen von mehr als 23 %. Rund 61 % der gesamten Erneuerbaren-Beschäftigung, also etwa 238.000 Personen, waren im Bereich Anlagenherstellung und -installation tätig.

Im Gegensatz zu den schwankenden Beschäftigungszahlen durch investive Aktivitäten bietet die Beschäftigung im Betrieb und in der Wartung der Anlagen eine stabile Basis. Im Jahr 2022 waren etwa 85.200 Personen in diesem Bereich tätig, was einem leichten Anstieg von knapp 3 % gegenüber dem Vorjahr (82.900 Personen) entspricht.

Etwa 17 % der Beschäftigten (64.300 Personen) waren darüber hinaus im Jahr 2022 in der Biomassebrennstoff- und Biokraftstoffbereitstellung angestellt, eine Steigerung von rund 5 % im Vergleich zum Vorjahr (61.300 Personen) [14].

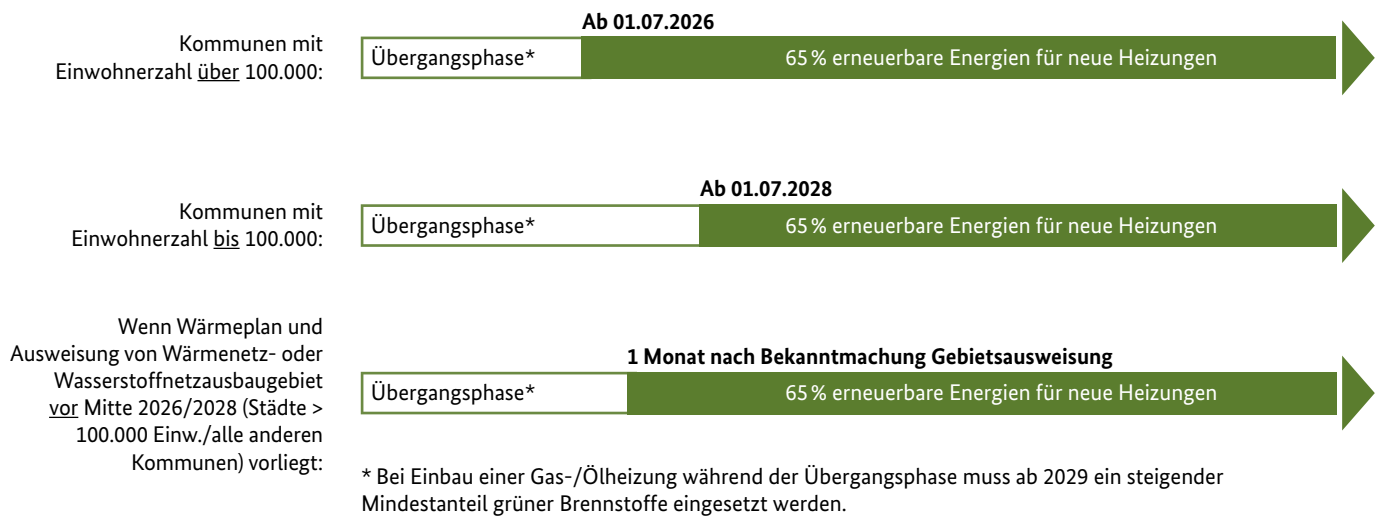
Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich

Rund 70 % des Energieverbrauchs in privaten Haushalten entfallen auf das Heizen. Es werden immer noch rund drei Viertel der Heizungen mit Gas oder Öl betrieben – die Hälfte mit Erdgas, ein Viertel mit Heizöl. Private Haushalte sind dadurch für einen wesentlichen Teil der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Um das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 zu erreichen, muss deshalb insbesondere im Bereich des Heizens eine schrittweise Umstellung auf erneuerbare Energien erfolgen.

Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das neue GEG soll den Umstieg auf klimafreundliche Heizungen beschleunigen. Seit Januar 2024 müssen grundsätzlich alle neu eingebauten Heizungen mindestens 65 % erneuerbare Energie nutzen. Diese Verpflichtung ist zeitlich gestaffelt, abhängig davon, ob es sich um Neubauten oder Bestandsgebäude handelt. Für Neubauten in Neubaugebieten gilt die Regel seit Januar 2024, während für bestehende Gebäude und Neubauten in Baulücken längere Übergangsfristen gelten. Bestehende Heizungen können aber weiter betrieben werden und es gibt Übergangsfristen für den Austausch defekter Heizungen.

Abbildung 31: Übergangsfristen, was gilt wann für neue Heizungen



Das neue GEG wurde technologieoffen gestaltet, so dass verschiedene Optionen genutzt werden können, um die Anforderungen zu erfüllen:

- Anschluss an ein Wärmenetz – Wärmenetzbetreiber müssen die Anforderungen des WPG (§§ 29 ff.) erfüllen und ihre Wärmeerzeugung bis 2045 vollständig auf erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme umstellen,
- Wärmepumpe,
- Biomasseheizung – z.B. Holzpellets, Scheitholz, Hackschnitzel,
- Stromdirektheizung (nur bei sehr energieeffizienten Gebäuden),
- Heizung auf Basis von Solarthermie, wenn sie den Wärmebedarf vollständig deckt,
- Gas- oder Ölheizung, sofern mit erneuerbaren Brennstoffen betrieben (mind. 65 % Biomethan, biogenes Flüssiggas oder grüner bzw. blauer Wasserstoff³ einschließlich daraus hergestellter Derivate),

- Wärmepumpen- und Solarthermie-Hybridheizung, soweit der Erneuerbaren-Anteil hier einen bestimmten Leistungsanteil erfüllt.

Des Weiteren ist es möglich, auch andere Technologien und Kombinationen zu verwenden, die auf erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme basieren. In solchen Fällen muss ein rechnerischer Nachweis über einen Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme erstellt werden.

Unverändert gelten hingegen die bisherigen energetischen Anforderungen des GEG für neue Gebäude und bei der Sanierung von Bestandsgebäuden fort.

Mit dem neuen GEG wurde auch die Förderung des Umstiegs auf erneuerbare Energien beim Heizen und weiterer energetischer Sanierungsschritte verstärkt und sozialer ausgerichtet. So sind bis zu 70 Prozent Zuschuss für den Umstieg auf einen neuen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien möglich. Dabei ist für Haushalte mit kleinen und mittleren Einkommen erstmals ein Einkommens-Bonus von 30 Prozent erhältlich. Einzelne Maßnah-

3 Grüner Wasserstoff wird per Elektrolyse aus grünem Strom hergestellt, blauer Wasserstoff per Methanreformierung aus Erdgas, wobei das dabei entstehende CO₂ abgeschieden und dauerhaft gespeichert wird.

men der energetischen Sanierung werden mit bis zu 20 Prozent gefördert. Die Komplettisanierung auf ein Effizienzhaus-Niveau wird wie zuvor mit zinsgünstigen Krediten mit Tilgungszuschuss gefördert. Siehe unten – Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).

Auf der BMWK-Seite „[Team Energiewechsel](#)“ sind Praxisbeispiele von Privathäusern, Kommunen oder Unternehmen, die bereits einen Umstieg auf erneuerbare Energien vollzogen haben, beschrieben.

Das BMWK hat zudem [Antworten](#) auf häufig gestellte Fragen zusammengefasst. Weitere zusätzliche Informationen zum GEG sind auf der BMWK-Internetseite „[ENERGIEWECHSEL](#)“ zu finden.

Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Ein wichtiger Baustein der Wärmewende ist die kommunale Wärmeplanung. Auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), das ebenfalls zum 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist, müssen für alle Gemeindegebiete in Deutschland Wärmepläne erstellt werden. Je nach Größe der Kommune endet die Frist für die Wärmeplanung Ende Juni 2026 (für Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern) bzw. Ende Juni 2028 (für alle kleineren Kommunen). Die Fristen des GEG und des WPG wurden so gewählt, dass bei dem Übergang zu einem erneuerbaren Heizsystem die Möglichkeit besteht, die örtliche kommunale Wärmeplanung in die Entscheidungsfindung mit einzubeziehen.

In der Regel werden die Kommunen für die Durchführung der Wärmeplanung verantwortlich sein. Dies wird im Rahmen der landesrechtlichen Umsetzung des WPG von den Ländern bestimmt. Zentrales Element der Wärmeplanung ist die Entwicklung eines Zielszenarios mit einer Ausweisung voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete. Dabei müssen Kommunen darlegen, wo und wann eine dezentrale Wärmeversorgung, eine Versorgung über Wärmenetze oder möglicherweise über Wasserstoffnetze erfolgen soll.

Das WPG stellt zusätzlich Anforderungen an Wärmenetzbetreiber. Danach soll der Anteil von

Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme in Wärmenetzen im bundesweiten Mittel ab dem 1. Januar 2030 50 % betragen. Jedes Wärmenetz muss ab dem 1. Januar 2030 zu einem Anteil von mindestens 30 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden. Ab dem 1. Januar 2040 muss dieser Anteil bei mindestens 80 % liegen. Jedes Wärmenetz muss spätestens bis zum Ablauf des 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme gespeist werden.

Informationen zum aktuellen Stand der Wärmeplanung vor Ort sind bei den örtlichen Kommunalverwaltungen zu bekommen. Wichtigste Anlaufstelle zur Wärmeplanung auf Bundesebene ist das Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) in Halle, das vielfältige Angebote zur Unterstützung der Kommunen bei der Wärmeplanung anbietet. Auf der Internetseite des KWW ist auch der am 1. Juli 2024 veröffentlichte „[Leitfaden Wärmeplanung](#)“ zu finden, der den Kommunen praktische Hilfestellung bei der Durchführung der Wärmeplanung gibt. Weitere Informationen sind auf den Internetseiten des [BMWK](#) und des [Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen \(BMWSB\)](#) zu finden.

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Zeitgleich mit dem neuen GEG trat zum 1. Januar 2024 auch die neue Förderrichtlinie der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) in Kraft. Diese Richtlinie unterstützt nicht nur den Heizungstausch in Deutschland, sondern fördert auch einzelne Maßnahmen zur energetischen Sanierung. Neu hinzugekommen ist ein für viele Antragstellende zinsvergünstigter Ergänzungskredit, der zur Finanzierung dieser Maßnahmen beantragt werden kann.

Unverändert weiter erhältlich sind zudem die Kreditförderung der systemischen Sanierung von Wohn- wie Nichtwohngebäuden auf ein Effizienzhausniveau (BEG Wohngebäude und Nichtwohngebäude) sowie die durch das BMWSB verantwortete Neubauförderung (BEG Klimafreundlicher Neubau).

Die BEG ist entsprechend in vier Teilprogramme aufgeteilt:

Abbildung 32: BEG-Programme

Einzelmaßnahmen	Systemische Maßnahmen		
Einzelmaßnahmen (BEG EM) Heizungstausch und schrittweise Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden	Wohngebäude (BEG WG) Systemische Sanierung von Wohngebäuden	Nichtwohngebäude (BEG NWG) Systemische Sanierung von Nichtwohngebäuden	Klimafreundlicher Neubau (BEG-KfN) Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)			Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)
Fachplanungs- und Baubegleitungsleistung			

Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Im Rahmen der BEG EM erfolgt eine umfassende Unterstützung beim Einbau eines neuen Wärmeerzeugers auf Basis erneuerbarer Energien.

Die wichtigsten Eckpunkte der neuen Förderung für den Heizungstausch sind:

Grundförderung

- Eine Grundförderung von 30 % für den Einbau neuer Heizungen auf Basis erneuerbarer Energien, die allen privaten Hauseigentümern, Vermietern, Unternehmen, gemeinnützigen Organisationen, Kommunen und Contractoren offensteht. Für bestimmte Wärmepumpen und Biomasseheizungen gibt es zusätzliche Boni bzw. Zuschläge.

Klimageschwindigkeits-Bonus

- Ein Klimageschwindigkeits-Bonus von 20 % für den frühzeitigen Austausch bestimmter alter Heizungen, der alle zwei Jahre abnimmt.

Einkommensabhängiger Bonus

- Ein einkommensabhängiger Bonus von 30 % für Eigentümer mit einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen von bis zu 40.000 Euro.

Gesamtförderung

- Die Boni können kumuliert werden, wobei die Gesamtförderung auf 70 % begrenzt ist.

Vermieterinnen und Vermieter erhalten ebenfalls eine Grundförderung von 30 % für den Heizungstausch, die maximal förderfähigen Ausgaben betragen 30.000 Euro für ein Einfamilienhaus bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus. Da die Kosten, von denen die Vermieterinnen und Vermieter durch die Förderung entlastet werden, nicht auf die Mieten umgelegt werden dürfen, profitieren auch Mieterinnen und Mieter davon.

Effizienz-Einzelmaßnahmen werden im Rahmen der BEG EM auch weiterhin mit bis zu 20 % Zuschuss zu den Investitionskosten gefördert, bei maximalen förderfähigen Ausgaben von 60.000 Euro pro Wohneinheit, wenn ein individueller Sanierungsfahrplan vorliegt.

Neu erhältlich ist ein Ergänzungskredit von bis zu 120.000 Euro pro Wohneinheit für den Heizungstausch und weitere Effizienz-Einzelmaßnahmen, zinsverbilligt für private Selbstnutzer von Wohngebäuden mit einem zu versteuernden Haushaltseinkommen von bis zu 90.000 Euro.

BEG Nichtwohngebäude (BEG NWG) und Wohngebäude (BEG WG)

Die Förderung der Gebäudesanierung auf eine Effizienzgebäude- bzw. Effizienzhaus-Stufe⁴ erfolgt durch die Programme BEG WG und BEG NWG.

Klimafreundlicher Neubau (KfN)

Das Förderprogramm „Klimafreundlicher Neubau“ (KfN) ist ein weiterer Bestandteil der BEG. Das Programm richtet sich an Bauvorhaben zur Errichtung neuer Wohn- und Nichtwohngebäude. Es verknüpft Klimaschutz im Gebäudesektor mit der Schaffung von Wohnraum und setzt hohe Nachhaltigkeits- und Klimaschutzstandards. Der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes wird dabei berücksichtigt. Das Programm wird durch das BMWSB betreut. Weitere Informationen finden sich auf der KfW-Webseite Klimafreundlicher Neubau.

Antragstellung

Die Antragstellung für die Heizungsförderung in der BEG EM erfolgt bei der KfW, während die Antragstellung für sonstige Effizienzmaßnahmen in der BEG EM beim BAFA erfolgt. Die systemische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden auf ein Effizienzhaus- bzw. Effizienzgebäude-Niveau (BEG Wohngebäude und BEG Nichtwohngebäude) wird durch zinsgünstige Kredite mit Tilgungszuschuss gefördert.

Auf den Internetseiten des BMWK ist unter anderem eine Übersicht zu Antworten auf häufig gestellte Fragen zur BEG veröffentlicht und es sind weitere Informationen zu den Fördermöglichkeiten und zur Beratung zu finden.

Zusätzliche Informationen zur Energieberatung werden auf der Internetseite der Verbraucherzentrale, zu Fachleuten in der Nähe unter Energieeffizienz-Experten veröffentlicht.

Wenn eine Beratung durch eine Energieeffizienz-Expertin oder einen Energieeffizienz-Experten erfolgt, kann die Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude (EBW) in Anspruch genommen werden.

Förderumfang im Jahr 2023

Im Jahr 2023 wurden im Rahmen der BEG Sanierungsförderung (Förderrichtlinien BEG EM, BEG WG und BEG NWG; hier nicht betrachtet: Neubauförderung i.R.d. Richtlinie Klimafreundlicher Neubau (KfN) in Verantwortung des BMWSB) insgesamt über 584.000 Anträge bei der KfW und dem BAFA bewilligt. Damit konnten fast 1,2 Mio. Wohneinheiten gefördert werden. Dabei entfallen allein rund 96 % der Förderfälle auf die Sanierung mit Einzelmaßnahmen (BEG EM). Das Fördervolumen betrug im Jahr 2023 für Sanierungen insgesamt rund 11,1 Mrd. Euro

⁴ Ein Effizienzgebäude ist durch eine energetisch optimierte Bauweise und Anlagentechnik gekennzeichnet und erfüllt die in den technischen Mindestanforderungen definierten Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz (Primärenergiebedarf) und zur Energieeffizienz der Gebäudehülle (Transmissionswärmeverlust) für eine Effizienzgebäude-Stufe. Dabei gilt: Je kleiner die Zahl, desto energieeffizienter ist das Gebäude.

Tabelle 18: Übersicht der Förderzusagen im Rahmen der BEG-Sanierungsförderung im Jahr 2023

	Zusagen [Anzahl]	Zusagen in Wohneinheiten [Anzahl]	Bundesmittel [Mio. Euro]
BEG EM	569.093	1.184.940	8.442
BEG WG	14.620	51.145	2.144
BEG NWG	740		492
Summe	584.453	1.236.085	11.078

Als Zusage gilt ein von BAFA oder KfW bewilligter Antrag. Die Daten zeigen die bewilligten Anträge für alle Teilprogramme der Sanierungsförderung der BEG mit dem Stand 31. Dezember 2023.

Quelle: BMWK [15]

Die Zusagen für BEG Einzelmaßnahmen (BEG EM) im Jahr 2023 waren im Vergleich zu den Vorjahren sehr hoch. Dies ist auf Vorzieheffekte im Sommer 2022 zurückzuführen, denn viele der im Jahr 2022 gestellten Anträge für Einzelmaßnahmen konnten erst im Jahr 2023 bewilligt werden.

Seit dem Start der BEG im Jahr 2021 wurden bereits mehr als 1,3 Mio. Zusagen erteilt und über 2,9 Mio. Wohneinheiten gefördert.

BEG-Förderprogramme für Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Mit BEG WG und BEG NWG wird die systemische Sanierung auf ein Effizienzhaus- bzw. Effizienzgebäudeniveau gefördert, von Wohngebäuden wie zum Beispiel Ein- und Mehrfamilienhäusern oder Wohnheimen sowie Nichtwohngebäuden wie zum Beispiel Gewerbegebäuden, kommunalen Gebäuden oder Krankenhäusern. Die Förderung erfolgt dabei über zinsvergünstigte Kredite und Tilgungszuschüsse. Je höher das durch die Sanierung erreichte Effizienzhaus- bzw. Effizienzgebäudeniveau, desto höher auch die erhältliche Förderung.

Mit Stand 31. Dezember 2023 wurden im Rahmen der BEG WG und BEG NWG im Jahr 2023 über 14.600 Zusagen für Sanierungen von Wohngebäuden und mehr als 700 Zusagen für den Bereich der Nichtwohngebäude durch die KfW erteilt.

Einzelmaßnahmen (BEG EM) in Wohngebäuden

Im Rahmen der BEG EM werden Einzelmaßnahmen, die die Energieeffizienz verbessern, sowie die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen durch Energieeffizienz-Experten gefördert.

Im Jahr 2023 wurden knapp 1,8 Mio. Einzelmaßnahmen mit einem Fördervolumen von rund 7,2 Mrd. Euro bewilligt. Den größten Anteil an den bewilligten Einzelmaßnahmen hatten im Jahr 2023 Maßnahmen außerhalb der Wärmeerzeugung. Knapp 1,2 Mio. Bewilligungen (rund 61 %) entfielen auf Effizienz-Einzelmaßnahmen etwa an der Gebäudehülle oder Anlagentechnik sowie auf Baubegleitung und Planung. Im Bereich Wärmeerzeugung, also dem Einbau neuer Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien, wurden mehr als 700.000 Maßnahmen bewilligt (rund 39 %). Knapp 55 % davon (391.000) bezogen sich auf Wärmepumpen.

Tabelle 19: Anzahl der Zusagen bei der Sanierung nach Effizienzhaus-Stufen im Jahr 2023 (BEG WG)

	BEG WG	BEG NWG
	Anzahl	Anzahl
EH Denkmal	1.659	100
EH 85	1.868	–
EH 70	4.821	150
EH 55	5.228	247
EH 40	1.045	241
Summe	14.621	738

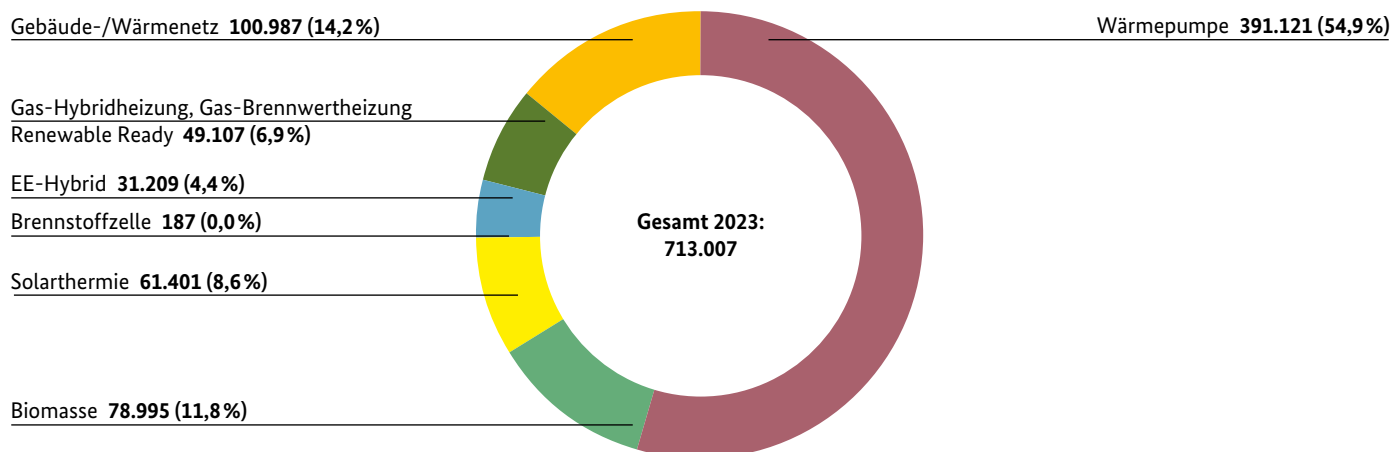
Quelle: BMWK [15]

Tabelle 20: Zuschussförderung von Einzelmaßnahmen (BEG EM) im Jahr 2023

		Bewilligungen	
		Anzahl	(%)
Wärmeerzeugung	Anlagen zur Wärmeerzeugung	661.457	36,8
	Heizungsoptimierung	46.615	2,6
Weitere Verwendungszwecke ohne Wärmeerzeuger	Gebäudehülle	524.174	29,2
	Anlagentechnik (außer Heizung)	23.201	1,3
	Baubegleitung und Fachplanung	540.817	30,1
Summe Bewilligungen		1.796.264	100

Quelle: BMWK [15]

Abbildung 33: Bewilligte Einzelmaßnahmen (BEG EM) für Wärmeerzeugung in Wohneinheiten



Quelle: BMWK [15]

Einzelmaßnahmen (BEG EM) in Nichtwohngebäuden

Im Jahr 2023 wurden mehr als 50.000 Einzelmaßnahmen in Nichtwohngebäuden mit einem Fördervolumen von rund 1,2 Mrd. Euro bewilligt. Den größten Anteil an bewilligten Einzelmaßnahmen hatten auch bei Nichtwohngebäuden im Jahr 2023

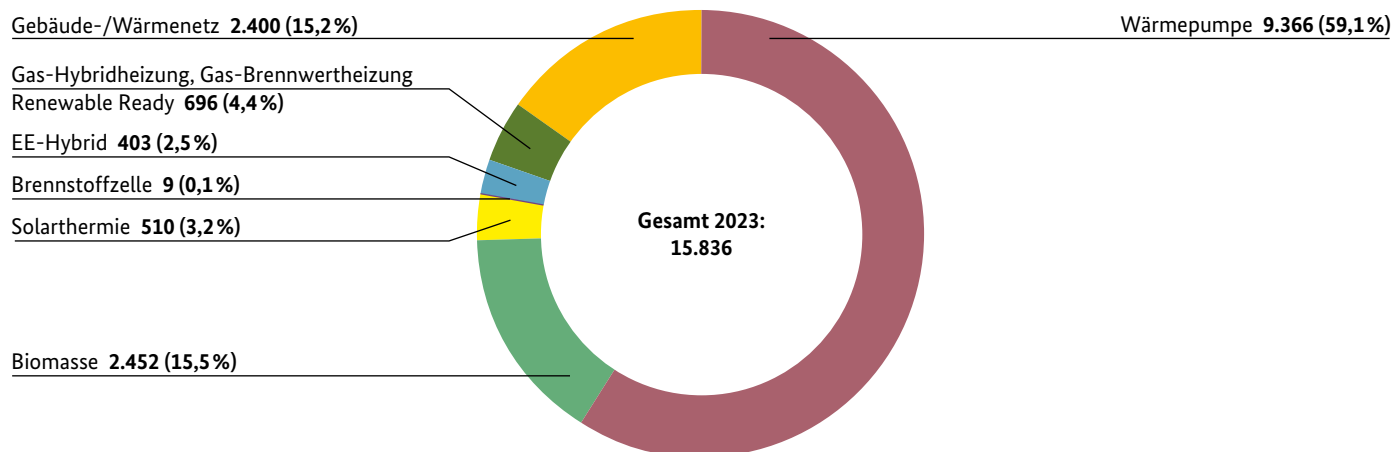
Maßnahmen außerhalb der Wärmeherzeugung wie Gebäudehülle, Anlagentechnik, Baubegleitung und Planung. Rund 34.400 Bewilligungen (knapp 69 %) entfielen auf diese Fördermaßnahmen. Im Bereich Wärmeherzeugung wurden mehr als 15.700 Maßnahmen bewilligt (rund 31 %). Auch hier bezogen sich mit knapp 60 % die meisten auf Wärmepumpen.

Tabelle 21: Zusagen von Einzelmaßnahmen in Nichtwohngebäuden im Jahr 2023

		Bewilligungen	
		Anzahl	(%)
Wärmeerzeugung	Anlagen zur Wärmeherzeugung	14.678	29,3
	Heizungsoptimierung	1.036	2,1
Weitere Verwendungszwecke ohne Wärmeherzeuger	Gebäudehülle	6.512	13,0
	Anlagentechnik (außer Heizung)	11.062	22,1
	Baubegleitung und Fachplanung	16.799	33,5
Summe Bewilligungen		50.087	100

Quelle: BMWK [15]

Abbildung 34: Zusage für Maßnahmen Wärmeherzeuger in Nichtwohneinheiten



Quelle: BMWK [15]

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

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 knapp 22 % am gesamten CO₂-Ausstoß (146 Mio. t CO₂-Äquivalente) im Jahr 2023 ist der Verkehrssektor nach der Energiewirtschaft und der Industrie der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen.

Im Klimaschutzprogramm 2023 ist als zentraler Bestandteil eines klimafreundlichen Verkehrssektors ein Antriebswechsel auf E-Mobilität im Straßenverkehr vorgesehen. Zusätzlich wurden neben der Modernisierung und Erweiterung des Schienennetzes weitere Maßnahmen in den Bereichen Elektrifizierung und E-Fuels beschlossen. E-Fuels können dort eine Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität im Verkehrssektor spielen, wo aufgrund spezifischer Anforderungen eine unmittel-

bare Umstellung auf erneuerbare Stromquellen eine besondere Herausforderung ist, insbesondere im Luft- und Seeverkehr.

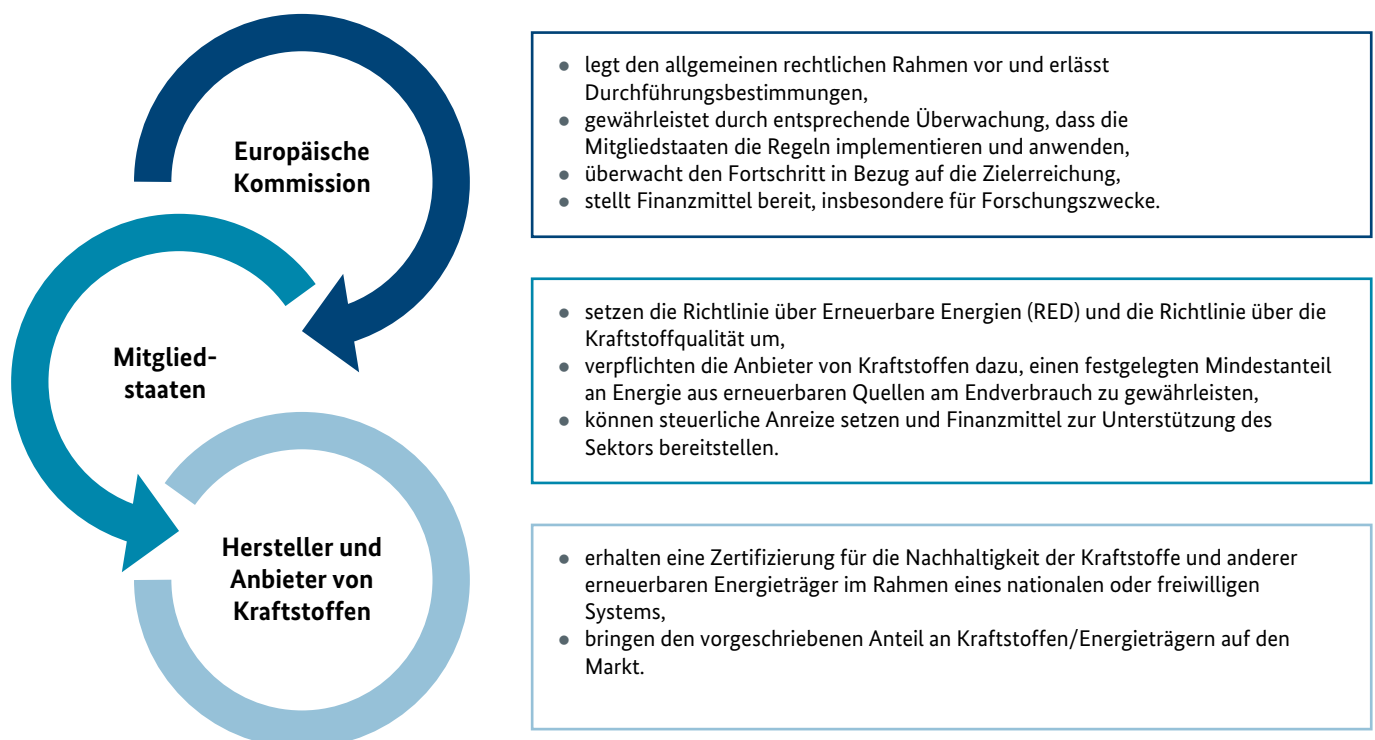
Weitere Informationen und eine Auflistung der geplanten Maßnahmen sind im „[Klimaschutzprogramm 2023 der Bundesregierung](#)“ veröffentlicht.

Biokraftstoffe und alternative Kraftstoffe

Die maßgeblichen Zielsetzungen im Bereich der Biokraftstoffe und aller anderen erneuerbaren Energieträger im Verkehr, etwa grünem Wasserstoff, Strom und E-Fuels, sind auf EU-Ebene verbindlich definiert, wobei die Verantwortlichkeiten zwischen der Europäischen Kommission, den Mitgliedstaaten sowie den Herstellern und Anbietern von Kraftstoffen (Wirtschaftsteilnehmern) aufgeteilt ist [16].

Die Verantwortlichkeiten teilen sich wie folgt auf:

Abbildung 35: Verantwortlichkeiten nach der Renewable Energy Directive (RED III)



Mit der Überarbeitung der RED III im Jahr 2023 und dem „Fit für 55“-Paket hat die EU-Kommission ambitioniertere Ziele für Biokraftstoffe bis zum Jahr 2030 festgelegt. Zusätzlich wurden durch zwei weitere Verordnungen spezifische Ziele für den Luft- und Seeverkehr erlassen. Der Trend geht dabei weg von herkömmlichen Biokraftstoffen wie Bioethanol und Biodiesel hin zu fortschrittlichen Biokraftstoffen und synthetischen Kraftstoffen.

Biokraftstoffe können aus einer Vielzahl von Rohstoffen gewonnen werden, wobei die EU-Kommission drei Hauptkategorien gemäß dem verwendeten Rohstoff oder der angewandten Technologie unterscheidet.

Biokraftstoff Hauptkategorien nach den EU-Richtlinien RED II und RED III

Zusätzlich zu Biokraftstoffen kommen im Verkehrsbereich auch erneuerbare flüssige oder gasförmige Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBO – Renewable Fuels of Non-Biological

Origin) zum Einsatz. Diese synthetischen Kraftstoffe, auch als strombasierte Kraftstoffe bezeichnet, werden durch die Nutzung von erneuerbarem Strom aus Wasser und gegebenenfalls CO₂ erzeugt und umfassen Wasserstoff, synthetisches Methan (ähnlich Erdgas) sowie flüssige Kraftstoffprodukte.

Im Rahmen der RED III haben die Mitgliedstaaten die Option, entweder die Treibhausgasintensität im Verkehrssektor durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger bis 2030 um 14,5 % zu senken, die im Vergleich zu den Emissionen, die durch den Einsatz fossiler Kraftstoffe entstanden wären oder einen obligatorischen Anteil erneuerbarer Energiequellen am Endenergieverbrauch des Verkehrs von mindestens 29 % bis 2030 zu erreichen. Zusätzlich wurde eine verbindliche untergeordnete Zielvorgabe implementiert, wonach der Anteil erneuerbarer Energieträger, die für den Verkehrssektor bereitgestellt werden, bis 2030 5,5 % fortschrittliche Biokraftstoffe (insbesondere aus Non-Food-Ausgangsstoffen) und erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBO – vorwiegend

Abbildung 36: Biokraftstoffkategorien nach RED II und RED III



Biokraftstoffe, die aus Nahrungs- und Futtermittelpflanzen hergestellt werden (Artikel 26 der RED II). Beispiele hierfür sind Biodiesel aus Raps-, Sonnenblumen-, Palm- und Sojaöl oder Bioethanol aus Mais, Weizen, Zuckerrüben, Gerste und Roggen. Die Biodieselproduktion erfolgt durch die Umwandlung von pflanzlichen Ölen oder tierischen Fetten, wobei Abfälle und Reststoffe vorrangige Ausgangsstoffe sind, gefolgt von Raps und Palmöl. Bioethanol entsteht durch die Fermentation von zucker- oder stärkehaltigem Pflanzenmaterial und wird häufig als Beimischung zu Benzin verwendet.



Fortschrittliche Biokraftstoffe, die hauptsächlich aus Abfällen, Reststoffen und Nebenprodukten, wie Algen, Biomasseanteilen von Siedlungsabfällen, Stroh, Abwasser aus Palmölmühlen, zellulosehaltigem Non-Food-Material oder lignozellulosehaltigem Material (siehe Anhang IX Teil A der RED II) stammen und durch den Einsatz von fortschrittlichen Technologien hergestellt werden.



Biokraftstoffe, die vorwiegend aus Abfällen, Reststoffen und Nebenprodukten (Anhang IX Teil B der RED II) stammen und mittels ausgereifter Technologien zu Biokraftstoffen verarbeitet werden können. Dazu gehören beispielsweise hydrierte Pflanzenöle (HVO) aus gebrauchtem Speiseöl und tierischen Fetten, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel geeignet sind.

erneuerbarer Wasserstoff und wasserstoffbasierte E-Fuels) umfassen muss. Im Rahmen dieser Zielvorgabe wird von den Mitgliedstaaten gefordert, dass bis 2030 mindestens 1 % der erneuerbaren Kraftstoffe für den Verkehrssektor nicht biogenen Ursprungs sind. Neben Kraftstoffen haben die Mitgliedstaaten auch die Möglichkeit, Strom, der in Elektrofahrzeugen, aber auch im Schienenverkehr zur Anwendung kommt, zur Erfüllung zu nutzen. In Deutschland geschieht dies über die so genannte Treibhausgasquote, über die neben Strom auch die erneuerbaren Kraftstoffe und ihr Einsatz reguliert werden.

Parallel dazu wurde auf EU-Ebene ein verstärkter Einsatz von E-Fuels im Flugverkehr beschlossen. Mit der Zustimmung zur ReFuelEU-Aviation-Initiative wird auf EU-Ebene verankert, was in Deutschland bereits seit 2021 gesetzlich festgelegt ist. Die deutsche E-Fuels-Quote von 2 % bis 2030 stellt bislang die weltweit erste verbindliche Verpflichtung für die Verwendung dieser Kraftstoffe dar. Auf EU-Ebene ist nun ab 2030 eine Mindestquote von 1,2 % E-Fuels vorgeschrieben, die bis 2032 auf 2 % ansteigt. Die Quote soll bis 2050 auf 35 % erhöht werden. Insgesamt müssen bis zum Zieljahr 2050 mindestens 70 % der Flugkraftstoffe aus erneuerbaren Energien stammen, wobei sowohl E-Fuels als auch Biokraftstoffe aus Rest- und Abfallstoffen inbegriffen sind.

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

Des Weiteren veröffentlicht die EU-Kommission unter Portalen wie [Cordis](#) oder [Kohesio](#) Informationen über die von der EU geförderten Projekte.

Elektromobilität

Das nationale Klimaschutzprogramm 2023 sieht als maßgeblichen Eckpfeiler für einen umweltfreundlichen Verkehr einen Umstieg auf alternative Antriebe im Straßenverkehr vor. Diese Umstellung soll nicht nur die zukünftige Erschwinglichkeit individueller Mobilität gewährleisten, sondern auch den Beginn einer neuen Ära für den deutschen Automobilstandort markieren. Neben den im Rahmen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie

bzw. der Treibhausgasquote bestehenden Anreizen für Elektrofahrzeuge – übrigens auch solche im Schienenverkehr und für Elektrobusse – stellen die EU-weit geltenden Flottengrenzwerte für neue Kraftfahrzeuge das zentrale Instrument zur Antriebswende dar. Sie gelten für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, darunter auch Busse. Sie sind somit auch der zentrale Treiber für den Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehr in Form von elektrischem Strom, der Straßenfahrzeuge antreibt.

Bis zum Jahr 2023 stellte zudem der Umweltbonus für Elektrofahrzeuge ein zentrales Element im Maßnahmenpaket zur Förderung des Umstiegs auf saubere Mobilität dar. Seit dem Jahr 2016 wurden mit insgesamt etwa 10 Mrd. Euro im Rahmen des Umweltbonus rund 2,23 Mio. Elektrofahrzeuge gefördert. Diese Zahl setzt sich aus 1,43 Mio. rein batterieelektrischen E-Autos, knapp 805.000 Plug-in-Hybriden und 543 Brennstoffzellenfahrzeugen zusammen [17].

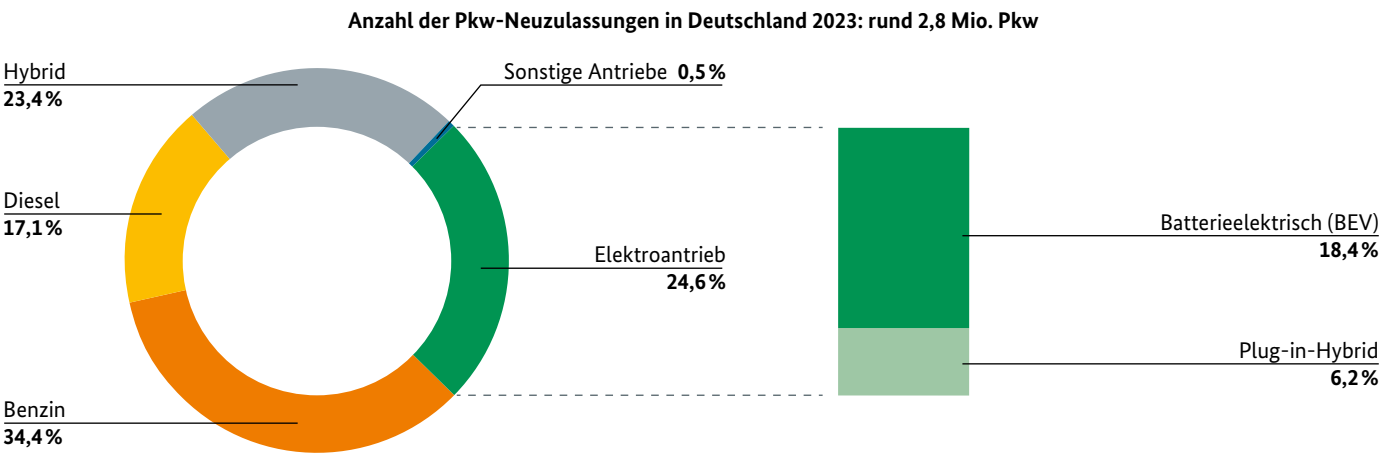
Trotz der Beendigung des Umweltbonus im Dezember 2023 werden andere, für den Verkehrsbereich bedeutende Förderungen im Rahmen des Klima- und Transformationsfonds fortgeführt. Damit soll die Modernisierung der Automobilindustrie im Bereich der Elektromobilität weiter vorangetrieben werden, insbesondere vor dem Hintergrund globaler Herausforderungen wie Wettbewerbsdruck, Digitalisierung und Dekarbonisierung. Eine Förderung der Elektromobilität erfolgt weiterhin durch die Unterstützung der Batteriezellfertigung mit etwa 500 Mio. Euro sowie durch Zuschüsse zur Errichtung von Ladeinfrastruktur in Höhe von rund 1,92 Mrd. Euro.

Fahrzeugbestand

Im Jahr 2023 wurden 1,4 Mio. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zugelassen. Die Anzahl der Neuzulassungen batterieelektrischer Pkw erhöhte sich im Vergleich zum Vorjahr um mehr als 11 % auf 524.219 Fahrzeuge (2022: 470.559). Im Kontrast dazu verzeichneten Plug-in-Hybride im Jahr 2023 einen signifikanten Rückgang um 51,5 % auf 175.724 Neuzulassungen (2022: 362.093). Dieser Rückgang lässt sich durch das Auslaufen der staatlichen Förderung von Plug-in-Hybriden und der Konzentration auf rein batterieelektrische Fahrzeuge im Jahr 2023 erklären.

Da die Zulassungen von Neuwagen insgesamt im Jahr 2023 um 7,3 % auf 2,84 Mio. anstiegen, stagnierte der Anteil batterieelektrischer Pkw an den Gesamt-Pkw-Neuzulassungen bei 18 %, während der Anteil von Plug-in-Hybriden von 14 % auf 6,2 % fiel [18].

Abbildung 37: Neuzulassungen von Pkw nach Treibstoff- und Antriebsarten im Jahr 2023



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) [19]

Insgesamt waren in Deutschland bis Ende 2023 mehr als 1,5 Mio. reine Elektrofahrzeuge (BEV) und rund 1 Million Plug-in-Hybride zugelassen.

Tabelle 22: Entwicklung des Fahrzeugbestands

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Plug-in-Hybrid	-	-	-	-	-	20.975	44.419	66.997	102.175	279.861	565.956	864.712	1.040.436
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	1.537.228

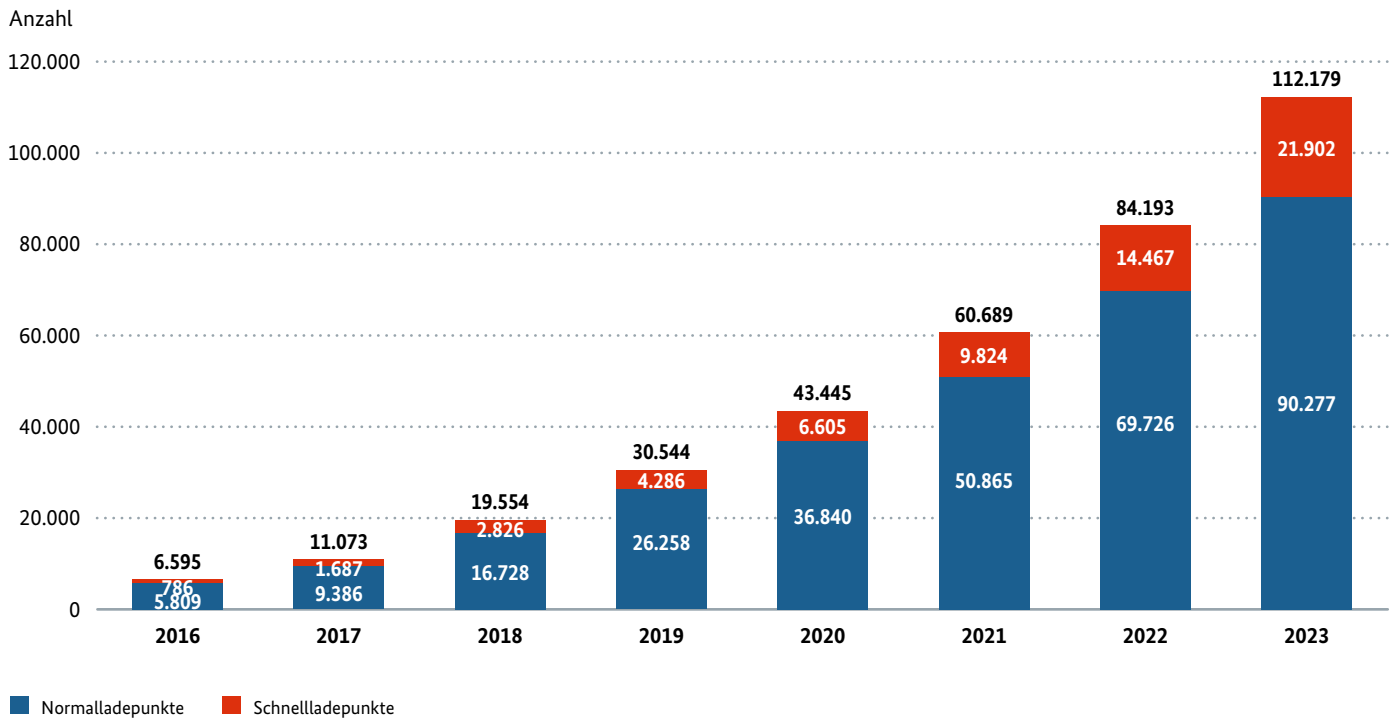
Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) [20]

Zum 13. April 2024 trat die Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) in Kraft. Wegen des Anwendungsvorrangs des EU-Rechts ist die Ladesäulenverordnung (LSV) mit Inkrafttreten der AFIR in den sie betreffenden Bereichen automatisch unanwendbar.

Weiterhin ist ein zentraler Baustein zur Stärkung der Nachfrage bei der Elektromobilität der Ausbau der Ladeinfrastruktur. Ziel der Bundesregierung

ist es, dass bis zum Jahr 2030 eine Million öffentliche Ladepunkte bereitstehen. Die im Rahmen der LSV gemeldeten, öffentlich zugänglichen Ladesäulen in Deutschland werden von der [BNetzA](#) veröffentlicht. Bis Ende 2023 wurden rund 90.280 Normalladepunkte und 21.900 Schnellladepunkte bei der BNetzA registriert. Mit knapp 22.650 waren die meisten Ladepunkte in Bayern installiert, dicht gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 20.780 und Baden-Württemberg mit 20.110 Ladepunkten [21].

Abbildung 38: Entwicklung der Anzahl von Ladepunkten



Quelle: BNetzA [21]

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Bei der Umsetzung der Energiewende wie auch bei der Bewältigung drängender Forschungsfragen ist angesichts der nahenden Zielmarken 2030 und 2045 ein rasches und wirkungsvolles Handeln erforderlich. Die Energieforschung nimmt bei der Entwicklung und Verfügbarmachung von Technologieoptionen eine Schlüsselrolle ein. Forschung und Innovation sind dabei in erster Linie Aufgabe der Unternehmen. Aufgrund der strategischen Bedeutung des Energiesystems für Wohlstand und Sicherheit unterstützt der Staat diese Bemühungen bereits seit Ende der 1970er Jahre im Rahmen aufeinander folgender Energieforschungsprogramme. Während die bisherigen Programme einen technologiefokussierten Ansatz verfolgten, ist das aktuelle 8. Energieforschungsprogramm zur angewandten Energieforschung auf die Vollendung der Energiewende und die Beschleunigung der Transformation ausgerichtet. Das Ziel ist, künftig noch zielgerich-

teter zu agieren, indem der Blickwinkel auf praxisorientierte Forschungsförderung ausgerichtet wird. Dabei wird die Projektförderung als zentrales Instrument eingesetzt, das eine flexible Nachjustierung ermöglicht. Das Programm richtet seinen Fokus gezielt auf die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung aus, um die Transformation des Energiesystems effektiv zu unterstützen. Es soll ferner auf dynamische politische und technologische Entwicklungen reagieren und sich als „selbstlernendes“ Programm an Veränderungen bei den Rahmenbedingungen anpassen können.

Im Rahmen des 8. Energieforschungsprogramms unterstützt das BMWK die praxisorientierte Forschung der Unternehmen mit Hochschulen und Forschungsinstituten, schafft Anreize für Entwicklungen im Einklang mit politischen Zielvorgaben und beschleunigt den Innovationsprozess. Denn auf dem Weg zu einem klimaneutralen Energiesystem muss die Energieforschung sicherstellen, dass für sämtliche Anwendungsfälle klimaneutrale Lösungen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus soll gewährleistet werden, dass die technologische

Transformation des Energiesystems reibungslos und sicher vonstatten geht, wobei die Resilienz, Effizienz und Nachhaltigkeit kontinuierlich gesteigert werden sollen.

Zur Beschleunigung dieses Prozesses hat das BMWK im aktuellen Energieforschungsprogramm eine missionsorientierte Innovationspolitik mit klaren Leitlinien und Schwerpunkten für die Förderung in der angewandten Energieforschung formuliert. Die Ableitung von Programmzielen erfolgt ausgehend von den folgenden fünf Forschungsmissionen, die sich auf die bedeutenden Handlungsfelder der Energiewende beziehen.

Mission Energiesystem	Erforschung eines belastbaren und effizienten Energiesystems
Mission Wärmewende	Entwicklung einer klimaneutralen Wärme- und Kälteversorgung
Mission Stromwende	Umstellung der Stromversorgung auf erneuerbare Energien
Mission Wasserstoff	Forschung für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft
Mission Transfer	schneller Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis

Die missionsorientierte Innovationspolitik zeichnet sich durch eine sektor- und fachthemenübergreifende Forschungsförderung aus und zielt darauf ab, ein breites Spektrum an Lösungen für den Transformationsprozess im Energiebereich zu entwickeln. Das BMWK strebt durch einen Förderansatz entlang der gesamten Wertschöpfungskette einen klaren Fokus auf den Ergebnistransfer an.

Das neue Programm hebt außerdem die konkreten Beiträge hervor, die die angewandte Energieforschung leisten kann, und legt Förderprioritäten fest. Diese Prioritäten sind in den spezifischen Zielen der Programmmissionen verankert. Besondere Aufmerksamkeit gilt den so genannten Sprinterzielen, die dringende Forschungsbedarfe mit besonderer Relevanz für die Energiewende adressieren. Ein Beispiel dafür ist im Programmziel 4 „Nachhaltigkeit im Energiesystem erhöhen“

das Sprinterziel „Die sektorenübergreifende, integrierte Energieinfrastrukturplanung wird für alle Regionen Deutschlands bis 2030 beherrscht. Dafür sind validierte Methoden und Instrumente erprobt und verfügbar. Dies berücksichtigt die Netz-, Erzeugungs-, Verbrauchs- und Speicherplanung für Strom, Wärme und Wasserstoff sowie Anlagen für Power-to-X und Lastmanagement.“

Weitere Informationen und Hintergründe zum 8. Energieforschungsprogramm des BMWK sind online auf der BMWK-Internetseite „[Forschungsmissionen für die Energiewende](#)“ veröffentlicht.

Im Folgenden werden exemplarisch Forschungsvorhaben aus den jeweiligen Schwerpunkten vorgestellt.

Mission Energiesystem

Projekt [SysAnDUK](#) „Sichere Stromversorgung bei Blackout: Erneuerbare unterstützen Netzwiederaufbau“

Im rheinland-pfälzischen Kümbdchen bei Mainz erprobt das Fraunhofer IEE zusammen mit den Unternehmen Enercon, Alterric Deutschland, DUtrain und Westnetz das Wiederauffahren eines Windparks. Das Forschungsprojekt erforscht, wie ein Windpark nach einem Stromausfall (Blackout) gesteuert werden muss, um zum Wiederaufbau des Netzwerks beitragen zu können.

Mission Stromwende

Projekt [RefLau](#) „Neues Wasserstoff-Speicherkraftwerk für eine grüne Lausitz“

Im Mittelpunkt dieses Vorhabens steht die technologische Innovation und Vermarktung von Wasserstoff. Die Projektpartner planen den Bau eines Wasserstoff-Kraftwerks im Industriepark Schwarze Pumpe am Standort Spremberg. Dabei wird grüner Wasserstoff produziert, und gleichzeitig werden Systemdienstleistungen erbracht, um einen stabilen Netzbetrieb sicherzustellen. Das Ziel ist, den Stromsektor effizient mit den Sektoren Wärme, Industrie und Verkehr zu verbinden.

Mission Wärmewende

Projekt GeoSpeicher Berlin „Mehr klimafreundliche Wärme mit saisonalem Speicher“

Im Rahmen des Reallabors „GeoSpeicher Berlin“ soll in Zukunft der Südosten Berlins verstärkt mit Fernwärme aus erneuerbarer Energie versorgt werden. Dies wird durch einen 400 Meter tiefen Aquiferspeicher ermöglicht, der mit einem innovativen Wärmepumpensystem kombiniert wird.

Im Rahmen des Projekts errichten die Partner am Standort des Heizkraftwerks Berlin-Adlershof in Verbindung mit dem Holzheizkraftwerk Berlin-Neukölln einen so genannten Aquiferspeicher. Ein Aquifer ist eine Sandschicht, deren poröse Struktur zu über 20 % mit Wasser gefüllt ist. Damit soll ein Viertel der Wärme, die momentan noch aus dem Steinkohleheizkraftwerk Berlin-Schöneweide stammt, im Winter eingespart und durch erneuerbare Energie aus dem Sommer ersetzt werden.

Mission Wasserstoff

Projekt OffsH2ore „So könnte Wasserstoff mit Windenergie auf der Nordsee hergestellt werden“

Die Produktion von Wasserstoff auf dem Meer und sein Transport an Land wurden von den Projektpartnern unter der Leitung von PNE (Pure new energy) in Cuxhaven hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Effizienz eingehend untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem Konzept zusammengefasst, das als Blaupause für die Entwicklung von Pilot- und Großprojekten dienen kann.

Der Ausgangspunkt dieses Konzepts ist ein hypothetischer Offshore-Windpark in der deutschen

Nordsee, der direkt mit einer 500-Megawatt-Elektrolyseplattform verbunden ist. Diese Plattform kann bis zu 50.000 t grünen Wasserstoff pro Jahr produzieren. Das System basiert auf einem skalierbaren und modularen Aufbau, der sich leicht an unterschiedliche Wasserstoffproduktionskapazitäten anpassen lässt.

Mission Transfer

Projekt Trans4Real „Fokus Wasserstoff: Transferforschung für die Reallabore der Energiewende“

Das Hauptziel des Verbundvorhabens Trans4Real besteht darin sicherzustellen, dass die Erkenntnisse, die in den Reallaboren der Energiewende gewonnen werden, flächendeckend genutzt werden können. Das Projekt begleitet die Reallaborprojekte zu Wasserstofftechnologien und Sektorkopplung umfassend wissenschaftlich.

Während in den Reallaboren der Energiewende im industriellen Maßstab unter realen Bedingungen getestet wird, wie Wasserstoff hergestellt, verteilt und angewendet werden kann, analysiert, ordnet und reflektiert Trans4Real die dabei gewonnenen Lernerfahrungen. Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berücksichtigen dabei nicht nur die eingesetzten Technologien und deren Integration in das Energiesystem, sondern auch den Hochlauf des Wasserstoffmarktes mit den entstehenden Geschäftsmodellen. Zudem wird untersucht, wie die Reallabore der Energiewende in das internationale Umfeld eingebettet sind.

In der folgenden Tabelle ist die Anzahl der vom BMWK neu bewilligten Forschungsprojekte und die dafür festgelegten Mittel im Zeitraum 2020 bis 2023 dargestellt.

Tabelle 23: Neu bewilligte Forschungsprojekte für EE-Technologien/Klimaschutz

	2021		2022		2023	
	Anzahl	Zuwendung in Euro	Anzahl	Zuwendung in Euro	Anzahl	Zuwendung in Euro
Brennstoffzellen	82	38.039.863	53	22.135.666	42	26.745.255
Digitalisierung in der Energiewende ¹	14	14.740.366	56	15.126.870	37	24.832.431
Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe ¹	47	11.054.758	59	12.534.006	56	11.374.592
Energiewende im Verkehr	51	22.756.916	30	20.287.532	18	11.657.044
Energiewende und Gesellschaft	41	8.926.961	40	9.625.018	48	11.443.732
Gebäude und Quartiere ¹	241	154.192.406	209	82.687.012	207	90.650.210
Geothermie ¹	25	19.473.012	27	23.541.045	39	21.015.208
Industrie und Gewerbe ¹	185	129.710.952	152	66.179.349	188	83.263.189
Photovoltaik	104	59.741.902	104	61.642.086	97	68.593.585
Sektorkopplung und Wasserstofftechnologien ¹	91	123.820.636	97	67.378.238	54	24.692.907
Stromnetze	98	45.874.539	120	49.831.825	113	61.533.413
Stromspeicher	48	19.090.086	26	28.261.384	35	31.181.490
Technologien für die CO ₂ -Kreislaufwirtschaft	43	15.073.980	34	12.355.830	20	9.811.170
Technologieorientierte Systemanalyse	49	21.476.698	53	21.369.165	48	18.798.331
Thermische Kraftwerke ¹	74	39.123.836	86	41.650.089	58	29.583.387
davon Solarthermische Kraftwerke (LPS EB %)	–	–	–	–	5	2.101.648
Wasserkraft und Meeresenergie	–	–	3	1.334.639	2	1.247.213
Windenergie	84	43.901.836	97	59.745.097	99	62.697.469
Sonstige ¹	0	0	0	0	0	0
Gesamtergebnis	1.277	766.998.747	1.246	595.684.851	1.166	591.222.273

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

Bedeutung des Marktstammdatenregisters (MaStR) für die Transformation des deutschen Energiesystems



Die Transformation des deutschen Energiesystems hin zu erneuerbaren Ener-

gien und einer effizienten Energienutzung erfordert eine zielgerichtete Planung und Umsetzung. Um diese Ziele zu erreichen, benötigen alle beteiligten Akteure – von Behörden über Unternehmen bis hin zu Anlagenbetreibern – eine umfassende, einheitliche und zuverlässige Datenbasis. Diese Grundlage wird durch das MaStR geschaffen, welches eine zentrale Rolle bei der Datenverwaltung und -bereitstellung spielt.

Zweck und Zielsetzung

Das Hauptziel des MaStR ist es, die energiewirtschaftlichen Prozesse zu vereinfachen und gleichzeitig die Qualität der Daten deutlich zu erhöhen. Dies trägt zur Reduzierung der Bürokratiebelastung für Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger bei und unterstützt eine zielgerichtete Transformation des Energiesystems. Zu den Herausforderungen, die mit Hilfe des MaStR besser bewältigt werden können, gehören die effiziente Vermarktung von Strom und Gas sowie die Weiterentwicklung der Energiewende.

Das MaStR bietet verschiedene Vorteile:

Verbesserte Datenqualität

- Durch die zentrale Erfassung und Verwaltung der Daten wird die Qualität der Informationen verbessert.

Reduzierung der Bürokratie

- Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger profitieren von einer geringeren Bürokratiebelastung, da viele Daten nur einmal erfasst und zentral verwaltet werden.

Effizienzsteigerung

- Behörden können ihre Erhebungen vereinfachen oder ganz entfallen lassen, indem sie auf die Daten des MaStR zugreifen.

Öffentlicher Zugang

- Die breite Öffentlichkeit, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Netzbetreiber und die Politik können die Daten nutzen, um fundierte Entscheidungen zu treffen.

Funktionsweise

Das MaStR enthält ausschließlich Stammdaten: Namen, Adressen, Standorte, Zuordnungen, Technologien, Leistungswerte etc. Nicht enthalten sind die so genannten „Bewegungsdaten“, die mit der energiewirtschaftlichen Aktivität eines Marktteilnehmers oder den Vorgängen innerhalb von Anlagen verbunden sind (z. B. Produktionsmengen, Lastflussdaten oder Speicherfüllstände).

Verantwortlichkeiten und Zugang

Alle Marktteilnehmer, einschließlich Anlagenbetreiber, Strom- und Gasnetzbetreiber, Strom- und Gaslieferanten, Direktvermarkter sowie energiewirtschaftliche Behörden, Verbände und Institutionen, sind verpflichtet, sich und ihre Anlagen im MaStR zu registrieren. Die Eingabe und Pflege der Daten liegt in der Verantwortung der jeweiligen Akteure.

Eine ausführliche Darstellung, welche Daten und Akteure im MaStR erfasst werden, ist im [Hilfebereich](#) des Registers zu finden.

Entwicklung und Ausblick

Das MaStR ist seit über fünf Jahren online und hat bereits über fünf Mio. Anlagen erfasst. Es wird kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert, um den steigenden Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden.

Weitere Informationen

Alle Hintergrundinformationen und Zugang zum [Marktstammdatenregister](#) sind auf der offiziellen Website der BNetzA verfügbar.

SMARD – Strom- und Gasmarktdaten



SMARD ist eine Online-Plattform, die von der BNetzA entwickelt wurde, um die Transparenz und das Verständnis des Energiemarktes zu fördern.

Seit 2017 stellt [SMARD](#) interaktive Grafiken und echtzeitnahe Daten bereit, die verschiedene Aspekte des Energiemarktes beleuchten. Nutzerinnen und Nutzer können unter anderem Informationen zu Stromangebot und -nachfrage, dem Anteil erneuerbarer Energien, Stromverbrauchsmustern und internationalen Großhandelspreisen abrufen und analysieren. Daneben stehen auch Daten zum Gasmarkt und verschiedene Verbraucherthemen zur Verfügung. Zudem werden unterschiedliche Themen regelmäßig redaktionell aufbereitet.

Dargestellte Informationen:

[Energiemarkt aktuell](#)

- Bietet regelmäßig Artikel zu langfristigen Entwicklungen auf dem Strom- und Gasmarkt

[Energiedaten kompakt](#)

- Bietet grafisch aufbereitete Daten zu Verbraucherthemen aus den Monitoring-Erhebungen von Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt
- Themenfelder: Einzelhandel, Erzeugung, Netzengpassmanagement

[Marktdaten visualisieren](#)

- Bietet die Möglichkeit, verschiedene Datenkategorien in einer Grafik zu kombinieren und deren Reihenfolge individuell anzupassen
- Beispielsweise können Energieträger anders geschichtet werden, um unterschiedliche Fragestellungen zu beantworten

[Deutschland im Überblick](#)

Marktgebiet:

- Bietet übersichtliche Informationen zum aktuellen Strommix, dem Verbrauch oder auch dem europäischen Außenhandel

Kraftwerkskarte:

- Bietet eine Liste der Erzeugungseinheiten in Deutschland und stellt sie in einer Karte dar
- Für Erzeugungseinheiten >100 MW stehen kraftwerksscharfe Einspeisezeitreihen zur Verfügung

[Energiemarkt erklärt](#)

- Erläutert Fachbegriffe und bietet Hintergrundwissen

[Daten herunterladen](#)

- Bietet die Möglichkeit, alle bereitgestellten Daten in verschiedenen Formaten und Auflösungen herunterzuladen

SMARD-Ticker

Der SMARD-Ticker auf der Startseite bietet kürzere Artikel, in denen kurzfristig über besondere Entwicklungen auf dem Energiemarkt 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.

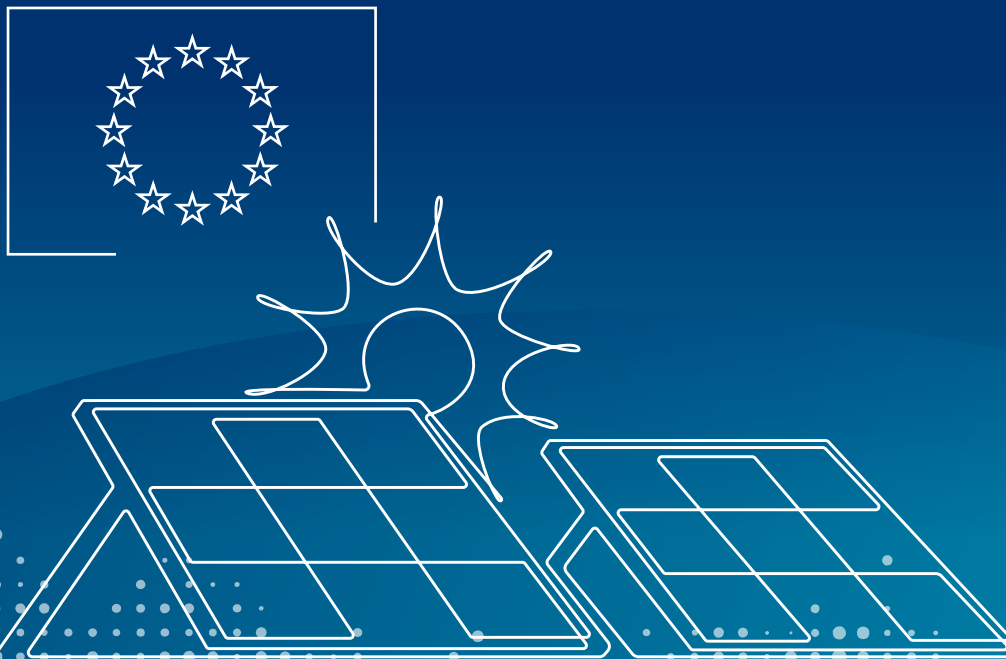
Anschaulich aufbereitete Informationen

Um die Daten nachvollziehbar zu machen, werden noch weitere Bereiche angeboten, die grafisch visualisierte Marktdaten mit hilfreichen und aktuellen Informationen verknüpfen. Die Plattform bietet die Möglichkeit, verschiedene Datenkategorien in einer Grafik zu kombinieren und die Reihenfolge der Bausteine nach Belieben zu ändern. So lassen sich beispielsweise die Energieträger mit wenigen Klicks anders schichten, was für viele Fragestellungen aufschlussreich sein kann.

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. Ein wesentliches Mittel zur Erreichung dieses Ziels ist der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien. Ihr Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch der EU soll bis zum Jahr 2030 auf bis zu 45 % erhöht werden.



Die ambitionierte Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien auf EU-Ebene geht bereits bis ins Jahr 2009 zurück, als mit der Richtlinie 2009/28/EG (RED) erstmals ein verbindlicher Rahmen für den EU-weiten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Kraft trat, seinerzeit mit der Zielsetzung eines Anteils von 20 % am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020. Noch vor dem Erreichen dieses Ziels wurde bereits Ende des Jahres 2018 die Nachfolgerichtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) in Kraft gesetzt, die die Entwicklung fortschreiben sollte und das verbindliche Ziel eines EU-weiten Anteils von mindestens 32 % erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 setzte.

Während der europäischen Energiekrise im Jahr 2022 infolge 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. Daher haben die Mitgliedstaaten im Juni 2023 im Zuge einer umfassenden Überarbeitung die Richtlinie (EU) 2023/2413, die so genannte RED III, beschlossen, die am 20. November 2023 in Kraft getreten ist. Sie beinhaltet das Ziel, den EU-weiten Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 auf mindestens 42,5 % zu erhöhen. Zudem strebt die Europäische Union an, möglichst 45 % zu erreichen.

In der Konsequenz bedeuten die neuen Ziele der RED III, dass der ursprünglich nach der RED II vorgesehene Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2030 in etwa verdoppelt werden muss. Das Ziel von 42,5 % muss von der EU dabei verpflichtend erreicht werden. Das weitergehende Ziel von 45 % wird durch zusätzliche freiwillige Maßnahmen der Mitgliedstaaten oder auch durch gesamteuropäische Maßnahmen angestrebt. Für die Zielerfüllung werden in der EU bis 2030 jährlich Windenergie- und Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von zusammen ungefähr 100 GW neu installiert werden müssen. Mit der RED III werden somit auch die im Zuge des EEG 2023 [1] stark erhöhten deutschen Ausbauziele untermauert und zugleich notwendig,

um den deutschen Beitrag zur Zielerreichung beizusteuern. 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 RED III wurden neben dem übergeordneten Ziel für den Erneuerbaren-Anteil 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 bezogen auf das Basisjahr 2020 wachsen. Ergänzt wird dies durch das indikative, d. h. nicht verbindliche 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 erhöht. 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 ein Prozentpunkt von Letzteren (Wasserstoff und E-Fuels) erbracht werden soll. Weiterhin gilt für den Industriesektor das indikative Ziel, dass der Anteil der Erneuerbaren am gesamten Energieverbrauch um jährlich 1,6 %-Punkte steigen soll. Bis 2030 müssen zudem verpflichtend 42 % des verwendeten Wasserstoffs und seiner Derivate aus erneuerbaren Energien hergestellt werden. Bis 2035 sollen es 60 % sein.

Ein bedeutender Bestandteil der RED III ist zudem, dass einige der im Rahmen der EU-Genehmigungs-Notfallverordnung zunächst übergangsweise erlassenen Regelungen zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren bei der Anwendung des Natur- und Artenschutzrechts dauerhaft in europäisches Recht überführt wurden. So kann beispielsweise bei der Planung von Windparks in so genannten Beschleunigungsgebieten auch weiterhin auf aufwändige Prüfschritte auf Projektebene verzichtet werden, sofern diese bereits auf der Flächenplanungsebene stattgefunden haben.

Die RED III ist auch ein Teil des „Fit for 55“-Pakets, einem Maßnahmenpaket zur Erreichung der Klimaziele der EU. „Fit for 55“ bezieht sich dabei auf das Klimaziel der EU, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 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. Die RED III gehört ebenso zum REPowerEU-Plan, den die EU-Kommission im Jahr 2022 als Reaktion auf die russische Invasion in der Ukraine aufgestellt hat mit dem Ziel, die Importe russischer fossiler Energieträger rasch zu beenden.

Einen weiteren Rahmen für die RED III bildet zudem auch 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“) [30] 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. Die EU-Kommission hatte für Deutschland einen Erneuerbaren-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch für 2030 von 41 % als Beitrag zum EU-Gesamtziel identifiziert.

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.

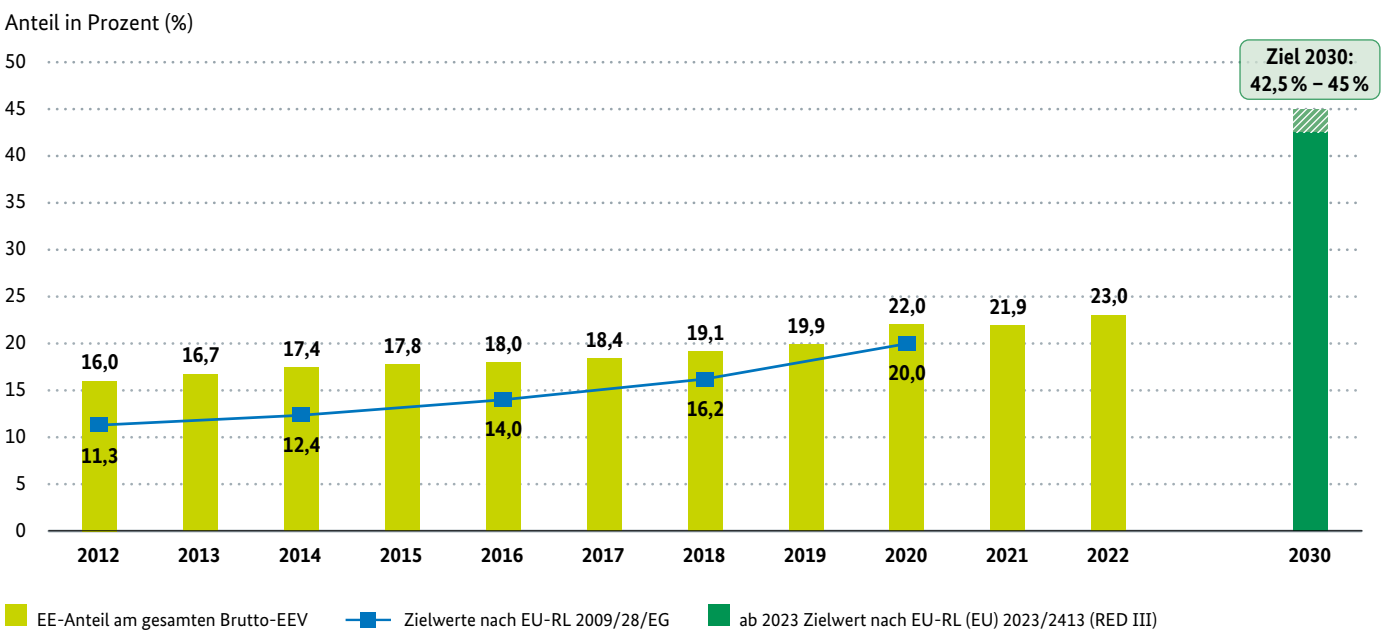
Im Teil „Europa“ werden aus Konsistenzgründen für Deutschland die Daten aus den internationalen Statistiken übernommen. Für die Beurteilung der nationalen Fortschritte sind die detaillierten Angaben aus den nationalen Quellen im Teil I jedoch i. d. R. belastbarer.

Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien in der EU und Zielverfolgung nach EU-Richtlinie

Die Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien auf EU-Ebene nach den Richtlinien RED I bis RED III sind als Anteile am Bruttoendenergieverbrauch definiert. Deren Berechnungsregeln sind in den Richtlinien detailliert festgelegt. Unter anderem wird die Stromerzeugung aus Wasserkraft und Windenergie eines bestimmten Jahres auf einen Durchschnittswert normalisiert, um Witterungseffekte herauszurechnen.

EU-weit lagen hierfür bei Redaktionsschluss Daten bis zum Jahr 2022 vor. In diesem wurde ein Anteil von 23,0 % erreicht, gut ein Prozentpunkt mehr als im Vorjahr (2021: 21,9 %).

Abbildung 39: 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 ab 2023 gemäß EU-RL (EU) 2023/2413)



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Tabelle 24: Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) aus erneuerbaren Energien in der EU-27

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BEEV aus erneuerbaren Energien [TWh]	1.780	2.069	2.128	2.204	2.293	2.371	2.438	2.585	2.643
Anteil erneuerbarer Energien am gesamten BEEV [%]	14,4	17,8	18,0	18,4	19,1	19,9	22,0	21,9	23,0

bis 2020 gemäß EU-RL 2009/28/EG, ab 2021 gemäß EU-RL (EU) 2018/2001
 Quelle: Eurostat Shares [23]

Für Deutschland liegt bereits eine erste vorläufige Abschätzung auf Basis der Berechnungsmethodik der RED III auch für das Jahr 2023 vor. Danach erreichten die erneuerbaren Energien in Deutsch-

land einen Anteil von 21,6% am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und damit gut einen Prozentpunkt mehr als im Vorjahr (2022: 20,8%).

Tabelle 25: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) sowie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland

Berechnet nach EU-Richtlinie

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 ¹
	(%)										
EE-Anteil am BEEV Strom	10,6	18,2	30,9	32,3	34,6	37,6	40,6	44,2	43,9	47,6	
EE-Anteil am BEEV Wärme / Kälte	7,7	12,1	13,4	13,0	13,4	14,2	14,5	14,5	15,5	17,5	
EE-Anteil am BEEV Verkehr	4,0	6,4	6,6	7,0	7,0	7,9	7,6	10,0	8,1	9,9	
EE-Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch	7,2	11,7	14,9	14,9	15,5	16,7	17,3	19,1	19,4	20,8	21,6

¹ Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder. Für das Jahr 2023 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) [22]

In den Tabellen 26 und 27 sind die Anteile erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch detailliert für alle EU-Mitgliedstaaten als Zeitreihen sowie differenziert nach den Bereichen Strom,

Wärme/Kälte und Verkehr aufgeführt. In den daran anschließenden Abschnitten werden die einzelnen Bereiche näher betrachtet.

Tabelle 26: Anteile erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten

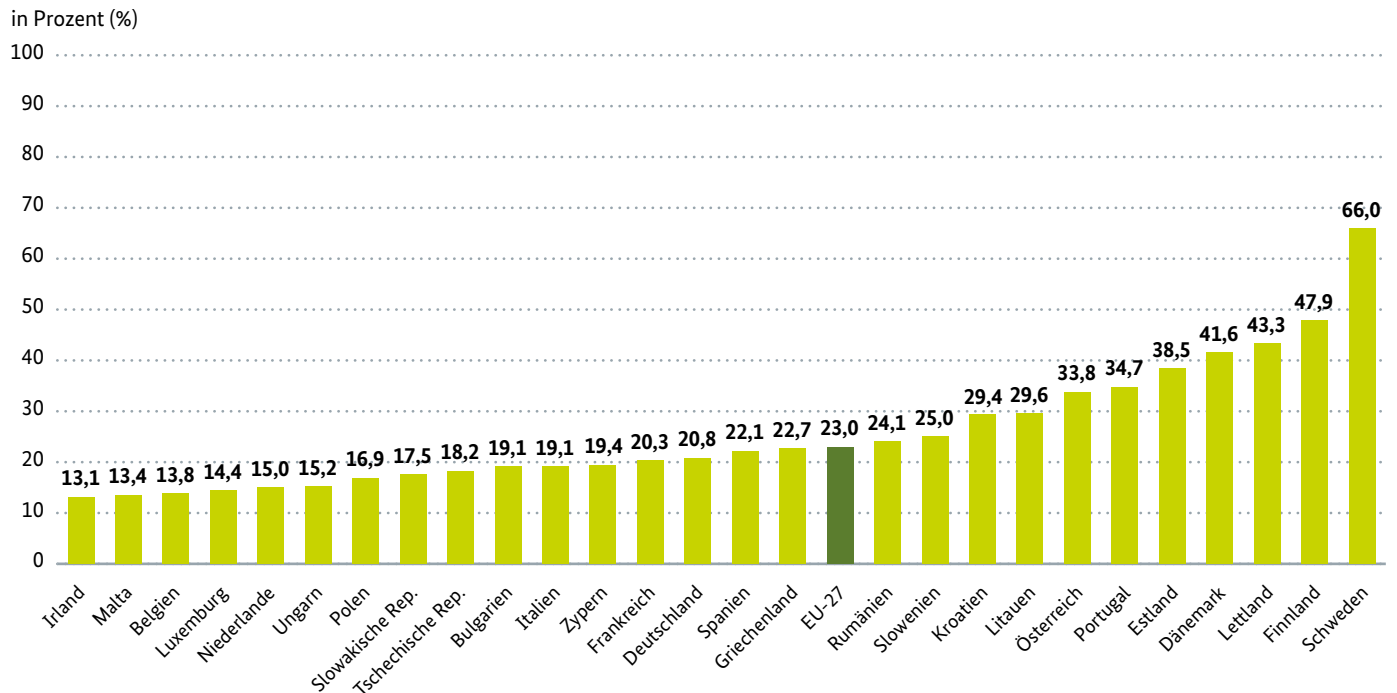
	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (%)						EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom ¹ (%)					
	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Belgien	2,3	6,0	8,1	13,0	13,0	13,8	2,4	7,3	15,6	25,1	26,0	29,1
Bulgarien	9,2	13,9	18,3	23,3	19,4	19,1	8,7	12,4	19,0	23,6	21,4	20,2
Dänemark	16,0	21,9	30,5	31,7	41,0	41,6	24,6	32,7	51,3	65,3	72,9	77,2
Deutschland	7,2	11,7	14,9	19,1	19,4	20,8	10,6	18,2	30,9	44,2	43,9	47,6
Estland	17,5	24,6	29,0	30,1	37,4	38,5	1,1	10,3	16,2	28,3	29,2	29,1
Finnland	28,8	32,2	39,2	43,9	42,9	47,9	26,9	27,2	32,2	39,6	39,6	47,9
Frankreich	9,3	12,7	14,8	19,1	19,2	20,3	13,7	14,8	18,8	24,8	24,8	27,3
Griechenland	7,3	10,1	15,7	21,7	22,0	22,7	8,2	12,3	22,1	35,9	35,9	42,4
Irland	2,8	5,8	9,1	16,2	12,4	13,1	7,2	15,6	25,7	39,1	36,4	36,8
Italien	7,5	13,0	17,5	20,4	18,9	19,1	16,3	20,1	33,5	38,1	36,0	37,1
Kroatien	23,7	25,1	29,0	31,0	31,3	29,4	35,2	37,5	45,4	53,8	53,5	55,5
Lettland	32,3	30,4	37,5	42,1	42,1	43,3	43,0	42,1	52,2	53,4	51,4	53,3
Litauen	16,8	19,6	25,7	26,8	28,2	29,6	3,8	7,4	15,5	20,2	21,3	26,5
Luxemburg	1,4	2,9	5,0	11,7	11,7	14,4	3,2	3,8	6,2	13,9	14,2	15,9
Malta	0,1	1,0	5,1	10,7	12,7	13,4	0,0	0,0	4,3	9,5	9,6	10,1
Niederlande	2,5	3,9	5,7	14,0	13,0	15,0	6,3	9,6	11,0	26,4	33,3	39,9
Österreich	24,4	31,2	33,5	36,5	34,6	33,8	62,9	66,4	71,5	78,2	74,0	74,7
Polen	6,9	9,3	11,9	16,1	15,6	16,9	2,5	6,5	13,4	16,2	17,2	21,0
Portugal	19,5	24,2	30,5	34,0	34,0	34,7	27,7	40,6	52,6	58,0	58,4	61,0
Rumänien	17,6	22,8	24,8	24,5	23,9	24,1	28,8	30,4	43,2	43,4	42,7	43,7
Schweden	40,0	46,1	52,2	60,1	62,7	66,0	50,9	55,8	65,7	74,5	75,8	83,3
Slowakische Republik	6,4	9,1	12,9	17,3	17,4	17,5	15,7	17,8	22,7	23,1	22,4	22,9
Slowenien	19,8	21,1	22,9	25,0	25,0	25,0	28,7	32,2	32,7	35,1	35,0	37,0
Spanien	8,4	13,8	16,2	21,2	20,7	22,1	19,2	29,7	37,0	42,9	46,0	50,9
Tschechische Republik	7,1	10,5	15,1	17,3	17,7	18,2	3,8	7,5	14,1	14,8	14,5	15,5
Ungarn	6,9	12,7	14,5	13,9	14,1	15,2	4,4	7,1	7,3	11,9	13,7	15,3
Zypern	3,1	6,2	9,9	16,9	19,1	19,4	0,0	1,4	8,4	12,0	14,8	17,0
Region EU-27	10,2	14,4	17,8	22,0	21,9	23,0	16,4	21,3	29,7	37,4	37,8	41,2

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.

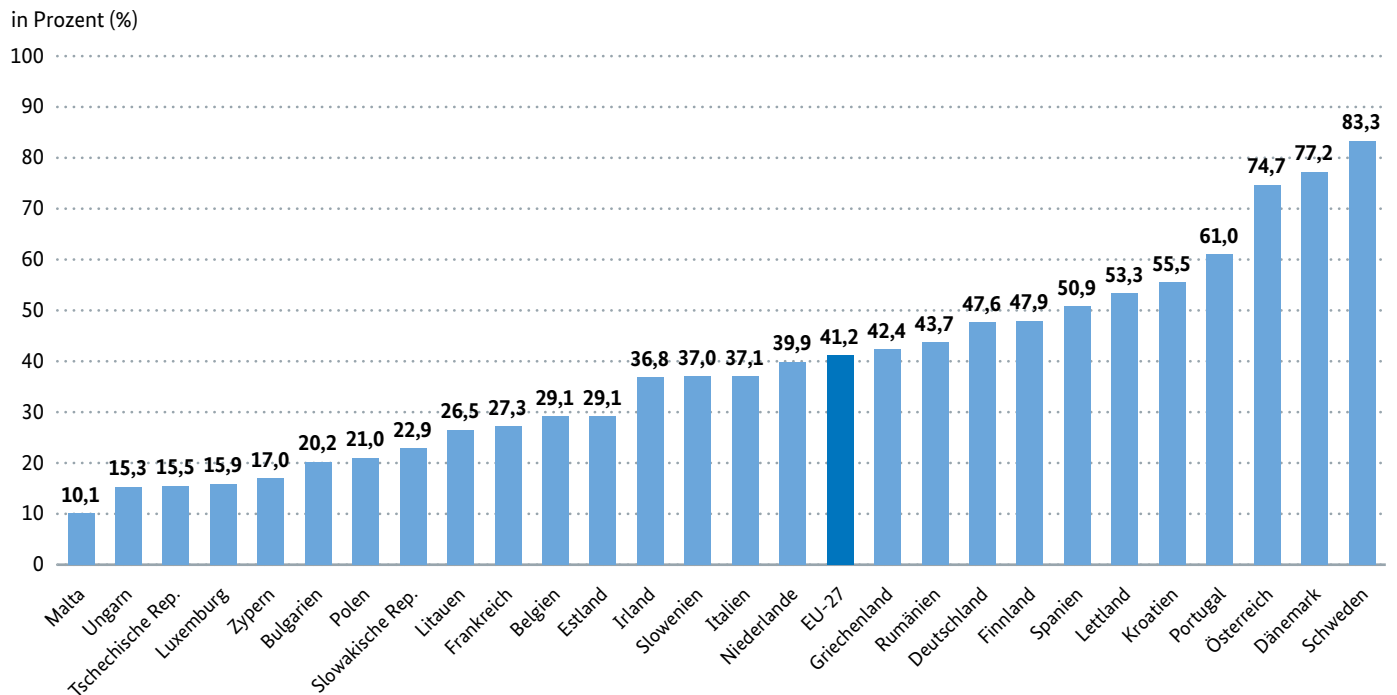
Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Abbildung 40: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Abbildung 41: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Strom in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

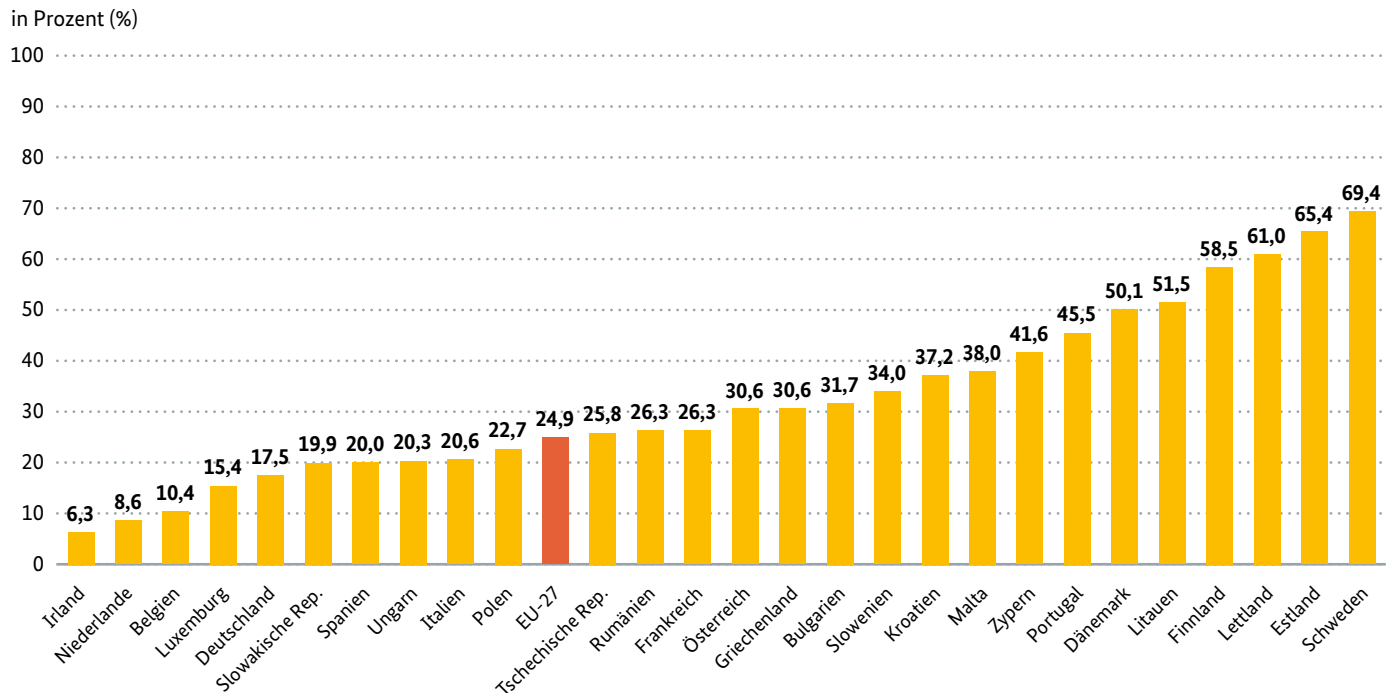
Tabelle 27: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Bruttoendenergieverbrauch des Verkehrs in den EU-Mitgliedstaaten

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte (%)						EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Verkehr (%)					
	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Belgien	3,4	6,7	7,9	8,4	9,2	10,4	0,7	4,8	3,9	11,0	10,3	10,4
Bulgarien	14,3	24,3	28,9	37,2	30,0	31,7	1,0	1,5	6,5	9,1	7,6	7,7
Dänemark	22,8	30,4	39,5	51,1	49,2	50,1	0,5	1,2	6,4	9,7	10,5	10,2
Deutschland	7,7	12,1	13,4	14,5	15,5	17,5	6,7	6,4	6,6	10,0	8,1	9,9
Estland	32,2	43,2	50,0	58,8	61,3	65,4	0,2	0,4	0,4	12,2	11,1	8,5
Finnland	39,1	44,0	52,6	57,6	52,1	58,5	1,0	4,4	24,6	14,3	20,7	18,8
Frankreich	12,4	16,2	18,9	23,4	23,9	26,3	0,8	6,6	8,4	9,2	8,3	9,0
Griechenland	13,4	18,7	26,6	31,9	31,1	30,6	0,7	1,9	1,1	5,3	4,4	4,1
Irland	3,4	4,3	6,2	6,3	4,9	6,3	0,1	2,5	5,9	10,2	4,4	5,5
Italien	8,2	15,6	19,3	19,9	19,3	20,6	1,0	4,9	6,5	10,7	9,9	10,1
Kroatien	30,0	32,9	38,6	36,9	38,0	37,2	1,0	1,1	2,4	6,6	7,0	2,4
Lettland	42,7	40,7	51,7	57,1	57,4	61,0	2,2	4,0	3,6	6,7	6,4	3,1
Litauen	29,3	32,5	46,1	50,4	48,6	51,5	1,9	3,8	4,6	5,5	6,5	6,7
Luxemburg	3,6	4,7	6,9	12,6	12,9	15,4	0,2	2,1	6,7	12,6	8,0	8,7
Malta	1,0	7,3	14,6	23,0	32,8	38,0	0,0	0,0	4,7	10,6	10,5	10,5
Niederlande	2,4	3,1	5,3	8,1	7,8	8,6	0,9	3,4	5,6	12,6	9,0	10,8
Österreich	22,8	31,0	33,2	35,0	33,0	30,6	7,5	10,7	11,4	10,3	9,5	10,1
Polen	10,2	11,8	14,8	22,1	21,0	22,7	1,8	6,6	5,7	6,6	5,7	5,8
Portugal	32,1	33,8	40,1	41,5	42,7	45,5	1,6	5,5	7,4	9,7	8,6	8,7
Rumänien	17,9	27,2	25,9	25,3	24,6	26,3	1,5	1,4	5,5	8,5	8,9	8,2
Schweden	49,0	57,1	63,2	66,4	68,8	69,4	7,5	9,6	21,5	31,9	28,6	29,2
Slowakische Republik	5,0	7,9	10,8	19,4	19,5	19,9	3,3	5,3	8,6	9,3	8,8	8,9
Slowenien	26,4	29,5	36,2	32,1	35,2	34,0	1,1	3,1	2,2	10,9	10,6	7,8
Spanien	9,4	12,5	16,9	18,0	17,4	20,0	0,8	5,0	1,1	9,5	9,2	9,7
Tschechische Republik	10,8	14,1	19,8	23,5	24,3	25,8	1,1	5,2	6,5	9,4	7,2	7,2
Ungarn	9,9	18,1	21,3	17,7	17,9	20,3	1,2	6,2	7,2	11,6	6,2	7,8
Zypern	10,0	18,8	24,1	37,1	42,6	41,6	0,0	2,0	2,5	7,4	7,2	7,2
Region EU-27	12,4	17,0	20,3	23,0	22,9	24,9	1,8	5,5	6,8	10,3	9,1	9,6

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

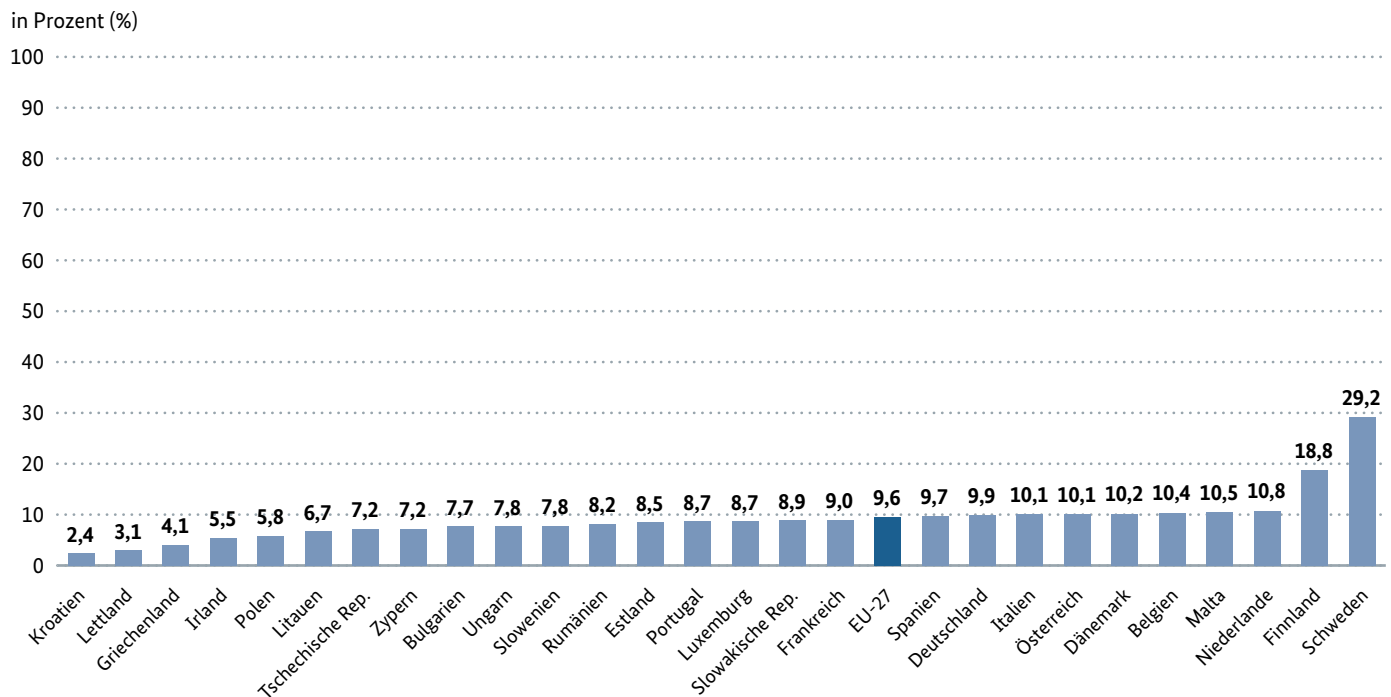
Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Abbildung 42: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch für Wärme und Kälte in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Abbildung 43: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch Verkehr in der EU und in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2022



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [22]

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

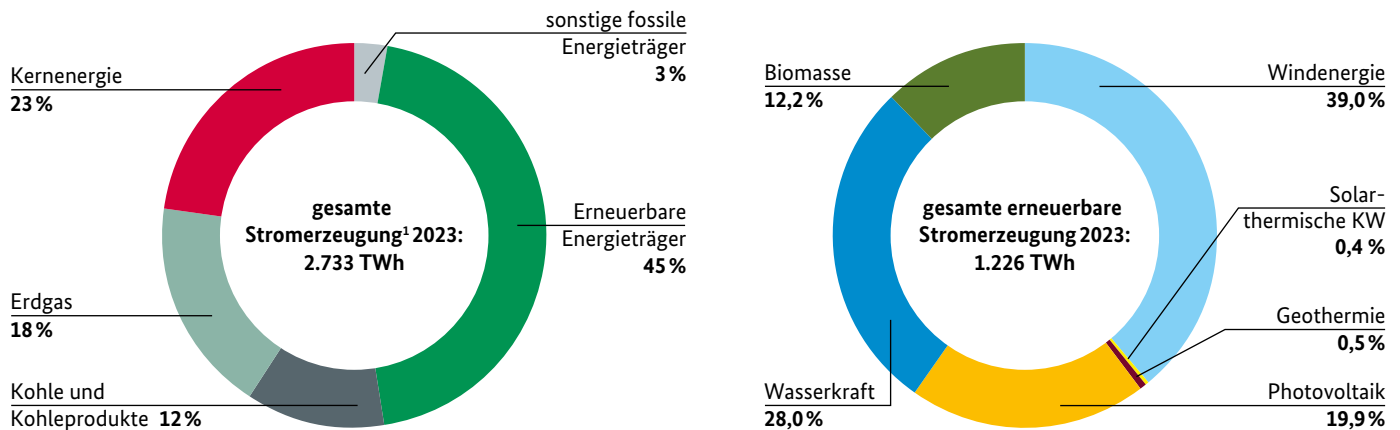
So wie in Deutschland fokussiert sich auch EU-weit der Ausbau der erneuerbaren Energien vor allem auf den Strombereich. So konnte der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch der EU in den vergangenen 12 Jahren von 21,3 % im Jahr 2010 auf 41,2 % im Jahr 2022 fast verdoppelt werden. Für das Jahr 2023 konnte gar ein Anstieg auf 45 % verzeichnet werden. Aktuell liegt aber nur dieser Gesamtwert für die EU vor – die Daten für die einzelnen Mitgliedstaaten reichen nur bis zum Jahr 2022. In diesen sind die Anteile dabei jedoch ganz unterschiedlich hoch. So hatte Schweden im Jahr 2022 mit 83,3 % den höchsten Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch gefolgt von Dänemark mit 77,2 % und Österreich mit 74,7 %. In Malta (10,1 %), Ungarn (15,3 %) und Tschechien (15,5 %) waren die Anteile am niedrigsten.

Im Jahr 2023 konnte EU-weit eine neue Rekordmarke bei der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien erreicht werden. Mit 1.226,3 TWh wurden gut 12 % mehr Strom aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie erzeugt als noch im Vorjahr (2022: 1.092,4 TWh). Neben Wind- und Sonnenenergie, bei denen sich der zunehmende Ausbau bei der Stromerzeugung deutlich bemerkbar machte, konnte auch die Stromerzeugung aus Wasserkraft nach der extremen Trockenheit im Vorjahr wieder deutlich zulegen. Abgenommen hat gegenüber den Vorjahren jedoch die Stromerzeugung aus Biomasse.

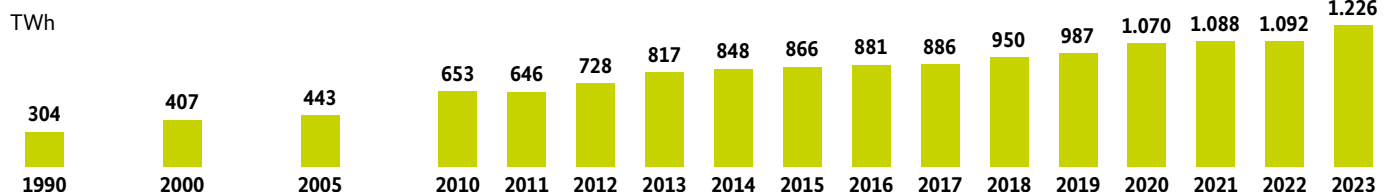
Windenergie machte als nach wie vor wichtigste grüne Stromquelle im Jahr 2023 39 % der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aus, gefolgt von der Wasserkraft mit 28 %, der Photovoltaik mit knapp 20 % und der Biomasse mit 12 %.

Abbildung 44: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2023

Anteile in Prozent



Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU:



sonstige fossile Energieträger = Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher

Meeresenergie ist aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt

¹ ohne Berücksichtigung der Nettoimporte

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_PEHC und NRG_IND_PEHNF) [24], [25]

Tabelle 28: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	(TWh)									
Biomasse ¹	111,6	149,4	151,1	153,6	155,5	159,7	162,6	171,6	165,0	149,4
Wasserkraft ²	401,3	345,4	354,9	304,5	353,9	329,8	357,5	358,7	288,8	342,6
Windenergie	139,8	263,2	266,8	312,3	320,6	367,1	398,0	386,7	421,3	477,8
Geothermie	5,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,5	6,4	6,3
Photovoltaik	22,5	95,3	95,5	102,1	108,1	118,0	139,8	159,1	205,7	244,5
Solarthermie	0,8	5,6	5,6	5,9	4,9	5,7	5,0	5,2	4,5	5,2
Meeresenergie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
EE gesamt	682,0	865,9	881,1	885,7	950,0	987,5	1.070,2	1.088,3	1.092,4	1.226,3
Bruttostromerzeugung – Gesamt	2.985,4	2.906,9	2.928,6	2.961,3	2.943,2	2.907,2	2.789,5	2.915,5	2.824,6	2.733,0
Import	291,5	387,6	362,5	366,6	372,3	369,4	381,0	401,4	422,4	405,3
Export	286,6	394,3	361,9	371,1	363,5	366,5	367,0	394,1	409,5	406,9

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

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (bis 2021 EUROSTAT (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff), ab 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) [24], [25], [26], [27]

Tabelle 29: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023

	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	0,4	15,6	2,7	1,0	2,88	7,3	–	–	–	29,9
Bulgarien	3,1	1,6	1,7	0,2	0,01	3,3	–	–	–	9,8
Dänemark	0,02	19,5	5,9	0,5	–	3,4	–	–	–	29,4
Deutschland	20,5	140,5	15,3	30,1	–	61,5	–	0,2	–	268,2
Estland	0,02	0,7	1,7	0,01	0,1	0,6	–	–	–	3,1
Finnland	15,2	14,7	11,1	0,3	–	0,6	–	–	–	41,9
Frankreich	59,0	52,4	6,8	2,9	0,01	22,7	–	0,1	–	143,9
Griechenland	4,7	11,0	0,0	0,3	–	8,3	–	–	–	24,3
Irland	0,9	11,6	0,7	0,2	–	0,4	–	–	0,4	14,3
Italien	40,9	23,3	5,8	7,5	0	30,7	–	5,7	–	113,8
Kroatien	8,2	2,5	0,6	0,3	0,01	0,3	–	0,01	–	12,0
Lettland	3,8	0,3	0,5	0,2	–	0,2	–	–	–	5,0
Litauen	0,5	2,5	0,6	0,1	–	0,7	–	–	–	4,4
Luxemburg	0,1	0,5	0,2	0,04	–	0,3	–	–	–	1,1
Malta	–	0	–	0,01	–	0,3	–	–	–	0,3
Niederlande	0,1	29,2	7,0	0,7	–	20,0	–	–	–	56,9
Österreich	44,5	8,0	3,9	0,7	–	6,1	–	–	–	63,2
Polen	2,5	23,2	6,6	1,4	0	11,3	–	–	–	45,1
Portugal	14,5	13,2	3,5	0,2	–	5,5	–	0,2	–	37,1
Rumänien	18,1	7,5	0,4	–	–	2,2	–	–	–	28,2
Schweden	66,3	34,1	10,6	0,1	–	3,1	–	–	–	114,2
Slowakische Republik	4,5	0	1,0	0,3	–	0,6	–	–	–	6,4
Slowenien	5,0	0,01	0,2	0,1	0,01	1,0	5,2	–	0,01	11,5
Spanien	27,1	64,2	4,9	1,0	–	43,0	–	–	–	140,2
Tschechische Republik	2,4	0,7	2,6	2,6	–	3,2	–	–	–	11,5
Ungarn	0,2	0,6	1,2	0,3	–	7,0	–	0,01	–	9,4
Zypern	–	0,2	–	0,1	–	0,9	–	–	–	3,9
EU-27	342,6	477,8	95,3	51,0	3,1	244,5	5,2	6,3	0,5	1.226,3

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 inklusive biogener Anteil des Abfalls

3 inklusive Klär- und Deponiegas

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_PEHCF und NRG_IND_PEHNF) [24], [25]

Unter den EU-Mitgliedstaaten leistete Deutschland auch im Jahr 2023 mit 268,2 TWh bzw. 21,9 % (2022: 23,2 %) den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Es folgten Frankreich mit 143,9 TWh, Spanien mit 140,2 TWh, Schweden mit 114,2 TWh und Italien mit 113,8 TWh.

Die installierte Leistung von Erneuerbare-Energien-Anlagen steigt aktuell im Verhältnis stärker als die Stromerzeugung. Das 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 seit dem Jahr 2005 um das 4-Fache von 154 auf 615 GW, während die Stromerzeugung nur um das 2,9-Fache von 443 auf 1.227 TWh anstieg. Während im Jahr 2005 auf die Wasserkraft noch fast zwei Drittel der installierten Leistung der Erneuerbaren zur Strom-

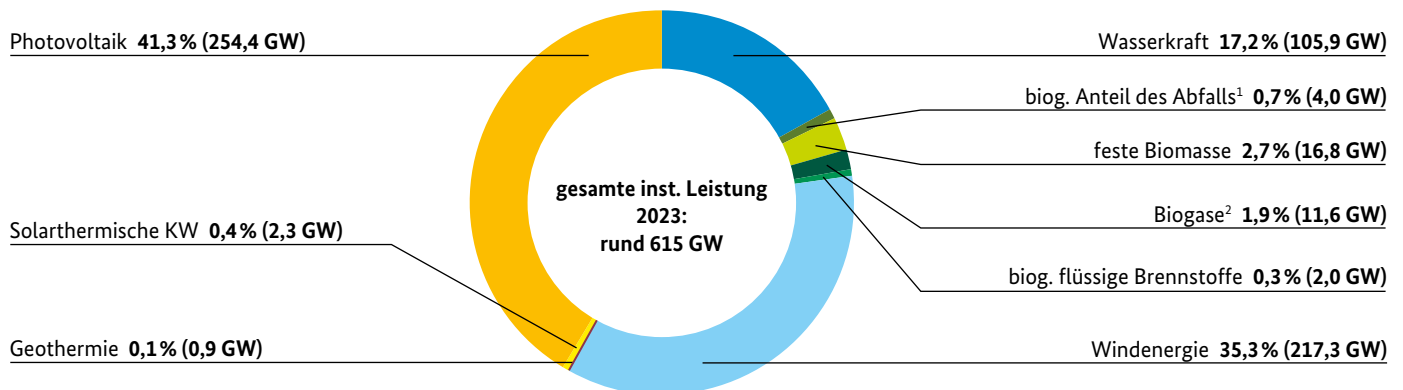
erzeugung entfielen, machte sie im Jahr 2023 nur noch gut 17 % aus – deutlich hinter der Photovoltaik mit gut 41 % und der Windenergie mit 35,5 %.

Windenergienutzung

Nachdem der Ausbau der Windenergienutzung an Land in der EU im Jahr 2022 noch einen deutlichen Aufschwung erlebt hatte, ging er im Jahr 2023 wieder leicht zurück. Mit knapp 11,7 GW wurden 20 % weniger neue Windenergieleistung an Land installiert als 2022 (14,7 GW). Erstmals seit 2018 lag Deutschland EU-weit wieder vorn mit einem Zubau von 3,0 GW. Es folgten Schweden mit 2,0 GW, Frankreich mit 1,9 GW, Finnland mit 1,3 GW und Polen mit knapp 1,2 GW. Auf See hingegen konnte der Zubau nach zwei schwachen Vorjahren wieder deutlich zulegen. Mit gut 2,0 GW ging mehr als zweimal so viel neue Offshore-Leistung ans Netz wie 2022 (0,9 GW). Mit 1,4 GW neuer Leis-

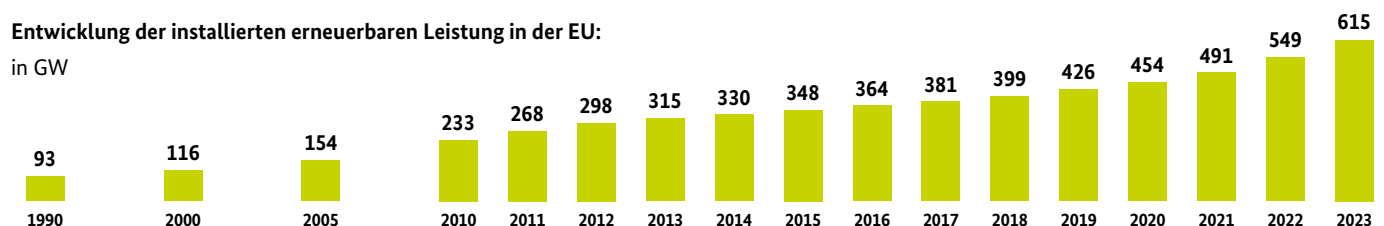
Abbildung 45: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2023

Anteile in Prozent



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU:

in GW



¹ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

² inklusive Deponie- und Klärgas

Angaben zur installierten Leistung für das Jahr 2023 auf Basis der IRENA („Renewable Capacity Statistics“)

Quellen: Eurostat ([nrg_inf_epcrw])[28]; IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

tung lagen die Niederlande auf See deutlich an der Spitze vor Dänemark mit 344 MW und Deutschland mit 258 MW.

Insgesamt war damit in der EU zum Ende des Jahres 2023 eine Windenergieleistung von 217,3 GW installiert, davon 199,1 GW an Land und 18,1 GW auf See. Mit 69,5 GW entsprechend knapp einem Drittel der gesamten Windenergieleistung der EU lag Deutschland hier weiterhin mit Abstand vor Spanien mit 31,0 GW, Frankreich mit 20,8 GW und Schweden mit 16,3 GW.

Richtet man jedoch einen anderen Blick darauf und setzt die installierte Windenergieleistung

in Beziehung zur Einwohnerzahl, ergibt sich ein deutlich verändertes Bild: EU-weit war Ende des Jahres 2023 eine Leistung von 486 Watt pro Einwohner installiert. Den höchsten Wert unter den einzelnen Mitgliedstaaten erreichte hier Schweden mit 1.574 Watt pro Einwohner, gefolgt von Dänemark mit 1.285, Finnland mit 1.259 und Irland mit 968 Watt pro Einwohner.

Die in der EU an Land und auf See installierten Windenergieanlagen zusammen produzierten im Jahr 2023 477,8 TWh Strom, gut 13 % mehr als im Vorjahr (2022: 421,3 TWh). Windenergie deckte damit 17,5 % des EU-weiten Stromverbrauchs (2022: 14,9 %) [28].

Tabelle 30: Installierte Windenergieleistung in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023

	installierte Windenergieleistung (an Land)	installierte Windenergieleistung (auf See)	installierte Windenergieleistung (gesamt)
	MW		
Belgien	3.242	2.262	5.504
Bulgarien	702	0	702
Dänemark	4.832	2.650	7.482
Deutschland	61.052	8.407	69.459
Estland	408	0	408
Finnland	6.884	73	6.957
Frankreich	20.310	501	20.811
Griechenland	5.220	0	5.220
Irland	4.782	25	4.807
Italien	12.308	0	12.308
Kroatien	1.143	0	1.143
Lettland	141	0	141
Litauen	1.287	0	1.287
Luxemburg	221	0	221
Malta	0	0	0
Niederlande	6.771	3.978	10.749
Österreich	3.977	0	3.977
Polen	9.307	0	9.307
Portugal	5.592	25	5.617
Rumänien	3.087	0	3.087
Schweden	16.059	193	16.252
Slowakische Republik	4	0	4
Slowenien	3	0	3
Spanien	31.021	7	31.028
Tschechische Republik	343	0	343
Ungarn	326	0	326
Zypern	158	0	158
EU-27	199.181	18.120	217.301

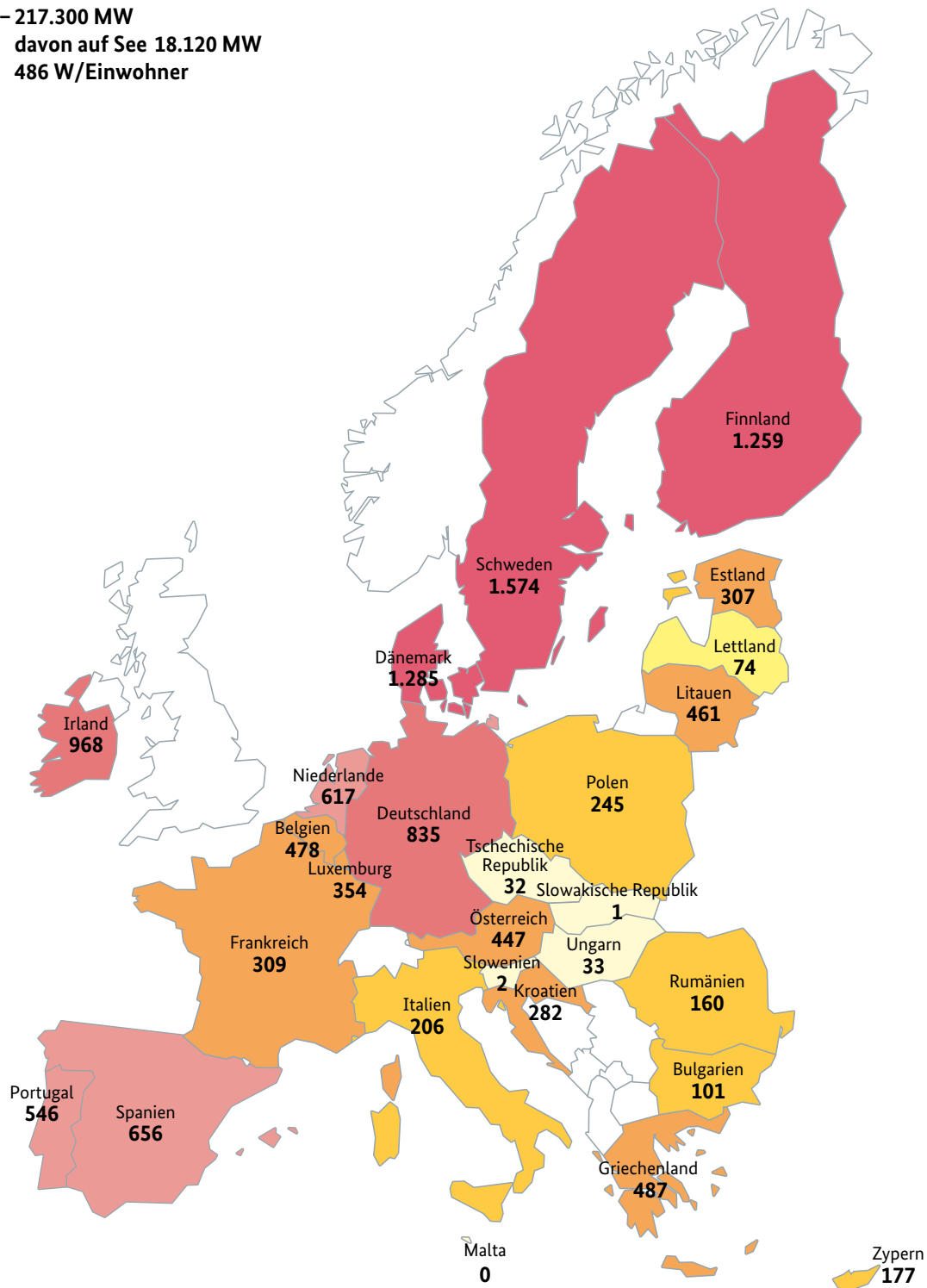
Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 46: Installierte Windenergieleistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023

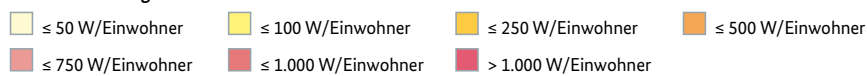
EU-27 – 217.300 MW

davon auf See 18.120 MW

486 W/Einwohner

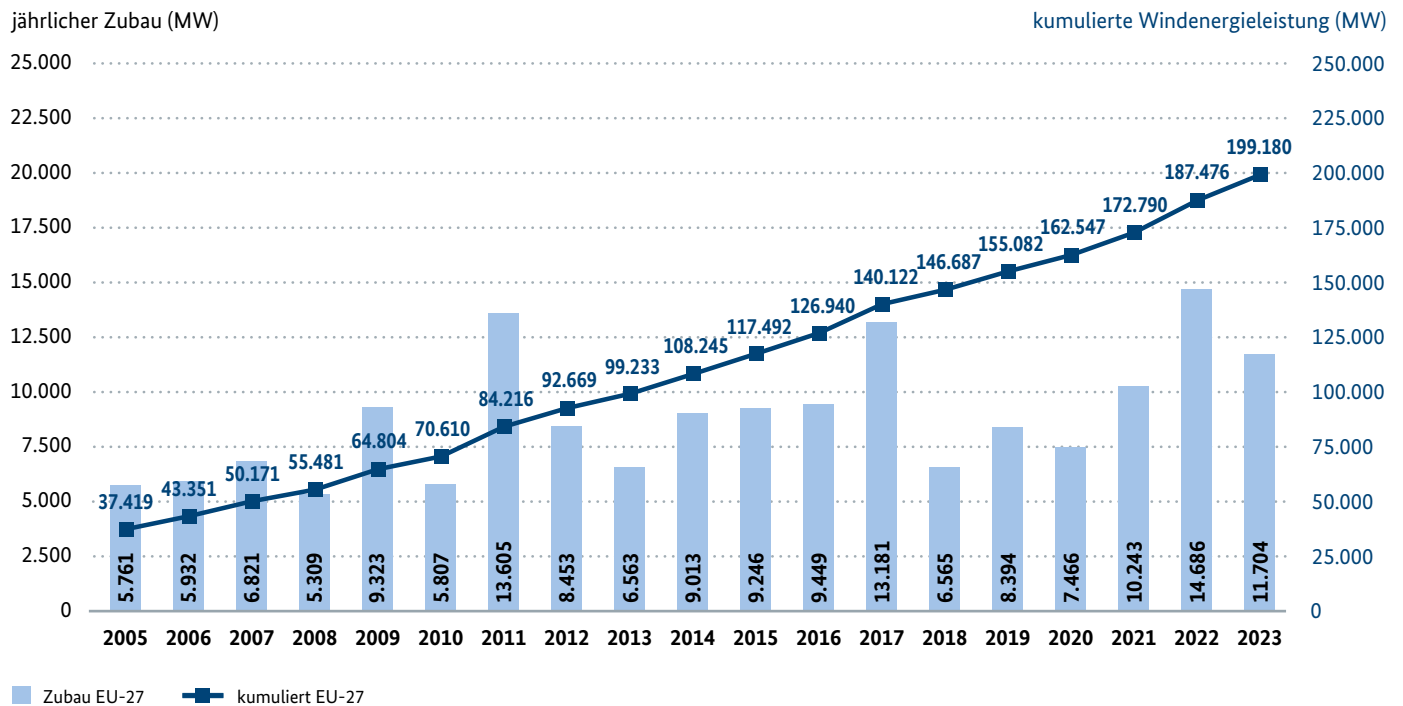


Relativer Ausbaugrad



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 47: Windenergie an Land: Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in der EU-27

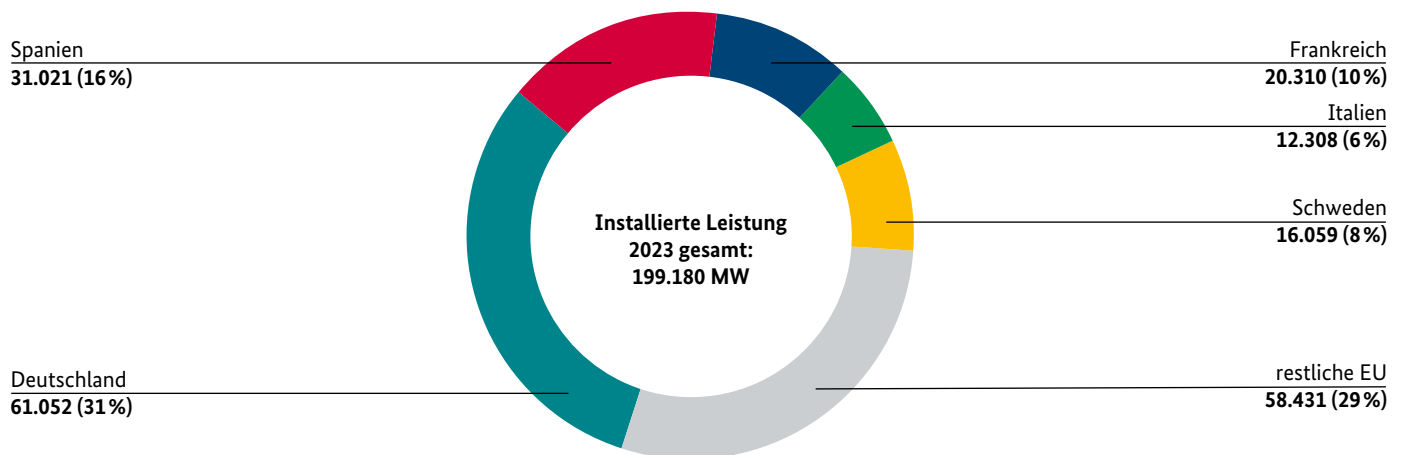


Die Windleistung 2023 auf Basis der IRENA („Renewable Capacity Statistics“)

Quellen: Eurostat (nrg_inf_epcrw) [28]; IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 48: Windenergie an Land: Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2023

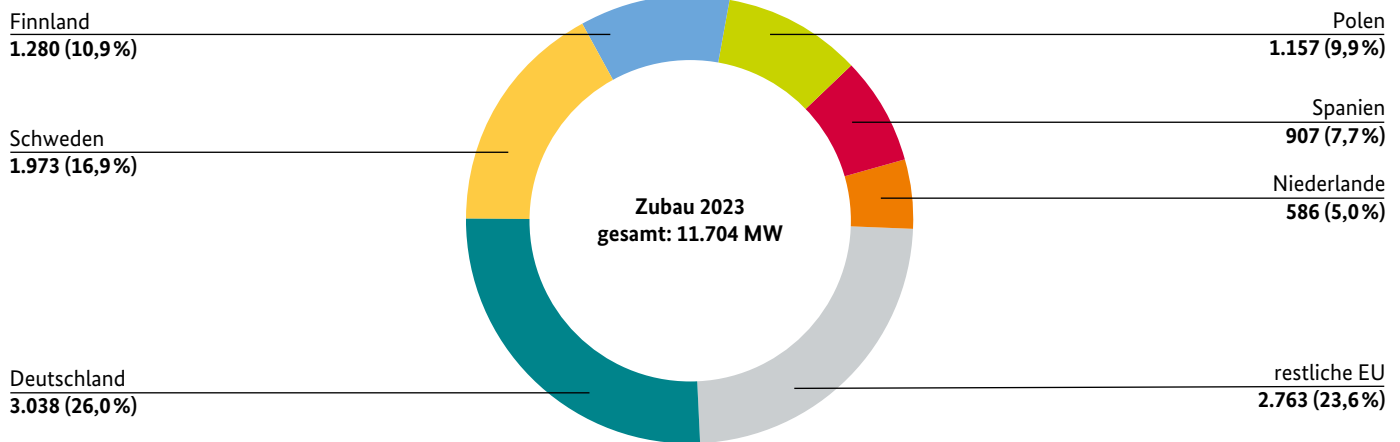
in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

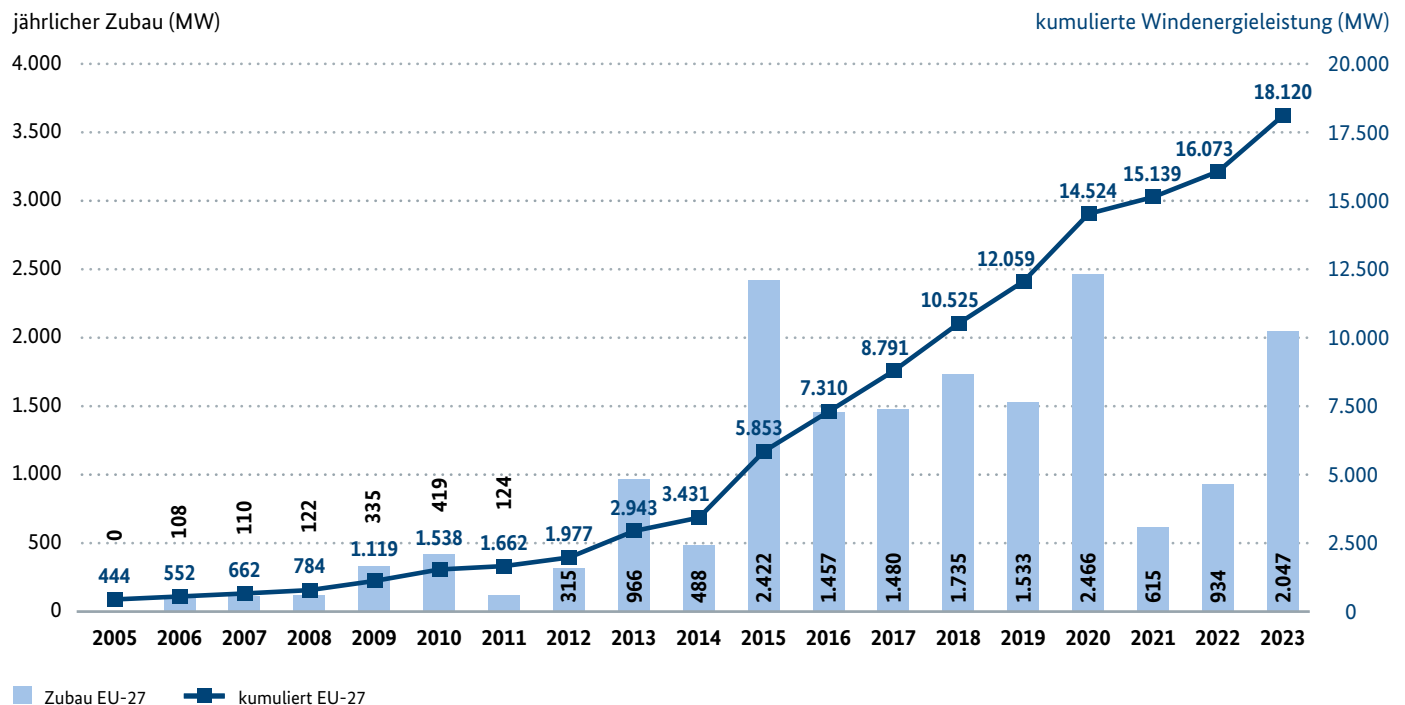
**Abbildung 49: Windenergie an Land:
Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2023**

in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

**Abbildung 50: Windenergie auf See:
Entwicklung der kumulierten Leistung (in MW) in der EU-27**

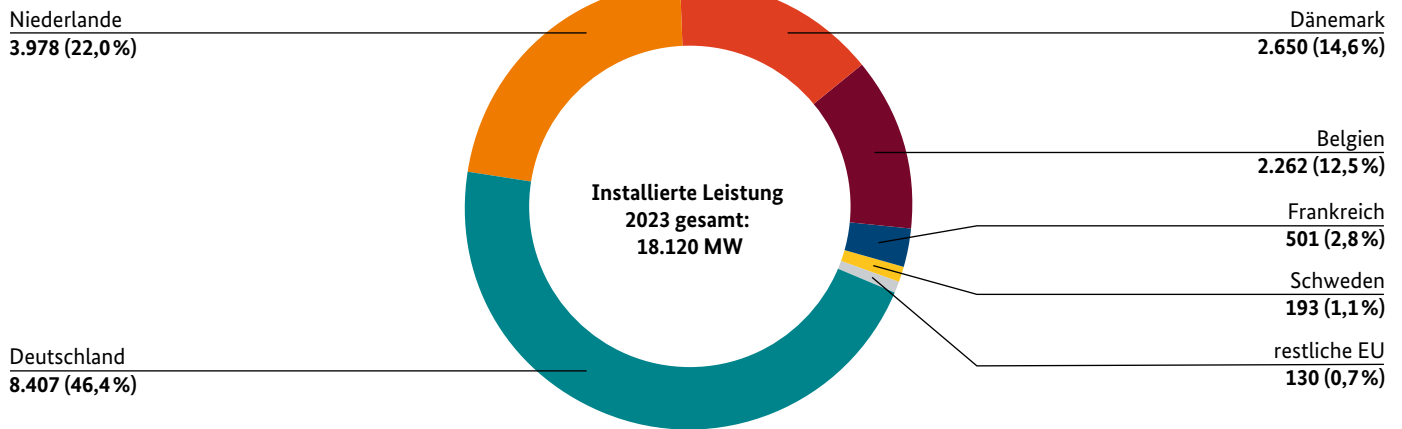


Die Windleistung 2023 auf Basis der IRENA („Renewable Capacity Statistics“)

Quellen: Eurostat (nrg_inf_epcrw) [28]; IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

**Abbildung 51: Windenergie auf See:
Anteil einzelner Länder an der kumulierten Leistung (in MW) im Jahr 2023**

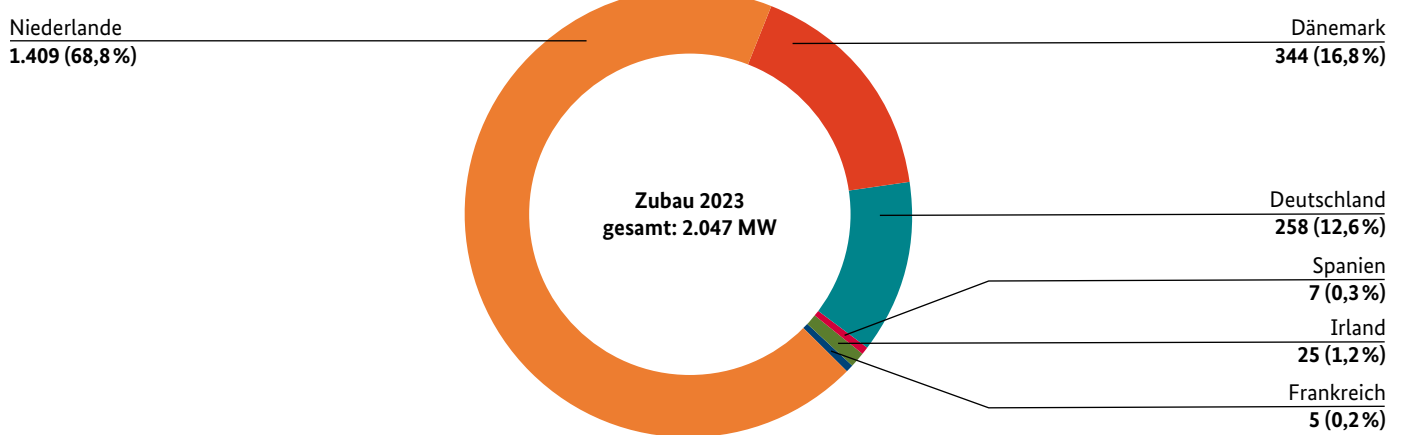
in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

**Abbildung 52: Windenergie auf See:
Anteil einzelner Länder am Zubau (Leistung in MW) im Jahr 2023**

in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Stromerzeugung aus Solarenergie

Der Ausbau der Solarenergie ging im Jahr 2023 auch EU-weit rasant voran. Mit einem Zubau von knapp 51,2 GW Photovoltaikleistung, nochmals fast ein Viertel mehr als im Vorjahr (2022: 41,3 GW), konnte abermals ein neuer Zubaurekord verzeichnet werden [29]. 13 Mitgliedstaaten überschritten beim Zubau im Jahr 2023 die Gigawattmarke. Mit fast 14,3 GW konnte Deutschland den mit Abstand höchsten Zubau verzeichnen. Es folgten Spanien mit 5,4 GW, Italien mit 5,2 GW, die Niederlande mit 4,3 GW und Polen mit 3,6 GW.

Ende des Jahres 2023 waren in der EU damit insgesamt 254,3 GW Photovoltaikleistung installiert, ein Viertel mehr als noch ein Jahr zuvor (2022: 203,2 GW). An der Gesamtleistung hatte Deutschland mit 81,7 GW bzw. 32 % nach wie vor den mit Abstand höchsten Anteil (2022: 33 %). Es folgten Italien mit 29,8 GW, Spanien mit 28,7 GW, die Niederlande mit 23,9 GW und Frankreich mit 20,5 GW. Wie bei der Windenergie ergibt sich aber auch bei der Photovoltaik eine deutlich andere Rangfolge, wenn man die installierte Leistung auf die Einwohnerzahl bezieht. EU-weit lag dieser Wert Ende des Jahres 2023 bei 569 Watt pro Einwohner. Hier lagen die Niederlande mit 1.373 Watt pro Einwohner deutlich an der Spitze vor Deutschland mit 983, Österreich mit 768 und Belgien mit 742 Watt pro Einwohner.

Mit der installierten Leistung erreichte auch die Stromerzeugung aus Photovoltaik in der EU im Jahr 2023 mit 244,5 TWh einen neuen Rekordwert (2022: 205,1 TWh). Photovoltaik konnte damit bereits 9,0 % des gesamten Stromverbrauchs der EU decken (2022: 7,3 %).

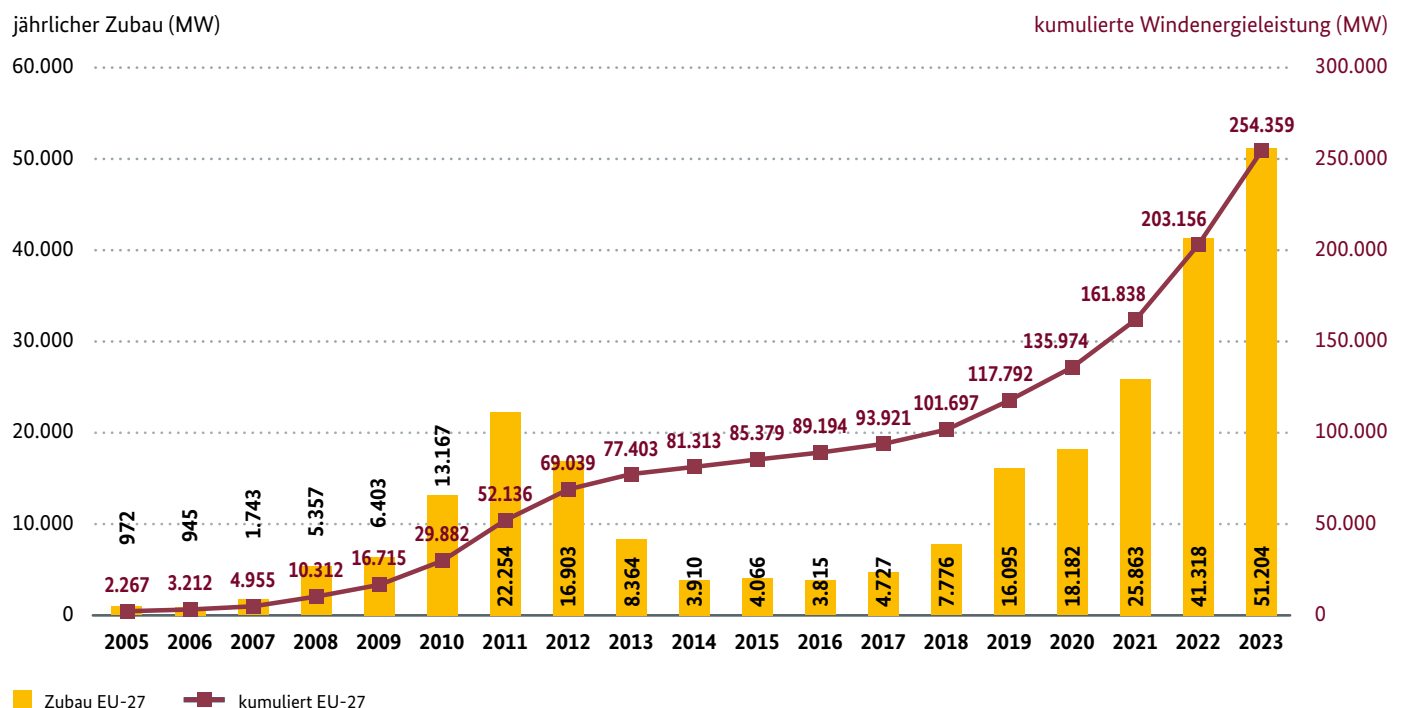
Neben Photovoltaikanlagen werden in der EU auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie genutzt, allerdings ist dies nur in südeuropäischen Regionen mit hohen Sonnenstundenzahlen sinnvoll. In den 1990er und 2000er Jahren wurden in Spanien zahlreiche solcher Anlagen entwickelt, wodurch das Land sowohl in der EU als auch weltweit zum Vorreiter bei der solarthermischen Stromerzeugung wurde. Bis heute befindet sich fast die gesamte in der EU installierte Leistung solarthermischer Kraftwerke von gut 2,3 GW in Spanien. Mit einer Stromerzeugung im Umfang von rund 5 TWh decken diese Anlagen jährlich etwa 2 % des spanischen Stromverbrauchs. Obwohl die spanische Regierung das Ziel verfolgte, die solarthermische Stromerzeugungsleistung bis zum Jahr 2025 auf 4,8 GW zu verdoppeln, wurden bislang keine neuen Anlagen mehr errichtet, entsprechende Ausschreibungen blieben erfolglos. Das Ausbauziel wurde daher inzwischen auf das Jahr 2030 verlegt. Daneben gibt es auch erste kleinere Anlagen in Italien, das 873 MW solarthermische Stromerzeugungsleistung bis 2030 aufbauen will [29].

Tabelle 31: Entwicklung der kumulierten Photovoltaikleistung in den EU-Mitgliedstaaten

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	(MW)										
Belgien	0	1.007	3.132	3.329	3.621	4.000	4.637	5.573	6.012	6.756	8.549
Bulgarien	0	25	1.028	1.030	1.031	1.033	1.044	1.100	1.275	1.737	2.937
Dänemark	3	7	782	851	906	998	1.080	1.304	1.704	3.070	3.529
Deutschland	2.056	18.004	39.222	40.677	42.291	45.156	48.912	53.669	60.036	67.477	81.737
Estland	0	0	0	10	15	32	121	208	395	520	822
Finnland	4	7	17	39	82	140	222	318	425	664	900
Frankreich	13	1.044	7.138	7.702	8.610	9.629	10.729	11.917	14.603	17.341	20.542
Griechenland	1	202	2.604	2.604	2.606	2.651	2.834	3.288	4.277	5.430	7.030
Irland	0	1	2	6	11	21	39	62	92	188	738
Italien	34	3.592	18.901	19.283	19.682	20.108	20.865	21.650	22.281	24.555	29.789
Kroatien	0	0	48	56	60	68	85	109	138	222	461
Lettland	0	0	0	1	1	2	3	5	7	113	353
Litauen	0	0	69	70	74	82	103	164	255	572	1.165
Luxemburg	24	29	116	122	128	131	160	187	277	317	432
Malta	0	1	75	94	112	132	155	188	205	222	231
Niederlande	51	90	1.526	2.135	2.911	4.608	7.226	11.108	14.823	19.600	23.904
Österreich	21	89	937	1.096	1.269	1.455	1.702	2.043	2.783	3.792	6.832
Polen	0	0	108	187	287	562	1.539	3.955	7.416	12.170	15.809
Portugal	2	134	447	513	579	667	901	1.100	1.646	2.646	3.876
Rumänien	0	0	1.326	1.372	1.374	1.386	1.398	1.383	1.394	1.809	1.917
Schweden	4	11	104	153	244	428	714	1.107	1.606	2.388	3.488
Slowakische Republik	0	19	533	533	528	471	590	535	537	549	631
Slowenien	1	12	238	233	247	247	278	370	461	626	1.034
Spanien	52	3.873	4.704	4.713	4.723	4.764	8.807	10.136	13.715	23.311	28.712
Tschechische Republik	1	1.727	2.075	2.068	2.075	2.081	2.097	2.137	2.191	2.420	2.499
Ungarn	0	2	172	235	344	728	1.400	2.131	2.968	4.235	5.835
Zypern	1	7	76	84	110	118	151	229	315	424	606
EU-27	2.267	29.882	85.379	89.194	93.921	101.697	117.792	135.974	161.838	203.156	254.359

Quellen: Eurostat (nrg_inf_epcrw) [28]; IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

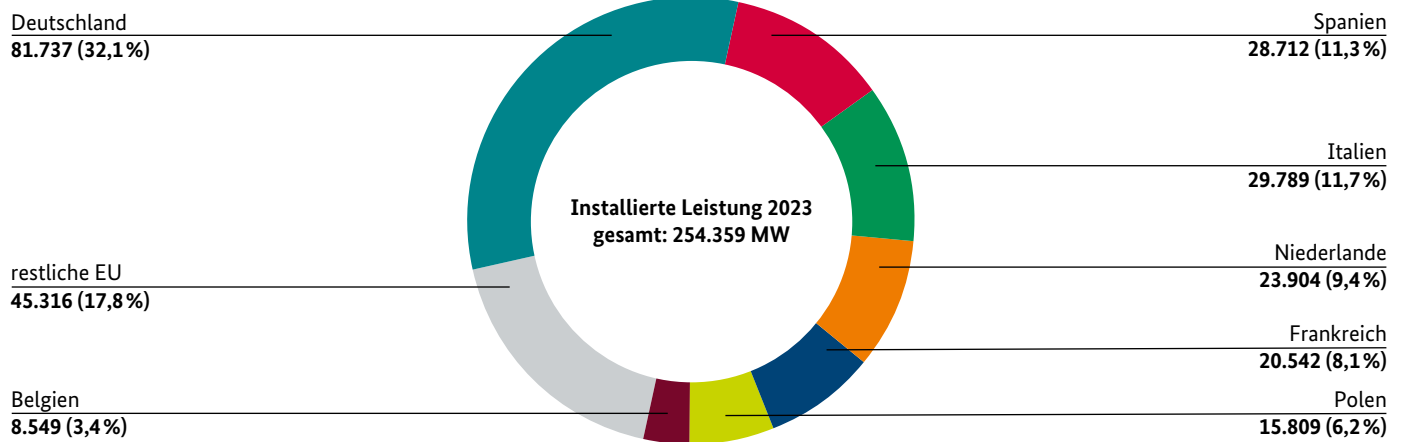
Abbildung 53: Entwicklung der kumulierten PV-Leistung (in MW) in der EU-27



Quellen: Eurostat (nrg_inf_epcrw) [28]; IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 54: Anteil einzelner Länder an der Photovoltaikleistung (MW) im Jahr 2023

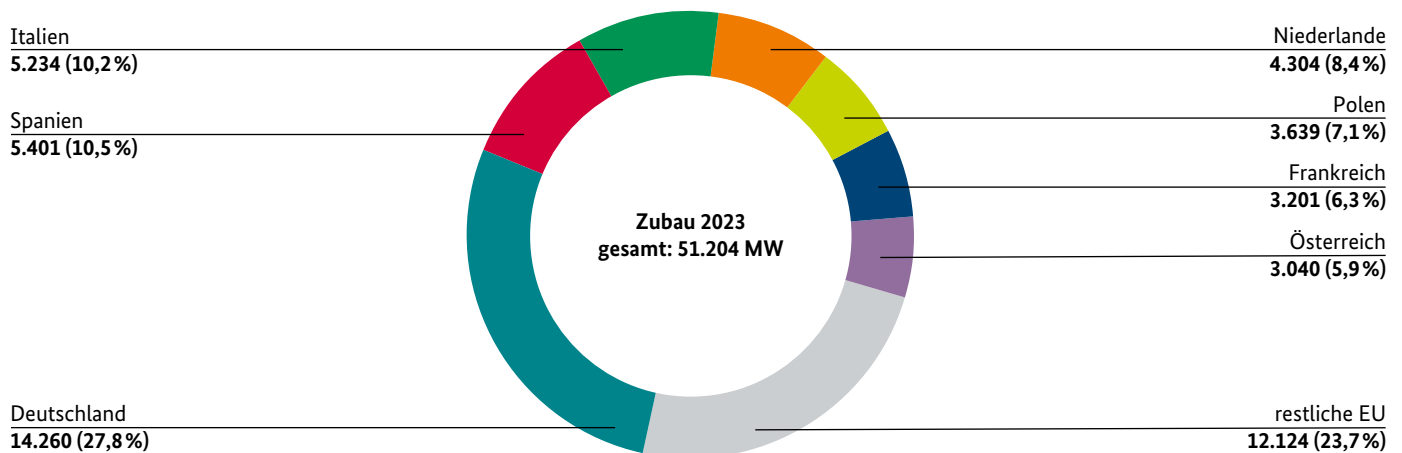
in MW



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 55: Anteil einzelner Länder am Zubau der Photovoltaikleistung (MW) im Jahr 2023

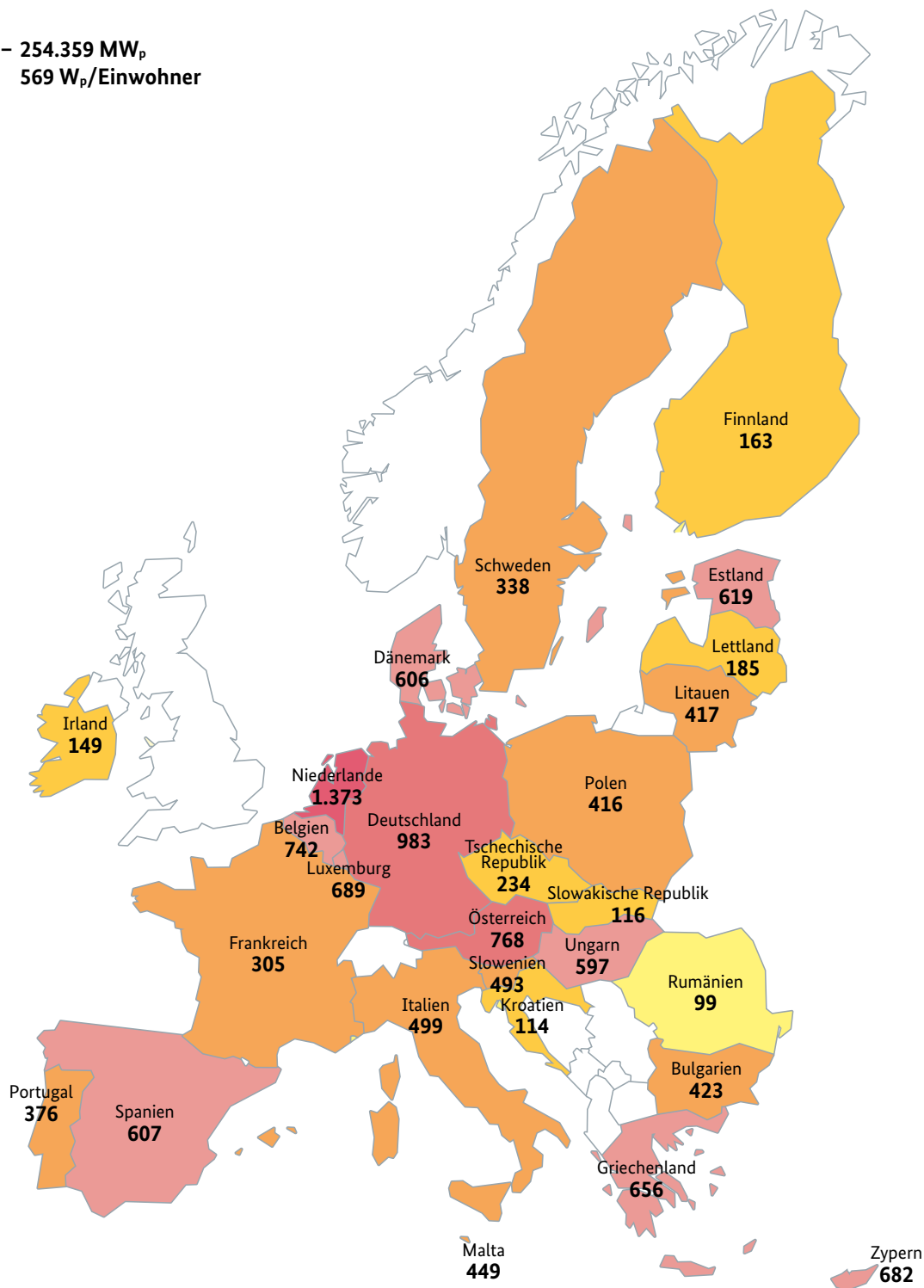
in MW



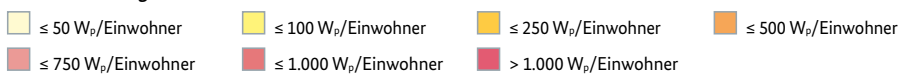
Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Abbildung 56: Installierte Photovoltaikleistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023

**EU-27 – 254.359 MW_p
569 W_p/Einwohner**



Relativer Ausbaugrad



Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics“) [29]

Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung

Der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch lag in der EU-27 im Jahr 2022 insgesamt bei 24,9 % und damit fast zwei Prozentpunkte höher als im Vorjahr (2021: 23,0 %). Der Anstieg liegt in einem Rückgang des gesamten Wärmeverbrauchs aufgrund der Energiekrise infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine begründet. Der Umfang der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien lag hingegen auf demselben Niveau wie im Vorjahr (1.288 vs. 1.294 TWh). In den einzelnen Mitgliedstaaten waren die Anteile allerdings sehr unterschiedlich. Den höchsten Anteil erreichte Schweden mit 69,4 % gefolgt von Estland mit 65,4 % und Lettland mit 61,0 %. Auch Finnland (58,5 %), Litauen (51,5 %) und Dänemark (50,1 %) deckten mehr als die Hälfte ihres Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien. Dies liegt zum einen an hohen Anteilen von Biomasse im Wärmemarkt in diesen Ländern, aber auch an einer weit fortgeschrittenen Verbreitung von Wärmepumpen. Deutschland lag hier mit einem Anteil von 17,5 % im unteren Bereich, noch geringere Anteile hatten nur Luxemburg (15,4 %), Belgien (10,4 %), die Niederlande (8,6 %) und Irland (6,3 %).

Da Biomasseressourcen begrenzt sind und Ausbaupotenziale im Hinblick auf die Wärmewende vor allem bei der Solar- und Umwelt- bzw. Erdwärme gesehen werden, richtet sich der Fokus im Folgenden auf diese Bereiche.

Solarwärme

Nachdem der europäische Solarthermiemarkt in den beiden vorangegangenen Jahren wachsen konnte, endete der Aufschwung im Jahr 2023

abrupt. Gemäß dem Solarthermie-Barometer von EurObserv'ER [31] wurden mit 1,82 Mio. Quadratmetern fast 24 % weniger Kollektorfläche neu installiert als noch im Vorjahr (2022: 2,39 Mio. Quadratmeter). Ende des Jahres 2023 war damit in der EU eine Kollektorfläche von gut 59,9 Mio. Quadratmetern entsprechend einer thermischen Leistung von 41,9 GW installiert und damit nur rund 1 % mehr als noch ein Jahr zuvor (2022: 59,2 Mio. Quadratmeter bzw. 41,4 GW).

Der deutsche Solarthermiemarkt war im Jahr 2023 aufgrund seines starken Einbruchs mit 372.000 Quadratmetern neu installierter Kollektorfläche erstmals nicht mehr der größte in der EU, sondern wurde von Griechenland mit 461.000 Quadratmetern überholt. Es folgten auf den Plätzen drei bis fünf Italien mit gut 242.200, Frankreich mit 169.500 und Polen mit 130.800 Quadratmetern.

Betrachtet man die insgesamt Ende des Jahres 2023 installierte Kollektorfläche, so belegte Deutschland aber mit 22,4 Mio. Quadratmetern noch immer mit weitem Abstand den Spitzenplatz. Es folgten dicht hintereinander Griechenland mit 5,7 Mio., Italien mit 5,1 Mio., Spanien mit 4,6 Mio. und Österreich mit 4,5 Mio. Quadratmetern. Eine deutlich andere Rangfolge ergibt sich auch hier, wenn man die installierte solarthermische Leistung auf die Zahl der Einwohner bezieht (siehe Abbildung 56). Hier belegt Zypern mit einem Wert von 927 Watt pro Einwohner den Spitzenplatz gefolgt von Griechenland mit 375, Österreich mit 351 und Dänemark mit 246 Watt pro Einwohner. Deutschland folgt auf Platz 5 mit 188 Watt pro Einwohner.

Weiterführende Informationen zum Thema Solarthermie in Europa finden sich auch auf der Internetseite des [EurObserv'ER](#) [31].

Tabelle 32: Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien in der EU

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BEEV Wärme und Kälte aus EE (TWh)	1.012	1.083	1.111	1.139	1.183	1.211	1.215	1.294	1.288
EE-Anteil am BEEV für Wärme- und Kälte (%)	17,0	20,3	20,4	20,8	21,6	22,4	23,0	23,0	24,9

Bis 2020 gemäß EU-RL 2009/28/EG, ab 2021 gemäß EU-RL (EU) 2018/2001)

Quelle: Eurostat Shares [23]

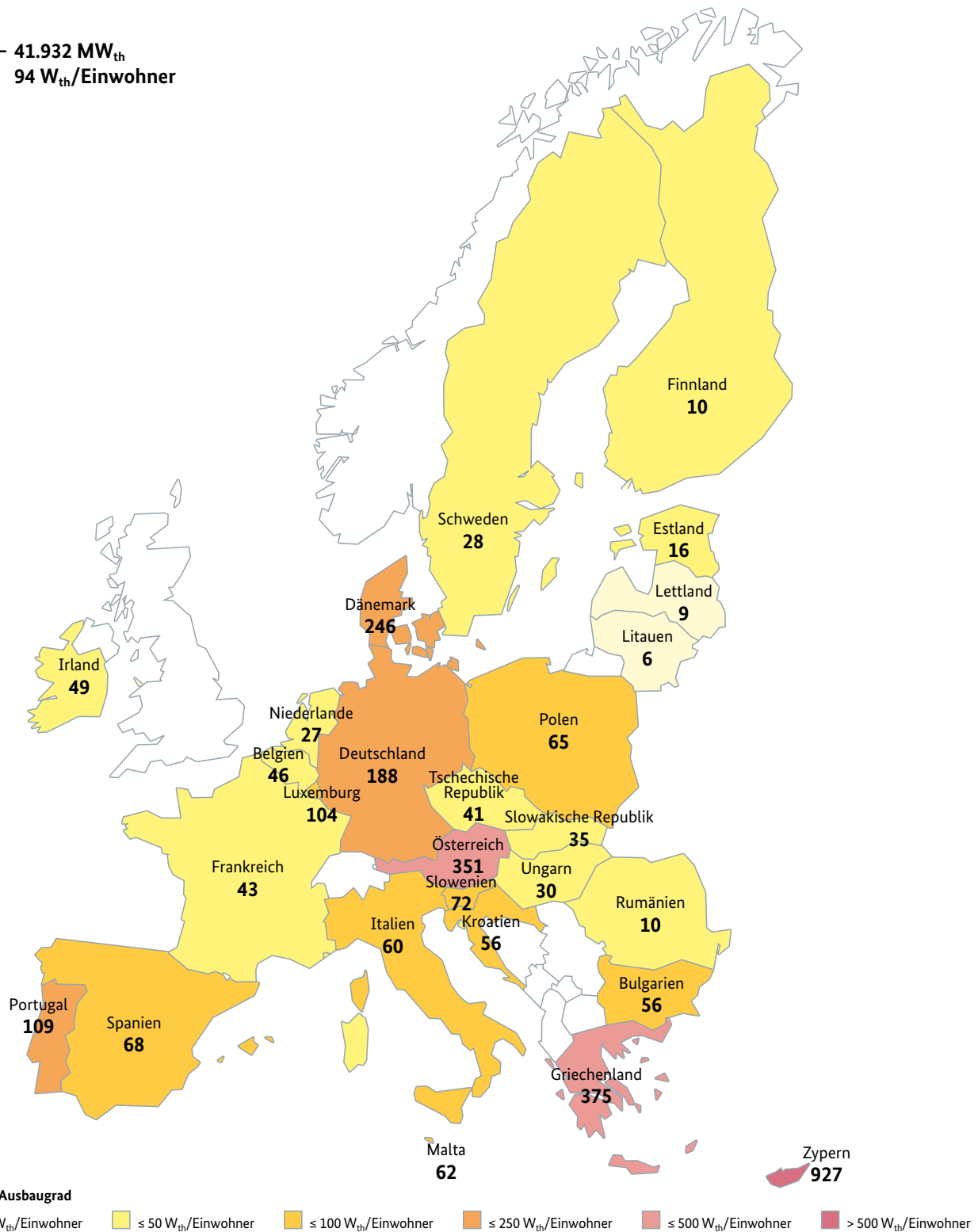
Tabelle 33: Installierte solarthermische Kollektorfläche und Leistung in den EU-Mitgliedstaaten

	Installierte Solarthermische Kollektorfläche (gesamt)		Installierte Solarthermische Leistung (gesamt)	
	2022	2023	2022	2023
	1000 m ²		MW _{th}	
Belgien	756	759	530	531
Bulgarien	516	552	361	387
Dänemark	2.059	2.042	1.441	1.430
Deutschland	22.415	22.395	15.690	15.677
Estland	30	31	21	21
Finnland	73	76	0	53
Frankreich	4.091	4.111	2.864	2.878
Griechenland	5.442	5.742	3.809	4.019
Irland	346	345	242	242
Italien	4.954	5.116	3.468	3.581
Kroatien	313	323	219	226
Lettland	23	24	16	17
Litauen	22	23	15	16
Luxemburg	88	93	62	65
Malta	46	45	33	32
Niederlande	662	668	464	467
Österreich	4.616	4.460	3.232	3.122
Polen	3.406	3.511	2.384	2.458
Portugal	1.545	1.598	1.082	1.119
Rumänien	249	263	174	184
Schweden	435	417	305	292
Slowakische Republik	265	273	186	191
Slowenien	217	216	152	151
Spanien	4.449	4.587	3.115	3.211
Tschechische Republik	611	630	428	441
Ungarn	418	426	293	298
Zypern	1.140	1.176	798	824
EU-27	59.188	59.903	41.380	41.932

Quelle: EurObserver „Solar Thermal and concentrated Solar Power Barometer“ [31]

Abbildung 57: Installierte solarthermische Leistung pro Einwohner in den EU-Mitgliedstaaten im Jahr 2023

EU-27 – 41.932 MW_{th}
94 W_{th}/Einwohner



Quelle: EurObservER „Solar Thermal and concentrated Solar Power Barometer“ [31]

Erd- und Umweltwärme

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 sind aktuell bis zum Jahr 2022 verfügbar. Nach EurObserv'ER [32] sind im Jahr 2022 in der EU insgesamt 6,12 Mio. Wärmepumpen neu installiert worden und damit 16 % mehr als im Vorjahr (2021: 5,29 Mio.). Dabei handelte es sich zu 98 % um Luftwärmepumpen, erdgekoppelte Systeme machten nur rund 2 % aus. Die höchsten Absätze von Wärmepumpen wurden in Italien (2,2 Mio.), Frankreich (1,12 Mio.), Spanien (0,5 Mio.) und den Niederlanden (0,4 Mio.) verzeichnet.

Der Gesamtbestand an Wärmepumpen in der EU kletterte damit auf 50,8 Mio. Systeme. Allerdings machten Italien, Frankreich, Spanien, Portugal und Malta zusammen etwa drei Viertel des Gesamtbestandes aus. In diesen Ländern machen reversible Wärmepumpen einen großen Teil des Bestands aus, die vornehmlich nicht für die Heizung, sondern für die Klimatisierung von Gebäuden verwendet werden. Daher sind die Mitgliedstaaten der EU bezüglich des Einsatzes von Wärmepumpen nicht alle untereinander vergleichbar.

Betrachtet man jedoch Deutschland und andere Länder in Mittel- und Nordeuropa, so ist festzustellen, dass beispielsweise in den Niederlanden mit

Tabelle 34: Anzahl an installierten Wärmepumpen in den EU-Mitgliedstaaten

	Aerothermal		Geothermie	
	2021	2022	2021	2022
	Anzahl			
Belgien	99.915	111.040	3.605	5.922
Bulgarien	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Dänemark	70.236	83.720	4.033	5.113
Deutschland	150.665	242.059	24.542	25.320
Estland	18.448	19.575	2.191	2.191
Finnland	119.859	184.587	9.516	11.772
Frankreich	1.104.850	1.118.637	3.220	3.260
Griechenland	48.942	30.519	178	356
Irland	25.288	25.288	190	190
Italien	2.006.404	2.200.957	953	625
Kroatien	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lettland	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Litauen	24.420	14.866	710	2.428
Luxemburg	281	303	184	199
Malta	60.796	60.796	k.A.	k.A.
Niederlande	346.350	398.011	21.792	22.693
Österreich	25.914	44.645	5.270	5.748
Polen	90.383	208.574	5.650	7.521
Portugal	286.500	332.300	57	82
Rumänien	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Schweden	152.003	187.213	25.499	28.160
Slowakische Republik	43.778	50.774	274	319
Slowenien	28.400	28.750	1.163	1.318
Spanien	438.000	497.541	326	246
Tschechische Republik	28.542	57.644	1.637	2.419
Ungarn	6.504	99.127	416	911
Zypern	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
EU-27	5.176.478	5.996.926	111.406	126.793

Nur Wärmepumpen, die die Effizienzkriterien erfüllen (Jahresarbeitszahl) gemäß Richtlinie 2018/2001 (EU) berücksichtigt. Marktdaten für Malta (Geothermie WP), Rumänien, Bulgarien, Lettland, Kroatien und Zypern nicht verfügbar.

Quelle: EurObserv'ER [33]

weniger als einem Viertel der Einwohner Deutschlands im Jahr 2022 mit knapp 421.000 Wärmepumpen fast 60 % mehr Systeme abgesetzt wurden als in Deutschland (267.000). Noch deutlicher fällt ein entsprechender Vergleich mit den skandinavischen und baltischen Mitgliedstaaten aus. Setzt man zudem den Bestand an Wärmepumpen in Bezug zur Bevölkerung der jeweiligen Länder, so zeigt sich, dass in Deutschland Ende des Jahres 2022 eine installierte Wärmepumpe auf 50 Einwohner kam, während in den Niederlanden eine auf 10, in Dänemark eine auf 9, in Estland und Schweden jeweils eine auf 5 und in Finnland sogar eine auf nur 4 Einwohner kam.

Erneuerbare Energien im Verkehr

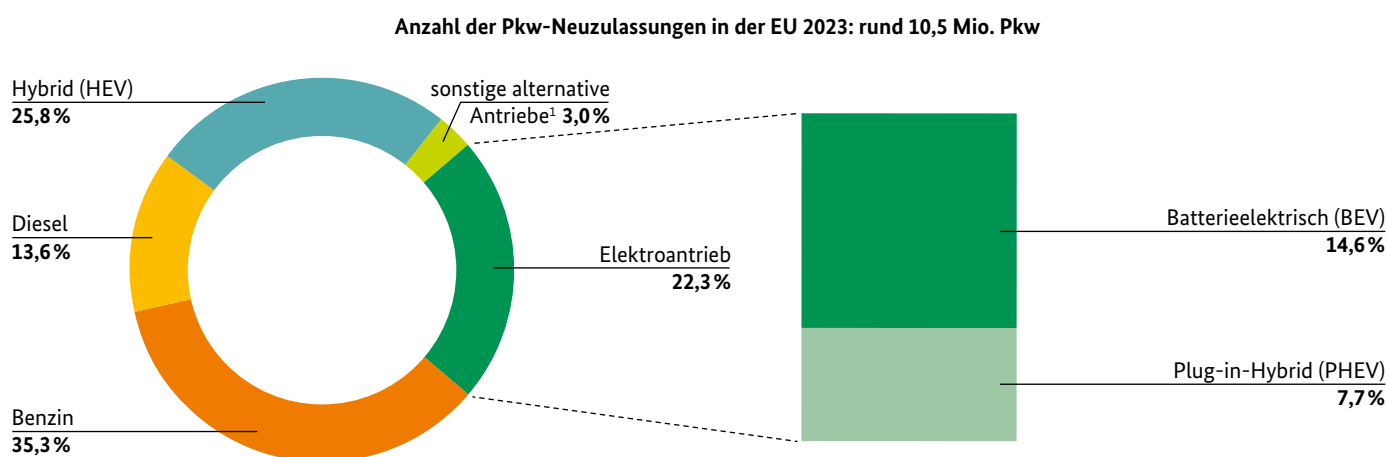
Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrs lag im Jahr 2022 EU-weit bei 9,6 % und damit einen halben Prozentpunkt höher als im Vorjahr (2021: 9,1 %). Auch hier gab es erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Mitgliedstaaten. Während Schweden mit 29,2 % und Finnland mit 18,8 % die höchsten Anteile aufwiesen, waren sie in Polen mit 5,8 %, Lettland mit 3,1 % und Kroatien mit 2,4 % am niedrigsten.

Nach einem zwischenzeitlichen Abwärtstrend bei der Nutzung von Biokraftstoffen, der insbesondere mit Diskussionen über deren Nachhaltig-

keit zusammenhing, war ihr Absatz seit dem Jahr 2018 EU-weit wieder angestiegen. Im Jahr 2023 konnte das Niveau des Vorjahres (22,2 Mio. t) mit 22,5 Mio. t nochmals leicht übertroffen werden. Dabei stagnierte der Absatz von Bioethanol bei knapp 5,4 Mio. t, der Absatz von Biodiesel stieg leicht um 2 % auf 16,1 Mio. t an. Zur Entwicklung der Biokraftstoffe siehe auch Tabelle 36.

Auch auf EU-Ebene kommt die entscheidende Rolle beim Umstieg auf eine nachhaltige und klimafreundliche Mobilität dem Elektroantrieb zu. Um die Zielsetzungen der RED III zu erreichen, ist daher insbesondere ein beschleunigter Ausbau der Nutzung von batterieelektrischen Pkw von zentraler Bedeutung. In der EU sind im Jahr 2023 insgesamt rund 10,55 Mio. Pkw neu zugelassen worden, 17 % mehr als im Vorjahr (2022: 8,99 Mio.). Gut 1,54 Mio. Pkw bzw. knapp 15 % davon waren rein batterieelektrische Fahrzeuge. Ihr Absatz erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr um 37 % (2022: 1,12 Mio. Pkw). Hinzu kamen 813.000 Plug-in-Hybride, 7 % weniger als im Vorjahr (2022: 875.000). [34]. Die mit Abstand größte Anzahl an Neuzulassungen von reinen Elektrofahrzeugen gab es weiterhin in Deutschland mit gut 524.000 Pkw, 11 % mehr als im Vorjahr (2022: 471.000 Pkw). Danach folgten Frankreich mit rund 298.000, die Niederlande mit 114.000 und Schweden mit 112.000 Pkw.

Abbildung 58: Pkw-Neuzulassungen nach Treibstoff- und Antriebsarten in der EU-27 im Jahr 2023



1 Erdgas, Wasserstoff und Brennstoffzelle
Quelle: ACEA [35]

Tabelle 35: Bruttoendenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien im Verkehr in der EU-27

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	TWh								
EE Gesamt	169,9	259,9	265,5	271,0	271,9	274,1	242,3	263,6	271,3
EE-Anteil im Verkehr [%]	5,5	6,8	7,2	7,5	8,3	8,8	10,3	9,1	9,6

Quelle: Eurostat Shares [23]

Tabelle 36: Biokraftstoffverbrauch in der EU-27

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 ¹
	1.000 t								
Bioethanol	3.402	3.255	3.388	3.649	3.821	3.850	4.210	4.723	k.A.
Biodiesel	11.900	11.607	12.951	14.532	14.771	15.101	15.727	15.739	16.114
Biokerosin (Luftfahrtkraftstoff)	0	0	0	0	0	0	0	33	58
Andere flüssige Biokraftstoffe	1.418	1.439	1.344	1.382	1.499	1.484	1.363	1.058	966
Gesamtverbrauch	16.720	16.301	17.683	19.564	20.092	20.435	21.300	21.553	17.138

¹ Vorläufige Angaben

Quelle: Eurostat [36]

Weiterführende Informationen zum Thema Biokraftstoffe in Europa finden sich auch auf der Internetseite des [EurObserv'ER](#) [37].

Teil III:

Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien

Im Jahr 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 von allen Staaten der Welt anerkannt wird. Um die Folgen und Risiken der Erderwärmung, die in den letzten Jahren 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 der Nutzung fossiler Energieträger und dem schnellstmöglichen Umstieg auf erneuerbare 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 noch immer 1,4 Mrd. 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 zu verdoppeln wie den Anteil der erneuerbaren Energien an der globalen Energieversorgung.

Kurz vor Ablauf der Dekade sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt, auch wenn die Zahl der Menschen ohne Zugang zu elektrischem Strom nach Angaben von REN21 [38] inzwischen auf 745 Mio. fast halbiert werden konnte. Der Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Endenergieverbrauch (ohne die nicht nachhaltige, traditionelle Nutzung von Biomasse – insbesondere zum Kochen über offenem Feuer) konnte nach REN21 [38] in der Dekade zwischen 2012 und 2022 von 9,5 auf 12,9 % gesteigert werden. Die angestrebte Verdoppelung werden wir demnach deutlich verfehlen.

Auch die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien (International Renewable Energy Agency, IRENA) stellt in ihrem World Energy Transitions Outlook 2023 [39] 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

2023 wurde nach REN21 [40] mit einer neu installierten Leistung von 536 GW ein neuer Rekordwert erreicht. Trotz des rasanten Anstiegs des Zubaus in den letzten Jahren bleibt damit noch immer fast eine Verdoppelung der Ausbaugeschwindigkeit notwendig.

Aktuell ist weltweit zu verzeichnen, dass die Bemühungen in diese Richtung zunehmen. Neben der sich zuspitzenden Klimakrise hat auch die Energiekrise infolge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine zu einer Beschleunigung des Umsteuerns 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 bekannte sich zudem bereits eine große Mehrheit der Länder zum Ziel der Verdreifachung der Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien bis 2030. Im Dezember 2023 endete die UN-Klimakonferenz in Dubai (COP28 UAE) damit, dass alle 197 Staaten der Konferenz dazu aufriefen, die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung bis 2030 zu verdreifachen und die jährliche Verbesserungsrate bei der Energieeffizienz zu verdoppeln. Gleichzeitig soll die Abkehr von fossilen Energien in dieser Dekade auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität in 2050 beschleunigt werden. Die Konferenz hatte bereits damit begonnen, dass mehr als 130 Staaten zusagten, erneuerbare Energien auf mindestens 11.000 GW installierter Leistung im Jahr 2030 zu verdreifachen, Energieeffizienz um jährlich mind. 4 % zu steigern und den Ausstieg aus der Kohleverstromung zu beschleunigen. Zudem hatten laut REN21 Ende 2023 bereits weltweit 170 Länder Ausbauziele für die Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung (davon 151 sog. Net-Zero-Ziele) [40]. 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 verfü-

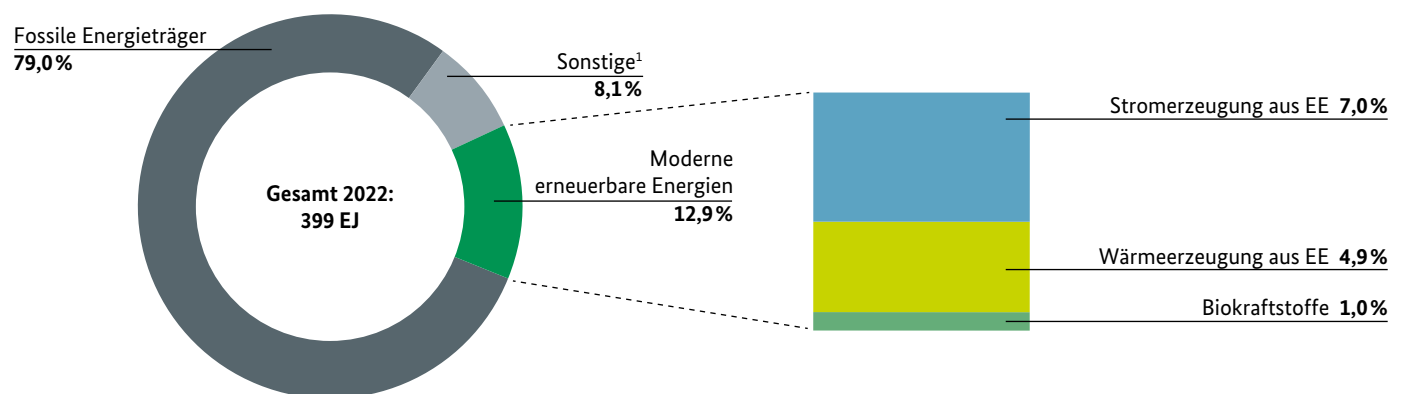
bare Datenstand verwendet worden. Er bezieht sich weitgehend, aber noch nicht vollständig auf das Jahr 2023 und greift auf unterschiedliche Quellen zurück. Dies ist an den jeweiligen Stellen gekennzeichnet. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die in internationalen Berichten enthaltenen Daten für Deutschland vereinzelt von den in Teil I dieser Broschüre verwendeten Daten abweichen, hier aber aus Konsistenzgründen verwendet werden.

Energien einschließlich der Wasserkraft, nicht aber die traditionelle Biomassenutzung. Von den 12,9 % erneuerbaren Energien entfielen 7,0 % auf Strom, 4,9 % auf Wärme und 1,0 % auf Biokraftstoffe. In den letzten 10 Jahren ist der gesamte Endenergieverbrauch um 16 % gewachsen. Deutlich überproportional ist dabei der Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien mit 58 % gewachsen, jener aus fossilen Energieträgern hingegen leicht unterproportional mit 13 % [38].

Gesamter Endenergieverbrauch weltweit

Nach Angaben von REN21 [38] betrug der Anteil erneuerbarer Energien am globalen Endenergieverbrauch im Jahr 2022 12,9 % und änderte sich damit gegenüber dem Vorjahr nicht. Einbezogen sind hier alle modernen Formen der Nutzung erneuerbarer

Abbildung 59: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2022



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

1 EJ = 1 Exajoule = 277,8 TWh

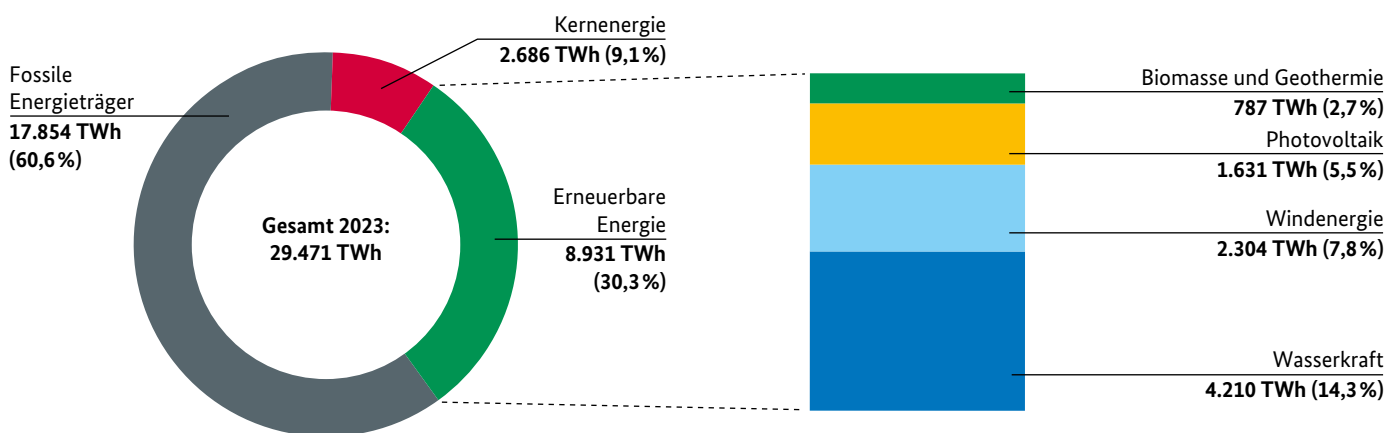
Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Global Overview [38]

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Wie in Deutschland und der EU findet auch global das bedeutendste Wachstum der erneuerbaren Energien im Bereich der Stromerzeugung statt. Das ist auch vor dem Hintergrund sachgerecht, dass der Anteil von Strom am gesamten globalen Endenergieverbrauch ansteigt, zwischen 2011 und 2021 von 19 % auf 23 %. Nach Angaben von REN21 [40] wurden 30,3 % des weltweit verbrauchten Stroms im Jahr 2023 aus erneuerbaren Energien erzeugt und damit fast ein Prozentpunkt mehr als im Vorjahr (2022: 29,4 %). Aus fossilen Energieträgern, vor allem Kohle und Kernenergie wurden 60,6 % bzw. 9,1 % des Stroms erzeugt.

Mit 14,3 % Anteil an der weltweiten Stromerzeugung ist die Wasserkraft nach wie vor die wichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien. Einen großen Teil davon machen große Wasserkraftwerke mit z. T. erheblichen ökologischen Problemen aus. Das derzeitige Wachstum der erneuerbaren Energien im Strombereich fußt aber auch global vor allem auf dem Ausbau von Photovoltaik und Windenergie. Ihr Anteil an der weltweiten Stromerzeugung lag im Jahr 2023 zusammen bereits bei 13,3 % und damit mehr als einen Prozentpunkt höher als im Vorjahr (2022: 12,1 %). Im Jahr 2022 konnten nach Angaben von REN21 80 % des gestiegenen Strombedarfs durch zugebaute Windenergie- und Photovoltaikkapazitäten gedeckt werden. Das belegt deutliche Fortschritte, zeigt aber auch, dass das Ausbautempo noch weiter beschleunigt werden muss, um rasch steigende Anteile zu erreichen [40].

Abbildung 60: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2023

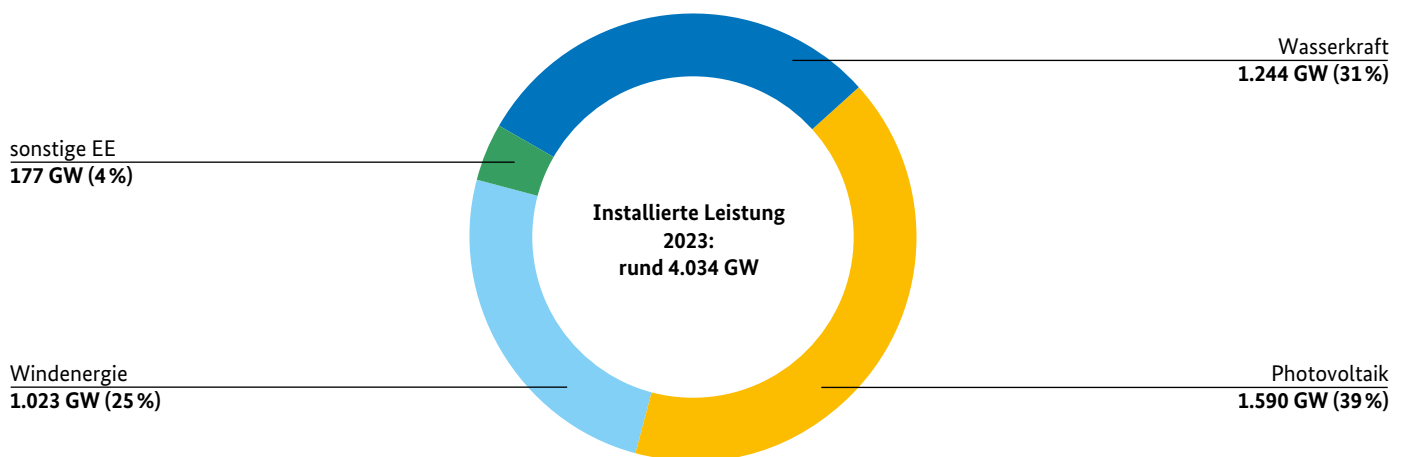


Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Energy supply [40]

Im Jahr 2023 wurden 536 GW neue Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien installiert und damit 54 % mehr als im Vorjahr (2022: 348 GW). Den mit Abstand größten Teil davon machte mit 407 GW die Photovoltaik aus, die damit den Ausbau der Erneuerbaren im Strombereich mit einem Anteil von 76 % noch stärker dominierte als im Vorjahr (2022: 70 %). Weitere 22 % des Zubaus bzw. 117 GW entfielen auf die Windenergie, nur rund 2 % auf die übrigen Technologien [40]. Laut IRENA [39] sind bis 2030 jährliche Zubauraten von 551 GW für Photovoltaik und von 329 GW für Windenergie notwendig, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen.

Ende des Jahres 2023 war weltweit eine Stromerzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien von 4.034 GW installiert. Die Gesamtleistung wuchs damit innerhalb eines Jahres um 15 % (2022: 3.498 GW). Mit 1.590 GW bzw. 39 % hatte die Photovoltaik den größten Anteil daran und lag damit bereits deutlich vor der Wasserkraft mit 1.244 GW bzw. 31 %. An dritter Stelle folgte Windenergie mit 1.023 GW bzw. 25 %. Unter den restlichen 4 % waren vor allem Biomasseanlagen, daneben geothermische und solarthermische Kraftwerke [40].

Abbildung 61: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023



Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Energy supply [40]

Photovoltaik

Die Photovoltaik wuchs im Jahr 2023 weltweit noch rasanter als in den Vorjahren und übertraf mit einem Zubau von 407 GW den des Vorjahres um 73 % (2022: 236 GW). Mehr als die Hälfte des Zubaus (58 %) entfiel auf China, das mit 235 GW seinen Vorjahreszubau mehr als verdoppelte (2022: 106 GW). Mit sehr weitem Abstand folgten die USA, die ihren Photovoltaikzubau aber nach einem Rückgang im Vorjahr wieder um 78 % steigern konnten auf 33,2 GW (2022: 18,6 GW). Es folgten Indien mit 16,6 GW, Deutschland mit 14,3 GW und Brasilien mit 11,9 GW [40].

Ende des Jahres 2023 waren damit weltweit 1.590 GW Photovoltaikleistung installiert, gut ein Drittel mehr als noch im Vorjahr (2022: 1.183 GW). Mit 662 GW bzw. 42 % befand sich mit Abstand die meiste davon in China. Es folgten die USA mit 170 GW, Indien mit 95 GW, Japan mit 91 GW und Deutschland mit 82 GW. Weltweit deckte die Photovoltaik im Jahr 2023 5,5 % des gesamten Stromverbrauchs und wuchs damit stärker als jede andere Stromquelle (2022: 4,6 %). Den höchsten Solarstromanteil hatte Chile mit 19,9 %. Dahinter folgten Griechenland mit 19,0 %, Ungarn mit 18,4 %, die Niederlande mit 17,3 % und Australien mit 17,0 % [40].

Windenergie

Der weltweite Ausbau der Windenergie konnte seine Schwächephase des Vorjahres überwinden und erreichte im Jahr 2023 eine neue Rekordmarke. Mit 117 GW ging 52 % mehr neue Windenergieleistung ans Netz als im Vorjahr (78 GW), in dem noch ein Rückgang um 17 % zu verzeichnen war. 106,1 GW waren Installationen an Land, 10,9 GW waren Offshore-Anlagen. Ausschlaggebend für den Anstieg war der chinesische Windenergiemarkt, der allein rund zwei Drittel ausmachte und sich mit einer Neuinstallation von 75,6 GW (69,3 GW an Land, 6,3 GW offshore) gegenüber dem Vorjahr verdoppelte. Als weitere in Bezug auf die Windenergienutzung bedeutende Länder verzeichneten die USA 6,9 GW, Brasilien 4,8 GW, Deutschland 3,9 GW und Indien 2,8 GW Neuinstallationen [40].

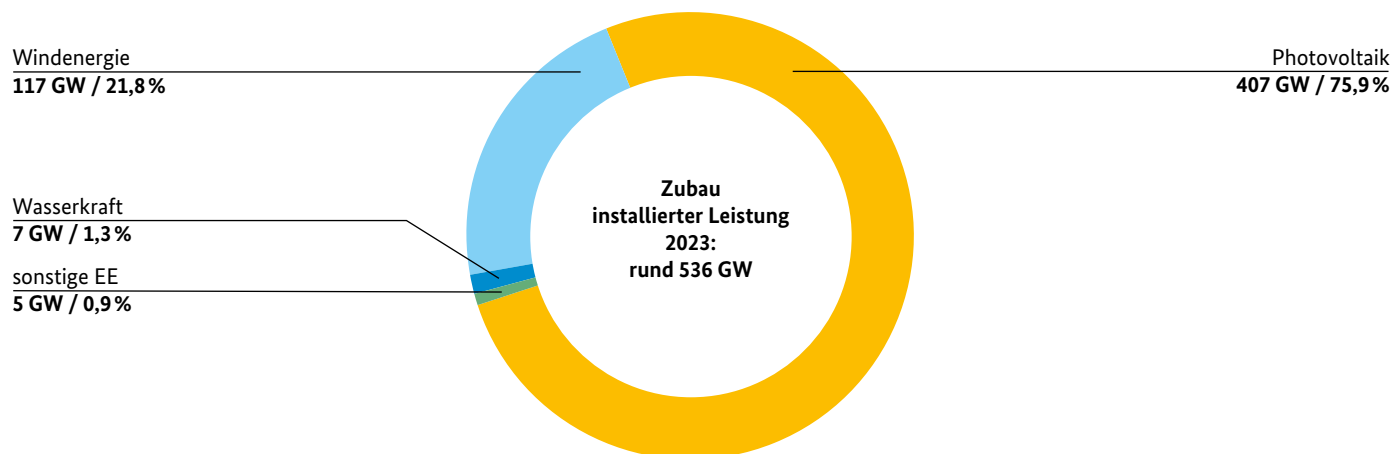
Ende des Jahres 2023 waren damit weltweit 1.023 GW Windenergieleistung am Netz, knapp 13 % mehr als ein Jahr zuvor. Der mit Abstand größte Teil davon befand sich mit 43 % bzw. 441 GW in China. Es folgten die USA mit 150,9 GW, Deutschland mit 69,7 GW, Indien mit 44,7 GW und Brasilien mit 30,4 GW. Betrachtet man nur die Offshore-Windenergie, so war auch hier die meiste Leistung mit 37,8 GW in China installiert, gefolgt vom Vereinigten Königreich mit 14,8 GW, Deutschland mit 8,5 GW und den Niederlanden mit 4,7 GW. Im Jahr 2023 deckte Windenergie 7,8 % des Stromverbrauchs. Die höchsten Anteile an der Stromversorgung hatte Windenergie in Dänemark mit 56 %, in Irland mit 36 % und im Vereinigten Königreich mit 29 % [40].

Andere Technologien

Die anderen Technologien spielen beim weltweiten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung nur eine untergeordnete Rolle. Die installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Wasserkraft wuchs im Jahr 2023 nur noch um 7 GW auf 1.227 GW. Der größte Leistungszubau fand dabei mit 740 MW in Nigeria und mit 643 MW in Kolumbien statt. Mit 4.210 TWh deckte die Wasserkraft aber 14,3 % des globalen Stromverbrauchs und blieb damit die wichtigste Stromquelle unter den erneuerbaren Energien [40].

Im Jahr 2023 war zudem weltweit eine Leistung von 150 GW zur Biomasseverstromung installiert, nur gut 1 GW mehr als im Vorjahr. In China war mit 31 GW am meisten installiert gefolgt von Brasilien mit 18 GW und den USA und Indien mit jeweils rund 11 GW. Biomassestrom deckte mit einer Erzeugung von 697 TWh 2,4 % des globalen Stromverbrauchs. Das Wachstum bei der Stromerzeugung aus Geothermie war ebenso gering. Ende des Jahres 2023 war weltweit eine Leistung von 14,8 GW installiert, 0,1 GW mehr als im Vorjahr. Mit 2,7 GW war die meiste Leistung in den USA installiert, gefolgt von Indonesien mit 2,4 GW [40].

Abbildung 62: Weltweiter Zubau von Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2023



Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Energy supply [40]

Betrachtet man die Entwicklung in den verschiedenen Regionen der Welt 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 gleich geblieben, so dass auch der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch deutlich ansteigen konnte. In Asien hingegen wuchs zwar die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, insbesondere durch den Ausbau in China und daneben in Indien rasant, ihr Anteil an der gesamten Stromerzeugung stieg jedoch deutlich weniger stark an als in Europa und Nordamerika. Denn der Strombedarf nahm gleichzeitig deutlich zu und nur etwa die Hälfte des Wachstums konnte mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Generell bleiben die meisten Entwicklungs- und Schwellenländer bisher beim Ausbau erneuerbarer Energien trotz großer natürlicher Potenziale deutlich zurück [39]. Daher sollten Bemühungen zum Ausbau erneuerbarer Energien speziell in diesen Regionen noch weiter verstärkt werden.

Erneuerbare Energien in den anderen Sektoren

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 2021 nach Angaben von REN21 bei 11,6 % und damit kaum höher als im Vorjahr (2020: 11,5 %). Der Anteil ist damit innerhalb von zehn Jahren um weniger als drei Prozentpunkte angestiegen (2011: 8,9 %). Dies ist durchaus problematisch, wenn man sich vor Augen führt, dass aktuell nur knapp 23 % des globalen Endenergieverbrauchs auf Strom entfallen, jedoch 48 % auf Wärme. Von den 11,6 % erneuerbaren Energien im Wärmebereich im Jahr 2021 entfielen 7,9 % auf moderne Biomassenutzung (einschließlich Nah- und Fernwärme), 2,4 % auf erneuerbaren Strom und 1,4 % auf Solarwärme und Geothermie [40].

Der globale Absatz von Solarthermieranlagen ist im Jahr 2023 um 7,2 % gesunken und setzte damit den Abwärtstrend der letzten 10 Jahre fort. Dabei ging der Zubau in mehreren traditionell absatzstarken Ländern wie Deutschland (-46 %), Italien (-33 %) und den USA (-33 %) drastisch zurück. Gesunken ist vor allem die Nachfrage nach kleinen Anlagen, während das Interesse an großen Nahwärmeprojekten gestiegen ist. Im Jahr 2023 wurde eine thermische Leistung von 21 GW neu installiert. China hatte mit 65 % den größten Anteil, mit Abstand gefolgt von Indien, Brasilien und der Türkei. Die global installierte solarthermische Leistung stieg damit im Jahr 2023 um 3 % auf 560 GW, wovon allein 73 % in China installiert waren. Alle Anlagen zusammen haben das Potenzial, jährlich 456 TWh Solarwärme bereitzustellen [40].

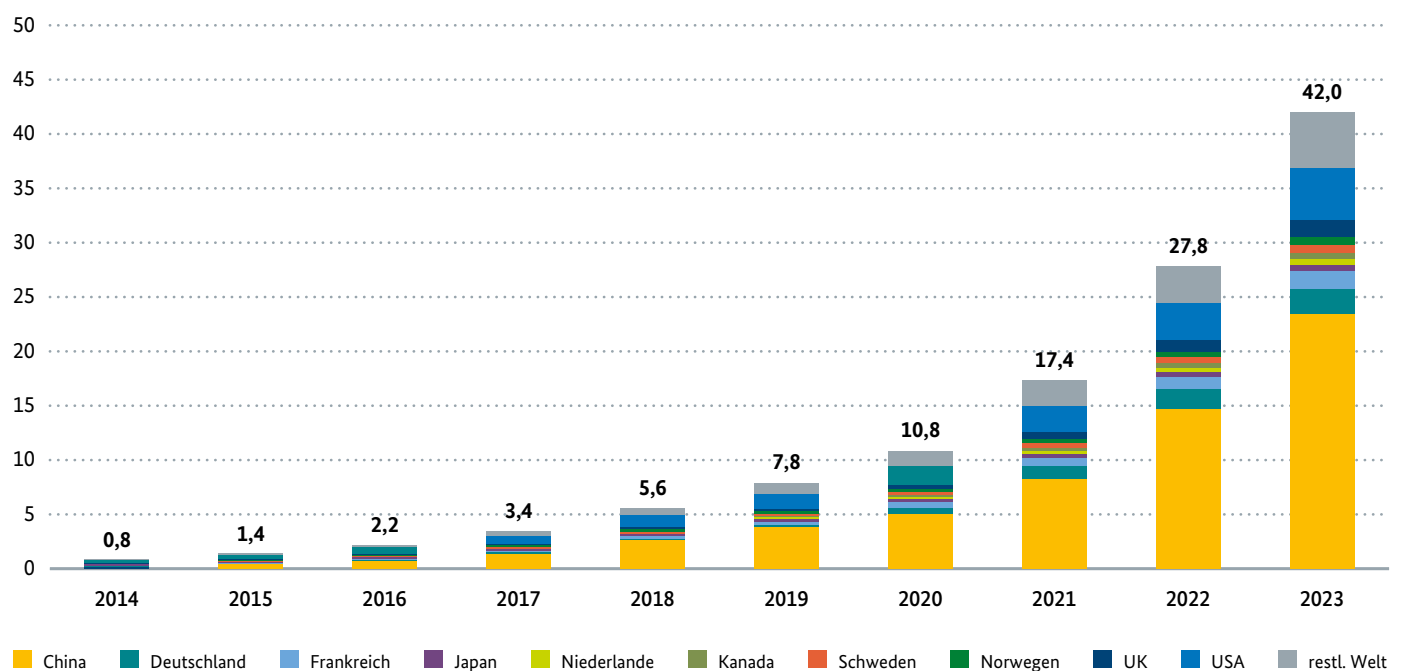
Die direkte Nutzung von Geothermie konnte im Jahr 2023 erstmal von REN21 auf der Grundlage valider Daten geschätzt werden und erreichte weltweit eine Wärmemenge von 205 TWh. Mit Abstand führend ist auch hier China mit 130 TWh, gefolgt von der Türkei mit 25,8 TWh. Steigende Bedeutung kommt daneben auch weltweit Wärmepumpen zu. Der Markt für diese zukunftssträchtige Wärme-

technologie blieb im Jahr 2023 stark, auch wenn das Wachstum sich gegenüber dem Vorjahr etwas abschwächte, was insbesondere auf Rückgänge in den USA sowie in Europa zurückzuführen ist. Der weltweit größte Wärmepumpenmarkt ist China, wo abermals ein Wachstum von 12 % gegenüber dem Vorjahr verzeichnet werden konnte [40].

Ein noch größerer Nachholbedarf als im Wärmebereich besteht im Verkehrssektor, denn im Jahr 2021 entfielen weltweit fast 29 % des Endenergieverbrauchs auf Kraftstoffe [40]. Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz im Verkehrsbereich ist die Elektromobilität, die im Jahr 2023 weiterhin vitales Wachstum zeigte. Der weltweite Bestand an Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit batterieelektrischem Antrieb (einschließlich Plug-in-Hybriden) stieg innerhalb eines Jahres um 60 % auf 42 Mio. Mit mehr als 9 Mio. Neufahrzeugen bzw. einem Anteil von rund 61 % am weltweiten Absatz war China wie auch in den letzten Jahren der Treiber, gefolgt von den USA mit rund 1,5 Mio. Fahrzeugen und Deutschland mit knapp 700.000 Fahrzeugen. Beim Bestand lag China Ende des Jahres mit 23,4 Mio. Fahrzeugen ebenfalls deutlich vor den USA mit 4,8 Mio. [39].

Abbildung 63: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen

Gesamtbestand in Millionen



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

Quelle: ZSW [39]

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 Anteil 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 [41].

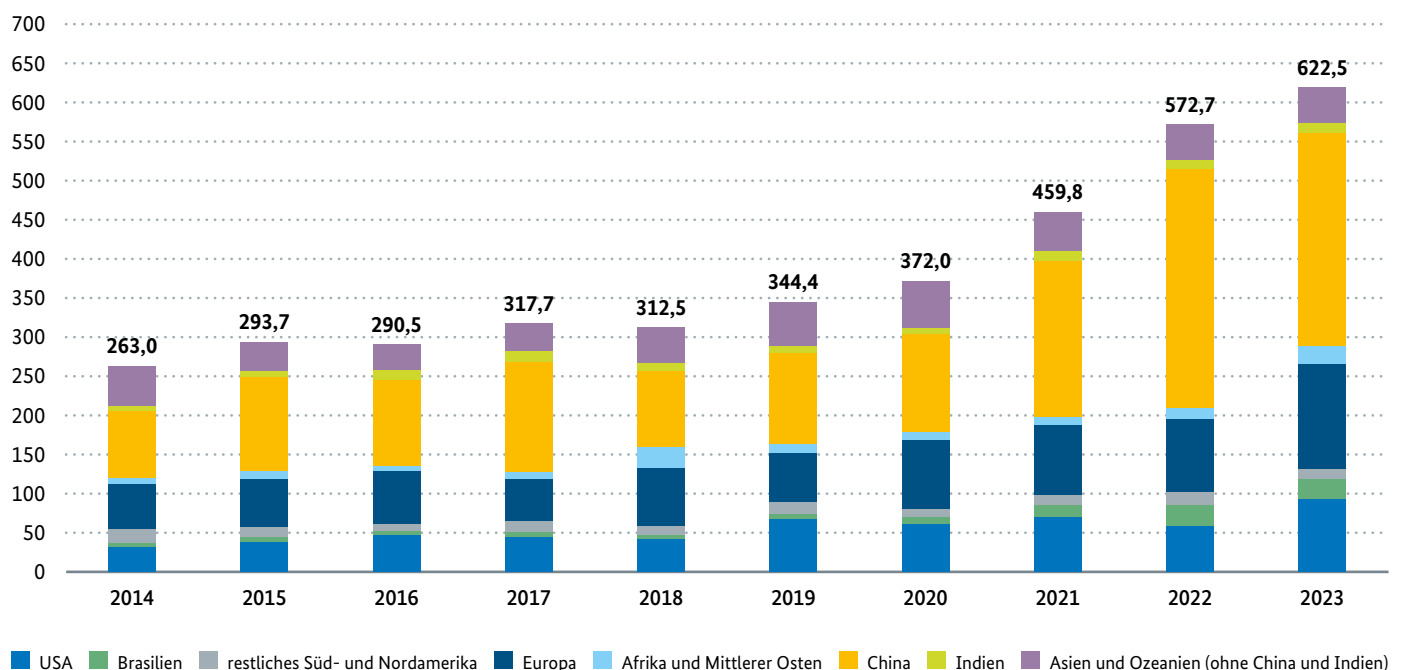
Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien

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 fünf Jahren wieder einen stabilen

Aufwärtstrend auf. Die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) stiegen im Jahr 2023 um weitere 8 % und erreichten mit 622,5 Mrd. US-Dollar ein neues Allzeithoch. Klarer Treiber der steigenden Investitionen war einmal mehr die Photovoltaik, die gegenüber dem Vorjahr nochmals um 12,5 % zulegte und mit 392,7 Mrd. Dollar allein für 63 % der globalen Investitionen in erneuerbare Energien (ohne große Wasserkraft) stand. Es folgten die Investitionen in Windenergie mit 216,6 Mrd. US-Dollar und einem Plus von 2,3 % gegenüber dem Vorjahr. Von den gesamten weltweiten Investitionen in Stromerzeugungskapazitäten machten die erneuerbaren Energien im Jahr 2023 bereits 82 % aus. Allerdings ist für das Erreichen des 1,5-Grad-Ziels laut IRENA [39] noch immer eine Verdoppelung der jährlichen Investitionen in erneuerbare Energien auf 1,3 Billionen US-Dollar notwendig.

Abbildung 64: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen

EE-Investitionen global (Mrd. USD)



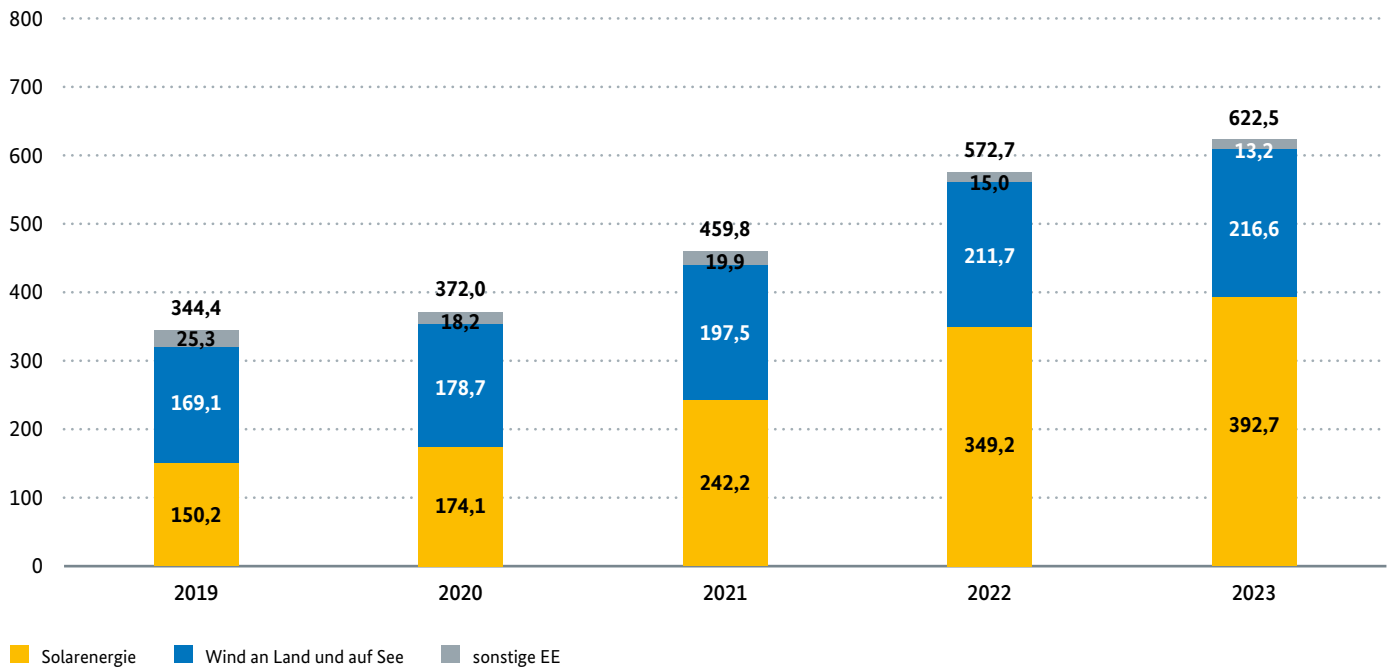
Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Energy supply [40]

Trotz eines Rückgangs gegenüber dem Vorjahr um gut 10 % war China mit 273,2 Mrd. US-Dollar im Jahr 2023 allein für 44 % der globalen Investitionen in erneuerbare Energien verantwortlich und blieb damit mit Abstand der größte Markt. Europa wurde nach einem starken Anstieg um 43 % gegenüber dem Vorjahr mit 134,4 Mrd. US-Dollar die zweitbedeutendste Absatzregion vor den USA, wo die

Investitionen ebenfalls einen Sprung um rund 60 % auf 92,9 Mrd. US-Dollar machten [40]. Im Vergleich blieben die Entwicklungs- und Schwellenländer und regional insbesondere Afrika bei den Investitionen in erneuerbare Energien nach wie vor deutlich zurück [39].

Abbildung 65: Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien

EE-Investitionen (Mrd. USD)



Quelle: REN21, Global Status Report 2024, Energy supply [40]

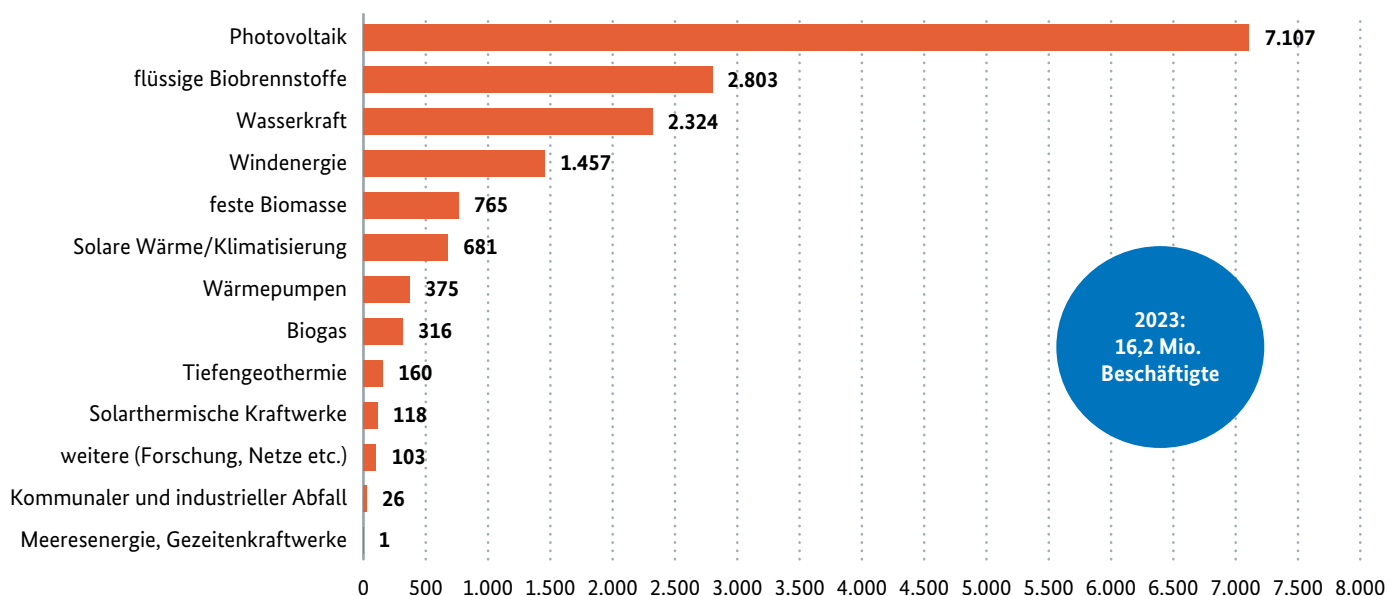
Beschäftigung im Erneuerbare-Energien-Sektor

Im Jahr 2023 waren weltweit 16,2 Mio. Menschen im Bereich der erneuerbaren Energien beschäftigt, 2,5 Mio. mehr als noch im Vorjahr. Mit 7,4 Mio. bzw. 46 % befanden sich die meisten Arbeitsplätze in China. Es folgten die EU mit 1,8 Mio., Brasilien mit 1,6 Mio. sowie die USA und Indien mit jeweils gut 1 Mio. Arbeitsplätze.

Mit 7,1 Mio. stellte die Photovoltaikbranche allein 44 % der Arbeitsplätze bereit. Es folgte die Biokraftstoffindustrie mit 2,8 Mio., wobei sich hier der größte Teil auf die landwirtschaftliche Lieferkette bezog. Mit knapp 1 Mio. hatte Brasilien hier den größten Anteil. 2,3 Mio. Menschen waren im Bereich der Wasserkraft beschäftigt, 1,5 Mio. im Bereich Windenergie [42].

Abbildung 66: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2023

in 1.000 Beschäftigten



Quelle: IRENA [42]

Anhang

Weltweite Energiepartnerschaften und Energiedialoge

Die Herausforderungen des Klimawandels und globaler Krisen zu bewältigen stellt eine globale Aufgabe dar. Eine Schlüsselkomponente der außenpolitischen Energie- und Klimastrategie des BMWK sind die bilateralen Partnerschaften für Klima, Energie und Wasserstoff sowie die Energiedialoge mit mehr als 30 Partnerländern. Diese Initiativen erleichtern die Zusammenarbeit in der Energiepolitik, indem sie die Bildung internationaler Netzwerke fördern, Wissen austauschen und gemeinsame Projekte initiieren.

Im Rahmen von Klima- und Energiepartnerschaften arbeitet Deutschland mit Partnerländern in verschiedenen Bereichen von Energie, Klima und Wirtschaft zusammen. Diese Kooperationen beinhalten den Ausbau erneuerbarer Energien und ihre Integration in das Energiesystem, die Steigerung der Energieeffizienz, die Einführung gemeinsamer Klimainstrumente wie z. B. die CO₂-Bepreisung sowie die Bewältigung ökologischer und sozialer Herausforderungen im Zuge der Energiewende. Zudem gewinnt das Thema Energiesicherheit zunehmend an Bedeutung.

Diese Partnerschaften tragen nicht nur zur Förderung des weltweiten Ausbaus erneuerbarer Energien und zur Verbreitung effizienter Energietechnologien bei, sondern gewährleisten auch einen kontinuierlichen internationalen Dialog zu politischen und wirtschaftlichen Fragen im Bereich der Energiewende. Zudem werden Energieunternehmen im In- und Ausland unterstützt und dienen als Impulsgeber für energiebezogene Innovationen sowie für die Förderung wirtschaftlicher Zusammenarbeit auf dem Weg zu einer globalen Energiewende.

Beispiele für Energiepartnerschaften

Deutsch-Äthiopische Energiekooperation

Mit dem äthiopischen Ministerium für Wasser und Energie findet im Rahmen der Energiekooperation eine enge Zusammenarbeit statt. Äthiopien befindet sich in einer günstigen geografischen Lage, um Wasser, Sonne, Wind und Erdwärme nutzbar zu machen. Wasserkraft macht derzeit über 90 % der Stromerzeugung aus. Ziel ist es, eine projektbezogene Zusammenarbeit zu ermöglichen und den politischen und strategischen Dialog zur Förderung der Energiewende zu unterstützen. Die Entwicklung von grünem Wasserstoff und die Förderung des Privatsektors sind Schwerpunkte der Aktivitäten, um die Energiewende zusammenzubringen.

Deutsch-Israelische Energiepartnerschaft

Die im Jahr 2022 gestartete Energiepartnerschaft hat das Ziel, gemeinsam die Entwicklung von Technologien und Systemen voranzutreiben, um eine nachhaltige, zuverlässige und kostengünstige Energieversorgung sicherzustellen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Förderung erneuerbarer Energien und den damit einhergehenden Anforderungen an Flexibilität und Integration der Netze sowie auf der Entwicklung und Verbreitung von Agri-Photovoltaikanlagen.

Deutsch-Amerikanische Klima- und Energiepartnerschaft

Durch die Unterzeichnung einer gemeinsamen Absichtserklärung wurde im Mai 2022 offiziell die Klima- und Energiepartnerschaft zwischen den USA und Deutschland ins Leben gerufen. Ziel dieser Partnerschaft ist die Verbesserung der Kooperation in den Bereichen Klimaschutz, saubere Energietechnologien und Energiewende in Schwellenländern. Entsprechend wurden zen-

trale Handlungsfelder von gemeinsamem Interesse definiert und erste Detailthemen vereinbart, die in neu eingerichteten bilateralen Arbeitsgruppen behandelt werden sollen. Ein Beispiel hierfür ist die Arbeitsgruppe zur Offshore-Windkraft. Expertinnen und Experten dieser Arbeitsgruppe haben sich bereits zu einem transatlantischen Wissensaustausch getroffen, um über die Themen Raumplanung, Lieferketten und Forschungsprojekte zu diskutieren.

Weitere Informationen zu Klima- und Energiepartnerschaften sind auf der BMWK-Internetseite „[Europäische und internationale Energiepolitik](#)“ zu finden.

Internationale Netzwerke für erneuerbare Energien

Das BMWK unterstützt weltweit die Transformation der Energiesysteme mit dem Ziel, sowohl Klimaschutz wie auch Energiesicherheit und Bezahlbarkeit voranzutreiben. Dies geschieht nicht nur im Rahmen von Klima- und Energiepartnerschaften, sondern auch in der Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen wie unter anderem:

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 Hauptsitz in Masdar City (Vereinigte Arabische Emirate) und dem IRENA Innovation and Technology Center in Bonn. Sie unterstützt Länder auf ihrem Weg in eine nachhaltige Energiezukunft und dient als Hauptplattform für die internationale Zusammenarbeit. Die IRENA wurde im Jahr 2009 in Bonn gegründet und verfügt derzeit über 169 Mitglieder. Es befinden sich aktuell noch weitere 15 Staaten im Beitrittsprozess.

Die IRENA ist in internationalen Debatten die Stimme der erneuerbaren Energien. Ihr inhaltlicher Tätigkeitsschwerpunkt ist die Förderung einer primär auf erneuerbaren Energien basierenden globalen Energiewende. Als Beratungsinstanz ermöglicht sie den Zugang zu Informationen

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. Hierzu arbeitet die IRENA auf Basis einer fünfjährigen Mittelfriststrategie, an der sich die zweijährigen Arbeitsprogramme und Budgets orientieren. Zudem schuf die IRENA 2020 thematische Kollaborationsplattformen (Collaborative Frameworks), um die Mitgliedstaaten stärker in ihre Arbeit einzubinden. Die acht [Plattformen](#) sind:

- Dialog zur Stärkung des Anteils erneuerbarer Energien
- Geopolitik
- Grüner Wasserstoff
- Wasserkraft
- Gerechte und integrative Energiewende
- Erneuerbare Offshore-Energien
- Kritische Materialien
- Projektförderung für die Unterstützung der Energiewende vor Ort

Die Organisation spielt für Deutschland eine zentrale Rolle im Zusammenhang mit der globalen Energiewende. Neben den herkömmlichen erneuerbaren Energien wie Solarenergie und Windkraft wird zunehmend die Bedeutung von Wasserstoff als Energieträger für besonders schwer zu dekarbonisierende Wirtschaftssektoren erkannt. In dieser Hinsicht hat Deutschland gemeinsam mit den Vereinigten Arabischen Emiraten den Vorsitz im Kollaborationsrahmen „Green Hydrogen“ übernommen.

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 der Industrieländer

und vereint aktuell 31 OECD-Staaten und 13 Assoziierungsländer. Der Beitritt von Chile, Costa Rica, 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 (so genannte „Association countries“).

Die IEA wurde im Jahr 1974 als Reaktion auf die erste Ölkrise mit dem Ziel der Gewährleistung einer störungsfreien Ölversorgung gegründet. Die Organisation spielt für Deutschland eine zentrale Rolle im Kontext einer globalen Energiewende. Über ihren traditionellen Fokus auf Ölversorgungssicherheit hinaus hat sich die IEA zu einem zentralen Forum für den internationalen Erfahrungsaustausch und die Politikberatung zu nahezu allen Energiepolitikbereichen entwickelt. Aktuell positioniert sich die IEA stark mit Analysen und politischen Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Treibhausgasneutralität im Energiesektor bis 2050.

Fragen der Entwicklung der erneuerbaren Energien und ihrer Integration in die Energiesysteme nehmen in der Arbeit der IEA eine zunehmend wichtige Stellung ein. Regelmäßige IEA-Länderprüfungen mit energiepolitischen Empfehlungen sowie der jährlich erscheinende [World Energy Outlook \(WEO\)](#) als das umfassende internationale energiepolitische Referenzdokument mit einem aktuellen Prognosehorizont bis zum Jahr 2050 sind besonders einflussreiche Publikationen der IEA, die weltweit bei der Formulierung nationaler Energiepolitiken hohe Beachtung finden.

Die IEA veröffentlicht regelmäßig noch eine weitere Vielzahl von Berichten, Studien und Publikationen zu verschiedenen Themen im Energiesektor.

Hauptorgane und Struktur

Die höchste Entscheidungsebene ist der [Verwaltungsrat \(Governing Board\)](#), in dem die strategische Ausrichtung der IEA-Aktivitäten festgelegt wird. Das IEA-Sekretariat in Paris bildet mit seinen ca. 330 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die

organisatorische Struktur zur Abwicklung der zahlreichen Aufgaben der IEA. Das BMWK ist im IEA-Mitgliedstaatengremium zu erneuerbaren Energien (Renewable Energy Working Party – REWP), zu Energieeffizienz (Energy Efficiency Working Party), zu Industriedekarbonisierung (Working Party on Industrial Decarbonisation) und zu kritischen Rohstoffen (Critical Minerals Working Party) vertreten. Geleitet wird die IEA von dem Executive Director 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

Die „Gruppe der Sieben“ (G7) ist ein informeller Zusammenschluss der Staats- und Regierungschefs von USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Kanada und der Europäischen Union, um sich ihrer Verantwortung für globale Schlüsselfragen zu stellen und aktiv dazu beizutragen, konstruktive Antworten zu entwickeln. Zu jedem Gipfel wird eine [Gipfelerklärung \(Kommunique\)](#) 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 Energieministerinnen und

-minister gehören. Der G7-Vorsitz wechselt jährlich zwischen den Mitgliedern. Nach Japan (2023) hat Italien die G7-Präsidentschaft für das Jahr 2024 inne. 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.

Zur „Gruppe der Zwanzig“ (G20) gehören 19 Industrie- und Schwellenländer und die Europäische Union⁵. 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. Energie- und klimapolitische Themen haben hier zunehmend an Bedeutung gewonnen. Neben den Treffen der Staats- und Regierungschefs finden unter jeder Präsidentschaft wie bei der G7 Fachministertreffen statt. Hierzu gehören u. a. Treffen der Klimaschutz-, Umwelt- und Energieministerinnen und -minister. Der G20-Vorsitz wechselt jährlich zwischen den Mitgliedern. Brasilien hat 2024 die Präsidentschaft inne und diese von Indien (2023) 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 politi-

schen 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 Organisationen, 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.

Als Flaggschiffpublikation des Netzwerks hat sich der jährlich veröffentlichte „[Globale Statusbericht zu Erneuerbaren Energien](#)“ (GSR) entwickelt, der den weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien verfolgt. 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 zum 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 alle zwei Jahre stattfindenden [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

⁵ Die Länder sind: Argentinien, Australien, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Indonesien, Italien, Japan, Kanada, Mexiko, Russland, Saudi-Arabien, Südafrika, Südkorea, Türkei und die USA.

IREC-Konferenzen oftmals eine große Wirkung in das jeweilige Gastgeberland hinein. Nach dem Jahr 2004 gab es u. a. Folgekonferenzen in China, den USA, Indien, den Vereinigten Arabischen Emiraten, Mexiko, Südkorea und Spanien.

Berlin Energy Transition Dialogue – BETD

Seit dem Jahr 2015 veranstalten BMWK und das Auswärtige Amt (AA) jedes Frühjahr eine internationale Energiewendekonferenz, den „[Berlin Energy Transition Dialogue](#)“. Die zweitägige Konferenz hat den Fokus auf die Energiewende und Dekarbonisierung, richtet sich an hochrangige Entscheidungsträger aus der Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Sie bietet eine Plattform für politische und wirtschaftliche Strategien.

Im Jahr 2024 diskutierten unter dem Motto „Accelerating the Global Energy Transition“ Ministerinnen und Minister sowie hochrangige Delegationen aus über 75 Ländern mit Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft über Strategien für die nötige Verdreifachung beim weltweiten Zubau von erneuerbaren Energien.

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 derzeit 29 Mitglieds- und 18 Partnerstaaten über Kooperationen mit verschiedenen internationalen Organisationen (u. a. IEA, IRENA, Weltbank) und privatwirtschaftlichen Akteuren beteiligen.

Kern des CEM ist die zumeist technologiespezifisch organisierte Kooperation der Mitgliedstaaten in verschiedenen Initiativen sowie in kurzfristigen, auch Akteure aus Privatsektor und Zivilgesellschaft umfassenden so genannten Kampagnen. Diese Kooperation geht zurück auf zehn Technologie-Aktionspläne zu einer Reihe kohlenstoffarmer Technologien, die im Jahr 2009 von meh-

rerer Industriestaaten in Vorbereitung der COP-15-Klimakonferenz von Kopenhagen gemeinsam erarbeitet worden waren.

Deutschland, vertreten durch das BMWK, engagiert sich u. a. zu langfristigen Szenarien für die Energiewende, Industriedekarbonisierung, Markthochlauf der internationalen Wasserstoffwirtschaft, Geschlechtergerechtigkeit im Energiesektor und diversifizierten solaren Lieferketten. In jährlichen Konferenzen auf Ministerienebene werden neue Schwerpunkte für die Arbeit der Initiativen beschlossen sowie die Fortschritte innerhalb der Initiativen vorgestellt. Gastgeber des CEM 15 war im Jahr 2024 Brasilien.

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 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 „vor Ort“ anbietet.

Im Herbst 2021 konnte nach Wegfall der geografischen Beschränkung auf „Staaten und Territorien zwischen den beiden Wendekreisen“ u. a. Deutschland der ISA beitreten, so dass die Organisation mittlerweile 97 Mitglieder hat, die das ISA-Rahmenabkommen unterzeichnet und ratifiziert haben. Geleitet wird die ISA von ihrem für vier Jahren gewählten Generaldirektor, dem Inder Dr. Ajay Mathur. Im November 2024 wählt die ISA einen Nachfolger für Dr. Mathur, der die Position des Generaldirektors im Frühjahr 2025 übernehmen soll.

Methodische Hinweise

Die hier veröffentlichten Angaben geben teilweise vorläufige Ergebnisse wieder. Bis zur Veröffentlichung endgültiger Angaben können sich im Vergleich zu früheren Publikationen Änderungen ergeben. Differenzen zwischen den Werten in den Tabellen und den entsprechenden Spalten- bzw. Zeilensummen ergeben sich durch Rundungen. Die übliche Terminologie der Energiestatistik umfasst u. a. den Begriff (Primär-)Energieverbrauch, der physikalisch jedoch nicht korrekt ist, weil Energie weder gewonnen noch verbraucht, sondern lediglich in verschiedene Energieformen umgewandelt werden kann (z. B. Wärme, Elektrizität, mechanische Energie). Dieser Vorgang ist allerdings nicht

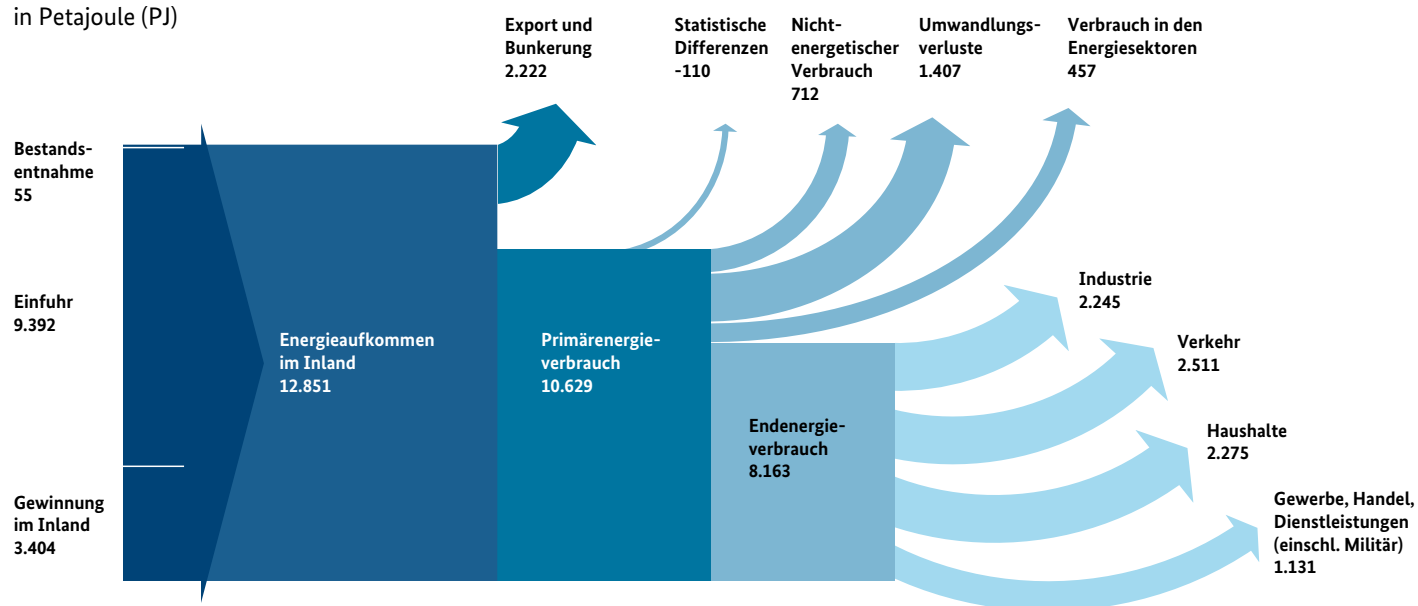
vollständig umkehrbar, sodass die technische Arbeitsfähigkeit der Energie teilweise verloren geht.

Weitere Hinweise zu den Begrifflichkeiten der Energiestatistik finden Sie auf der 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 67: Energieflussbild 2023 für die Bundesrepublik Deutschland

in Petajoule (PJ)



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 19,4%. Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 09/2024

Methodische Änderungen

Die AGEE-Stat arbeitet kontinuierlich an methodischen Verbesserungen der erneuerbaren Energien-Statistik. In Fachgesprächen und durch Expertenaustausch zu einzelnen erneuerbaren Energieträgern werden fortlaufend neue Erkenntnisse zur Verbesserung der Datengrundlagen der Stromerzeugung und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Die daraus abgeleiteten methodischen Änderungen haben das Ziel, die langfristige Fortschreibung der Erneuerbare Energien-Statistik zu gewährleisten und gleichzeitig eine einheitliche Datenbasis für die Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten zu schaffen. Nachfolgend wird ein Überblick über die aktuellen methodischen Änderungen gegeben:

Bereitstellung differenzierter Daten zur Wärmebereitstellung aus Wärmepumpen

Auf Basis wissenschaftlicher Empfehlungen und nach Konsultation von Fachleuten auf einem AGEE-Stat-Fachgespräch wurde die Methodik zur Erfassung der oberflächennahen Geothermie und Umweltwärme bereits im Jahr 2023 aktualisiert. Ab November 2024 weist die AGEE-Stat in ihren Zeitreihen eine detaillierte Zusatzdifferenzierung der installierten Wärmepumpentypen aus. Damit werden für verschiedene Wärmepumpenarten (Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen, Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Brauchwasser-Wärmepumpen und gasbetriebene Wärmepumpen) Anlagenbestand, installierte thermische Leistung, Strombedarf und Wärmeerzeugung separat ausgewiesen.

Anpassung der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Vermeidung von Treibhausgasen durch erneuerbare Energien

Die bisher in den Jahresauswertungen (1990–2023) im Anhang der AGEE-Stat-Zeitreihen enthaltene Disaggregation der vermiedenen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern wird als Zeitreihe in die Zeitreihendokumente der AGEE-Stat aufgenommen. Darüber hinaus werden die Vermeidungsfaktoren der erneuerbaren Energien für Treibhausgase sowie säurebildende Luftschadstoffe gebündelt als Zeitreihe verfügbar gemacht.

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

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. Sie trat im Jahr 2021 in Kraft.

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 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 periodenbezogen 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 [44], z. B. die Evaluierungen des Marktanreizprogramms (u. a. [45]) sowie die Evaluierungen der KfW-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien [46].

Zur Ermittlung der Kosten durch die Brennstoffbereitstellung für die Strom- und Wärmeherzeugung 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 6,5 Mrd. Euro bewertet.

Umrechnungsfaktoren

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

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

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

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

Die Zahlen beziehen sich auf den Heizwert.

Treibhausgase	
CO ₂	Kohlendioxid
CH ₄	Methan
N ₂ O	Lachgas
SF ₆	Schwefelhexafluorid
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe

Weitere Luftschadstoffe	
SO ₂	Schwefeldioxid
NO _x	Stickoxide
HCl	Chlorwasserstoff (Salzsäure)
HF	Fluorwasserstoff (Flusssäure)
CO	Kohlenmonoxid
NM VOC	flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan

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

Abkürzungsverzeichnis

ACEA	European Automobile Manufacturers' Association
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAW	Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe
BEEV	Bruttoendenergieverbrauch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BETD	Berlin Energy Transition Dialogue
BEV	reines batterieelektrisches Fahrzeug
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
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMDV	Bundesministeriums für Digitales und Verkehr
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
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
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
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
E-Fuels	synthetische Kraftstoffe
EBW	Energieberatung für Wohngebäude
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EM	Einzelmaßnahmen
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union

Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
Fh-ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
FuE	Forschung und Entwicklung
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeotIS	Geothermisches Informationssystem
GSR	Global Status Report
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung
GZB	Internationales Geothermiezentrum
HEV	Hybridelektrokraftfahrzeug
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
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRECs	International Renewable Energy Conferences
KBA	Kraftfahrt-Bundesamtes
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KfN	Klimafreundlicher Neubau
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KW	Kraftwerk/e
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
KWW	Kommunale Wärmewende
LNG	Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas)
LPG	Autogas (Liquefied Petroleum Gas)
LSV	Ladesäulenverordnung
MaStR	Marktstammdatenregister
MAP	Marktanreizprogramm
MS	Mitgliedstaat
NECP	Nationaler Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan)
NEP	Netzentwicklungsplan
NWG	Nichtwohngebäude
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PV	Photovoltaik
PEV	Primärenergieverbrauch
PHEV	Plug-in-Hybridfahrzeuge
Pkw	Personenkraftwagen
ptj	Projekträger Jülich
PTX (Power-to-X)	bezeichnet verschiedene Technologien zur Speicherung von EE
RED	Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive)
REN21	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
UN	Vereinte Nationen
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UL	UL International GmbH
USD	United States Dollar
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WindBG	Windenergieflächenbedarfsgesetz
WG	Wohngebäude
WPG	Wärmeplanungsgesetz
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

Quellenverzeichnis

- [1] Bundesregierung (BReg), „Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023)“. Zugegriffen: 16. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/inhalts_bersicht.html
- [2] Europäische Union, „Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates“. Zugegriffen: 16. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413
- [3] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)“. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Monitoringbericht zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich nach § 98 Absatz 3 EEG und Fortschrittsbericht Windenergie an Land nach § 99a EEG, Bericht der Bundesregierung 2023“. Zugegriffen: 24. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht-zum-ausbau-der-erneuerbaren-energien-im-strombereich-2023.html>
- [5] Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV), „Pelletfeuerungen“. Zugegriffen: 31. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.depv.de/pelletfeuerungen>
- [6] 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/>
- [7] Dr. T. Lauf, M. Memmler und S. Schneider, „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2021“, Umweltbundesamt, Dez. 2022. Zugegriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2021>
- [8] Bundesministerium der Justiz, „BioSt-NachV – Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biomasse zur Stromerzeugung“. 2022. Zugegriffen: 30. Oktober 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/biost-nachv_2021/BJNR512610021.html
- [9] Bundesregierung (BReg), „Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV)“. 23. Juli 2009.
- [10] AG Energiebilanz e.V. (AGEB), „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten (aktuelle Bilanz)“. 3. Juni 2024. Zugegriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/12/Heizwerte_2022e.xlsx

- [11] Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber, „Jahresabrechnungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Jahresabrechnungen 2000 – 2021)“. [Online]. Verfügbar unter: www.netztransparenz.de
- [12] 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/>
- [13] GWS, „Ökonomische Indikatoren des Energiesystems. Methode, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000 – 2016, GWS Research Report 2018/02“, Osnabrück, Feb. 2018.
- [14] DLR, GWS, „Ergebnisse aus dem laufenden Forschungsvorhaben ‚Ökonomische Indikatoren des Energiesystems‘ im Auftrag des BMWK“, Berlin, Feb. 2024.
- [15] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), Stand: 31.12.2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/BEG/beg-reporting-20240425.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [16] Europäischer Rechnungshof, „Sonderbericht, EU-Förderung für nachhaltige Biokraftstoffe im Verkehrssektor: Der künftige Weg ist ungewiss“, Luxemburg, Dez. 2023. Zugegriffen: 7. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-29/SR-2023-29_DE.pdf
- [17] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Elektromobilität (Umweltbonus) Zwischenbilanz zum Antragstand vom 1. Dezember 2023“, Dez. 2023. Zugegriffen: 5. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html
- [18] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), „Pressemitteilung Nr. 01/2024 – Fahrzeugzulassungen im Dezember 2023 – Jahresbilanz“. Zugegriffen: 27. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Pressemitteilungen/DE/2024/pm_01_2024_fahrzeugzulassungen_12_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- [19] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), „Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen“. Zugegriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/n_umwelt_node.html?yearFilter=2023
- [20] Kraftfahrt-Bundesamt, „Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen“. Zugegriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/umwelt_node.html?yearFilter=2024
- [21] Bundesnetzagentur (BNetzA), „Ladesäulenkarte“. Zugegriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaehlenkarte/start.html>
- [22] 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

- [23] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Kurzbewertung der erneuerbaren Energiequellen (Short Assessment of Renewable Energy Sources – SHARES)“, März 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20\(SHARES\)](https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database/additional-data#Short%20assessment%20of%20renewable%20energy%20sources%20(SHARES))
- [24] 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
- [25] 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
- [26] 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_quant.nrg_quanta.nrg_t.nrg_ti
- [27] 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
- [28] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Online Database, Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen – Produkte Daten 1990 – 2022“. Zugegriffen: 19. Juli 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-datasets/product?code=nrg_inf_epcrw
- [29] International Renewable Energy Agency (IRENA), „IRENASTAT Online Data Query Tool, Electricity statistics (MW/GWh) by Region, Technology, Data Type and Year“. Zugegriffen: 24. April 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://pxweb.irena.org/pxweb/en/IRENASTAT/IRENASTAT__Power%20Capacity%20and%20Generation/
- [30] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Nationaler Energie- und Klimaplan (NECP)“, Aug. 2024. Zugegriffen: 10. Oktober 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/necp.html>
- [31] EurObserv'ER, „Solar thermal and CSP barometers Archives, 2022“, EurObserv'ER. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/solar-thermal-and-concentrated-solar-power-barometer-2022/>
- [32] 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/>
- [33] EurObserv'ER, „The state of renewable energies in Europa, Edition 2023“. 10. April 2024. Zugegriffen: 9. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/22nd-annual-overview-barometer/>
- [34] European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), Hrsg., „New car registrations: +13.9 % in 2023; battery electric 14.6 % market share“. 18. Januar 2024. Zugegriffen: 28. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-13-9-in-2023-battery-electric-14-6-market-share/>

- [35] ACEA – European Automobile Manufacturers’ Association, „New car registrations“, Feb. 2024. Zugriffen: 22. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-12-1-in-january-2024-battery-electric-10-9-market-share/>
- [36] Eurostat, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, „Energy production and imports“. Zugriffen: 4. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports
- [37] EurObserv’ER, „Renewable Energy in Transport Barometer 2023“. Zugriffen: 13. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.eurobserv-er.org/category/all-solid-biofuels-barometers/>
- [38] REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, „Global Status Report 2024, Global overview“. Februar 2024. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2024_GlobalOverview_Full_Report_with_endnotes_web.pdf
- [39] IRENA, „World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway“. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
- [40] REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, „Global Status report 2024, Energy supply“. Juni 2024. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2024_Supply.pdf
- [41] IEA, „Electric Vehicles“. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-sets>
- [42] IRENA, „Renewable energy and jobs: Annual review 2024“, Okt. 2024. Zugriffen: 10. Oktober 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2024/Oct/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2024>
- [43] REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, „REN21 Renewables Global Status Report“, REN21. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- [44] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Erfahrungsbericht der Bundesregierung zum Erneuerbare-Energien-Gesetz und Windenergie-auf-See-Gesetz“. 8. Februar 2024. Zugriffen: 23. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erfahrungsbericht-erneuerbare-energien-gesetz-windenergie-auf-see-gesetz.html>
- [45] 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
- [46] 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
im Themenbereich „Energie“ unter [Erneuerbare Energien](#)**

