

Windenergie

Nationale und internationale Entwicklung



Foto: UM BW – Windkraftanlage Ingersheim bei Ludwigsburg, 5/2014



Baden-Württemberg

Impressum

Herausgeber:

Dieter Bouse*

Diplom-Ingenieur

Werner-Messmer-Str. 6, 78315 Radolfzell am Bodensee

Tel.: 07732 / 8 23 62 30

E-Mail: dieter.bouse@gmx.de

Internet: www.dieter-bouse.de

„**Infoportal Energiewende Baden-Württemberg plus weltweit**“

Kontaktempfehlung:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)

Kernerplatz 9; 70182 Stuttgart

Tel.: 0711/ 126 – 0; Fax: 0711/ 126 - 2881

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de;

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Besucheradresse:

Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart

Abteilung 6: Energiewirtschaft

Leitung: Mdgt. Martin Eggstein

Sekretariat: Telefon 0711 / 126-1201

Referat 64: Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft

Leitung TD Dr. Jenssen

E-Mail:@um.bwl.de

Tel.: 0711 / 126-1226; Fax: 0711 / 126-1258

Referat 46: Genehmigungsverfahren Windenergieanlagen

Leitung: N.N.

E-Mail:@um.bwl.de

Tel.: 0711 / 126-1257, Fax: 0711/ 126-2881

* Energiereferent a.D., Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM)

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM), Stand August 2021

WM-Neues Schloss



Hausanschrift

WM-Neues Schloss

Schlossplatz 4; 70173 Stuttgart
www.wm.baden-wuerttemberg.de
Tel.: 0711/123-0; Fax: 0711/123-2121
E-Mail: poststelle@wm.bwl.de
Amtsleitung, Abt. 1, Ref. 51-54,56,57

WM-Dienststelle

Theodor-Heuss-Str. 4/Kienestr. 27
70174 Stuttgart
Abt. 2, Abt. 4; Abt. 5, Ref. 55

WM-Haus der Wirtschaft

Willi-Bleicher-Straße 19
70174 Stuttgart
Abt. 3, Ref.16 (Haus der Wirtschaft)
**Kongress-, Ausstellungs- und
Dienstleistungszentrum**

WM-Haus der Wirtschaft



WM-Dienststelle



Inhalt

Ausgewählte Schlüsseldaten, Branchenportrait, Aktuelles

Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation zur Stromversorgung mit Beiträgen der Windenergie bis 2020 und Ausblick bis 2030

Datenvergleich nationale und internationale Situation der Windenergie zur Stromversorgung bis 2020

Grundlagen zur Windenergie

Windenergienutzung

Landesenergiepolitik, Einleitung und Ausgangslage, Grundlagen und Rahmenbedingungen, Potenziale und Nutzung, Marktentwicklung, Anlagentechnologien, Netzintegration, Beispiele aus der Praxis, Fazit und Ausblick

in Baden-Württemberg

in Deutschland

in Europa (EU-27)

in der Welt

Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Portale, Infostellen, Infomaterialien und Übersicht ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich „Erneuerbare Energien“

Folienübersicht (1)

- FO 1: Titelseite
- FO 2: Impressum
- FO 3: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM), Stand Mai 2021
- FO 4: Inhalt
- FO 5: Folienauswahl (1-6)

Ausgewählte Schlüsseldaten, Branchenportrait, Marktüberblick

- FO 12: Anteile erneuerbare Energien (EE) an der nationalen und internationalen Energiebereitstellung bis 2022 und Ziele 2030
- FO 13: Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation zur Stromversorgung 2021
- FO 14: Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Daten der Windenergie zur Stromversorgung 2021
- FO 15: Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW (1-5)

Grundlagen zur Windenergie

- FO 21: Grundlagen zum Windenergieertrag, zur Strom-Erzeugung und zum Stromverbrauch
- FO 22: Wie funktionieren Windkraftanlagen (1-3)
- FO 25: Technologien zur Gewinnung von Windenergie
- FO 26: Ausgewählte Grundlagen zur Windenergienutzung
- FO 27: Genehmigung von Windenergieanlagen

Windenergie

in Baden-Württemberg

Landesregierung Klimaschutz und Energiepolitik

- FO 30: Klimaschutz und Energiepolitik der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026, Auszug Windenergie, Stand 12. Mai 2021

Einleitung und Ausgangslage

- FO 32: Einleitung und Ausgangslage zur Windenergienutzung in Baden-Württemberg bis Ende 2021, Stand 10/2022
- FO 33: Übersicht Windenergie in Baden-Württemberg (BW) nach UM BW-ZSW 2020/21
- FO 34: Aktuelle Entwicklung der Windenergieanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2000 bis 2020/21 (1-4)

Grundlagen und Rahmenbedingungen

- FO 39: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal, Erneuerbare, Stand 2/2024
- FO 40: Windenergie in Baden-Württemberg 2022, Stand bis 2/2024
- FO 41: Windenergie: Bestehende Windenergieanlagen u.a. in BW, Stand bis 2/2024 (1-9)
- FO 50: Neuer Windatlas für Baden-Württemberg vorgestellt 2019 (1,2)

Beitrag der Windenergie zur Energieversorgung

- FO 53: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (1,2)
- FO 55: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom in Baden-Württemberg 1990-2018
- FO 56: Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) und Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW
- FO 57: Struktur erneuerbare Energien (EE) beim Primärenergieverbrauch (PEV) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW
- FO 58: Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW (1-5)

Strombilanz zur Stromversorgung

- FO 64: Stromfluss in Baden-Württemberg 2020 (1,2)
- FO 66: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) nach Sektoren in BW 2011-2021 (1,2)

Beitrag der Windenergie zur Stromversorgung,

Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

- FO 69: Einleitung und Ausgangslage Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2022 nach Stat. LA BW
- FO 70: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2022 nach Stat. LA BW (1-5)
- FO 75: Entwicklung Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2020 (1-3)
- FO 78: Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1-3)
- FO 81: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern mit Beitrag EE in Baden-Württemberg und in Deutschland 2021

Beitrag der Windenergie zur Stromversorgung,

Teil 2: Anlagen, Leistung

- FO 83: Entwicklung der Erzeugungsleistung erneuerbarer Energien (Säulen) sowie der gesicherten Leistung (Linie) in Baden-Württemberg von 2000 bis 2022 (1,2)

Windenergie zur Stromversorgung

- FO 86: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) und installierte Leistung aus Windenergie in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW/UM BW (1,2)
- FO 88: Entwicklung Zubau von Windenergieanlagen (WEA) in Baden-Württemberg 2000-2022 (1,2)

Folienübersicht (2)

FO 90: Entwicklung der jährlichen Neuinstallationen und mittlere Anlagenleistung von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1,2)

FO 92: Regionale Verteilung der Windkraftanlagen nach Landkreisen in Baden-Württemberg Ende 2022

FO 93: Installierte Leistung und Anzahl von Windenergieanlagen nach Bundesländern Ende 2022 (1,2)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO 96: Entwicklung Volllaststunden und mittlere Anlagenenerträge nach Inbetriebnahme von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

FO 97: Entwicklung Stromerzeugung und installierte Leistung bei der Windenergie in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

FO 98: Entwicklung von Volllaststunden und mittlere Anlagenenerträge nach Inbetriebnahmen in Baden-Württemberg 2000-2022

FO 99: Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2022 nach ZSW/UM BW

FO100: Entwicklung Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2022

FO101: Entwicklung der Betriebskosten von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2022

FO102: Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien mit Beitrag Windenergie in Baden-Württemberg im Jahr 2016

Energie & Förderung, Gesetze

FO104: Übersicht ausgewählte Fördermittel für Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2022

FO105: Schreiben zur Genehmigungspraxis von Windkraftanlagen des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 12.03.2020

FO106: Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbaren Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2021/22 (1,2)

FO108: Energieatlas Baden-Württemberg 2019

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

FO110: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2022, Landesziele 2020/2030 (1-5)

FO115: Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2022 (1,2)

FO117: CO₂ Äq -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS/IFEU, 11/2022

FO118: Entwicklung energiebedingte und nicht-energiebedingte Treibhausgas-emissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württemberg 1990-2020, Landesziel 2020

FO119: Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2022 (1,2)

FO121: Entwicklung der Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen bei der Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1990-2021 (1,2)

Beispiele aus der Praxis

FO123: Windpark Rohrenkopf bei der Schwarzwaldgemeinde Gersbach, 9/2019

FO124: Windpark Verenafohren in Wiechs am Randen, Hegau 2017 (1-3)

FO127: Größter zusammenhängender Windpark Lauterstein, Landkreis Göppingen in Baden-Württemberg eingeweiht im Jahr 9/2016

FO128: EnBW Windpark Baltic 1, Ostsee, Stand 2012 (1-4)

Fazit und Ausblick

FO133: Handlungsbereich Strom aus Erneuerbaren zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2019, Ziele bis 2050

FO134: Windenergiepotenzial Baden-Württemberg, Stand 2010/2020 (1,2)

Windenergie in Deutschland

Einleitung und Ausgangslage

FO138: Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021 und Ziele 2030

FO139: Der Stromsektor in Deutschland 1990-2023 auf einen Blick

FO140: Die wichtigsten Fakten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022

FO141: Übersicht Windenergieausbau mit Nord- und Ostsee nach Bundesländern in Deutschland 2022

FO142: Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Onshore-Windenergie an Land in Deutschland 2021, Stand 1/2022 (1,2)

FO144: Ausbauziele der Bundesregierung Deutschland zur Windenergie bis 2030, Stand 21.06.21 (1-3)

Grundlagen und Rahmenbedingungen

FO148: Windenergie in Deutschland an Land und See 2021, Stand 3/2024 (1-3)

FO151: Durchschnittliche monatliche Windstärke 2021/22 und gewichtet nach der installierten Windenergieleistung in Deutschland 2003-2020

FO152: Netzintegration Windenergie und weitere erneuerbare Energien in die elektrische Stromversorgung in Deutschland bis 2020

FO153: Entwicklung der Leistungssteigerung von neu errichteten Windkraftanlagen in Deutschland 1981-2015/16 (1,2)

Folienübersicht (3)

Strombilanz zur Stromversorgung

- FO157: Der Stromsektor in Deutschland 1990-2023 auf einen Blick
- FO158: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit/ ohne Pumpstromerzeugung in Deutschland 1990-2023, Teil 1 (1-3)
- FO161: Strombilanz zur Stromversorgung Deutschland 2022 (1,2)
- FO163: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2023 (1,2)
- FO165: Entwicklung und Anteile erneuerbarer Energien an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland bis 2022 (1,2)

Beitrag Windenergie zur Stromversorgung

- FO167: Ausbau erneuerbare Energien beim Strom mit Beitrag Windenergie in Deutschland 2022
- FO168: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2023 (1-4)
- FO172: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien mit Beitrag Windenergie in Deutschland 2022 (1-5)
- FO177: Entwicklung deutscher Kraftwerkspark Ausbau erneuerbare Energien und Anpassung konventioneller Energien bis 2030 (1-3)
- FO180: Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005-2022 (1-3)
- FO183: Entwicklung Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je erneuerbarer Energieträger in Deutschland 2018-2022 (1,2)
- FO185: Gesamtausbau von Biomasse, Solarenergie und Windenergie nach Anzahl und Bruttoleistung in den Bundesländern Deutschland Ende 2023

Onshore-Windenergie an Land

- FO187: Entwicklung Zubau und Gesamtbestand aus Onshore-Windenergie an Land in Deutschland bis 2023, Prognose 2030 (1-12)

Offshore-Windenergie auf See

- FO200: Zubau und kumulierter Bestand von Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2021 (1-10)

Windenergie an Land (Onshore) und auf See (Offshore)

- FO210: Ausgewählte Schlüsseldaten zur Windenergie an Land (onshore) und auf See (offshore) in Deutschland 2021
- FO211: Entwicklung Bruttostromerzeugung aus Windenergie an Land und auf See in Deutschland 1990-2023

- FO212: Entwicklung installierte Leistung bei der Windenergie an Land und auf See in Deutschland 1990-2023
- FO213: TOP 6 – Rangfolge Windenergie an Land und auf See nach Bundesländern Deutschlands 2021 (1-3)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO217: Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1,2)
- FO219: Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Deutschland 2020
- FO220: Entwicklung der Stromerzeugung (BSE) und der installierte Leistung von Windenergieanlagen an Land in Deutschland 1990-2022 (1-4)
- FO224: Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022
- FO225: Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2005-2022 (1-4)
- FO229: Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2005-2022 (1-4)
- FO233: Entwicklung Bruttobeschäftigte durch erneuerbare Energien nach Technologien in Deutschland 2000-2021 (1,2)
- FO235: Entwicklung der Beschäftigten in der Energiewirtschaft ohne erneuerbare Energien in Deutschland 1991-2018 (1,2)

Foliensübersicht (4)

Energie & Förderung, Gesetze

- FO238: Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung und Gesetze in Deutschland, Auszug (1-3)
- FO241: Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2022 (1,2)
- FO243: Repowering von Windenergieanlagen in Deutschland, Stand 4/2016
- FO244: Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland 2018-2022 (1,2)

Energie und Klimaschutz, Treibhausgase

- FO247: Die wichtigsten Fakten zu den Treibhausgas -Emissionen (THG) in Deutschland 2022; Ziele 2030/45
- FO248: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (THG) (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2023, Ziel 2030 nach Novelle Klimaschutzgesetz 2023
- FO249: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 2023, Auszug (1-6)
- FO255: Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland 1990-2021 (1,2)
- FO257: Entwicklung vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022 (1-7)

Beispiele aus der Praxis

- FO265: Windenergie -Repowering
- FO266: Beispiel Repowering - Projekt Dünstup: 4 moderne Windkraftanlagen (3 MW) ersetzen 8 Altanlagen (1,3 MW)
- FO267: Onshore-Windparks -Positive Veränderung des Landschaftsbildes durch Repowering
- FO268: 12 Offshore-Windkraftanlagen im Windenergiepark Alpha Ventus wurden in der Nordsee bis Ende 2009 errichtet und sind im Betrieb (1,2)

Fazit und Ausblick

- FO271: Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in Deutschland 2000 bis 2020/22
- FO272: Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021/22 und Ziele bis 2030
- FO274: Fazit zur Windenergienutzung nach Bundesländern in Deutschland 2019
- FO275: Mögliches Windenergiepotenzial in Deutschland ohne See, Stand 2010 (1,2)
- FO277: Wichtige Anschriften zur Windenergie in Deutschland, Stand 1/2024

Windenergie in Europa (EU-27)

Einleitung und Ausgangslage

- FO280: Klima- und Energiepolitik in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2022
- FO281: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2022 (1-4)
- FO285: Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 Zahlen und Fakten, Auszug, Stand 1. Januar 2022
- FO286: Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW/ZSW (1,2)
- FO288: Entwicklung Anteil Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 2005-2020 nach Eurostat (1,2)
- FO290: Ausgewählte Schlüsseldaten der Windenergienutzung zur Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2021

Folienübersicht (5)

Strombilanz zur Stromversorgung

- FO292: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat (1-5)
- FO297: Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2005-2021 nach Eurostat
- FO298: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-27 von 1990 bis 2020 nach Eurostat (1,2)

Beitrag Windenergie zur Stromversorgung,

Teil 1: Erzeugung/Verbrauch

- FO302: Windenergienutzung in der EU-27 im Jahr 2022
- FO303: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 von 1990-2022 nach Eurostat (1-6)
- FO309: Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1-3)

Beitrag Windenergie zur Stromversorgung,

Teil 2: Anlagen, Leistung

- FO313: Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 1990-2021 nach Eurostat, IRENA (1-3)

Windenergie

Erzeugung und Leistung zur Stromversorgung

- FO315: Windenergie zur Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022, Stand 3/2023 nach Eurostat, (1-6)
- FO321: Windenergie in der Europäischen Union (EU-27) 2022, Stand 3/2023 nach EurObserv'ER (1-5)
- FO326: Durchschnittliche Leistungen der Windenergieanlagen (WEA) werden immer größer in Europa 2000 bis 2035

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO327: Entwicklung Jahresvolllaststunden der gesamten erneuerbaren Energien in der EU-27 von 1990-2022 (1,2)
- FO329: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-27 im Jahr 2021
- FO330: Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien mit Beitrag Windenergie in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (1,2)
- FO332: Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (1,2)
- FO344: Beschäftigte und Umsätze in der Windenergie in den Ländern der EU-27 im Jahr 2020/21 (1-3)
- FO337: Wichtigste europäische Windparkentwickler und -betreiber 2021

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Beispiele aus der Praxis

- FO340: Windpark Utgrunden 1 in Schweden seit 2000 im Betrieb
- FO341: Off-Shore-Windpark Lillgrund im schwedischen Öresund seit 6-2008 im Betrieb
- FO342: Thanet in Großbritannien - der größte Offshore-Windpark der Welt seit 9/2010 im Betrieb

Fazit und Ausblick

- FO344: EurObserv'ER-Projektion zur Entwicklung der Nettokapazität von Windenergie in die EU-27 von 2018-21/2030

Folienübersicht (6)

Windenergie in der Welt

Einleitung und Ausgangslage

- FO348: Globale Klima- und Energiepolitik:
Weltweite Nutzung erneuerbare Energien
- FO349: Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, Auszug, Stand 10/2023 (1,2)
- FO351: Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022 (1,2)
- FO253: Globale Übersicht erneuerbare Energien im Stromsektor 2011 und 2021 nach REN21
- FO254: Globaler Anteil erneuerbarer Stromerzeugung nach Energiequellen und Regionen 2012 und 2022
- FO355: Ausgewählte Schlüsseldaten:
Globale Stromerzeugung aus Windenergienutzung 2021

Strombilanz zur Stromversorgung

- FO357: Entwicklung Stromverbrauch ohne Netze (SV) in der Welt mit EU-27 2021-2026 nach IEA
- FO258: Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO₂-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 nach IEA
- FO359: Strombilanz für die Welt 2019 nach IEA (1,2)

Stromversorgung mit Beitrag Windenergie

Teil 1: Erzeugung/Verbrauch

- FO362: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1-7)
- FO369: Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom 1990-2022 nach BP (1-3)
- FO372: Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung aus Windenergie 1990-2022 nach IEA (1-3)
- FO375: Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2019 nach IEA
- FO376: Globale Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) 1990-2021 (1,2)

Stromversorgung mit Beitrag Windenergie

Teil 2: Anlagen/Leistung

- FO379: Entwicklung elektrische Leistung beim Stromsektor nach Energieträgern in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1-5)
- FO384: Globale jährliche Zubau der Kapazität an erneuerbare Energien nach Technologie und Gesamtmenge, 2016-2021, Prognosen 2030/50 nach REN21 (1-3)
- FO387: Globale Windenergie-Kapazität Ende 2022 nach REN21 (1-11)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO399: Globale Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Windenergieanlagen zur Stromerzeugung 2000-2022
- FO400: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der Welt im Jahr 2022 nach IEA, REN21
- FO401: Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2022 (1,2)
- FO403: Globale Beschäftigte in Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen im Jahr 2021 (1-3)

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

- FO407: Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (1,2)

Fazit und Ausblick

- FO410: Globale Windenergieanalyse bis 2025, Stand 4/2021
- FO411: Fazit und Ausblick:
Windenergie auf See (Offshore)-Marktausblick bis 2030

Anhang zum Foliensatz

- FO413: Umrechnungsfaktoren
- FO414: Verbände, Vereine, Stiftungen und Sonstige zur Windenergie in Deutschland, Stand 2/2019
- FO415: REN21 und die GSR Kollektion
- FO416: Ausgewählte Internetportale (1-3)
- FO419: Ausgewählte Informationsstellen (1-8)
- FO427: Partner-Netzwerke Windenergie in Deutschland, Stand 31.12.2020
- FO428: Ausgewählte Informationsmaterialien (1-4)
- FO432: Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich Erneuerbare Energien

Ausgewählte Schlüsseldaten, Branchenportrait, Aktuelles

Anteile erneuerbare Energien (EE) an der nationalen und internationalen Energiebereitstellung bis 2022 und **Ziele 2030**

Pos.	Benennung	Anteile erneuerbare Energien an der E-Bereitstellung (%)								Hinweis
		BW		D		EU-27		Welt		
		2022	2030	2020	2030	2019	2030	2019	2030	
1	Primärenergieverbrauch (PEV)	15,9	-	16,4	-	15,8	-	13,8	-	
2.1	Brutto-Endenergieverbrauch (B-EEV)	15,0 <i>(2018)</i>	-	19,3	30	19,7	32	k.A.	-	Nach RL Eurostat
2.2	Endenergieverbrauch (EEV)	17,5	-	20,5	-	k.A.	-	17,9	-	
2.3a	EEV-Strom Brutto-Stromerzeugung (BSE)	35,4	-	43,3	-	38,7	-	25,9	-	Ziel 2030 BW Bruttostromerzeugung (BSE)
2.3b	EEV-Strom Brutto-Stromverbrauch (BSV)	29,0	-	45,3	65	34,1	-	25,9	-	Ziel 2030 D Bruttostromverbrauch (BSV)
2.4	EEV-Wärme + Kälte Wärme/Kälteerzeugung	18,0	-	15,2	-	22,1	-	k.A.	-	** Schätzwert auf Basis NREA
2.5	EEV-Verkehr Kraftstoffe	5,8	-	7,3	-	8,9	14**	k.A.	-	** Schätzwert auf Basis NREA

* Daten bis 2022 vorläufig, Ziele der Landesregierung Baden-Württemberg / Bundesregierung Deutschland (D) / Europäischen Union (EU-27) bis 2020, Stand 10/2023
 B-EEV Brutto-Endenergieverbrauch, EEV = Endenergieverbrauch, BSE = Bruttostromerzeugung; BSV = Bruttostromverbrauch; PEV = Primärenergieverbrauch
 B-EEV Strom, B-EEV Wärme, Kälte

Quellen: BMWI – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2022, Zeitreihe 2/2023; UM BW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020, 10/2022, UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht kompakt 2022, 6/2023, BMWI 1/2024; Eurostat 2023; EurObserv'ER 2022, 3/2023, IEA 9/2023, REN 21 2023, 6/2023; AGEB 11/2023

Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation zur Stromversorgung 2021

Benennung	Einheit	Baden-Württ.	Deutschland	Europa EU-27	Welt
Jahr		2021	2021	2021	2021
Bevölkerung (J-Durchschnitt)	Mio.	11,1	83,2	447,0	7.837
- Weltanteil	%	0,2	1,1	5,7	100
Stromversorgung					
- Brutto-Stromerzeugung (BSE)	TWh	50,9	588,1	2.909,7	28.334
- Ø BSE	kWh/Kopf	4,586	7.069	6.509	3.615
- Weltanteil	%	0,2	2,1	10,3	100
- Brutto-Stromverbrauch (BSV)	TWh	67,6	568,8	2.916,9	27.040 (19)
- Ø BSV	kWh/Kopf	6.090	6.837	6.625	3.527
- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	TWh	60,4	485,0	2.485 (19)	22.872 (19)
- Ø SVE	kWh/Kopf	5.441	5.829	5.660	2.984
Gesamte Treibhausgasemissionen					
- Gesamte THG Energie plus	Mio. t	62,0	762	3.298 (20)	52.400 (19)
- Ø gesamte THG	t/Kopf	5,5	9,2	7,4	6,8
- Weltanteil	%	0,1	1,4	6,4	100
- Energiebedingte CO₂-Emissionen Strom	Mio. t	13,5	213		14.378
- Ø CO ₂ -Emissionen (BSE)	t/Kopf	1,2	2,6		1,8
- Weltanteil	%	0,1	1,3		100

* Daten bis 2021 vorläufig; Stand 3/2023

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Quellen: Stat. LA BW 3/2023; UM BW 10/2022; BMWk bis 1/2023; Eurostat 2022, EEA 2022, OECD 2022, AGEb 11/2023; BPL-UN 11/2020; IEA 11/2023

Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation

Windenergie zur Strombereitstellung 2021

Benennung	Einheit**	Baden-Württemberg	Deutschland	EU-27	Welt
Windenergienutzungspotenziale		2021	2021	2021	2021
Technisches Potenzial	Mrd. kW	45	235	k.A.	10.000
Windenergienutzung - Bestand					
Anlagenzahl	Stück	762	29.731	k.A.	k.A.
Installierte Leistung Ende des Jahres	GW	1,701	63,9	187,5	845
Ø installierte Leistung	kW/Anlage	2.232	1.933	k.A.	k.A.
Brutto-Stromerzeugung (BSE)	TWh	2,624	117,7	385,7	1.870
Jahresvolllaststunden (max. 8.760) ¹⁾	h/a	1.553	1.841	2.057	2.213
Anteile BSE / BSV	%	5,2/3,9	20,1/20,8	13,3/13,2	6,3/k.A.
Windenergienutzung-Brutto-Zubau					
Anlagenzahl	Stück	31	484	k.A.	k.A.
Installierte Leistung	GW	0,123	1.925	10,5	93,6
Ø installierte Leistung	kW/Anlage	3.968	3.977	k.A.	k.A.
Windenergie - Wirtschaft & Klimaschutz					
Beschäftigte (Herstellung/Betrieb)	Anzahl	10.880 (2016)	106.200 (2018)	211.500	1.371.000
Investitionen / Umsatz Betrieb	Mrd. €	k.A/k.A.	2,0 /2,9 (20)	34,1	147 (US-\$)
CO ₂ -Vermeidung	Mio. t	2,0	76,3 (18)	k.A.	k.A.

* Daten bis 2021 vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Jahresvolllaststunden ermittelt mit Leistung zum Ende des Jahres

Quellen: UM-BW 10/2022; Stat. LA BW 9/2022; DEWI 2/2022; Bundesverband Windenergie (BWE) 1/2023; EurObserv'ER - Windenergie-Barometer 2022, 2-2023; EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2022, 3/2023, IEA 10/2022; BMWK 10/2022, AGE B 2/2023; Deutsche WindGuard 1/2023

Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg nach UM BW-ZSW 2022 (1)

ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2022 um knapp 2 Prozent auf 1.289 Petajoule (PJ) gesunken. Auf der einen Seite ist der Endenergieverbrauch durch Energieeinsparungen und den milden Winter deutlich zurückgegangen, während im Umwandlungssektor mehr Steinkohle zur Stromerzeugung eingesetzt wurde (siehe unten). Stark rückläufig war der Nettostromimportsaldo, auf den alleine mehr als die Hälfte des gesunkenen Primärenergieverbrauchs im Land zurückgeht. Der primärenergetische Beitrag der erneuerbaren Energien ist um 1,5 Prozent gestiegen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch erhöhte sich damit auf 15,9 Prozent.

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Das Jahr 2022 war geprägt von überaus hohen Energiepreisen, insbesondere für Erdgas und Strom. Dies führte zu hohen Einsparungen, die zusammen mit dem relativ milden Winter 2022/2023 zu einem Rückgang des Endenergieverbrauchs von Erdgas um mehr als 12 Prozent führten. Nachdem im Vorjahr aufgrund von Vorzieheffekten der Heizölabsatz auf sehr geringem Niveau lag, ist dieser 2022 wieder gestiegen. Insgesamt lag der Endenergieverbrauch 2022 nach ersten Berechnungen rund 4 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien ist dagegen um fast 2 Prozent gestiegen. Aufgrund des rückläufigen Endenergieverbrauchs insgesamt stieg deren Anteil am Endenergieverbrauch um einen Prozentpunkt auf 17,5 Prozent.

Die Lage auf dem europäischen **Strommarkt** war durch eine geringe Kraftwerksverfügbarkeit im Ausland und im Zuge der hohen Gaspreise sehr angespannt. Der Beitrag der Steinkohle zur Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg stieg deshalb das zweite Jahr in Folge an. Insgesamt wurden knapp 17,3 Terrawattstunden (TWh) Strom in Steinkohlekraftwerken erzeugt, was dem Niveau der Jahre 2017/2018 entspricht. Deutlich gestiegen ist aber auch der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung mit einem Plus von 5,5 Prozent. Insgesamt lag die Bruttostromerzeugung im Land um 4 TWh beziehungsweise knapp 8 Prozent deutlich höher als im Vorjahr. Der **Bruttostromverbrauch** ging nach ersten Berechnungen um mehr als 1 Prozent auf 66,7 TWh zurück. Das höhere Erzeugungsniveau im Land bei gleichzeitig gesunkenem Verbrauch führte zu einem starken Rückgang des Stromimportsaldo um knapp 5 TWh beziehungsweise 29 Prozent auf 12,1 TWh.

Die Stromerzeugung aus **erneuerbaren Energien** in Baden-Württemberg ist um 1 TWh beziehungsweise 5,5 Prozent auf 19,3 TWh gestiegen. Wenngleich der Bruttozubauf von Windenergieanlagen mit 5 Anlagen und insgesamt 21 Megawatt (MW) relativ niedrig ausfiel (Nettozubauf unter Berücksichtigung des Anlagenrückbaus: 13 MW), so sorgte das bessere Windjahr im Vergleich zu 2021 für eine Mehrerzeugung von rund 0,2 TWh. Noch stärker gestiegen ist mit einem Plus von 1,3 TWh die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen.

Hier sorgten ein gutes Strahlungsjahr sowie ein erneuter Aufwuchs beim Bruttozubauf auf rund 820 MW (2021: 620 MW) für einen deutlichen Anstieg. Das relativ trockene Jahr führte jedoch zu einem Rückgang der Wasserkrafterzeugung um rund 0,4 TWh. Da die Bruttostromerzeugung insgesamt noch stärker gestiegen ist, verringerte sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung leicht auf gut 35 Prozent.

Die im Vergleich zum Vorjahr deutlich wärmere Witterung und die hohen Preise führten im Jahr 2022 zu einem geringeren Einsatz von Energieträgern in der **Wärmeerzeugung**. Gleichzeitig waren aufgrund der hohen Preise für fossile Energieträger weiter steigende Installationszahlen bei Biomasseheizungen, Wärmepumpen und Solarthermieanlagen zu verzeichnen. Insgesamt ist der Beitrag der erneuerbaren Energien im Wärmesektor im Jahr 2022 mit knapp 1 Prozent weniger stark gesunken als der Verbrauch fossiler Energieträger. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung wuchs damit um mehr als einen Prozentpunkt auf 18 Prozent.

Im **Verkehrssektor** ist der Endenergieverbrauch von Kraftstoffen 2022 um 1,4 Prozent gestiegen. Geringfügig gesunken ist der Absatz von Biokraftstoffen. Damit sank der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor von 5,9 Prozent auf 5,8 Prozent.

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Angaben teilweise geschätzt;

Quellen: siehe Seite 7; zur Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch seit 2000 siehe Seite 10

1) Ohne Strom

Quelle: UM BW & ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, Stand 10/2023

Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg nach UM BW-ZSW 2021/22 (2)

[PJ]	2021	2022	
Primärenergieverbrauch	1.314	1.289	-1,9 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	202	205	+1,5 %
- davon Kernenergie	122	122	-0,1 %
- davon fossile Energieträger	929	919	-1,1 %
- davon Stromimport (netto)	61	44	-29,0 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch	15,3 %	15,9 %	

[TWh]	2021	2022	
Bruttostromerzeugung¹⁾	50,6	54,6	+7,9 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	18,3	19,3	+5,5 %
- davon Kernenergie	11,2	11,1	-0,1 %
- davon fossile Energieträger und Sonstige	21,1	24,1	+14,2 %
Stromimport (Saldo)	17,0	12,1	-29,0 %
Bruttostromverbrauch¹⁾	67,6	66,7	-1,4 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	36,2 %	35,4 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	27,1 %	29,0 %	

[TWh]	2021	2022	
Endenergieverbrauch	285	273	-4,2 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	47,1	47,9	+1,8 %
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (netto)	238	226	-5,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch	16,5 %	17,5 %	

[TWh]	2021	2022	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung¹⁾	144	132	-8,0 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	24,0	23,8	-0,6 %
- davon fossil	120	109	-9,4 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	16,7 %	18,0 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe (ohne Strom)	81,1	82,3	+1,4 %
- davon erneuerbare Energien (EE)	4,8	4,8	-0,5 %
- davon fossil	76,3	77,5	+1,5 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	5,9 %	5,8 %	

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Energiedaten: 1 TWh (Mrd. kWh) = 3,6 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,2 Mio.

1) In Baden-Württemberg wird mehr Strom verbraucht als erzeugt. Über den Anteil der erneuerbaren Energien am importierten Strom kann jedoch mangels Daten keine Aussage getroffen werden.

Beitrag erneuerbarer Energien (EEV-EE) zur Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (3)

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

	ENDENERGIE	PRIMÄR- ENERGIE- ÄQUIVALENT ¹⁾	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
		nach Wirkungsgrad- methode			nach Wirkungsgrad- methode
STROMERZEUGUNG					
			Anteil am Brutto- stromver- brauch ²⁾	Anteil an der Brutto- stromer- zeugung ³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.140	14,9	6,2	7,6	1,2
Windenergie	2.916	10,5	4,4	5,3	0,8
Photovoltaik	7.869	28,3	11,8	14,4	2,2
feste biogene Brennstoffe	932	11,9	1,4	1,7	0,9
flüssige biogene Brennstoffe	5	0,1	0,01	0,01	0,01
Biogas	2.862	23,0	4,3	5,2	1,8
Klärgas	185	1,7	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	24	0,3	0,04	0,04	0,03
Geothermie	1,0	0,03	0,001	0,002	0,003
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	394	5,6	0,6	0,7	0,4
Gesamt	19.329	96,4	29,0	35,4	7,5
WÄRMEERZEUGUNG (ENDENERGIE)					
			Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme ⁶⁾		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.802	28,1	5,9		
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	9.112	32,2	6,9		
flüssige biogene Brennstoffe	3	0,02	0,002		
Biogas, Deponiegas, Klärgas	2.161	8,2	1,6		
Solarthermie	1.922	6,9	1,5		
tiefe Geothermie	107	0,4	0,08		
Umweltwärme ⁹⁾	2.140	11,2	1,6		
biogener Anteil des Abfalls ¹⁰⁾	595	4,2	0,4		
Gesamt	23.843	91,2	18,0		
KRAFTSTOFFE					
			Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs ¹¹⁾		
Biodiesel	3.423	12,3	4,2		
Bioethanol	1.197	4,3	1,5		
Pflanzenöl	3	0,01	0,004		
Biomethan	146	0,5	0,2		
Gesamt	4.770	17,2	5,8		
ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE					
Gesamt	47.941	204,7	17,5		15,9

* Daten vorläufig; Stand September 2023

- 1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.289 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom siehe Anhang II
- 2) Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 66,7 TWh
- 3) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 54,6 TWh
- 4) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken
- 5) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 Prozent angesetzt
- 6) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 132,5 TWh
- 7) Kaminöfen, Kachelöfen, Pelletöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten
- 8) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke
- 9) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen; siehe Anhang I
- 10) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch des Verkehrs von 82,3 TWh (ohne Strom)
- 11) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 273 TWh

Quelle: UM BW-ZSW; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (4)

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ANTEIL AM ENDEENERGIEVERBRAUCH [%]														
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	16,8	20,1	23,3	23,4	23,9	23,4	25,0	27,0	27,0	31,0	41,0	36,2	35,4
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	13,4	15,4	17,6	18,5	19,4	19,7	20,8	22,2	23,1	24,6	27,6	27,1	29,0
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	13,6	13,0	14,7	14,5	14,9	15,7	15,7	16,1	14,9	14,7	14,9	16,7	18,0
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	5,5	5,3	5,5	4,9	5,2	4,4	4,5	4,5	4,8	4,7	6,4	5,9	5,8
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	6,0	11,7	11,8	13,2	13,2	13,6	13,7	14,0	14,5	14,3	14,5	15,8	16,5	17,5
ANTEIL AM PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH [%]														
Stromerzeugung	1,8	3,9	4,7	5,2	5,2	5,5	5,6	5,7	6,0	6,2	6,3	7,3	7,1	7,5
Wärmebereitstellung	2,3	4,0	4,1	5,1	5,3	5,1	5,4	5,4	5,7	5,5	5,7	6,5	7,0	7,1
Kraftstoffverbrauch	0,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	1,3	1,3
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,1	8,9	9,9	11,4	11,5	11,7	12,0	12,1	12,7	12,8	13,1	15,3	15,3	15,9

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

Da die Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg deutlich geringer ist als der Bruttostromverbrauch, ist der hohe Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auch auf die insgesamt geringe Stromerzeugung zurückzuführen. Zusätzlich angegeben ist deshalb der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch. In Baden-Württemberg sind die Nettostrombezüge vergleichsweise hoch.

Da zum Anteil der erneuerbaren Energien am Importstrom keine Angaben vorliegen, kann nur der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch ermittelt werden.

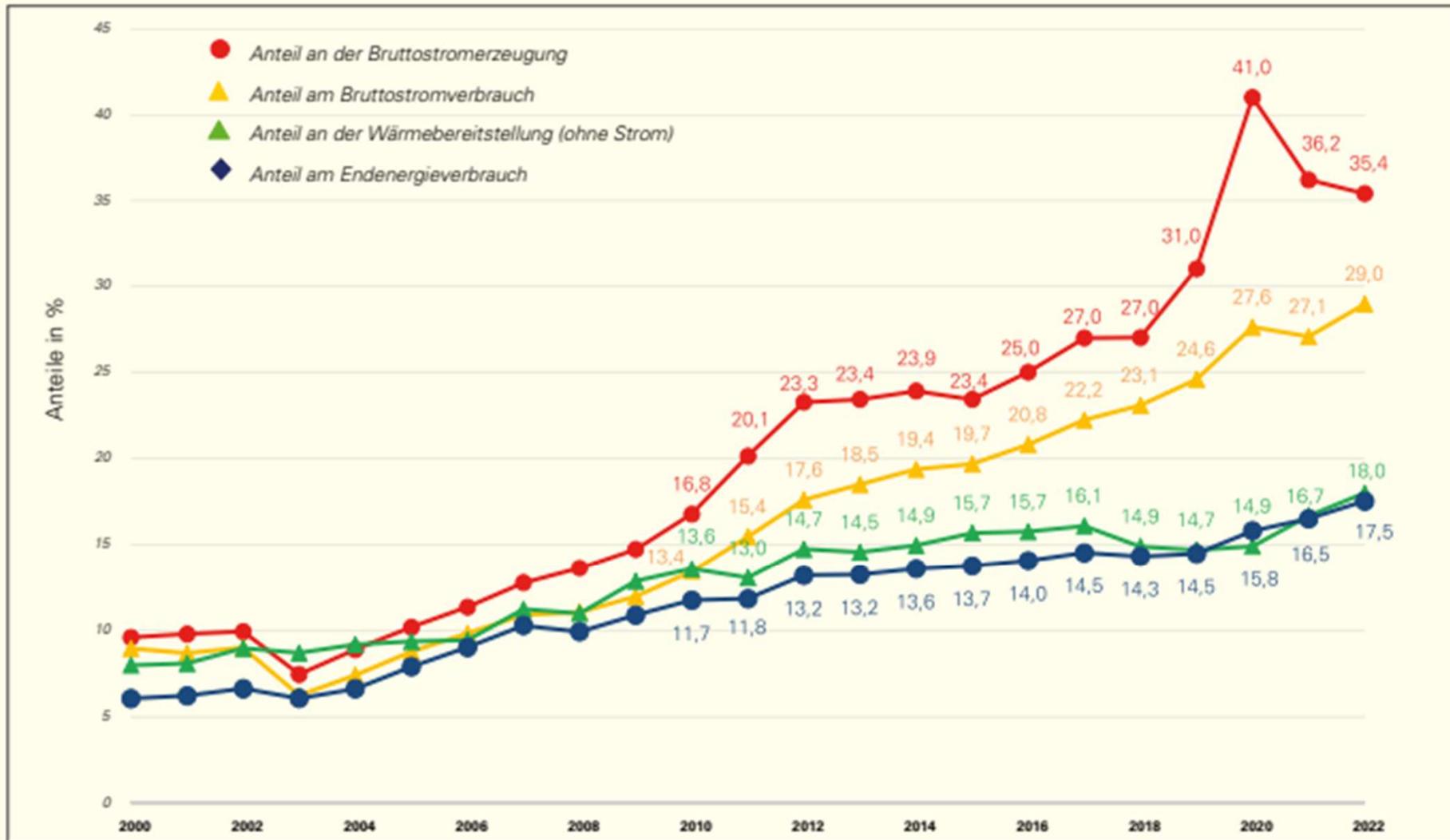
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Anteile EEV-Wärme und EEV-Kraftstoffe Verkehr jeweils ohne Strom

Quelle: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, Stand 10/2023

Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** an der Strom- und Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2022 **nach UM BW-ZSW (5)**

ENTWICKLUNG DES ANTEILS ERNEUERBARER ENERGIEN AN DER BRUTTOSTROMERZEUGUNG, AM BRUTTOSTROMVERBRAUCH, AN DER WÄRMEBEREITSTELLUNG UND AM ENDENERGIEVERBRAUCH IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023; Quellen: siehe Seite 7

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Grundlagen zur Windenergie

Windenergie an Land (Onshore) + Windenergie auf See (Offshore)

Grundlagen zum Windenergieertrag, zur Strom-Erzeugung und zum Stromverbrauch

Potenzieller Energieertrag bzw. Stromertrag aus Windenergieanlagen

Der potenzielle Jahresenergieertrag gibt an, wie viel Strom alle am Ende eines Jahres in Deutschland installierten Windenergieanlagen produzieren würden, wenn sie unter durchschnittlichen Bedingungen (100% Windjahr, 98% Verfügbarkeit) ein Jahr lang Strom produzierten. Er weicht insofern von der tatsächlichen Einspeisung ab, da die meisten Neuanlagen erst im Laufe des Jahres in Betrieb genommen werden und jährlich schwankende Windverhältnisse vorliegen.

Realer Energieertrag bzw. Stromertrag aus Windenergieanlagen

Tatsächliche Windenergieproduktion in einem Jahr.

Messung der Bruttostromerzeugung (BSE) in Windkraftanlagen

Die Messung der Bruttostromerzeugung erfolgt am Ausgang der Haupttransformatoren, d.h. der Stromverbrauch der Hilfsaggregate und Transformatoren ist eingeschlossen.

Beitrag Strom aus erneuerbaren Energiequellen zum Bruttostromverbrauch (BSV)

Der Beitrag Strom aus erneuerbaren Energiequellen berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und dem **Bruttoinlandsstromverbrauch (BSV)**. Mit ihm wird der Beitrag des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen am Inlandsstromverbrauch gemessen. Aus erneuerbaren Energiequellen gewonnener Strom umfasst die Stromerzeugung in Wasserkraftanlagen (mit Ausnahme von Pumpspeicherwerken), Windkraft - und Solaranlagen, in geothermischen Kraftwerken sowie in Biomasse- und Abfallverbrennungsanlagen.

Wie funktionieren Windkraftanlagen (1)

Um Strom zu gewinnen, wird die Bewegungsenergie des Windes von den Rotorblättern der Anlage in eine Drehbewegung gewandelt, die einen Generator im Innern der Gondel antreibt - ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo.

Ausschlaggebend für den Ertrag sind die Bauart der Rotorblätter sowie die Windgeschwindigkeit. Ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 3 m/s kann mit einer Windkraftanlage Strom erzeugt werden. Bei einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit kann sich die Leistung der Anlage verachtfachen.

Moderne Windkraftanlagen haben entgegen ihres schlanken Erscheinungsbildes eine gewaltige Größe. Der Durchmesser ihrer Rotoren kann bis zu 120 m betragen und entspricht damit der Länge eines Fußballfeldes.

Die folgende Grafik zeigt eine Windkraftanlage in schematischer Darstellung.

Wie funktionieren Windkraftanlagen (2)

Windenergie

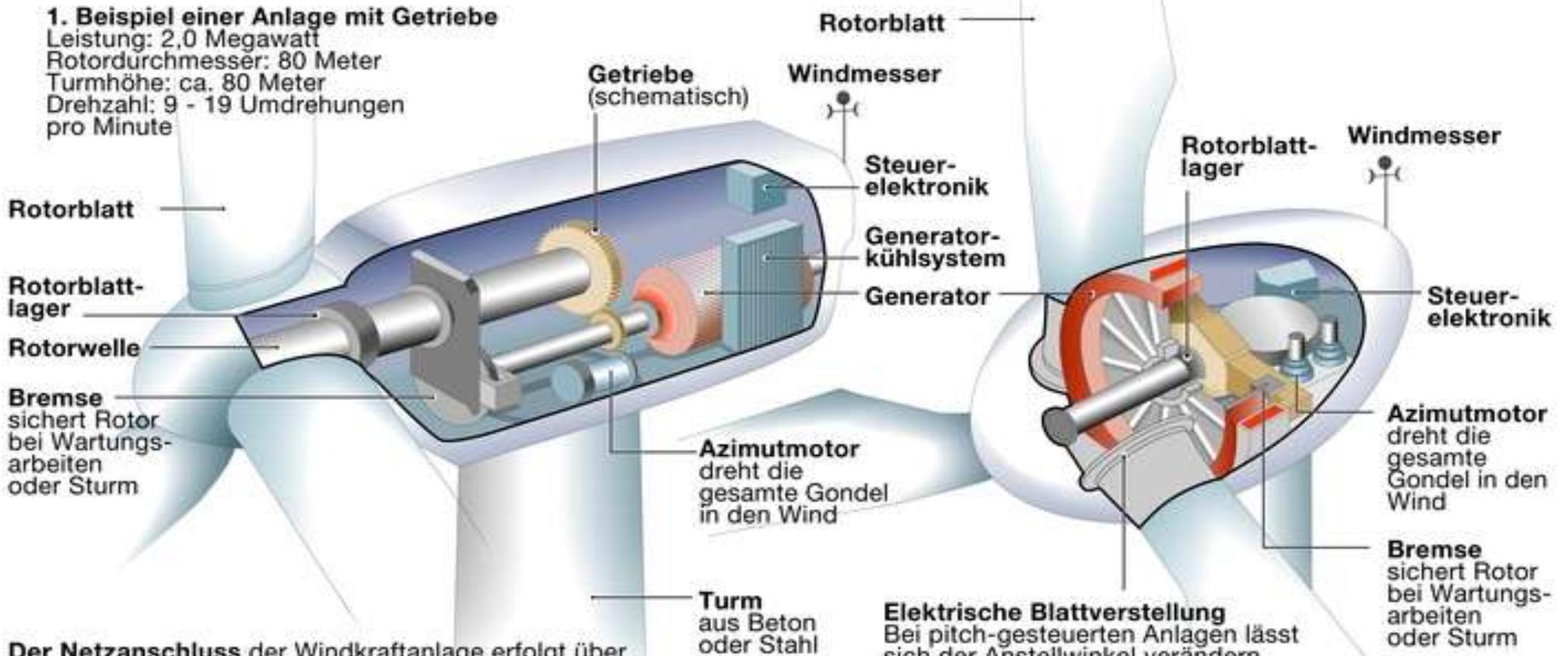
Bei Windkraftanlagen haben sich zwei verschiedene Konstruktionsprinzipien durchgesetzt: Anlagen mit Getriebe (1.) erhöhen die niedrige Drehzahl des Generators auf eine für den Generator günstige Drehzahl. Bei getriebelosen Anlagen (2.) sitzt der Rotor des Generators direkt auf der Rotorwelle.

2. Beispiel einer getriebelosen Anlage

Leistung: 5,0 Megawatt
Rotordurchmesser: 114 Meter
Turmhöhe: ca. 124 Meter
Drehzahl: 8 - 13 Umdrehungen pro Minute

1. Beispiel einer Anlage mit Getriebe

Leistung: 2,0 Megawatt
Rotordurchmesser: 80 Meter
Turmhöhe: ca. 80 Meter
Drehzahl: 9 - 19 Umdrehungen pro Minute

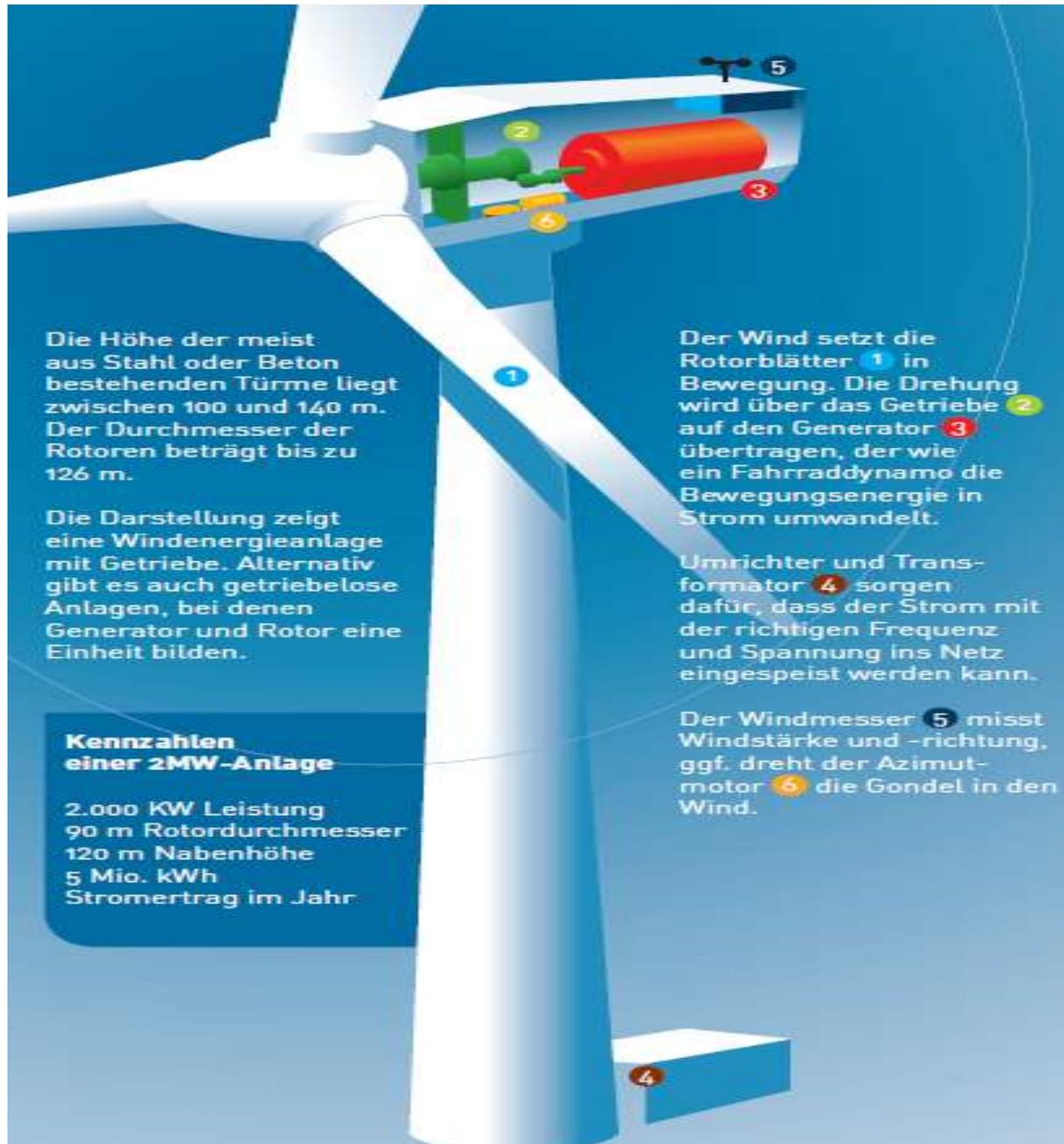


Der Netzanschluss der Windkraftanlage erfolgt über einen zwischengeschalteten Gleichstromkreis. Der vom Generator erzeugte Wechselstrom wird zunächst in Gleichstrom und anschließend wieder in Wechselstrom mit der richtigen Frequenz und Spannung umgewandelt. Dadurch ist ein drehzahlvariabler Betrieb der Windkraftanlage möglich und die mechanischen Belastungen werden minimiert.

Elektrische Blattverstellung
Bei pitch-gesteuerten Anlagen lässt sich der Anstellwinkel verändern, um bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten eine gleichbleibende Umdrehungsgeschwindigkeit zu erzielen.



Wie funktionieren Windkraftanlagen (3)



Technologien zur Gewinnung von Windenergie

Windenergieanlagen (WEA) in Deutschland dienen heute ausschließlich der netzgekoppelten Erzeugung von Elektrizität.

Technische Entwicklung

Die technische Entwicklung der Windkraftanlagen hat sich in den letzten 20 Jahren hauptsächlich auf die Konstruktion immer größerer Anlagen konzentriert. Nachdem in den 80er und frühen 90er Jahren die Entwicklung von kleinen (50 kW bis 150 kW) zu mittleren Windenergieanlagen (500 kW und 600 kW) verlief, begann um das Jahr 2000 die Entwicklung der Megawattklasse. Damit ist eine rasante technische Entwicklung angestoßen worden. 2008 betrug die durchschnittliche Größe der neu installierten Windkraftanlagen bereits 1,9 MW.

Die größten derzeit auf dem Markt angebotenen Anlagen besitzen Generatorleistungen von 5 bis 7,5 MW. Beispielsweise produziert eine 5 MW Windkraftanlage einen Jahresertrag von 17 Mio. kWh, der dem Stromverbrauch von über 4.900 Haushalten (rund 3.500 kWh/Haushalt) entspricht. In der Konsequenz kann mit den heute üblichen, großen Anlagen an einem Standort etwa 20 Mal mehr Strom produziert werden als vor 20 Jahren. Dies hat mit Blick auf den weiteren Ausbau der Windstromerzeugung und dem in den nächsten Jahren verstärkt anstehenden Ersatz von Altanlagen (sog. Repowering) auch den Vorteil, dass für eine hohe Leistung eine relativ geringe Zahl von WEA benötigt wird.

Konzeptionelle Neuerungen

Zu den konzeptionellen Neuerungen der vergangenen Jahre zählte z.B. die Entwicklung getriebeloser WEA. Parallel wurde die technische Verfügbarkeit der Anlage ständig erhöht.

Marktgängige WEA erreichen heute im Mittel eine Verfügbarkeit von 98 Prozent. Einen wichtigen Beitrag dazu haben die Anlagenhersteller mit der Einrichtung regionaler Servicezentren geleistet sowie die Fortschritte in der breiten Anwendung moderner Kommunikationstechnik, die bei Störungen schnelle Reaktionszeiten und somit kurze Stillstandszeiten erlauben.

In der Weiterentwicklung des Systems Windkraftanlage werden noch bedeutende Verbesserungspotenziale vermutet. Dies betrifft sowohl die einzelnen Komponenten wie auch die Optimierung des Zusammenspiels dieser Komponenten. So kann der Materialaufwand mit den wachsenden praktischen Erfahrungen noch deutlich reduziert werden. Schlankere Flügel versprechen eine verbesserte Aerodynamik und damit höhere Wirkungsgrade. Neue Regelungsverfahren können die mechanische Belastung von Anlagenkomponenten reduzieren. Fehlerfrüherkennungssysteme vermindern Wartungsaufwand und Stillstandszeiten. Auch an der weiteren Reduktion der Schallemissionen wird intensiv gearbeitet.

Ausgewählte Grundlagen zur Windenergienutzung

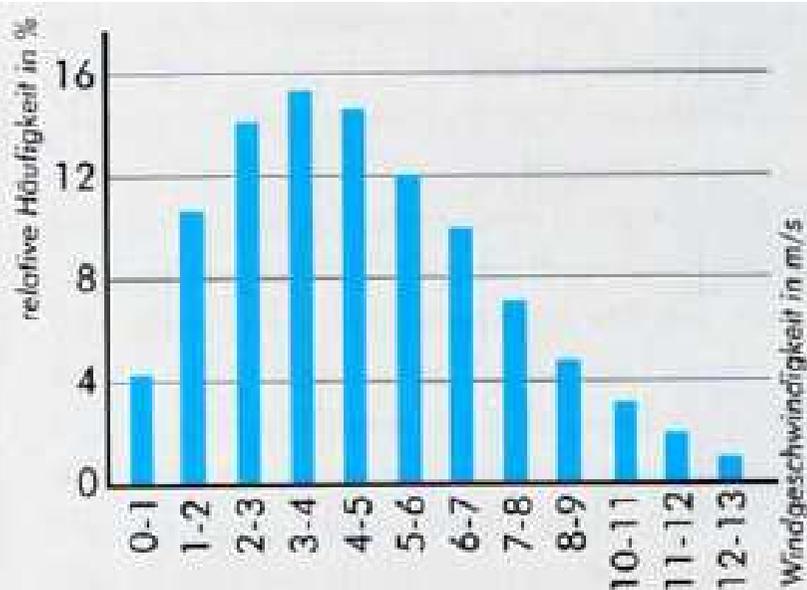


Bild 8: Beispiel für die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit

Leistung (kW)

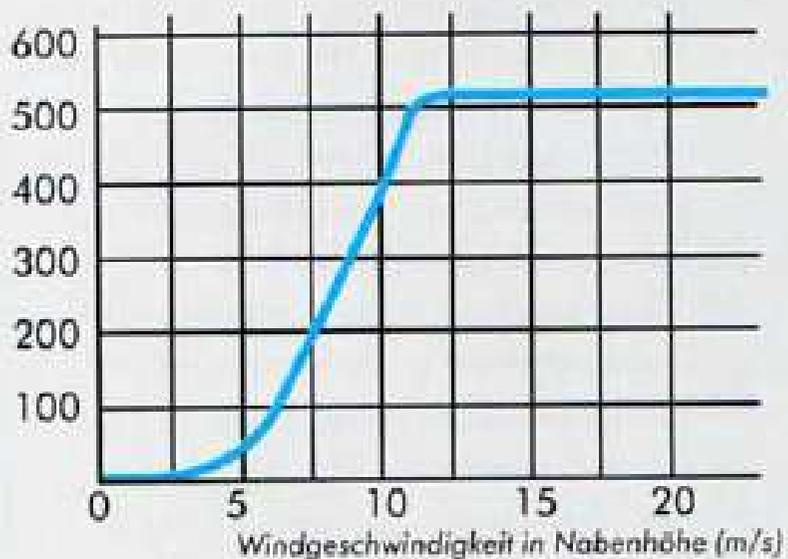


Bild 9: Beispiel für die Leistungskennlinie einer Windkraftanlage

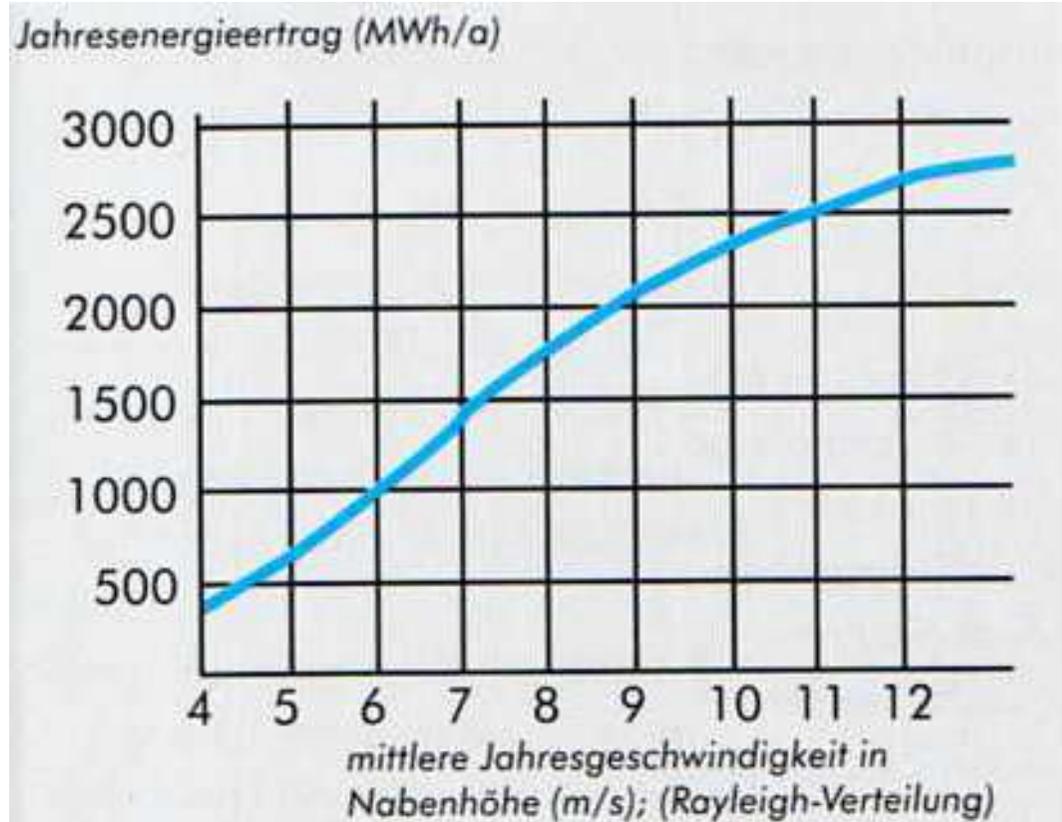


Bild 10: Beispiel für den mittleren Jahresenergieertrag einer Windkraftanlage in Abhängigkeit von der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit

Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie – Bayerischer Solar- und Windatlas 2001

Genehmigung von Windenergieanlagen

Windenergieanlagen wachsen nicht willkürlich aus dem Boden. Die Genehmigungsverfahren und deren Umfang sind abhängig von der Anzahl der zu errichtenden Windenergieanlagen.

Kommunen und die Träger der Regionalplanung können die Genehmigung von Anlagen durch die Ausweisung geeigneter Flächen, sogenannter Vorrangflächen oder Eignungsgebiete, in Regionalplänen, Flächennutzungs- und Bebauungsplänen räumlich steuern. Zudem existieren reine Ausschlussgebiete – Naturschutzgebiete oder Gebiete von besonderer kultureller und historischer Wertigkeit –, in denen keine Anlagen aufgestellt und betrieben werden dürfen.

Bereits zu Beginn der Planungsphase werden die „Träger öffentlicher Belange“ (Behörden, kommunale Verbände und Vereine) über das Vorhaben informiert. Jedes Projekt durchläuft vor seiner Realisierung ein ordentliches Genehmigungsverfahren, das die örtlichen Bedingungen wie Wohnbebauung, Landschaft und Tierwelt untersucht und berücksichtigt.

Die Einhaltung notwendiger Abstände zum Schutz vor zum Beispiel ↗ Schallemissionen (Lärm) und ↗ Schattenwurf ist ebenfalls fester Bestandteil der Prüfung und wird durch das Verfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) gesichert. Sogenannte Windenergieerlasse der Länder haben dagegen nur Empfehlungscharakter, sie können das tatsächlich nutzbare ↗ Potenzial der Windenergie durch geforderte Abstände zwischen Anlagen und Bebauung, die über die BImSchG-Anforderungen hinausgehen, jedoch erheblich einschränken.

Höhenbegrenzungen können den Stromertrag schmälern und wirken sich negativ auf die ↗ Effizienz der Anlagen aus. Als Faustregel gilt: Jeder Meter Turmhöhe bedeutet bis zu 1 Prozent mehr Ertrag. Dank modernster Anlagentechnik ermöglichen also auch Standorte in der Mitte und im Süden Deutschlands – auch im Wald – attraktive Erträge, wie sie bis vor einigen Jahren nur an der Küste und auf exponierten Berggipfeln denkbar waren.

Erforderliche Genehmigungen nach dem BImSchG enthalten in der Regel unter anderem Auflagen zu Ausgleichsmaßnahmen für die Beeinträchtigung von Natur und Landschaft. Danach hat der Windparkbetreiber mit der Durchführung der Baumaßnahme eine Ausgleichszahlung oder Maßnahmen wie beispielsweise die Bereitstellung von Naturschutzflächen nach dem jeweiligen Landesnaturschutzgesetz durchzuführen.

Windenergie in Baden-Württemberg

Die Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle, die die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandelt. Die Windenergie hat in Baden-Württemberg ein hohes Ausbaupotenzial und kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Landesregierung hat verschiedene Maßnahmen ergriffen, um den Ausbau der Windenergie im Land zu fördern und zu unterstützen ¹.

Laut dem Energieatlas Baden-Württemberg gab es Ende 2021 insgesamt 762 Windenergieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 1.701 MW im Land ². Die Windkraft erreichte im Jahr 2022 einen Anteil von 5,4 % an der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg ². Die Windenergieanlagen befinden sich vor allem in den Regionen Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg und Tübingen ³.

Um die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu schaffen, wurde im Koalitionsvertrag ein Mindest-Flächenziel für Windenergieanlagen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Höhe von 2 Prozent der Landesfläche vereinbart ¹. Um die geeigneten Standorte für die Windenergie zu ermitteln, wurde der Windatlas Baden-Württemberg erstellt, der die Windverhältnisse im Land auf einer Höhe von 140 Metern über Grund darstellt ⁴.

Die Windenergie ist neben der großen Wasserkraft und großen Photovoltaikfreiflächenanlagen unter den erneuerbaren Energien die kostengünstigste Technologie zur Bereitstellung von Strom ¹.

Die Windenergiepotenziale in Baden-Württemberg sind hiermit allerdings noch längst nicht ausgeschöpft. Auch die Stromgestehungskosten sind vergleichsweise günstig. Sie lagen im Jahr 2021 für Strom aus Onshore-Windenergieanlagen zwischen 3,94 und 8,29 €Cent/kWh. Zusammen mit PV-Anlagen sind Onshore-Windenergieanlagen damit im Vergleich sowohl zu anderen erneuerbaren Energien als auch zu neuen fossilen Kraftwerken im Mittel die kostengünstigsten Technologien zur Stromerzeugung ³.

Außerdem liegen ihre Treibhausgasemissionen über den gesamten Produktlebenszyklus in einer Größenordnung von lediglich 11 Gramm je Kilowattstunde ¹. Im Vergleich: Ein mit Erdgas betriebenes Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk stößt 400 Gramm, ein Steinkohlekraftwerk 870 und ein Braunkohlekraftwerk über 1.000 Gramm pro Kilowattstunde aus ¹.

Weitere Informationen: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Regierungspräsidien Baden-Württemberg; UM BW- LU BW - Energieatlas Baden-Württemberg; Bestehende Windenergieanlagen und Windatlas Baden-Württemberg

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. um.baden-wuerttemberg.de; 2. energieatlas-bw.de; 3. energieatlas-bw.de; 4. um.baden-wuerttemberg.de;

Landesregierung Klimaschutz und Energiepolitik

Klimaschutz und Energiepolitik der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026, **Auszug Windenergie**, Stand 12. Mai 2021

A. KLIMASCHUTZ UND ENERGIEPOLITIK

Sofortprogramm für Klimaschutz und Energiewende

Unmittelbar nach der Regierungsbildung werden wir ein Sofortprogramm für Klimaschutz und Energiewende auf den Weg bringen. Darin werden wir schnell umsetzbare und unmittelbar wirksame Maßnahmen zur Emissionsminderung, die keiner gesetzlichen Regelung bedürfen. Diese Maßnahmen werden bis Ende 2021 umgesetzt bzw. eingeleitet. Diese Klimaschutz-Sofortmaßnahmen sind mit den erforderlichen finanziellen Mitteln und notwendigen personellen Ressourcen zu hinterlegen. Das Sofortprogramm ist als Vorgriff auf die Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes zu verstehen und enthält folgende Maßnahmen:

Eine Vergabeoffensive für die Vermarktung von Staatswald- und Landesflächen für die Windkraftnutzung:

So können wir die Voraussetzungen für den Bau von bis zu **1.000 neuen Windkraftanlagen** schaffen. Dazu wollen wir die Vergabeverfahren vereinfachen (z. B. durch eine Standardisierung der zu erwartenden Windkrafterträge pro Hektar). Durch die Vermarktungsoffensive soll mindestens die Hälfte der Flächen bereitgestellt werden, die zur Erreichung der energiepolitischen Ausbauziele im Bereich der Windkraft landesweit jährlich erforderlich sind. Energiewirtschaftliche Belange sind bei der Vergabe zu berücksichtigen, weshalb das Umweltministerium zu beteiligen ist. Für den Windkraftausbau bedarf es zusätzlich einer Vereinheitlichung, Digitalisierung und Qualitätssicherung der Flächennutzungspläne und Regionalpläne sowie einer Anpassung der Windenergie- Tabuzonen der Flugsicherung an den tatsächlichen Bedarf.

Für ein neues, ambitioniertes Klimaschutzgesetz

Mit Blick auf die neuen Klimaziele der EU und den 1,5-Grad-Pfad werden wir das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) in Novellierungsschritten möglichst bis Ende 2022 weiterentwickeln. Wir werden ambitionierte Minderungsziele festschreiben sowie entsprechende Sektorziele 2030 im KSG BW festlegen. Zentraler Bestandteil des neuen Klimaschutzgesetzes sind unter anderem folgende Punkte:

Eine rechtliche Verankerung und Regionalisierung eines Mindest-Flächenziels

für **Windenergieanlagen** und Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Höhe von zwei Prozent der Landesfläche. Dies erfolgt im Vorgriff auf eine spätere Festlegung in der Landesplanung sowie Maßgaben für eine möglichst schnelle Umsetzung in der Fläche.

Die Energiewende forcieren

Das Zieldreieck der Energiepolitik – die Bezahlbarkeit, die Umweltverträglichkeit und die Versorgungssicherheit der Energieversorgung – ist für uns weiterhin leitend. Sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht ist ein gesparte Energie die beste Energie. Deshalb müssen wir Wärme und Strom noch effizienter nutzen. Wir werden die Förderprogramme des Landes systematisch Contracting tauglich machen und dabei auch verstärkt die Chancen der Digitalisierung nutzen. Auch bei der Sanierung von landeseigenen Liegenschaften werden wir Contracting weiterhin nutzen.

Um eine klimaneutrale Energieversorgung sicherzustellen, sind leistungsfähige Energienetze wichtig. Baden-Württemberg begleitet und unterstützt hierzu den bedarfs gerechten Ausbau der Netze. Wir werden uns dafür einsetzen, dass notwendige Investitionen in moderne Stromnetze getätigt werden können. In den Verteilnetzen wollen wir neue Formen von Kooperationen und Zusammenschlüssen ermöglichen.

Genehmigungsverfahren vereinfachen:

Die Koalitionspartner kommen darin überein, weitere rechtssichere Vereinfachungen bzw. Beschleunigungen für Genehmigungsverfahren für **Windkraftanlagen** inklusive Repowering in allen windkraftrelevanten Rechtsbereichen voran zutreiben. Dies betrifft unter anderem auch die Bereiche Windenergie und Artenschutz, Denkmalschutz und Flugsicherung. Entsprechende Vorschläge auf Bundesebene werden wir unterstützen.

Wir werden prüfen, ob Baden-Württemberg eine rechts sichere Mustervereinbarung zur finanziellen Beteiligung der Standortkommunen ausarbeiten kann.

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage

Windenergienutzung in Baden-Württemberg bis Ende 2021, Stand 10/2022 (1)

Baden-Württemberg kann auf eine lange Tradition bei der Nutzung der Windenergie zurückblicken. In den 1950er Jahren betrieb die Universität Stuttgart ein Windtestfeld in Schnittlingen auf der Schwäbischen Alb. Damals erarbeiteten die Forscher wichtige Grundlagen für den späteren Windenergie-Boom.

Allerdings ging dieser Boom bisher am drittgrößten Bundesland weitgehend vorbei. Zwar gibt es einige Windkraft-Zulieferer, doch das Ländle hat es bis 2012 versäumt, sein gerade in Höhenlagen reichlich vorhandenes Windenergiepotenzial auszuschöpfen.

Ende 2014 waren landesweit erst 396 WEA mit 553 MW Gesamtleistung am Netz, die mit 1,1% Prozent (680 GWh = 0,7 TWh) zur Elektrizitätsversorgung beitrugen. Die durchschnittliche Leistung betrug nur **1.396 kW/Anlage**.

Zurückzuführen ist dies auf jährlich geringe Zubauaktivitäten, z. B. 2014 19 MW installierte Leistung und Planung.

Zentrales Problem: die Regionalpläne weisen zwar Standorte für bis zu 250 WEA aus, doch mangels Windhöflichkeit sind viele davon ungeeignet. So verschenkt das Land ein enormes Energiepotenzial.

Mit der Landtagswahl am 27.3.2011 begann auch für die Windenergie in Baden-Württemberg ein neuer Abschnitt.

Die neue Landesregierung will bis **2020** mindestens 10% des Stroms aus heimischer Windkraft decken (BSE-Wind Bruttostromerzeugung 6,4 TWh von geschätzten 64 TWh).

Dazu wurde ein neues Landesplanungsgesetz auf den Weg gebracht, das die bisherige restriktive Regionalplanung ändert. Zudem ist ein Windenergieerlass in Kraft getreten, der klare Leitlinien für die Genehmigungsverfahren gibt.

Unabhängige Studien zeigen, dass sich mit Windenergie auf 0,4 Prozent der Landesfläche ein Fünftel des Strombedarfs decken ließe, also etwa doppelt so viel, wie die Landesregierung bis 2020 anstrebt.

Der Jahresertrag von 14.000 GWh Windstrom würde zwölf Millionen Tonnen CO₂-Ausstoß pro Jahr vermeiden.

Aktuelle Windenergiedaten in BW im Jahr 2021:

Zubau Netto 2021: 31 Windenergieanlagen, installierte Leistung Netto 123 MW, durchschnittliche Leistung 3.968 kW/Anlage

Bestand Ende 2021: 762 WEA, installierte Leistung 1.701 MW; spez. Leistung 2.232 kW/WEA,

Jahr 2021: Windstromerzeugung 2,642 GWh, Anteil BSV 3,9%; BSE 5,2%,

Jahresvolllaststunden 1.553 h/Jahr (Bezug auf installierte Leistung Ende 2021)

Quellen: UM BW: Erneuerbare Energien in BW bis 2021, 10/2022 sowie Ausbau der Windenergie in BW 1990-2018, 6/2018

BWE 2015: BWE-Landesbüro Baden-Württemberg aus www.wind-energie.de;

BWE – IWES: Flyer Windenergiepotenzial Baden-Württemberg zur Studie „Potenzial der Windenergienutzung an Land“, Kurzfassung, 5/2011;

Stat. LA BW 10/2022, UM & MIR & VI& FWM BW: Windenergieerlass Baden-Württemberg vom 11/2020

Übersicht Windenergie in Baden-Württemberg (BW) nach **UM BW-ZSW 20/21 (2)**

Benennung	Ergebnisdaten		Hinweis
	2020	2021	
Potenzial Windenergienutzung:			
- Technisches Potenzial	45 TWh (Mrd. kWh)		wegen Schwachwindgebieten Ausbauleistung von 200 - 500 GW
- Erschließbares Potenzial mittelfristig	5 Mrd. kWh		
Windenergienutzung:			
Bisher erschlossenes technisches Potenzial	6,6 %	5,9%	
Anlagenbestand	731 Anlagen 1.578 MW installierte Leistung Ø 2.158 kW/Anlage	762 Anlagen 1.701 MW installierte Leistung Ø 2.232 kW/Anlage	
Netto-Zubau neue Anlagen	9 Anlagen, 28 MW installierte Leistung Ø 3.111 kW/Anlage	31 Anlagen, 123 MW installierte Leistung Ø 3.968 kW/Anlage	
Jahres-Volllaststunden ¹⁾	1.869 h/Jahr	1.553 h/Jahr	max. 8.760 h/Jahr
Brutto-Stromerzeugung (BSE) Wind	2,950 TWh (Mrd. kWh) 6,6% BSE-Anteil 4,2% BSV-Anteil	2,642 TWh (Mrd. kWh) 5,2 BSE-Anteil 3,9 BSV-Anteil	
Stromerzeugung und Stromverbrauch in BW:			
- Brutto-Stromerzeugung (BSE)	44,4 TWh (Mrd. kWh)	50,9 TWh (Mrd. kWh)	nach stat. LA BW
- Bruttostromverbrauch (BSV)	70,5 TWh (Mrd. kWh)	68,1 TWh (Mrd. kWh)	
- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	k.A.TWh (Mrd. kWh)	k.A. TWh (Mrd. kWh)	

* Daten 2021 vorläufig, Stand: 10/2022

1) Jahresvolllaststunden = Brutto-Stromerzeugung / Installierte Nennleistung zum Jahresende (h/a), max. 8.760 h/a; genaueres Ergebnis mit durchschnittlicher Leistung

Quellen: UM BW „Erneuerbare Energien in BW 2021, 10/2022, Deutsche Windguard 1/2022, UM BW – Ausbau der Windenergie in BW 1990-2020, 10/2021; Fachagentur Windenergie an Land – Ausbau Windenergie an Land in Deutschland 2021, 1/2022; Stat. LA BW 3/2022; UM BW 01/2022

Aktuelle Entwicklung der Windenergieanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2022 (1)

Um die baden-württembergischen Klimaschutzziele zu erreichen, muss der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in den nächsten Jahren und Jahrzehnten weiter massiv steigen. Dabei hat die Windkraft mit der Photovoltaik das größte Ausbaupotential und verfügt über herausragende Möglichkeiten zur Treibhausgasminderung.

Deshalb hat die Landesregierung mit einer Vielzahl an Maßnahmen die Weichen für einen konsequenten Ausbau der Windkraft im Land gestellt und unterstützt den Ausbau mit Handlungsanleitungen, Gutachten, Leitfäden und Bewertungshinweisen.

Zudem sollen mehr Flächen im Staatswald für den Windenergieausbau zur Verfügung gestellt werden. Um die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu schaffen, wurde im Koalitionsvertrag ein Mindest-Flächenziel für Windenergieanlagen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Höhe von 2 Prozent der Landesfläche vereinbart.

Kostengünstigste Technologie zur Stromerzeugung

Neben der großen Wasserkraft und großen Photovoltaikfreiflächenanlagen ist die Windenergie an Land („onshore“) unter den erneuerbaren Energien die kostengünstigste Technologie zur Bereitstellung von Strom. Außerdem liegen ihre Treibhausgasemissionen über den gesamten Produktlebenszyklus in einer Größenordnung von lediglich 11 Gramm je Kilowattstunde. Im Vergleich: Ein mit Erdgas betriebenes Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk stößt 400 Gramm, ein Steinkohlekraftwerk 870 und ein Braunkohlekraftwerk über 1.000 Gramm pro Kilowattstunde aus.

Ausbau der Windenergie

Der Ausbau der Windenergie (siehe [Grafiken zur Entwicklung des Windenergieausbaus](#)) bietet damit herausragende Möglichkeiten zur Minderung von Treibhausgas. Während des Betriebs erzeugen die Anlagen keinerlei Schadstoffemissionen wie zum Beispiel Staub, Stickoxide oder Schwefeldioxid. Binnen eines Jahres stellen sie die zu ihrer Herstellung benötigte Energie bereit (energetische Amortisationszeit). Sie haben einen moderaten Flächenbedarf und bieten in Form von Bürgerwindrädern zudem gute Möglichkeiten, die Bürgerinnen und Bürger aktiv an der Energiewende teilhaben zu lassen.

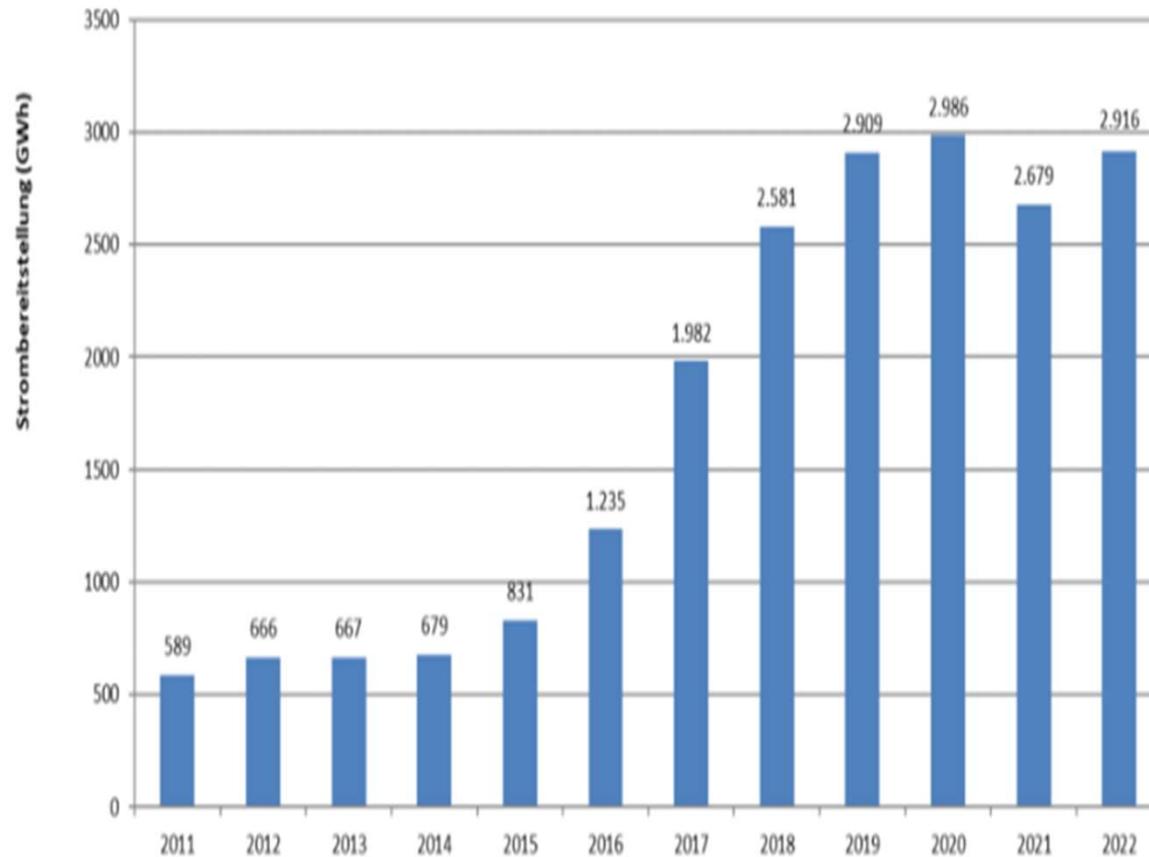
* Jahr 2022: BSE 54,6 TWh (EE-Anteil 35,4%); BSV 66,7 TWh (EE-Anteil 29,0%) nach UM BW & ZSW 10/2023
EE 19,3 TWh, davon Windenergie 2,9 TWh

Quellen: UM BW aus www.um.baden-wuerttemberg.de, 10/2023 und UM BW + ZSW – Erneuerbare Energien in BW 2022, 10/2023

Aktuelle Entwicklung der Windenergieanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2011 bis 2022 (2)

Jahr 2022: Strombereitstellung 2.916 GWh = 2,9 TWh

Strombereitstellung (GWh)



Oktober 2023

Übersicht Windenergieanlagen Jahr 2022*:

Zubau

- Zubau-Anzahl	5
- Zubau-Leistung (Netto)	13 MW
- Zubau-spez. Leistung	2.600 kW/Anlage

Bestand

- Anlagen Ende 31.12:	761 Anlagen
- Installierte Leistung Ende 31.12:	1.713 MW
- spez. Leistung:	2.251 kW/Anlage
- Stromerzeugung	2.916 GWh
- Jahresvolllaststunden	1.702 h/Jahr
(Strommenge 2.916 GWh /Leistung 1,713 GW)	

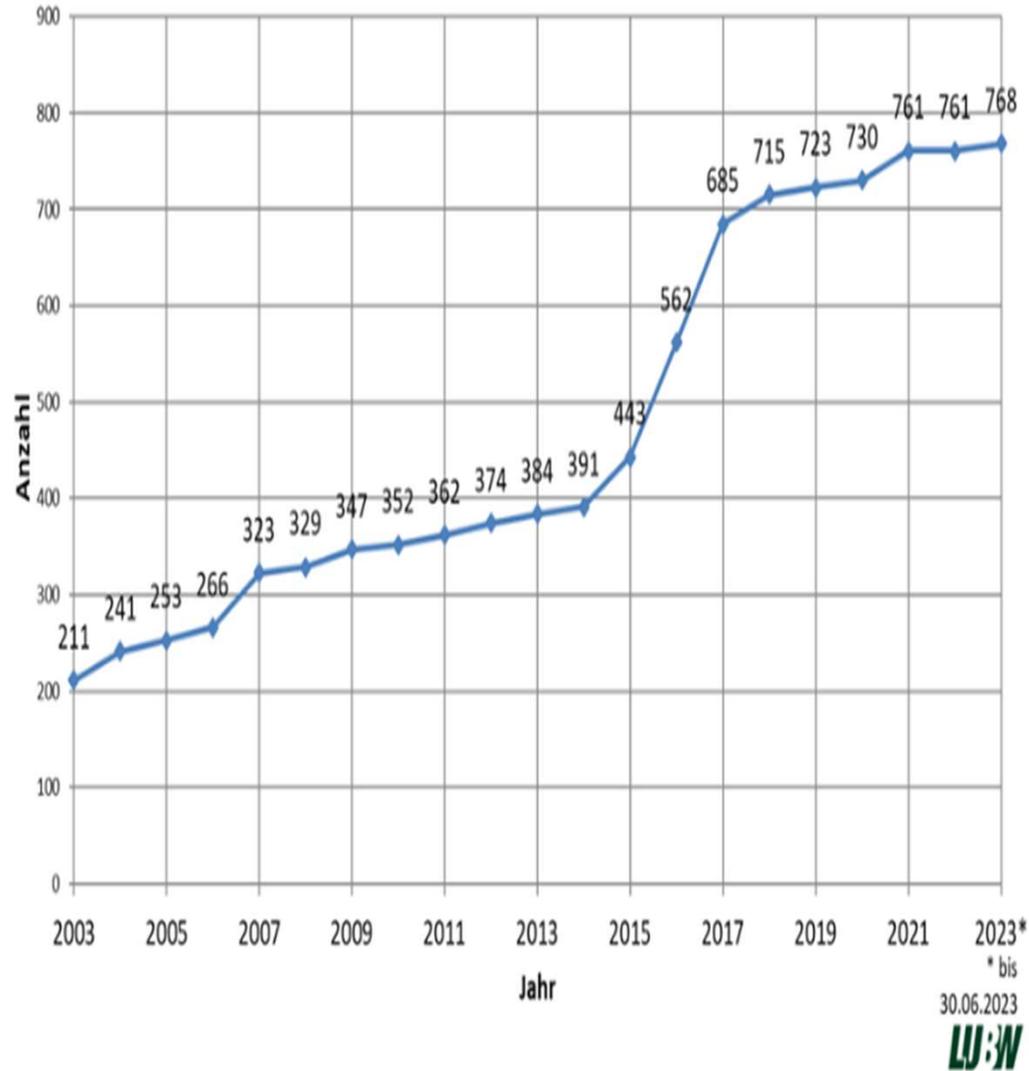
* Daten 2022 vorläufig; Stand 10/2022

Entwicklung Windenergieanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2003-6/2023 (3)

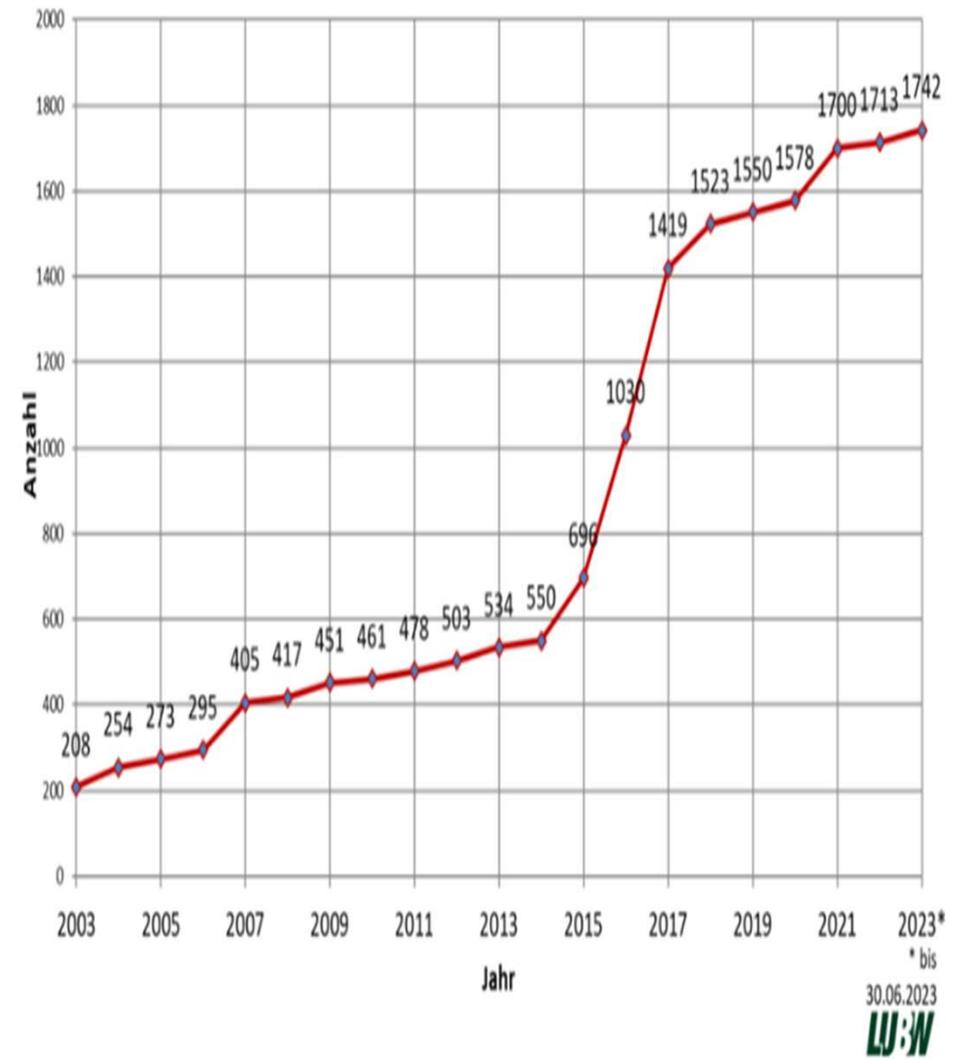
Jahr 2022: Anzahl: 761 WEA

Jahr 2022: Installierte Leistung: 1.713 MW

Windenergieanlagen in Betrieb



Installierte Leistung (MW)

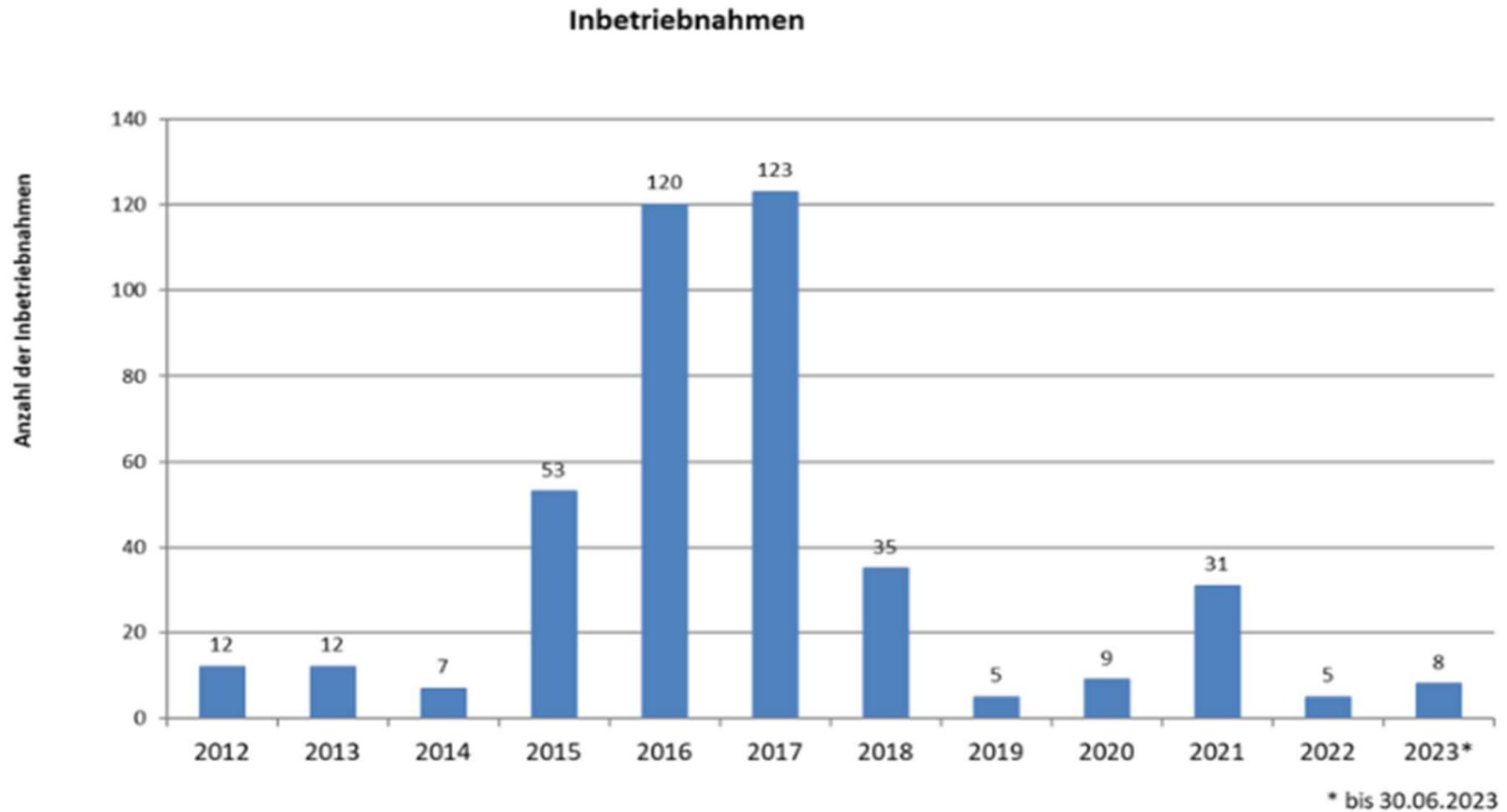


* Daten 2023 vorläufig; Stand 02/2024

Quelle: UM BW aus www.um.baden-wuerttemberg.de, 02/2024

Aktuelle Entwicklung der Windenergieanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2012 bis 6/2023 (4)

Jahr 2022: Anzahl neuer Inbetriebnahmen 5 Anlagen



* Daten 2023 vorläufig; Stand 02/2024

Quelle: UM BW aus www.um.baden-wuerttemberg.de, 02/2024

Grundlagen und Rahmenbedingungen

Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal, Erneuerbare, Stand 2/2024

ENERGIEATLAS BADEN-WÜRTTEMBERG



Energieatlas Baden-Württemberg

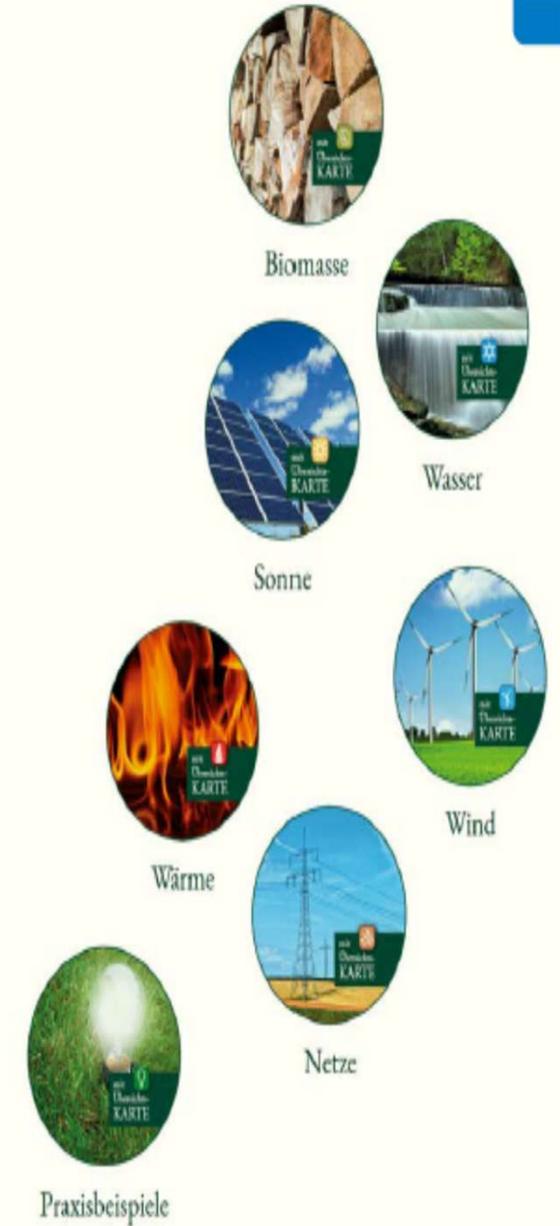
Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) für Daten und Karten zum Thema erneuerbare Energien. Bürgerinnen und Bürgern, Kommunen, Verwaltung, Forschung und Wirtschaft werden damit wichtige Informationen zum Stand der dezentralen Energieerzeugung und zum regionalen Energiebedarf zur Verfügung gestellt. Der Energieatlas bietet mit seinem landesweiten Überblick für Fachleute der Energieberatung und Planung sowie für Interessierte Hintergrundinformationen und Handreichungen an. Lokale, kommunale und regionale Planungen können dadurch aber nicht ersetzt werden. Ziel ist es, mit Hilfe vernetzter Informationen Möglichkeiten effizienter Energieverwendung anzuregen, um somit langfristig und nachhaltig Energie einzusparen.

Der Energieatlas ist abrufbar unter www.energieatlas-bw.de.

- Für Fragen und Anmerkungen zu den Inhalten im Energieatlas steht Ihnen das **Energieatlas-Team** zur Verfügung. Sie erreichen uns unter energieatlas@lubw.bwl.de.
- Für allgemeine Fragen an das **Bürgerreferat** der LUBW nutzen Sie bitte das **Kontaktformular**.

Adresse:
 LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
 Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe
 Tel.: 0721 / 5600 – 0, Fax: 0721 / 5600 - 1456
www.energieatlas-bw.de
poststelle@lubw.bwl.de

Quelle: LUBW -Energieatlas Baden-Württemberg 2020 aus UM BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020“, bis 2/2024



Erweitertes Daten- und Kartenangebot

Windenergie in Baden-Württemberg 2022, Stand bis 2/2024

Windenergie in Baden-Württemberg

Im Jahr 2010 gab es in Baden-Württemberg 353 Windenergieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 462 MW. Bis Ende 2021 erhöhte sich die Anzahl der Anlagen auf 762 und die Gesamtleistung stieg auf 1.701 MW. Die Windkraft erreichte im Jahr 2022 einen Anteil von 5,4 % an der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg. Die Windenergiepotenziale in Baden-Württemberg sind hiermit allerdings noch längst nicht ausgeschöpft. Auch die Stromgestehungskosten sind vergleichsweise günstig. Sie lagen im Jahr 2021 für Strom aus Onshore-Windenergieanlagen zwischen 3,94 und 8,29 €Cent/kWh. Zusammen mit PV-Anlagen sind Onshore-Windenergieanlagen damit im Vergleich sowohl zu anderen erneuerbaren Energien als auch zu neuen fossilen Kraftwerken im Mittel die kostengünstigsten Technologien zur Stromerzeugung.

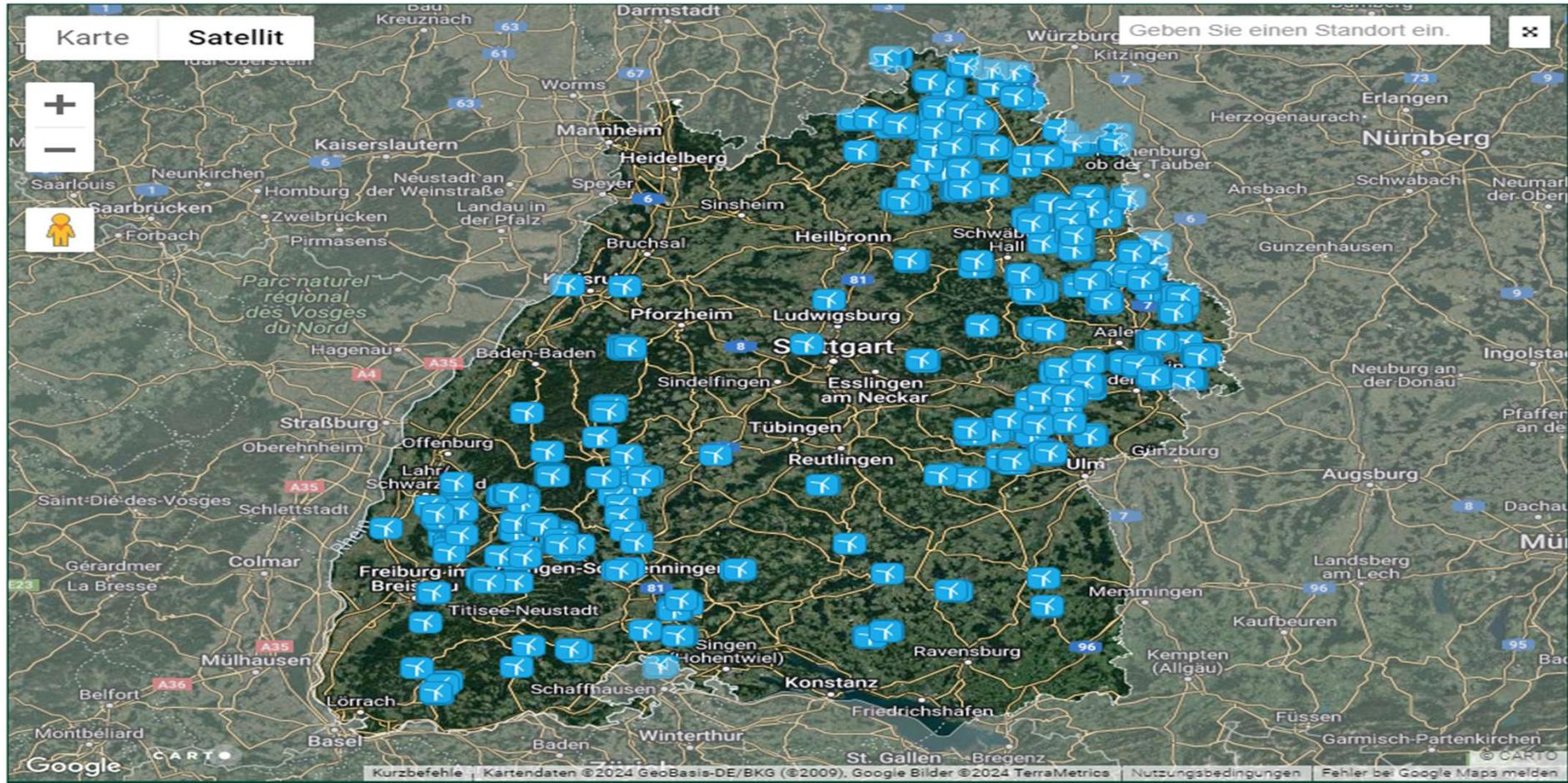
Quelle:

- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; **Entwicklung des Windenergieausbaus**
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Hrsg. (2023): **Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, erste Abschätzung April 2023**
- Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE, Freiburg (2021): **Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Juni 2021**

Windenergie

Bestehende Windenergieanlagen in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (1)

Bestehende Windenergieanlagen



In der Karte werden landesweite Anlagenstandorte mit Stand 2024 dargestellt. Die Anlagendaten werden von den zuständigen Behörden im Rahmen der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren für die ca. 200 Windparks in Baden-Württemberg erhoben. Zu den einzelnen Anlagen können bautechnische Angaben und Leistungsdaten abgerufen werden. Im dargestellten Datenbestand sind nur die immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtigen Anlagen ab einer Gesamthöhe von mehr als 50 m enthalten.

Windenergie

Bestehende Windenergieanlagen in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (2)

Bestehende Windenergieanlagen

In der Karte werden landesweite Anlagenstandorte mit Stand 2024 dargestellt. Die Anlagendaten werden von den zuständigen Behörden im Rahmen der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren für die ca. 200 Windparks in Baden-Württemberg erhoben. Zu den einzelnen Anlagen können bautechnische Angaben und Leistungsdaten abgerufen werden. Im dargestellten Datenbestand sind nur die immissionsschutzrechtlich genehmigungspflichtigen Anlagen ab einer Gesamthöhe von mehr als 50 m enthalten.

Windenergie steht prinzipiell unbegrenzt zur Verfügung - nicht nur offshore über dem Meer - sondern auch z. B. in Süddeutschland. Die Nutzung der Windenergie ist deshalb ein guter Ansatzpunkt zur Deckung des Stromverbrauchs aus regenerativen Quellen gerade auch in Baden-Württemberg. Auch in Baden-Württemberg gibt es Standorte mit Windverhältnissen, die für die Windstromerzeugung geeignet sind. Die technische Weiterentwicklung der Windenergieanlagen bewirkt, dass die Energieproduktion bei immer niedrigeren Windgeschwindigkeiten beginnen kann. Die Gewinnung von Windstrom im Binnenland hat den Vorteil, dass der Strom direkt in räumlicher Nähe zu den großen Industriekunden und zu den süddeutschen Ballungsräumen erzeugt wird. Damit lassen sich Übertragungsverluste beim Stromtransport vermeiden und Netzengpässe minimieren. Durch den flächendeckenden Ausbau in ganz Deutschland wird die Versorgungssicherheit insgesamt gesteigert, da wetterbedingte kleinräumige Schwankungen großräumig ausgeglichen werden können.

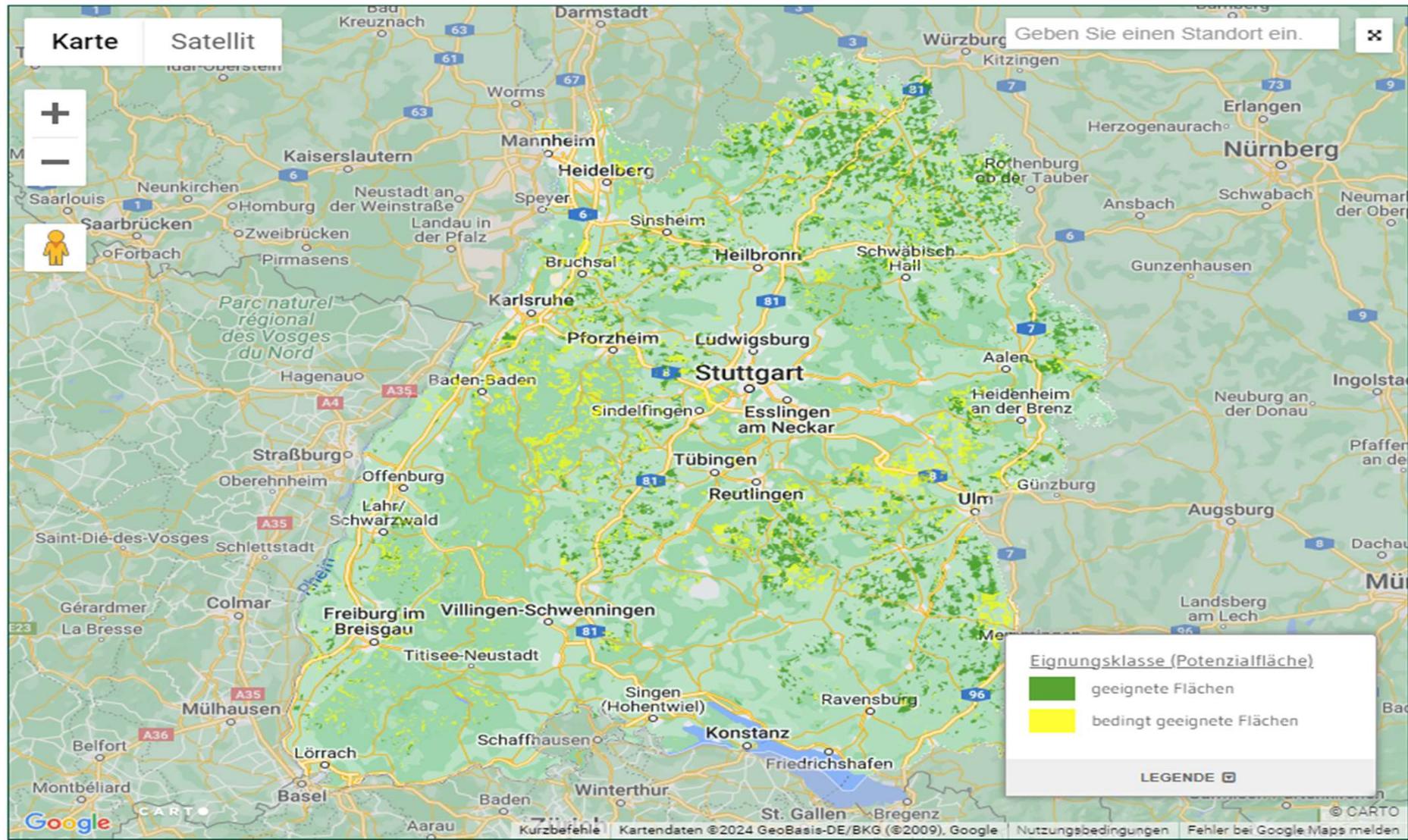
Positive Umweltaspekte:

- Die Nutzung von Windstrom senkt die Emissionen von Treibhausgasen
- Windenergieanlagen haben eine positive Energiebilanz: Windräder erzeugen schon nach etwa einem Jahr Laufzeit mehr Energie als Herstellung, Logistik, Aufbau, Wartung und Entsorgung Windräder insgesamt benötigen
- Strom aus Windkraft ist langfristig günstiger als Strom aus konventioneller Erzeugung: Brennstoffkosten entfallen, Versorgungssicherheit wie bei konventionelle Brennstoffen ist irrelevant, die Aufwendungen für den Abbau und die Entsorgung sind bei konventionellen Erzeugungsanlagen deutlich höher als bei Windenergieanlagen.

Windenergie

Ermittelte Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (3)

Ermittelte Windpotenzialflächen



Windenergie

Ermittelte Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (4)

Ermittelte Windpotenzialflächen

In dieser Karte werden die im Rahmen einer Potenzialanalyse ermittelten Windpotenzialflächen in Baden-Württemberg dargestellt. Bei der Analyse wurden sowohl Daten des Windatlas Baden-Württemberg als auch ein umfangreicher Kriterienkatalog mit Ausschluss- und Restriktionsflächen für die Windenergienutzung berücksichtigt. Vorgehensweise und Grundlagen der durchgeführten **Potenzialanalyse** werden im entsprechenden Kapitel detailliert beschrieben. Bedingt durch die Verschneidung der nach dem **Windatlas Baden-Württemberg** als windhöflich anzusehenden Flächen mit Flächen, in denen eine Windenergienutzung voraussichtlich nicht möglich (Ausschlussflächen) bzw. mit Einschränkungen verbunden (Restriktionsflächen) ist, werden die ermittelten Potenzialflächen in zwei Kategorien unterschieden:

- bezüglich Windhöflichkeit geeignete Flächen:** Flächen mit einer mittleren gekappten Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe über Grund, die nicht innerhalb von Ausschluss- und Restriktionsflächen liegen. In den Karten werden diese Flächen als "geeignet" bezeichnet.

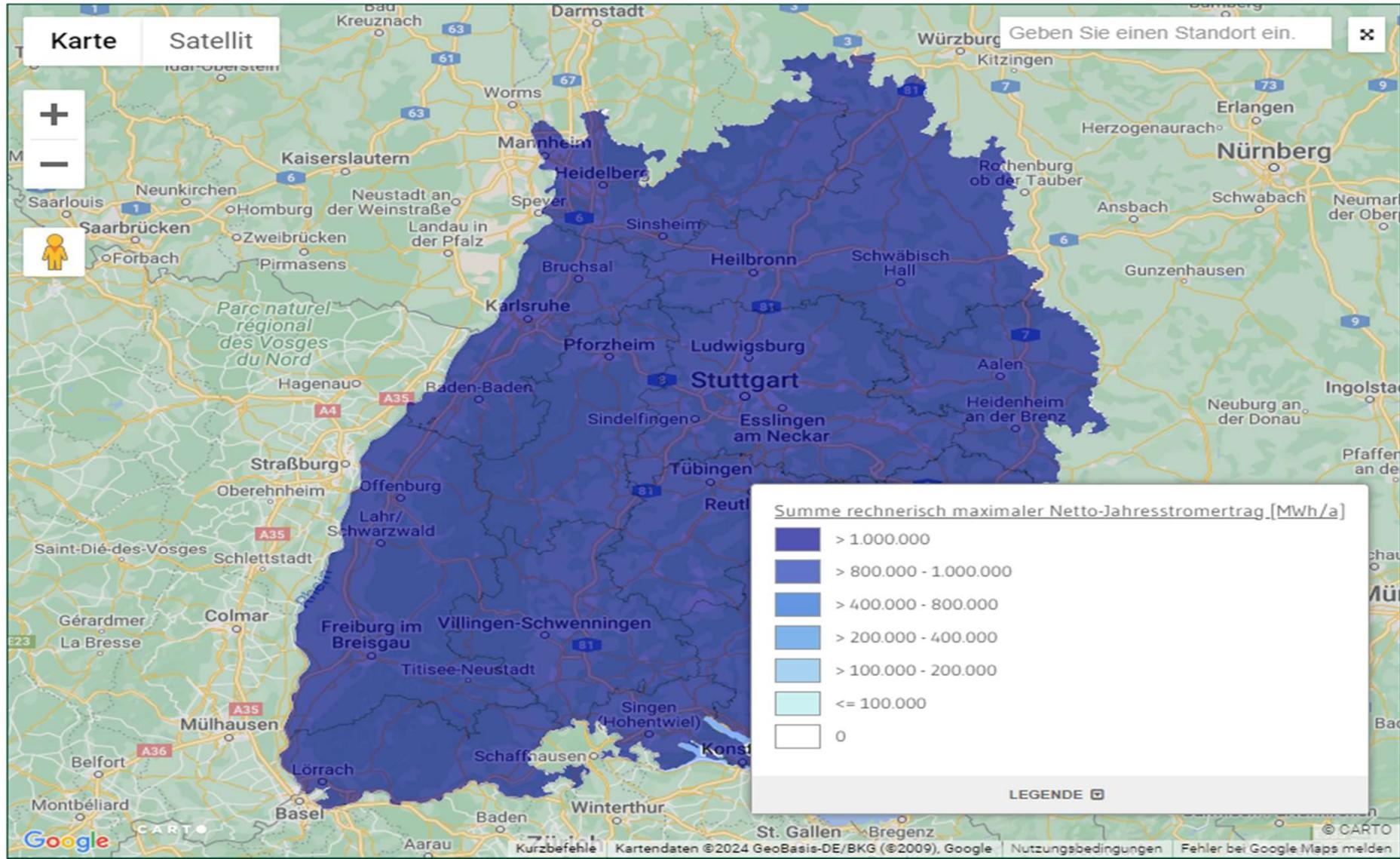
- bezüglich Windhöflichkeit geeignete Flächen mit Flächenrestriktionen:** Flächen mit einer mittleren gekappten Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe über Grund, die nicht innerhalb von Ausschlussflächen liegen, deren Nutzungsmöglichkeit für Windenergieanlagen aufgrund bekannter Flächenrestriktionen jedoch im Einzelfall besonders zu prüfen ist. In den Karten werden diese Flächen als "bedingt geeignet" bezeichnet.

Für alle in der Karte dargestellten Flächen kann über die Objektinformation neben der Flächeneignung auch die Flächengröße abgerufen werden.

Windenergie

Windpotenziale auf Gebietsebene in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (5)

Windpotenziale auf Gebietsebene



Windenergie

Windpotenziale auf Gebietsebene in Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (6)

Windpotenziale auf Gebietsebene

In dieser Karte wird der durch Windenergienutzung rechnerisch maximale Netto-Jahresstromertrag in den Regionen, den einzelnen Stadt- und Landkreisen sowie den Gemeinden dargestellt. Er wurde im Rahmen einer landesweiten Potenzialanalyse ermittelt. Darüber hinaus können Angaben zu Potenzialflächen, zur rechnerisch maximalen Windenergieanlagenzahl usw. abgerufen werden. Durch Hinein- bzw. Hinauszoomen kann zwischen der Darstellung der Regions-, Kreis- und der Gemeindeebene gewechselt werden.

Für alle dargestellten Gebietseinheiten können über die Objektinfo dementsprechend Angaben zur aufsummierten Größe der ermittelten Potenzialflächen, zur **rechnerisch maximalen Anlagenanzahl** und zum rechnerisch maximalen Netto-Jahresstromertrag abgerufen werden.

Vorgehensweise und Grundlagen der durchgeführten **Potenzialanalyse** werden im entsprechenden Kapitel detailliert beschrieben. Bedingt durch die Verschneidung der nach dem **Windatlas Baden-Württemberg** als windhöflich anzusehenden Flächen mit Flächen, in denen eine Windenergienutzung voraussichtlich nicht möglich (Ausschlussflächen) bzw. mit Einschränkungen verbunden (Restriktionsflächen) ist, werden die ermittelten Potenzialflächen in zwei Kategorien unterschieden:

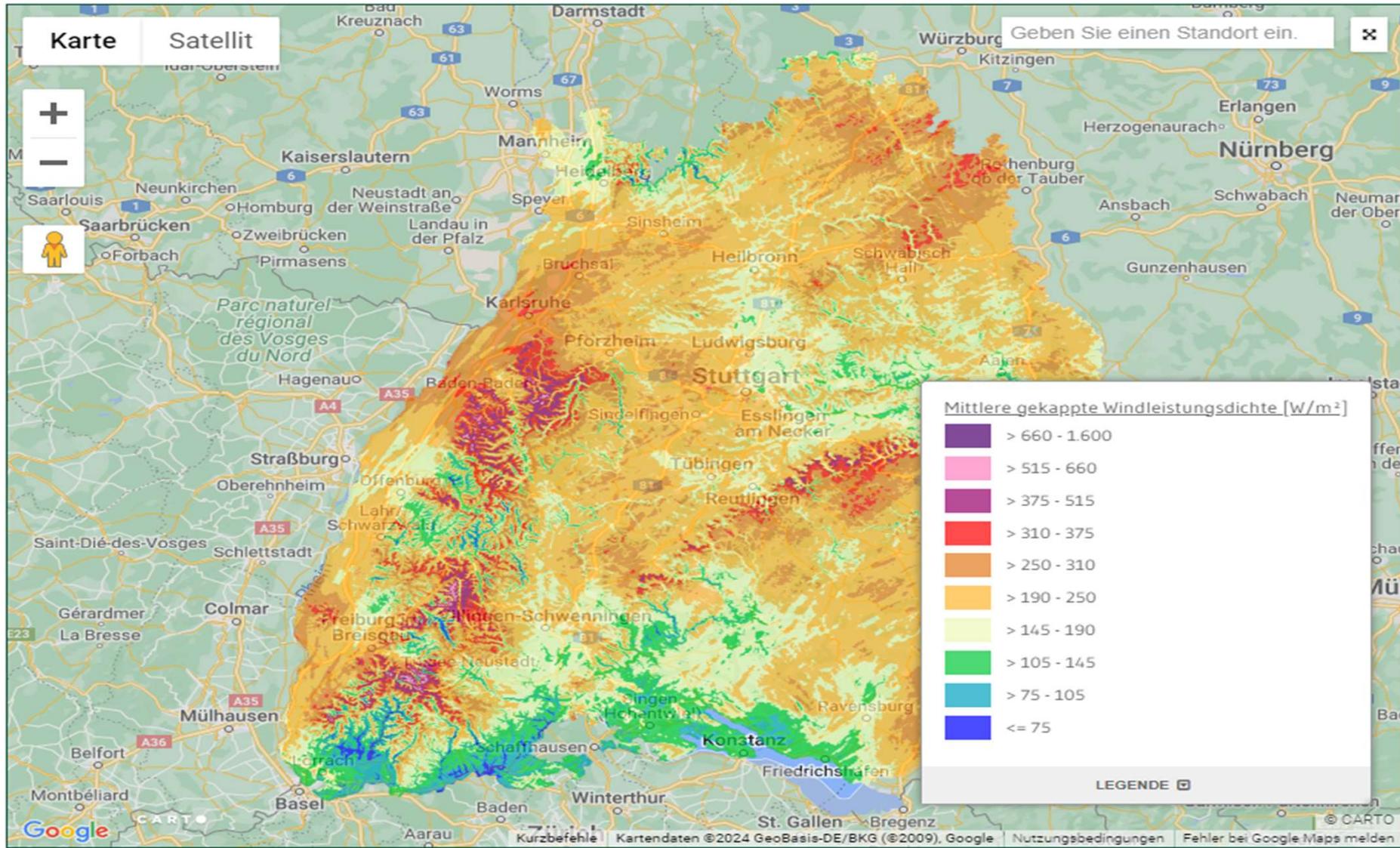
- **bezüglich Windhöflichkeit geeignete Flächen:** Flächen mit einer mittleren gekappten Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m^2 in 160 m Höhe über Grund, die nicht innerhalb von Ausschluss- und Restriktionsflächen liegen. In den Karten werden diese Flächen als "geeignet" bezeichnet.
- **bezüglich Windhöflichkeit geeignete Flächen mit Flächenrestriktionen:** Flächen mit einer mittleren gekappten Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m^2 in 160 m Höhe über Grund, die nicht innerhalb von Ausschlussflächen liegen, deren Nutzungsmöglichkeit für Windenergieanlagen aufgrund bekannter Flächenrestriktionen jedoch im Einzelfall besonders zu prüfen ist. In den Karten werden diese Flächen als "bedingt geeignet" bezeichnet.

Im Rahmen der durchgeführten Potenzialanalyse wurde mit Hilfe eines Simulationsverfahrens darüber hinaus abgeschätzt, wie viele Windenergieanlagen eines repräsentativen Anlagentyps rechnerisch maximal innerhalb der **ermittelten Windpotenzialflächen** platziert werden könnten. Die flächenscharf vorliegenden Ergebnisse wurden anschließend u. a. auf die Gemeinden, Kreise und Regionen in Baden-Württemberg aggregiert.

Windenergie

Windatlas Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (7)

Windatlas Baden-Württemberg



Windenergie

Windatlas Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (8)

Windatlas Baden-Württemberg

Die Karte zeigt beispielhaft die Ergebnisse der mittleren gekappten Windleistungsdichte in einer Höhe von 160 m über Grund.

Der Windenergie bieten sich in Baden-Württemberg auch zukünftig weitere Ausbaumöglichkeiten. Waren in 2010 in Baden-Württemberg 353 Anlagen mit einer Leistung von 462 MW installiert, so stieg die Anzahl bis Ende 2018 auf 720 mit einer installierten Gesamtleistung von 1.534 MW an. Die Stromgestehungskosten von Onshore-WEA lagen im Jahr 2018 zwischen 4 und 8 €Cent/kWh. Die Windenergie trägt zudem erheblich zur Reduzierung von Treibhausgasen bei.

Aus diesem Grund ist ein Planungswerkzeug für den weiteren Ausbau von besonderer Bedeutung. Der Windatlas wurde im Mai 2019 durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft veröffentlicht und ersetzt den Windatlas aus dem Jahr 2011. Er wurde durch die Firma AL-PRO GmbH & Co. KG im Auftrag des Umweltministeriums erstellt. Die Erarbeitung wurde durch den Fachbeirat Windkartierung begleitet.

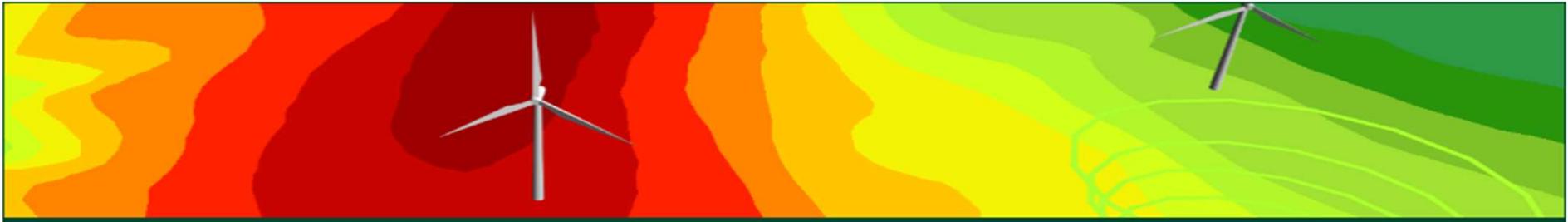
Er bietet eine **umfassende Datengrundlage**, um die Planungen von Windkraftanlagen mit einer verbesserten Informationsgrundlage zu unterstützen. Über die Kartendarstellung können Flächen gefunden werden, die aufgrund ihres Windpotenzials für den Bau von Windkraftanlagen geeignet sind. Im Fall einer konkreten Planung wird darüber hinaus i.d.R. ein standortspezifisches Gutachten durch einen akkreditierten Sachverständigen erstellt.

Die Berechnungen wurden für die Höhen 140 m, 160 m, 180 m und 200 m über Grund durchgeführt. Da der Windatlas von 2011 auf eine Höhe von 100 m bezogen war, wurde auch diese Höhe als Bezugshöhe berücksichtigt.

Weitere Details können dem **Bericht Windatlas 2019** entnommen werden.

Windenergie

Windatlas Hintergrundinformationen für Baden-Württemberg, Stand bis 2/2024 (9)



Hintergrundinformationen

Einführung

Im Jahr 2011 wurde durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft die erste Fassung des Windatlas Baden-Württemberg herausgegeben. Ziel des Windatlas von 2011 war die Verbesserung der Datengrundlage zur Identifikation geeigneter Flächen und Standorte für die Windenergienutzung in Baden-Württemberg.

► [mehr](#)

Modellierung

Der Windatlas Baden-Württemberg basiert auf der Kopplung eines Geländemodells mit einem zweistufigen Strömungsmodell zur Simulation der Windverhältnisse. Als Eingangsdaten wurden ein digitales Höhenmodell mit der Rasterweite 30 m x 30 m für Baden-Württemberg und die angrenzenden Regionen sowie ein Datensatz zur Bodenbedeckung in gleicher Auflösung verwendet. Als wichtige Parameter der Bodenbedeckung...

► [mehr](#)

Übersicht der ermittelten Kenngrößen

Für den Windatlas wurden zahlreiche Kenngrößen in verschiedenen Berechnungshöhen ermittelt. Als Berechnungshöhen wurden in Anlehnung an den Windatlas von 2011 die Höhenlage 100 m sowie Höhenlagen berechnet, die für die Planung aktuell auf dem Markt befindlicher und in naher Zukunft erwarteter Anlagen relevant sind. Hierzu wurden die Höhenlagen 140 m, 160 m, 180 m und 200 m ausgewählt. Im Energieatlas...

► [mehr](#)

Referenzanlagen

Basierend auf den jüngsten Zubauten an Windenergieanlagen in Baden-Württemberg wurden in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) drei Referenzanlagen zur Berechnung des mittleren Jahresertrags je Rasterpunkt ausgewählt. Die technischen Daten werden im Folgenden kurz dargestellt.

► [mehr](#)

Bildnachweis: leskas/123rf.com, Carsten Albrecht/AL-PRO GmbH

Quelle: LU BW + UM BW: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal Windenergie, Stand 2/2024

Neuer Windatlas für Baden-Württemberg vorgestellt



© EWS Windpark Rohrenkopf GmbH

Umweltminister Franz Untersteller: „Bessere Informationsgrundlage für die Planung von Windkraftanlagen.“

Planungsträger, Projektierer und Genehmigungsbehörden erhalten bessere Informationen über geeignete Flächen für den Bau von Windkraftanlagen in Baden-Württemberg. Zusammengefasst sind diese Informationen im neuen Windatlas, den Umwelt- und Energieminister Franz Untersteller heute vorgestellt hat.

Neuer Windatlas für Baden-Württemberg vorgestellt 2019 (2)

„Wir haben mehr und bessere Möglichkeiten als noch vor einigen Jahren, Flächen nach ihren Windverhältnissen zu kartieren. Das liegt an methodischen und technologischen Fortschritten und an der größeren Erfahrung mit Windenergieanlagen im Betrieb. Unterm Strich steht mit dem jetzt aktualisierten Windatlas eine deutlich verbesserte und vor allem zeitgemäße Informations- und Planungsgrundlage zur Verfügung“, sagte Untersteller heute (29.05.) in Stuttgart.

Mehr windkrafttaugliche Flächen als bisher angenommen

In Baden-Württemberg gibt es im Ergebnis mehr windkrafttaugliche Flächen als bisher angenommen. Das von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW errechnete theoretische Flächenpotenzial liegt jetzt bei etwa 6,2 Prozent der Landesfläche, das sind etwas mehr als 220.000 Hektar. Dazu kommen grundsätzlich geeignete, aber für den Windkraftausbau problematische Standorte.

Dieses Flächenpotenzial ist jedoch keineswegs gleichbedeutend mit einem Flächenangebot für neue Anlagen, da sich weitere Einschränkungen im Rahmen der Planungs- und Genehmigungsverfahren ergeben können. Relevant sind hier beispielsweise Belange des Artenschutzes oder regionalplanerische Restriktionen.

Weitere Berechnungen der LUBW zu möglicher Anlagenzahl und möglichem Energieertrag sollen möglichst bis zur Sommerpause vorliegen. Erst dann sollen die Potenzialkarten auch veröffentlicht werden.

„Der neue Atlas zeigt uns, dass es auch im Südosten des Landes und im Rheingraben durchaus gute Standorte für Windkraftanlagen gibt. Auch in Oberschwaben. Wenig überraschend ist dagegen, dass nach wie vor in den Höhenlagen des Nord- und Südschwarzwaldes sowie auf der Schwäbischen Alb die besten Windverhältnisse herrschen“, fasste Umweltminister Untersteller zusammen.

„Ich freue mich darüber, dass die von uns mit der Analyse der Windverhältnisse im Land beauftragten Experten festgestellt haben, dass wir sehr viel mehr geeignete Flächen für die Windkraft haben, als bislang angenommen. Wir brauchen die Windkraft für den Klimaschutz und die Energiewende. Aber ich möchte auch betonen: Der Windatlas ist das Ergebnis einer wissenschaftlichen Studie und einer sorgfältigen energiewirtschaftlichen Bewertung.“

Neuer Bewertungsmaßstab für die Flächeneinordnung

Wesentliche Änderung im Vergleich zum bisherigen Atlas sei ein neuer Bewertungsmaßstab für die Flächeneinordnung nach ihrem jeweiligen Windkraftpotenzial, erläuterte Untersteller. Früher sei der Maßstab die mittlere Windgeschwindigkeit gewesen, jetzt ist es die mittlere Windleistungsdichte.

Die mittlere Windleistungsdichte beschreibe nicht nur, wie stark der Wind an einem Standort durchschnittlich wehe, sondern schließe auch Informationen darüber ein, wie oft er in welcher Stärke wehe und mit welcher Luftdichte. Während Standorte früher also nach Meter pro Sekunde klassifiziert

Konkret: Im alten Windatlas galten Standorte ab zum Beispiel 5,5 m/s im Jahresdurchschnitt (140 m Nabenhöhe) als geeignet. Im neuen Atlas sollen Standorte mit einer mittleren Windleistungsdichte von mindestens 215 W/m² (160 Nabenhöhe) als geeignet angesehen werden. Das entspricht – auf die alte Bemessungsgrundlage umgerechnet – etwa einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 5,65 m/s – 5,9 m/s 160 m über Grund. Dieser neue Orientierungswert für geeignete Flächen – mindestens 215 W/m² – wird den Planungsträgern und Behörden als künftige Beurteilungsgrundlage empfohlen.

„Wir können Windverhältnisse genauer berechnen als früher und die modernen Windkraftanlagen sind leistungsfähiger und höher. Mit dem neuen Windatlas und dem neuen Orientierungswert haben wir auf diese Entwicklungen reagiert. Der neue Atlas und der Bewertungsmaßstab für windkrafttaugliche Flächen sind in physikalischer, methodischer und technologischer Hinsicht jetzt wieder aktuell“, sagte Untersteller abschließend.

Wie bisher auch wird im Übrigen jeder Standort und jede standortbezogene Planung im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren genau geprüft und individuell bewertet.

Ergänzende Informationen

Nach einer Ausschreibung im Sommer 2018 hat das Umweltministerium das Ingenieur- und Planungsbüro AL-PRO GmbH & Co. KG mit der Erstellung des neuen Windatlas beauftragt. Begleitet wurde die Arbeit von einem „Fachbeirat Windkartierung“, dem Vertreterinnen und Vertreter von Ministerien, kommunalen Landesverbänden, Regionalverbänden, Naturschutzverbänden sowie des BWE angehörten.

Die Kosten für den neuen Windatlas beliefen sich auf rund 218.000 Euro.

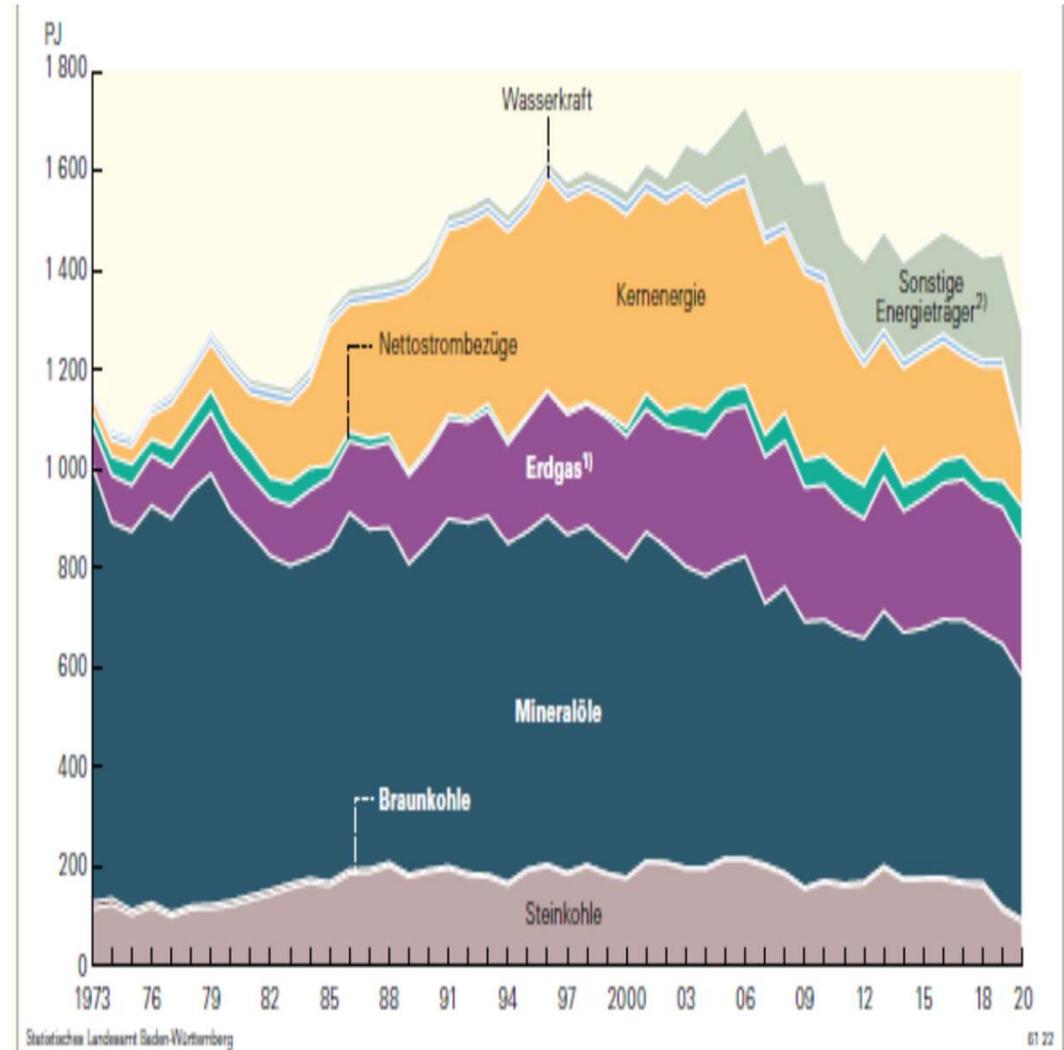
Die Ergebnisse der neuen Windkartierung (Karten und zugehöriger Bericht mit Erläuterungen) werden im erweiterten Daten- und Kartenangebot des [Energieatlas BW](#) von LUBW und dem Umweltministerium bereitgestellt.

Beitrag Windenergie zur Energieversorgung

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (1)

Jahr 2020: Gesamt 1.279 PJ = 355,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020 – 10,6%
 115,2 GJ/Kopf = 32,0 MWh/Kopf

9. Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern*)											
Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	TJ										
Steinkohle	115 442	120 788	161 345	188 734	194 749	190 934	174 893	213 530	167 926	173 225	86 870
Braunkohle	12 786	9 475	7 780	5 340	5 923	4 027	3 344	3 722	4 238	4 567	7 382
Mineralöle	879 174	784 979	670 779	655 003	699 708	680 115	639 309	590 012	523 034	500 910	487 144
Erdgas ¹⁾	80 310	121 358	143 034	185 624	199 555	228 087	248 556	310 062	273 081	262 383	264 383
Nettostrombezüge	29 823	46 609	24 711	10 303	10 678	6 192	17 388	41 837	59 591	43 430	77 123
Kernenergie	29 845	113 088	279 846	351 024	370 623	410 464	427 686	396 574	345 483	245 638	121 236
Wasserkraft	11 703	16 014	13 922	14 113	13 428	17 041	21 141	17 677	18 477	15 481	14 868
Sonstige Energieträger ²⁾	9 090	15 600	17 713	19 535	20 113	19 001	28 236	108 248	188 207	203 281	220 009
Insgesamt	1 168 173	1 227 891	1 319 130	1 429 676	1 514 777	1 555 861	1 560 553	1 681 662	1 580 037	1 448 915	1 278 975
	Anteil in %										
Steinkohle	9,9	9,8	12,2	13,2	12,9	12,3	11,2	12,7	10,6	12,0	6,8
Braunkohle	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6
Mineralöle	75,3	63,9	50,9	45,8	46,2	43,7	41,0	35,1	33,1	34,6	38,1
Erdgas ¹⁾	6,9	9,9	10,8	13,0	13,2	14,7	15,9	18,4	17,3	18,1	20,7
Nettostrombezüge	2,6	3,8	1,9	0,7	0,7	0,4	1,1	2,5	3,8	3,0	6,0
Kernenergie	2,6	9,2	21,2	24,6	24,5	26,4	27,4	23,6	21,9	17,0	9,5
Wasserkraft	1,0	1,3	1,1	1,0	0,9	1,1	1,4	1,1	1,2	1,1	1,2
Sonstige Energieträger ²⁾	0,8	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	6,4	11,9	14,0	17,2
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheiten: 1 PJ = 0,2778 TWh (Mrd. kWh)

Bevölkerung (Jahresmittel) Jahr 2020: 11,1 Mio

Ab 2011 enthalten die Energieverbrauchswerte teilweise Schätzungen, insbesondere bei den Energieträgern Mineralöle und Mineralölprodukte

1) Erdgas einschließlich 1973 bis 1986 Stadtgas.

2) Sonstige Energieträger: EE wie Klärgas, Deponiegas, Windkraft, Solarenergie, Biomasse, Wärmepumpen (13,9%) und Nichterneuerbare wie Pumpstrom, Abfälle, Wärme

Hinweis: PEV enthält auch nichtenergetischen Verbrauch (z.B. 2020 = 22,9 PJ, Anteil 1,8%)

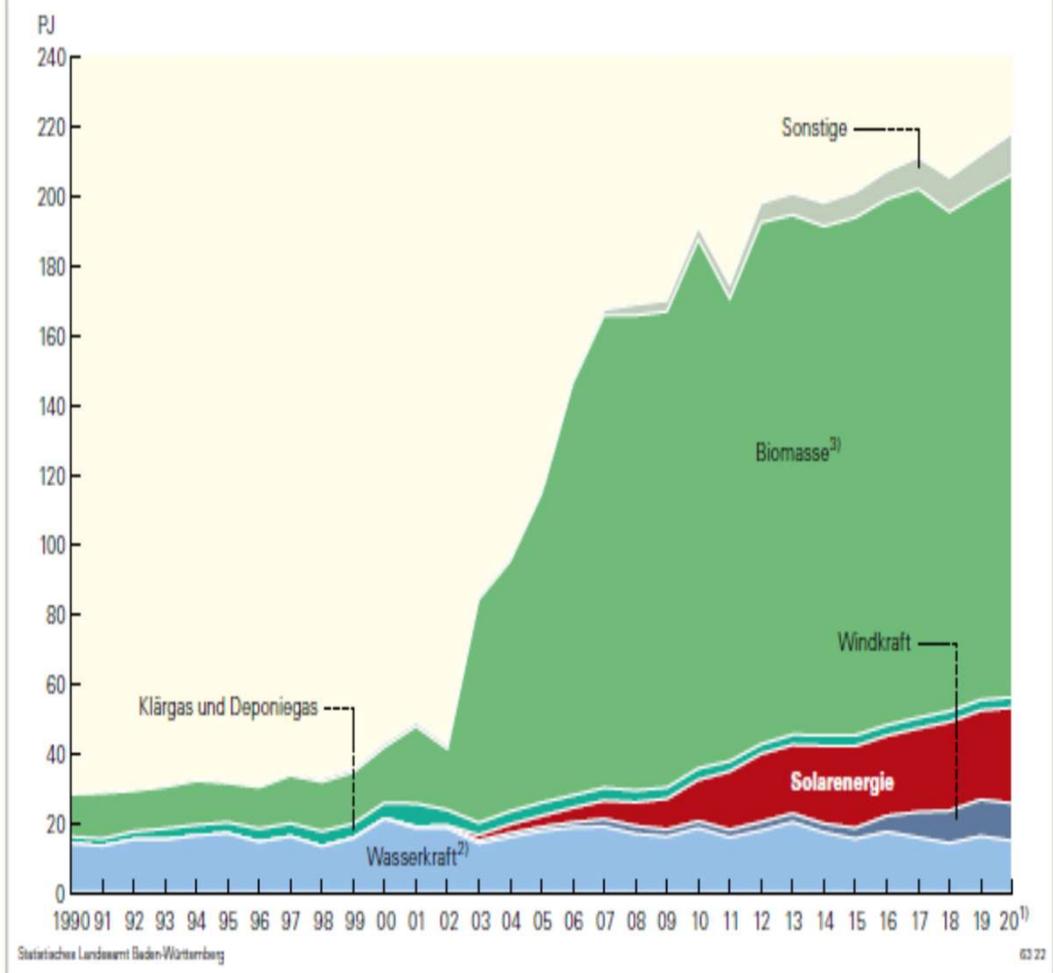
Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energieträgern in Baden-Württemberg 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 218 PJ = 60,6 TWh
 am Gesamt-PEV 17,0 % von 1.279 PJ = 355,3 TWh ¹⁾

11. Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern in Baden-Württemberg seit 1990

Energieträger	1990	1991	1995	2000	2001	2003	2005	2010	2015	2018	2019	2020 ¹⁾
	TJ											
Wasserkraft ²⁾	14 113	13 428	17 041	21 141	19 480	14 103	17 677	18 477	15 481	14 186	16 198	14 888
Windkraft	-	-	-	192	400	862	1 154	2 016	3 064	9 291	10 471	10 749
Solarenergie	-	-	-	-	-	1 610	3 176	11 861	23 466	25 479	25 575	27 392
Klärgas und Deponiegas	1 932	2 036	3 098	4 424	6 662	3 462	3 785	3 255	3 066	3 047	2 998	3 001
Biomasse ³⁾	12 168	13 090	11 334	16 048	22 167	64 057	88 655	151 871	148 719	143 443	145 756	150 059
Sonstige	-	-	-	1 234	1 234	1 152	1 181	3 607	7 306	9 886	10 804	11 926
Insgesamt	28 213	28 554	31 473	43 039	48 943	85 245	115 628	191 088	201 101	205 332	211 804	217 995

Anteil in % des Primärenergieverbrauchs												
Wasserkraft ²⁾	1,0	0,9	1,1	1,4	1,1	0,9	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2
Windkraft	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,7	0,8
Solarenergie	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,8	1,6	1,8	1,8	2,1
Klärgas und Deponiegas	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Biomasse ³⁾	0,9	0,9	0,7	1,0	1,4	3,9	5,3	9,6	10,3	10,0	10,2	11,7
Sonstige	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,7	0,8	0,9
Insgesamt	2,0	1,9	2,0	2,8	3,0	5,2	6,9	12,1	13,9	14,4	14,8	17,0



1) Daten vorläufig, Stand 10/2022

Bevölkerung Jahresdurchschnitt 2020: 11,1 Mio.

Ab 2011 enthalten die Energieverbrauchswerte teilweise Schätzungen, insbesondere bei den Energieträgern Mineralöle und Mineralölprodukte.

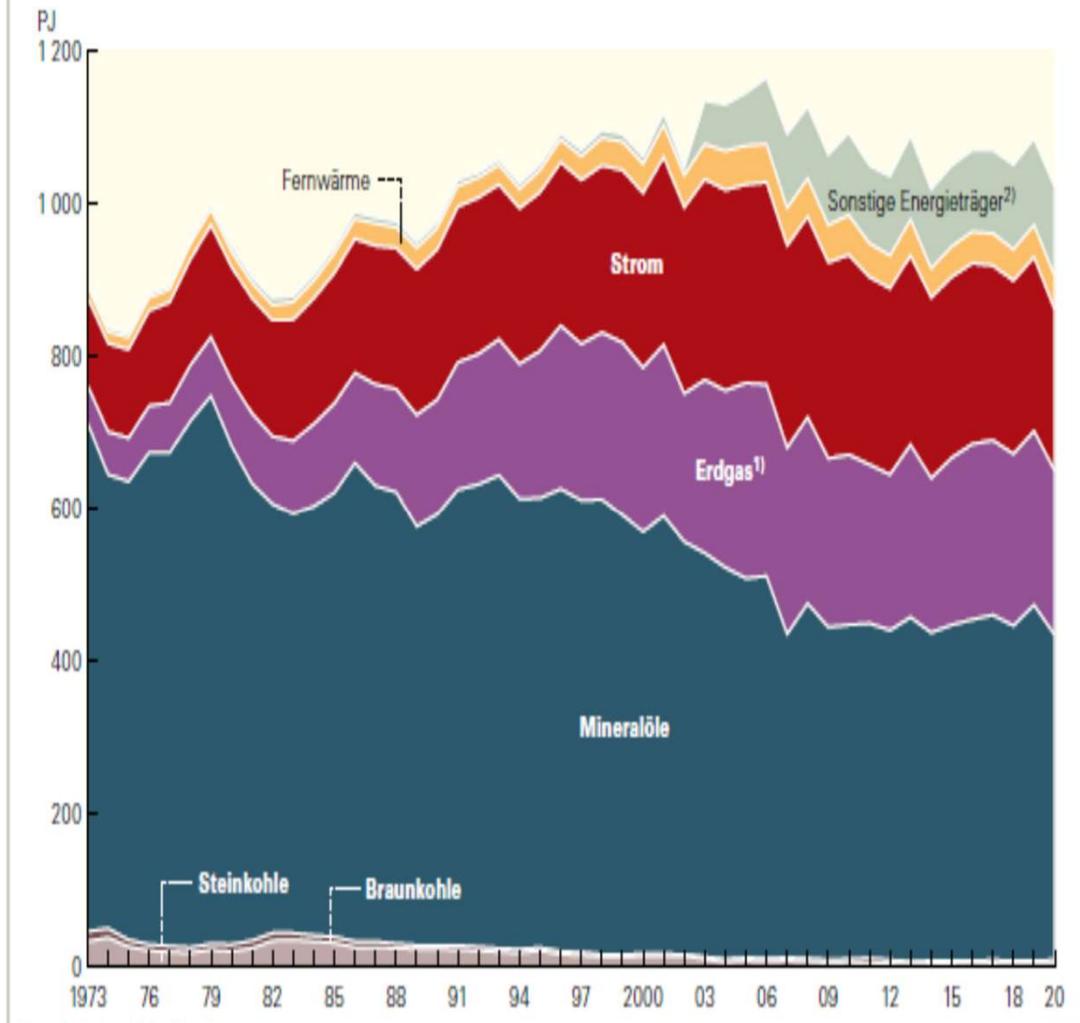
2) Bis 2002 Laufwasser-, Speicherwasser- und Pumpspeicherwasserkraftwerke, abzüglich 70 % vom Pumpstromverbrauch. Ab 2003 Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken.

3) Einschließlich Abfall biogen (bis 2009 werden 60 % und ab 2010 noch 50 % von Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen).

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (3)

Jahr 2020: Gesamt 1.022,2 PJ = 283,9 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/20 + 4,6%
 Ø 92,1 GJ/Kopf = 25,6 MWh/Kopf

14. Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern*)											
Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	TJ										
Steinkohle	32 573	20 179	30 687	22 554	22 278	20 820	13 810	8 174	6 209	4 434	2 799
Braunkohle	12 786	9 475	7 780	5 340	5 923	4 027	3 344	3 722	4 198	4 358	5 614
Mineralöle	667 331	654 270	582 177	564 423	597 134	588 506	552 215	495 731	437 325	438 564	425 420
Erdgas ¹⁾	48 536	85 113	117 123	151 126	167 214	192 604	215 867	256 822	223 842	220 483	216 331
Strom	115 060	149 341	171 159	196 866	203 520	208 471	228 962	259 905	261 855	237 206	211 116
Fernwärme	15 211	19 511	25 730	28 311	26 587	28 629	38 360	51 004	51 812	39 828	43 872
Sonstige Energieträger ²⁾	4 631	8 207	8 338	8 294	8 133	7 622	10 398	69 212	107 708	106 154	117 059
Insgesamt	896 128	946 096	942 994	976 914	1 030 789	1 050 679	1 062 956	1 144 569	1 092 947	1 051 027	1 022 212
	Anteil in %										
Steinkohle	3,6	2,1	3,3	2,3	2,2	2,0	1,3	0,7	0,6	0,4	0,3
Braunkohle	1,4	1,0	0,8	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Mineralöle	74,5	69,2	61,7	57,8	57,9	56,0	52,0	43,3	40,0	41,7	41,6
Erdgas ¹⁾	5,4	9,0	12,4	15,5	16,2	18,3	20,3	22,4	20,5	21,0	21,2
Strom	12,8	15,8	18,2	20,2	19,7	19,8	21,5	22,7	24,0	22,6	20,7
Fernwärme	1,7	2,1	2,7	2,9	2,6	2,7	3,6	4,5	4,7	3,8	4,3
Sonstige Energieträger ²⁾	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	1,0	6,0	9,9	10,1	11,5
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



* Daten 2020 vorläufig; Stand 10/2022

Energieeinheiten: 1 PJ = 1/3,6 = 0,2778 TWh (Mrd. kWh);

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 11,1 Mio.

Ab 2011 enthalten die Energieverbrauchswerte teilweise Schätzungen, insbesondere bei den Energieträgern Mineralöle und Mineralölprodukte.

1) Bis 1986 einschließlich Stadtgas

2) Klärgas, Deponiegas, Solarthermie, Biomasse, Wärmepumpen und Andere, z.B. Müll

Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) und Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW

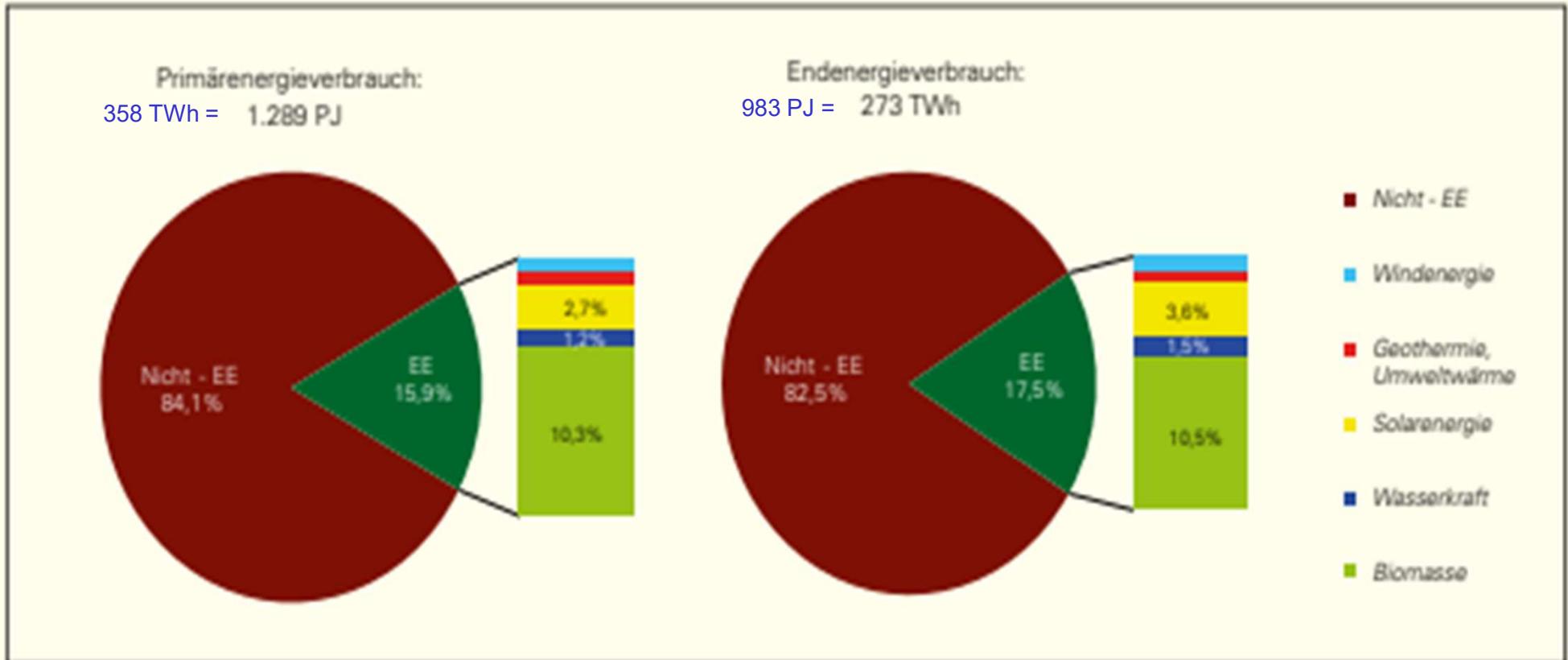
PEV

Beitrag EE 204,7 PJ = 56,9 TWh (Anteil 15,9%)

EEV

Beitrag EE 172 PJ = 47,9 TWh (Anteil 17,5%)

STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

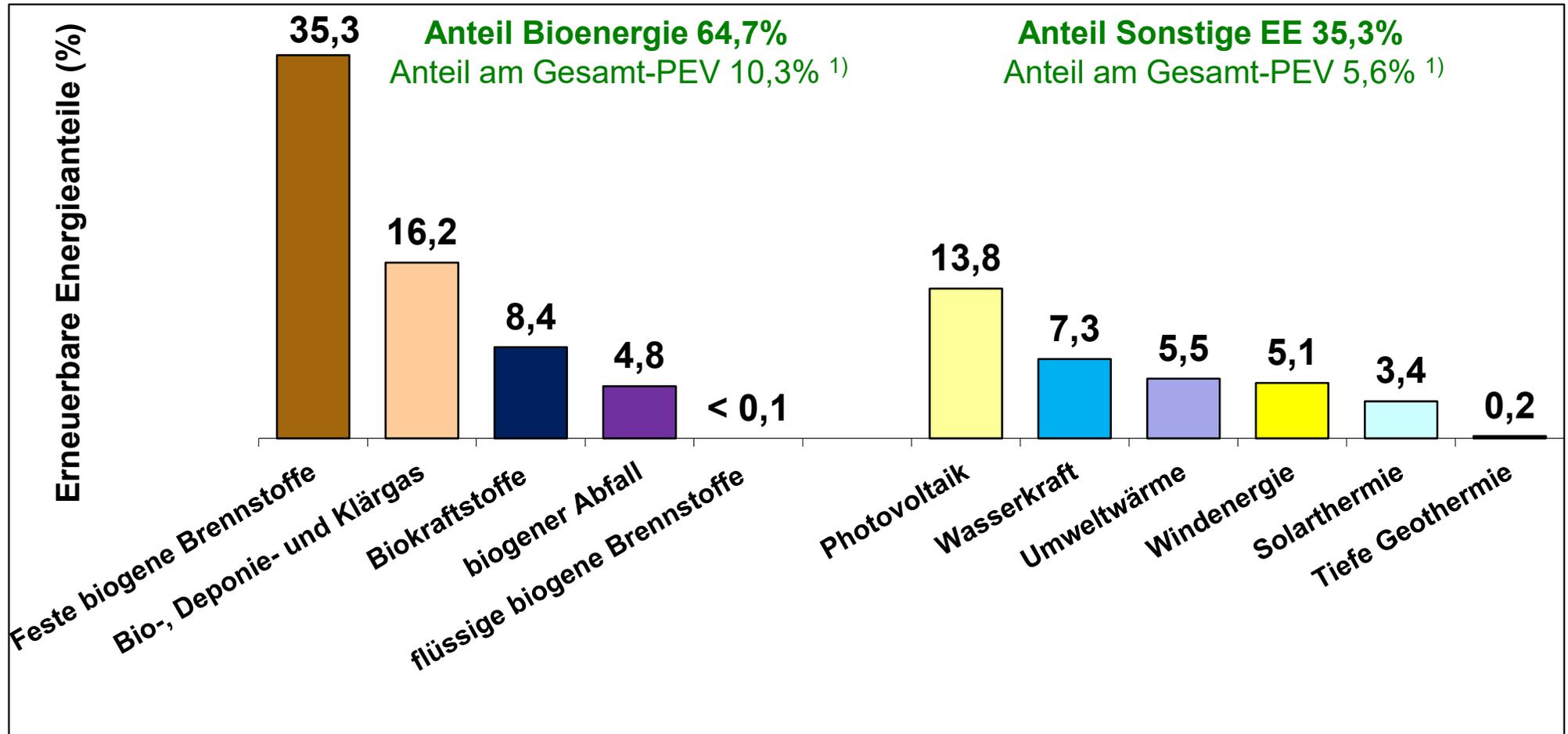
1) Tiefe Geothermie sowie oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme durch Wärmepumpen

Quelle: UM BW-ZSW; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Struktur erneuerbare Energien (EE) beim Primärenergieverbrauch (PEV) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW

Beitrag EE 204,7 PJ = 56,9 TWh

Anteil am Gesamt-PEV 15,9% von 1.289 PJ = 358,1 TWh ¹⁾



Vorwiegend Bioenergie mit Anteil 64,7%

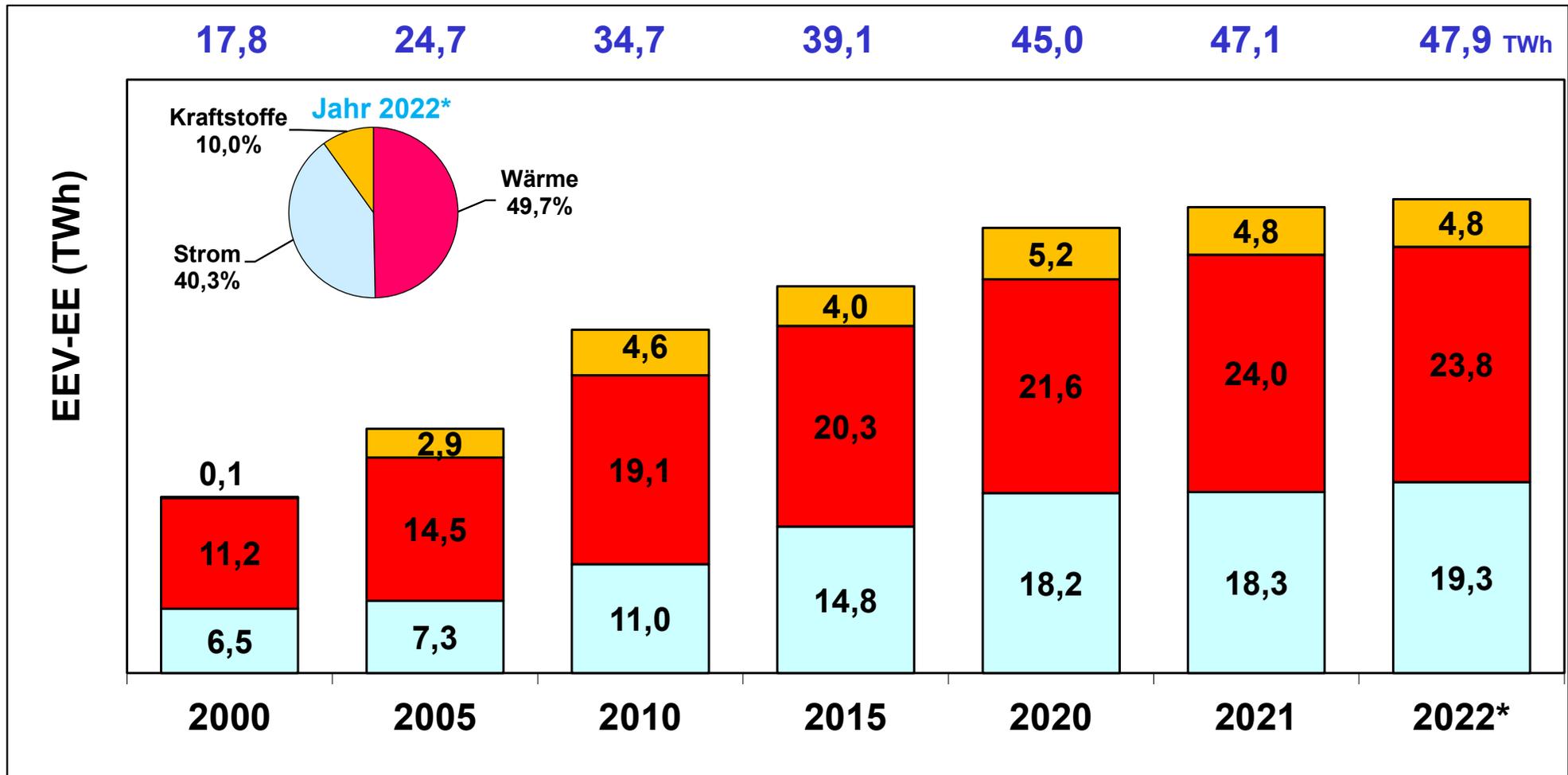
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

¹⁾ Bezogen auf den geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von 1.289 PJ = 358,1 TWh (Mrd. kWh)

Quelle: UM BW – ZSW ; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2022

Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1)

Gesamt 47.941 GWh = 47,9 TWh (Mrd. kWh)*
 Anteil EE am gesamten EEV 17,5% von 273,0 TWh ¹⁾



Grafik Bouse 2023

* Angaben 2022 vorläufig, Stand 9/2023

Energieeinheit: 1TWh = 1 Mrd kWh; 1 GWh = 1 Mio kWh; 1 PJ = 1/3,6 TWh

- 1) Bezogen auf den Endenergieverbrauch von
- 2) Bezogen auf die Stromerzeugung von
- 2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von
- 3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr

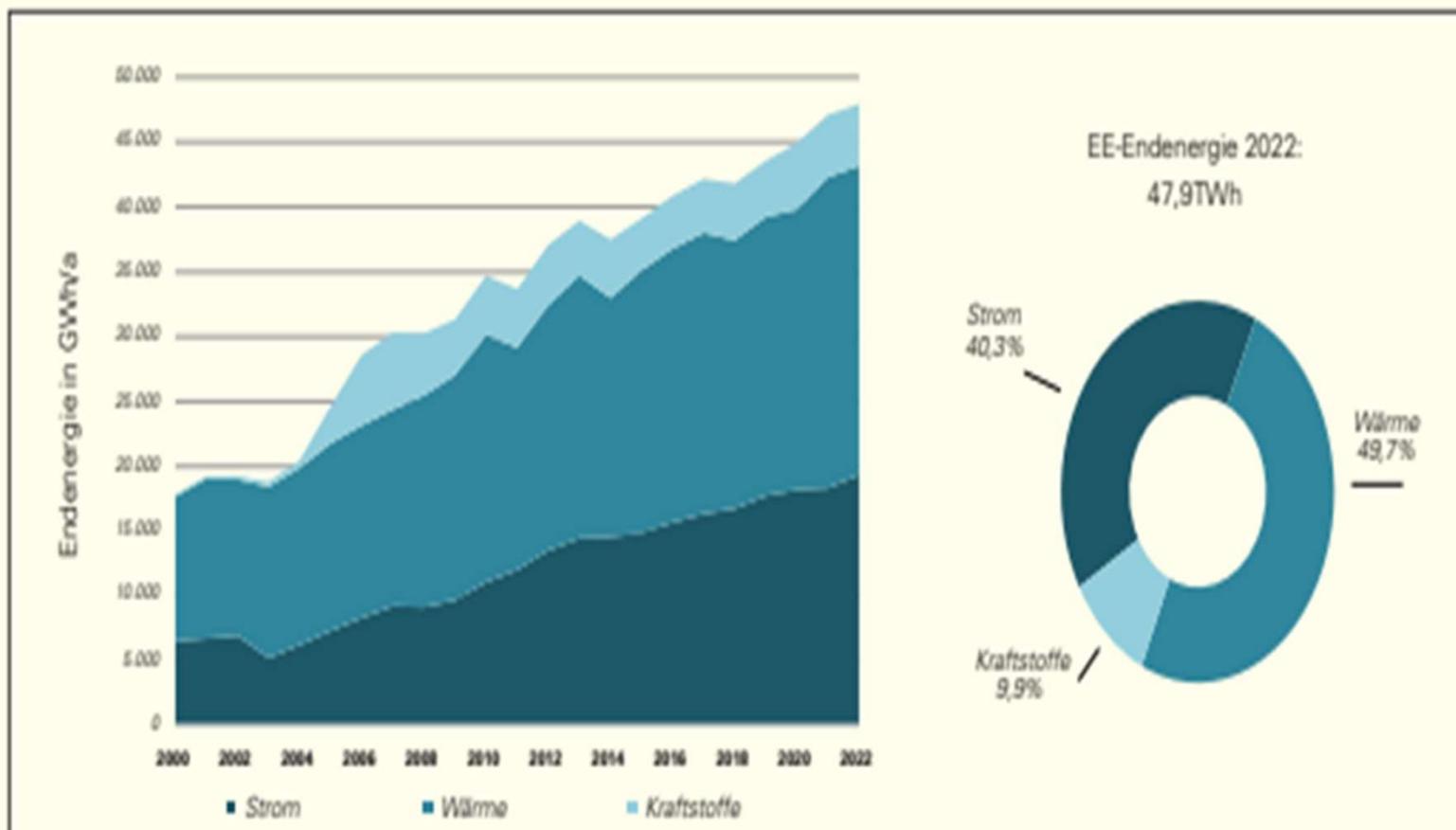
- 983 PJ = 273,0 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 17,5%)
- 183 PJ = 54,6 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 35,4%)
- 475 PJ = 132,0 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 18,0%)
- 296 PJ = 82,3TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 5,8%)

Entwicklung erneuerbare Energien beim Endenergieverbrauch (EEV) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW (2)

Gesamt 47.941 GWh = 47,9 TWh (Mrd. kWh)*
Anteil EE am gesamten EEV 17,5% von 273,0 TWh ¹⁾

	SUMME ENDENERGIEBEREITSTELLUNG [GWh]
2000	17.839
2001	19.254
2002	19.258
2003	18.817
2004	20.447
2005	24.664
2006	28.605
2007	30.310
2008	30.271
2009	31.336
2010	34.701
2011	33.679
2012	37.053
2013	38.937
2014	37.492
2015	39.098
2016	40.866
2017	42.169
2018	41.810
2019	43.563
2020	44.969
2021	47.110
2022	47.941

ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



* Angaben 2022 vorläufig, Stand 9/2023

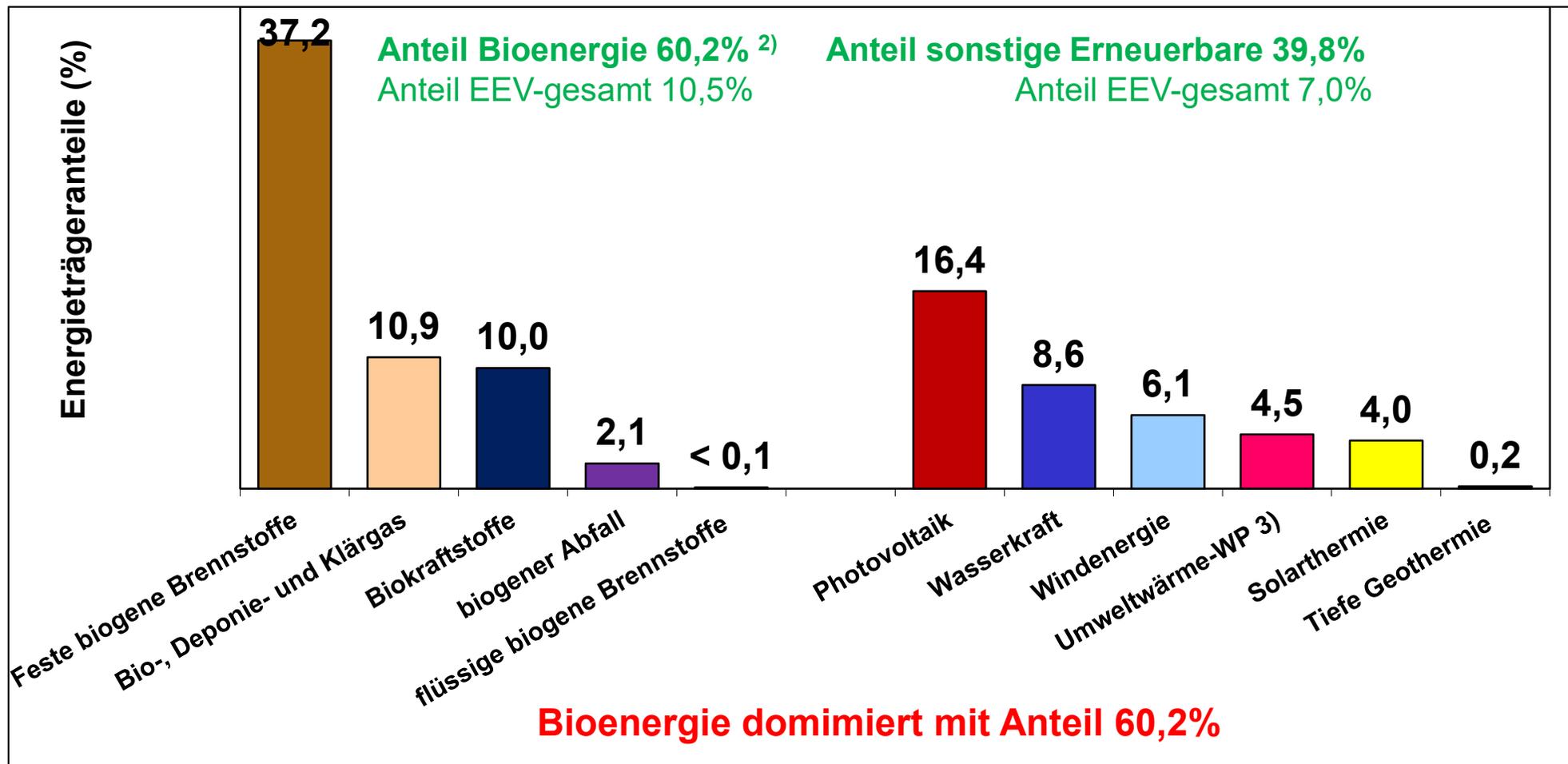
- 1) Bezogen auf den Endenergieverbrauch von
- 2) Bezogen auf die Stromerzeugung von
- 2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von
- 3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr

Energieeinheit: 1TWh = 1 Mrd kWh; 1 GWh = 1 Mio kWh; 1 PJ = 1/3,6 TWh

983 PJ = 273,0 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 17,5%)
 183 PJ = 54,6 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 35,4%)
 475 PJ = 132,0 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 18,0%)
 296 PJ = 82,3 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 5,8%)

Struktur erneuerbare Energien (EE) beim Endenergieverbrauch (EEV) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (3)

Gesamt 47.941 GWh = 47,9 TWh (Mrd. kWh)*
 Anteil EE am gesamten EEV 17,5% von 273,0 TWh ¹⁾



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

1) Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 983 PJ = 273,0 TWh (Mrd. kWh)

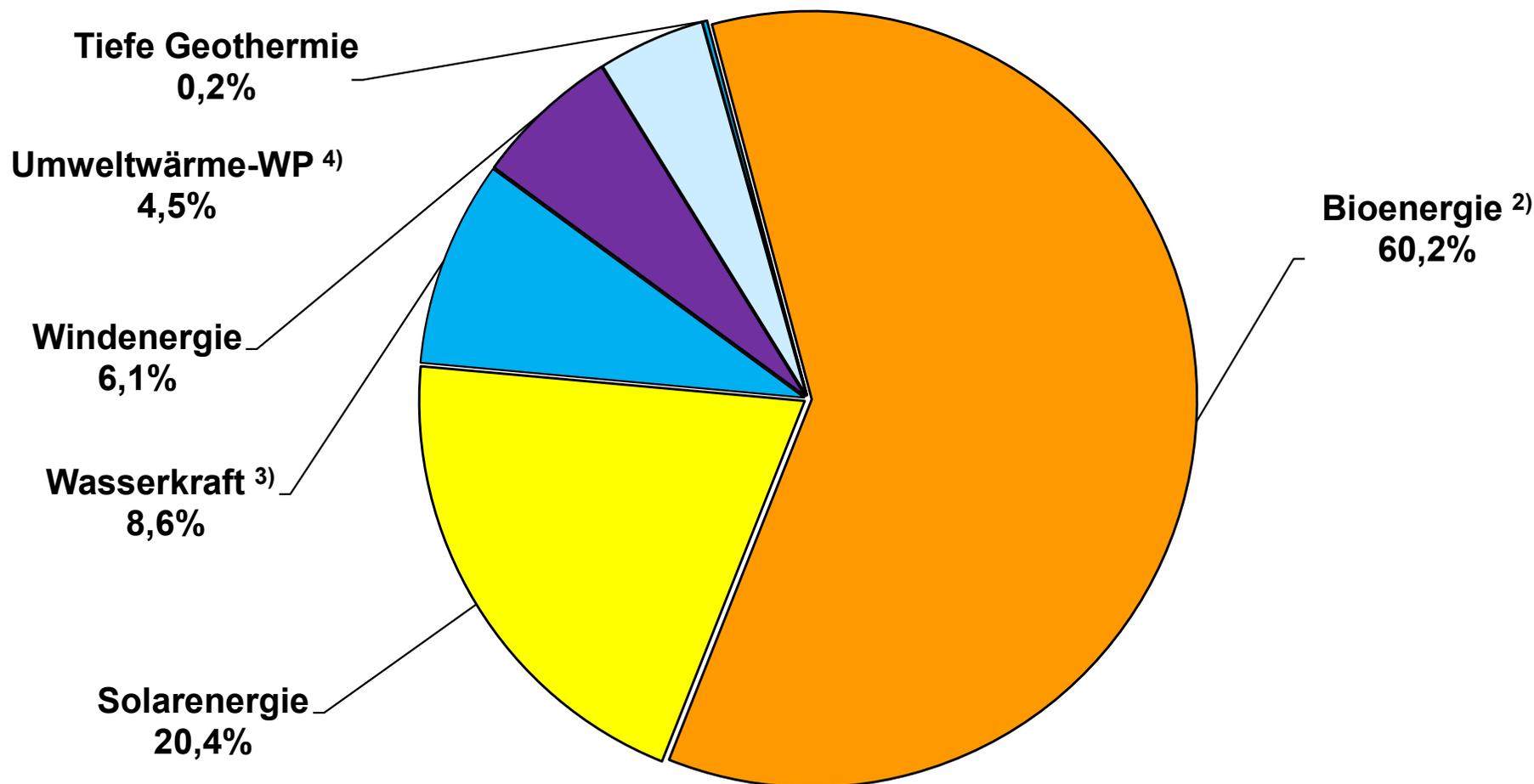
2) Gesamte Biomasse = feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe und biogene Abfälle

3) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen (4,0%)

Struktur erneuerbare Energien (EE) beim Endenergieverbrauch (EEV) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (4)

Gesamt 47.941 GWh = 47,9 TWh (Mrd. kWh)*

Anteil EE am gesamten EEV 17,5% von 273,0 TWh ¹⁾



* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

¹⁾ Bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 983 PJ = 273,0 TWh (Mrd. kWh)

²⁾ Feste- und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Biokraftstoffe, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls

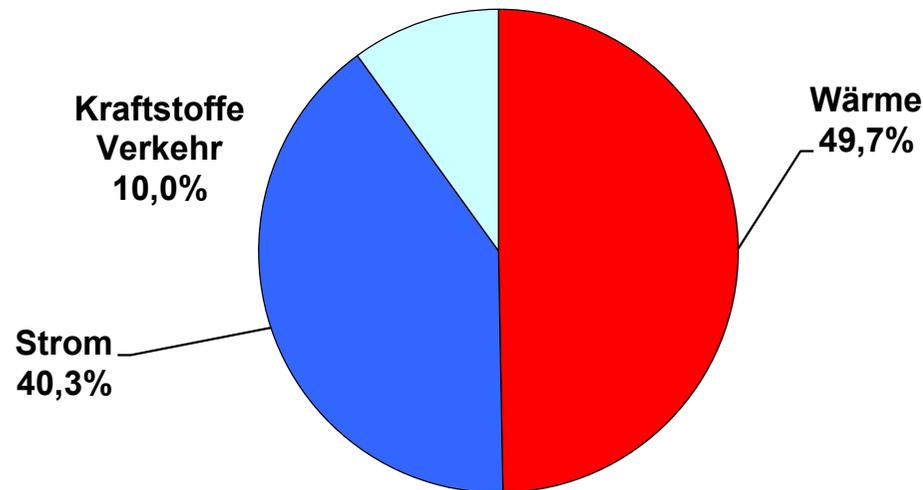
³⁾ Einschließlich Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss;

⁴⁾ Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen

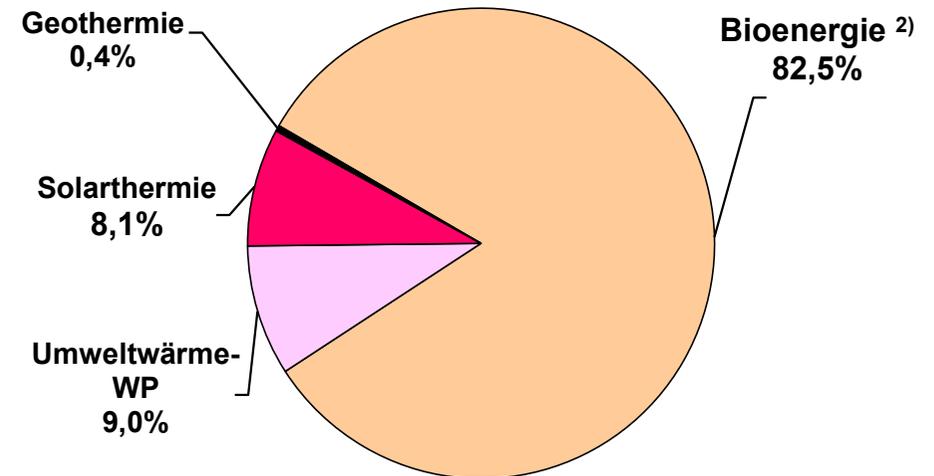
Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (5)

Gesamt 47,9 TWh (Mrd. kWh),
Anteil am Gesamt-EEV 17,5% ¹⁾

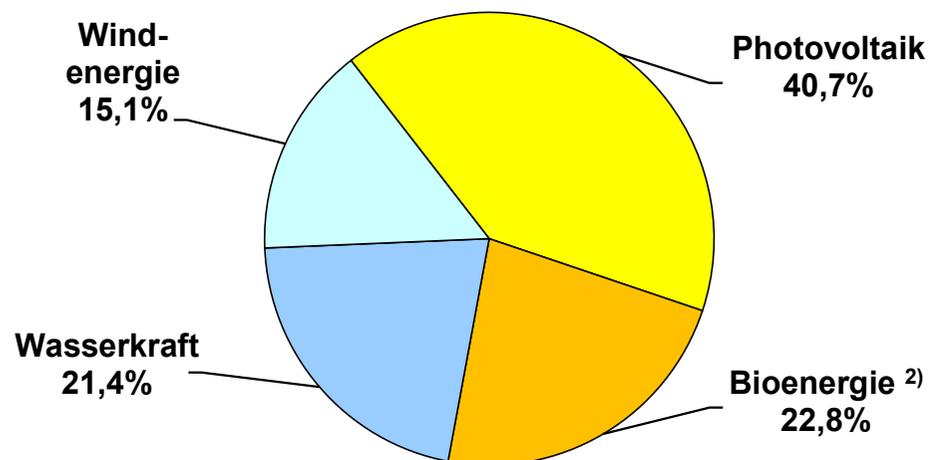
Gesamte EE 47,9 TWh



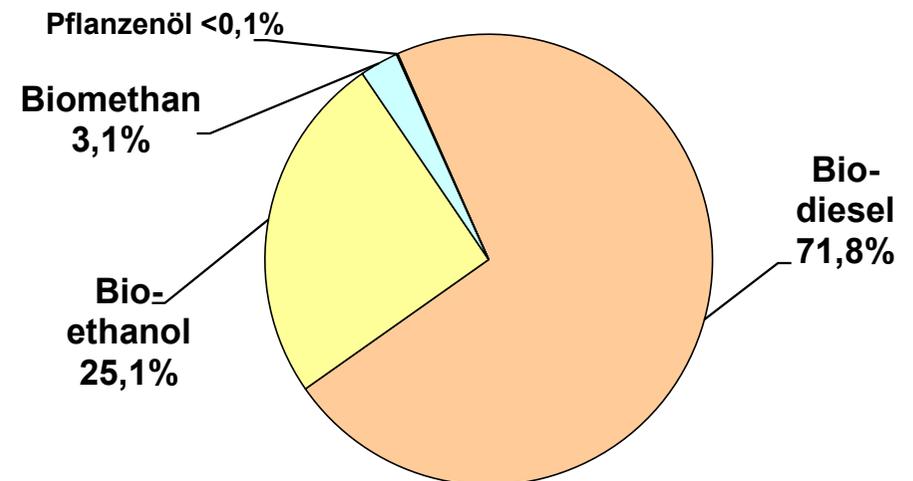
Wärme/Kälte aus EE 23,8 TWh, Anteil 49,7%



Strom aus EE 19,3 TWh, Anteil 40,3%



Kraftstoffe aus EE 4,8 TWh, Anteil 10,0% ³⁾



* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2022

¹⁾ bezogen auf den Endenergieverbrauch (EEV) von 983 PJ = 273,0 TWh (EE-Anteil 17,5%)

²⁾ Bioenergie einschl. Deponie- und Klärgas sowie biogener Abfall 50% ³⁾ Kraftstoffe ohne Strom im Straßen- und Schienenverkehr

Quelle: UM BW-ZSW ; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Strombilanz

zur Stromversorgung

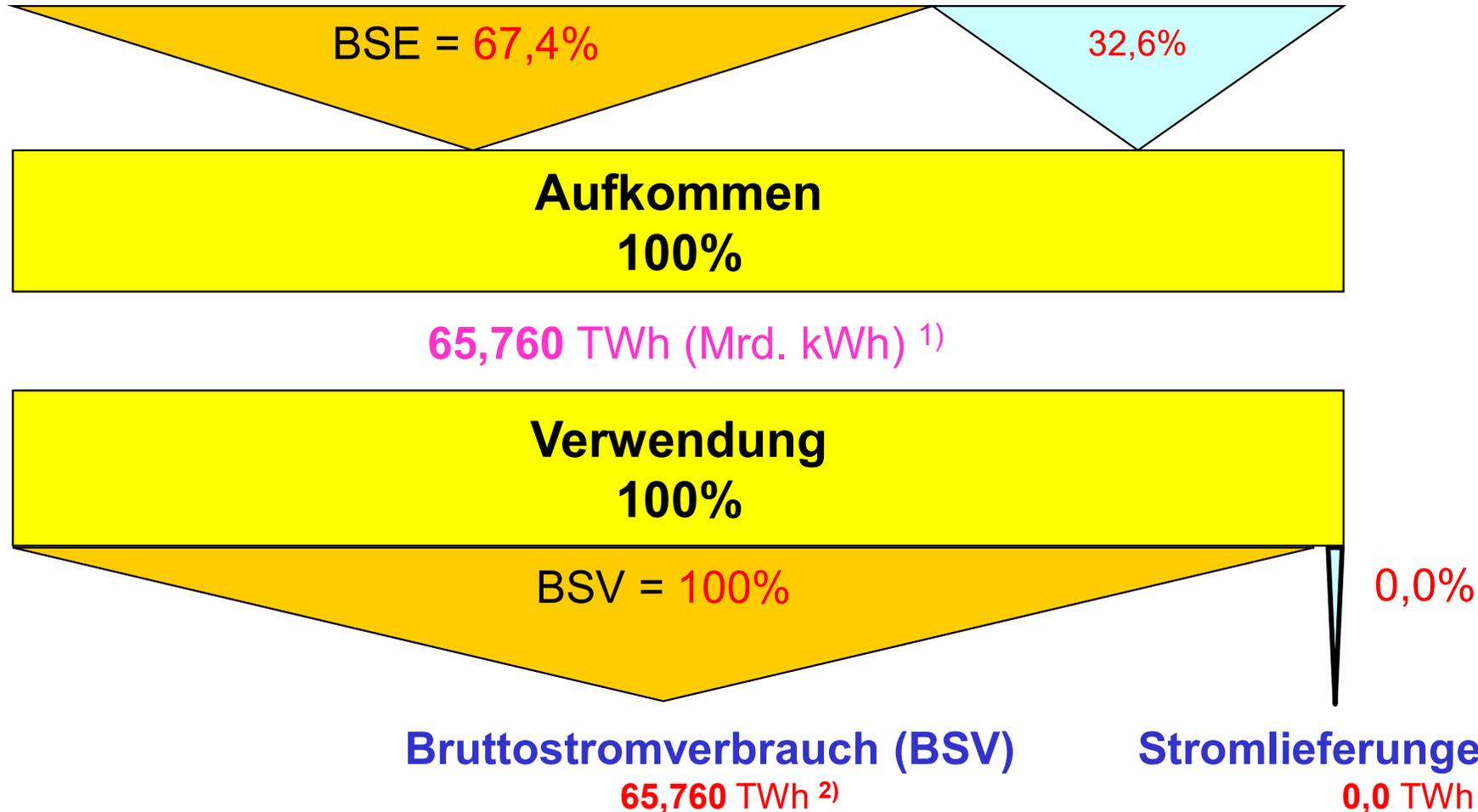
Strombilanz Baden-Württemberg 2020 (1)

Bruttostromerzeugung (BSE)

44,337 TWh, davon allgemeine Versorgung 28,250 TWh (63,7%),
Industriekraftwerke ab 1 MW 3,523 TWh (7,9%), Sonstige 12,564 TWh (28,4%)

Netto-Strombezüge

21,432 TWh ³⁾



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheiten: 1 TWh = 1 Milliarde kWh; 1 GWh = 1 Million kWh

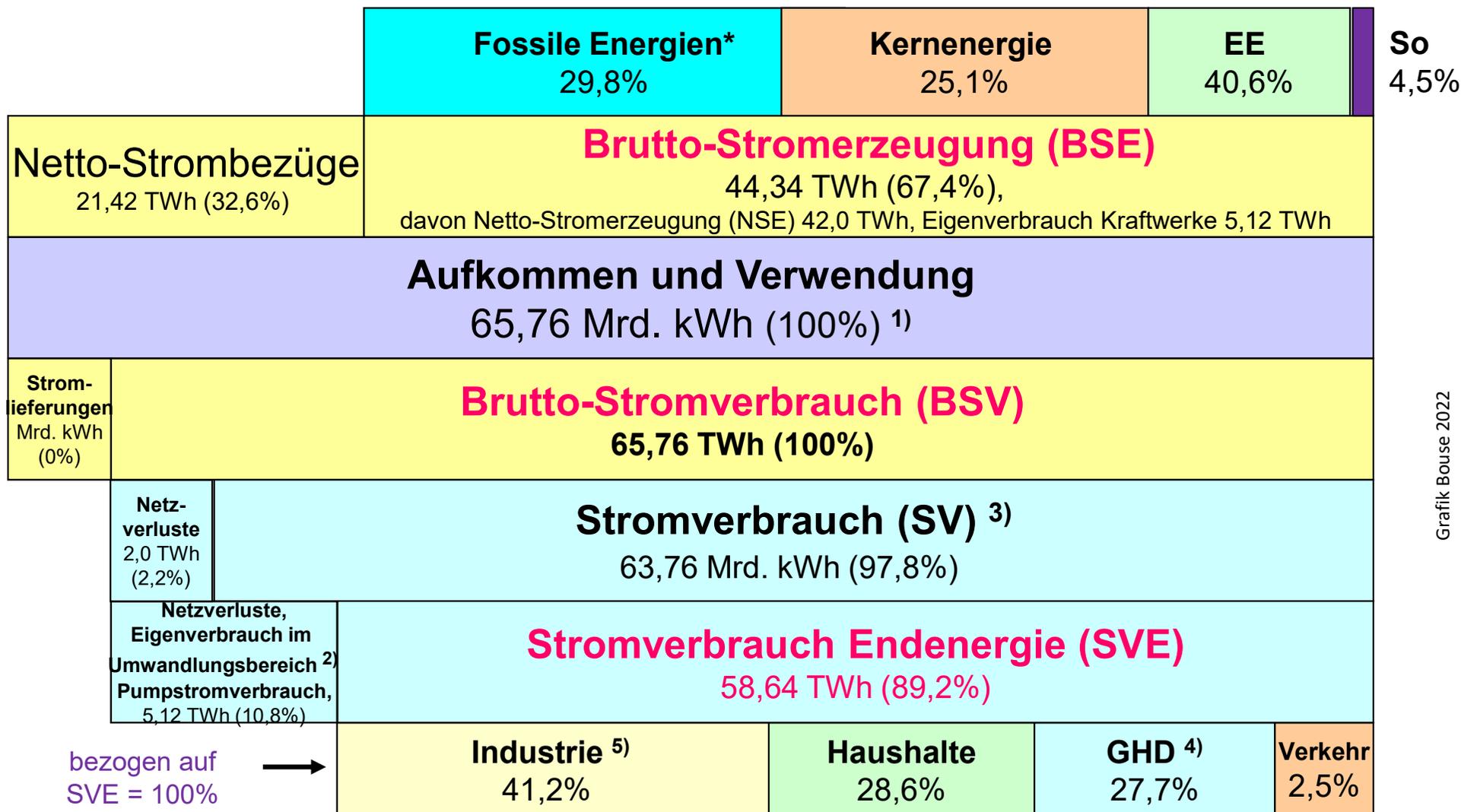
1) Aufkommen und Verwendung = BSV = 65,760 TWh, weil bei Strombezügen und Stromlieferungen nur der **Nettoimport** von 21,423 TWh vorliegt

2) Brutto-Stromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) 44,337 TWh + Strombezüge 21,423 TWh – Stromlieferungen 0,0 TWh = 65,760 TWh =
Stromverbrauch Endenergie (SVE) 58,643 TWh (89,2%) + Eigen-/Pumpspeicherstromverbrauch 5,084 TWh (7,7%) + Netzverluste 2,033 TWh (3,1%) = 65,760 TWh

3) Strombezüge und Stromlieferungen: Ausland & andere Bundesländer (**Netto-Import** = Strombezüge minus Stromlieferungen = 21,423 TWh)

Stromfluss in Baden-Württemberg 2020 (2)

bezogen auf BSE = 100%



Grafik Bouse 2022

* Daten vorläufig; EE Erneuerbare Energien *Fossile Energien (Stein- und Braunkohlen, Erdgas, Öl) und sonstige Energien (Abfallanteile, Pumpspeicherstrom u.a.)

1) Aufkommen und Verwendung = BSV = 65,8 TWh, weil bei Strombezügen und Stromlieferungen nur die **Nettostrombezüge** von 21,4 TWh vorliegen

2) Raffinerie-Eigenstromverbrauch ist beim Umwandlungsbereich enthalten

3) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Land- und Forstwirtschaft) 5) Industrie = Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ nach Sektoren in Baden-Württemberg 2011-2021 (1)

Jahr 2021: 67,6 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 7,0%
6.091 kWh/Kopf

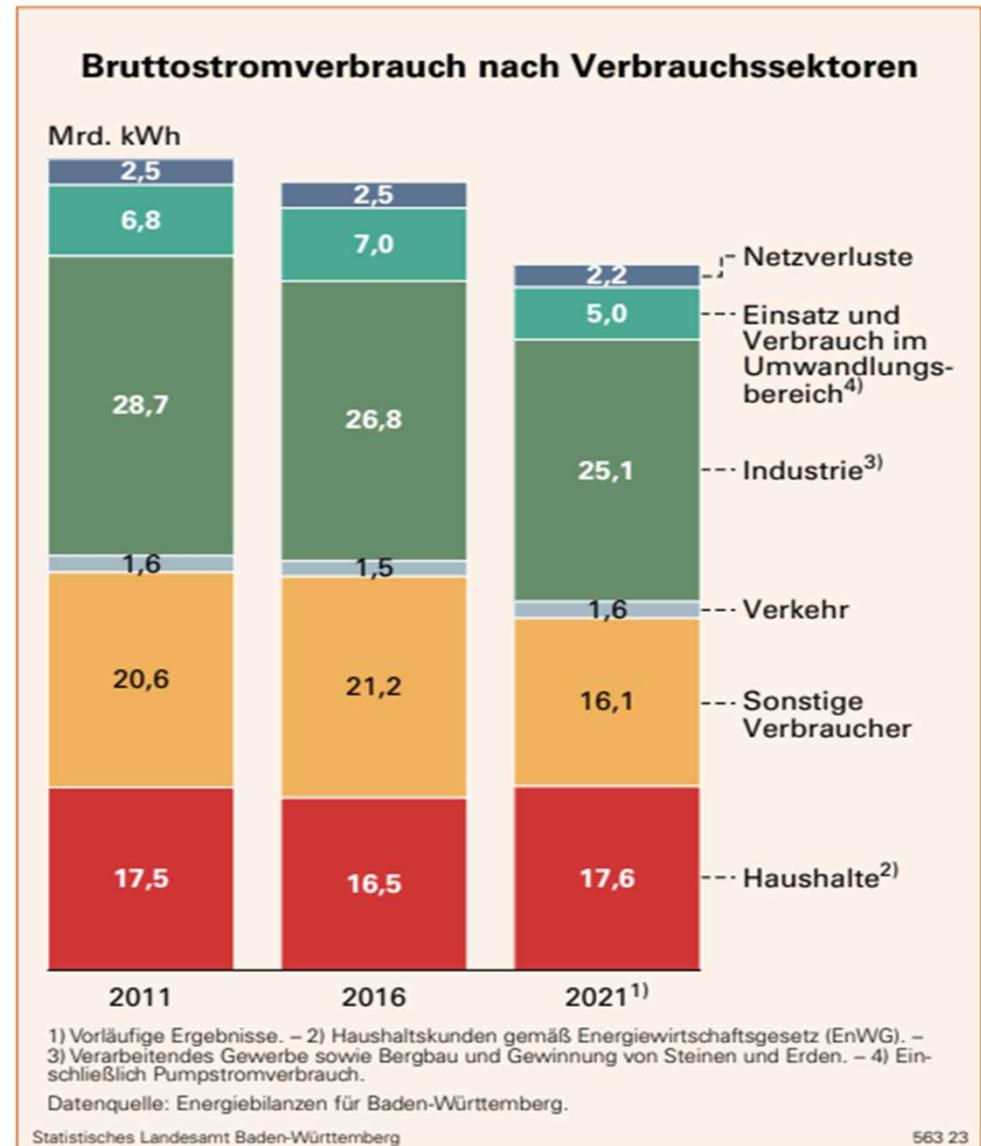
Stromverbrauch

37 % des Bruttostroms wurden 2021 von Industriebetrieben verbraucht.

Verbrauchssektoren	2011	2016	2021 ¹⁾
	Mrd. kWh		
Bruttostromverbrauch	77,8	75,4	67,6
Haushalte ²⁾	17,5	16,5	17,6
Sonstige Verbraucher	20,6	21,2	16,1
Verkehr	1,6	1,5	1,6
Industrie ³⁾	28,7	26,8	25,1
Einsatz und Verbrauch im Umwandlungsbereich ⁴⁾	6,8	7,0	5,0
Netzverluste	2,5	2,5	2,2

1) Vorläufige Ergebnisse. – 2) Haushaltskunden gemäß Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). – 3) Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden. – 4) Einschließlich Pumpstromverbrauch.

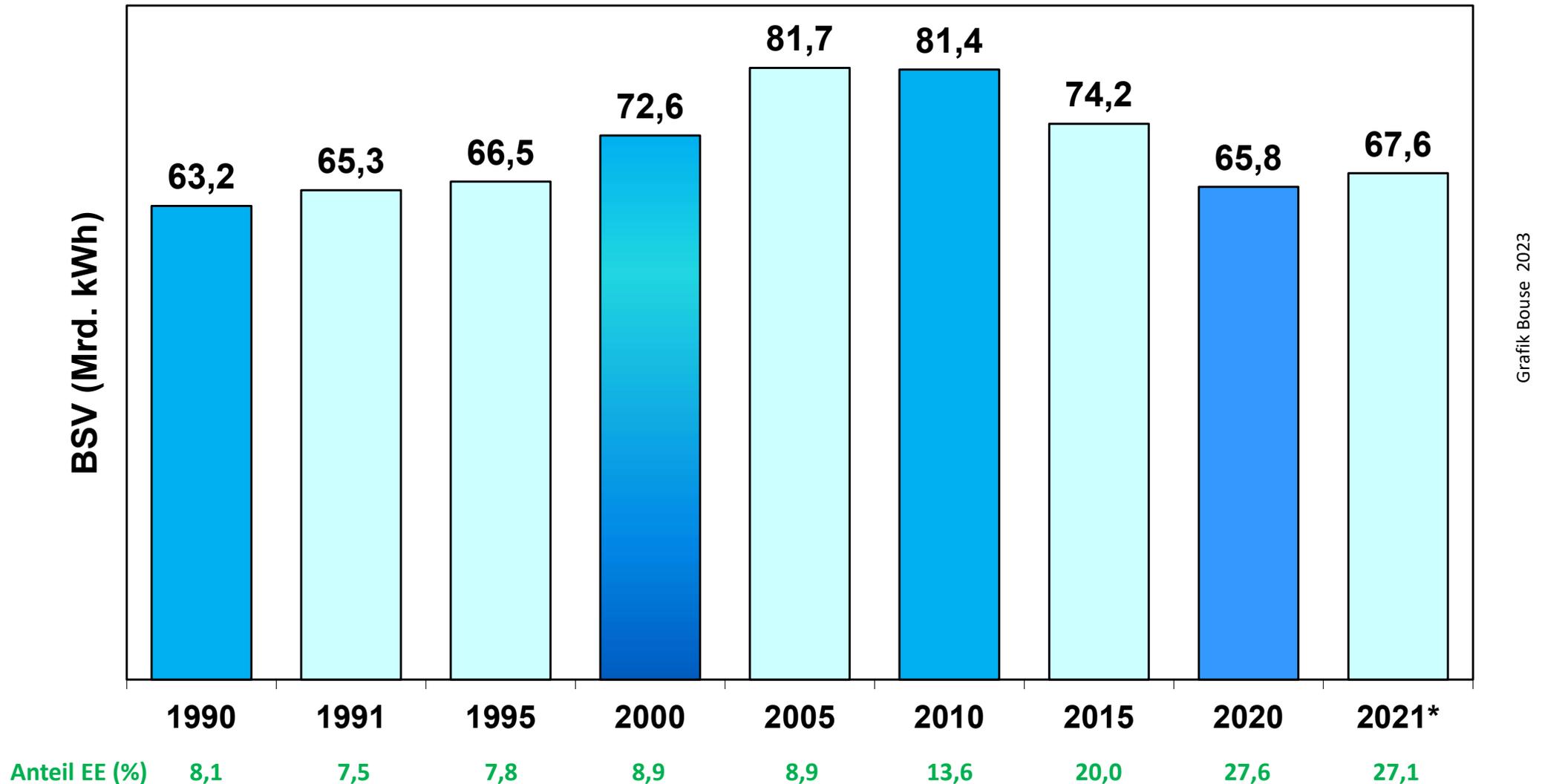
1) Daten 2021 vorläufig, Stand 11/2023.



Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ in Baden-Württemberg 1990-2021 (2)

Jahr 2021: Gesamt 67,6 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 7,0%
6.091 kWh/Kopf



* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Stromverbrauch Endenergie (SVE) + Netzverluste + Eigen- und Pumpstromverbrauch

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht bis 2021, 6/2020; Stat. LA BW 4/2022; UM BW & ZSW-Monitoring zur Energiewende, Statusbericht 2020, 12/2020; UM BW- EE in BW 10/2022

Beitrag Windenergie

zur Stromversorgung, Teil 1 – Erzeugung/Verbrauch

Einleitung und Ausgangslage

Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2022 nach Stat. LA BW

Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2022 um 7 % gestiegen Mehr Strom aus Steinkohle, Photovoltaik und Windkraft - Rückgänge bei Erdgas und Wasserkraft

Im Jahr 2022 wurden nach vorläufigen Berechnungen des Statistischen Landesamtes **53 904 Millionen Kilowattstunden (Mill. kWh) Strom erzeugt**. Dies bedeutet ein Plus von knapp 7 % gegenüber dem Vorjahr. Der Strommix im Südwesten wurde 2022 vor allem durch die Auswirkungen des russischen Angriffskriegs in der Ukraine und die dadurch drohende Energiekrise sowie die milden Witterungsverhältnisse beeinflusst.

Die Stromerzeugung in den baden-württembergischen Steinkohlekraftwerken stieg 2022 das zweite Jahr in Folge an, nachdem diese bereits 2021 kräftig zugelegt hat (+69 %). Während der Anstieg 2021 auf die gestiegenen Erdgaspreise, die vergleichsweise kühlere Witterung sowie die zugenommene Stromnachfrage aufgrund der einsetzenden wirtschaftlichen Erholung nach der Corona-Pandemie zurückzuführen war, wurde er 2022 vor allem durch die zunächst verringerten und seit September 2022 ganz eingestellten Gasimporte aus Russland beeinflusst. Um die weggefallenen Gasimporte auszugleichen, wurde im Südwesten mehr Steinkohle zur Stromerzeugung eingesetzt. Im Jahr 2022 wurden insgesamt 17 238 Mill. kWh Strom aus Steinkohle erzeugt. Das waren 16 % mehr als im Vorjahr. Der Steinkohleanteil an der Bruttostromerzeugung erhöhte sich damit auf 32 %. Aus Kernenergie wurden 11 142 Mill. kWh Strom erzeugt und damit etwa so viel wie 2021 (-0,1 %). Damit trug die Kernenergie 2022 rund 21 % zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg bei. Der Einsatz von Erdgas ging dagegen insbesondere durch die stark gestiegenen Erdgaspreise sowie die Substitution durch Steinkohle zurück. Im Jahr 2022 wurden mit 3 942 Mill. kWh rund 9 % weniger Strom aus Erdgas erzeugt als noch im Vorjahr. Der Erdgasanteil verringerte sich damit auf gut 7 %. Aus sonstigen Energieträgern¹ wurden knapp 6 % des Stroms gewonnen.

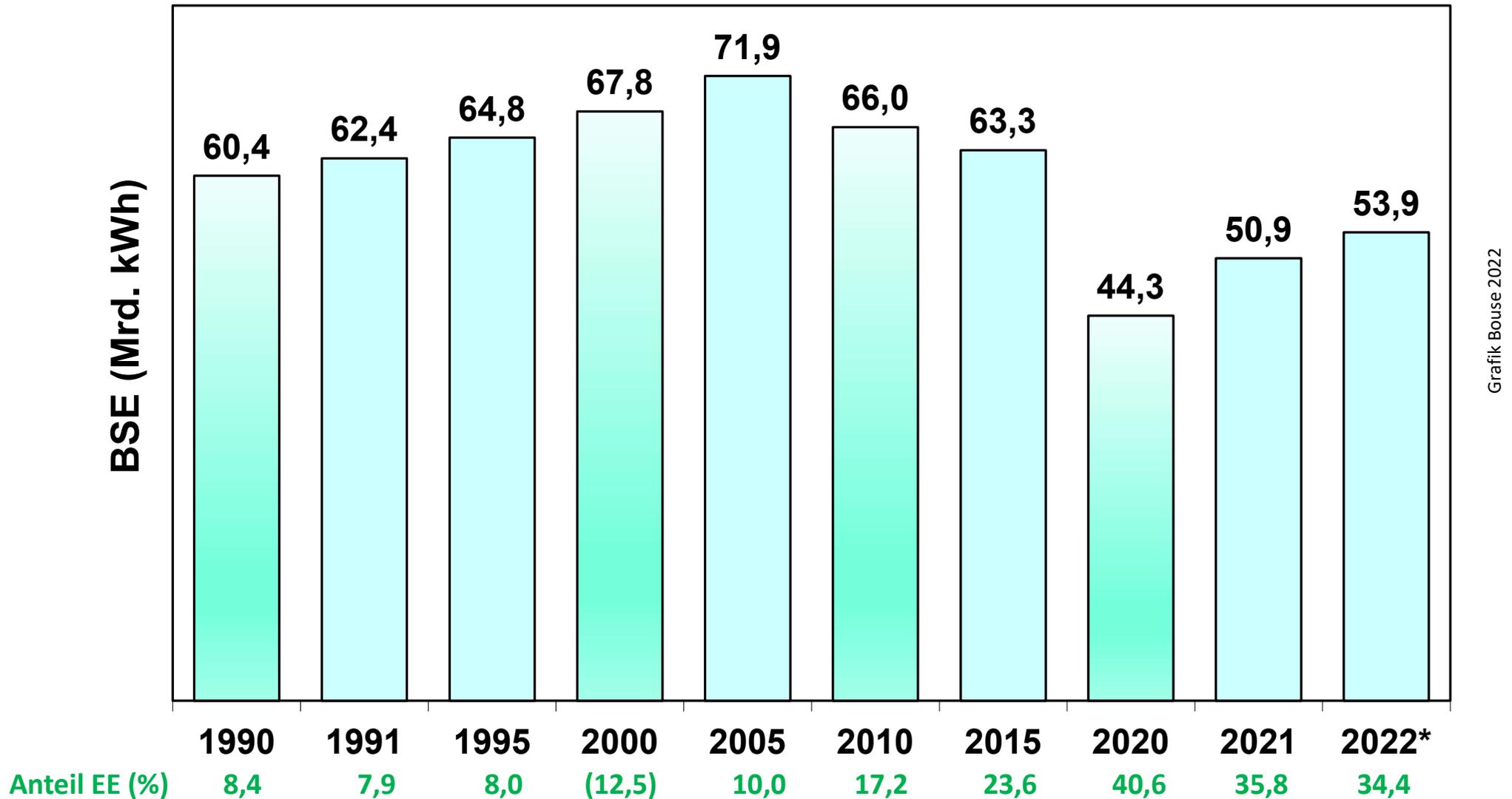
Die erneuerbaren Energieträger lieferten mit 18 547 Mill. kWh knapp 3 % mehr Strom als noch 2021. Seit 2020 stehen die erneuerbaren Energieträger an erster Position im baden-württembergischen Strommix. Im Jahr 2022 lag ihr Anteil bei 34 %. Wichtigster erneuerbarer Energieträger im Südwesten blieb auch 2022 Photovoltaik. Neben einer hohen Sonneneinstrahlung sorgte auch der erneute Zubau neuer Anlagen für ein deutliches Plus von 14 %. Die Stromerzeugung in den Photovoltaikanlagen stieg auf 6 553 Mill. kWh und erreichte einen Anteil von 12 % an der gesamten Bruttostromerzeugung des Landes. Gegenüber dem Vorjahr relativ konstant blieb 2022 die Stromerzeugung aus Biomasse (4 930 Mill. kWh). Ihr Anteil an der Stromerzeugung lag bei 9 %. Bei der Stromerzeugung in den Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken des Landes führte das trockene Jahr 2022 zu einem spürbaren Rückgang (-15 %). Die regenerative Wasserkraft trug im Jahr 2022 rund 7 % zur Bruttostromerzeugung bei. Der Beitrag der Windkraft ist dagegen infolge der gegenüber 2021 besseren Windverhältnisse deutlich gestiegen (+13 %). Insgesamt kamen 3 021 Mill kWh bzw. knapp 6 % des in Baden-Württemberg erzeugten Stroms aus Windkraft.

¹ Pumpspeicherwasserkraftwerke ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen, Heizöl, Flüssiggas, Raffineriegas, Dieselmotorkraftstoff, Petrolkoks, Braunkohlen und Sonstige.

Quelle: Stat. LA BW – PM vom 22.12.2023

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2022 nach Stat. LA BW (1)

Gesamt 53.904 GWh (Mio. kWh) = 53,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 – 10,8 %
Ø 4.813 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2022

* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2023

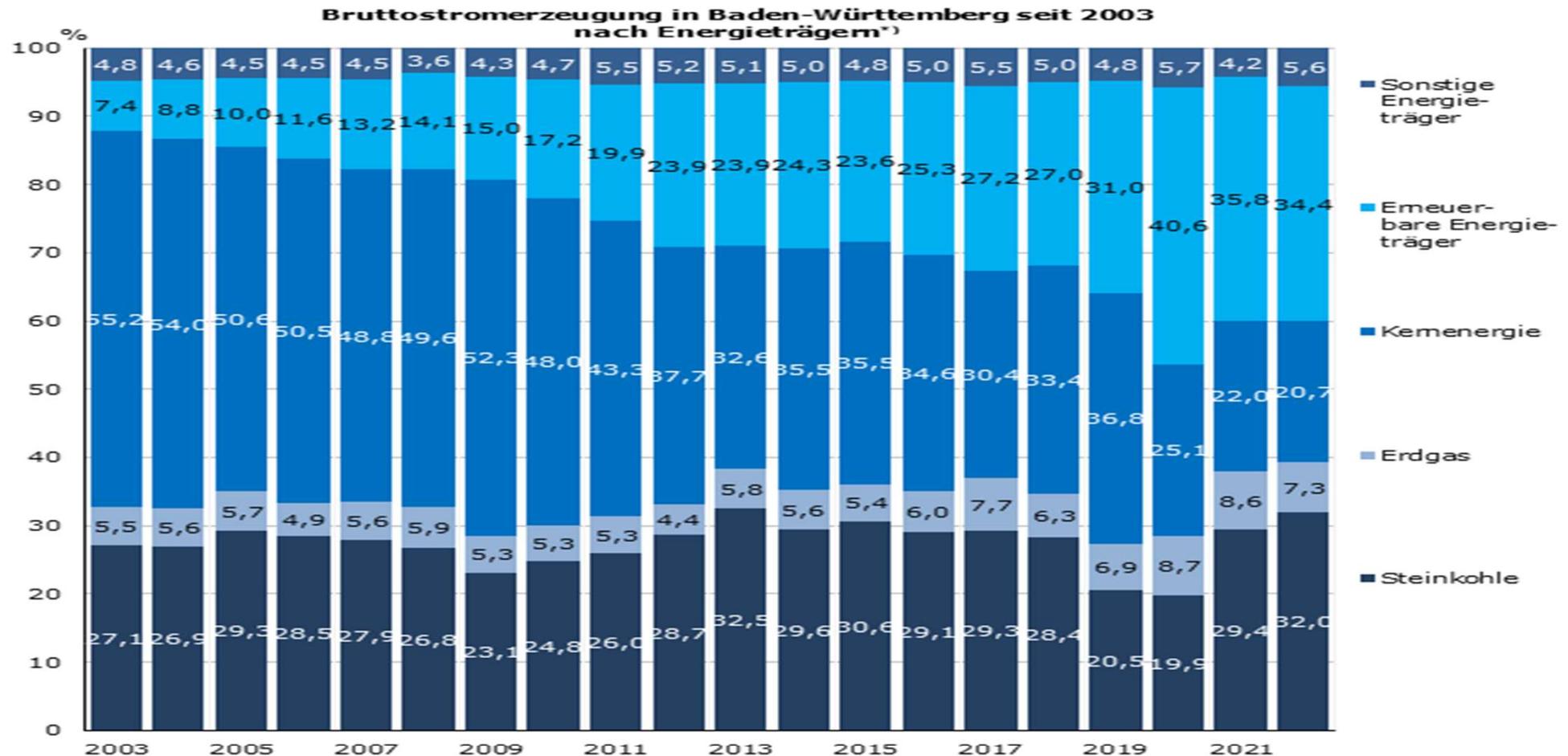
Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2022: 11,2 Mio.

1) BSE mit/ohne Pumpspeicher 53.904 / 52.311 GWh (Pumpspeicherstrom 1.593 GWh)

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 2003-2022 nach Stat. LA BW (2)

Gesamt 53.904 GWh (Mio. kWh) = 53,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 – 10,8 %
Ø 4.813 kWh/Kopf



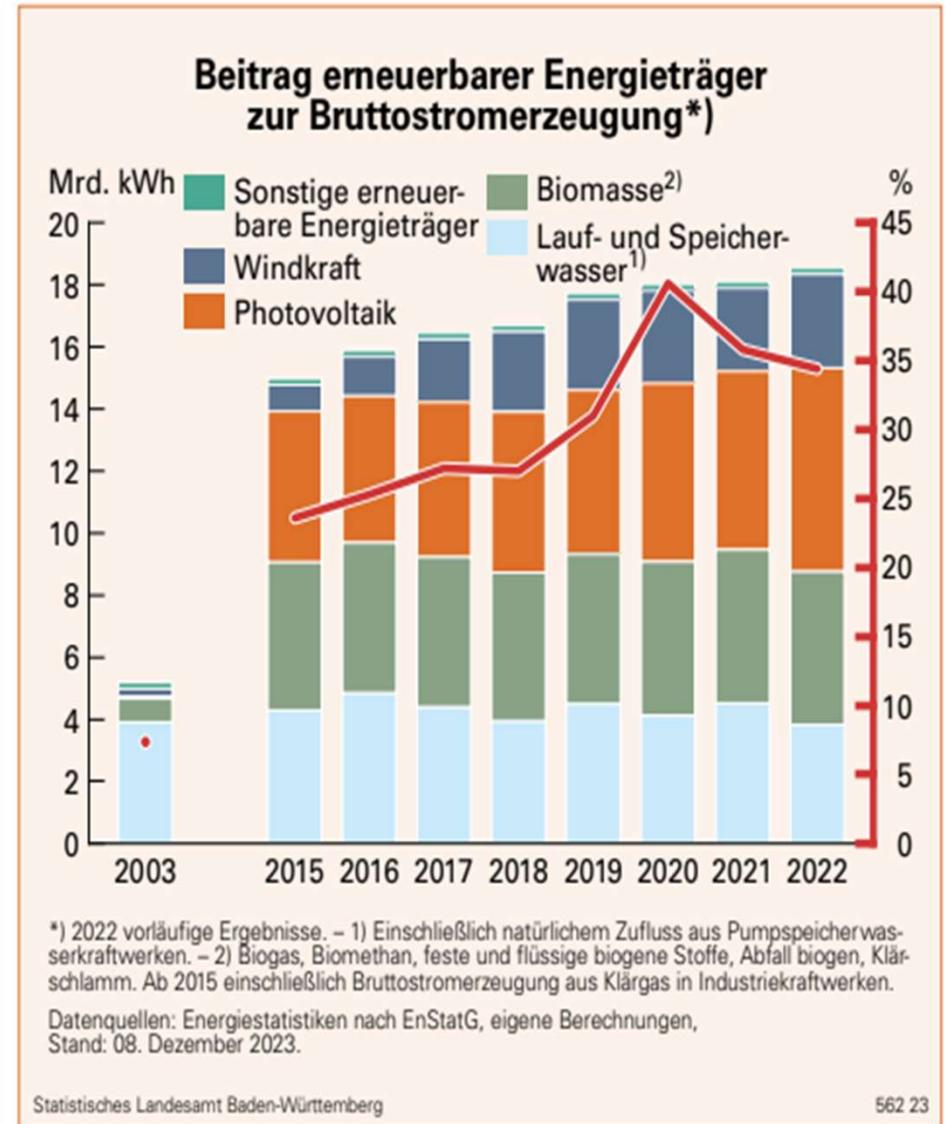
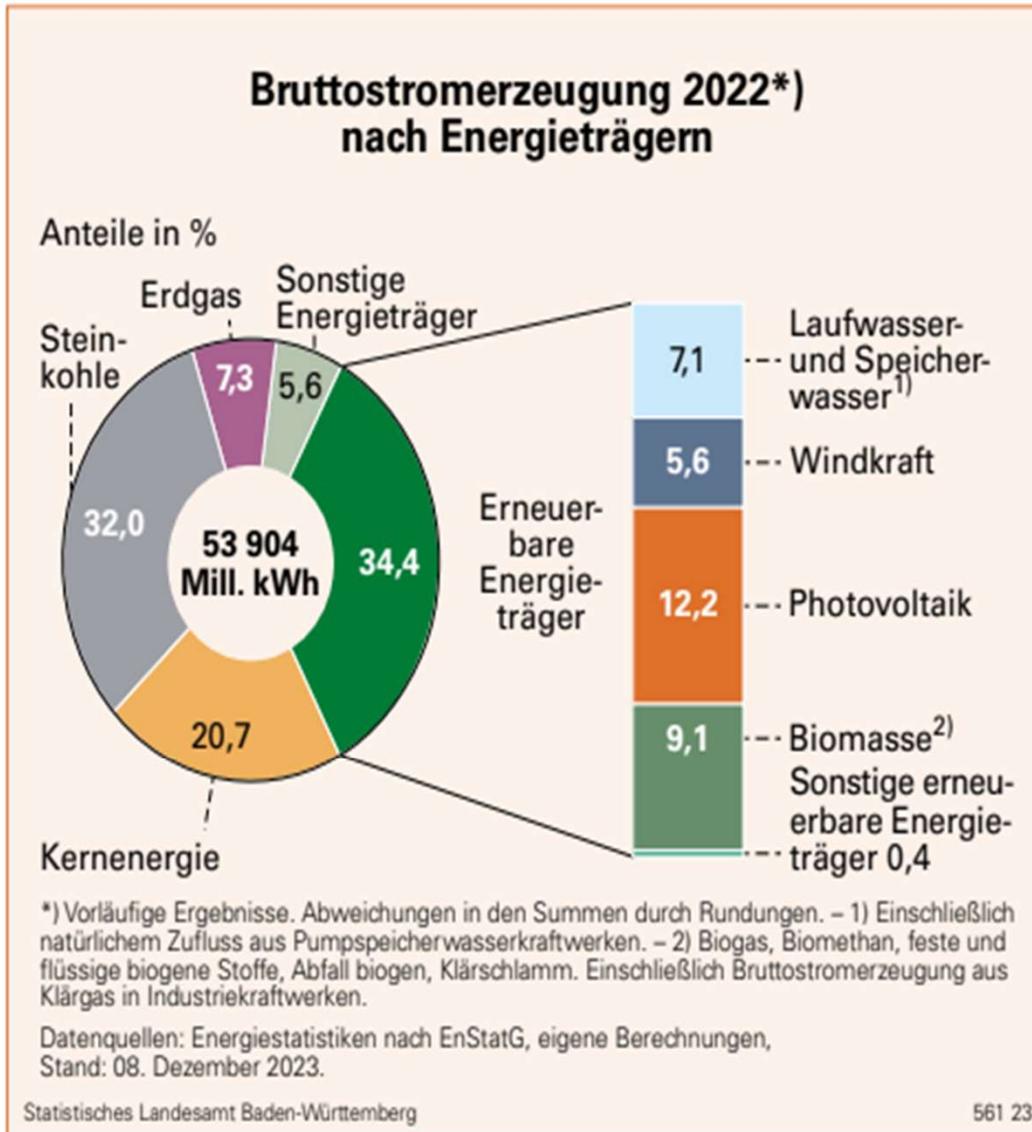
*) Auf Grund der nachträglichen Korrektur einer Kraftwerksmeldung wurde zum Stand Oktober 2017 die Bruttostromerzeugung aus Steinkohle, Heizöl und Erdgas für das Jahr 2015 korrigiert. Die Bruttostromerzeugung insgesamt wurde entsprechend korrigiert.

Erneuerbare Energieträger: Lauf- und Speicherwasserkraftwerke (einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken), Windkraft, Photovoltaik, feste und flüssige biogene Stoffe einschließlich biogener Abfall (bis 2009 werden 60% und ab 2010 noch 50% der Stromerzeugung aus Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen), Geothermie, Biogas, Biomethan, Deponiegas, Klärgas und Klärschlamm.
Sonstige Energieträger: Abfall nicht biogen, Heizöl, Flüssiggas, Raffineriegas, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Braunkohlen, Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Wasserstoff und sonstige Energieträger.

Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 08.12.2023.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2022 nach St. LA BW (3)

Gesamt 53.904 GWh (Mio. kWh) = 53,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 – 10,8 %
Ø 4.813 kWh/Kopf

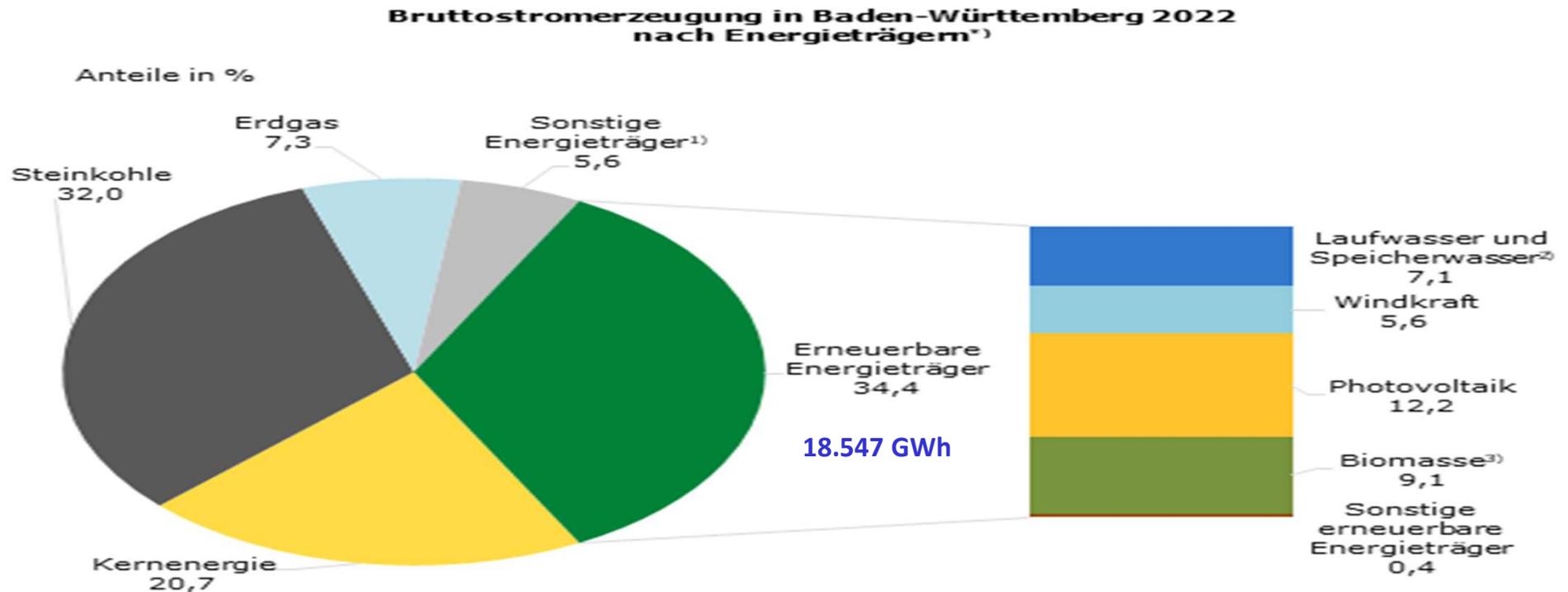


1) Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2023

Bevölkerung (Jahresmittel) 2022: 11,2 Mio.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2022 nach Stat. LA BW (4)

Gesamt 53.904 GWh (Mio. kWh) = 53,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 – 10,8 %
Ø 4.813 kWh/Kopf



***) Vorläufige Ergebnisse.**

1) Pumpspeicherwasserkraftwerke ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen, Heizöl, Flüssiggas, Raffineriegas, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Braunkohlen und Sonstige.

2) Einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken.

3) Biogas, Biomethan, feste und flüssige biogene Stoffe, Abfall biogen, Klärschlamm. Einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 08.12.2023.

© Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2023

* Daten 2020 vorläufig, Stand 12/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt 11,2 Mio.)

Beitrag Erneuerbare Energieträger 18.547 GWh = 18,5 TWh, EE-Anteile 34,4%

davon Photovoltaik 12,2%, Bioenergie 9,1%, Wasserkraft 7,1%, Windkraft 5,6%, Sonstige wie Geothermie u.a. 0,4%

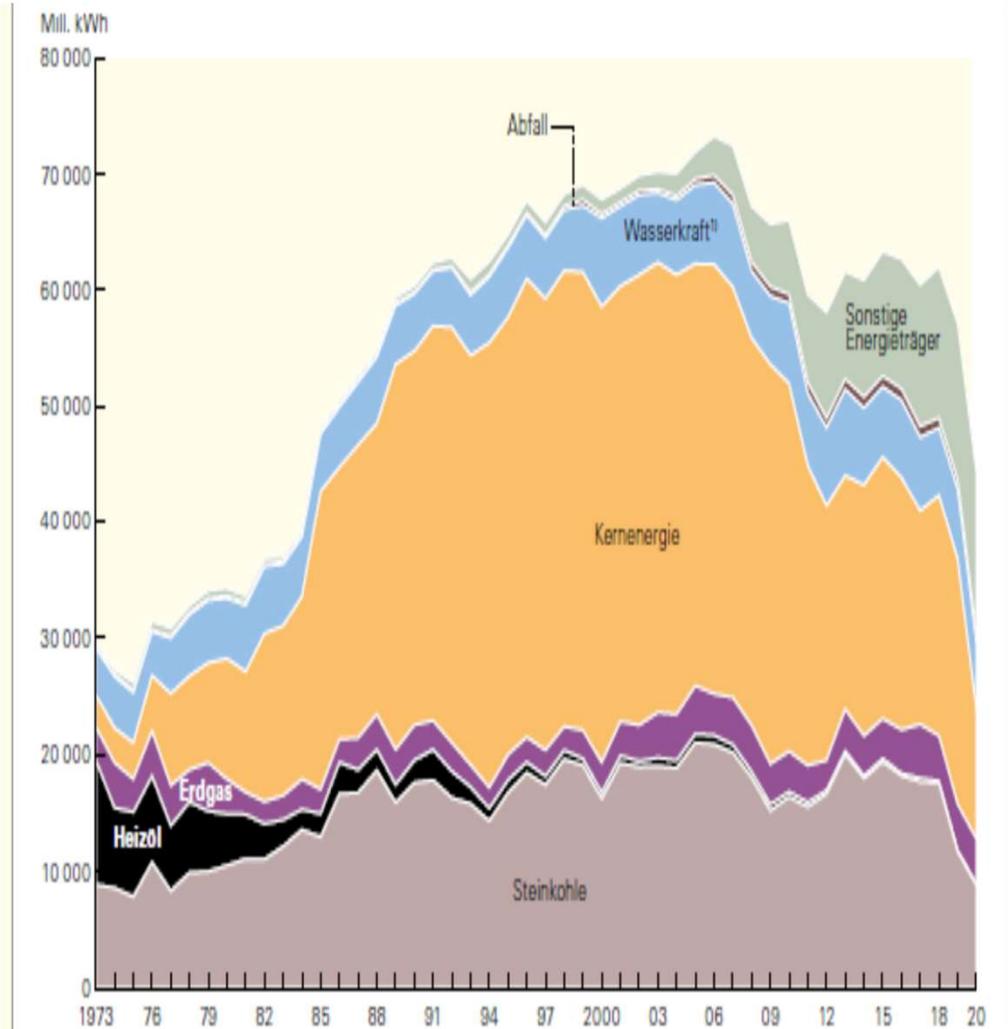
1) Sonstige, z.B. Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss (1,593 Mrd. kWh); Heizöl mit 403 GWh 1)

Quelle: Stat. LA BW 12/2023 aus www.statistik-bw.de

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (5)

Jahr 2020: Gesamt 44.337 GWh (Mio. kWh) = 44,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 - 26,6 %
 Ø 3.994 kWh/Kopf

32. Bruttostromerzeugung*) in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern											
Energieträger	1973	1980	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
	Mill. kWh										
Steinkohle	8 870	10 521	17 604	17 830	16 743	16 236	21 042	16 397	19 407	11 702	8 804
Heizöl	10 683	4 419	1 928	2 620	1 089	521	749	440	272	134	129
Erdgas	2 850	2 984	3 031	2 492	2 194	2 605	4 129	3 468	3 436	3 931	3 873
Kernenergie	2 736	10 333	32 177	33 974	37 626	39 205	36 353	31 669	22 517	21 018	11 113
Wasserkraft ¹⁾	4 005	5 152	4 943	4 726	5 976	7 624	6 781	6 887	6 050	6 068	5 575
Abfall	145	232	116	114	244	338	485	788	927	860	831
Sonstige Energieträger	222	640	584	610	901	1 279	2 354	6 352	10 719	13 416	14 012
Insgesamt	29 511	34 281	60 383	62 366	64 773	67 808	71 893	66 001	63 328	57 129	44 337
	Anteil in %										
Steinkohle	30,1	30,7	29,2	28,6	25,8	23,9	29,3	24,8	30,6	20,5	19,9
Heizöl	36,2	12,9	3,2	4,2	1,7	0,8	1,0	0,7	0,4	0,2	0,3
Erdgas	9,7	8,7	5,0	4,0	3,4	3,8	5,7	5,3	5,4	6,9	8,7
Kernenergie	9,3	30,1	53,3	54,5	58,1	57,8	50,6	48,0	35,6	36,8	25,1
Wasserkraft ¹⁾	13,6	15,0	8,2	7,6	9,2	11,2	9,4	10,4	9,6	10,6	12,6
Abfall	0,5	0,7	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	1,2	1,5	1,5	1,9
Sonstige Energieträger	0,8	1,9	1,0	1,0	1,4	1,9	3,3	9,6	16,9	23,5	31,6
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022
 Ab 1999 einschließlich Netzeinspeisung.

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020 = 11,1 Mio.

1) Einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke mit und ohne natürlichen Zufluss.

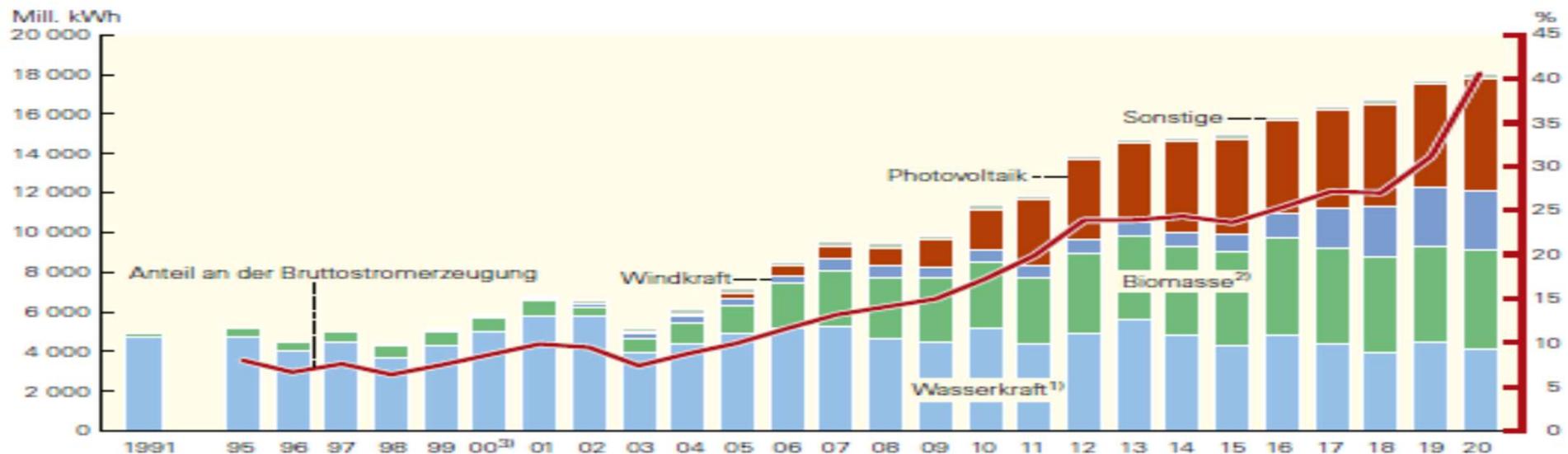
2) Anteil Erneuerbare Energien einschließlich Wasserkraft 40,6%

Entwicklung Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2020 (1)

Jahr 2020: Beitrag Erneuerbare 18.014 Mio. kWh = 18,0 TWh, Anteil 40,6% von 44,337 TWh

I-11 Anteil erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg seit 1991

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	1991	2001	2005	2010	2015	2019	2020
Bruttostromerzeugung	Mill. kWh	62 366	68 749	71 893	66 001	63 328	57 129	44 337
Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern	Mill. kWh	4 897	6 774	7 160	11 364	14 953	17 719	18 014
Anteil an der Bruttostromerzeugung davon	%	7,9	9,9	10,0	17,2	23,6	31,0	40,6
Wasserkraft ¹⁾	Mill. kWh	4 726	5 750	4 910	5 133	4 300	4 500	4 130
Biomasse ²⁾	Mill. kWh	171	786	1 416	3 402	4 760	4 822	4 952
Windkraft	Mill. kWh	–	92	312	541	831	2 909	2 986
Photovoltaik	Mill. kWh	–	19	272	2 085	4 863	5 282	5 738
Sonstige	Mill. kWh	–	127	250	203	198	207	208



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022.

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020: 11,1 Mio.

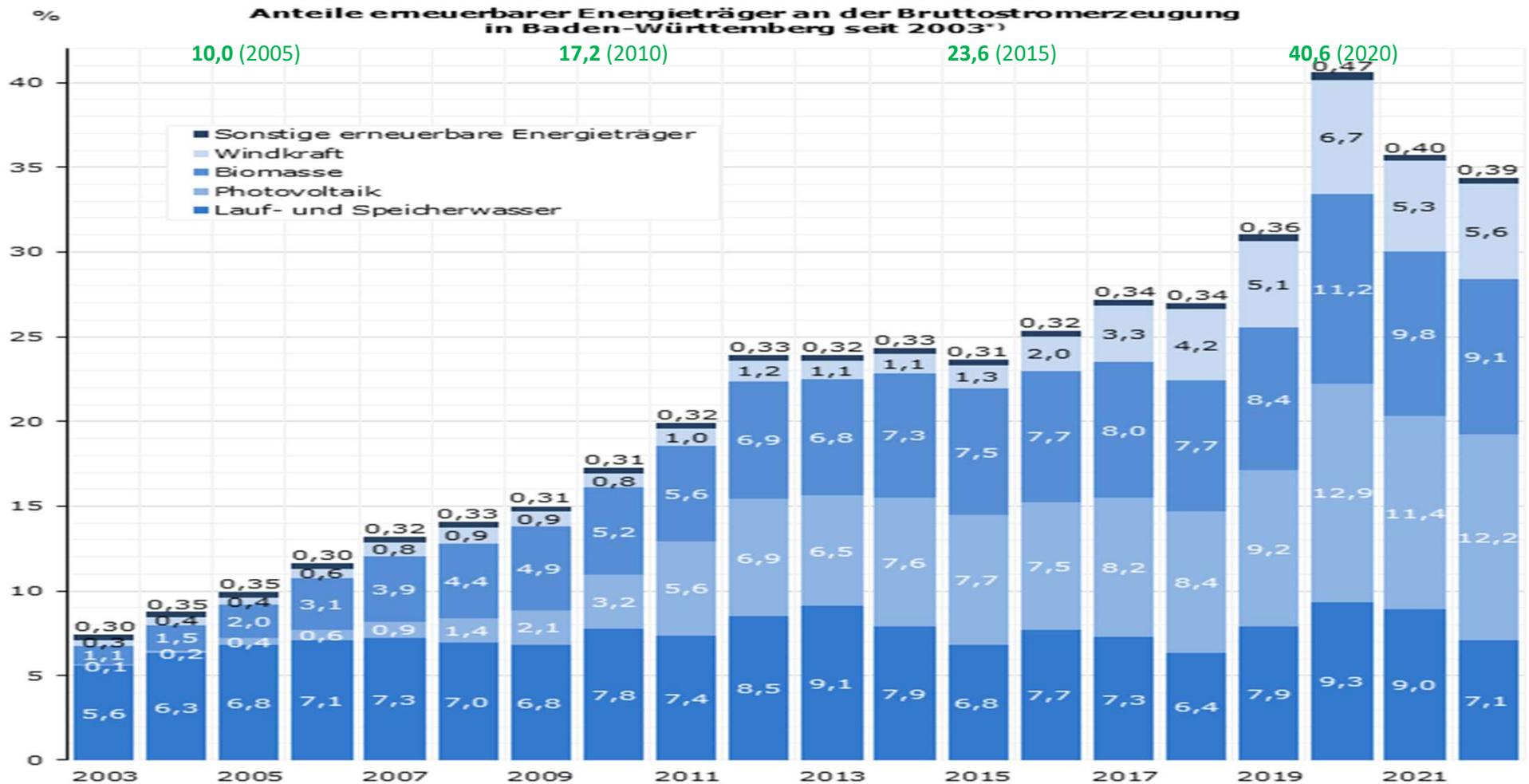
1) Bis 1992 einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke, ab 1993 nur noch einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken.

2) Einschließlich Abfall biogen (bis 2009 werden 60 % und ab 2010 noch 50 % der Stromerzeugung aus Abfall als erneuerbare Energie berücksichtigt).

3) Werte teilweise geschätzt.

Entwicklung Anteil erneuerbare Energieträger an der Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2003-2022 (2)

Jahr 2022: Beitrag Erneuerbare 18.547 GWh = 18,5 TWh,
 Anteil Erneuerbare 34,4% von 53.904 GWh = 53,9 TWh



*) Auf Grund der nachträglichen Korrektur einer Kraftwerksmeldung wurde zum Stand Oktober 2017 die Bruttostromerzeugung aus Steinkohle, Heizöl und Erdgas für das Jahr 2015 korrigiert. Die Bruttostromerzeugung insgesamt wurde entsprechend korrigiert.

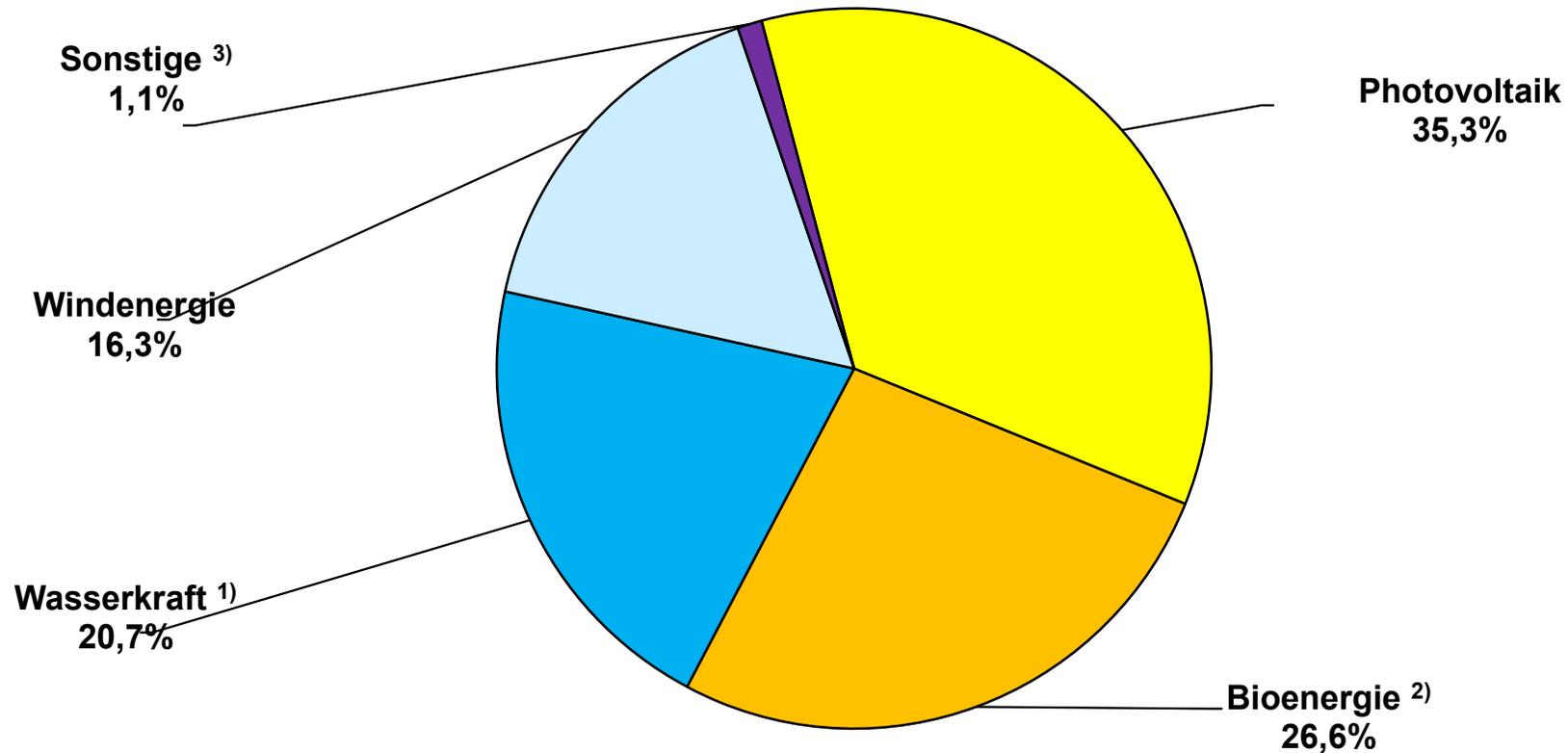
Lauf- und Speicherwasser: Einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken.

Biomasse: Feste und flüssige biogene Stoffe, Biogas, Biomethan, Klärschlamm und Abfall biogen (bis 2009 werden 60% und ab 2010 noch 50% der Stromerzeugung aus Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen). Seit 2015 einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 08.12.2023.

Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 (3)

Gesamt 53.904 GWh = 53,9 TWh
EE-Beitrag 18,547 GWh, Anteile an der BSE 34,4%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2023.

Bevölkerung (Jahresmittel) 2022: 11,2 Mio.

1) Einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken.

2) Biogas, Biomethan, feste und flüssige biogene Stoffe, Abfall biogen, Klärschlamm. Einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

3) Deponiegas, Klärgas und Geothermie.

Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1)

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	WASSERKRAFT ¹⁾		WINDENERGIE		PHOTOVOLTAIK ²⁾		BIOMASSE									SUMME STROMERZEUGUNG	
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON BIOGAS ³⁾	DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS ⁴⁾	DAVON KLÄRGAS	DAVON DEPONIEGAS	GEOTHERMIE			
2000	5.628	768	53	62	5	12	805	320	58	0	37	7	203	85	160	0,0	6.491
2001	5.750	772	92	114	19	38	860	354	66	1	56	11	205	91	152	0,0	6.721
2002	5.769	776	193	175	33	67	934	398	75	1	80	13	218	97	139	0,0	6.929
2003	3.917	775	234	208	79	106	992	474	104	3	107	17	201	110	97	0,0	5.222
2004	4.426	775	306	254	134	229	1.348	719	153	14	154	33	213	116	131	0,0	6.215
2005	4.910	775	312	273	272	426	1.812	938	158	51	282	76	291	122	128	0,0	7.306
2006	5.186	775	395	295	465	618	2.258	956	161	172	526	120	386	127	90	0,0	8.304
2007	5.261	775	586	405	668	879	2.716	991	162	259	757	158	479	135	94	0,0	9.231
2008	4.691	777	614	417	951	1.272	2.889	987	168	208	992	178	481	146	76	0,0	9.146
2009	4.471	777	545	451	1.370	1.899	3.280	1.064	182	167	1.389	224	458	149	53	0,0	9.666
2010	5.132	832	541	461	2.085	2.918	3.312	1.068	179	134	1.545	260	364	153	49	0,1	11.071
2011	4.404	837	589	478	3.320	3.841	3.701	1.075	189	51	1.929	319	442	159	45	0,0	12.014
2012	4.945	842	666	503	4.048	4.431	3.862	1.102	185	42	2.155	335	357	165	41	0,5	13.521
2013	5.616	866	667	534	4.108	4.773	4.047	1.073	193	38	2.320	368	404	173	39	1,2	14.439
2014	4.803	871	679	550	4.797	5.025	4.280	1.101	185	36	2.519	458	406	181	37	0,6	14.559
2015	4.300	876	831	696	5.090	5.188	4.623	1.160	195	46	2.791	466	406	184	35	0,0	14.845
2016	4.850	881	1.235	1030	4.994	5.335	4.609	1.148	193	47	2.763	526	430	187	34	0,3	15.687
2017	4.396	883	1.982	1420	5.312	5.542	4.641	1.155	193	30	2.822	498	408	195	32	0,3	16.331
2018	3.941	885	2.581	1524	5.587	5.842	4.640	1.149	193	36	2.837	532	392	196	30	0,0	16.749
2019	4.500	887	2.909	1551	5.764	6.267	4.560	1.024	193	37	2.899	575	379	196	25	0,0	17.733
2020	4.130	888	2.986	1579	6.351	6.891	4.715	1.110	194	29	2.960	622	395	196	25	0,0	18.182
2021	4.529	889	2.679	1701	6.535	7.511	4.577	1.053	182	12	2.903	640	391	193	25	0,7	18.321
2022	4.140	892	2.916	1714	7.869	8.290	4.403	932	174	5	2.862	635	394	185	24	1,0	19.329

Jahr 2022:

EE-Strom 19,3 TWh

von gesamt 54,6 bzw. 66,7 TWh
(Anteile BSE 35,4%, BSV 29,0%)*

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023;
alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum Jahresende.

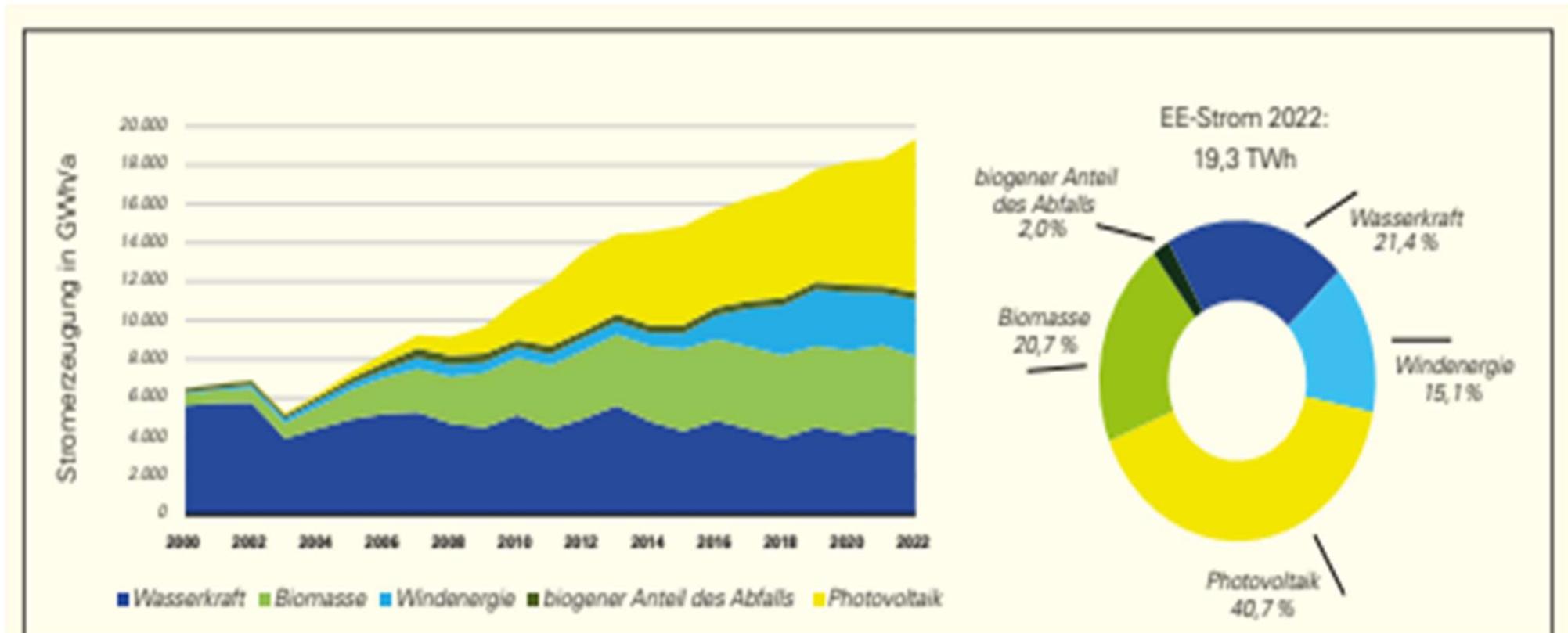
- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken;
Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken;
Achtung: ab 2003 Abweichung bei der Wasserkraft zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe nach Heimerl
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem PV-Strom)
- 3) Überarbeitete Zeitreihe; die Leistungs- und Stromdaten enthalten auch Biomethan-BHKW
- 4) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt
- 5) **Jahr 2022: EE bezogen auf eine Bruttostromerzeugung (BSE) von 54,6 TWh bzw. Bruttostromverbrauch (BSV) von 66,7 TWh**

Quelle: UM BW; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, Stand 10/2023

Entwicklung der **Stromerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE)** in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (2)

Jahr 2022: Gesamt 19,3 TWh von 54,6 TWh
Anteile an der BSE 35,4%, am BSV 29,0%

ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN



* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Basis Zensus 2011) 2022: 11,2 Mio.

1) Bezugsgrößen geschätzt : Brutto-Stromerzeugung (BSE) 54,6 TWh; Brutto-Stromverbrauch (BSV) 66,7 TWh, Stromverbrauch Endenergie (SVE) k.A. TWh

2) Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken

3) Biomasse: Feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls mit 50%

4) biogener Anteil des Abfalls mit 50%

Hinweis:

Bei der Stromerzeugung durch EE wird die **Stromeinspeisung ins Netz gleich Bruttostromerzeugung (BSE) gleich Stromverbrauch Endenergie (SVE)** unter Vernachlässigung des Eigenverbrauchs und der Netzverluste gesetzt nach Auskunft Tobias Kelm, ZSW 11/2009

Strombereitstellung (Endenergie) = Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (3)

EE-Strom 19,3 TWh

Anteile BSE 35,4% von 54,6 TWh, BSV 29,0% von 66,7 TWh)*

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Technologien	ENDENERGIE	PRIMÄR- ENERGIE- ÄQUIVALENT ¹⁾	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG			Anteil am Brutto- stromver- brauch ²⁾	Anteil an der Brutto- stromer- zeugung ²⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.140	14,9	6,2	7,6	1,2
Windenergie	2.916	10,5	4,4	5,3	0,8
Photovoltaik	7.869	28,3	11,8	14,4	2,2
feste biogene Brennstoffe	932	11,9	1,4	1,7	0,9
flüssige biogene Brennstoffe	5	0,1	0,01	0,01	0,01
Biogas	2.862	23,0	4,3	5,2	1,8
Klär gas	185	1,7	0,3	0,3	0,1
Deponie gas	24	0,3	0,04	0,04	0,03
Geothermie	1,0	0,03	0,001	0,002	0,003
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	394	5,6	0,6	0,7	0,4
Gesamt	19.329	96,4	29,0	35,4	7,5

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 11,2 Mio.

1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.289 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II

2) Gesamte Bruttostromerzeugung (BSE) 19,3TWh; gesamter Bruttostromverbrauch (BSV) 66,7TWh

3) Beitrag gesamte Biomasse 4,008 GWh = EE-Anteil 20,7% (BSE-Gesamtanteil 7,3%) bzw. (BSV- Gesamtanteil 6,0%)

4) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken

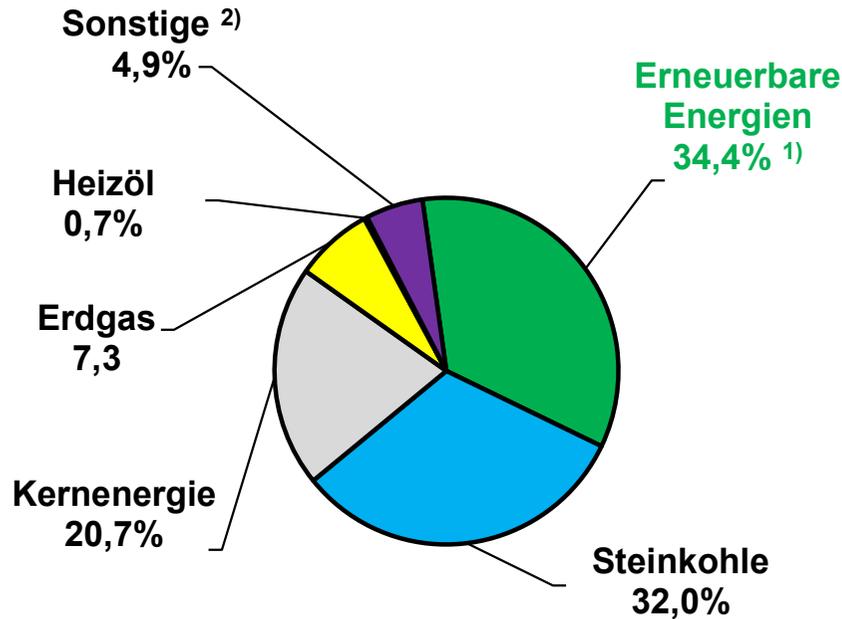
5) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt

Quelle: UM BW & ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern mit Beitrag EE in Baden-Württemberg 2022 und in Deutschland 2021

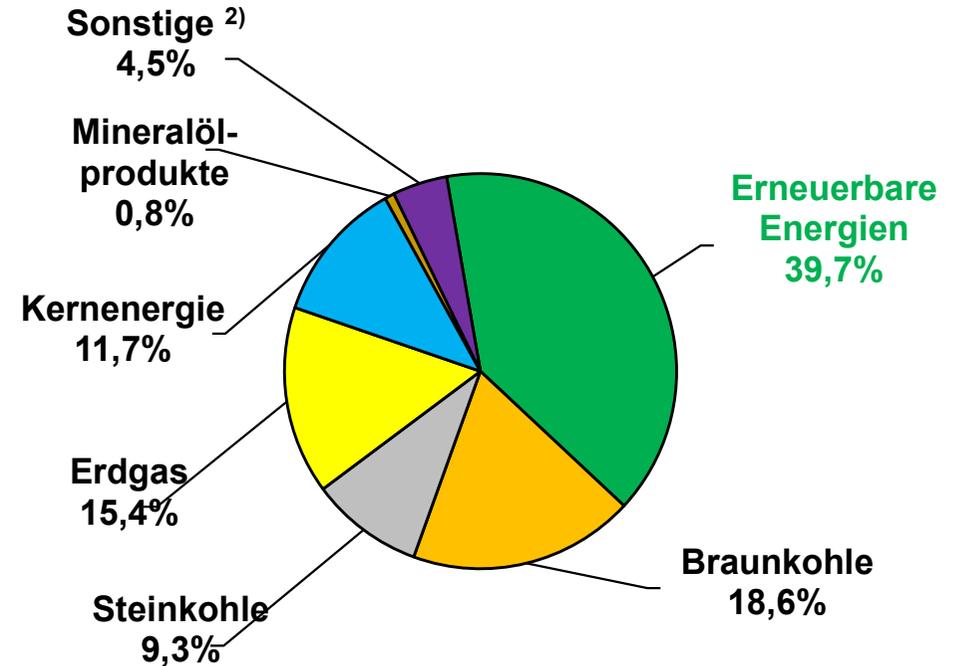
Baden-Württemberg (BW) nach Stat. LA BW

Gesamt 53,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 – 10,8 %
4.813 kWh/Kopf



Deutschland (D) nach AGEB

BSE-Gesamt 588,8 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2021 - 7,1%
Ø 7.077 kWh/Kopf



Anteile Erneuerbare in D 39,7% / BW 34,4%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2023 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,2 Mio.

1) Beitrag Erneuerbare Energieträger 18,5 TWh, EE-Anteile 34,4%

2) Braunkohlen, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Flüssiggas, Raffineriegas, Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen (Anteil 50%), sonstige Energieträger.

* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,2 Mio.

2) Sonstige (25,9 TWh): Nichtbiogene Abfälle (50%), Abwärme, Pumpstrom (5,3 TWh) sowie Netzverluste und Eigenverbrauch

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 66,7 TWh; EE-Anteil am BSV 29,0 Prozent

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 550,7 TWh; EE-Anteil am BSV 41,0 Prozent

Quelle: Stat. LA BW 12/2023 aus www.statistik-bw.de

Quellen: AGEB - Stromerzeugung in Deutschland 1990-2021, 9/2022; Stat. BA 4/2022

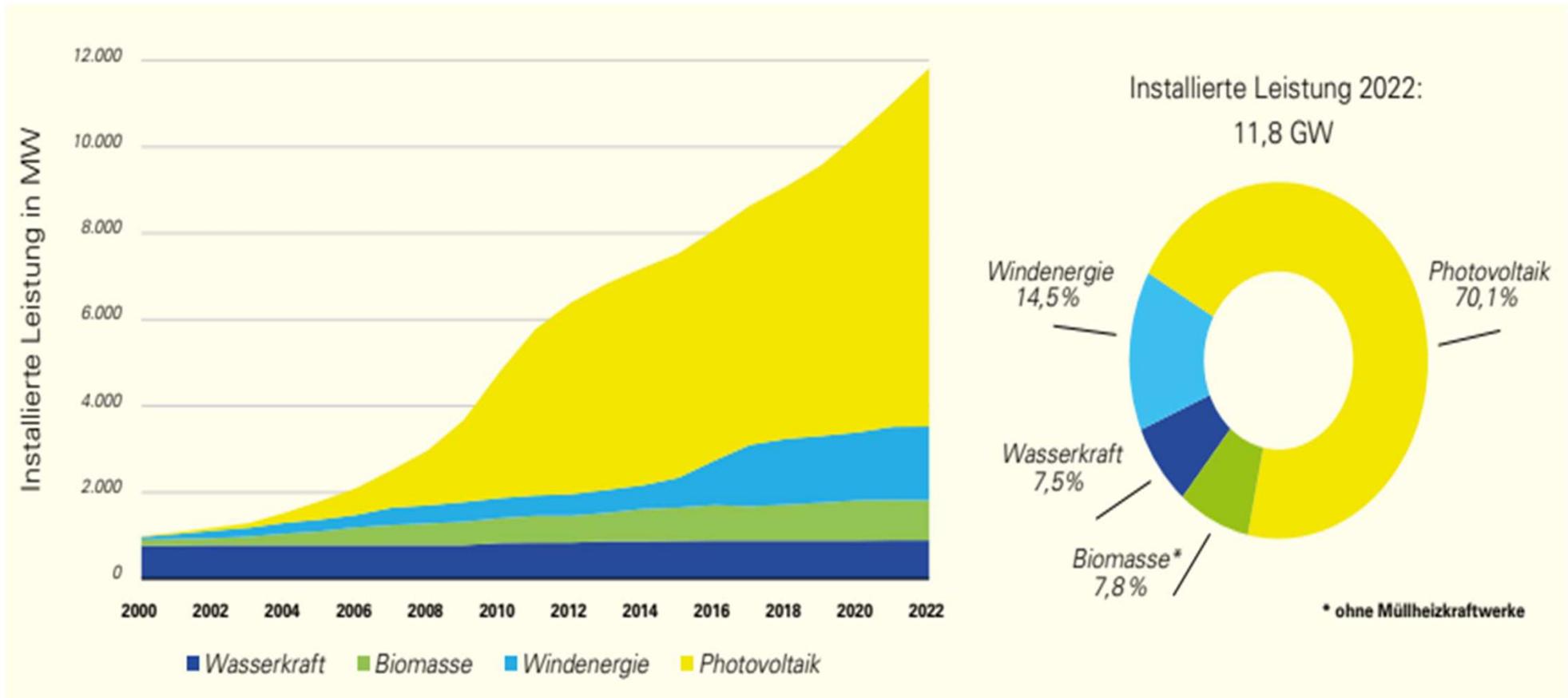
Beitrag Windenergie

zur Stromversorgung, Teil 2 – Anlagen/Leistung

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach elektrischer Leistung in Baden-Württemberg Ende 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1)

Ende 2022: Gesamt 11.826 MW = 11,8 GW ^{1,2)}

ENTWICKLUNG DER ELEKTRISCHEN LEISTUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN



Dominant ist die elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen mit 70,1%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

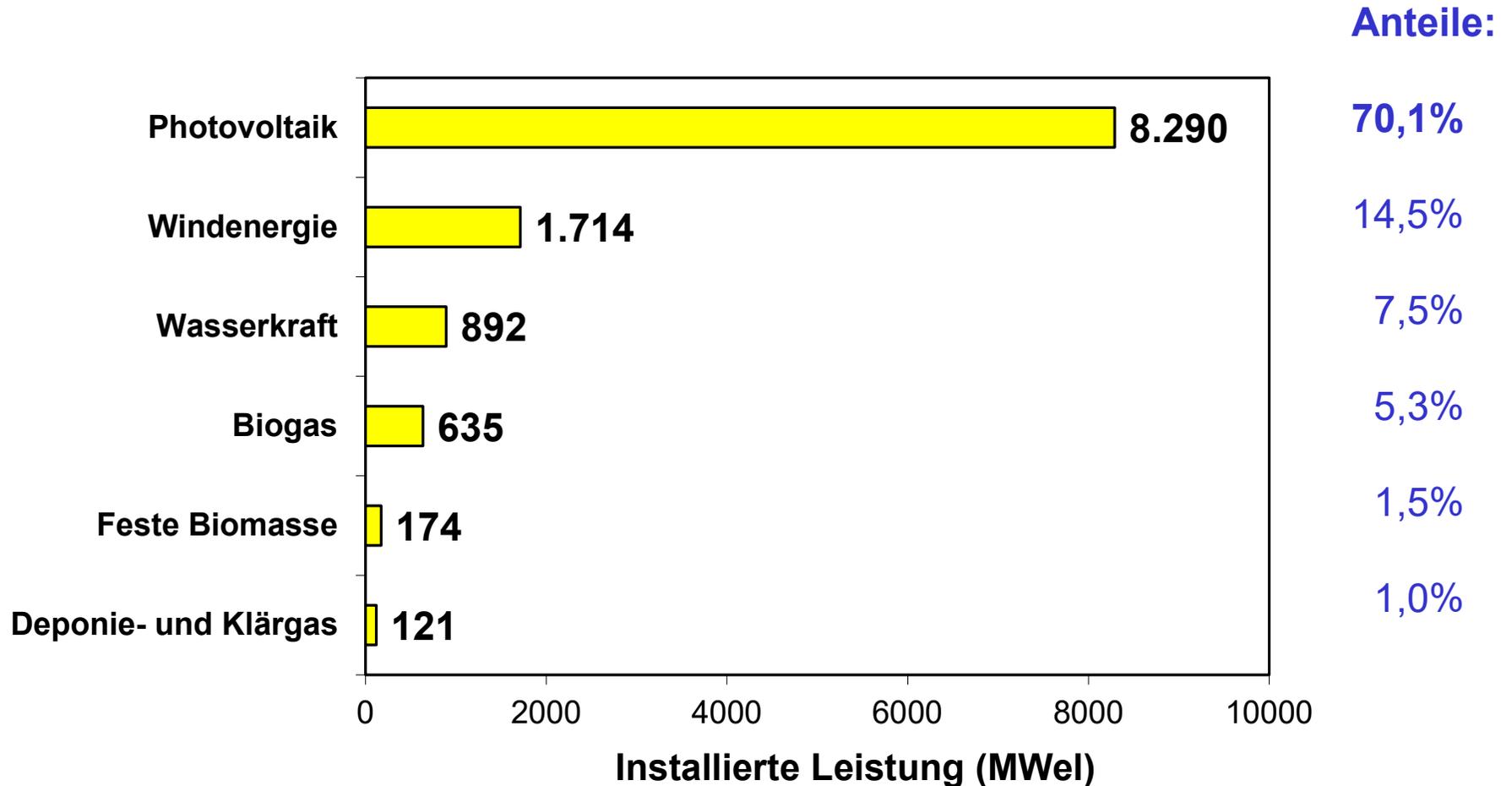
1) Elektrische Leistung Photovoltaik 8.290 MW, Windenergie 1.714, Wasserkraft 892 MW, Biomasse* = 930 MW (Anteil 7,8%), davon Biogase 635 MW, feste Biomasse 174 MW, Deponie- und Klärgas 121 MW; Müllheizkraftwerke wurden nicht berücksichtigt!

2) Geothermie wurde vernachlässigt

Quelle: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Installierte elektrische Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg Ende 2022 nach UM BW ZSW (2)

Ende 2022: Gesamt 11.826 MW = 11,8 GW ^{1,2)}



Grafik Bouse 2023

Beitrag Windenergie 1.714 MW, Anteil 14,5% ²⁾

* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

1) Elektrische Leistung Photovoltaik 8.290 MW, Windenergie 1.714, Wasserkraft 892 MW, Biomasse* = 930 MW (Anteil 7,8%), davon Biogase 635 MW, feste Biomasse 174 MW, Deponie- und Klärgas 121 MW; Müllheizkraftwerke wurden nicht berücksichtigt!

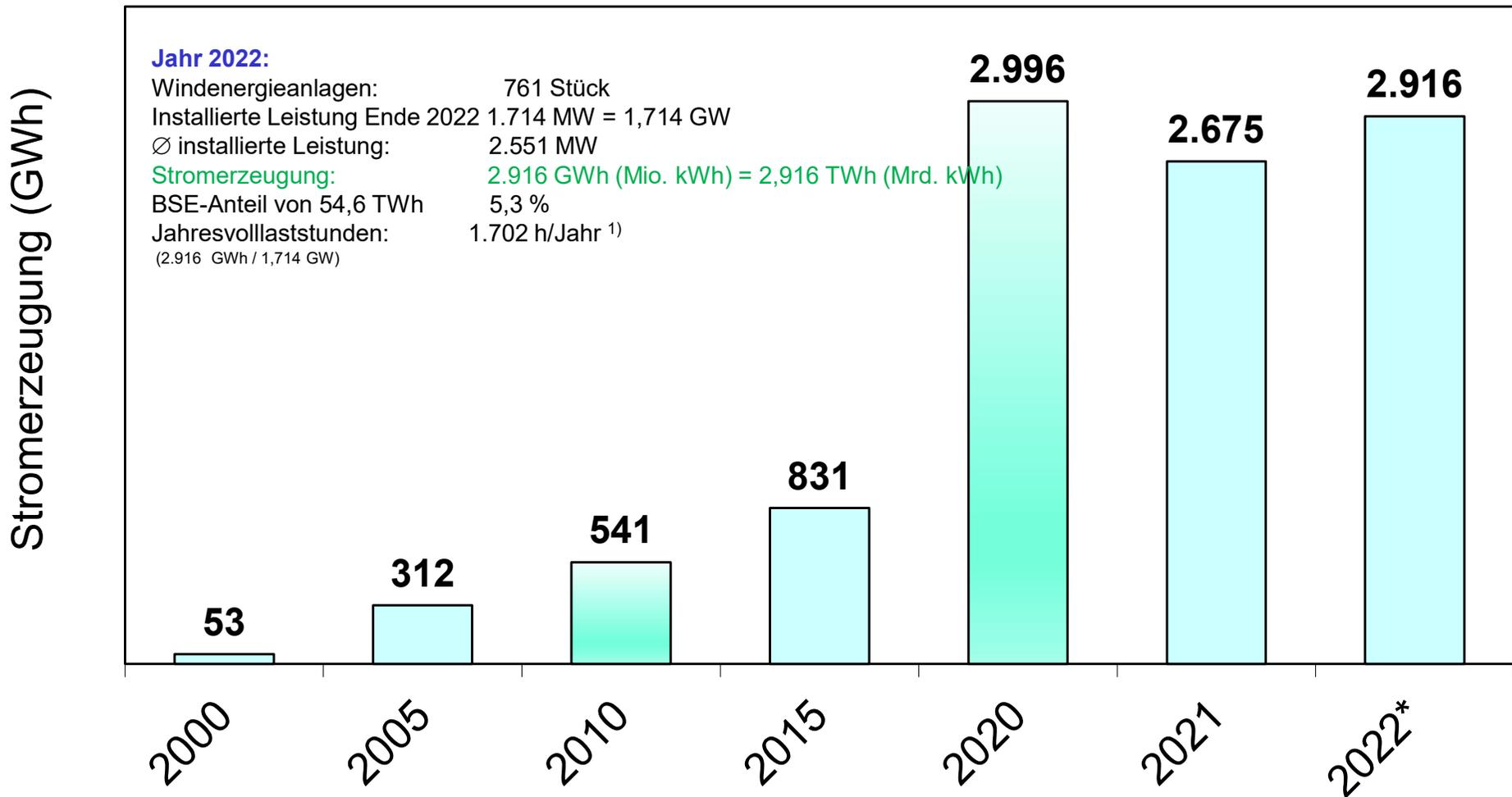
2) Geothermie wurde vernachlässigt

Quelle: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Windenergie

zur Stromversorgung

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus Windenergie in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1)



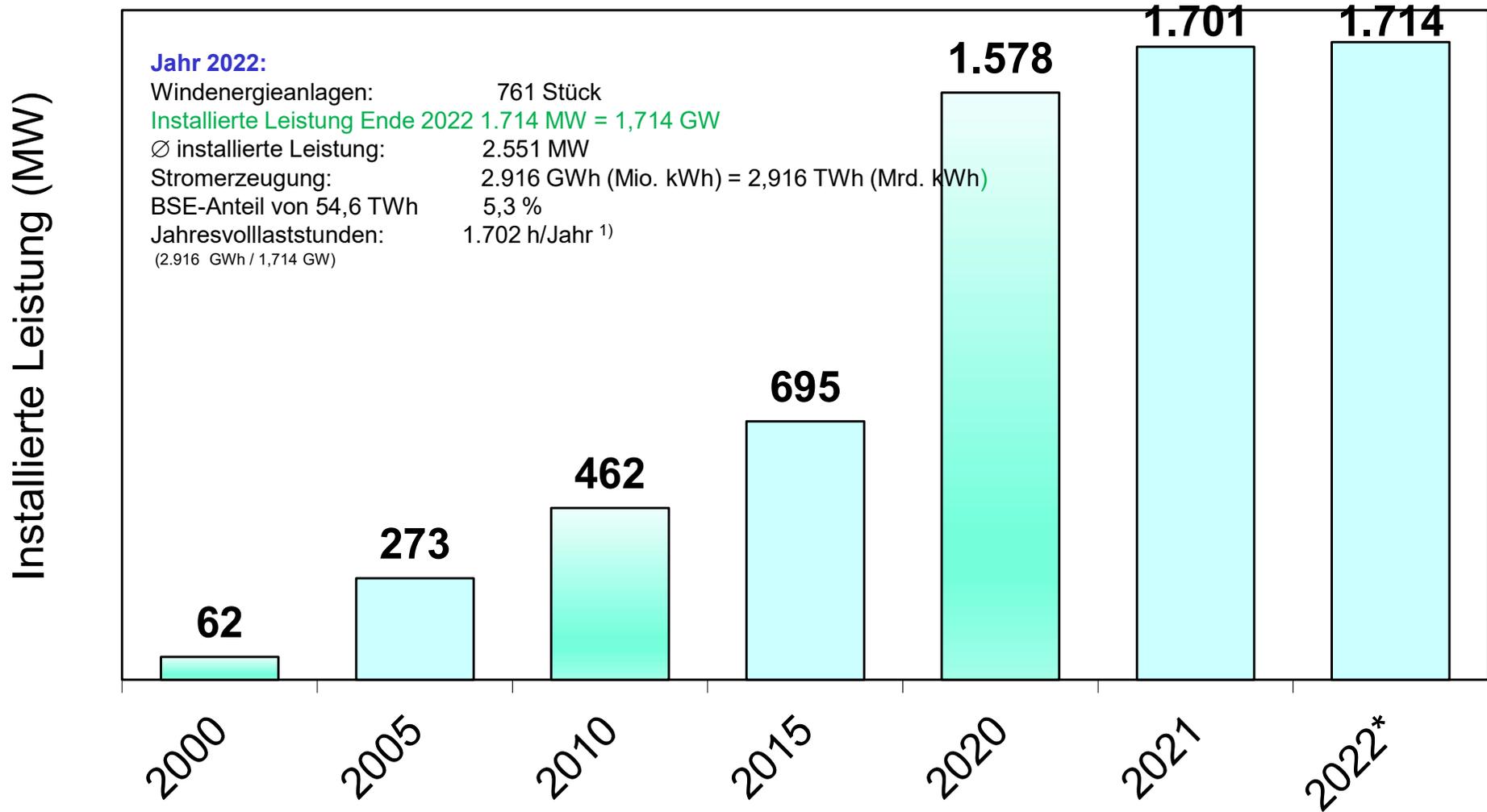
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Genauere Berechnung für Jahr 2022: Berechnung mit installierte Leistung im Jahresdurchschnitt anstelle installierte Leistung zum Jahresende 2022

Quelle: UM BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Entwicklung gesamte installierte Leistung von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (2)



Grafik Bouse 2023

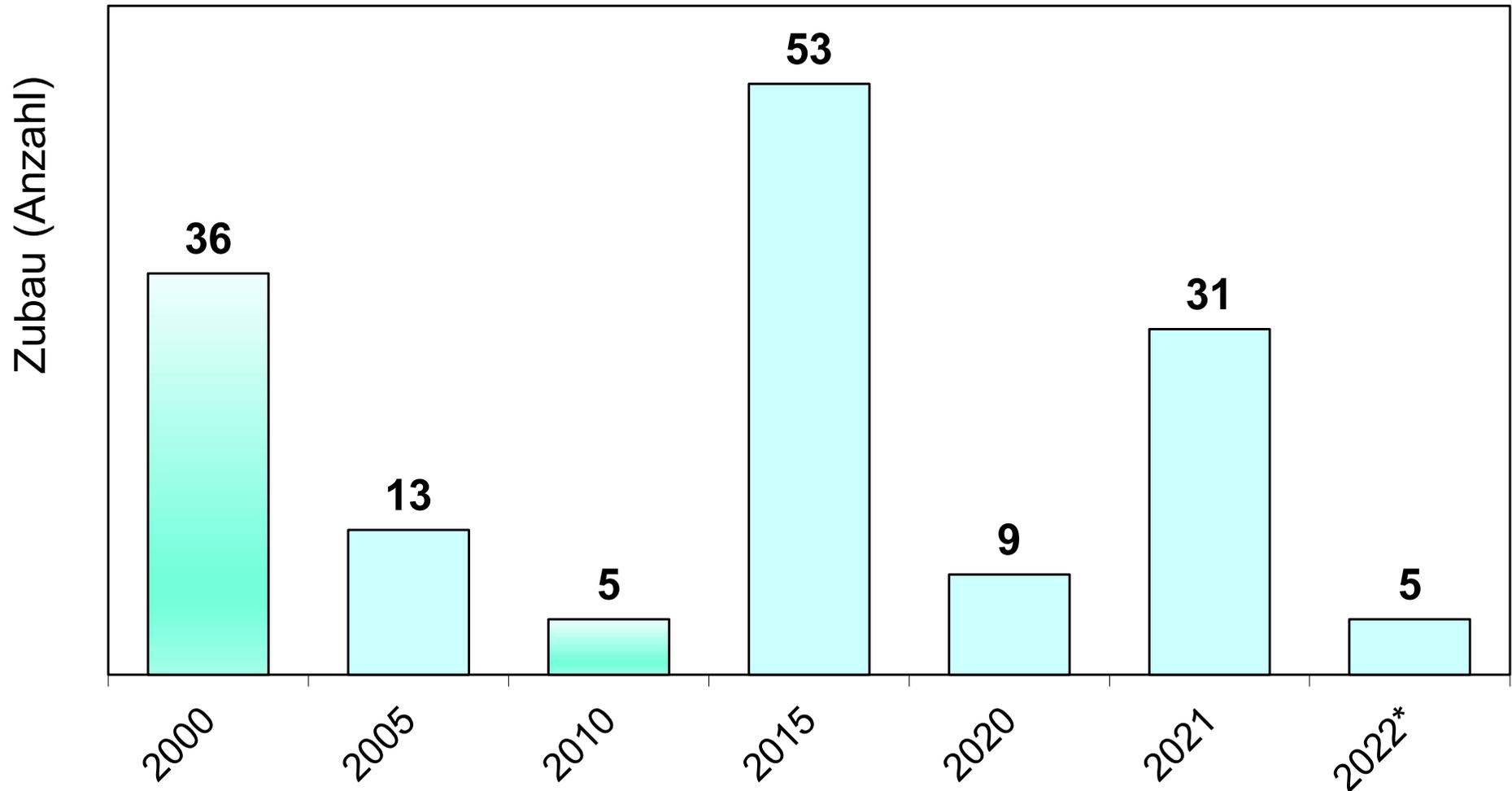
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: UM-BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023
 Deutsche WindGuard, Status des Windenergieausbaus an Land bzw. auf See in Deutschland 2023, 1/2024;

Entwicklung **Brutto-Zubau** von Windenergieanlagen (WEA) in Baden-Württemberg 2000-2022 (1)

Jahr 2022: 5 Anlagen*

Installierte Leistung 20,5 MW_{el}, Durchschnittsleistung 4.100 kW/Anlage



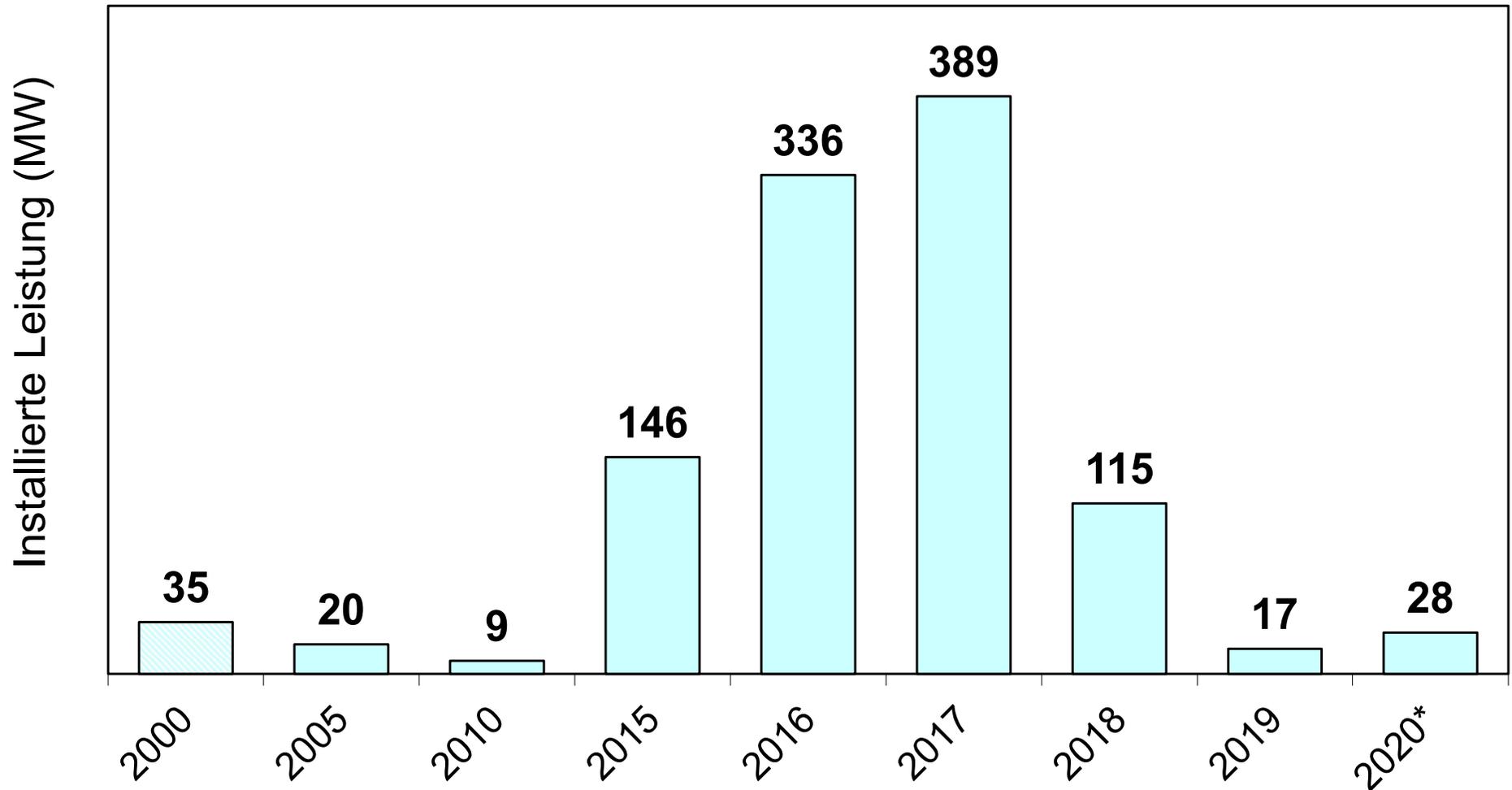
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quelle: UM BW – Ausbau Windenergie, Stand 10/2023

Entwicklung Zubau der **installierten Leistung** von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2020 (2)

**Jahr 2020: Gesamt 28 MW_{el}* ,
Installierte Durchschnittsleistung 3.111 kW/Anlage bei 9 Anlagen**



Grafik Bouse 2021

* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

Quellen: UM-BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020, 10/2021; DEWI 2021; UM BW – PW Windenergieausbau 2015, LU BW & UM BW 2016
Deutsche WindGuard, Status des Windenergieausbaus an Land bzw. auf See in Deutschland 2019, 2/2020; UM BW – Ausbau Windenergie in BW , 9/2020

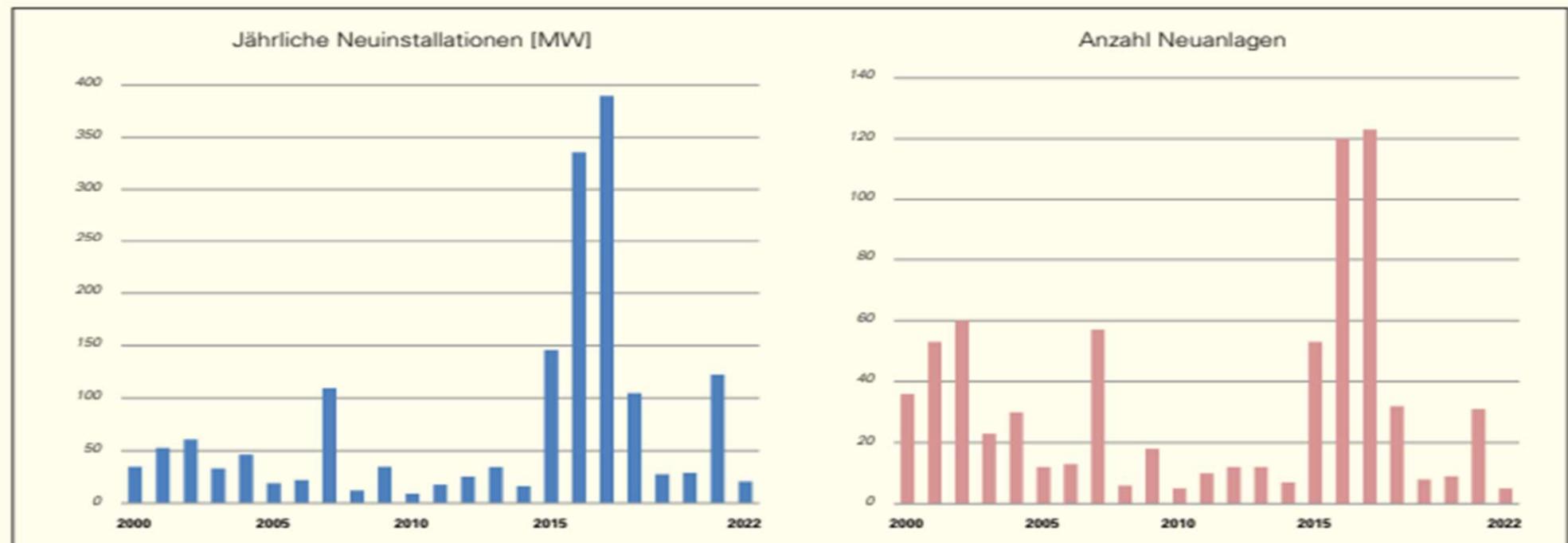
Entwicklung der jährlichen Neuinstallationen und mittlere Anlagenleistung von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1)

Jahr 2022: Anlagenzahl 5, Installationen 20,5 MW
4.100 kW/Anlage

ENTWICKLUNG DER JÄHRLICHEN NEUINSTALLATIONEN UND MITTLEREN NEUANLAGENLEISTUNG VON WINDENERGIEANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Nach einem deutlichen Anstieg der jährlichen Neuinstallationen von Windenergieanlagen an Land in den Jahren 2015 bis 2017 ist der Zubau von Neuanlagen in den Jahren 2018 und 2019 jeweils erheblich zurückgegangen. Dies ist primär auf die Einführung von Ausschreibungen und auf die schwache Genehmigungssituation zurückzuführen.

2021 hat sich die Zahl der Neuinstallationen gegenüber dem Vorjahr verdreifacht, im Folgejahr sank die Zahl der Inbetriebnahmen auf 5 Anlagen. Die mittlere Leistung der neu installierten Anlagen lag zuletzt bei 4,1 MW pro Anlage.



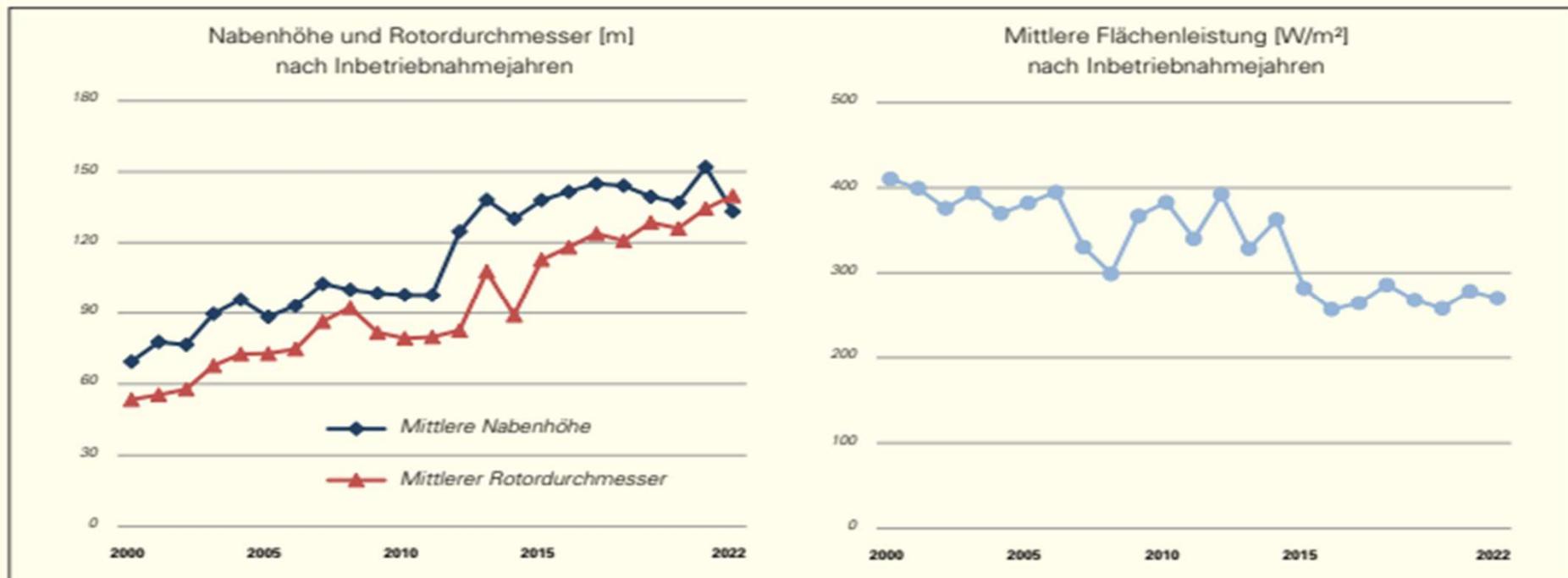
Entwicklung von mittlere Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Flächenleistung von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (2)

Jahr 2021: Mittlere Nabenhöhe ca. 160 m, Rotordurchmesser ca. 135 m, Flächenleistung ca. 280 W/m²

ENTWICKLUNG VON NABENHÖHE, ROTORDURCHMESSER UND FLÄCHENLEISTUNG VON NEUEN WINDENERGIEANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Um angesichts begrenzter Standortverfügbarkeit und Standortgütern ausreichend hohe Winderträge für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb zu realisieren, wurden neue Windenergieanlagen in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren im Trend höher und weisen

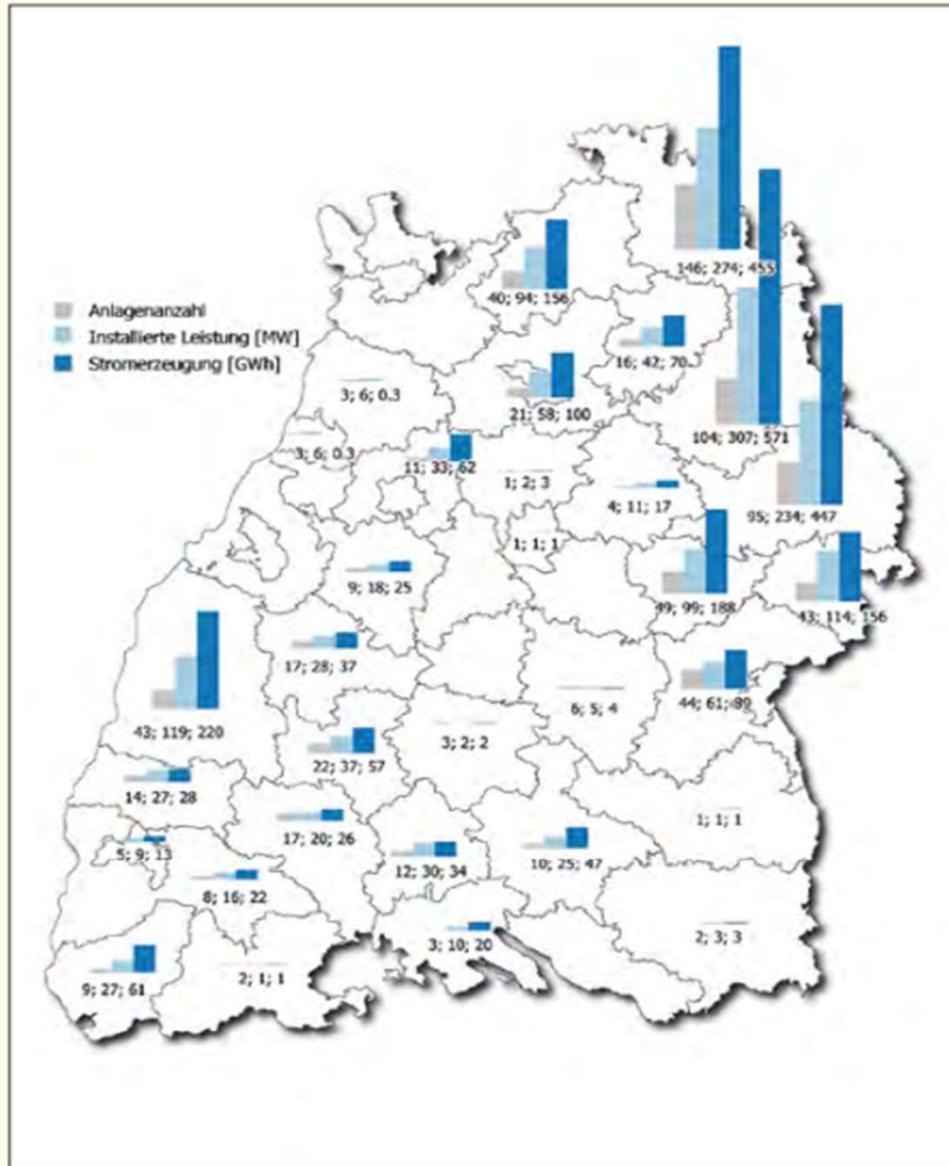
einen größeren Rotordurchmesser auf. Der Trend zu auf das Binnenland optimierten Anlagen zeigt sich ebenfalls in der tendenziell sinkenden Flächenleistung (installierte Leistung zu überstrichener Rotorfläche) von Neuanlagen.



Quelle: Auswertung LUBW-Daten [24]; Datenstand September 2023

Regionale Verteilung der Windkraftanlagen nach Landkreisen in Baden-Württemberg Ende 2022

REGIONALE VERTEILUNG DER WINDKRAFTANLAGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2022



Windkraftanlagen in Baden-Württemberg sind überwiegend im Nordosten des Bundeslandes installiert. Auf diese Region entfallen etwas mehr als 50 Prozent des erzeugten Windstroms und knapp 50 Prozent der im Land installierten Windkraftleistung. An erster Stelle liegt der Kreis Schwäbisch Hall mit einer Leistung von 307 MW und einer Stromerzeugung von 571 GWh, gefolgt vom Main-Tauber-Kreis (274 MW und 455 GWh) sowie dem Ostalbkreis (242 MW und 447 GWh).

Eine Ausnahme in der regionalen Verteilung ist der Ortenaukreis im Westen von Baden-Württemberg, der ebenfalls hohe Anlagenzahlen und Stromerträge aufweist.

Ohne Kleinwindanlagen

Anlagenstand Ende 2022, Datenstand: September 2023

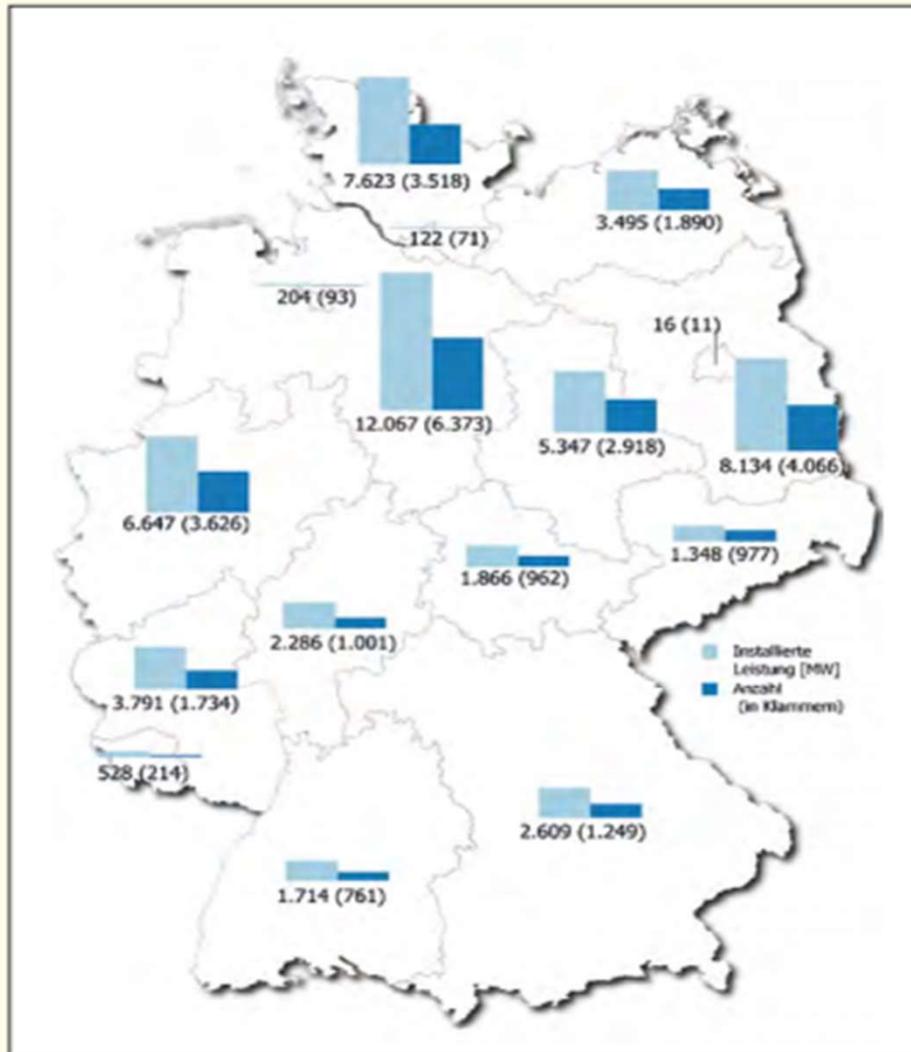
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17], [24]

© GeoBasis-DE / BKG 2021

Installierte Leistung und Anzahl von Windenergieanlagen nach Bundesländern Ende 2022 (1)

Anlagen: Deutschland 28.433 ; BW 761
Installierte Leistung: Deutschland 58,1 GW; BW 1,7 GW

INSTALLIERTE LEISTUNG UND ANZAHL VON WINDENERGIEANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2022



Deutschlandweit waren Ende des Jahres 2022 rund 58 GW Windenergieleistung an Land installiert. Damit wuchs die installierte Leistung um 2,1 GW. Dies entspricht einem Anstieg um 30 Prozent gegenüber dem Vorjahreszubau (2021: 1,6 GW). Der größte Zuwachs erfolgte wie in den Vorjahren in Nord-/Mitteldeutschland.

Bei der Windenergie auf See konnte im Jahr 2022 ein Leistungszubau von 0,3 GW verzeichnet werden. Die installierte Leistung stieg somit auf 8,1 GW.

Leistungsangaben in MW
Anlagenbestand Ende 2022, September 2023
Quelle: [34], [24]
©GeoBasis-DE / BKG 2021

TOP 6 – Rangfolge **Windenergie an Land und auf See** nach Bundesländern Deutschlands 2022 (2)

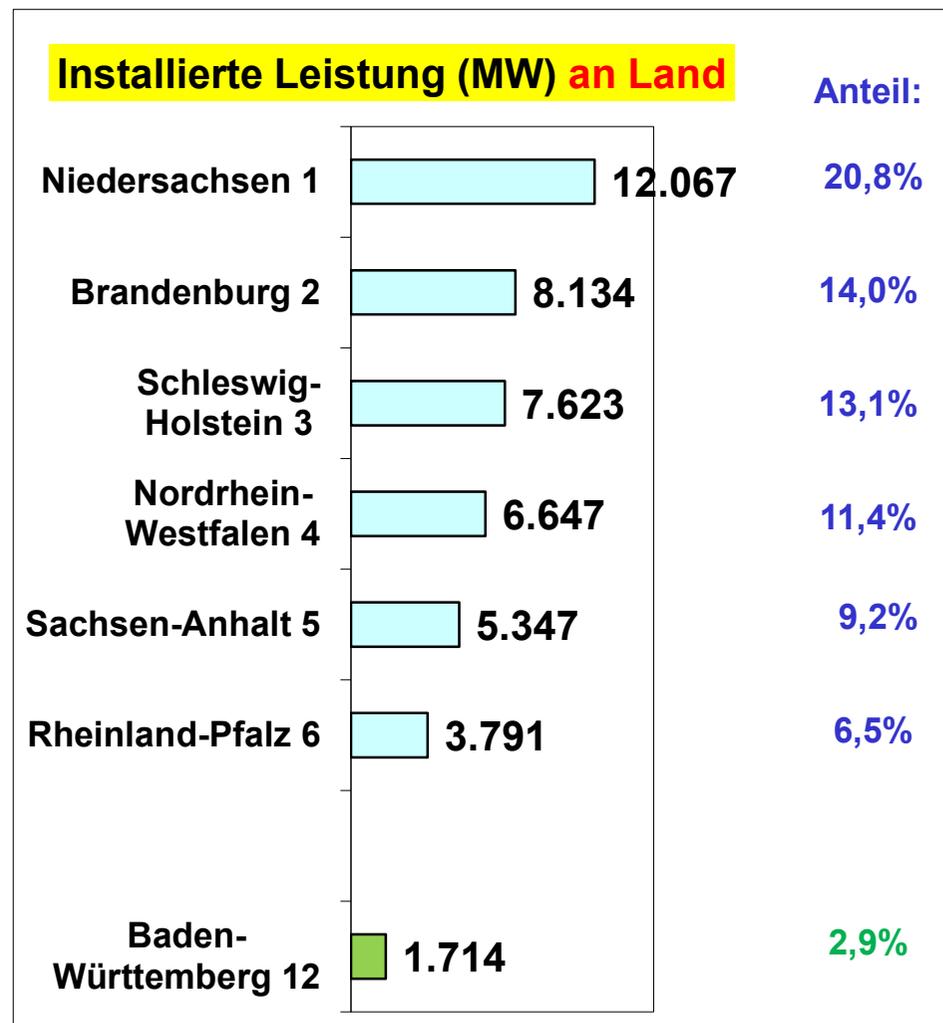
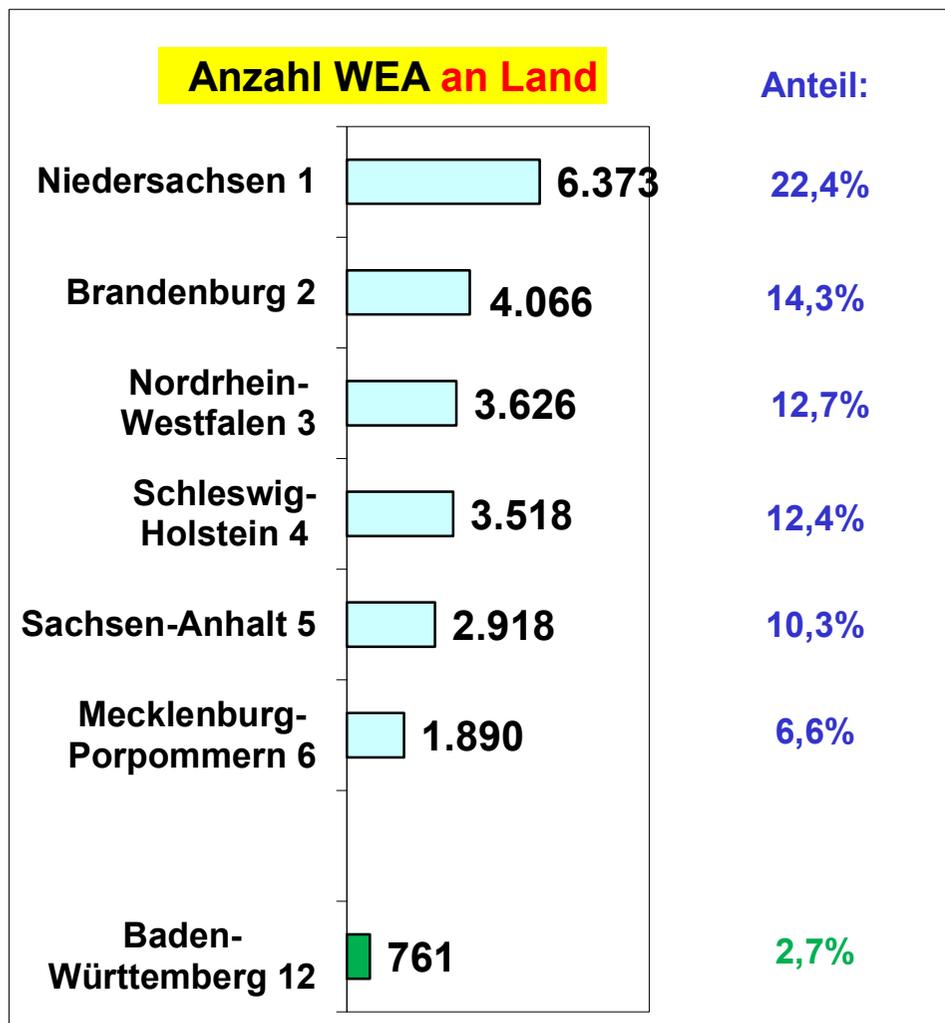
Bestand

Anzahl : **L 28.443 + S 1.539 = 29.982 MW** ^{1,2)}

TOP 6-Länderanteil: 78,7% (ohne See-WEA)

Installierte Leistung: **L 58.106 + S 8.136 = 66.242 MW** ^{1,2)}

TOP 6-Länderanteil: 75,1% (ohne See-WEA)



Grafik Bouse 2023

1) L = Windenergie an Land

2) S = (Offshore)-Windenergieanlagen auf See mit Netzeinspeisung in der Nord- und Ostsee:

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Entwicklung Volllaststunden und mittlere Anlagenenerträge nach Inbetriebnahme von neuen Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

Jahr 2022: Mittlere Volllaststunden ca. 1.200 Stunden, Anlagenenerträge ca. 5 GWh/a

VOLLLASTSTUNDEN UND MITTLERE ANLAGENERTRÄGE NACH INBETRIEBNAHMEJAHREN (BETRIEBSJAHR 2022)

Die Volllaststunden moderner Windenergieanlagen in Baden-Württemberg liegen heute typischerweise in der Größenordnung von 2.000 Stunden. Die tatsächliche Auslastung der Anlagen schwankt je nach Standort und Wetterjahr. Die erhebliche Steigerung gegenüber früheren Jahren, als die Volllaststunden im Bereich von 1.500 und weniger lagen, ist maßgeblich auf zwei Entwicklungen zurückzuführen: Den stetigen Anstieg der Nabenhöhe, wodurch die Anlagen in windreicheren Höhen operieren, sowie die Steigerung der überstrichenen Rotorkreisfläche im Verhältnis zur Nennleistung, das sogenannte Rotor-Generator-Verhältnis.

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, fallen die mittleren Erträge und Volllaststunden der im Jahr 2021 errichteten Windenergieanlagen im Betriebsjahr 2022

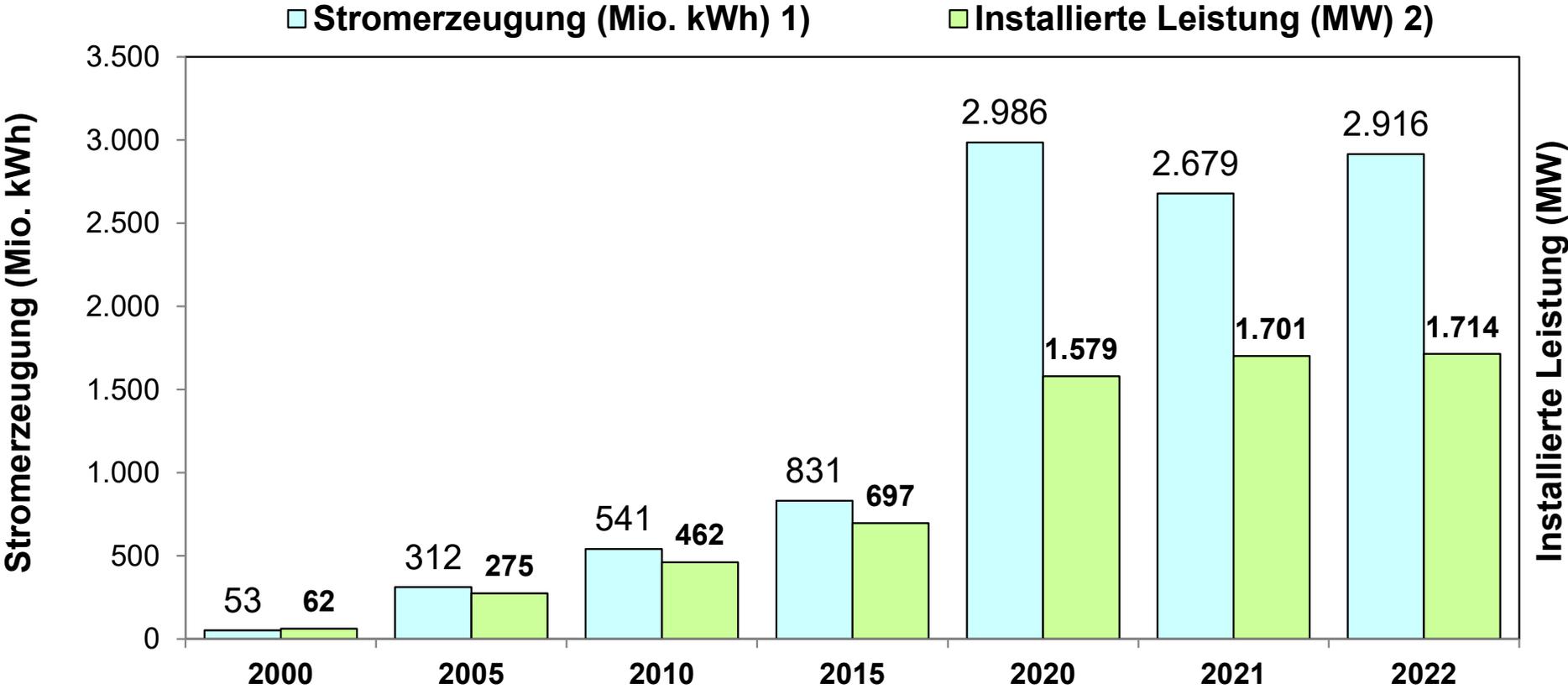
verglichen mit denen vorhergehender Anlagenjahrgänge deutlich schlechter aus. Die geringe Auslastung dürfte in erster Linie durch technische Probleme und Vorsichtsmaßnahmen begründet sein. So hatte Sturm Ignatz mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 100 km/h am 21. Oktober 2021 in zwei Windparks in Frankreich (Auzay) und Baden-Württemberg (Nattheim) zu erheblichen Rotorblattschäden geführt [25]. Auch im Windpark Hohenlochen (Baden-Württemberg), in dem der gleiche Anlagentyp wie in Auzay und Nattheim verbaut wurde, mussten 2022 an mehreren Anlagen Rotorblätter getauscht werden [26]. Es ist davon auszugehen, dass sich die Auslastung der 2021er Anlagen in den kommenden Betriebsjahren wieder in einer Größenordnung von 2.000 Volllaststunden einpendelt.



Quelle: Auswertung EEG-Daten 2022 [17]; das Rumpfbetriebsjahr des Installationsjahrgangs 2022 ist nicht dargestellt; Erträge und Volllaststunden der 2021er Anlagen durch Rotorblattschäden und entsprechende Prüfmaßnahmen bei anderen Anlagen beeinflusst.

Entwicklung Stromerzeugung und installierte Leistung bei der Windenergie in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

Jahr 2022: Installierte Leistung 1.714 MW = 1,7 GW, Stromerzeugung 2.916 Mio. kWh (GWh) = 2,9 TWh



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh Leistungseinheit: 1 MW = 1.000 kW

Quellen: UM BW-ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022

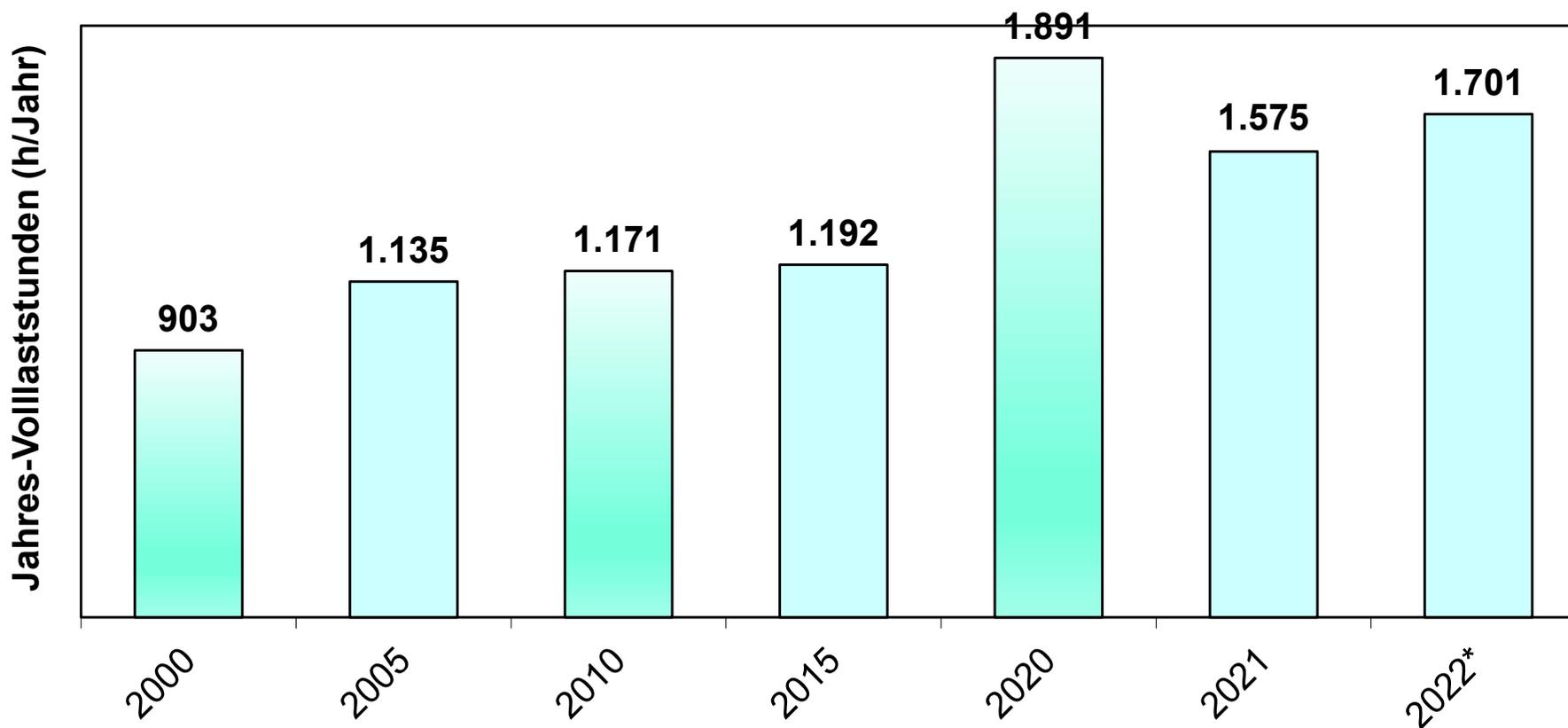
Jahr 2022:

Stromerzeugung: 2.916 GWh (Mio. kWh) = 2,9 TWh

Installierte Leistung Ende 2022: 1.714 MW = 1,714GW

Jahresvolllaststunden: 1.701 h/Jahr ¹⁾

(Stromerzeugung 2.916 GWh / Installierte Leistung 1,714 GW = 1.701 h/Jahr)

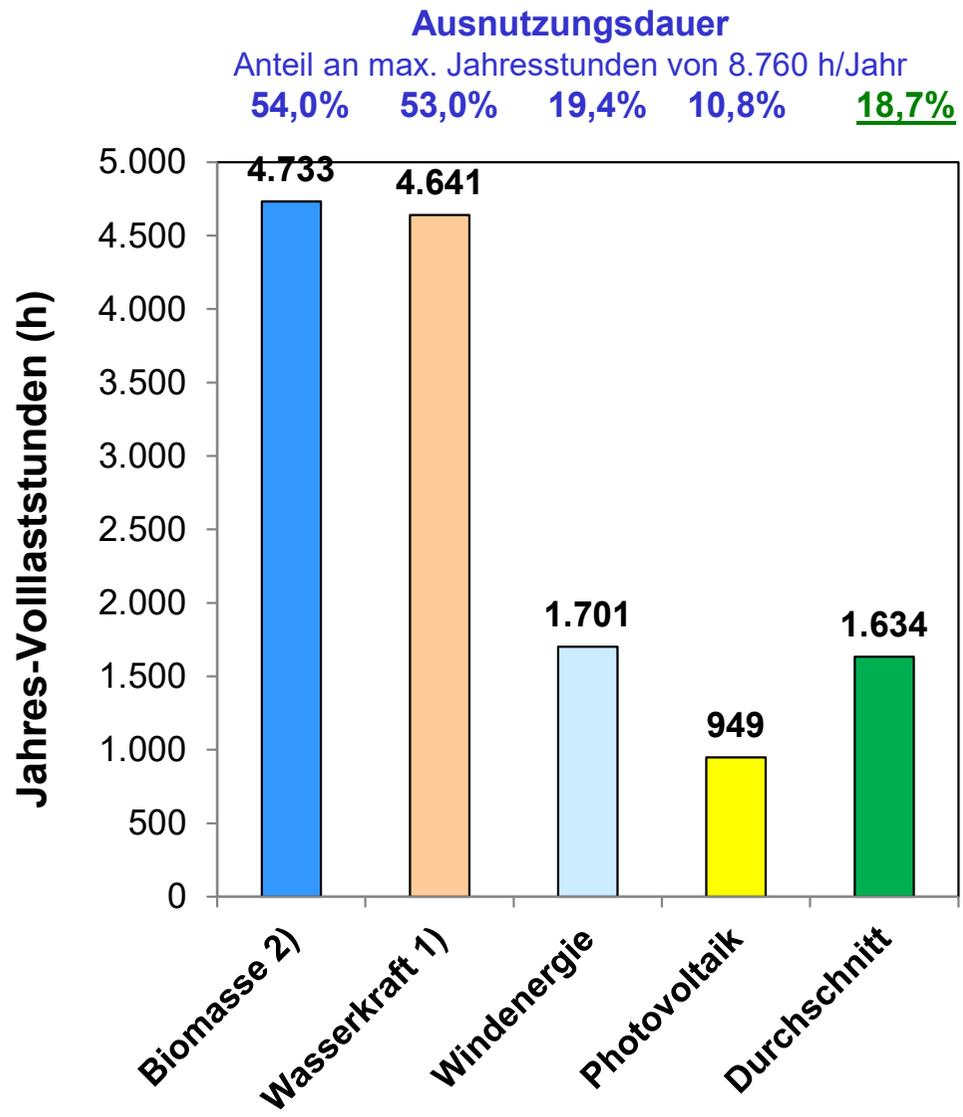


Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz **erneuerbarer Energien (EE)** zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2022 **nach UM BW-ZSW**



Energieträger	Strom- erzeugung	Ø Installierte Leistung ³⁾	Jahres- Volllaststunden
	GWh	GW	h/a
Biomasse ²⁾	4.402	0,930	4.733
Wasserkraft ¹⁾	4.140	0,892	4.641
Windenergie	2.916	1,714	1.701
Photovoltaik	7.869	8,29	949
Geothermie	1	-	-
Durchschnitt	19.329 ²⁾	11,826	1.634

* vorläufige Daten, Stand 10/2023

Jahres-Volllaststunden (h/Jahr) = $\frac{\text{Bruttostromerzeugung (GWh} \times 10^3 \text{)}}{\text{Installierte Leistung (MW), max. 8.760 h/Jahr}}$

1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

2) Erzeugung und installierte Leistung von festen Brennstoffen, Biogasen, flüssige biogene Brennstoffe, Deponie- und Klärgas sowie biogener Abfall 50%

3) Installierte Leistungen jeweils Ende Jahr 2022 eingesetzt ohne Berücksichtigung Durchschnittsleistung aus Ende 2022 - Ende 2021 geteilt durch 2

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

Quelle: UM BW „Erneuerbare Energien in BW 2022“, 10/2023

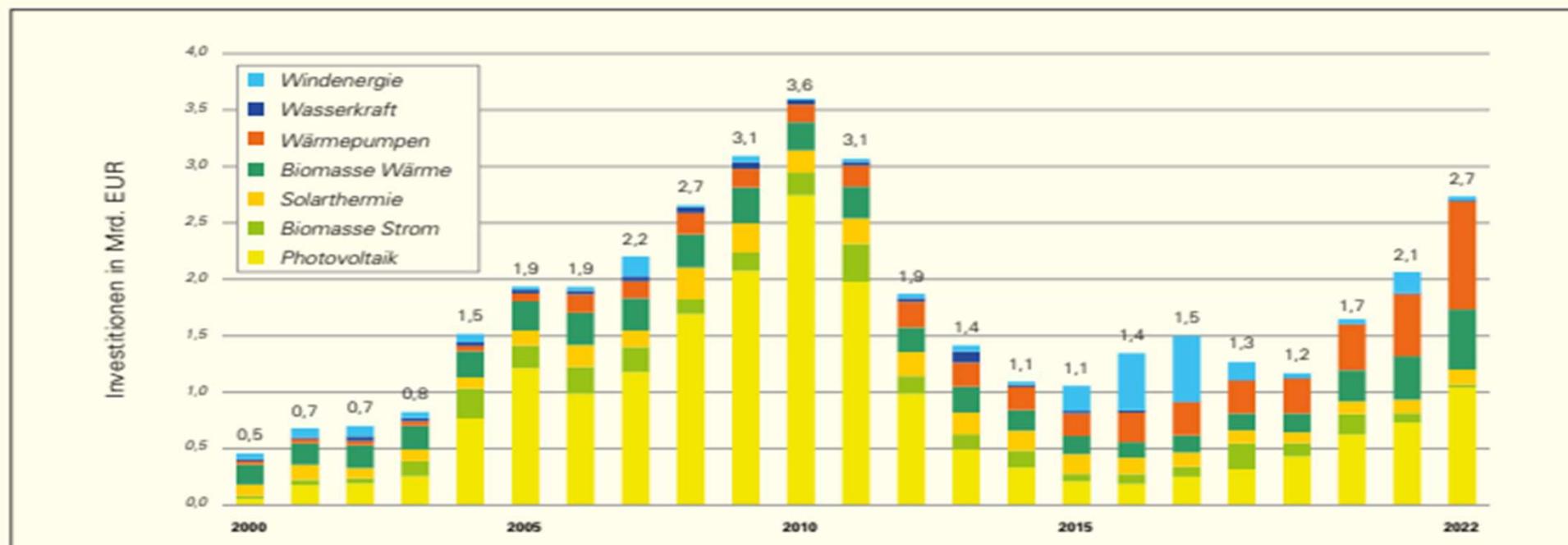
Geringe Energieeffizienz beim Einsatz der Windenergie

Jahresvolllaststunden 1.701 h/Jahr = 19,4% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Entwicklung Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2022

Jahr 2022: Gesamt 2,7 Mrd. € nach UM BW-ZSW

INVESTITIONEN IN ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



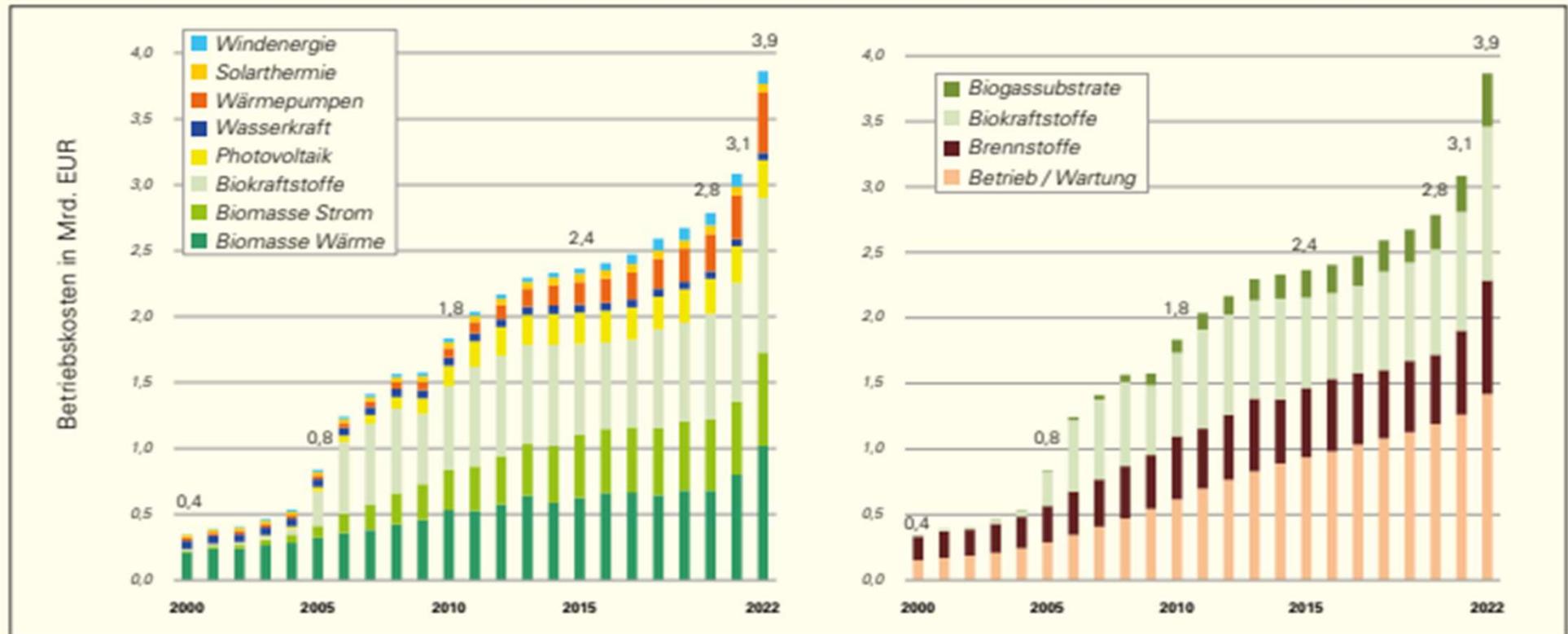
Die Investitionen in neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind im Jahr 2022 mit 2,7 Milliarden Euro weiter gestiegen. Da mehr Photovoltaik-Anlagen als im Vorjahr installiert wurden und die Preise gestiegen sind, beliefen sich die Investitionen auf gut 1 Milliarde Euro. Fast ähnlich viel wurde im wachsenden Wärmepumpenmarkt investiert. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 40 Milliarden Euro in Neu-

anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Auch bei den Betriebskosten der Anlagen zeigten sich die Preissteigerungen, insbesondere durch gestiegene Brennstoffpreise. Damit sind die Kosten für den Betrieb des in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien im Jahr 2022 auf 3,9 Milliarden Euro gestiegen.

Entwicklung Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

Jahr 2022: Gesamt 3,9 Mrd. €

BETRIEB VON ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Mit einem Drittel entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, rund 30 Prozent auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Die restlichen knapp 40 Prozent fallen

für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung et cetera) der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien an.

Berechnungsstand September 2023; Investitionen und Betriebskosten privater Haushalte mit Umsatzsteuer, ansonsten ohne Umsatzsteuer. In Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Siehe auch Anhang III. Quelle: Berechnungen ZSW

Entwicklung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2008-2016

Jahr 2016: Gesamt 32.710 Beschäftigte
 Beitrag Windenergie 10.880, Anteil 33,3%

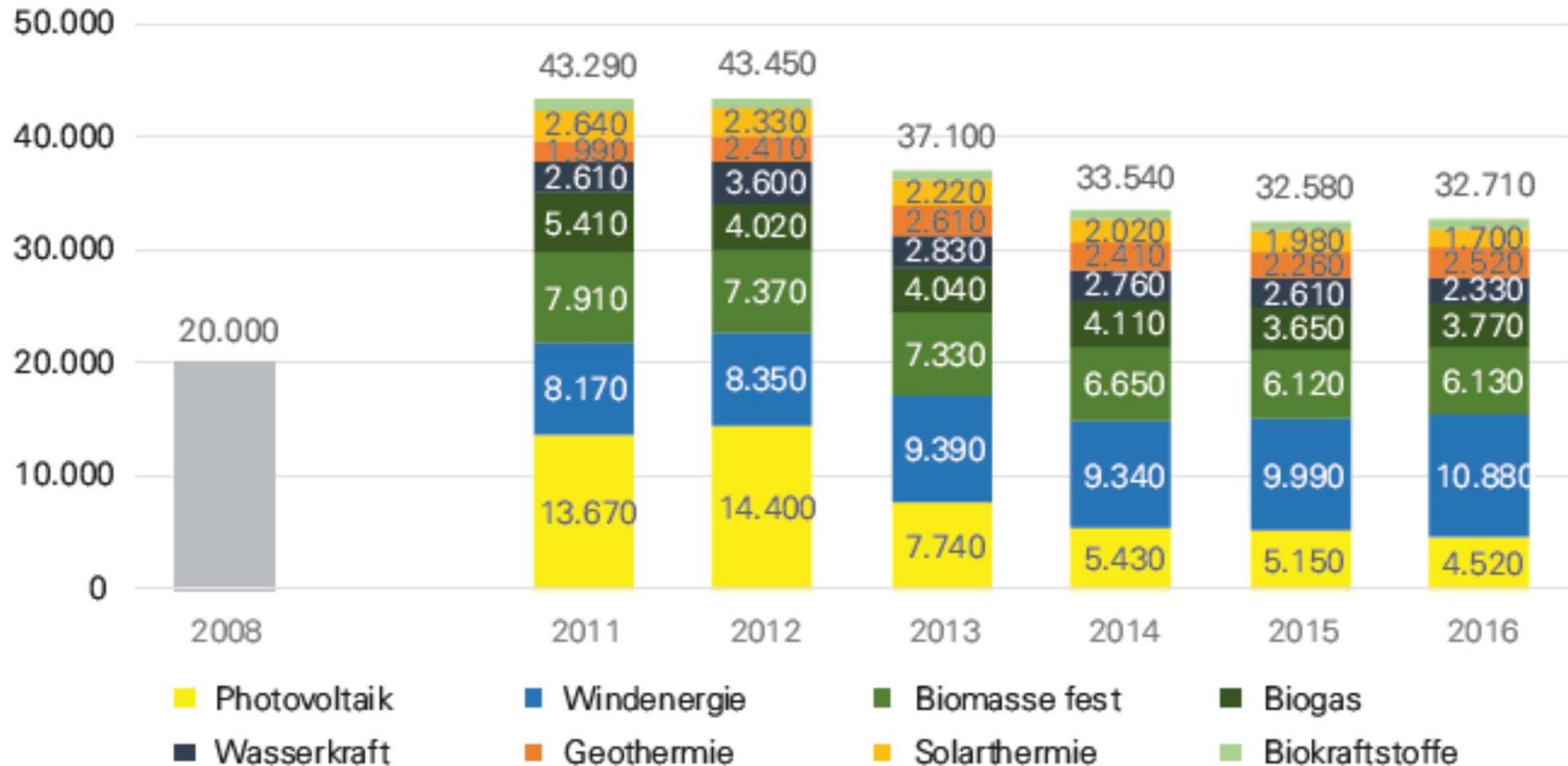


Abbildung 41: Entwicklung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg.
 Eigene Darstellung basierend auf Daten aus [127, 128]

Energie & Förderung, Gesetze

Übersicht ausgewählte Fördermittel für Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2022

Staatliche Finanzmittel Bund ^{1,2}

- Bundeszuschüsse

- BAFA-Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt
- KfW-Programm Effizient Sanieren

- Zinsverbilligte Bundesdarlehen mit/ohne Tilgungszuschüsse

- KfW-Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt
- KfW-Programm Effizient Bauen
- KfW-Programm Effizient Sanieren
- KfW-Programm erneuerbare Energien
- KfW-Umweltprogramm

Indirekte Bundesförderung

- Vergütungen durch Netzbetreiber EEG Erneuerbare-Energien-Gesetz
- Zuschläge durch Netzbetreiber KWKG Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz

Staatliche Finanzmittel Land

- Landeszuschüsse u.a.

- Demonstrationsvorhaben ⁶
- Klimaschutz-Plus Förderprogramm ^{4,6}
 - Allgemeines Programm
 - Kommunales Programm
- Bioenergie-Wettbewerb ⁶
- FP Heizen und Wärmenetze mit EE ⁶

- Zinsverbilligte Darlehen

- Programm Wohnen mit Zukunft: Erneuerbare Energien ^{3,1}

Finanzmittel Kommunen

Förderung durch einzelne Kommunen

Finanzmittel Stromversorger u.a.

- Investitionszuschüsse

z.B. Förderprogramm Geothermie für Wohngebäude in Baden-Württemberg - Erdwärmesonden der EnBW

- Sonderstromtarife u.a.

Förderung durch einzelne Energieversorger

¹ KfW Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau), Frankfurt

² BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn

³ L-Bank, Karlsruhe/Stuttgart

⁴ KEA Klima und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe

⁵ EnBW Vertriebs- und Servicegesellschaft mbH, Karlsruhe

⁶ Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart

Stand: Oktober 2022

Schreiben zur Genehmigungspraxis von Windkraftanlagen des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 12.03.2020

Umweltministerium informiert über Folgen der VGH-Beschlüsse zu Windkraftprojekten „Blumberg“ und „Länge“

Mit einem Schreiben hat das Umweltministerium die unteren Immissionsschutzbehörden der Stadt- und Landkreise über Änderungen an der Genehmigungspraxis für Windkraftanlagen informiert. Grund sind die Beschlüsse des Verwaltungsgerichtshofs Baden-Württemberg, wonach die bisherige Praxis in Teilen dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) widerspricht.

Das Schreiben behandelt vor allem die Umsetzung der vom VGH verlangten Konzentration zweier bislang unterschiedlicher Genehmigungsverfahren und Zuständigkeiten in Baden-Württemberg. Künftig müssen das immissionsschutzrechtliche Verfahren sowie das bisher isolierte Verfahren zur Waldumwandlung (Rodung des Waldes auf dem Anlagenstandort) in einem Verfahren und einer Genehmigung konzentriert werden. Die Rodungen jenseits des Anlagenstandorts (Zuwegung) sind von der Konzentrationswirkung nicht umfasst und werden weiterhin in einem separaten Genehmigungsverfahren von der höheren Forstbehörde am Regierungspräsidium Freiburg genehmigt.

In der Vergangenheit waren die Forstbehörden für die Erteilung der gesamten Waldumwandlungsgenehmigung zuständig.

Durch das aktuelle Schreiben wird das Übergangsschreiben vom Juli letzten Jahres abgelöst, das als Reaktion auf die erstinstanzlichen Entscheidungen des Verwaltungsgerichts (VG) Freiburg bereits in weiten Teilen die Weichen für eine Anpassung der Genehmigungspraxis im Land gestellt hatte.

Handlungsbedarf besteht jetzt in folgenden Fällen:

- Für Anträge im bereits laufenden Genehmigungsverfahren:

Es sind der Genehmigungsbehörde (Untere Immissionsschutzbehörden der Stadt- und Landkreise) Antragsunterlagen vorzulegen beziehungsweise nachzureichen, die eine Entscheidung

über die anlagenstandortbezogene Waldumwandlung als Bestandteil der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung (konzentriert) ermöglichen.

- Für erteilte – aber noch nicht bestandskräftige – Genehmigungen:

Vorbehaltlich der Einzelfallprüfung kann die „Heilung“ der Verfahren in der Regel in Form eines Abhilfebescheids erfolgen.

- Für Genehmigungen in einem anhängigen Klageverfahren:

• In diesen Fällen muss die zuständige Genehmigungsbehörde prüfen, ob es zu Fehlern im Genehmigungsverfahren im Sinne der VGH-Rechtsprechung und der Vollzugshinweise des Umweltministeriums gekommen ist. Wenn ja, sind sie möglicherweise durch Entscheidungsergänzung oder ein ergänzendes Verfahren zu beheben. Das Genehmigungsverfahren muss wegen eventueller Fehler nicht zwangsläufig in vollem Umfang wiederaufgenommen werden. Das ist abhängig vom Einzelfall, insbesondere der Art und Schwere des zu heilenden Fehlers.

Bei bereits bestandskräftigen immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen besteht kein Handlungsbedarf.

Für Neuanträge gilt uneingeschränkt das konzentrierte Genehmigungsverfahren entsprechend der VGH-Rechtsprechung. Den Unteren Immissionsschutzbehörden sind entsprechende Antragsunterlagen vorzulegen. Sie müssen auch die Entscheidung über die Waldumwandlung auf dem Anlagenstandort ermöglichen. Ein eventuell notwendiger Antrag für eine Waldumwandlungsgenehmigung jenseits des Anlagenstandorts (insbesondere Zuwegung) ist beim Regierungspräsidium Freiburg, Höhere Forstbehörde, zu stellen.

Bestandteil der Genehmigungsverfahren waren und sind auch in Zukunft die notwendigen Prüfungen nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Die Umsetzung der Rechtsprechung des VGH führt dazu, dass im Falle einer unbedingten Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (Waldumwandlung mehr als 10 Hektar) nicht nur das Verfahren zur Genehmigung der Waldumwandlung, sondern auch das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren im Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchzuführen ist.

Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2021/22 (1)

Jahr 2022: EEG-Einspeisung 6.305 GWh, Vergütung 1.839 Mio. €, Durchschnittspreis 29,2 Cent/kWh

STROMEINSPEISUNG UND VERGÜTUNG NACH DEM ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	2021				2022			
	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung ¹⁾	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung ¹⁾	Markt- und Flexibilitätsprämien
	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR
Wasserkraft	415	46	951	14	246	27	862	0,0
Deponie-, Gruben-, Klärgas	12	0,9	8,3	0,0	7	0,7	9,2	0,0
Biomasse	767	164	3.446	350	552	120	3.511	101
Geothermie	0,7	0,1	0	0	1,0	0,2	0	0
Windenergie	140	12	2.505	62	46	4	2.946	0
Photovoltaik	4.835	1.571	967	90	5.454	1.688	1.365	52
Gesamt	6.170	1.794	7.877	515	6.305	1.839	8.692	153

1) inklusive Marktprämienmodell, sonstige Direktvermarktung und Mieterstromzuschlag

Die Angaben beziehen sich auf den in der Regelzone der TransnetBW aufgenommenen EEG-Strom. Da die Grenzen der Regelzone nicht vollständig deckungsgleich mit denen des Landes Baden-Württemberg sind, ergeben sich Abweichungen zu den für Baden-Württemberg angegebenen Strommengen in der vorliegenden Broschüre. Darüber hinaus wird ein großer Teil des Stroms aus Wasserkraftanlagen nicht nach dem EEG vergütet, sondern außerhalb des EEG vermarktet.

Quelle: [33]

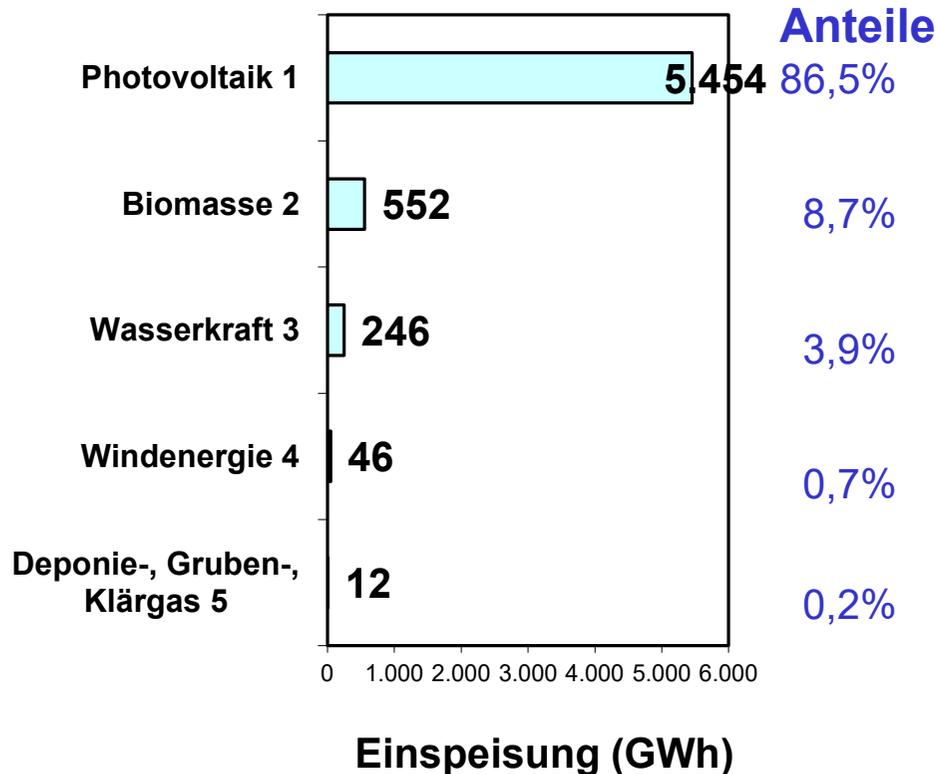
Im Jahr 2022 wurden in Baden-Württemberg rund 6,3 TWh Strom aus erneuerbaren Energien im Rahmen der „Festvergütung“ eingespeist und damit 2 Prozentpunkte mehr als im Vorjahr. Die Vergütungszahlungen erhöhten sich um 3 Prozent auf über 1,8 Milliarden Euro. Der Anteil der aus erneuerbaren Energien eingespeisten Strommenge, die direkt an der Strombörse vermarktet wurde, stieg im Jahr 2022 deutlich auf insgesamt knapp 8,7 TWh an, wobei aber die ausgezahlten Marktprämien auf 153 Millionen Euro sanken. Im Jahr 2021 betrugen diese noch rund 515 Millionen Euro. Dies ist mit den hohen Börsenstrompreisen und gestiegenen Markterlösen aus der Vermarktung des Stroms zu erklären, womit der Förderbedarf (Marktprämie) rückläufig war.

Auf Bundesebene wurden im Jahr 2022 insgesamt 37,1 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese wurden mit 10,2 Milliarden Euro vergütet. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2022 auf Bundesebene 183 TWh, wobei auch bundesweit die Summe der ausbezahlten Marktprämien deutlich sank und zwar von 9 Milliarden Euro (2021) auf 2 Milliarden Euro im Jahr 2022.

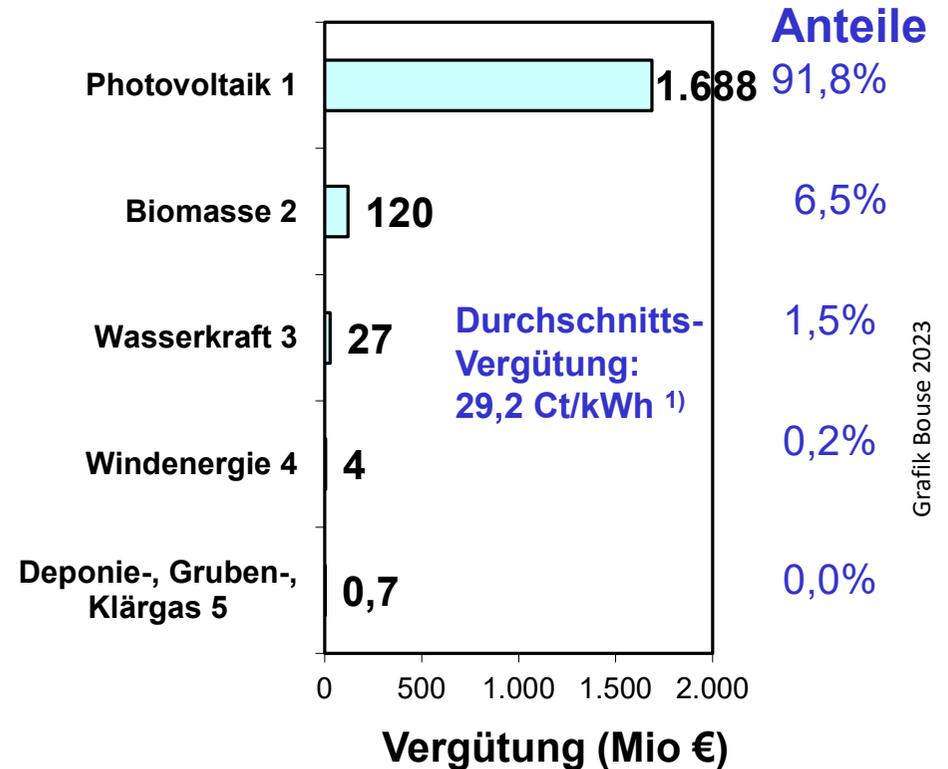
Ein direkter Vergleich der Förderzahlungen der Direktvermarktung mit den EEG-Vergütungszahlungen ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber ausgezahlt.

Stromeinspeisung und -Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2022 (2)

Rangfolge EEG-Einspeisung
Gesamt 6.305 GWh = 6,3 TWh (Mrd kWh)*



Rangfolge EEG-Vergütung
Gesamt 1.839 Mio. € = 1,8 Mrd. €



Grafik Bouse 2023

* Geothermie nicht dargestellt (1,0 GWh; 0,2 Mio €)

Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh;

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt die Abnahme und die Vergütung von aus Erneuerbaren Energiequellen und Grubengas gewonnenem Strom durch Versorgungsunternehmen, die Netze für die allgemeine Stromversorgung betreiben.

Die Angaben beziehen sich auf den in der Regelzone der TransnetBW aufgenommenen EEG-Strom. Da die Grenzen der Regelzone nicht vollständig deckungsgleich mit denen des Landes Baden-Württemberg sind, ergeben sich Abweichungen zu den für Baden-Württemberg angegebenen Strommengen in der vorliegenden Broschüre. Darüber hinaus wird ein großer Teil des Stroms aus Wasserkraftanlagen nicht nach dem EEG vergütet, sondern außerhalb des EEG vermarktet.

Quelle: INFORMATIONSPLOTTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER EEG-Jahresabrechnungen Verfügbar unter <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>

1) Nachrichtlich: EEG-Durchschnittsvergütung in Deutschland 30,0 Ct/kWh im Jahr 2020

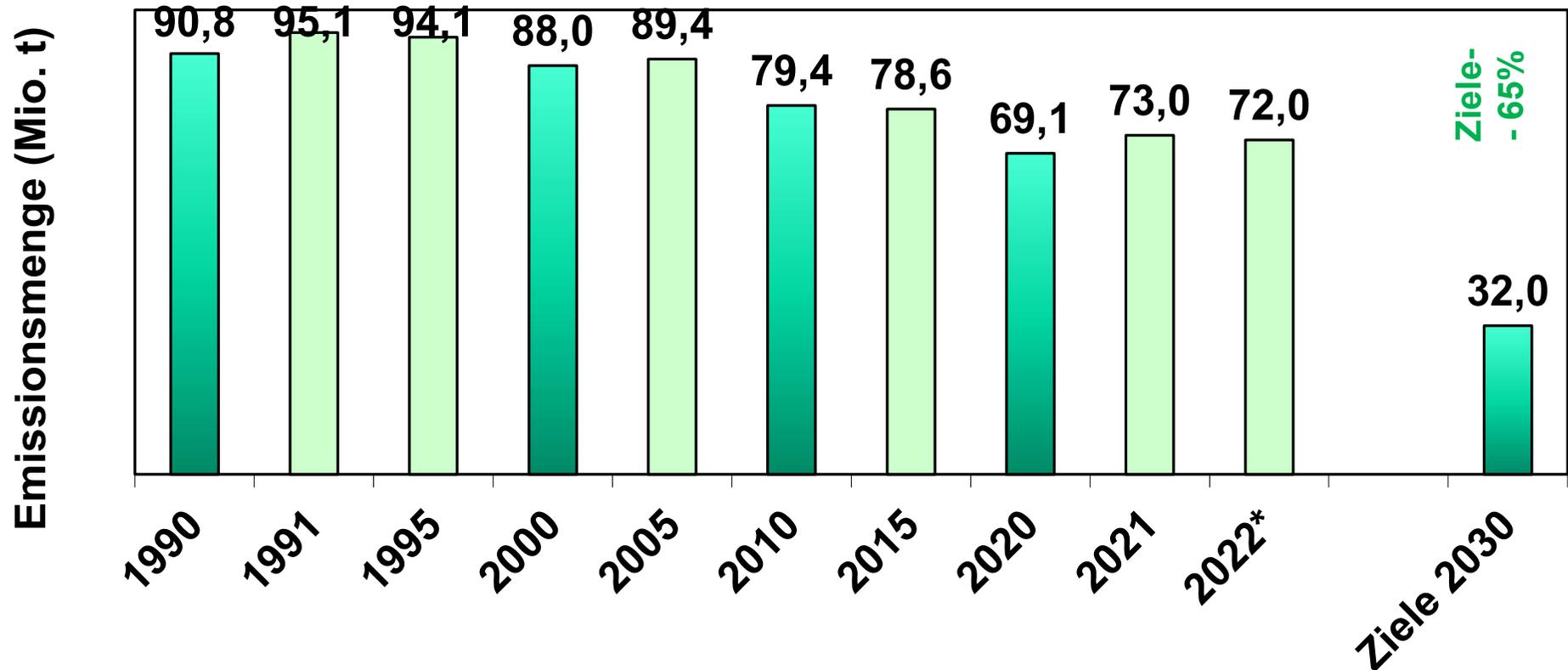
Energie und Klimaschutz, Treibhausgase

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2022, Landesziele 2030 (1)

Jahr 2022: 72,0 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2022 gegenüber Bezugsjahr 1990 - 20,7%

Ø 6,4 t CO₂ äquiv./Kopf

Landesziele 2030: 32 Mio t CO₂ äquiv.(- 65% gegenüber 1990)



Grafik Bouse 2023

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 hat Baden-Württemberg sich das Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen ¹⁾ bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 % zu reduzieren. Bis 2040 wird Klimaneutralität angestrebt.

* Daten 2022 vorläufig, Landesziele 2030, Stand 10/2023

1) Klimarelevante Emissionen CO₂, CH₄, N₂O, F-Gase

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 11,2 Mio.

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2022 (2)

TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Baden-Württemberg hat sich mit dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 Prozent zu reduzieren. Das Land strebt bis 2040 eine Netto-Treibhausgasneutralität an [28]. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, sind von den jeweiligen Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft, Landnutzung und Abfallwirtschaft entsprechende ambitionierte Emissionsminderungsbeiträge erforderlich. Bis zum Jahr 2030 entspricht das auf alle Sektoren verteilt einem Emissionsziel von rund 32 Millionen CO₂-Äquivalenten [29].

Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2022 die Treibhausgas-Emissionen um rund 18,8 Millionen Tonnen (-20,7 Prozent) gesunken. Für die Zielerreichung 2030 nach Klimaschutzgesetz ist eine weitere Reduktion des Treibhausgasausstoßes in Höhe von 40,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten beziehungsweise 56 Prozent

gegenüber dem Jahr 2022 erforderlich [30].

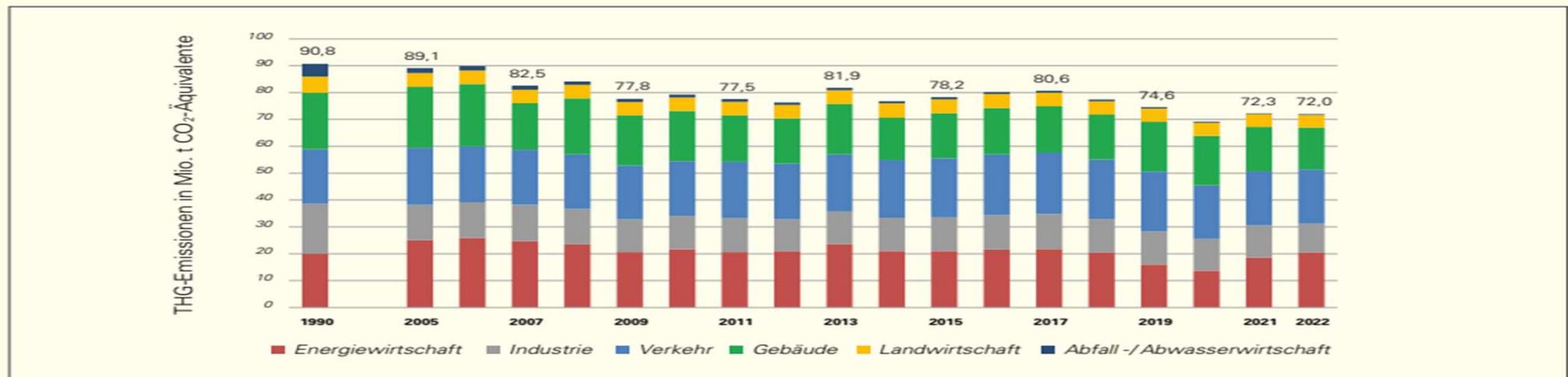
Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes wurden in Baden-Württemberg im Jahr 2022 Treibhausgasemissionen von rund 72 Millionen Tonnen ausgestoßen, was ungefähr dem Vorjahresniveau (2021: 72,3 Millionen Tonnen) entspricht. Davon entfielen rund 28 Prozent jeweils auf die Sektoren Energiewirtschaft (20,4 Millionen Tonnen) und Verkehr (20,2 Millionen Tonnen), gefolgt vom Gebäudesektor mit rund 22 Prozent (15,6 Millionen Tonnen), der Industrie mit 15 Prozent (10,8 Millionen Tonnen), der Landwirtschaft mit knapp 7 Prozent (4,7 Millionen Tonnen) und mit 0,4 Prozent (0,3 Millionen Tonnen) dem Sektor Abfall-/Abwasserwirtschaft [30].

Weiterhin auf einem sehr hohen Niveau lagen die Treibhausgasemissionen bei der Energiewirtschaft. Sie sind im Vergleich zum Vorjahr um weitere 10 Prozent (1,8 Millionen Tonnen) angestiegen. Hauptsächlich Verantwortlich dafür ist, wie bereits im Jahr 2021, der gestiegene Beitrag der Stromerzeugung aus Steinkohle. In der Industrie sank der

Treibhausgasausstoß deutlich um 10,3 Prozent (1,2 Millionen Tonnen). Dies ist der stärkste Rückgang seit der dem Jahr 2009 und war in fast allen Branchen insbesondere bei den energieintensiven Industriebranchen wie der Papierindustrie sowie der Eisen- und Stahlindustrie, zu beobachten.

Dagegen sind im Verkehrssektor im Jahr 2022 die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Vorjahr leicht um 0,4 Prozent (0,1 Millionen Tonnen) angestiegen. Während die Emissionen im Personenverkehr (Pkw, Busse, Krafträder) zunahm, sank der Ausstoß von Treibhausgasen im Güterverkehr und bei den schweren Nutzfahrzeugen. Dies ist hauptsächlich auf den gesunkenen Gütertransport auf Grund der schwachen Konjunktur zurückzuführen.

Im Jahr 2022 haben die vergleichsweise milde Witterung während der Heizperiode, die Einsparungen beim Gasverbrauch sowie die stark gestiegenen Energiekosten dazu geführt, dass die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor im Vergleich zum Vorjahr um 5,4 Prozent (0,9 Millionen Tonnen) zurückgegangen sind. [30]



Berechnungsstand: Juni 2023; Angaben für 2022 Schätzung

Nähere Erläuterungen zu den jeweiligen Sektoren unter Statistisches Landesamt Baden-Württemberg:

<https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2023157>

* Daten 2022 vorläufig, Landesziele 2030, Stand 10/2023

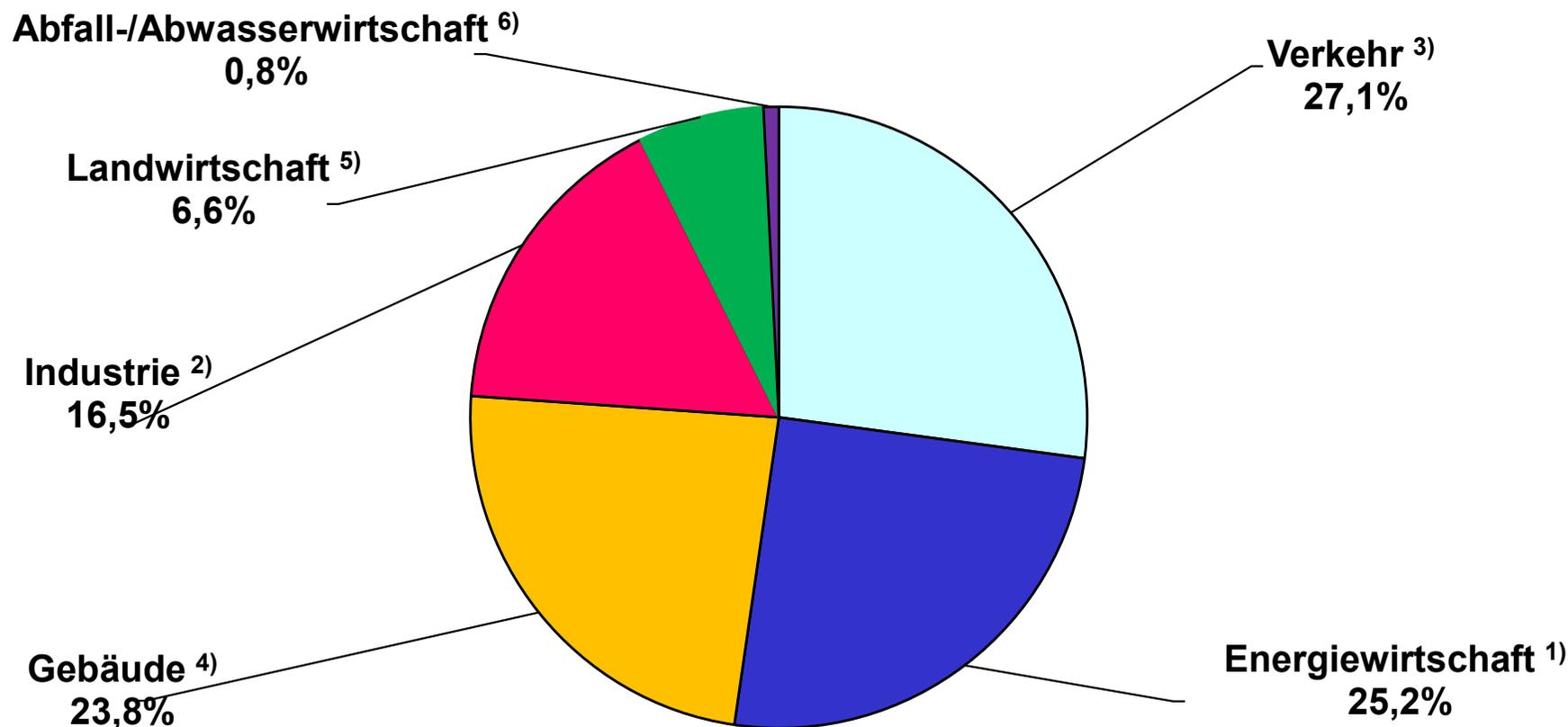
1) Klimarelevante Emissionen CO₂, CH₄, N₂O, F-Gase

Quelle: Stat. LA BW aus UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 11,2 Mio.

Struktur der Treibhausgasemissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württembergs 2021 (3)

Jahr 2021: 73,0 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2021 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 19,4%
Ø 6,6 t CO₂ äquiv./Kopf



Grafik Bouse 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 6/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2021: 11,1 Mio.

1) Brennstoffeinsatz in der Energiewirtschaft (NIR Sektor 1A1), diffuse Emissionen aus der Kohle-, Erdöl- und Erdgasförderung, -lagerung, -aufbereitung und -verteilung (NIR Sektor 1B).

2) Brennstoffeinsatz im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe, Industrie- und Baumaschinen (NIR Sektor 1A2), industrielle Prozesse und Produktverwendung (NIR Sektor

3) Straßenverkehr und sonstiger Verkehr (NIR Sektor 1A3). **Ohne internationalen Flugverkehr.**

4) Brennstoffeinsatz in Haushalten (NIR Sektor 1A4a), Brennstoffeinsatz im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, sonstiger Brennstoffeinsatz wie Landwirtschaft, Bau und Militär (NIR Sektor 1A4b/1A5).

5) Viehhaltung, Düngewirtschaft, landwirtschaftliche Böden, Vergärungs- und Biogasanlagen (NIR Sektor 3), landwirtschaftlicher Verkehr (1A4c).

6) Hausmülldeponien, Kompostierung, mechanisch-biologische Anlagen, Vergärungs- und Biogasanlagen, kommunale und industrielle Kläranlagen, Sickergruben (NIR Sektor 5).

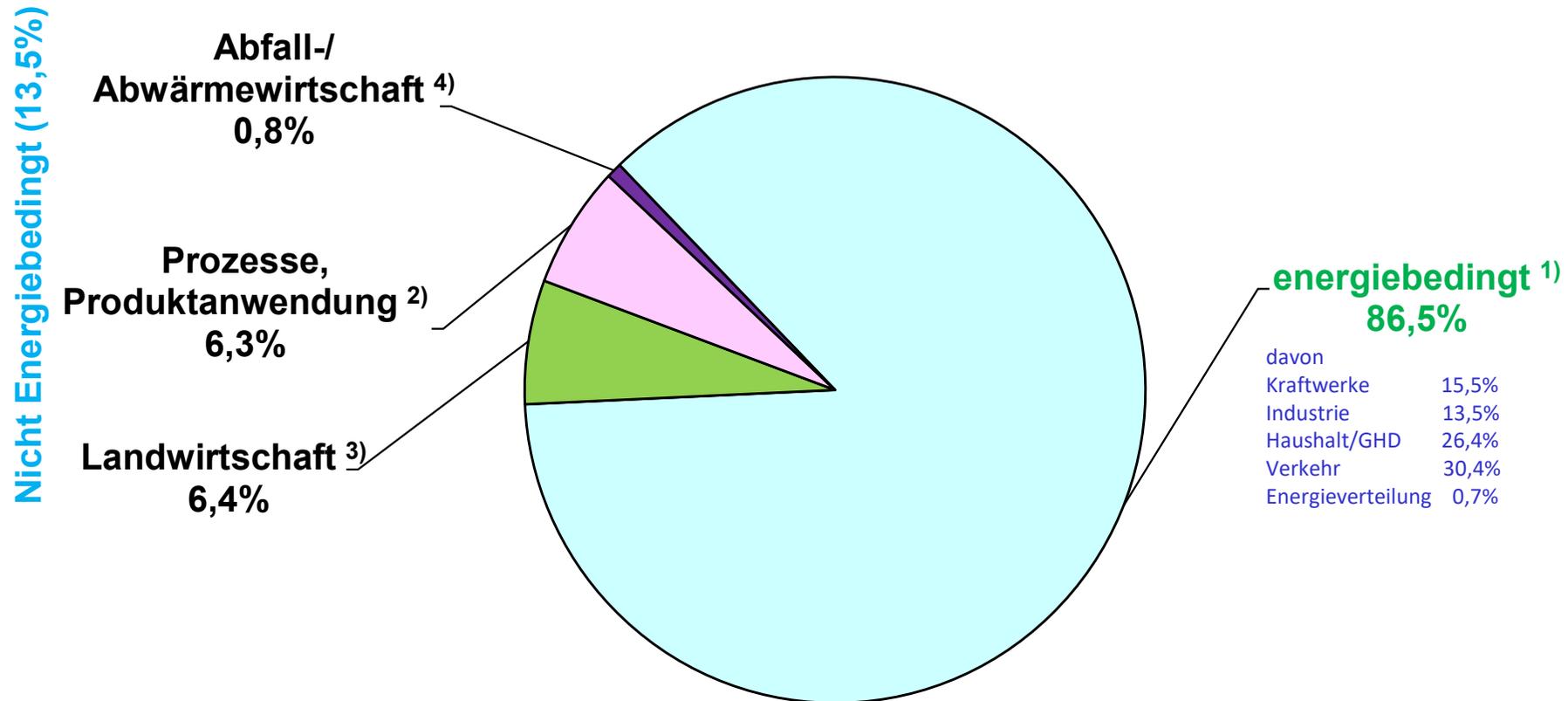
Datenquellen: Arbeitskreis »Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder«; Ergebnisse von Modellrechnung in Anlehnung an den Nationalen Inventarbericht (NIR) Deutschland 2022;

Johann Heinrich von-Thünen Institut - Report 84/91 aus Stat. LA BW - PM 27.06.2022

Struktur Treibhausgasemissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württembergs 2020 (4)

Jahr 2020: 69,1 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7% ¹⁾
Ø 6,2 t CO₂ äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte THG-Emissionen 59,8 Mio t CO₂äquiv. (Anteil 86,5%)



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2020: 11,1 Mio.

Die Methan (CH₄)-Emissionen wurden mit dem GWP-Wert von 25, die Lachgas (N₂O)-Emissionen mit 298 in CO₂-Äquivalente umgerechnet (GWP = Global Warming Potential).

1) Kraftwerke der allgemeinen Versorgung, Industrielle Feuerungen, Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher, Straßenverkehr, sonstiger Verkehr (ohne internationalen Flugverkehr mit 0,370 Mio. CO₂ äquiv. 2020), Off-Road-Verkehr, diffuse Emissionen aus Energieträgern. Siehe THG Detailtabelle energiebedingte Emissionen (NIR Sektor 1)

2) industrielle, chemische und petrochemische Prozesse, Narkosemittel, Holzkohleanwendungen (NIR Sektor 2).

3) Viehhaltung, Düngerwirtschaft, landwirtschaftl. Böden, Vergärungs- und Biogasanlagen (NIR Sektor 3). Siehe CH₄ und N₂O Detailtabellen.

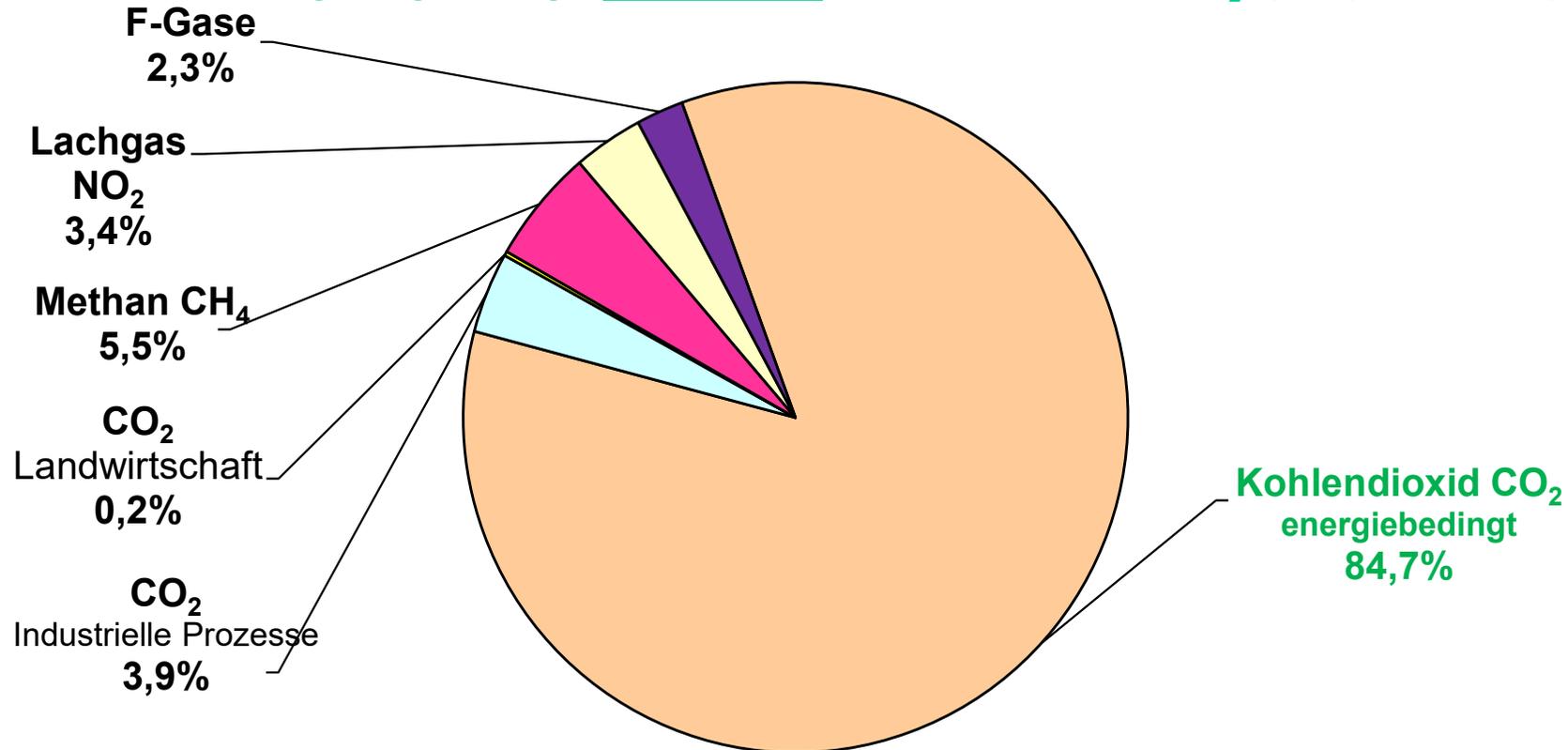
4) Hausmülldeponien, Kompostierung, mechanisch-biologische Anlagen, Vergärungs- und Biogasanlagen, kommunale und industrielle Kläranlagen, Sickergruben (NIR Sektor 5)..

Nachrichtlich: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft – 5.887 Mio. t CO₂ äquiv., (-8,5%)

Treibhausgas-Emissionen nach Kyoto in CO₂-Äquivalenten **nach Gasen** in Baden-Württemberg 2020 (5)

Jahr 2020: 69,1 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7%
Ø 6,2 t CO₂ äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen 58,5 Mio t CO₂äquiv. (Anteil 84,7%)



Treibhausgas Kohlendioxid dominiert mit 88,8%

* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020: 11,1 Mio.

Die Methan-Emissionen wurden mit dem GWP-Wert von 25 und Lachgas-Emissionen mit dem GWP-Wert von 298 in CO₂-Äquivalenten umgerechnet, [drei weitere Kyoto-Klimagase wurden vernachlässigt](#); Zeithorizont 100 Jahre; (GWP = Global Warming Potential).

Nachrichtlich: ohne internationalen Flugverkehr 366 Mio. t im Jahr 2020

Vermiedene Emissionen (THG) durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg 2022 (1)

Gesamt THG 19,9 Mio. t CO₂äquiv., Anteil 27,6% von 72,0 Mio. t CO₂äquiv. Gesamt-THG-Emissionen

VERMIEDENE EMISSIONEN DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2022 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Bei der Ermittlung der durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermiedenen Emissionen wird eine Nettobilanzierung eingesetzt. Diese berücksichtigt einerseits die vermiedenen Emissionen aus der Nutzung fossiler Energieträger, andererseits auch die Emissionen, die bei der Bereitstellung erneuerbarer Energien anfallen. Darüber hinaus werden die Vorketten der Energiebereitstellung (indirekte Emissionen) durchgängig berücksichtigt. Die damit ermittelten Werte stellen somit die vermiedenen Gesamtemissionen der Nutzung erneuerbarer Energien dar.

Insbesondere bei den traditionellen Feuerungsanlagen wie Kachel- und Kaminöfen steht der Verminderung von Treibhausgasen eine Mehremission an Luftschadstoffen im Vergleich zur fossilen Wärmebereitstellung gegenüber. Dies betrifft hauptsächlich die Emission von Kohlenmonoxid (CO), flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) sowie Staub aller Partikelgrößen.

	STROM		WÄRME	
	Vermeidungsfaktor [g/MWh _e]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungsfaktor [g/MWh _{th}]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO ₂	687.973	13.298	227.112	5.274
CH ₄	499,7	9,7	-135,5	-3,1
N ₂ O	-22,1	-0,4	-9,9	-0,2
CO₂-Äquivalent	695.880	13.451	220.705	5.125
Versauernd wirkende Gase				
SO ₂	190,0	3,7	-35,2	-0,8
NO _x	375,1	7,2	-185,3	-4,3
SO₂-Äquivalent	446,6	8,6	-119,0	-2,8
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-581,3	-11,2	-2.879,1	-66,9
NMVOC	21,9	0,4	217,6	5,1
Staub	0,1	0,0	-135,4	-3,1

	KRAFTSTOFFE	
	Vermeidungsfaktor [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO ₂	307.272	1.466
CO₂-Äquivalent	285.017	1.359

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

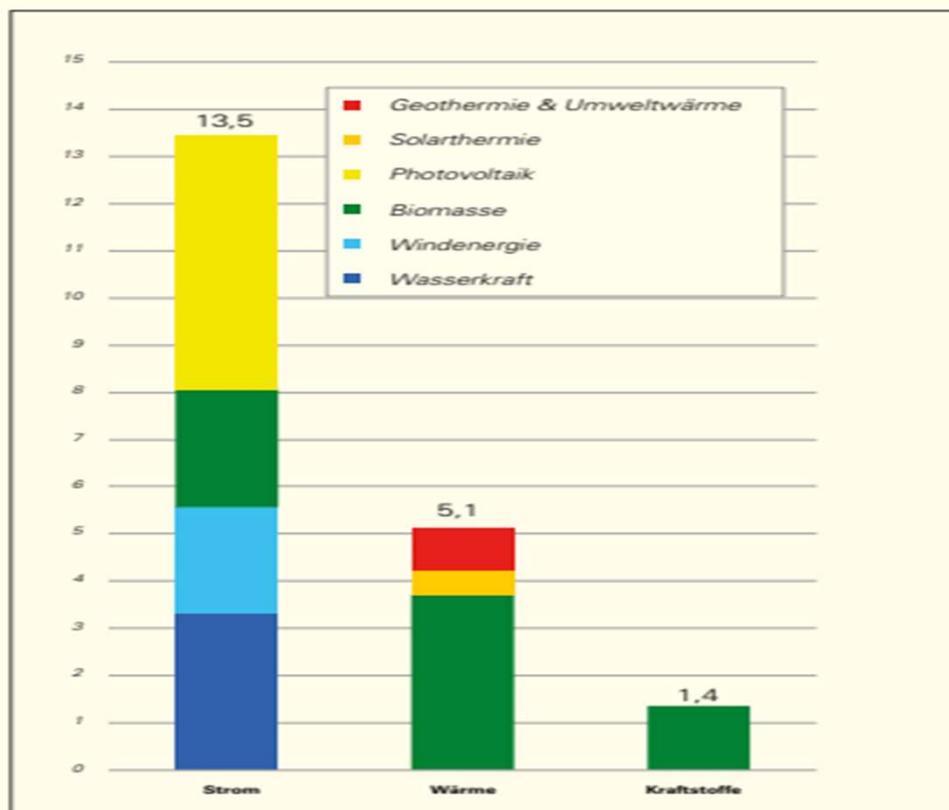
Vermeidung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) nach Sektoren in Baden-Württemberg 2022 (2)

Gesamt 19,9 Mio. t CO₂äquiv., Anteil 27,6% von 72,0 Mio. t CO₂äquiv. Gesamt-THG-Emissionen

TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2022

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2022 knapp 20 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden.

Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen. Die Ergebnisse basieren auf den Berechnungsfaktoren des Umweltbundesamts für das Jahr 2021 [27].



Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

	Vermeidungs- faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
Strom			
Wasserkraft	802	3.322	24,7
Windenergie	766	2.232	16,6
Photovoltaik	684	5.381	40,0
feste biogene Brennstoffe	743	693	5,2
flüssige biogene Brennstoffe	336	2	0,0
Biogas	474	1.355	10,1
Klärgas	701	130	1,0
Deponiegas	701	17	0,1
Geothermie	648	0,6	0,0
biogener Anteil des Abfalls	806	318	2,4
Summe Strom		13.451	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	112	872	17,0
feste biogene Brennstoffe (modern)	235	2.155	42,0
flüssige biogene Brennstoffe	94	0	0,0
Biogas, Deponiegas, Klärgas	259	559	10,9
Solarthermie	265	510	10,0
tiefe Geothermie	272	29	0,6
Umweltwärme	180	864	16,9
biogener Anteil des Abfalls	228	136	2,7
Summe Wärme		5.125	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	276	944	69,4
Bioethanol	309	370	27,2
Pflanzenöl	231	0,7	0,05
Biomethan	307	45	3,3
Summe Kraftstoffe		1.359	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		19.935	

CO₂ Äq -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS und IFEU, Stand 11/2022

CO₂-Bilanzierung mit BICO2BW

Ziel einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz ist es, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen in einer Kommune darzustellen. Dabei wird aufgezeigt, welche Verbrauchssektoren und welche Energieträger die größten Anteile haben. Darauf aufbauend können Minderungspotenziale berechnet, Klimaschutzziele quantifiziert und Schwerpunkte bei der Maßnahmenplanung gesetzt werden. Wenn die Bilanz regelmäßig (ca. alle zwei bis drei Jahre) erstellt wird, kann die Entwicklung von Energieverbrauch und Emissionen abgebildet werden. Bilanzen sind damit ein zentraler Baustein des kommunalen Klimaschutzmonitorings und helfen so, die Erreichung Ihrer Klimaschutzziele zu überprüfen.

Energie- und CO₂-Bilanz selbst erstellen

Mit dem Bilanzierungstool BICO2BW können Sie für Ihre Kommune mit überschaubarem Aufwand eine Energie- und CO₂-Bilanz erstellen. Das Excel-Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft entwickelt. Es ist bereits seit 2012 im Einsatz und hat sich bei der Erstellung zahlreicher Bilanzen für kleine und große Kommunen bewährt. BICO2BW legt eine einheitliche Bilanzierungsmethodik fest, die dem mittlerweile bundesweit etablierten BSKO-Standard entspricht, und ermöglicht so einen Vergleich von Bilanzen verschiedener Kommunen. [Seit Anfang 2019 ist eine neue, erweiterte Version verfügbar \(V 2.8.1\), die auch das Erstellen von Zeitreihen ermöglicht und um eine Reihe von Indikatoren ergänzt wurde.](#)

Das Tool wird den Kommunen durch das Land Baden-Württemberg kostenfrei zur Verfügung gestellt. Das Programm **Klimaschutz-Plus** fördert zudem die Erstellung der Bilanz. Das Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz der KEA-BW stellt einen Großteil der benötigten Daten auf Anfrage kostenlos zur Verfügung.

Experten unterstützen Sie.

ifeu und KEA-BW haben bisher mehr als 150 Mitarbeiter von Kommunalverwaltungen, regionalen Energieagenturen und anderen Einrichtungen in Bilanzierungsmethodik und Anwendung des Tools geschult. Diese Experten der Energieagenturen, des ifeu und des Kompetenzzentrums Kommunaler Klimaschutz unterstützen Sie bei der Erstellung Ihrer Bilanzen und stehen für Fragen gerne zur Verfügung.

Emissionsfaktoren (CO₂-Äquivalent, t/MWh) oder kg/kWh

Energieträger	CO ₂ -Äq.	Quelle
Strom (2021)	0,350	2021
Heizöl	0,318	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Erdgas	0,247	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Braunkohle	0,411	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Steinkohle	0,438	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Solarwärme	0,025	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Holz (allgemein)	0,022	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Holz-Pellets	0,027	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Holz-Hackschnitzel	0,024	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Stückholz	0,019	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Rapsöl	0,048	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Rapsmethylester	0,054	GEMIS 4.94, GEMIS 5.0
Benzin fossil	0,323	IFEU 2019
Diesel fossil	0,326	IFEU 2019
Benzin bio	0,215	IFEU 2019
Diesel bio	0,117	IFEU 2019

Entwicklung energiebedingte und nicht-energiebedingte Treibhausgasemissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württemberg 1990-2020, Landesziel 2020

Jahr 2020: 69,1 Mio. t CO₂ äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7%

Ø 6,2 t CO₂ äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte CO₂-Emissionen 58,5 Mio t CO₂ (Anteil 84,7% von 69,1 Mio t CO₂ äquiv.)

Tabelle 1: Sektorale Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sowie Zielwerte 2020 nach IEKK
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg auf Basis von Daten aus [6] und [14]

	1990	2010	2016	2017	2018	Ziel ¹ 2020
Energiebedingte Treibhausgasemissionen						
Stromerzeugung	17,5	14,7	16,9	16,0	15,7	14,4
Private Haushalte	13,7	14,1	11,4	11,6	10,9	10,0
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	7,0	4,2	5,5	5,3	5,2	3,6
Industrie (energiebedingt)	10,6	6,6	5,9	6,1	6,0	4,2
Verkehr	21,0	20,8	23,6	23,8	23,5	15,7
Fernwärme und übrige Umwandlungsprozesse	4,5	7,4	5,3	6,4	5,5	-
Summe (energiebedingt)² [Millionen t CO₂]	74,3	67,8	68,6	69,2	66,8	
Energiegewinnung und-verteilung [Millionen t CO ₂ -Äquivalente] ³	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Summe (energiebedingt)⁴ [Millionen t CO₂-Äquivalente]	75,6	69,1	69,9	70,5	68,0	
Nicht energiebedingte Treibhausgasemissionen						
Landwirtschaft	5,8	4,6	4,7	4,5	4,4	3,8
Abfall- und Abwasserwirtschaft	4,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,4
Industrie (prozessbedingt)	3,0	2,6	3,0	3,0	3,1	2,3
Produktanwendung	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
Summe (nicht energiebedingt) [Millionen t CO₂-Äquivalente]	13,5	8,7	8,9	8,6	8,5	
Gesamt-Treibhausgasemissionen [Millionen t CO₂-Äquivalente]	89,1	77,8	78,8	79,1	76,5	66,8

¹ Der obere Wert des jeweiligen Zielkorridors. Aufteilung Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen auf Basis aktualisierter Daten [6]. Für die Emissionen der übrigen Energiewirtschaft, die Emissionen aus der Energiegewinnung und -verteilung und für den Bereich Produkthanwendung besteht kein Zielwert.

² Nur CO₂-Emissionen

³ Nur CH₄-Emissionen

⁴ Summe der Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄, N₂O) inklusive Methan- und Lachgasemissionen aus Verbrennungsprozessen in den oben aufgeführten Verbrauchssektoren sowie inklusive Emissionen aus Energiegewinnung und -verteilung. Summenbildung der Einzelwerte der Tabelle aus Platzgründen nicht möglich. Wert 2018 vorläufig.

* Daten 2020 vorläufig, Ziele 2022 nach IEKK, Stand 8/2020

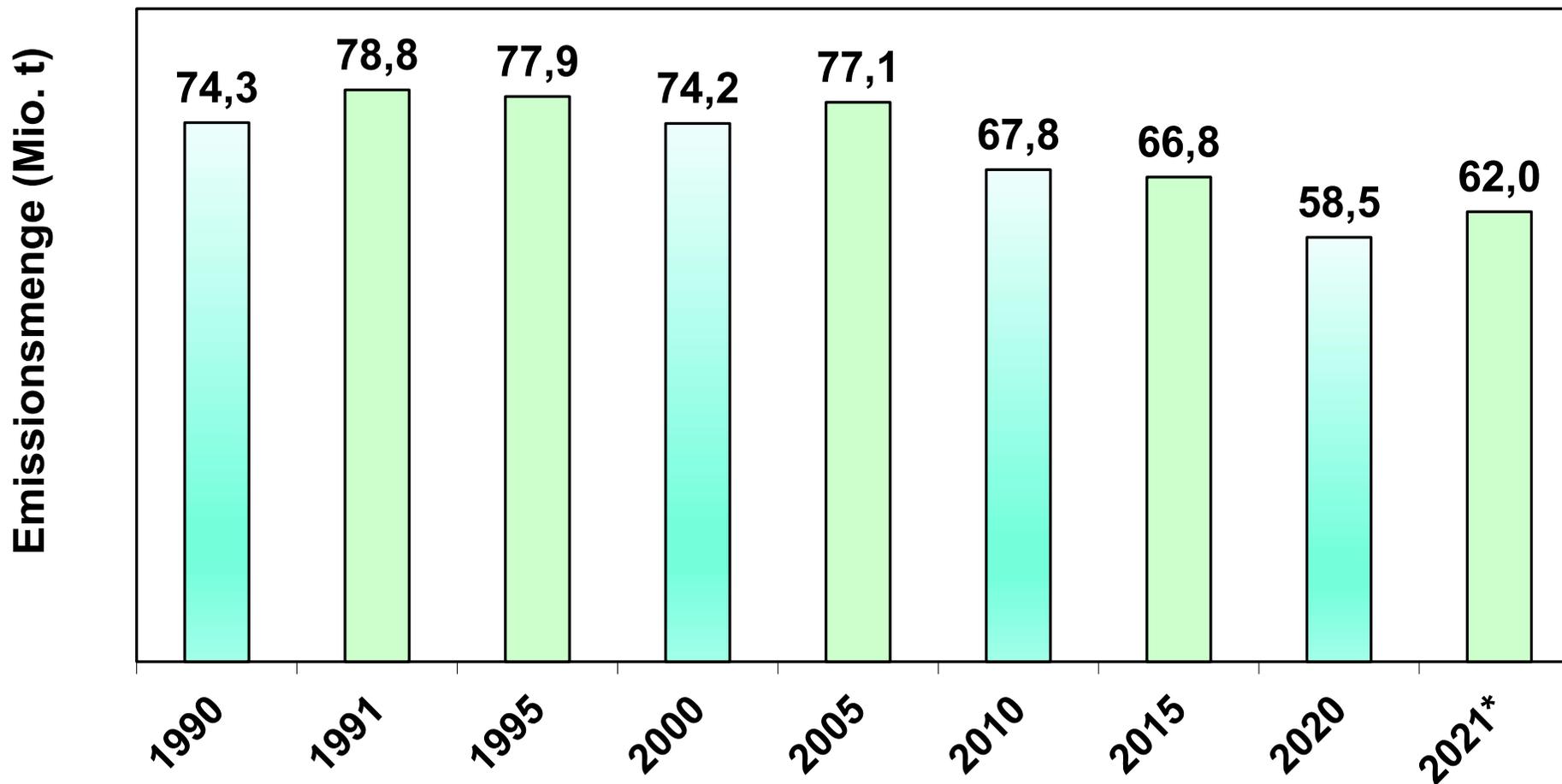
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2020: 11,1 Mio.

Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2021 (1)

Jahr 2021: 62,0 Mio. t CO₂, Veränderung 90/21: - 12,3% ¹⁾

5,6 t CO₂/Kopf

Anteil an Gesamt-THG: 87,5% von Gesamt 72,3 Mio. t CO₂äquiv.



Grafik Bouse 2023

* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) Jahr 2021: 11,1 Mio.

Die Bilanzierung der CO₂-Emissionen nach dem Prinzip der Quellenbilanz bezieht sich auf die aus dem direkten Einsatz fossiler Energieträger auf einem bestimmten Territorium entstandenen CO₂-Emissionen.

1) Ohne internationalen Flugverkehr 2021: 0,368 Mio. t CO₂

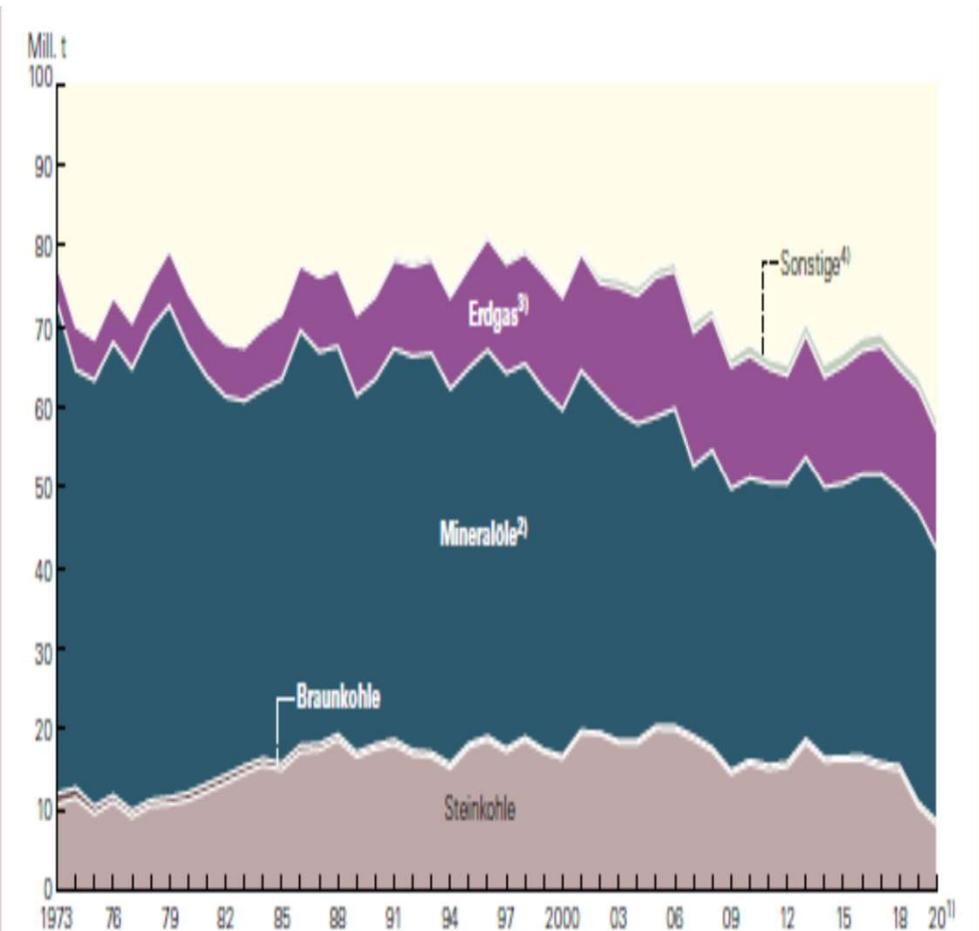
Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen (Quellenbilanz)* nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (2)

Jahr 2020: 58,54 Mio. t CO₂, Veränderung 90/20: - 21,2% ¹⁾
5,3 t CO₂/Kopf

Anteil an Gesamt-THG: 84,7% von Gesamt 69,1 Mio. t CO₂äquiv.

60. Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen (Quellenbilanz*)
in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern

Energieträger	1973	1980	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020 ¹⁾
	Mill. t										
Steinkohle	10,78	11,23	17,58	18,14	17,86	16,39	20,07	15,80	16,20	10,50	8,13
Braunkohle	1,27	0,94	0,53	0,59	0,39	0,33	0,37	0,42	0,45	0,48	0,56
Mineralöle ²⁾	60,90	55,31	45,38	48,54	46,63	43,00	38,40	34,95	33,85	35,98	33,61
Erdgas ³⁾	4,61	6,68	10,22	10,98	12,51	13,87	17,33	15,27	14,68	15,34	14,71
Sonstige ⁴⁾	0,00	0,00	0,60	0,53	0,44	0,58	0,97	1,38	1,61	1,52	1,53
Emissionen insgesamt	77,57	74,16	74,30	78,78	77,84	74,18	77,14	67,83	66,79	63,82	58,54



Bevölkerung (Jahresdurchschnitt), Jahr 2020: 11,1 Mio.

* 1) Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

Ab 1990 ohne internationalen Luftverkehr (Jahr 2020: nur 0,366 Mio.. t CO₂ wegen Corona)

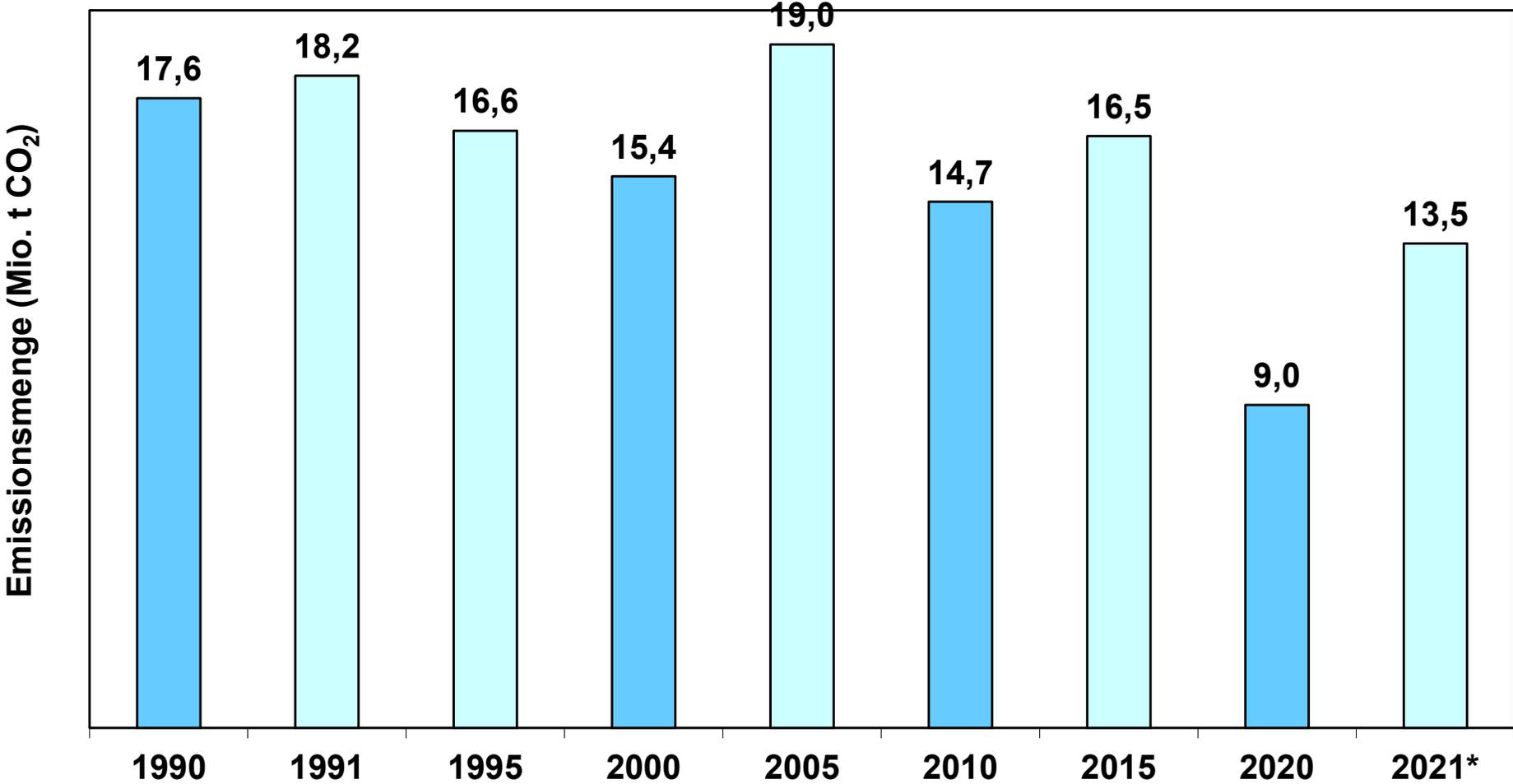
2) Heizöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Raffineriegas, Flüssiggas, Stadtgas, Petrolkoks, Petroleum, andere Mineralöle.

3) Einschließlich sonstige Gase.

4) Abfälle fossile Fraktion und sonstige emissionsrelevante Stoffe wie Ölschiefer.

Entwicklung der Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen bei der Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1990-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 13,5 Mio. t CO₂; Veränderung 1990/2021: - 23,2%
Stromanteil 21,7% von gesamt 62,0, Mio. t CO₂



Grafik Bouse 2023

* Daten 2021 vorläufig , Stand 7/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

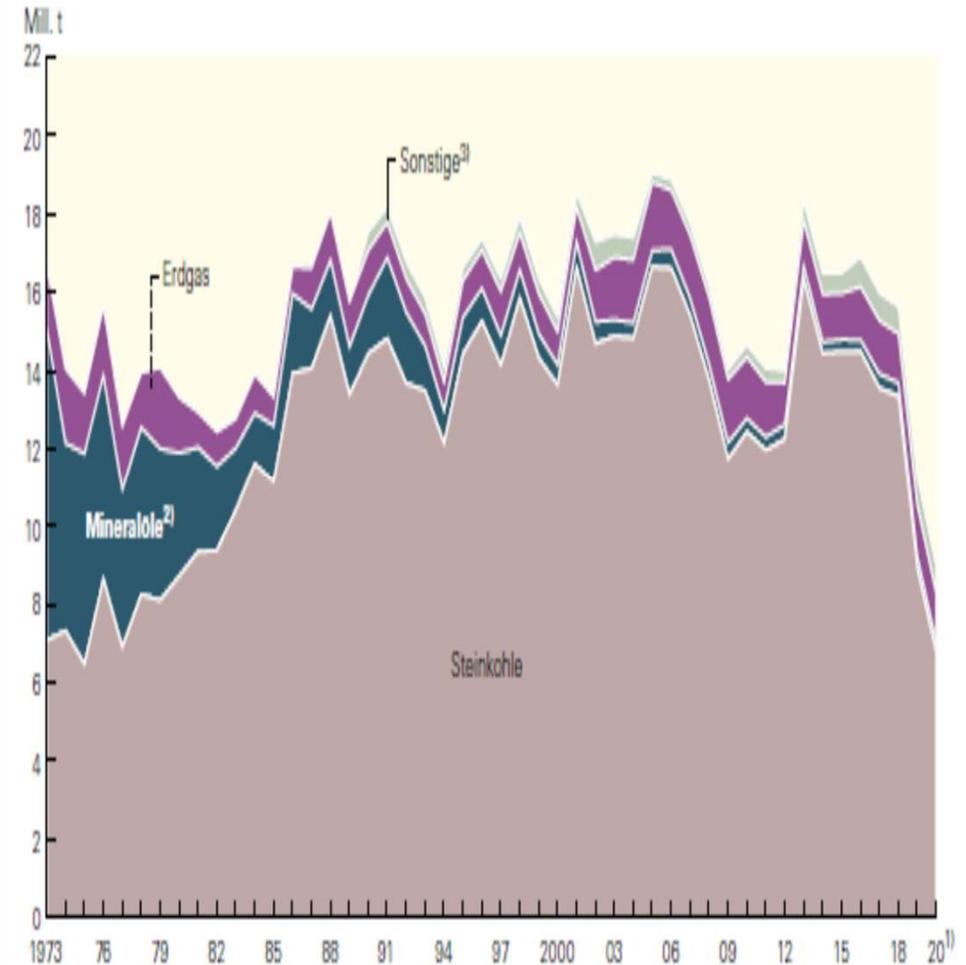
Quelle: Stat. LA BW 7/2023

Entwicklung der Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 9,0 Mio. t CO₂; Veränderung 1990/2020 - 48,8%
 Stromanteil 15,4% von 58,5 Mio. t CO₂

61. Entwicklung der Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen in der Stromerzeugung*
 in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern

Energieträger	1973	1980	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020 ¹⁾
	Mill. t										
Steinkohle	7,08	8,72	14,43	14,81	14,43	13,63	16,65	12,43	14,47	8,92	6,75
Braunkohle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineralöle ²⁾	8,04	3,17	1,50	2,07	0,93	0,52	0,42	0,34	0,31	0,31	0,28
Erdgas	1,61	1,43	1,14	0,90	0,94	0,85	1,74	1,56	1,18	1,30	1,24
Sonstige ³⁾	0,00	0,00	0,47	0,39	0,34	0,38	0,23	0,31	0,52	0,75	0,72
Emissionen insgesamt	16,73	13,31	17,55	18,17	16,64	15,37	19,04	14,66	16,49	11,28	8,99



1) Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

Der Kraftwerke für die allgemeine Versorgung sowie der Industrierärmekraftwerke.

2) Heizöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Raffineriegas, Flüssiggas, Stadtgas, Petrolkoks, Petroleum, andere Mineralöle.

3) Abfälle fossile Fraktion und sonstige emissionsrelevante Stoffe wie Ölschiefer.

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 11,1 Mio.

Beispiele aus der Praxis

Windpark Rohrenkopf bei der Schwarzwaldgemeinde Gersbach, 9/2019



Rohrenkopf unter Strom - Klimafreundliche Windenergie für 15.000 Haushalte

Nahe der Schwarzwaldgemeinde Gersbach errichteten die EWS den höchsten und südlichst gelegenen Windpark Deutschlands.

Fünf Anlagen erzeugen demnächst klimafreundlichen Strom für 15.000 Haushalte; im Rahmen eines Beteiligungsmodells können Bürger bis zu drei der Anlagen direkt übernehmen.

Seit Mai dieses Jahres hat sich auf und um den Rohrenkopf in Schopfheim-Gersbach einiges getan. Anfang Mai 2016 begann unter der Leitung der «EWS Windpark Rohrenkopf GmbH» der Bau des Windparks Rohrenkopf. Seitdem wurden Wege befestigt, Kranstell- und Montageflächen hergerichtet, Strom- und Kommunikationskabel verlegt und fünf Windenergieanlagen des Typs Enercon E 115 mit einer Nabenhöhe von 149 m vom Fundament bis zur Montage des Rotorblattes errichtet. Mit der Baustelle ging im Laufe des Jahres eine Vielzahl von Materialtransporten einher, ein Großteil davon genehmigungspflichtig und unter Polizeibegleitung.

Bild: EWS Windpark Rohrenkopf GmbH aus UM BW – PM vom 4. September 2019; EWS Elektrizitätswerke Schönau, PM vom 29.12.2016

Windpark Verenafohren in Wiechs am Randen, Hegau 2017 (1)



Windpark Verenafohren in Wiechs am Randen, Hegau 2017 (2)

Windpark Verenafohren mit Standort Wiechs am Randen

Im Tengener Ortsteiles Wiechs baut die IG Hegauwind den ersten Windpark im Landkreis Konstanz: "Verenafohren".

Die drei Nordex-Schwachwindanlagen produzieren ab 2017 gut 20 Mio. kWh Strom pro Jahr, das entspricht bilanziell dem privaten Strombedarf von allen Bürgern von Tengen, Engen und Hilzingen (rund 20.000 Menschen).

Zu Windmessung, Planung, Projektierung und Baubegleitung wurde solarcomplex beauftragt. Weitere Infos zum Windpark Verenafohren

Die Interessengemeinschaft Windkraft Hegau-Bodensee

Die Interessengemeinschaft Windkraft Hegau-Bodensee (kurz: IG Hegauwind) besteht aus 11 Mitgliedern. Ziel ist, potentielle Standorte im Landkreis Konstanz gemeinsam zu entwickeln, dort Windkraftanlagen zu errichten und mit Bürgerbeteiligung zu betreiben.

Die IG Hegauwind hat solarcomplex mit Windmessungen und Projektierungen beauftragt:

Windmessung für alle Standorte im Lkr. Konstanz

Projektierung für Standort Verenafohren: Windmesskampagne, Öffentlichkeitsarbeit, **Grundstückssicherung**, Klärung der Zuwegung und des Netzverknüpfungspunkts, Einholen aller notwendigen Gutachten, Schall- und Schattenwurfprognosen, etc.

BlmSchG-Antrag wurde im Auftrag der IG Hegauwind gestellt

solarcomplex-Vorstand Bene Müller ist einer der beiden Sprecher der IG Hegauwind.

Windpark-Fakten Verenafohren:

- **Betreiber: IG Hegauwind**
- Windmessung & Projektierung: solarcomplex AG
- Herstellerfirma: Nordex – 3 Windkraftanlagen mit je 3 MW Nennleistung, Rotordurchmesser 131 m, Nabenhöhe 199 m
- Inbetriebnahme: z. Z. finden Testläufe statt; Einweihung am 15 Juli 2017 mit einem Windpark-Fest
- Stromproduktion 20 Mio. kWh/Jahr. Den Strom speist das Elektrizitätswerk Schaffhausen (Schweiz) in Wiechs und Merishausen ins eigene Netz ein und gelangt teils direkt in die Haushalte
- Geschätzte Jahres-Volllaststunden: 20 Mio. kWh / 9.000 kW = 2.222 h/Jahr
- Betriebszeit 20 Jahr bis 2037, insgesamt sollen 400 Mio. Strom produziert werden

Windpark Verenafohren in Wiechs am Randen, Hegau 2017 (3)

Betreibergesellschaft

Der Windpark Verenafohren wurde in vierjähriger Zusammenarbeit aller am Projekt beteiligten Unternehmen gemeinsam entwickelt. Am 26 Oktober 2015 haben die 11 Mitglieder der "Interessengemeinschaft" die juristische Grundlage für den Bau und den Betrieb des Windparks geschaffen:

Die Betreibergesellschaft wurde unter dem Namen **Hegauwind GmbH und Co. KG – Verenafohren** beim Amtsgericht Freiburg in das Handelsregister eingetragen. Sitz der Gesellschaft ist Tengen.

Die 11 Kommanditisten sind zu **gleichen Teilen an den Investitionen von 16,3 Mio. € und am Ertrag beteiligt.**



Kontakt:

Hegauwind GmbH & Co. KG – Verenafohren

c/o Stadtwerke Radolfzell

Untertorstraße 7 – 9; 78315 Radolfzell

Internet: www.verenafohren.de

Tel.: 07732 / 8008-0; Fax: 07732 /8008-505

E-Mail: reinhardt@hegauwind.de

Größter zusammenhängender Windpark Lauterstein, Landkreis Göppingen in Baden-Württemberg eingeweiht im Jahr 9/2016

Ministerpräsident Winfried Kretschmann hat den größten zusammenhängenden Windpark in Baden-Württemberg eingeweiht. Die 16 Anlagen des Windparks Lauterstein produzieren Strom für mehr als 34.000 Haushalte.

Der Windpark stehe beispielhaft für das große Potential und den steigenden Ausbau der Windkraft in Baden-Württemberg, so Kretschmann.

„Moderne und sehr leistungsfähige Anlagen wie die des Windparks Lauterstein machen eine effiziente Nutzung unserer natürlichen Energieressourcen erst möglich. Sie demonstrieren das große Potenzial der Windkraft in Baden-Württemberg“, so Ministerpräsident Kretschmann in Lauterstein im Rahmen der Einweihung des Windparks Lauterstein. „Diese Anlage steht beispielhaft für das stetige Vorankommen beim Ausbau der Windkraft und der nachhaltigen Energiegewinnung in unserem Land. Die Windkraft trägt entscheidend dazu bei, die Energieversorgung in Baden-Württemberg zu sichern.“

Bedeutender Baustein der Energiewende

„Mit dem Atomausstieg fallen im Land große Erzeugungskapazitäten weg, die nur mit dem starken Ausbau der erneuerbaren Energien – insbesondere der effizienten und kostengünstigen Windkraft – auszugleichen sind. Der Windpark in Lauterstein ist insofern nicht nur regionale Wertschöpfung, sondern auch ein bedeutender Baustein der Energiewende in ganz Baden-Württemberg“, so der Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Franz Untersteller. „Das erste Halbjahr 2016 war hierzulande das bislang erfolgreichste für den Ausbau der Windkraft. Und mit dem Windpark in Lauterstein weihen wir heute den bislang größten zusammenhängenden Windpark des Landes ein. Beides ist Ausdruck dafür, dass sich Baden-Württemberg im Wettbewerb um die Gunst von Investoren inzwischen auf Augenhöhe mit anderen Ländern befindet. Unsere Politik der letzten Jahre zahlt sich aus.“

16 Anlagen produzieren Strom für mehr als 34.000 Haushalte

Zwischen Lauterstein, Degenfeld und Böhmenkirch auf der Gemarkung der Stadt Lauterstein versorgen von nun an 16 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von je 2,75 Megawatt (MW) rund 34.000 Haushalte. Damit kann ein prognostizierter Jahresertrag von 120.000 Megawattstunden (MWh) erreicht werden und im Jahr 90.000 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Eine Anlage des Windparks wird von einer Bürgerenergiegenossenschaft betrieben, an der sich die Bürgerinnen und Bürger der umliegenden Gemeinden beteiligen können. Durch dieses Modellprojekt sollen auch Anwohnerinnen und Anwohner die Möglichkeit bekommen, regionale Vorhaben und Entscheidungen in der Energiewende mitzutragen. „Bürgerenergiegenossenschaften beweisen, dass die Energiewende auch ein Bürgerprojekt ist“, so Kretschmann.

Eckdaten zum Windpark Lauterstein:

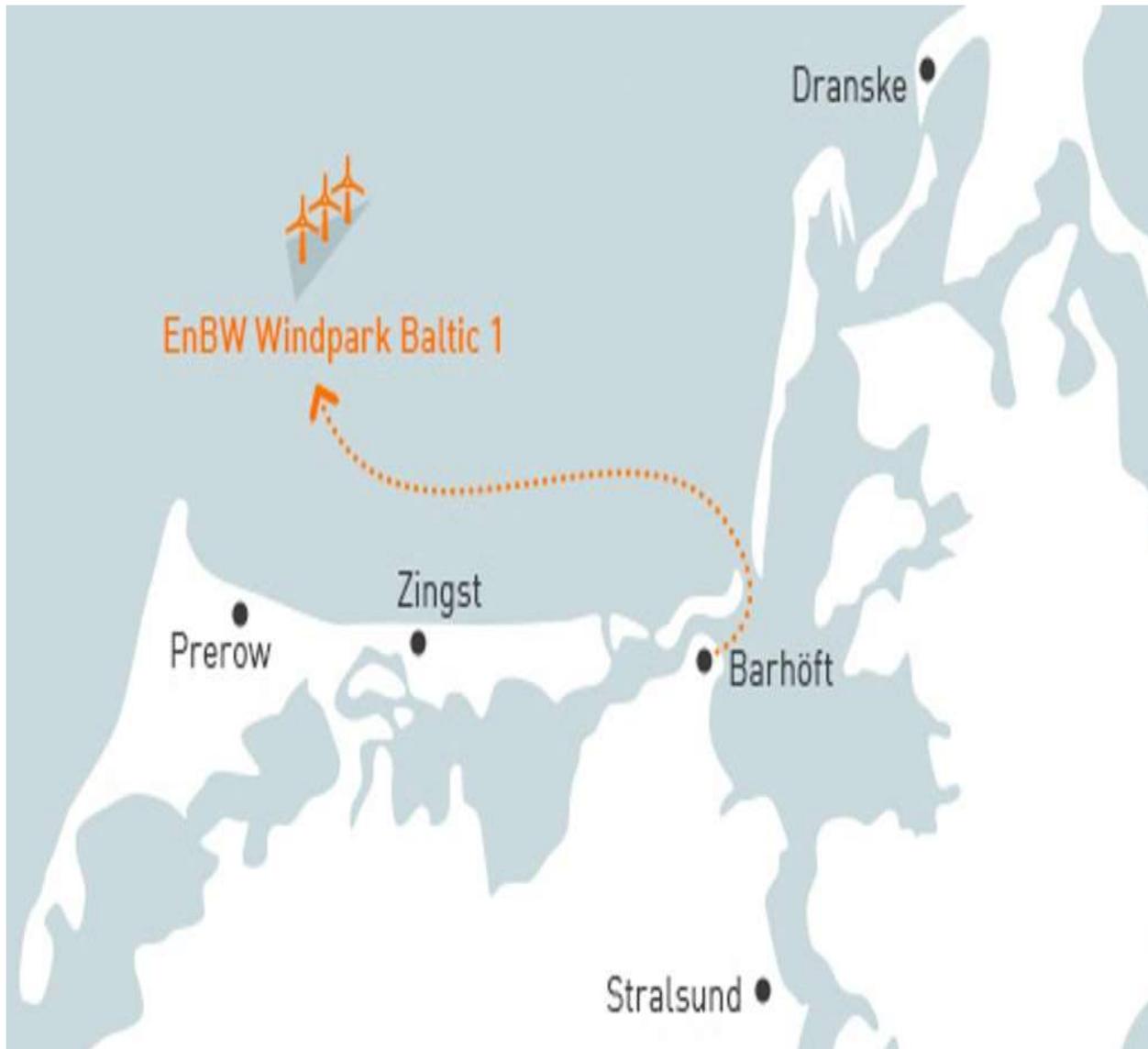
Die Genehmigung für den Windpark Lauterstein wurde vom Landratsamt Göppingen im August 2015 erteilt. Mit dem Bau der Infrastrukturmaßnahmen wurde im September 2015 begonnen. Jede der Windkraftanlagen wird über eine Nabenhöhe von 139 Metern (199 Meter Gesamthöhe) verfügen und eine Nennleistung von 2,75 Megawatt haben. Gemeinsam werden die 16 Anlagen genügend Strom produzieren, um ca. 34.000 Haushalte mit Strom zu versorgen.

Ausgewählte Betreiberdaten:

16 WEA mit je 2,75 MW = 44,0 MW Nennleistung; Prognosen: 120.000 MWh Jahresertrag, ergibt 2.727 Jahresvolllaststunden, Versorgung von 34.000 Haushalten bei Annahme von je 3.529 kWh/Jahr und 90.000 Tonnen CO₂ Emissionsminderung bei Annahme 0,75 kg CO₂ /kWh

EnBW Windpark Baltic 1, Ostsee, Stand 2012 (1)

Standort Windpark



Wichtige Daten

- Standort: Ostsee, 16 km nördlich der Halbinsel Darß/Zingst
- Größe: ca. 7 km²
- Windenergieanlagen: 21 Siemens SWT-2,3-93 /2.300 kW
- Fundamente: Monopiles
- Wassertiefe: 16 bis 19 m
- Gesamtleistung: 48,3 MW
- Jährlicher Ertrag: 193 GWh
- Mittlere Windgeschwindigkeit: 9 m/s
- Inbetriebnahme: April 2011

EnBW Windpark Baltic 2 – Ostsee, Stand 2015 (2)

EnBW Windpark Baltic 2 – auf einen Blick

Hoch über den Wellen der Ostsee erheben sich die 80 großen Windkraftanlagen von EnBW Baltic 2.

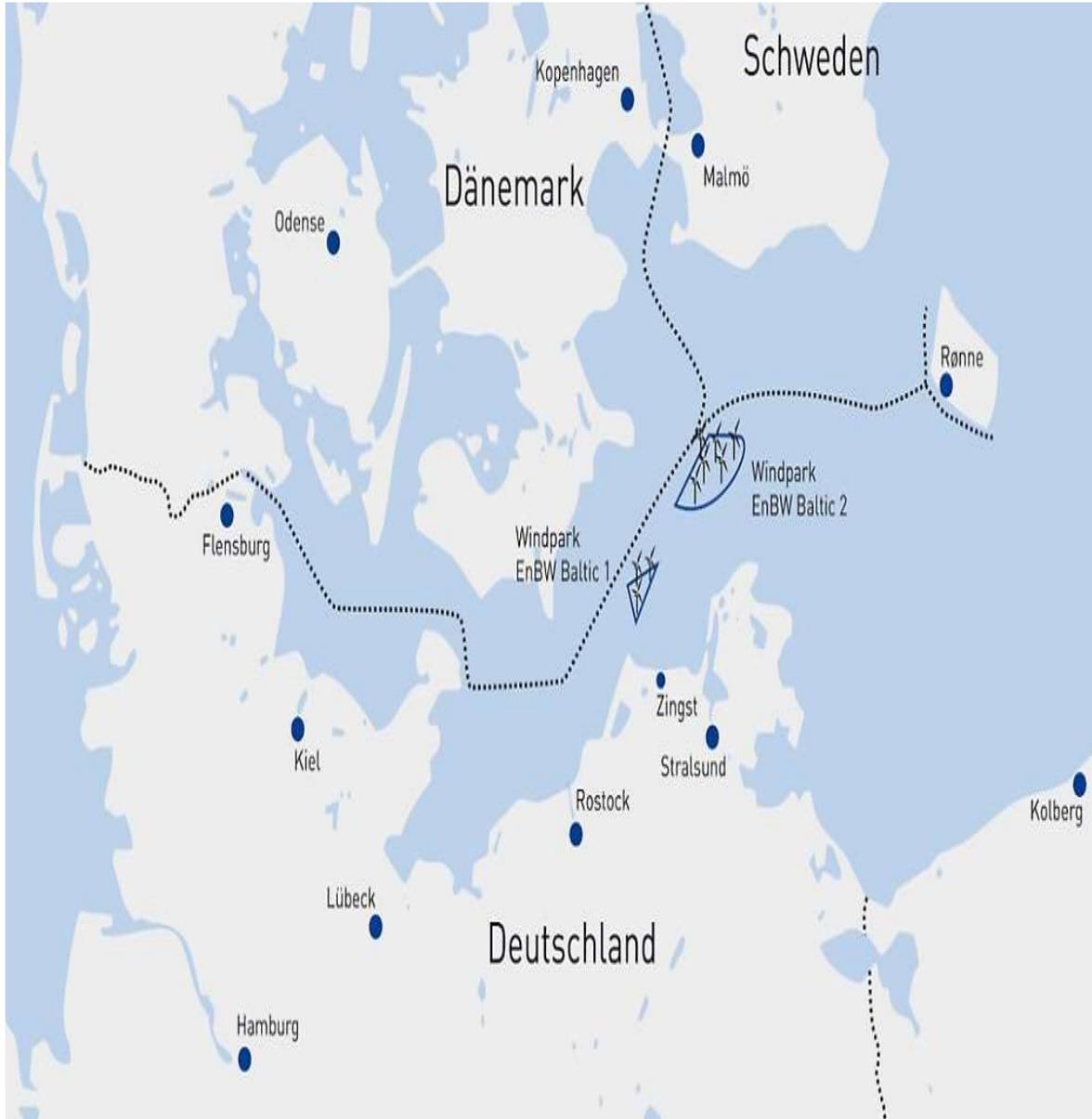
Am 21. September 2015 ging der zweite Windpark der EnBW offiziell in Betrieb.

Aus dem starken und stetig wehenden Wind erzeugen die Windräder Strom für rechnerisch 340.000 Haushalte.



EnBW Windpark Baltic 2 – Ostsee, Stand 2015 (3)

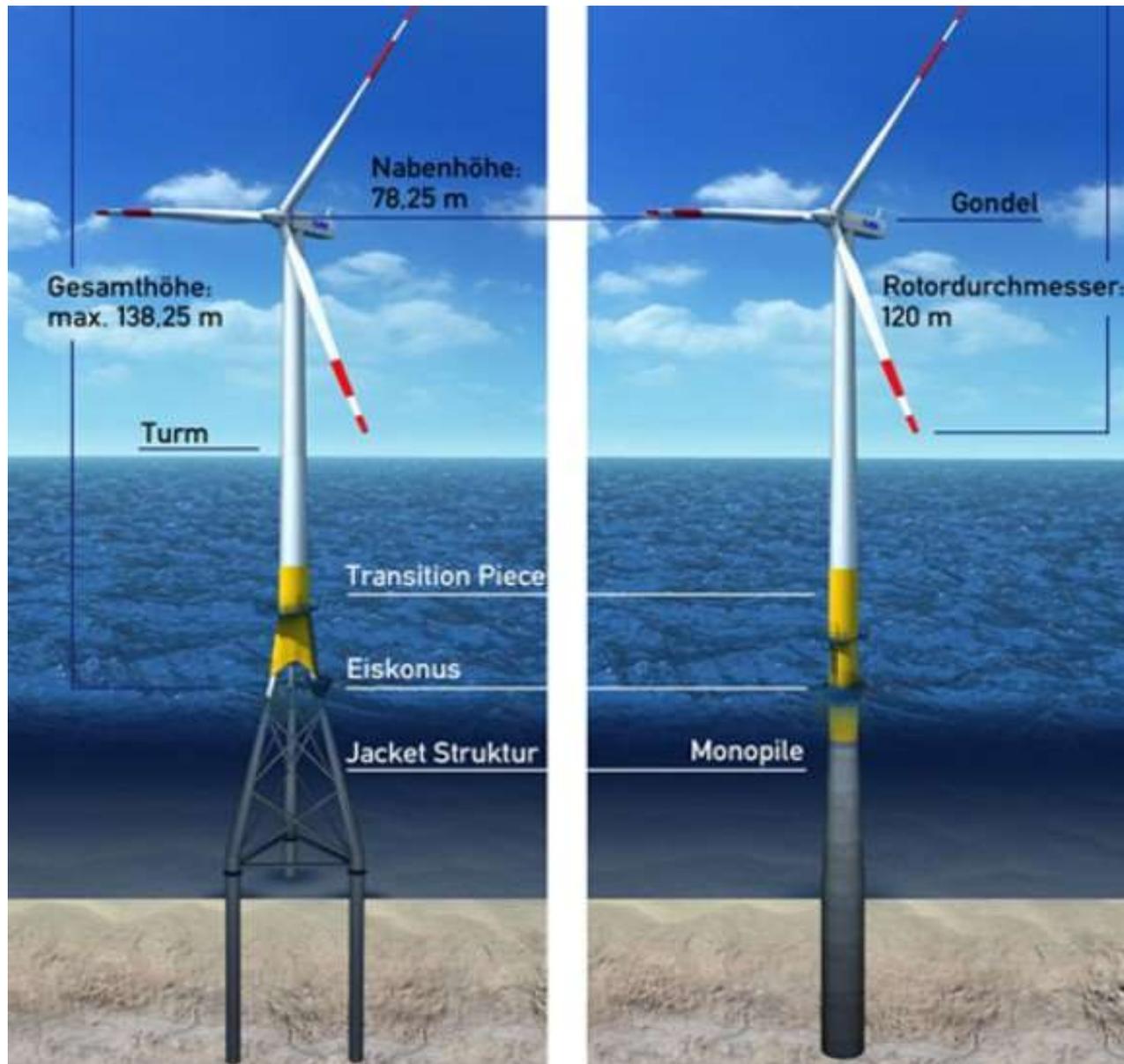
Standort Windpark



Wichtige Daten auf einen Blick

- Standort: Ostsee, 32 km nördlich der Halbinsel Rügen
- Größe: ca. 27 km²
- Windenergieanlagen: 80 Siemens SWT-3,6-120
- Gesamthöhe: 138,25 m
- Nabenhöhe über Wasser: 78,25 m
- Turmhöhe: 66,00 m
- Rotordurchmesser: 120 m
- Fundamente: 39 Monopiles (ca. 23-25 m) u. 41 Jackets (ab ca. 35 m)
- Wassertiefe: 23 bis 24 m
- Gesamtleistung: 288 MW
- Jährlicher Ertrag: 1,2 TWh (Mrd. kWh)
- Mittlere Windgeschwindigkeit: ca. 9,7 m/s
- Kapazität: rechnerisch rund 340.000 Haushalte im Jahr mit Strom versorgen und vermeidet ca. 900.000 Tonnen CO₂-Ausstoß
- Inbetriebnahme: September 2015

Technik von Baltic 2



80 Windkraftanlagen und eine Umspannstation zu errichten und die gesamte Fläche von 27 km² mit rund 85 km Tiefseekabel zu vernetzen, erfordert eine präzise Planung.

Alle einzelnen Prozesse müssen genau aufeinander abgestimmt werden: Erst wenn die Fundamente errichtet sind, können die Kabel innerhalb des Parks verlegt werden. Dann werden die Windkraftanlagen gebaut.

Die Umspannstation muss rechtzeitig vor der Parkverkabelung und der ersten Turbine errichtet sein.

Fazit und Ausblick

Handlungsbereich **Strom aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2019, Ziele bis 2050

Günstige Rahmenbedingungen für die Windkraft schaffen

Die Windenergie stellt eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende dar, denn sie ist neben der Wasserkraft unter den erneuerbaren Energien die kostengünstigste Technologie zur Strombereitstellung. Außerdem ist die Windenergie über den gesamten Produktlebenszyklus mit geringen Treibhausgasemissionen verbunden, hat einen geringen Flächenbedarf (land- und forstwirtschaftliche Nutzungen sind mit geringen Einschränkungen möglich) und bietet in Form von Bürgerwindrädern zudem gute Möglichkeiten der Teilhabe der Bürger an der Energiewende.

Baden-Württemberg steht bei der Nutzung der Windenergie im bundesweiten Vergleich weit unten. Ende 2019 gab es im Land nur 723 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.550 MW mit einer Stromerzeugung von 3.080 GWh. Damit können nur 3,2 % des baden-württembergischen Stromverbrauchs gedeckt werden.

Der Grund für den trägen Ausbau der Windenergie liegt weder im fehlenden Windenergiepotenzial noch an der Ermangelung geeigneter Flächen, sondern in der restriktiven Haltung früherer Regierungen gegenüber der Errichtung von Windenergieanlagen. Dies hatte ein nachteiliges Planungs- und Investitionsklima im Land hervorgerufen.

Diesen Zustand wollen wir ändern. Bis zum Jahr 2020 sollen mindestens 10 % der Stromerzeugung in Baden-Württemberg aus Windenergieanlagen gedeckt werden. Hierfür sind rund 1.100 neue Anlagen mit einer mittleren Leistung von je 2,5 MW erforderlich. Der jährliche Zubau muss dazu bis 2015 auf rund 130 Anlagen pro Jahr ansteigen.

Bis 2050 kann die Windenergie rund 25 % des Stromverbrauchs in Baden-Württemberg decken.

Bei einer mittleren Größe von etwa 4 MW wären dann rund 2.500 Anlagen in Baden-Württemberg vorhanden.

Fazit:

- Bisher spielt die Windkraft bei der Stromerzeugung noch keine große Rolle. Das wollen wir ändern.
- Mit dem Landesplanungsgesetz haben wir wichtige Weichen für den Ausbau der Windkraft gestellt.

Windenergiepotenzial Baden-Württemberg, Stand 2010/2020 (1)

Potenzial der Windenergienutzung an Land

Nach dieser Studie wurde ein Potenzial auf Basis von GIS-Daten ermittelt. Dabei wurden Ausschlussflächen und nutzbare Flächen anhand der Bodenbedeckung sowie geographischen Merkmalen wie Siedlungsflächen, Infrastrukturdaten (Straßen, Bahnlinien usw.) bestimmt, um bestehende Abstandsregelungen geeignet abzubilden, ggf. mit geeigneten Puffern zu versehen.

Bei Windstandorten mit guten Windbedingungen (bis 1600 äquivalenten Volllaststunden) wurden 3 MW Windenergieanlage mit 2,6 m²/kW und einer Nabenhöhe von 100 m angenommen. Wenn diese keine 1600 Volllaststunden erreicht, wird die 3 MW Schwachwindanlage mit 3,5 m²/kW und einer Nabenhöhe von 150 m installiert. Diese erreicht etwa 50 % mehr Volllaststunden. Wenn diese ebenfalls keine 1600 äquivalente Volllaststunden erreicht, wird die Fläche ausgeschlossen.

Quellen: BWE – IWES: Flyer Windenergiepotenzial Baden-Württemberg und Deutschland zur Studie „Potenzial der Windenergienutzung an Land“, Kurzfassung, 5/2011; Stat. LA BW 12/2020

Baden-Württemberg		
	Fläche	Anteil an der Gesamtfläche
Gesamtfläche	36.009 km ²	100,0 %
Fläche ohne Restriktionen	1.532 km ²	4,3 %
Nutzbarer Wald (ohne Schutzgebiet)	1.768 km ²	4,9 %
Nutzbare Schutzgebiete	4.129 km ²	11,5 %
Nutzbare Gesamtfläche	7.429 km ²	20,6 %
Nichtnutzbare Fläche	28.579 km ²	79,4 %

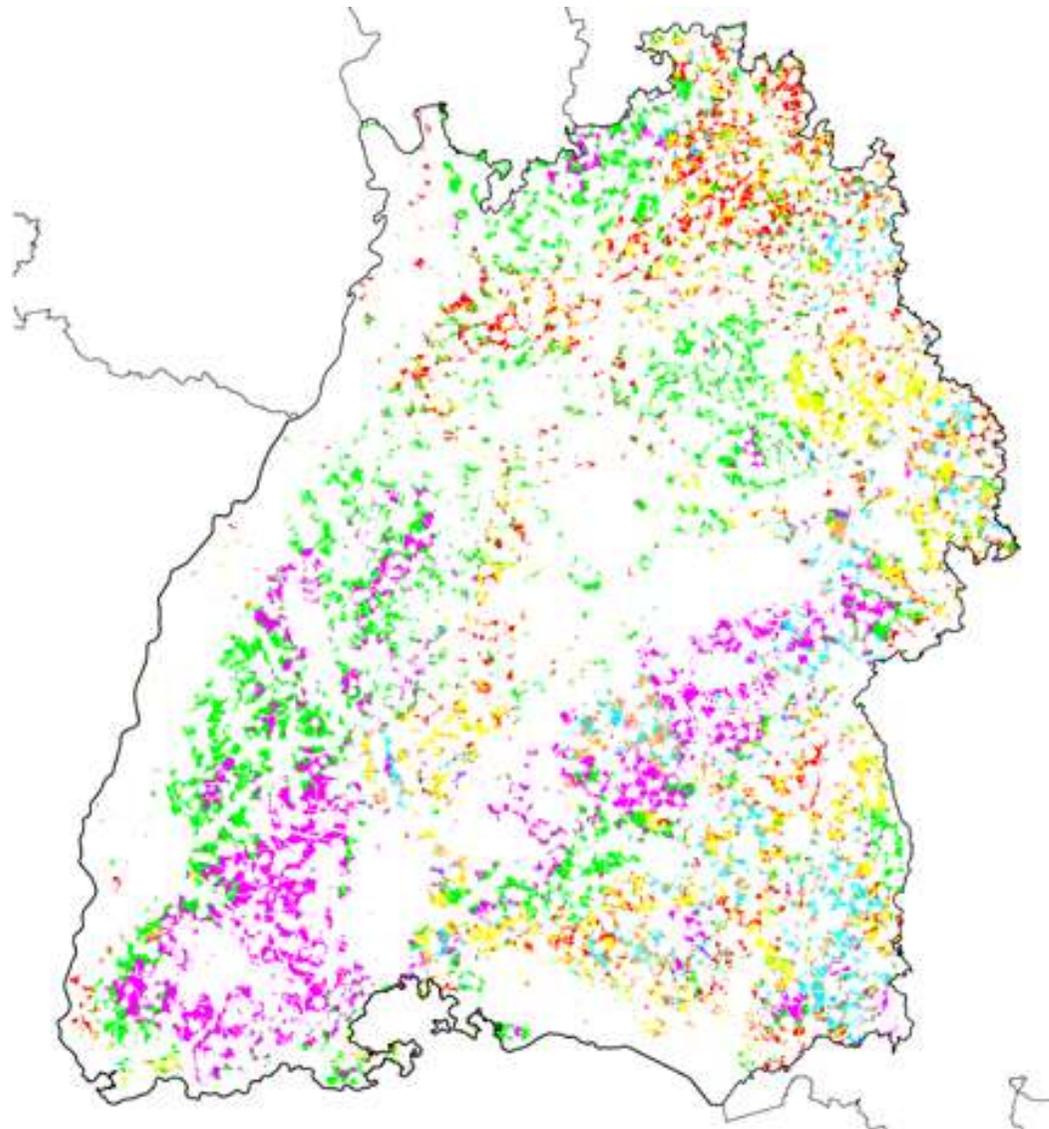
Die wesentlichen Ergebnisse der Studie für Baden-Württemberg sind:

- Insgesamt kann das Ziel 2% der Landesfläche für die Windenergienutzung bereit zu stellen als realistisch angesehen werden
- In Baden-Württemberg stehen auf Basis der Geodaten knapp 4,3% der Landfläche außerhalb von Wäldern und Schutzgebieten für die Windenergienutzung zur Verfügung
- Unter Einbeziehung von Wäldern und zusätzlich Schutzgebieten ergeben sich 9,2% bzw. 20,6% nutzbare Fläche
- Bei Nutzung von 2% der Fläche Baden-Württembergs ergeben sich 23 GW installierbare Leistung
- Das Flächenpotenzial ist in ganz Deutschland vorhanden und beschränkt sich nicht auf die schon heute genutzten nördlichen Bundesländer
- Die Erträge liegen im Mittel bei 1.953 Volllaststunden (Jahr 2019: 1.997 h/a)
- Daraus ergeben sich 45 TWh (potenzieller Energieertrag)
- Das sind mehr als 50% des baden-württembergischen Bruttostromverbrauchs von 79,6 TWh im Jahr 2010
bzw. im Jahr 2019: 3,1 TWh Windenergie, 6,9 % von 45 TWh, BSV 70,6 TWh

Windenergiepotenzial Baden-Württemberg, Stand 2010/2020 (2)

Standorte für Windenergieanlagen

Energie- und Leistungspotenziale



Maximale Potenziale:

- Gesamte nutzbare Fläche (20,6%)	7.429 km ²
- Installierbare Leistung	163 GW
- Fläche ohne Restriktionen (4,3%)	1.532 km ²
- Installierbare Leistung	46 GW
- Volllaststunden	1.953 h/a

Nutzung von 2% der Landesfläche

- Erforderliche Flächennutzung	720 km ²
- Installierbare Leistung	23 GW
- Potenzielle mittlere Erträge	45 TWh
- Volllaststunden	1.953 h/a

* Bruttostromverbrauch BW 2019	70,6 TWh
davon Windenergieanteil von 3,1 TWh	4,4 %
Potenzial Windenergieanteil von 45 TWh	6,8 %

- Ohne Restriktion Anlagen für gute Standorte
- Wald ohne Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Ohne Restriktion Schwachwindanlage
- Wald ohne Schutzgebiete Schwachwindanlage
- Schutzgebiete Schwachwindanlage

Windenergie in Deutschland

Windenergie ist eine Form der erneuerbaren Energie, die die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandelt. Windenergieanlagen nutzen die Kraft des Windes, um Rotoren anzutreiben, die einen Generator antreiben. Windenergie ist eine saubere, umweltfreundliche und kostengünstige Energiequelle, die zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beiträgt.

Windenergie hat in Deutschland einen steigenden Anteil an der Stromerzeugung. Im Jahr 2022 betrug die Netto-Stromproduktion aus Onshore- und Offshore-Windenergie 125,133 Milliarden Kilowattstunden (kWh), was etwa 27% des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland entspricht ¹.

In Deutschland standen zum Ende des Jahres 2022 insgesamt 28.443 Onshore-Windenergieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 58.106 Megawatt (MW)². Hinzu kamen 1.501 Offshore-Windenergieanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 7.770 MW ². Die Windenergiebranche schuf im Jahr 2016 eine Rekordzahl von 164.500 Arbeitsplätzen, davon 29.800 im Bereich Offshore- und 134.700 im Bereich Onshore-Windenergie ².

Nach dem aktuellen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sollen bis Ende 2030 in Deutschland 115 Gigawatt (GW) Windenergie an Land installiert sein. Dafür wird ein jährlicher Zubau von etwa 9 GW brutto bzw. 7 GW netto erforderlich sein ³. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen geeignete Flächen für die Windenergie an Land ausgewiesen und die Genehmigungsverfahren beschleunigt werden. Außerdem müssen die Netzanschlüsse und der Netzausbau gewährleistet werden, um den Windstrom zu den Verbrauchern zu transportieren.

Wenn Sie mehr über Windenergie in Deutschland erfahren möchten, können Sie die folgenden Webseiten besuchen:
Windenergie in Deutschland - Windbranche.de; Deutschland in Zahlen | BWE e.V.; Windenergie an Land | Umweltbundesamt

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. windbranche.de; 2. windbranche.de; 3. wind-energie.de; 4. umweltbundesamt.de; 5. windbranche.de; 6. wind-energie.de; 7. umweltbundesamt.de

Einleitung und Ausgangslage

Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021/22 und Ziele 2030

Tabelle 1: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

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

1 inkl. Fernwärmeverbrauch

2 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); 42,5% sind wie bisher als verbindlich durch die Mitgliedsländer zu erbringen. Hinzu kommt ein indikatives zusätzliches Ziel von 2,5%. Dieses „Top-up“ soll durch weitergehende freiwillige Beiträge der Mitgliedstaaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. [1]

3 Zielwert der Bundesregierung nach Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG 2023) [2]

4 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II)

5 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); die neuen verbindlichen Unterziele im Verkehr umfassen eine Kombination von strombasierten erneuerbaren Kraftstoffen (RFNBOs) und fortschrittlichen Biokraftstoffen. Dieses Unterziel liegt bei 5,5%, davon soll 1% durch Wasserstoff und andere strombasierte Brennstoffe (RFNBOs) abgedeckt werden.

6 Zielwert gemäß Energieeffizienzgesetz (EnEFG): Das Ziel ist den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2008 bis zum Jahr 2030 um mindestens 39,3% auf einen Primärenergieverbrauch von 2.252 TWh zu senken.

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

Der Stromsektor in Deutschland 1990-2023 auf einen Blick

4.1 Der Stromsektor 2023 auf einen Blick

		1990	2021	2022	2023 ¹⁾	Veränderung 2022/2023	Anteil 2022	Anteil 2023
Primärenergieverbrauch	TWh	4137	3448	3286	3287	0 %		
Erneuerbare Energien	TWh	55	541	575	588	2 %	17,5 %	17,9 %
Braunkohle	TWh	889	313	324	253	-22 %	9,9 %	7,7 %
Steinkohle	TWh	641	308	313	260	-17 %	9,5 %	7,9 %
Mineralöl	TWh	1452	1122	1140	1078	-5 %	34,7 %	32,8 %
Erdgas	TWh	637	917	767	734	-4 %	23,3 %	22,3 %
Kernenergie	TWh	463	209	105	22	-79 %	3,2 %	0,7 %
Sonstige inkl. Stromsaldo	TWh	1	37	29	62	116 %	0,9 %	1,9 %
Bruttostromerzeugung ²⁾	TWh	550	582	572	509	-11 %		
Erneuerbare Energien	TWh	20	234	255	268	5 %	44,5 %	52,6 %
Kernenergie	TWh	153	69	35	7	-79 %	6,1 %	1,4 %
Braunkohle	TWh	171	110	116	87	-25 %	20,3 %	17,2 %
Steinkohle	TWh	141	55	64	44	-31 %	11,1 %	8,7 %
Erdgas	TWh	36	90	79	80	1 %	13,8 %	15,7 %
Mineralöl	TWh	11	5	6	5	-14 %	1,0 %	1,0 %
Sonstige	TWh	19	19	18	17	-3 %	3,1 %	3,4 %
Nettostromabflüsse ins Ausland	TWh	1	-19	-27	15	n.A.	-4,8 %	2,9 %
Bruttostromverbrauch ²⁾	TWh	550	563	545	523	-3,9 %		
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch ²⁾		4 %	42 %	47 %	51 %	13 %		
Stromspeicherung								
Pumpspeicherezufuhr	TWh	5,0	7,2	8,1	7,8	-13 %		
Pumpspeicherentnahme	TWh	k.A.	5,3	6,0	5,8	-12 %		
Anteil Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch ³⁾		3,6 %	41,2 %	46,2 %	50,6 %	12,4 %		
Treibhausgasemissionen								
Gesamt (alle Sektoren)	Mio.t CO _{2-Äq}	1251	760	746	673	-10 %		
Emissionen der Bruttostromerzeugung	Mio.t CO _{2-Äq}	366	215	223	177	-21 %		
CO ₂ -Intensität der Nettostromerzeugung ²⁾	gCO _{2-Äq} /kWh	712	386	406	361	-11 %		
Stromhandel (Saldo)								
Import	TWh	k.A.	53,6	49,2	69,3	41 %		
Export	TWh	k.A.	71,4	76,1	57,5	-24 %		
Handelssaldo	TWh	k.A.	17,8	26,8	-11,7	n.A.		
Preise und Kosten								
Ø Spot Base Day-ahead	ct/kWh	k.A.	9,7	23,5	9,8	-58 %		
Ø Spot Peak Day-ahead	ct/kWh	k.A.	11,1	24,4	9,5	-61 %		
Ø 500 günstigsten Stunden	ct/kWh	k.A.	0,5	1,7	-0,6	-133 %		
Ø 500 teuersten Stunden	ct/kWh	k.A.	31,4	58,6	19,0	-68 %		
Ø Haushaltsstrompreise	ct/kWh	k.A.	32,2	38,6	45,7	19 %		

* Daten 2023 vorläufig, Stand 1/2024

1) teilweise vorläufige Angaben, 2) exklusive Stromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken, 3) inklusive Stromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken

Quellen: AGEB (2023a), Stromerzeugung & -verbrauch, Nettostromabflüsse ins Ausland (physical exchange): AGEB (2023b) • Stromimport & -export, Handelssaldo (commercial exchange): ENTSO-E (2023b), Strompreise: EPEX Spot aus Agora Energiewende - Die Energiewende in Deutschland, Stand der Dinge 2023, Analyse, S. 41, Stand 1/2024

Die wichtigsten Fakten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022

Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2022 – die wichtigsten Fakten:



Anteil der Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch steigt von 41,2 auf 46,2 Prozent

Im Jahr 2022 ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch wieder deutlich angewachsen. Die gegenüber dem Jahr 2021 wieder günstigeren Windbedingungen, zusammen mit sehr sonnigem Wetter und einem großen Zuwachs an neuen Photovoltaikanlagen, sorgten für deutlich mehr erneuerbaren Strom bei gleichzeitig sinkendem Stromverbrauch.



Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch Wärme steigt von 15,8 auf 17,4 Prozent

Der Krieg in der Ukraine hatte besonders großen Einfluss auf die Entwicklungen im Wärmesektor. Hohe Preise und drohende Gasknappheit sorgten für Einsparmaßnahmen insbesondere bei den fossilen Energieträgern. Eine insgesamt leicht steigende Energiebereitstellung aus Biomasse, Solarthermieanlagen und Wärmepumpen sorgte in Kombination mit dem Rückgang bei den fossilen Energien dafür, dass der Anteil „grüner“ Wärme deutlich anstieg.



Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch Verkehr bleibt bei 6,8 Prozent

Im Jahr 2022 lag der Absatz von Biokraftstoffen in etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Zwar sank der Absatz von Biodiesel, dies wurde aber zum Teil durch einen Mehrverbrauch von Bioethanol ausgeglichen. Mehr grüner Strom im Strommix und das Wachstum bei der Elektromobilität ließen die Nutzung von erneuerbarem Strom im Verkehr deutlich anwachsen, weil jedoch auch auch mehr fossiler Kraftstoff genutzt wurde bleibt der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehr im Vergleich zum Vorjahr gleich.



Anteil der Erneuerbaren am gesamten Bruttoendenergieverbrauch steigt auf 20,4 Prozent

Nachdem im Jahr 2020 das deutsche 18-Prozent-Ziel nach der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie mit 19,1 Prozent übererfüllt wurde, stagnierte der Anteil in 2021 nahezu. Im Jahr 2022 gab es auch aufgrund des krisenbedingt rückläufigen Energieverbrauchs in den Sektoren Strom und Wärme wieder einen Anstieg: Erneuerbare Energien deckten nach Berechnungsmethodik der EU 20,4 Prozent des gesamten Brutto-Endenergieverbrauchs in Deutschland.



Erneuerbare vermeiden 232 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen

Durch die Nutzung erneuerbarer Energien verringert sich der Einsatz fossiler Energieträger und damit der Ausstoß von Treibhausgasen und Luftschadstoffen. Der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz umfasste im Jahr 2022 knapp 232 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Insbesondere durch den starken Anstieg der erneuerbaren Stromerzeugung sind dies etwa 14 Millionen Tonnen mehr als im Vorjahr.

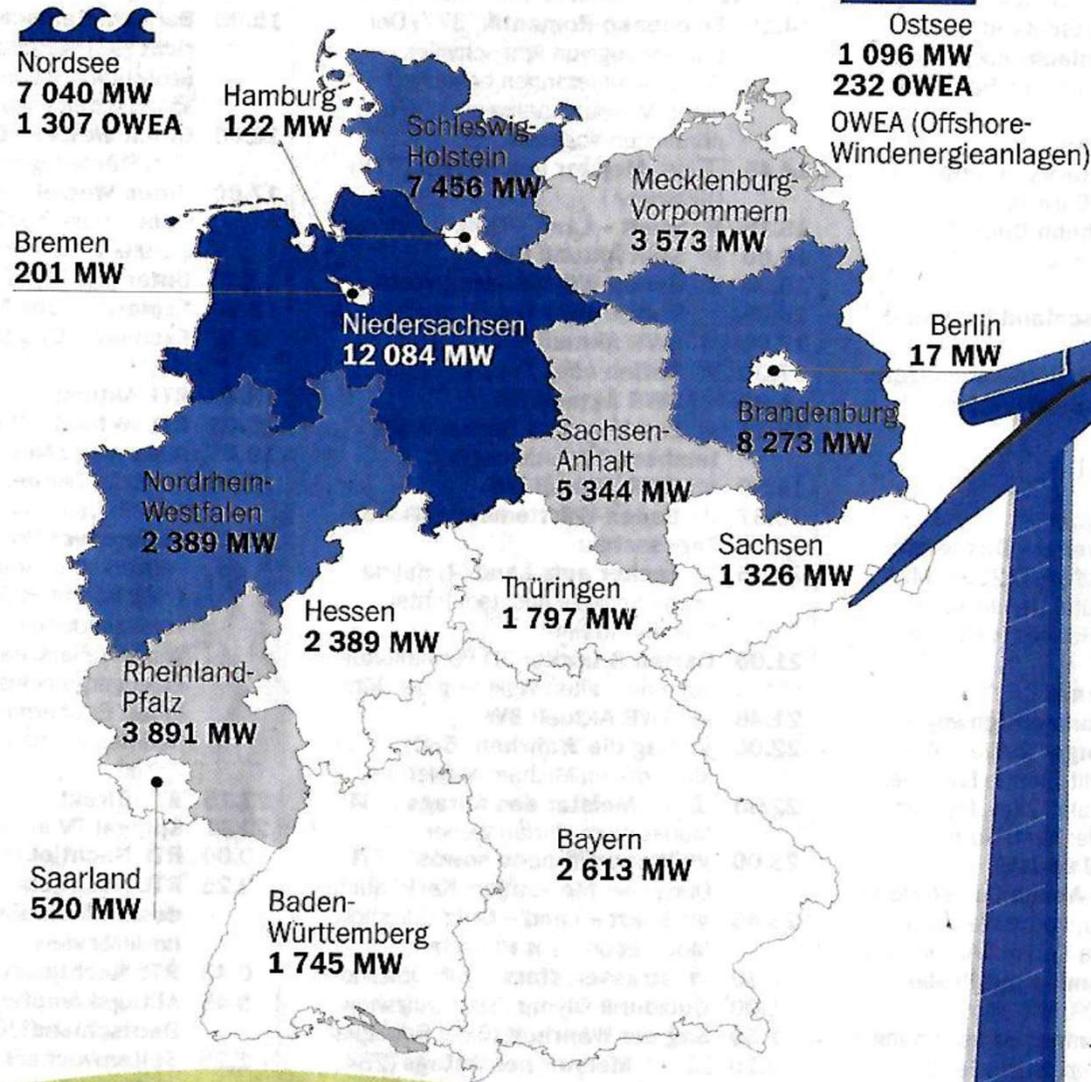


Investitionen und wirtschaftliche Effekte legten zu

Insgesamt stiegen die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im dritten Jahr in Folge an und lagen im Jahr 2022 bei etwa 19,9 Milliarden Euro. Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb bestehender Anlagen wuchsen ebenfalls und lagen 2022 bei 23,8 Milliarden Euro.

Übersicht Windenergieausbau mit Nord- und Ostsee nach Ländern in Deutschland 2022

Windenergie in Deutschland



Gesamtübersicht

66 242 Megawatt (MW)
Gesamtleistung installiert
58 106 MW an Land
8 136 MW auf See

29 982 Anlagen (kumuliert)
28 443 an Land
1 539 auf See

+ 2 479 Megawatt (MW)
Gesamtleistung installiert
MW an Land
auf See

123,3 Tetrawattstunden (TWh)
98,6 TWh an Land
24,7 TWh auf See

25,9 Prozent
Anteil an der deutschen
Stromproduktion

Durchschnittliche Anlage 2022

Leistung 4 362 kW
Gesamthöhe 206 m
Rotordurchmesser 137 m
Stromproduktion

Tetrawattstunde TWh = 1 000 GWh = 1 Mio. MWh = 1 Mrd. kWh

QUELLE: BWE - BUNDESVERBAND WINDENERGIE / STAND: 2022

ILLUSTRATION: PIETRO - STOCK.ADOBE.COM / SÜDKURIER-GRAFIK: CORNELIA MÜLLER

Einleitung und Ausgangslage

Ausbau Onshore-Windenergie **an Land** in Deutschland 2021, Stand 1/2022 (1)

Ausbauzahlen für das Gesamtjahr 2021 in Deutschland

Windenergie an Land: Maßnahmen für beschleunigten Ausbau wirksam umsetzen

- Zubau im Gesamtjahr 2021 in Deutschland ist mit 1.925 MW bzw. 484 Anlagen weiterhin sehr niedrig. Die Steigerung zum Vorjahr beträgt 35 Prozent
- Bereitstellung von Flächen und Beschleunigung von Genehmigungen hat weiterhin Priorität, ebenso die zeitnahe Umsetzung der Maßnahmen zum Abbau von Hürden
- Realisierung des höheren Zubaus ist auch abhängig von Transportbedingungen und der Verfügbarkeit von Fachkräften
- Erreichen der Ausbauziele wichtig für Klimaziele, Versorgungssicherheit und Beschäftigung

Im Gesamtjahr 2021 wurden in Deutschland 484 Onshore-Windenergieanlagen mit 1.925 Megawatt (MW) installierter Leistung errichtet. Dies ergibt sich aus der aktuellen Analyse der Deutschen WindGuard im Auftrag von BWE und VDMA Power Systems. Der Bruttozubau 2021 liegt somit 35 Prozent über dem Zubau des Vorjahres (1.431 MW). Wie schon im Jahr 2020 reicht diese Zubaumenge allerdings nicht aus, um den Klimazielen der Bundesregierung und dem wachsenden Strombedarf für klimaneutrale Energie gerecht zu werden.

„Der aktuelle Zubau ist unzureichend und kann uns hinsichtlich der Zielerreichung nicht zufriedenstellen. Niedrige Ausbaumengen führen mittelfristig auch zu Problemen bei der Versorgungssicherheit, der Sicherung des Know-hows und des Innovationspotentials entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Der von der neuen Regierung formulierte Schwerpunkt auf den beschleunigten Ausbau der Windenergie an Land bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus ist daher richtig und notwendig. Ausschreibungsvolumen und Termine müssen dazu angepasst und verstetigt werden. Oberste Priorität hat weiterhin die schnellstmögliche Umsetzung von Maßnahmen für mehr Flächen und beschleunigte Genehmigungsverfahren, um die neueste und effizienteste Anlagentechnologie nutzen zu können. Die Realisierung des Zubaus kann nur erfolgen, wenn die Transportbedingungen erheblich verbessert werden und ausreichend Fachkräfte insbesondere für die Errichtung und Inbetriebnahme vorhanden sind“, sagte Dr. Dennis Rendschmidt, Geschäftsführer VDMA Power Systems.

„Der Zubau steigt, allerdings nur regional und insgesamt mit zu geringem Tempo. Deshalb sind die im Sofortprogramm von Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck angesprochenen konkreten Maßnahmen für den beschleunigten Ausbau unbedingt erforderlich. Zwei Prozent der Landesfläche sind in jedem Bundesland als Mindestbasis für den Ausbau der Windenergie in Deutschland erforderlich. Es gilt sicherzustellen, dass sich künftig kein Land aus der Verantwortung stiehlt. Unerlässlich ist, die Chancen für ein Repowering in bestehenden Flächen zu nutzen. Hier liegt einer der Schlüssel, um sowohl das Flächenziel als auch die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen“, ergänzte Hermann Albers, Präsident Bundesverband Windenergie.

1) BWE Umfrage

Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen zum beschleunigten Ausbau

Die durchschnittliche Dauer von Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen liegt derzeit bei vier bis fünf Jahren. Aktuell hängen rund 10.000 MW in Verfahren fest. Die Verringerung des Mindestabstands zu Drehfunkfeuern und militärischem Radar könnte kurzfristig zwischen 4 und 5 GW Leistung unmittelbar zurück in die Genehmigungsprozesse bringen - und das in bereits bewilligten Flächen ¹⁾ Es ist positiv, dass die Erneuerbaren Energien in der Schutzgüterabwägung künftig Vorrang haben sollen. Besonders im Umgang mit Arten- und Naturschutz muss sich das Verständnis verfestigen, dass Klimaschutz auch Arten- und Naturschutz ist. Beide Güter dürfen nicht gegeneinander ausgespielt werden. Um die Akzeptanz der Windenergie in Deutschland zu stärken, gilt es, einheitliche Prüfverfahren für Systeme der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung durchzusetzen. Auf diese Weise könnte die Umrüstungsfrist bis Ende 2022 noch eingehalten werden. Die Aufhebung der 6 MW-Grenze für ausschreibungsbefreite Pilotwindenergieanlagen im EEG ist ebenfalls ein wichtiger Schritt für den Erhalt der Innovationsstärke der Windindustrie in Deutschland. So können neu entwickelte Anlagen großenteils außerhalb des Ausschreibungsregimes getestet und zertifiziert werden.

Weitere Maßnahmen zur Realisierung des Ausbaus

Dringend erforderlich ist jetzt die Verbesserung der Schwerlasttransportbedingungen in Deutschland. Die Branche hat mit Anlagentechnologie und Logistik viel unternommen, um die Transportfähigkeit zu verbessern. Es braucht nun eine Beschleunigung und Entbürokratisierung der Transportgenehmigungen. Notwendig ist zudem die Wiederherstellung einer Reihe von Brückenbauwerken, um die Infrastruktur zu verbessern, die Logistik zu erleichtern und die hohen Transportkosten einzudämmen. Die Ankündigung, für die Bürgerenergie ein eigenes Segment zu schaffen und die verbindliche Beteiligung von Standortkommunen an der Windenergie schafft zusätzliche Akzeptanz vor Ort. Bund und Länder müssen für die Flächenausweisung, den Abbau von Genehmigungshemmnissen und beim Artenschutz gemeinsam zu schnellen Ergebnissen kommen. Der Bund-Länder-Kooperationsausschuss ist eine gute Plattform, um den Ausbau der Erneuerbaren Energien in den Ländern zu monitorieren. Er sollte allerdings auch die Überwindung weiterer Hemmnisse bei der Umsetzung von Projekten erarbeiten.

Prognose für das Gesamtjahr

Für das Gesamtjahr 2022 erwarten die Verbände auf Basis einer Auswertung bereits beschlagter Projekte und der bisherigen Realisierungsgeschwindigkeit von Ausschreibungsanlagen einen Ausbau von 2,3 GW bis 2,7 GW. Geregeltere Abläufe in den Lieferketten, vereinfachte und planbare Transportgenehmigungen, das Ertüchtigen der Transportinfrastruktur und die flexible Verfügbarkeit von Arbeitskräften sind von hoher Relevanz, um höhere Ausbauziele zu erreichen.

Einleitung und Ausgangslage

Ausbau der Onshore-Windenergie **an Land** in Deutschland 2021, Stand 1/2022 (2)

China und USA führende Onshore Märkte

Nach einer weltweiten Onshore-Rekordinstallation von rund 87 GW im Jahr 2020 geht der Global Wind Energy Council (GWEC) nach aktuellen Schätzungen für das Jahr 2021 von einem Rückgang der Neuinstallationen um knapp 9 Prozent auf 79 GW aus. Gemäß Prognose bleibt der Wert der globalen Neuinstallationen auch im Jahr 2022 unverändert – führend im Zubau werden China mit 40 GW und die USA mit 10 GW sein. Diese beiden Märkte werden laut GWEC zwischen 2021 und 2025 fast 60 Prozent des gesamten Zubaus beisteuern.

Zahlen im Überblick:

Status des Windenergieausbaus an Land	Leistung	Anzahl Anlagen
Brutto-Zubau Gesamtjahr 2021	1.925 MW	484 WEA
Davon Repowering	244 MW	64 WEA
Stilllegungen Gesamtjahr 2021	233 MW	230 WEA
Netto-Zubau Gesamtjahr 2021	1.692 MW	254 WEA
Kumulierter Anlagenbestand am 31.12.2021	56.130 MW	28.230 WEA

Über den Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)

Als Mitglied im Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) vertritt der BWE mit seinen über 20.000 Mitgliedern die gesamte Branche. Gemeinsam sorgen Hersteller, Zulieferer, Projektierer, spezialisierte Rechtsanwälte, die Finanzbranche sowie Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Bau, Service/Wartung sowie Speichertechnologien, Stromhändler, Netzbetreiber und Energieversorger dafür, dass der BWE zu allen Fragen rund um die Windenergie Ansprechpartner für Politik und Wirtschaft, Wissenschaft und Medien ist.

Presse-Ansprechpartner:

Bundesverband WindEnergie e.V.

Frank Grüneisen

Tel. 030 212341-253

f.grueneisen@wind-energie.de

Über VDMA Power Systems

VDMA Power Systems ist ein Fachverband des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA e.V. Der Fachverband vertritt im In- und Ausland die Interessen der Hersteller von Windenergie- und Wasserkraftanlagen, Brennstoffzellen, thermische Anlagen und Speicher. Für sie alle dient VDMA Power Systems als Informations- und Kommunikationsplattform für alle Themen der Branchen wie Energiepolitik, Gesetzgebung, Marktanalysen, Messen, Normung, Standardisierung sowie Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

VDMA Power Systems

Beatrix Fontius

Tel. 069 6603-1886

beatrix.fontius@vdma.org

Ausbauziele der Bundesregierung Deutschland zur Windenergie bis 2030, Stand 21.06.21 (1)

WINDENERGIE AN LAND

18-Punkte-Plan zur Stärkung der Windenergie

Das Bundeswirtschaftsministerium hat am 5. September 2019 einen Arbeitsplan zur Stärkung der Windenergie an Land vorgelegt. In 18 Punkten wurde festgelegt, wie der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 65 Prozent bis 2030 zunehmen soll.

Umgesetzte Maßnahmen (Stand 21. Juni 2021)

Ausbauziele und Zielerreichung

Im EEG2021 haben wir erstmals eine Zielmenge für die Windenergie an Land für 2030 definiert (71 GW installierte Leistung) und entsprechende jährliche Ausschreibungsmengen festgelegt. Die Koalitionsfraktionen haben sich zudem auf zusätzliche Sonderausschreibungen für das Jahr 2022 verständigt. Die Ausschreibungsmenge bei Wind an Land wird deshalb im kommenden Jahr von 2.900 MW auf insgesamt 4.000 MW erhöht. Die gesetzlichen Anpassungen im EEG sollen noch vor der Sommerpause verabschiedet werden.

Wir haben einen Kooperationsausschuss von Bund und Ländern auf Staatssekretärebene eingerichtet. Der Ausschuss hat die Aufgabe, die EE-Ausbauziele der Länder und den Umsetzungsstand zu erfassen und die Zielerreichung zu überprüfen. Der Kooperationsausschuss wird jährlich zum Stand des EE-Ausbaus berichten. Er hat im 1. Quartal 2021 seine Arbeit aufgenommen und wird Ende Oktober seinen ersten Bericht vorlegen.

Akzeptanz und Bürgerbeteiligung

Wir haben die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung für Bestandswindparks und neue Windparks eingeführt. Ende 2022 endet die Frist für die Nachrüstung. In Zukunft werden die roten Lampen nur noch blinken, wenn sich ein Luftfahrzeug dem Windpark nähert.

In der EEG-Novelle 2021 haben wir eine finanzielle Beteiligung der Kommunen beim Ausbau der Windenergie verankert. Kommunen im Umkreis von 2,5 km um neue Windenergieanlagen erhalten 0,2 Ct pro erzeugter Kilowattstunde und werden so angemessen beteiligt an der Wertschöpfung der Windenergienutzung.

Hemmnisse beseitigen

Wir haben Maßnahmen zur besseren Vereinbarkeit der Windenergienutzung mit der Luftfahrt umgesetzt. Damit erschließen wir neue Flächen im Umfeld von Funknavigationsanlagen. Hier rechnen wir mit rund 4 GW Windenergieleistung, die zusätzlich entwickelt werden können.

Wir unterstützen die Umrüstung der Funknavigationsanlagen von C-VOR zu D-VOR-Anlagen finanziell. Letztere sind weniger stör anfällig gegenüber Windenergieanlagen. Die Umrüstung der acht Standorte läuft noch in diesem Jahr an und wird bis 2025 abgeschlossen sein.

Mit der Umstellung auf satellitenbasierte Navigationsverfahren werden in den kommenden Jahren auch Funknavigationsanlagen zurückgebaut. Auch hierdurch entstehen in den kommenden Jahren vermehrt Flächenpotenziale für die Windenergienutzung.

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) hat ein neues Verfahren zur Berechnung von Störungen an Funknavigationsanlagen durch geplante Windenergieanlagen implementiert. Hierdurch konnten bereits rund 200 Windenergieanlagen zusätzlich zugelassen werden. Das Verfahren fußt auf einem Vorschlag des durch das BMWK finanzierten Forschungsvorhabens WERAN plus der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB).

Wir haben ein Artenschutzportal beschlossen. Ziel des Programms ist die Unterstützung bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen. Die Datengrundlage für die artenschutzrechtliche Prüfung wird verbessert. Das Portal wird durch das Bundesumweltministerium und das Bundesamt für Naturschutz umgesetzt.

Ausbauziele der Bundesregierung Deutschland zur Windenergie bis 2030, Stand 21.06.21 (2)

Für eine bundesweite Vereinheitlichung der Regelungen für Artenschutz und Windenergieanlagen hat die Umweltministerkonferenz (UMK) im Dezember 2020 einen sogenannten Signifikanzrahmen zur Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf bestimmte Vogelarten beschlossen. Dieser Signifikanzrahmen stellt einen ersten Schritt zur Standardisierung beim Vollzug des Artenschutzes dar, dem aber weitere Schritte folgen müssen. Falls sich die UMK nicht auf spürbare Verbesserungen verständigen kann, sollte der Bund eine bundeseinheitliche Vollzugsregelung (z.B. TA Artenschutz) vorschlagen.

Mit dem Investitionsbeschleunigungsgesetz beschleunigen wir die Planungs- und Genehmigungsverfahren, indem unter anderem die Eingangszuständigkeit für Streitigkeiten, die die Genehmigung von Windenergieanlagen betreffen, vom Verwaltungsgericht auf das Oberverwaltungsgericht bzw. den Verwaltungsgerichtshof verlagert werden.

Die Bundesregierung arbeitet intensiv am Abbau der Hemmnisse für Repowering-Vorhaben. Das Bundeskabinett am 2. Dezember 2020 die Aufnahme des § 16b im BImSchG beschlossen. Mit dieser Neuregelung wird ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren für Repowering-Vorhaben geschaffen und es entfällt regelmäßig der Erörterungstermin. Die Regeln müssen noch präzisiert werden. Es muss sichergestellt sein, sowohl beim Lärmschutz als auch beim Artenschutz, dass eine Bestandsanlage an einem Repowering-Standort grundsätzlich als Vorbelastung eingestuft wird (IST-Zustand). Es darf nicht von der „grünen Wiese“ ausgegangen werden.

Erfolge der Maßnahmen

Die umgesetzten oder angestoßenen Maßnahmen entfalten bereits ihre erste Wirkung. So haben sich sowohl die Anzahl der Genehmigungen für neue Windprojekte als auch das Wettbewerbsniveau in den Ausschreibungen sowie der Zubau an neuen Anlagen gegenüber dem Jahr 2019 deutlich verbessert, obgleich natürlich weiterhin Aufholbedarf besteht.

Von Januar bis Dezember 2020 wurden neue Genehmigungen im Umfang von knapp 3.300 MW erteilt – das ist im Vergleich zum Jahr 2019 eine Steigerung um 70 %. Die positive Entwicklung setzt sich in diesem Jahr fort: Allein in den ersten vier Monaten des Jahres 2021 wurden rund 1.300 MW Genehmigungen erteilt. Im Vorjahr wurden in diesen vier Monaten nur rund 700 MW genehmigt, also etwas mehr als die Hälfte.

Auch beim Bruttozubau lagen wir im vergangenen Jahr mit 1,385 MW deutlich über dem Vorjahr 2019 mit 1.078 MW, was eine Steigerung um 44 % bedeutete. Dieser positive Trend hat sich auch in diesem Jahr fortgesetzt. 700 MW wurden in den ersten vier Monaten des Jahres 2021 brutto zugebaut. Im Vergleichszeitraum 2020 waren es 430 MW, d.h. die Menge konnte um über 60 % gesteigert werden.

"Premium-Punkte":

- 70 % Steigerung bei Genehmigungen zwischen Januar und Dezember 2020
- 44 % Steigerung beim Bruttozubau 2020 im Vergleich zu 2019
- Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz will zusätzliche Flächen für Windenergie-Anlagen mit einer Leistung von ca. 700 Megawatt möglich machen. Dafür erhält die Flugsicherung Förderung, um das Drehfunkfeuer umzurüsten.
- Der Erhalt der Arbeitsplätze im Bereich Windenergie ist ein wichtiges Anliegen der Bundesregierung. Der Ausbau von Wind an Land ist dabei eine Gemeinschaftsaufgabe von Bund und Ländern. Zu den aktuell größten Problemen zählen dabei Klagen gegen Windprojekte sowie verschiedene Hemmnisse bei der Planung und Genehmigung von Anlagen resultierend in geringeren Genehmigungszahlen.

Ausbauziele der Bundesregierung Deutschland zur Windenergie bis 2030, Stand 21.06.21 (3)

WINDENERGIE AUF SEE

Ausbauziel für Offshore-Windenergie bis 2030

Das Gesetz zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderer Vorschriften ist seit dem 10.12.2020 in Kraft. Die Novelle erhöht das Ausbauziel für Offshore-Windenergie von 15 auf 20 Gigawatt Leistung bis 2030. Im Jahr 2040 soll dann eine installierte Leistung von 40 Gigawatt erreicht werden.

Technische Herausforderungen und Potenziale

Die Stromerzeugung durch Offshore-Windenergieanlagen ist in vielerlei Hinsicht technisch anspruchsvoller als die Windenergienutzung an Land. Dies gilt in besonderem Maße für die Errichtung der Anlagen. Der Offshore-Ausbau in Deutschland findet in einer Entfernung von mehr als 30 - 40 km vor der Küste in Wassertiefen von bis zu 40 Metern statt. Daraus resultieren besondere technische Herausforderungen, sei es bei der Verankerung der Anlagen in den großen Wassertiefen per Fundament oder der Anbindung der Windparks an das Stromnetz am Festland.

Deutschland nimmt in diesem Zusammenhang eine Vorreiterrolle ein, da der Offshorezubaue in den meisten anderen Ländern vorrangig in geringeren Entfernungen zur Küste stattfindet. Für die deutsche Offshore-Industrie ergeben sich somit große Potenziale im Rahmen der technischen Entwicklung. Mittelfristig wird dieses Know-how auch in anderen Ländern gefragt sein, wenn dort der Ausbau in größeren Küstenentfernungen angestoßen wird.

Wirtschaft

Der Ausbau der Offshore-Windenergie stellt im Rahmen der Klimapolitik der Bundesregierung einen wichtigen Baustein für den Umbau der Energieversorgung dar. Neben dem Potenzial für die Stromerzeugung ergeben sich durch den Ausbau auf hoher See große Chancen für die deutsche Wirtschaft.

Insbesondere an den küstennahen Standorten profitieren die Unternehmen der maritimen Wirtschaft durch den Aufbau einer Offshore-Windenergieindustrie. Für strukturschwache Küstenregionen ergibt sich somit ein großes industrielles Potenzial, das weitere Wertschöpfung erzeugen und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen kann. Dies gilt insbesondere für die Hafenstandorte an Nord- und Ostsee, die als Basis für die Einsätze auf hoher See dienen. Durch die Wahrnehmung der verschiedenen Funktionen für die Offshore-Windindustrie entwickeln bieten sich neue Geschäftsfelder und Umsatzchancen.

Ausbauziele der Bundesregierung

Die Offshore-Windenergie stellt dabei einen wichtigen strategischen Baustein in der Energie- und Klimapolitik Deutschlands dar. So sollen gemäß den Zielen der Bundesregierung bis zum Jahr 2020 6.500 MW und bis zum Jahr 2030 in deutschen Gewässern 15.000 MW Windenergieleistung errichtet werden. Die Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 2014 hat diese Ausbauziele aufgegriffen. Sie schafft durch eine Steuerung des Ausbaus bis 2030 zugleich Planungssicherheit für eine Industrialisierung der Offshore-Windenergie. Diese verbindlichen Vorgaben machen die Kosten für den Verbraucher abschätzbar und geben sowohl Betreibern als auch Investoren Planungssicherheit.

Besondere Herausforderungen in Deutschland: Windenergie auf hoher See

Die Umsetzung der Offshore-Ziele bringt gerade durch die besonderen Umstände in Deutschland einige Herausforderungen mit sich. Mit Rücksicht auf den Natur- und Umweltschutz sowie das Landschaftsbild an den Küsten von Nord- und Ostsee wird die überwiegende Mehrzahl der Offshore-Projekte in deutschen Gewässern in großer Entfernung zur Küste geplant und errichtet.

Aufgrund der größeren Küstenentfernungen ergeben sich so komplexere technische Herausforderungen, als dies bei küstennahen Windparks der Fall wäre, wie sie in anderen europäischen Ländern errichtet werden. Dies betrifft etwa den Netzanschluss, der aufgrund der höheren Küstenentfernung technisch anspruchsvoller ist, oder auch die Finanzierung, die aufgrund dieser höheren technischen Risiken schwieriger sicherzustellen ist. Aber auch Errichtung und Wartung sind aufwendiger als für küstennahe Projekte. Folglich stellen insbesondere Fragen nach dem Anschluss der Hochsee-Windparks an das deutsche Stromnetz und der Finanzierung der Projekte aktuell große Herausforderungen für die Industrie dar. Die so noch nicht da gewesenen technischen Herausforderungen der Offshore-Windenergie-Nutzung in Deutschland und die übergreifende Zuständigkeit verschiedener Bundes- wie auch Landesministerien und -behörden erfordern einen intensiven Austausch und eine Koordinierung zwischen allen beteiligten Akteuren, um die Vorteile der Offshore-Windenergie für die deutsche Stromversorgung ebenso zu nutzen wie die Chancen, die die neue Technologie für die deutsche Wirtschaft und den Arbeitsmarkt bietet.

"Premium-Punkte":

- Mit dem Windenergie-auf-See-Gesetz wurde eine deutliche Erhöhung des Ausbauziels bis zum Jahr 2030 auf 20 Gigawatt und 40 Gigawatt bis zum Jahr 2040 beschlossen.
- Deutschland und Schweden bringen Windenergie auf See voran. Energieinseln können Versorgung mit grünem Strom, aber auch grünem Wasserstoff erhöhen und PtX-Technologien voranbringen – wichtig für eine Verfünfachung der Offshore-Windenergie in Europa bis 2030.
- mehr als 30 - 40 km Entfernung von der Küste in Wassertiefen von bis zu 40 Metern

Grundlagen und Rahmenbedingungen

Windenergie in Deutschland 2021, Stand 2/2024 (1)

Windenergie

Windenergie spielt gegenwärtig die tragende Rolle beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Im Jahr 2021 betrug die installierte Leistung der Windenergieanlagen an Land 56,0 Gigawatt (GW) und auf See 7,8 GW. An Land wurden im Jahr 2020 rund 104,8 Terawattstunden (TWh) und auf See rund 27,3 TWh erzeugt, insgesamt also rund 132 TWh. Im Jahr 2021 ist die Stromerzeugung aus Windenergie trotz gestiegener installierter Leistung witterungsbedingt auf rund 115 Terrawattstunden zurückgegangen. Damit lag im Jahr 2020 der Anteil der Windenergieanlagen am ins Netz eingespeisten Strom bei fast 24 Prozent und war damit erstmals der wichtigste Energieträger in der Stromerzeugung. Im Jahr 2021 ging der Anteil witterungsbedingt zunächst auf rd. 20 Prozent zurück, im ersten Halbjahr 2022 stieg die Erzeugung dann wieder deutlich an.

Bis zum Jahr 2030 soll nach dem novellierten Windenergie-auf-See-Gesetz eine Leistung von mindestens 30 GW bei Windenergie auf See am Netz sein, bei Windenergie an Land nach dem EEG 2023 115 GW und bei Photovoltaik 215 GW. Zur Stärkung der Windenergienutzung an Land werden mit dem EEG 2023 entscheidende Maßnahmen auf den Weg gebracht. Neben der massiven Anhebung der Ausbauziele wird u.a. das sog. Referenzertragsmodell zur Entwicklung auch weniger windstarker Standorte angepasst und so die Förderung des Windausbaus insbesondere in Süddeutschland gestärkt. Die bestehende Regelung für die finanzielle Beteiligung der Kommunen wird weiterentwickelt und soll zukünftig zum Regelfall werden. Die Degression der Höchstwerte wird ausgesetzt, und die Bundesnetzagentur erhält die Möglichkeit die Höchstwerte z.B. aufgrund der gestiegenen Stromgestehungskosten um bis zu 25 Prozent anzupassen.

Windenergieanlagen an Land

Leitfäden zum Vollzug des Wind-an-Land-Gesetzes und zur Umsetzung der EU-Notfall-Verordnung

Das Gesetz zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land (Wind-an-Land-Gesetz) hat zum Ziel, die Bereitstellung der für den Windenergieausbau an Land notwendigen Flächen sicherzustellen. Hierdurch soll der Ausbau erleichtert und beschleunigt werden. In einem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) werden den Bundesländern erstmals verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) vorgegeben, die für die Windenergie an Land auszuweisen sind. Neue Sonderregelungen für die Windenergie an Land im Baugesetzbuch (BauGB) integrieren diese Flächenziele in das Planungsrecht und vereinfachen die Planungsverfahren zur Ausweisung von Windenergiegebieten. Das Wind-an-Land-Gesetz ist seit dem 1. Februar 2023 in Kraft.

Mit dem Gesetz zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften (ROGÄndG) wurde Artikel 6 der Verordnung (EU) 2022/2577 (EU-Notfall-Verordnung) unter anderem im Bereich Windenergie an Land umgesetzt. Hierzu wurde ein neuer § 6 in das WindBG eingefügt. Die Regelung nutzt die auf europäischer Ebene geschaffenen, zeitlich befristeten Beschleunigungsmöglichkeiten für den Windenergieausbau an Land. Sie sieht Erleichterungen bei der Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in ausgewiesenen Windenergiegebieten vor. Die Regelung ist seit Ende März 2023 in Kraft. Sie ist in neuen Genehmigungsverfahren verbindlich anzuwenden, in laufenden Genehmigungsverfahren besteht insoweit ein Wahlrecht des Vorhabenträgers. Weitere Informationen dazu finden Sie hier.

Um die rechtssichere Umsetzung der neuen Vorschriften für die Windenergie an Land zu erleichtern, wurden nunmehr zwei Leitfäden veröffentlicht:

Die **Arbeitshilfe Wind-an-Land** wurde am 3. Juli 2023 von den zuständigen Ländergremien (Fachkommission Städtebau der Bauministerkonferenz und Ausschuss für Recht und Verfahren der Ministerkonferenz für Raumordnung) beschlossen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz sowie das Bundesministerium für Wohnen, Städtebau und Bauwesen waren bei der Erarbeitung beteiligt. Die Arbeitshilfe enthält Auslegungshinweise zu den mit dem „Wind-an-Land-Gesetz“ geschaffenen neuen Vorschriften im WindBG und BauGB. Das in § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz geregelte überragende öffentliche Interesse am Ausbau der Erneuerbaren Energien wird im Hinblick auf seine Relevanz für die planerische Ausweisung von Windenergiegebieten ebenfalls thematisiert.

Die **Vollzugsempfehlung zu § 6 Windenergieflächenbedarfsgesetz** ist eine gemeinsame Veröffentlichung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Sie gibt vertiefende Hinweise zum Anwendungsbereich, zum Wegfall der Umweltverträglichkeitsprüfung und zur modifizierten Artenschutzprüfung nach der neuen Durchführungsregelung zur EU-Notfall-Verordnung in § 6 WindBG.

Das BMWK legt ein Fachkonzept zur Ausgestaltung der Habitatpotenzialanalyse (HPA) vor.

Windenergie in Deutschland 2021, Stand 2/2024 (2)

Mit der 4. Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) wurden Vorgaben für die artenschutzfachliche Prüfung des Tötungs- und Verletzungsverbots im Hinblick auf kollisionsgefährdete Brutvögel gemacht. Dabei wurde die Habitatpotenzialanalyse (HPA) als Standardmethode eingeführt, um zu prüfen, ob ein signifikantes Risiko besteht, dass ein Vogel mit einer Windenergieanlage kollidiert. Die HPA ist ein Werkzeug, um die Raumnutzung von Vögeln an Hand der Habitatausstattung des Geländes im Wesentlichen am Schreibtisch zu prognostizieren. Sie löst die aufwendige Raumnutzungsanalyse (RNA) ab, die mit mehrfachen gutachterlichen Geländebegehungen und umfassenden Flugbeobachtungen verbunden ist. Perspektivisch soll sie durch die Probabilistik ergänzt werden.

Mit dem Fachkonzept wird nun ein Vorschlag zur Ausgestaltung der HPA vorgelegt. Das Fachkonzept wurde im Auftrag des BMWK vom Gutachterbüro ARSU erstellt und ist umfassend mit BMUV abgestimmt. Auf Grundlage der Länder- und Verbändeanhörung wurde der Entwurf noch einmal angepasst. Auf Grundlage des Fachkonzepts wird derzeit zwischen BMUV und BMWK der Entwurf einer Rechtsverordnung abgestimmt, der die Anforderungen an die HPA festlegt.

Das Fachkonzept finden Sie hier (PDF, 4 MB).

WINDENERGIE AUF SEE

Mehr Dynamik für Offshore-Windenergie bis 2045

Die Novelle des Windenergie-auf-See-Gesetzes sieht eine deutliche Erhöhung der Ausbauziele für Windenergie vor der Küste von 20 auf mindestens 30 Gigawatt Leistung bis 2030 vor. Bis 2035 soll eine installierte Leistung von mindestens 40 Gigawatt und von 70 Gigawatt bis 2045 erreicht werden.

Windenergie Made in Germany

Die Offshore-Windenergie ist ein wichtiger Baustein für eine klimafreundliche und zuverlässige Energieversorgung. Neben dem Potenzial für die Stromerzeugung ergeben sich durch den Ausbau auf See große Chancen für die deutsche Wirtschaft: Neue Geschäftsfelder und Umsatzchancen und damit zukunftsfähige Arbeitsplätze für viele Menschen.

Der Offshore-Ausbau in Deutschland findet in einer Entfernung von teilweise mehr als 40 Kilometern vor der Küste in Wassertiefen von bis zu 40 Metern statt und ist technisch anspruchsvoller als die Windenergienutzung an Land. Parallel dazu steigen die Potentiale: Stärkerer und stetiger Wind auf See bedeutet eine deutlich höhere und gleichmäßigere Stromproduktion. Deswegen wird auch dieser Bereich der erneuerbaren Energien ausgebaut.

Gesetzesnovelle bringt höheres Ausbau-Tempo

Die Änderung des Wind-auf-See-Gesetzes ist zusammen mit anderen Novellen die größte energiepolitische Reform seit Jahrzehnten. Neu ist: Die Errichtung von Windenergieanlagen auf See und Offshore-Anbindungsleitungen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dient der öffentlichen Sicherheit. Das beschleunigt die Vorhaben und bringt Deutschland schneller zu einer klimaneutralen, bezahlbaren und verlässlichen Energieversorgung.

Der Ausbau der Windenergie auf See wird auf zwei Säulen verteilt. Neben bereits zentral voruntersuchten Flächen werden zukünftig auch bisher nicht zentral voruntersuchte Flächen ausgeschrieben. Zusätzlich schafft der Ausbau-Pfad bis 2045 mehr Planungssicherheit. Diese Vorgaben machen die Kosten besser abschätzbar und erleichtert Investitionen.

Um mehr Windstrom zu bekommen, wird das Ausbau-Tempo deutlich erhöht:

- Die Offshore-Netzanbindung kann künftig direkt nach Aufnahme der Fläche in den Flächenentwicklungsplan vergeben werden, was die Auftragsvergabe um mehrere Jahre beschleunigt.
- Bei zentral voruntersuchten Flächen entfällt das Planfeststellungsverfahren und wird durch ein Plangenehmigungsverfahren ersetzt.
- Vorgaben zur Dauer von Verfahren zur Planfeststellung und Plangenehmigung werden erlassen.
- Umweltprüfungen und Beteiligungsrechte werden stärker gebündelt.
- Die Fachaufsicht über das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie wird für alle Aufgaben im Zusammenhang mit dem WindSeeG beim BMWK gebündelt.
- Auch kleinere Flächen für Anlagen ab 500 MW Leistung können ausgeschrieben werden.

Windenergie in Deutschland 2021, Stand 2/2024 (3)



Foto: BMWK / Dominik Butzmann

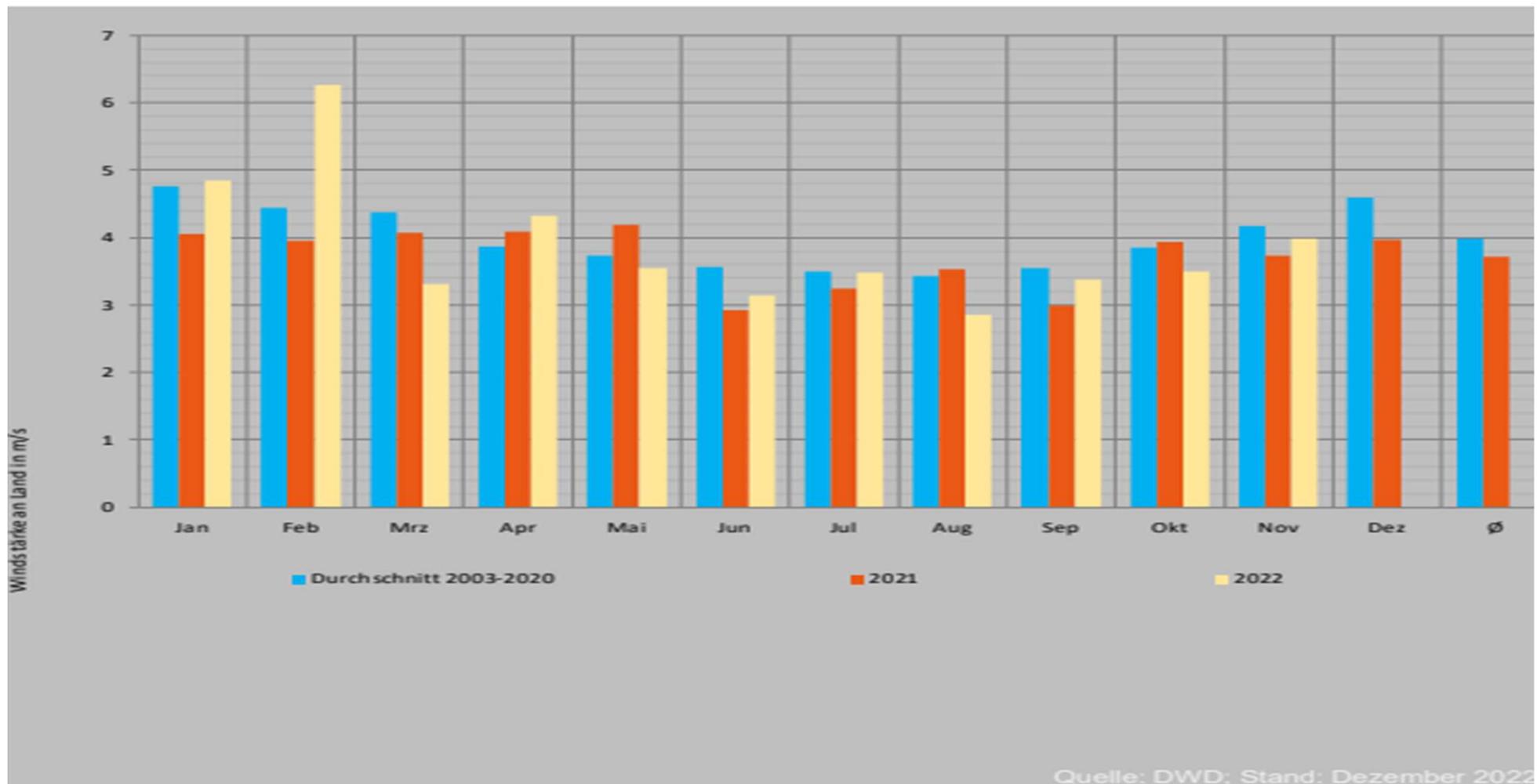


Foto: BMWK/ Julia Steinigeweg

Durchschnittliche monatliche Windstärke 2021/22 und gewichtet nach der installierten Windenergieleistung in Deutschland 2003-2020

Windstärke

Durchschnittliche Windstärke in m/s, gewichtet nach der installierten Windenergieleistung

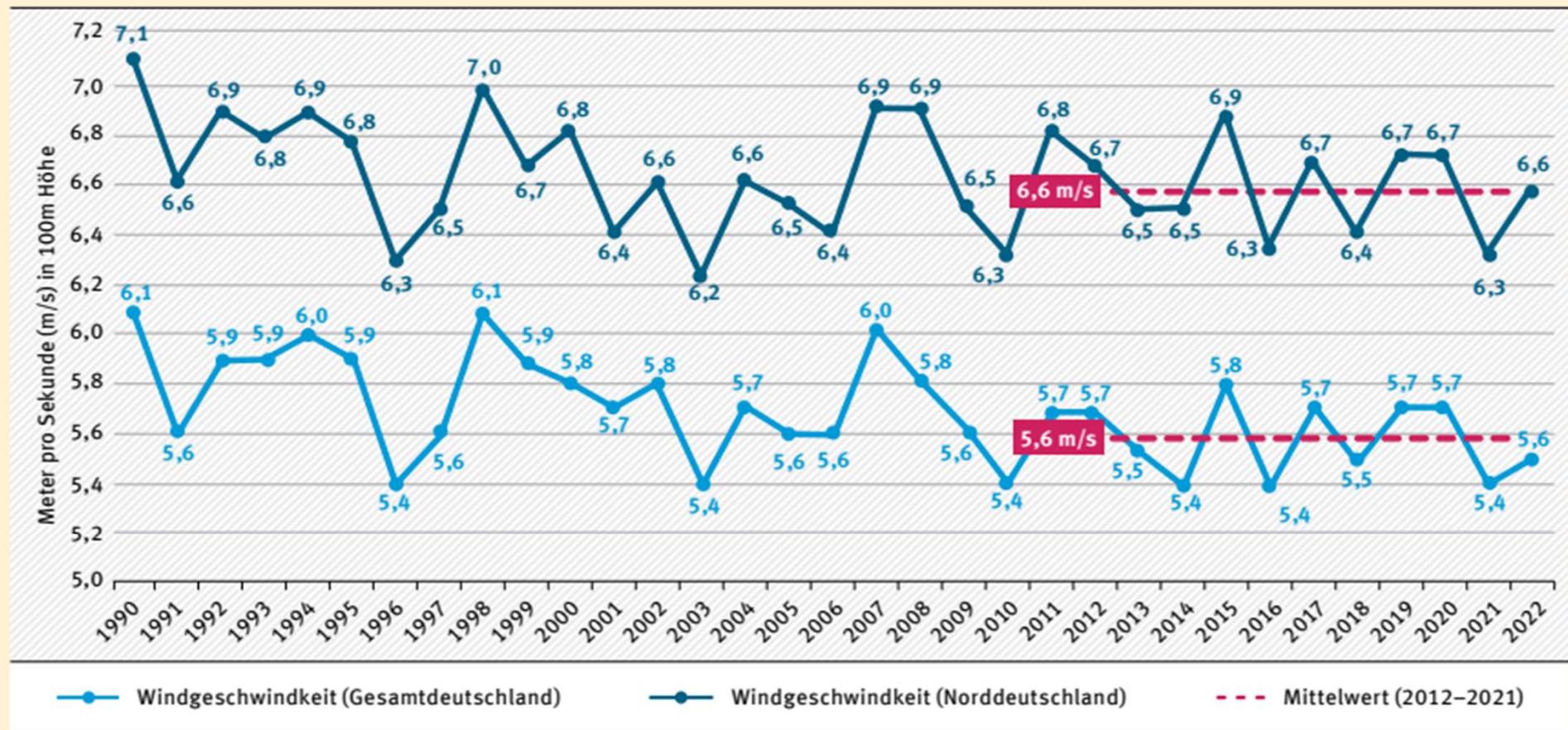


Quelle: DWD; Stand: Dezember 2022

Gemittelte Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe in Deutschland und Norddeutschland 1990-2022

Abbildung 15

Gemittelte Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe in Deutschland und Norddeutschland (1990–2022)



Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 100m Höhe über Deutschland, sowie dem nördlichen Bereich Deutschlands. Die Daten basieren auf der globalen atmosphärischen Reanalyse „ERA-5“ des europäischen Copernicus Klimadienstes(C3S) und stellen den Mittelwert über die geografische Fläche Gesamtdeutschlands, sowie die geografische Fläche des Norddeutschen Tieflands (Norddeutschland) dar.

Deutscher Wetterdienst, basierend auf C3S/ERA5: Hersbach et al., 2019 (doi: 10.21957/vf291hehd7)Glossar

Netzintegration Windenergie und weitere erneuerbare Energien in die elektrische Stromversorgung in Deutschland bis 2020

Die Integration der **Windenergie** und anderer erneuerbarer Energien in Deutschland erfordert in den nächsten Jahren eine technische Anpassung des elektrischen Verbundnetzes und des konventionellen Kraftwerksparks. So wird bis 2015 die Verstärkung von rund 400 km bestehender und der Bau von rund 850 km neuer Verbundnetztrassen notwendig. Der Neubau entspricht einer Erweiterung des Verbundnetzes um 5%. Die Investitionskosten für diese bis 2015 notwendigen Anpassungen betragen insgesamt 1,1 Milliarden Euro.

Die Untersuchungen zum Kraftwerkspark zeigen, dass erneuerbare Energien im Jahr 2015 rund 20% des Stromverbrauchs decken können. Dabei werden durch den **Ausbau der Windenergie 2,2 GW** an konventioneller Kraftwerksleistung sicher ersetzt. Damit wird im wesentlichen Brennstoff eingespart und nur in geringem Maß Kraftwerkskapazität ersetzt. Die Erneuerung des deutschen Kraftwerksparks erfolgt in den nächsten Jahren also nur zu einem begrenzten Teil mit erneuerbaren Energien. Die **Windenergie-**, Biomasse-, Wasserkraft-, Fotovoltaik- und Geothermie- Anlagen müssen mit neuen, effizienten und schnell regelbaren Kraftwerken kombiniert werden, um den hohen Grad an Versorgungssicherheit in Deutschland aufrecht zu erhalten.

Die Wahl der eingesetzten Technologien und Brennstoffe beim konventionellen Kraftwerkspark wird durch den **Ausbau der Windenergie** nur wenig beeinflusst. Die Entwicklung des konventionellen Kraftwerksparks wird hingegen entscheidend durch die Entwicklung der Brennstoffpreise und der CO₂-Zertifikatspreise geprägt. Letztere sind in hohem Maße abhängig von der Ausgestaltung des Emissionshandels.

Der **Windenergieausbau** ist, insbesondere durch die **Errichtung von Windparks** und ihren Anschluss an das Verbundnetz sowie der geringeren Auslastung und höheren Reserveleistung des konventionellen Kraftwerksparks mit zusätzlichen Kosten verbunden. Andererseits ergeben sich durch den **Windausbau** auch Einsparungen im konventionellen Kraftwerkspark, besonders bei den vermiedenen Brennstoffkosten. Für den Saldo aus Zusatzkosten und Einsparungen wurden für die verschiedenen Szenarien **Netto-Zusatzkosten des Windausbaus in 2015 zwischen 1,6 und 2,3 Milliarden €/a** berechnet. Durchschnittlich erhöhen sich damit durch den Ausbau der Windenergie im Zeitraum 2003 bis 2015 die Stromkosten für Haushaltskunden um rund 0,5 ct./kWh.

Die dena-Netzstudie wurde von Verbänden und Unternehmen der **Windenergie-**, Netz-, Anlagenhersteller- und konventionellen Kraftwerksbranche sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit gemeinsam finanziert und von der dena koordiniert. Auch die Rahmenbedingungen zur Erstellung der Netzstudie wurden innerhalb einer Projektsteuerungsgruppe im Konsens festgelegt. Die Finanziere der Studie haben nach der Vorlage des Endberichts beschlossen, den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in einem Szenario bis zum Jahr 2025 in einer Nachfolgestudie zu untersuchen sowie ausgewählte Themenfelder weiter zu vertiefen.

Entwicklung der Leistungssteigerung von neu errichteten Windkraftanlagen in Deutschland 1985-2015 (1)

Mit 6,7 Mio. Kilowattstunden Energie können rechnerisch 1.914 Haushalte pro Jahr versorgt werden (Verbrauch 3.500 kWh).



30 JAHRE
ENTWICKLUNG



Rotordurchmesser



Nabenhöhe



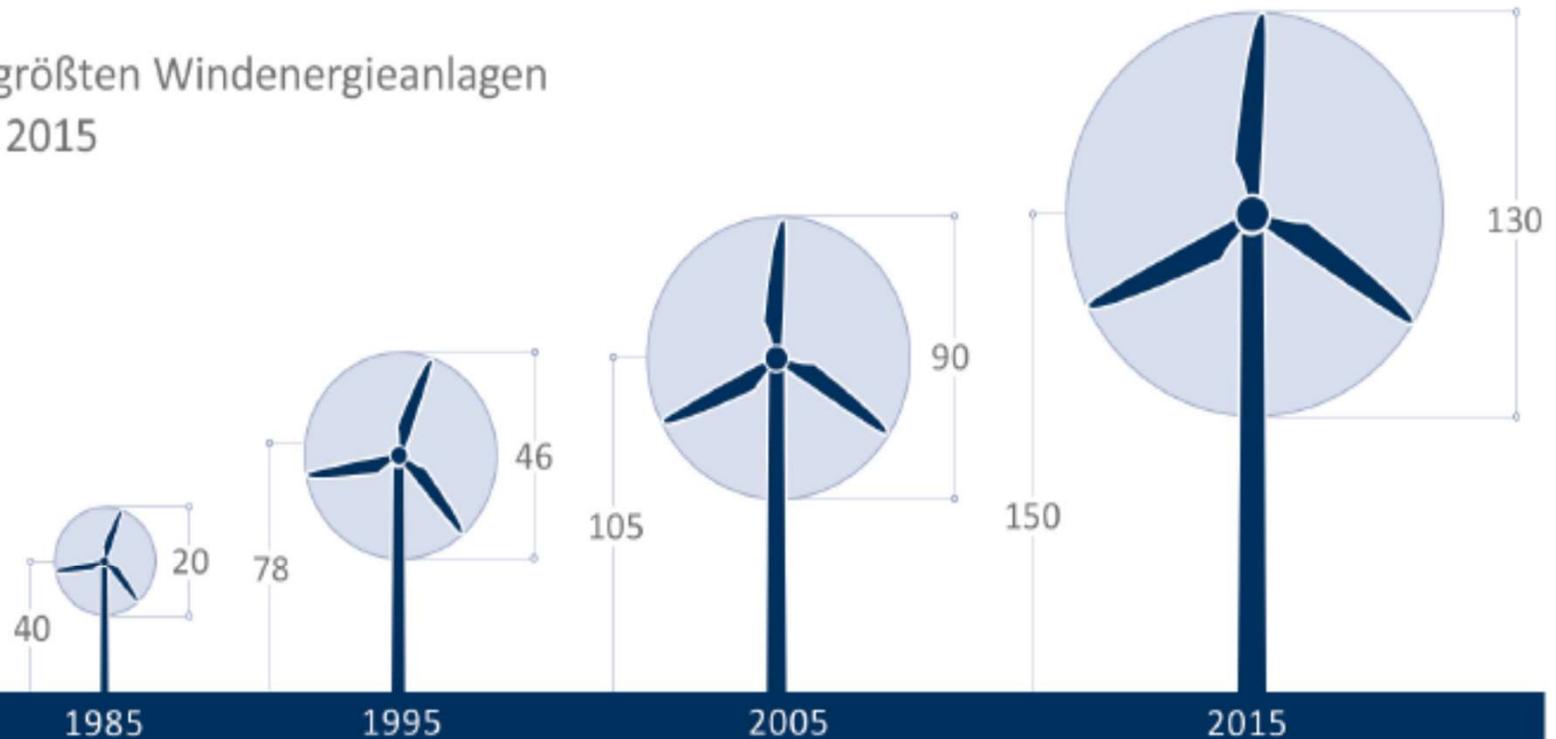
Anlagenleistung



Jahresertrag

Die Entwicklung der größten Windenergieanlagen
im Zeitverlauf 1985 - 2015

Nabenhöhe und
Durchmesser der
jeweils größten
Anlage in Metern



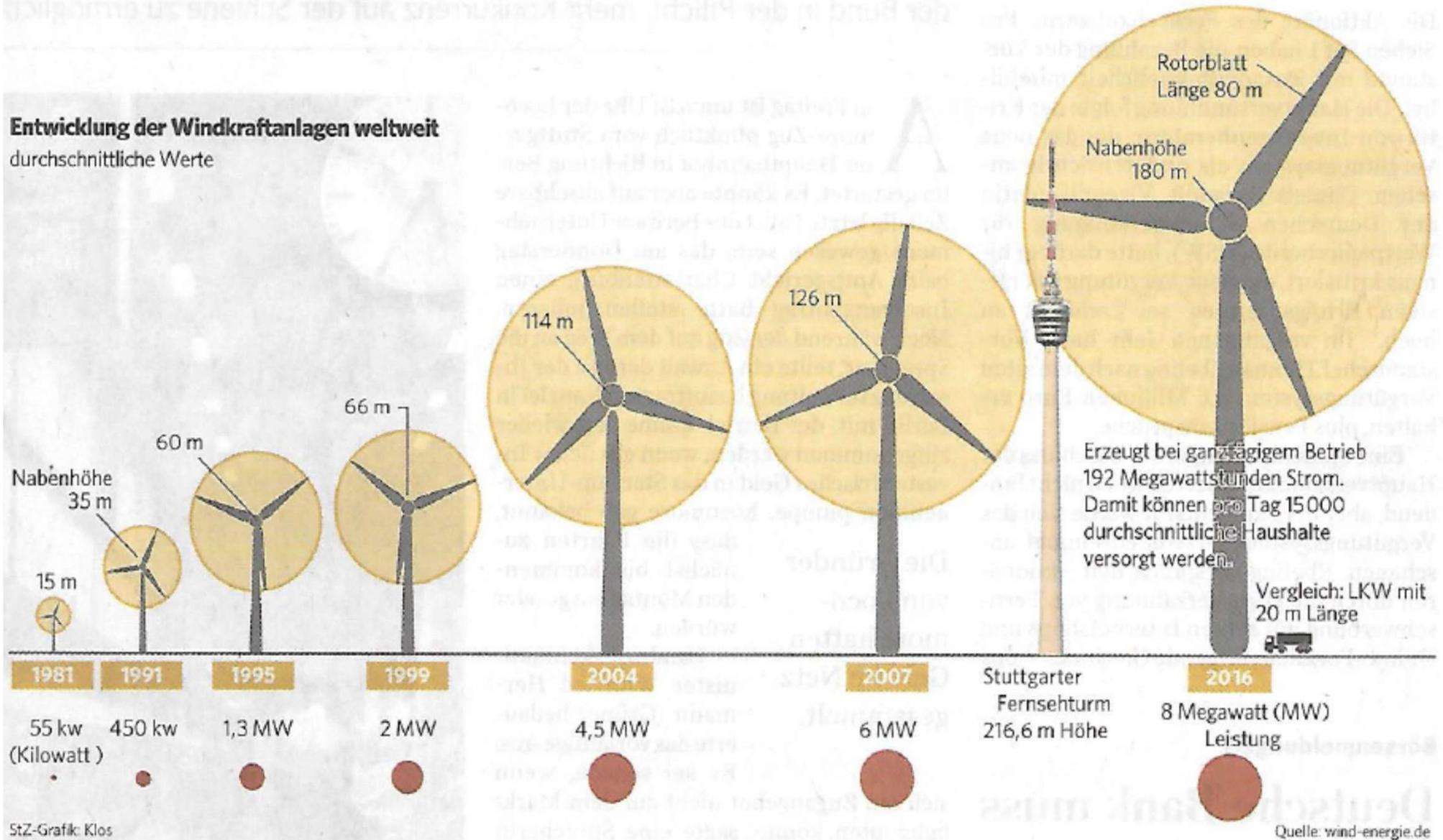
	1985	1995	2005	2015
Leistung	80 kW	600 kW	3.000 kW	7.000 kW
Jahresertrag	95 MWh	1.250 MWh	6.900 MWh	15.000 MWh ¹⁾

1) Jahr 2015: BWE-gewählte Jahresvolllaststunden JVLS = 15.000 MWh / 7 MW = 2.143 h/a von max. 8760 h/Jahr

Entwicklung der Leistungssteigerung von neu errichteten Windkraftanlagen weltweit 1981-2016 (2)

MIT DER LEISTUNG NIMMT AUCH DIE GRÖSSE ZU

Entwicklung der Windkraftanlagen weltweit
durchschnittliche Werte



1) Jahr 2016: Theoretische Stromerzeugung bei max. 8.760 h/a = 192 MW/Tag x 365 Tage/Jahr = 70.080 MWh = 8 MW x 24h/Tag = 192 MWh x 365 Tage/Jahr, bei 3.500 kWh/ Jahr Haushalt sind es rund 20.000 Haushalte.
Jahresvolllaststunden See JVLS = 2.980 a/Jahr x 8 MW = 23.840 MWh in Deutschland

Quellen: BWE 2016 aus www.wind-energie.de; Stuttgarter Zeitung aus ZF Friedrichshafen 13.05.2017

Strombilanz zur Stromversorgung

Der Stromsektor in Deutschland 1990-2023 auf einen Blick

4.1 Der Stromsektor 2023 auf einen Blick

		1990	2021	2022	2023 ¹⁾	Veränderung 2022/2023	Anteil 2022	Anteil 2023
Primärenergieverbrauch	TWh	4137	3448	3286	3287	0 %		
Erneuerbare Energien	TWh	55	541	575	588	2 %	17,5 %	17,9 %
Braunkohle	TWh	889	313	324	253	-22 %	9,9 %	7,7 %
Steinkohle	TWh	641	308	313	260	-17 %	9,5 %	7,9 %
Mineralöl	TWh	1452	1122	1140	1078	-5 %	34,7 %	32,8 %
Erdgas	TWh	637	917	767	734	-4 %	23,3 %	22,3 %
Kernenergie	TWh	463	209	105	22	-79 %	3,2 %	0,7 %
Sonstige inkl. Stromsaldo	TWh	1	37	29	62	116 %	0,9 %	1,9 %
Bruttostromerzeugung ²⁾	TWh	550	582	572	509	-11 %		
Erneuerbare Energien	TWh	20	234	255	268	5 %	44,5 %	52,6 %
Kernenergie	TWh	153	69	35	7	-79 %	6,1 %	1,4 %
Braunkohle	TWh	171	110	116	87	-25 %	20,3 %	17,2 %
Steinkohle	TWh	141	55	64	44	-31 %	11,1 %	8,7 %
Erdgas	TWh	36	90	79	80	1 %	13,8 %	15,7 %
Mineralöl	TWh	11	5	6	5	-14 %	1,0 %	1,0 %
Sonstige	TWh	19	19	18	17	-3 %	3,1 %	3,4 %
Nettostromabflüsse ins Ausland	TWh	1	-19	-27	15	n.A.	-4,8 %	2,9 %
Bruttostromverbrauch ²⁾	TWh	550	563	545	523	-3,9 %		
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch ²⁾		4 %	42 %	47 %	51 %	13 %		
Stromspeicherung								
Pumpspeicherezufuhr	TWh	5,0	7,2	8,1	7,8	-13 %		
Pumpspeicherentnahme	TWh	k.A.	5,3	6,0	5,8	-12 %		
Anteil Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch ³⁾		3,6 %	41,2 %	46,2 %	50,6 %	12,4 %		
Treibhausgasemissionen								
Gesamt (alle Sektoren)	Mio.t CO _{2-Äq}	1251	760	746	673	-10 %		
Emissionen der Bruttostromerzeugung	Mio.t CO _{2-Äq}	366	215	223	177	-21 %		
CO ₂ -Intensität der Nettostromerzeugung ²⁾	gCO _{2-Äq} /kWh	712	386	406	361	-11 %		
Stromhandel (Saldo)								
Import	TWh	k.A.	53,6	49,2	69,3	41 %		
Export	TWh	k.A.	71,4	76,1	57,5	-24 %		
Handelssaldo	TWh	k.A.	17,8	26,8	-11,7	n.A.		
Preise und Kosten								
Ø Spot Base Day-ahead	ct/kWh	k.A.	9,7	23,5	9,8	-58 %		
Ø Spot Peak Day-ahead	ct/kWh	k.A.	11,1	24,4	9,5	-61 %		
Ø 500 günstigsten Stunden	ct/kWh	k.A.	0,5	1,7	-0,6	-133 %		
Ø 500 teuersten Stunden	ct/kWh	k.A.	31,4	58,6	19,0	-68 %		
Ø Haushaltsstrompreise	ct/kWh	k.A.	32,2	38,6	45,7	19 %		

* Daten 2023 vorläufig, Stand 1/2024

1) teilweise vorläufige Angaben, 2) exklusive Stromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken, 3) inklusive Stromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken

Quellen: AGEB (2023a), Stromerzeugung & -verbrauch, Nettostromabflüsse ins Ausland (physical exchange): AGEB (2023b) • Stromimport & -export, Handelssaldo (commercial exchange): ENTSO-E (2023b), Strompreise: EPEX Spot aus Agora Energiewende - Die Energiewende in Deutschland, Stand der Dinge 2023, Analyse, S. 41, Stand 1/2024

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit/ohne Pumpstromerzeugung in Deutschland 1990-2023, Teil 1 (1)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%
EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

TWh	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Braunkohle	170,9	142,6	148,3	154,1	145,9	150,1	160,7	160,9	155,8	154,5
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	134,1	117,0	112,4	116,4	127,3	118,6	117,7
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	163,0	140,6	108,0	99,5	97,3	97,1	91,8
Erdgas	35,9	41,1	49,2	72,2	88,8	85,7	75,9	67,0	60,6	61,5
Mineralöl	10,8	9,1	5,9	11,9	8,6	7,0	7,5	7,0	5,5	6,1
Erneuerbare Energien (EE), darunter: ⁵⁾	19,7	25,1	37,9	63,4	105,4	124,4	143,4	151,9	161,9	188,1
- Wind onshore	k.A.	1,5	9,5	27,8	38,4	49,3	50,9	51,8	57,0	72,3
- Wind offshore				0,0	0,2	0,6	0,7	0,9	1,5	8,3
- Wasserkraft ¹⁾	19,7	21,6	24,9	19,6	21,0	17,7	21,8	23,0	19,6	19,0
- Biomasse	k.A.	0,7	1,6	11,5	29,2	32,1	38,3	40,1	42,2	44,6
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	1,3	12,0	20,0	26,7	30,6	35,4	38,1
- Hausmüll ²⁾	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	4,8	5,0	5,4	6,1	5,8
- Geothermie			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Sonstige, darunter:	19,3	17,7	22,6	24,1	26,6	25,4	25,6	26,2	27,0	27,3
- Pumpspeicher (PSE) ³⁾	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,8	6,1	5,8	5,9	5,9
- Hausmüll ²⁾	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	4,8	5,0	5,4	6,1	5,8
- Industrieabfall	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	1,6	1,2	1,4	1,3
Bruttostromerzeugung inkl. PSE (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz)	549,9	536,8	576,6	622,7	632,8	612,9	629,0	637,7	626,6	647,0
Bruttostromerzeugung excl. PSE⁴⁾	549,9	531,4	572,0	615,9	626,4	607,1	622,9	631,9	620,7	641,1
Anteil EE an der Bruttostromerzeugung (ohne PSE) [%]	3,6	4,7	6,6	10,3	16,8	20,5	23,0	24,0	26,1	29,3
Stromeinfuhr ⁴⁾	31,9	39,7	45,1	56,9	43,0	51,0	46,3	39,2	40,4	37,0
Stromausfuhr ⁴⁾	31,1	34,9	42,1	61,4	57,9	54,8	66,8	71,4	74,3	85,3
Stromimportsaldo	+ 0,8	+ 4,8	+ 3,1	- 4,6	- 15,0	- 3,8	- 20,5	- 32,2	- 33,9	- 48,3
Bruttostromverbrauch excl. PSE	550,7	536,2	575,1	611,4	611,5	603,3	602,4	599,7	586,8	592,8
nachrichtlich:										
Bruttostromverbrauch inkl. PSE⁷⁾	550,7	541,6	579,6	618,1	617,9	609,2	608,5	605,5	592,7	598,7
Anteil EE am Bruttostromverbrauch (inkl. PSE) [%]	3,6	4,6	6,5	10,3	17,1	20,4	23,6	25,1	27,3	31,4
Prozentuale Veränderung	X	+ 2,0	+ 4,0	+ 0,5	+ 5,9	- 1,4	- 0,1	- 0,5	- 2,1	+ 1,0
Pumparbeit (Speicherzufuhr u. Eigenverbrauch)	5,0	5,9	6,0	9,5	8,6	7,8	8,1	7,8	8,0	8,1
Pumpstromerzeugung (PSE)	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,8	6,1	5,8	5,9	5,9
Eigenverbrauch der Pumpspeicher		- 0,4	- 1,5	- 2,7	- 2,2	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,1	- 2,1

* Daten 2023 vorläufig, Stand 11/2023

Bevölkerung (J-Durchschnitt) 2023: 83,8 Mio.

- 1) Lauf- und Speicherwasser inkl. natürlichen Zufluss aus PS; 2) aufgeteilt in reg. und nicht-reg. Anteil (50 % : 50 %); 3) PSE: Pumpstromerzeugung; ohne Erzeugung aus natürlichen Zufluss
- 4) ab 2003 Stromaußenhandel lt. Statistischem Bundesamt; erfasst werden die physikalischen Stromflüsse aus dem Ausland nach Deutschland bzw. aus Deutschland in das Ausland (Territorialprinzip).
- 5) ab 2003 alle Angaben zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lt. Daten und Berechnungen der AGEEStat.; 6) Bruttostromerzeugung nach Eurostat Energiebilanz und Energiebilanz Deutschland, sofern bei der Energiebilanz Deutschland die PSE aus dem Umwandlungsausstoß (Zeile 39) herausgerechnet wird bzw. PS als Speicher betrachtet werden.; 7) Bislang als Bezugsgröße zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien verwendete Bezugsgröße, enthält Doppelzählungen, weil sowohl die PSE als auch der Speichersaldo/-verbrauch in dieser Größe zusätzlich enthalten sind.

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit/ohne Pumpstromerzeugung in Deutschland 1990-2023, Teil 2 (2)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%
EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

TWh	1990	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Δ in %	steile in %
Braunkohle	170,9	149,5	148,4	145,6	114,0	91,7	110,1	116,2	87,5	-24,7	17,0
Steinkohle	140,8	112,2	92,9	82,6	57,5	42,8	54,6	63,7	44,1	-30,8	8,6
Kernenergie	152,5	84,6	76,3	76,0	75,1	64,4	69,1	34,7	7,2	-79,2	1,4
Erdgas	35,9	80,6	86,0	81,6	89,9	94,7	90,3	79,0	80,0	1,2	15,5
Mineralöl	10,8	5,7	5,5	5,1	4,8	4,7	4,6	5,7	4,9	-14,3	1,0
Erneuerbare Energien (EE), darunter: ⁵⁾	19,7	189,1	215,7	223,3	241,6	251,5	233,9	254,7	267,8	5,1	52,0
- Wind onshore	k.A.	67,7	88,0	90,5	101,2	104,8	90,3	99,7	114,2	14,5	22,2
- Wind offshore		12,3	17,7	19,5	24,7	27,3	24,4	25,1	23,6	-6,0	4,6
- Wasserkraft ²⁾	19,7	20,5	20,2	18,1	20,1	18,7	19,7	17,6	19,5	10,6	3,8
- Biomasse	k.A.	45,0	45,0	44,6	44,3	45,1	44,3	46,1	43,8	-5,0	8,5
- Photovoltaik	k.A.	37,6	38,8	44,3	45,2	49,5	49,3	60,3	61,1	1,3	11,9
- Hausmüll ²⁾	k.A.	5,9	6,0	6,2	5,8	5,8	5,8	5,6	5,5	-3,0	1,1
- Geothermie		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-13,1	0,0
Sonstige, darunter:	19,3	27,3	27,6	27,3	25,5	24,8	24,5	23,8	23,1	-3,1	4,5
- Pumpspeicher (PSE) ³⁾	k.A.	5,6	6,0	6,7	5,9	6,6	5,3	6,0	5,8	-2,8	1,1
- Hausmüll ²⁾	k.A.	5,9	6,0	6,2	5,8	5,8	5,8	5,6	5,5	-3,0	1,1
- Industrieabfall	0,0	1,4	1,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	-1,0	0,2
Bruttostromerzeugung inkl. PSE (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz)	549,9	649,2	652,3	641,4	606,2	574,7	587,1	577,9	514,6		
Bruttostromerzeugung exkl. PSE⁶⁾	549,9	643,6	646,3	634,8	602,3	568,1	581,8	572,0	508,8		
Anteil EE an der Bruttostromerzeugung (ohne PSE) [%]	3,6	29,4	33,4	35,2	40,1	44,3	40,2	44,5	52,6		
Stromeinfuhr ⁴⁾	31,9	28,3	27,8	31,7	40,1	48,0	51,7	49,3	72,9		
Stromausfuhr ⁴⁾	31,1	78,9	80,3	80,5	72,8	66,9	70,3	76,6	58,3		
Stromimportsaldo	+ 0,8	- 50,5	- 52,5	- 48,7	- 32,7	- 18,9	- 18,6	- 27,3	14,6		
Bruttostromverbrauch exkl. PSE	550,7	593,1	593,9	586,0	569,6	549,2	563,2	544,7	523,4		
nachrichtlich:											
Bruttostromverbrauch inkl. PSE⁷⁾	550,7	598,6	599,9	592,7	575,6	555,8	568,5	550,7	529,2		
Anteil EE am Bruttostromverbrauch (inkl. PSE) [%]	3,6	31,6	36,0	37,7	42,0	45,2	41,2	46,2	50,6		
Prozentuale Veränderung	X	- 0,0	+ 0,2	- 1,2	- 2,9	- 3,4	+ 2,3	- 3,1	- 3,9		
Pumparbeit (Speicherzufuhr u. Eigenverbrauch)	5,0	7,5	8,3	8,3	8,1	8,8	7,2	8,1	7,8		
Pumpstromerzeugung (PSE)	k.A.	5,6	6,0	6,7	5,9	6,6	5,3	6,0	5,8		
Eigenverbrauch der Pumpspeicher		- 1,9	- 2,2	- 1,7	- 2,1	- 2,2	- 1,9	- 2,2	- 2,0		

* Daten 2023 vorläufig, Stand 11/2023

Bevölkerung (J-Durchschnitt) 2023: 83,8 Mio.

- 1) Lauf- und Speicherwasser inkl. natürlichen Zufluss aus PS; 2) aufgeteilt in reg. und nicht-reg. Anteil (50 % : 50 %); 3) PSE: Pumpstromerzeugung; ohne Erzeugung aus natürlichen Zufluss
- 4) ab 2003 Stromaußenhandel lt. Statistischem Bundesamt; erfasst werden die physikalischen Stromflüsse aus dem Ausland nach Deutschland bzw. aus Deutschland in das Ausland (Territorialprinzip).
- 5) ab 2003 alle Angaben zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lt. Daten und Berechnungen der AGEEStat.; 6) Bruttostromerzeugung nach Eurostat Energiebilanz und Energiebilanz Deutschland, sofern bei der Energiebilanz Deutschland die PSE aus dem Umwandlungsausstoß (Zeile 39) herausgerechnet wird bzw. PS als Speicher betrachtet werden.; 7) Bislang als Bezugsgröße zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien verwendete Bezugsgröße, enthält Doppelzählungen, weil sowohl die PSE als auch der Speichersaldo/-verbrauch in dieser Größe zusätzlich enthalten sind.

Strombilanz zur Stromversorgung in Deutschland 1990-2023 (3)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%
EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%

Tabelle 12



Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990 bis 2022 nach Energieträgern

	1990	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ¹⁾	2021/ 2022	1990/ 2022
	Bruttostromerzeugung und Bruttostromverbrauch in Mrd. kWh						Jahresdurch. Veränderungsrate in %		
Braunkohle	170,9	148,4	145,6	114,0	91,7	110,1	116,2	5,5	-1,2
Steinkohle	140,8	92,9	82,6	57,5	42,8	54,6	64,4	18,0	-2,4
Kernenergie	152,5	76,3	76,0	75,1	64,4	69,1	34,7	-49,8	-4,5
Erdgas	35,9	86,0	81,6	89,9	94,7	90,3	79,8	-11,6	2,5
Mineralöl	10,8	5,5	5,1	4,8	4,7	4,6	4,4	-3,4	-2,8
Erneuerbare	19,7	215,7	223,3	241,6	251,5	233,9	264,0	8,6	8,3
Sonstige	19,3	27,5	27,3	25,4	24,8	24,5	23,8	-2,8	0,7
Bruttostromerzeugung einschl. Einspeisung insgesamt	549,9	652,3	641,4	608,2	574,7	587,1	577,3	-1,7	0,2

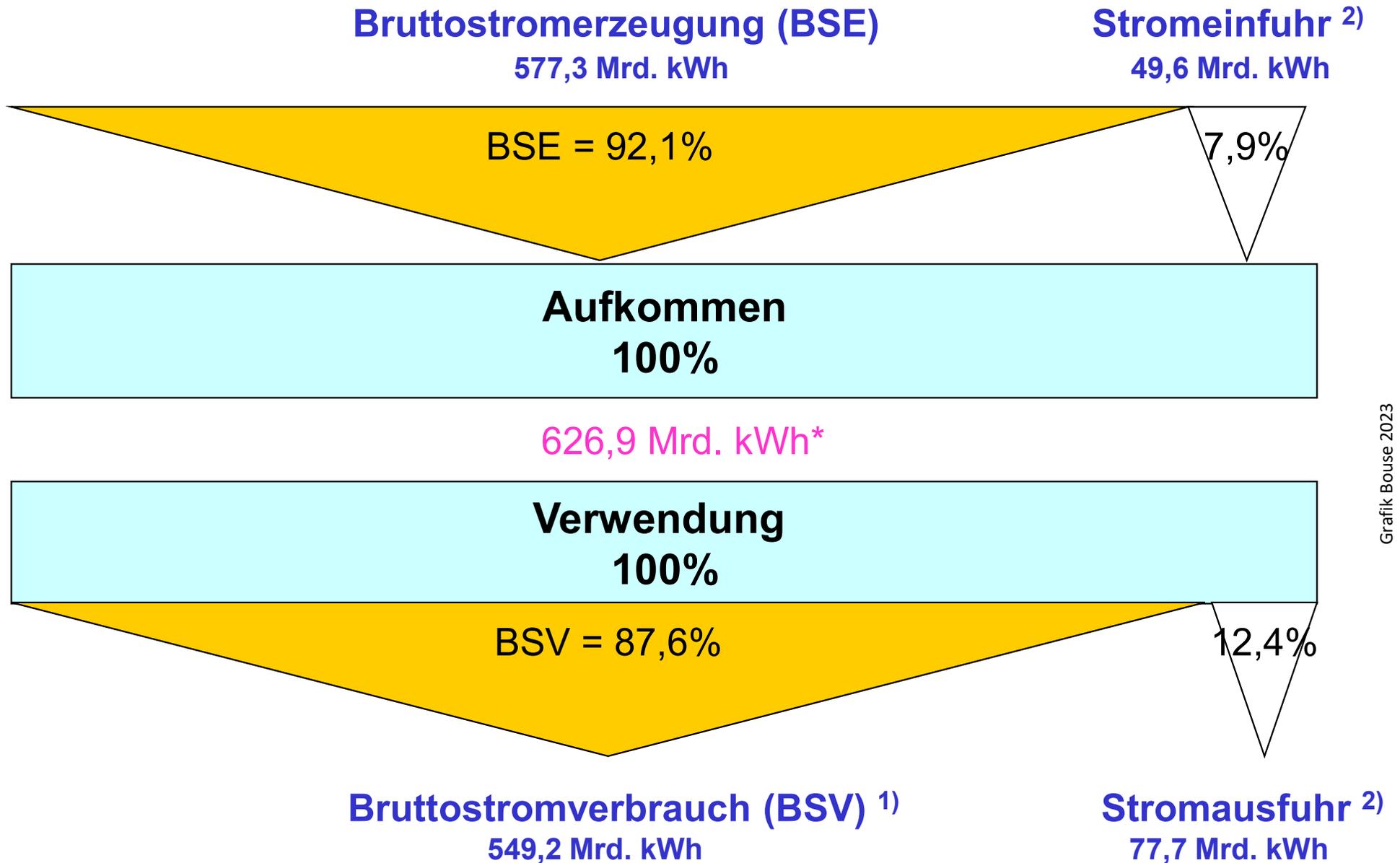
	1990	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ¹⁾	2021/ 2022	1990/ 2022
	Bruttostromerzeugung und Bruttostromverbrauch in Mrd. kWh						Jahresdurch. Veränderungsrate in %		
Stromflüsse aus dem Ausland	31,9	27,8	31,7	40,1	48,0	51,7	49,6	-4,2	1,4
Stromflüsse in das Ausland	31,1	80,3	80,5	72,8	66,9	70,3	77,7	10,5	2,9
Stromaustauschsaldo Ausland	0,8	-52,5	-48,7	-32,7	-18,9	-18,6	-28,1	-	-
Bruttostromverbrauch	550,7	599,8	592,7	575,5	555,8	568,5	549,2	-3,4	0,0
Veränderung gegenüber Vorjahr in %	X	0,2	-1,2	-2,9	-3,4	2,3	-3,4		
	Struktur der Bruttostromerzeugung in %								
Braunkohle	31,1	22,7	22,7	18,7	16,0	18,8	20,1		
Steinkohle	27,7	14,2	12,9	9,4	7,5	9,3	11,2		
Kernenergie	25,6	11,7	11,8	12,3	11,2	11,8	6,0		
Erdgas	6,5	13,2	12,7	14,8	16,5	15,4	13,8		
Mineralöl	2,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
Erneuerbare Energien	3,6	33,1	34,8	39,7	43,8	39,8	44,0		
Sonstige	3,5	4,2	4,2	4,2	4,3	4,2	4,1		
Bruttostromerzeugung	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	101,0	100,0		

* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2023

Bevölkerung (J-Durchschnitt) 2021: 83,2 Mio.

Quellen: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Statistik der Kohlenwirtschaft e.V., AG Energiebilanzen e.V., Statistisches Bundesamt, AGEE-Stat (für erneuerbare Energien) aus AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2022, Jahresbericht, S. 34, 3/2023; AGEB – Bruttostromerzeugung 1990-2023, Stand 11/2023

Strombilanz zur Stromversorgung Deutschland 2022 (1)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

1) **Bruttostromverbrauch (BSV)** = Endenergie-Stromverbrauch (ESV) + Netzverluste + Eigen- und Pumpstromverbrauch Kraftwerke sowie Raffinerie-Stromverbrauch
2) **Stromausgleichsbeitrag** $49,6 - 77,7 = -28,1$ TWh (Mrd. kWh); Anteil 4,5% vom Strom-Aufkommen/Verwendung).

Quelle: AGEB – Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990-2022, Ausgabe 2/2023

Stromfluss zur Stromversorgung Deutschland 2022 (2)

bezogen auf BSE = 100%

Nettostromsaldo – 28,1 TWh

	Kernenergie 34,7 TWh 6,0%	Fossile Energien** 264,8 TWh 45,9%	EE * 254,0 TWh 44,0%	SO 23,8 TWh 4,1***
Stromeinfuhr 49,6 TWh (7,9%)	Brutto-Stromerzeugung (BSE) 577,3 TWh (Mrd. kWh) (92,1%) davon Nettostromerzeugung (NSE) 546,5 TWh , Eigenverbrauch Kraftwerke 30,7 TWh			
Aufkommen = Verwendung 626,9 TWh (Mrd. kWh) (100%)				
Stromausfuhr 77,7 TWh (12,4%)	Brutto-Stromverbrauch (BSV) 549,2 TWh (Mrd. kWh) (87,6%)			
	Kraftwerkseigenverbrauch 30,7 TWh Netzverluste u.a. 26,9 TWh Pumpstrom 8,1 TWh	Nettostromverbrauch (NSV) ¹⁾ 483,4 TWh (Mrd. kWh)		
	Kraftwerkseigenverbrauch 30,7 TWh Netzverluste u.a. 26,9 TWh Pumpstrom 8,1 TWh E-Umwandlungssektor 10,2 TWh	Stromverbrauch Endenergie (SVE) 473,2 TWh (Mrd. kWh) <u>(100%)</u>		
	Industrie 188,5 TWh 39,8%	Haushalte 139,3 TWh 29,4%	GHD ²⁾ 133,2 TWh 28,2%	Verkehr 12,3 TWh 2,6%

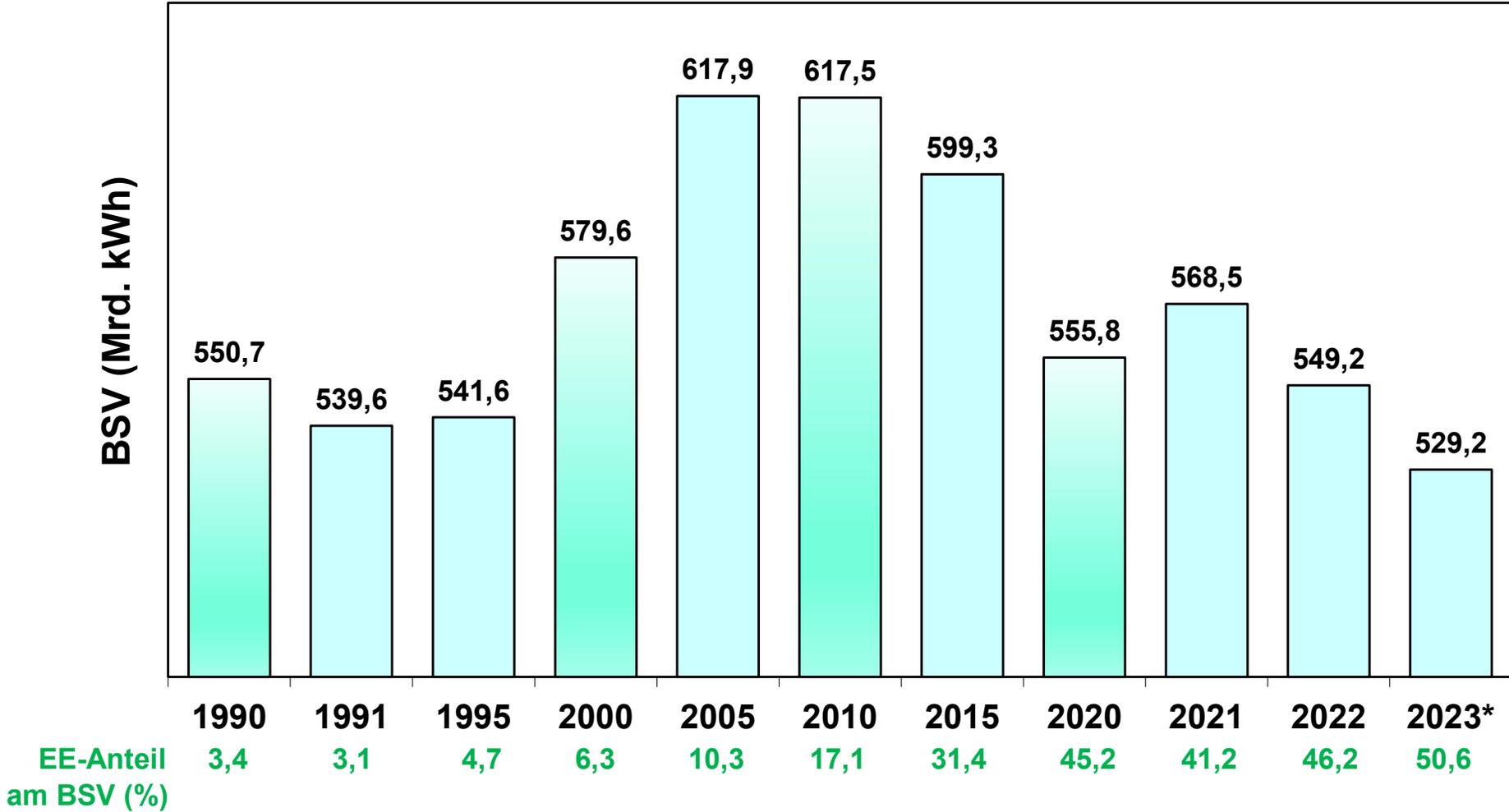
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig; Stand 2/2023; * Erneuerbare Energien (EE); ** Fossile Energien (Stein- und Braunkohle, Erdgas, Öl); *** Sonstige Energien (50% Abfall, Abwärme, Pumpstrom)
 1) GHD Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Militär, Landwirtschaft, Fischerei)

Quellen: BMWI-Energiedaten, Gesamtausgabe, Tab. 6,21,22, 23, 1/2022; AGEB – Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022, 2/2023 und Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990-2021, 9/2022; AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2022, Jahresbericht 3/2022

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2023 (1)

Jahr 2023: BSV 529,2 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 3,9%
 EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 50,6%
 6.315 kWh/Kopf

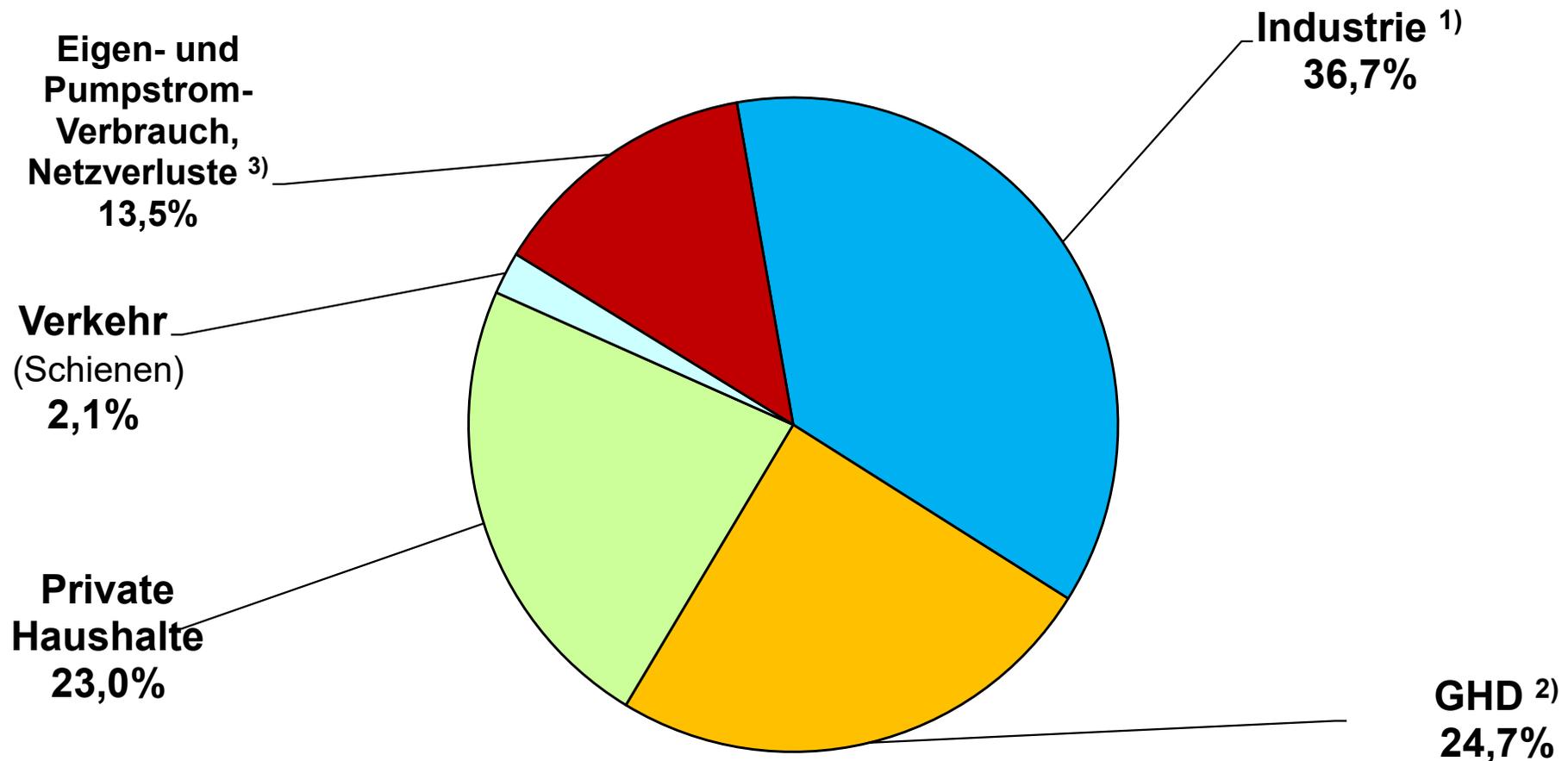


Grafik Bouse 2023

* Daten 2023 vorläufig, Stand 11/2023
 ** BSV-Ziele der Bundesregierung zur Energiewende, EE-Anteil am BSV im Jahr 30/50 > /65/80%
 1) BSV einschließlich Netzverluste, Eigenverbrauch, Pumpstrom sowie Stromimportsaldo
 Nachrichtlich Jahr 2023: BSE-EE = 267,8 TWh (EE-Anteil am BSV 50,6%)
 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023: 83,8 Mio.

Brutto-Stromverbrauch (BSV) nach Sektoren in Deutschland 2020 (2)

Gesamt: 552,2 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 + 0,3%
Ø 6.637 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2021

Anteil Stromverbrauch Endenergie (SVE) am Bruttostromverbrauch (BSV) 86,5%

* Daten 2020 vorläufig, Stand 3/2021; Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020 = 83,2 Mio.

1) Industrie = Bergbau & Verarbeitendes Gewerbe (Betriebe von Unternehmen mit im Allgemeinen 20 und mehr Beschäftigten)

2) GDH = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

3) Kraftwerkseigenverbrauch (28,5 TWh), Stromeigenverbrauch Raffinerien (10,3 TWh), Pumpstromverbrauch (8,9 TWh) + Netzverluste (27,1 TWh) = 74,8 TWh

Quellen: AGE B - BSE in D 1990-2020 und Energieverbrauch in D 2020, 3/2021, BDEW aus BMWI Energiedaten, Gesamtausgabe, Tab. 21,22, 3/2021, Stat. BA 3/2021;
UM BW & Staat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 23, 10/2020

Entwicklung und Anteile **erneuerbarer Energien** an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland von 2013-2022 (1)

Jahr 2022: EE-Anteil am BEEV 20,4% ²⁾, BSV 46,2%, EEV-W/K 17,4%, EEV-Verkehr 6,8%

Entwicklung der erneuerbaren Energien		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bruttoendenergieverbrauch ¹⁾	TWh	363,8	359,1	387,6	389,4	421,2	435,3	457,1	473,2	470,0	491,1
Bruttoendenergieverbrauch EU-RL ²⁾	TWh	364,7	362,1	382,3	388,6	407,4	432,5	446,4	465,4	480,0	494,1
Bruttostromerzeugung	TWh	151,9	161,9	188,1	189,1	215,7	223,3	241,6	251,5	234,0	254,0
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	TWh	178,9	163,0	167,6	168,1	173,0	178,0	182,2	180,4	199,2	200,5
Endenergieverbrauch Verkehr ³⁾	TWh	34,3	35,3	33,3	33,6	34,6	36,0	36,0	44,3	39,8	40,4
Primärenergieverbrauch	PJ	1.499	1.519	1.672	1.677	1.790	1.826	1.903	1.970	1.949	2.024

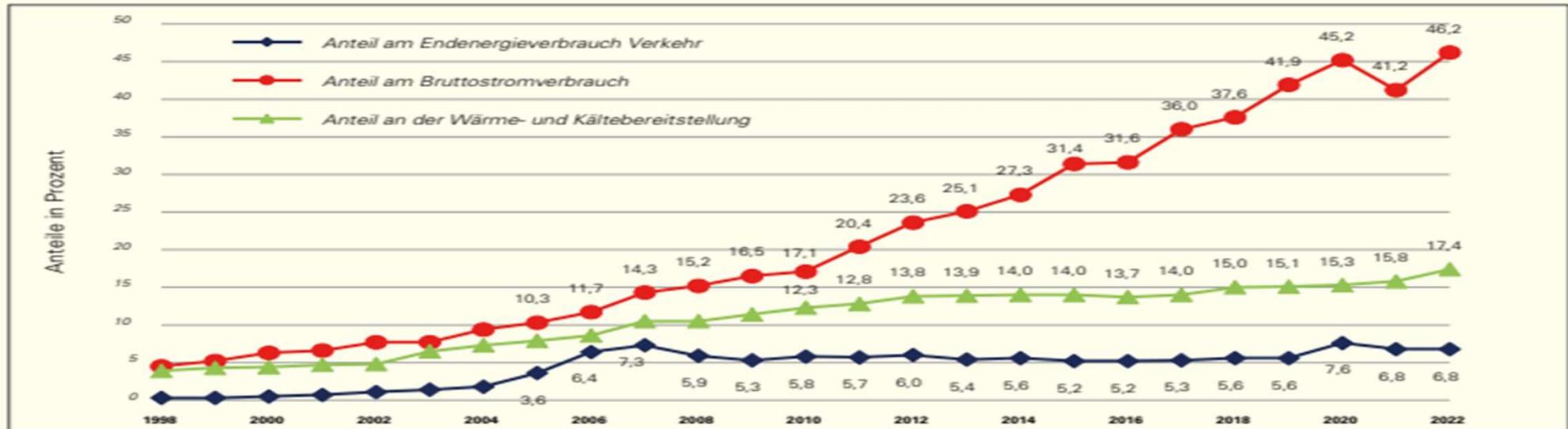
1) nach Energiekonzept der Bundesregierung; 2) gemäß EU-RL 2009/28/EG und 2018/2001/VEG
3) Verbrauch von biog. Kraftstoffen und Elektrizität aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)

Anteile der erneuerbaren Energien		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
am Bruttoendenergieverbrauch ¹⁾	%	13,7	14,3	15,1	14,9	16,0	16,8	17,7	19,4	18,8	20,3
am Bruttoendenergieverbrauch EU-RL ²⁾	%	13,8	14,4	14,9	14,9	15,5	16,7	17,3	19,1	19,2	20,4
am Bruttostromverbrauch	%	25,1	27,3	31,4	31,6	36,0	37,7	42,0	45,2	41,2	46,2
am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	%	13,8	14,0	13,9	13,7	14,0	14,9	15,1	15,3	15,8	17,4
am Endenergieverbrauch Verkehr	%	5,4	5,6	5,2	5,2	5,3	5,6	5,6	7,6	6,8	6,8
am Primärenergieverbrauch	%	10,8	11,5	12,6	12,4	13,2	13,9	14,9	16,6	15,7	17,2

1) nach Energiekonzept der Bundesregierung
2) gemäß EU-RL 2009/28/EG und 2018/2001/VEG

Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland 1998-2022 **nach ZSW** (2)

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



Quellen: [31]

In Deutschland wurde im Jahr 2022 über 46 Prozent des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien erzeugt. Im EEG 2023 ist das Ziel verankert, dass bereits im Jahr 2030 mindestens 80 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Durch die hohe Zahl an Sonnenstunden, gute Windverhältnisse und einen deutlichen Zuwachs an PV-Anlagen ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gegenüber dem Vorjahr um fast 9 Prozent auf 254 TWh angestiegen. Bei gleichzeitig sinkendem Stromverbrauch stieg der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Stromverbrauch um fünf Prozentpunkte auf 46,2 Prozent.

Die Nutzung von erneuerbarer Wärme und Kälte liegt bei rund 200 TWh und ist damit gegenüber dem Vorjahr stabil geblieben. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch ist aufgrund der hohen Preise für fossile Energieträger und die daraus resultierenden Einsparungen von 15,8 auf 17,4 Prozent angestiegen. Über die Jahre hinweg ist im Verkehrsbereich eine Stagnation der Nutzung von Biokraftstoffen zu beobachten. Bei einem leicht gesunkenem Biodiesel- und leicht gestiegenem Bioethanolabsatz blieb der Verbrauch von Biokraftstoffen im Jahr 2022 unter dem Strich auf Vorjahresniveau.

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Beitrag Windenergie zur Stromversorgung

Ausbau erneuerbare Energien beim Strom mit Beitrag Windenergie in Deutschland 2022

Ausbau der erneuerbaren Energien

Strom

Anteil erneuerbarer Energien steigt auf 46 Prozent

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

Windenergieausbau nimmt nur langsam Fahrt auf

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

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

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

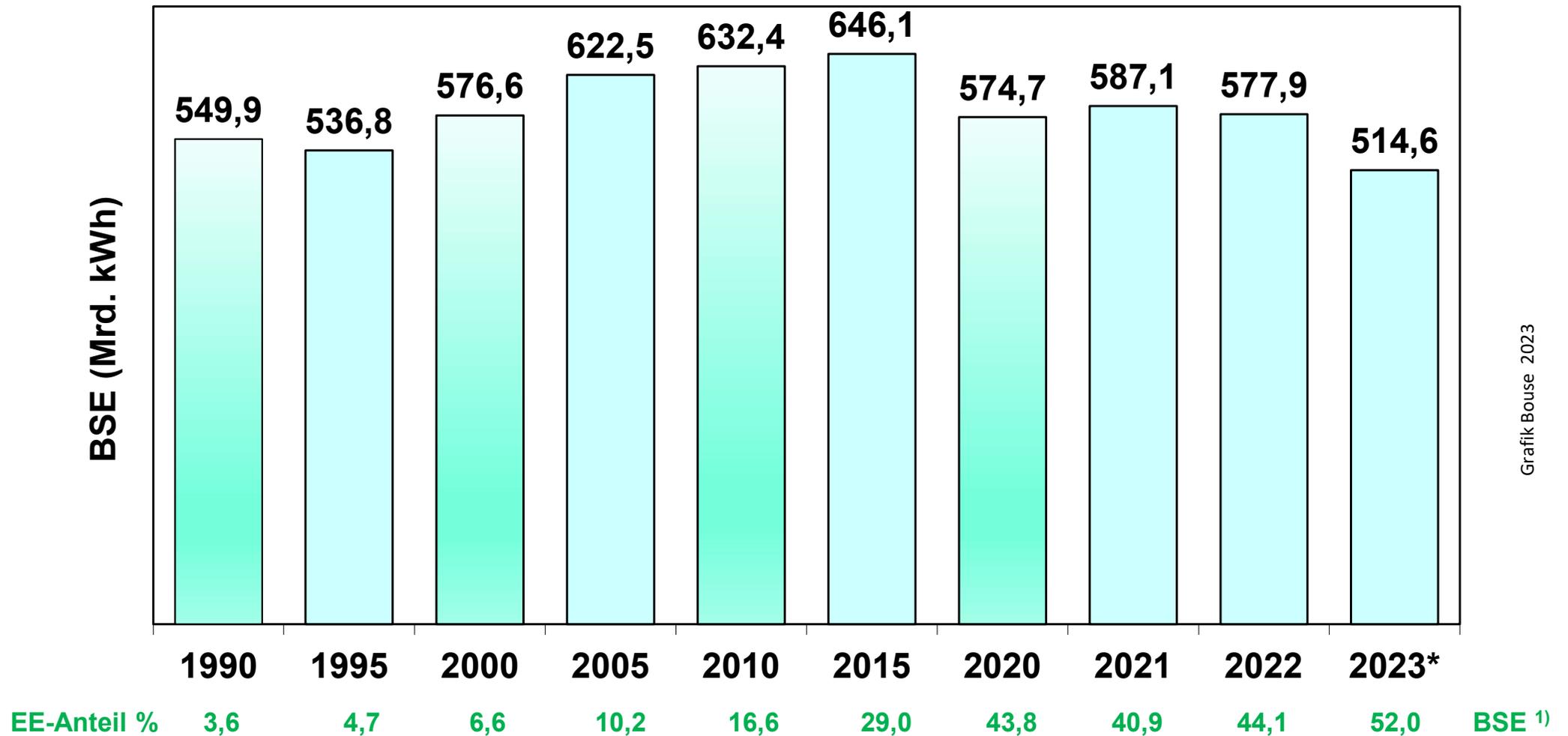
Windstromerzeugung steigt jedoch wieder deutlich an

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

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2023 (1)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%

EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%



* Daten 2023 vorläufig , Stand 11/2023 Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023 = 83,8 Mio.

Nachrichtlich Jahr 2023: BSE-EE = 267,8 TWh (EE-Anteil am BSE 52,0%) Pumpstromerzeugung PSE Jahr 2023: 514,6 – 508,8 TWh = 5,8 TWh ohne Eigenverbrauch

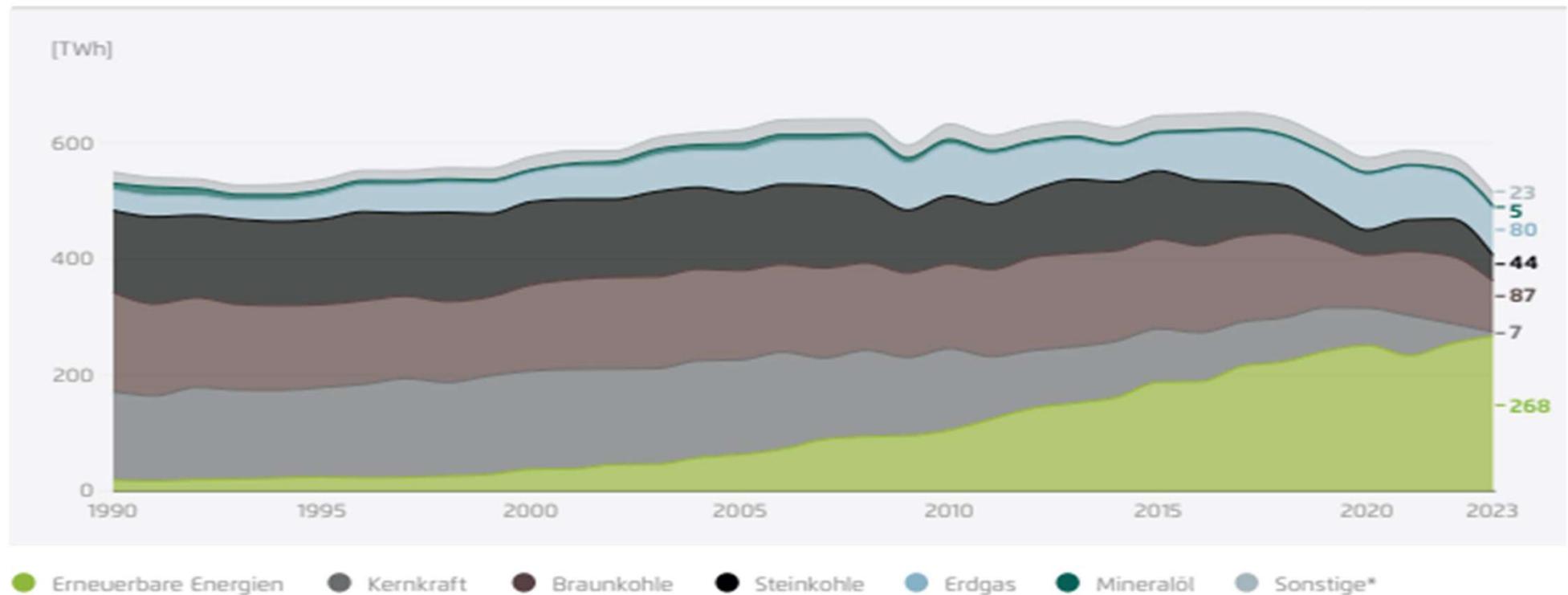
1) Bezogen auf BSE inkl. Pumpspeicherstromerzeugung (PSE): 2023: 514,6 TWh

Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2023 (2)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%
EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%

Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 1990 bis 2023

→ Abb. 4_8



AGEB (2023b) *inklusive Pumpspeicherkraftwerke; 2023: vorläufige Daten

Historischer Höchststand für die Erneuerbaren und Tiefststand für die Braun-und Steinkohle

* Daten 2023 vorläufig, Stand 1/2024

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023: 83,8 Mio.

1) Bruttostromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstromerzeugung (PSE)

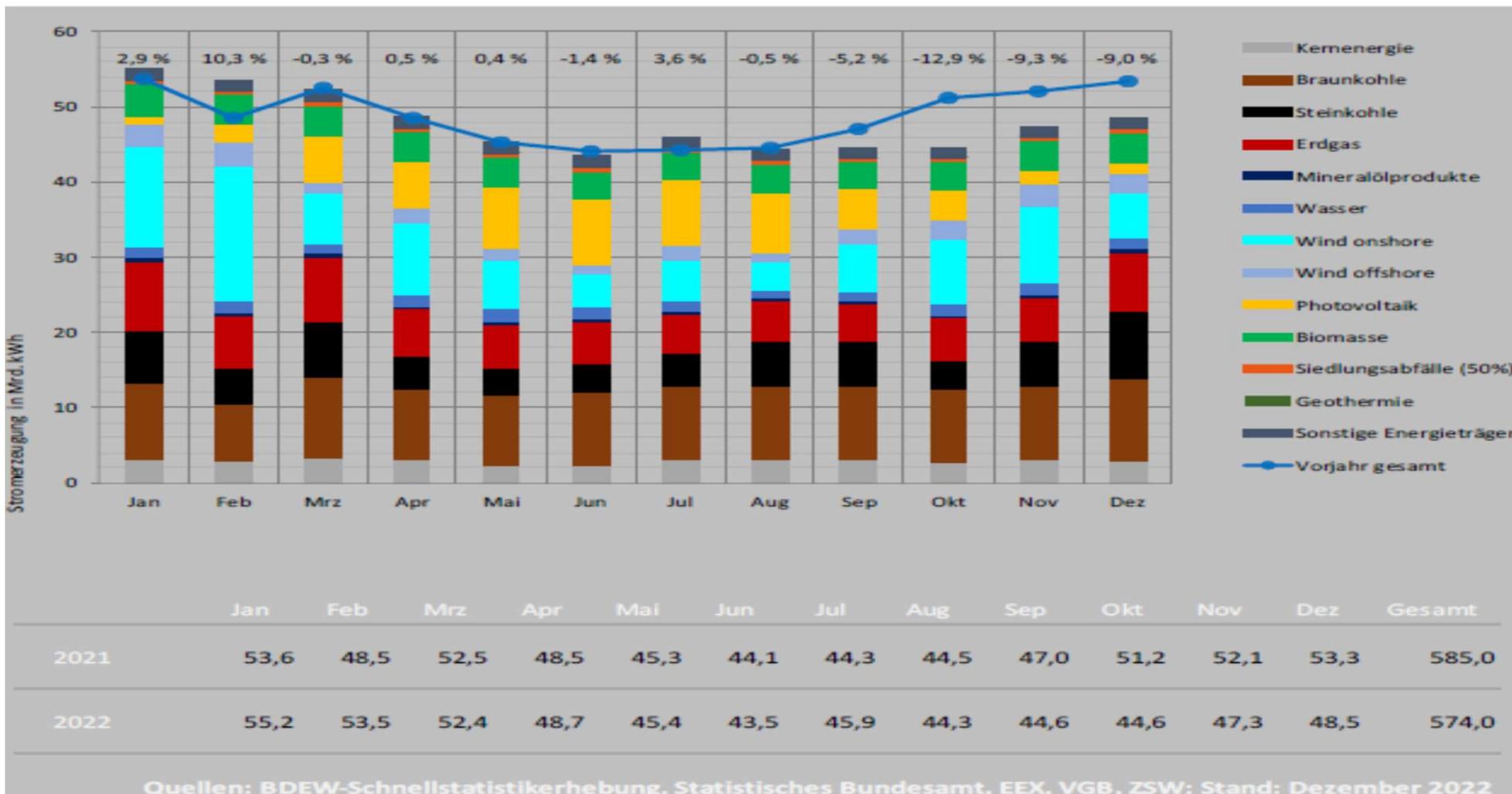
Quelle: Agora Energiewende – Energiewende in Deutschland 2023, 1/2024, www.agora-energiewende.de ; AGEB – Stromerzeugung 1990-2023, 11/2023

Monatliche Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2021/22 (3)

Strom – Bruttoerzeugung

Januar bis Dezember 2022 - in Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh)

Jahr 2022: Gesamt 577,9 TWh (Mrd. kWh) ¹⁾; Veränderung 1990/2022 + 5,0% **nach Korrektur**
6.929 kWh/Kopf



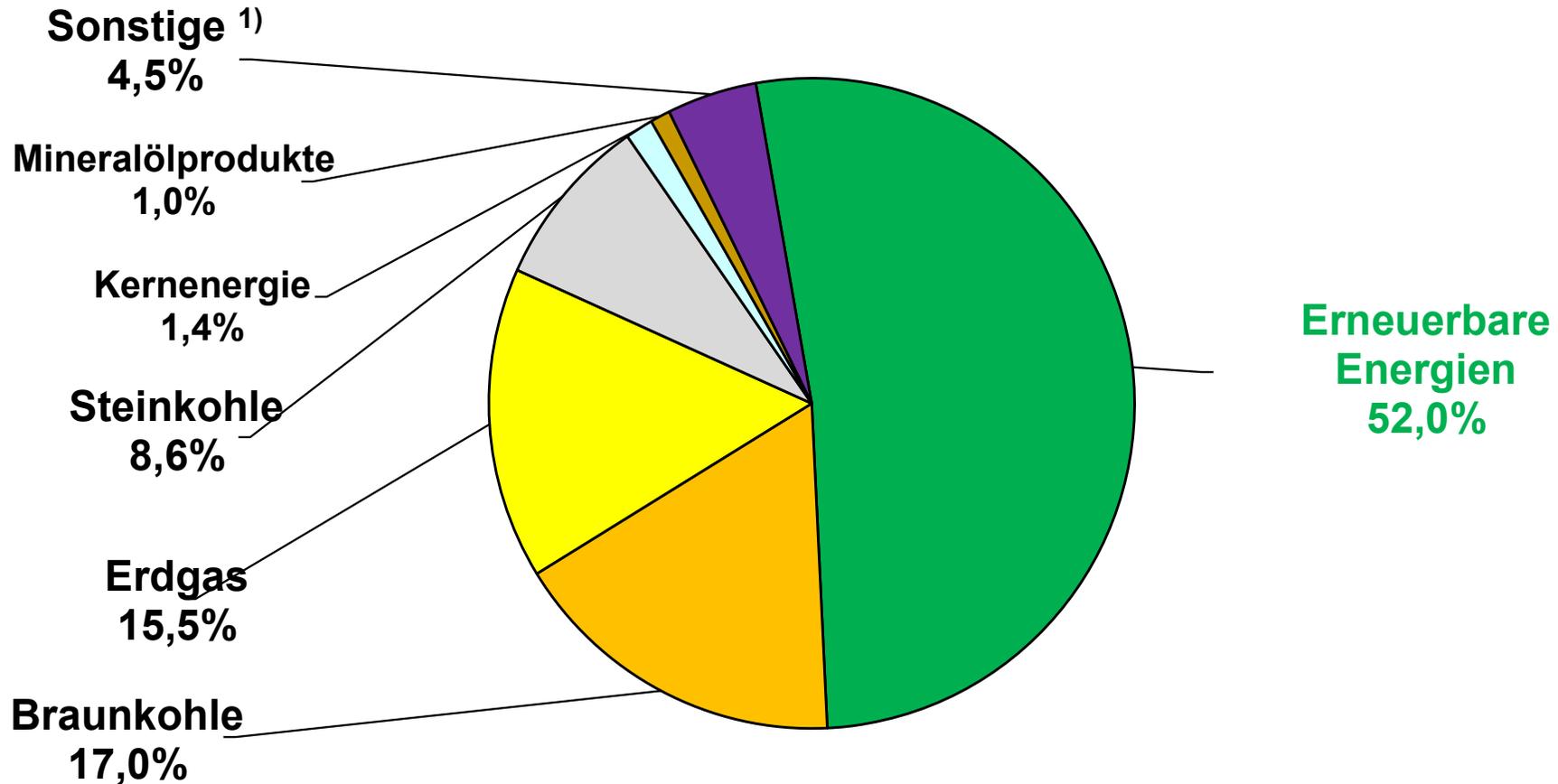
* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023

Quelle: AGEB- Energieverbrauch nach Energieträgern in Deutschland, 1.-4. Quartal 2022, Stand 12/2022; AGEB – BSE 1990-2023, 11/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,4 Mio.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare (EE) in Deutschland 2023 (4)

Jahr 2023: BSE 514,6 TWh (Mrd. kWh) mit Pumpspeicherstrom (PSE), Veränderung 1990/2023 + 6,4%
EE-Beitrag 267,8 TWh, Anteil an der BSE 52,0%



Grafik Bouse 2023

Anteil fossile Energien 42,3%, davon Kohlen 25,6%

* Daten 2023 vorläufig, Stand 12/2023 Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,8 Mio.

1) Sonstige 23,1 TWh, davon nichtbiogene Abfälle (50%) (6,3TWh), Pumpstrom (5,8 TWh) sowie Netzverluste und Eigenverbrauch

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 529,2 TWh; Anteil am BSV 50,6 Prozent

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien mit Beitrag Windenergie in Deutschland 2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 254,2 TWh (Mrd. kWh)

EE-Anteil am Gesamt-BSE 43,9%^{1,2)} bzw. am Gesamt BSV 46,0%

Tabelle 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

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

3 1.000 GWh = 1 TWh

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

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

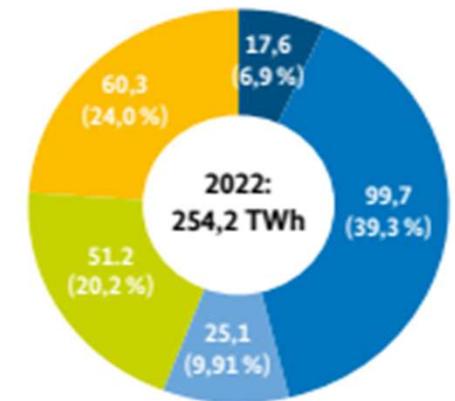
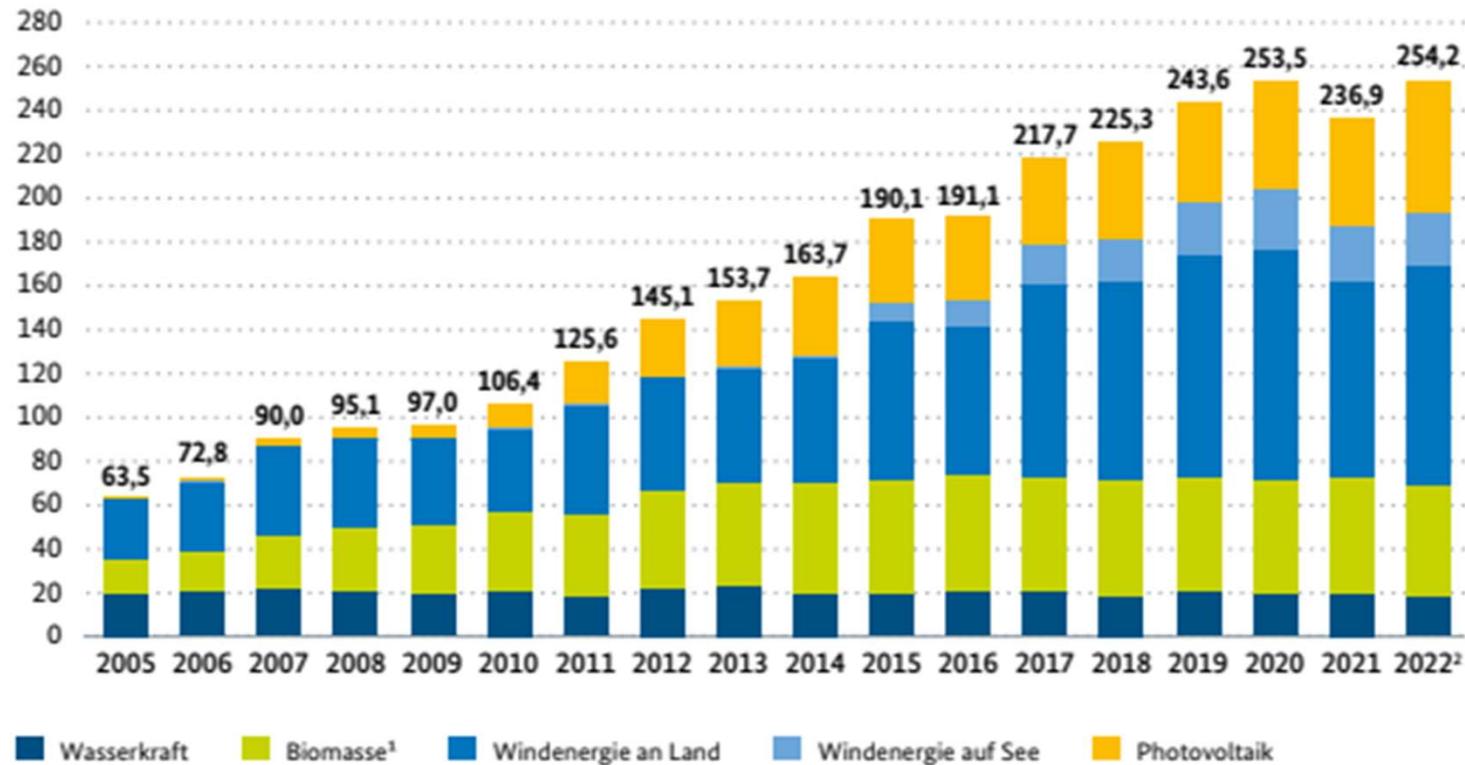
Der Anteil an der Bruttostromerzeugung ist eine alternative Berechnungsmöglichkeit zum üblicherweise genutzten Anteil am gesamten inländischen Bruttostromverbrauch. In nationalen und internationalen Berichtspflichten wird der Anteil am Bruttostromverbrauch verwendet, weil so länderübergreifende Vergleiche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

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Windenergie in Deutschland 1990-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 254,2 TWh (Mrd. kWh);
 Anteil am BSV 46,0% von 550,7 TWh bzw. an der BSE 43,9% von 572,0 ⁵⁾

Abbildung 3: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Bruttostromerzeugung in TWh



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

2 Zur Stromerzeugung der einzelnen Technologien siehe Tabelle 3

Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt.

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

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

Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien mit Beitrag Windenergie in Deutschland von 2021/22 (3)

Jahr 2022: Gesamt 254,2 TWh (Mrd. kWh);

Anteil am BSV 46,0% von 550,7 TWh bzw. an der BSE 43,9% von 572,0⁵⁾

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

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

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inkl. Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50% angesetzt

4 1.000 GWh = 1 TWh

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

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

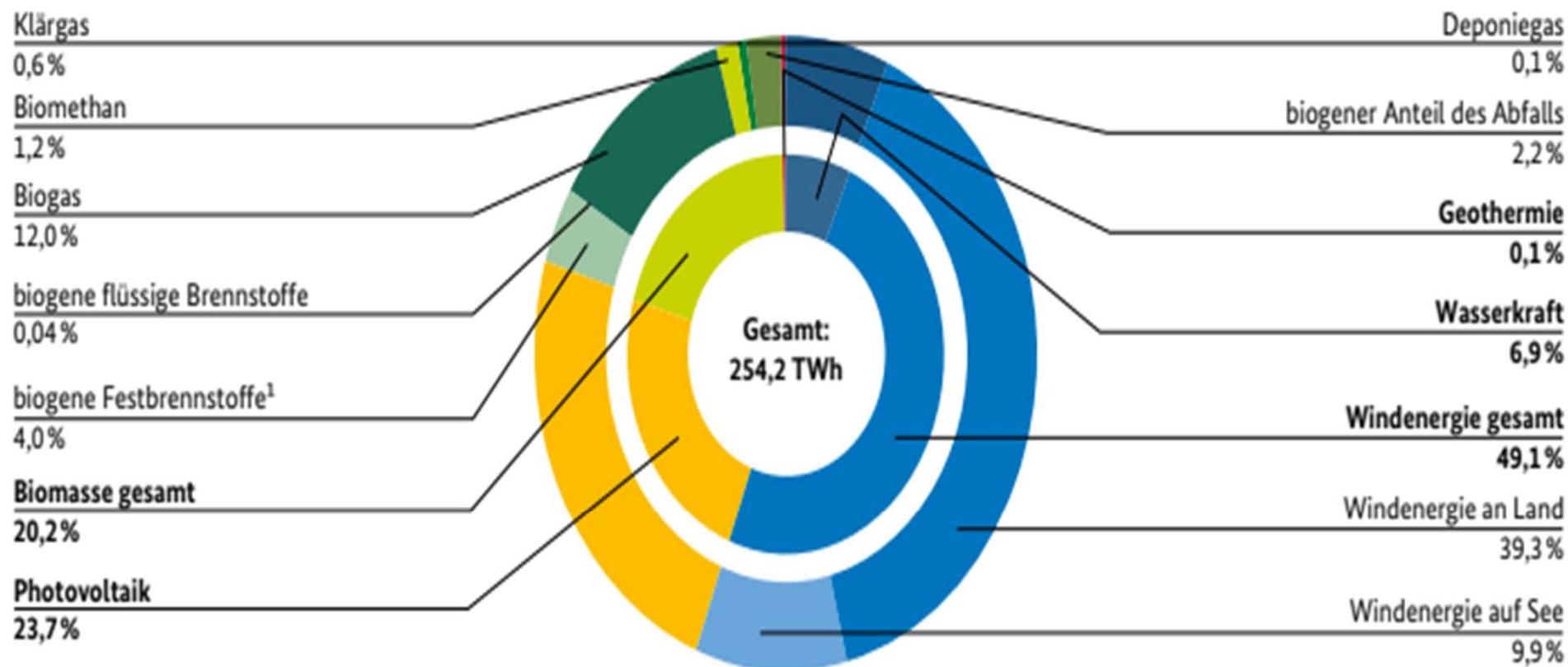
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,6 Mio.

Quelle: AGEBAus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 17, Stand 10/2023

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Windenergie in Deutschland im Jahr 2022 (4)

Jahr 2022: Gesamt 254,2 TWh (Mrd. kWh);
Anteil am BSV 46,0% von 550,7 TWh bzw. an der BSE 43,9% von 572,0⁵⁾

Abbildung 2: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022



1 inkl. Klärschlamm

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,6 Mio.

Quellen: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18, Stand 10/2023; www.erneuerbare-Energien.de;

Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien im Vergleich der letzten 10 Jahre in Deutschland 2012-2022 (5)

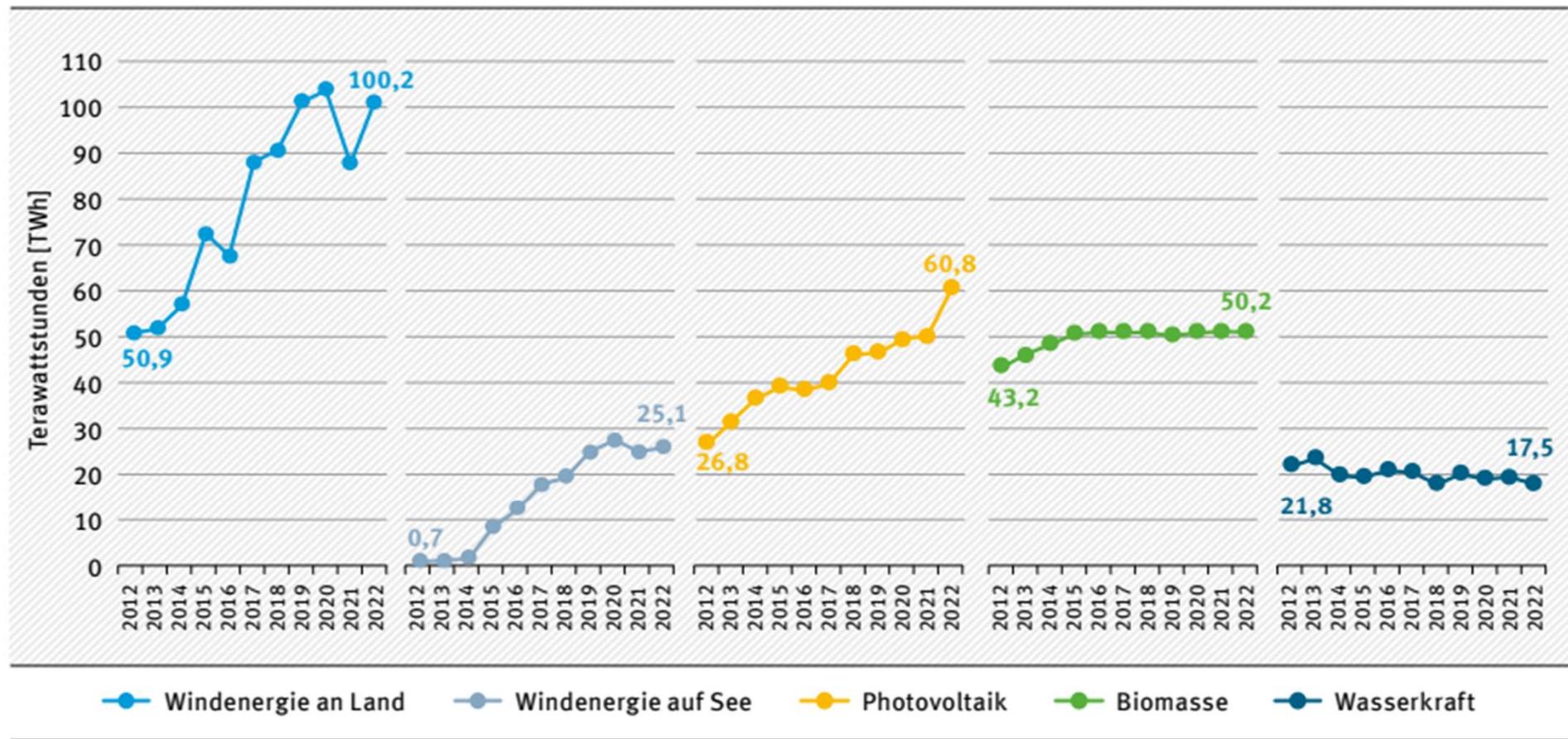
Jahr 2012-2022:

Beispiel Windenergie an Land 50,9 bis 100,2 TWh (Mrd. kWh)

Windenergie auf See 0,7 bis 25,1 TWh

Abbildung 3

Entwicklung der Stromerzeugung erneuerbarer Energieträger im Vergleich der letzten 10 Jahre



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Entwicklung deutscher Kraftwerkspark

Ausbau erneuerbare Energien und Anpassung konventioneller Energien bis 2030 (1)

Der deutsche Kraftwerkspark verändert sich zunehmend:

In den letzten Jahren ging die Zahl der Kernkraftwerke gemäß dem geplanten Atomausstieg zurück und Windenergie- und Photovoltaik-Anlagen wurden – wenn auch schleppend – weiter zugebaut. Bei den übrigen Erzeugungskapazitäten gab es hingegen wenig Veränderung. Diese Entwicklung spiegelt auch das Jahr 2021 wieder, wobei die Dynamik bei fossilen Erzeugungstechnologien zunahm. Der Zubau Erneuerbarer Energien konnte sich – besonders nach dem Einbruch des Zubaus bei der Windkraft in den Vorjahren – nur geringfügig erholen.

1. Erneuerbare Energien

Bei den Erneuerbaren Energien nahm der Zubau insgesamt leicht zu im Vergleich zu 2020. Die installierte Gesamtleistung auf Basis Erneuerbarer Energien lag Ende 2021 bei 137 Gigawatt. Der Zubau von 6,7 Gigawatt ist ein Plus von knapp 10 Prozent im Vergleich zu 2020. Bei der Photovoltaik wurde – wie in den letzten Jahren – deutlich mehr Kapazität installiert als bei der Windenergie an Land: Von insgesamt 6,7 Gigawatt zugebauter erneuerbarer Kapazität entfallen drei Viertel auf die Photovoltaik. Die übrigen 1,8 Gigawatt waren Windenergieanlagen an Land (1,7 Gigawatt) und Biomasseanlagen. 2021 wurden keine neuen Windenergieanlagen auf See angeschlossen.

Sowohl die Photovoltaik als auch die Windenergie müssen deutlich schneller ausgebaut werden, um die deutschen Klimaziele zu erreichen. Im Koalitionsvertrag hat sich die neue Bundesregierung auf ein neues Ziel geeinigt: Im Jahr 2030 sollen Erneuerbare Energien 80 Prozent des Bruttostromverbrauchs decken. Bislang liegt das im Erneuerbare-Energien-Gesetz festgelegte Ziel noch bei 65 Prozent für 2030. Die Zielanhebung verschärft die Ausbaufahrt noch weiter, da sie die Ökostromlücke zwischen Soll-Zubau und tatsächlichem Zubau vergrößert.

Photovoltaik

Bei der Photovoltaik sind im Jahr 2021 insgesamt 5,0 Gigawatt in Betrieb genommen worden. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt dies ein Plus von 3 Prozent. Der Zubau steigt seit dem Einbruch zwischen 2013 und 2018 wieder an. Verglichen mit den ausbaustarken Jahren von 2010 bis 2012 ist dieser Zubau jedoch weiterhin gering: Damals wurden jährlich rund 7,5 Gigawatt installiert. Um die im neuen Koalitionsvertrag vereinbarten 200 Gigawatt an Photovoltaik-Leistung bis 2030 zu erreichen, ist bereits ab 2022 ein Zubau von durchschnittlich rund 16 Gigawatt pro Jahr erforderlich. Dies entspricht einer Verdreifachung der Ausbaumenge gegenüber 2021. Verzögert sich der Hochlauf, liegen die jährlich benötigten Ausbaumengen in den Folgejahren umso höher. Um die höheren Zubaumengen zu erreichen, soll Solarenergie laut Koalitionsvertrag bei gewerblichen Neubauten Pflicht, bei privaten Neubauten die Regel werden. Zudem sollen Hemmnisse beseitigt werden, darunter eine Beschleunigung von Netzanschlüssen und Zertifizierung, ein Prüfen des Zubaupfades (sogenannter Atmender Deckel) und die Anpassung der Vergütungssätze.

Wind an Land

Der Zubau bei der Windenergie an Land lag im Jahr 2021 bei rund 1,7 Gigawatt. Das ist ein Drittel mehr als 2020 (34 Prozent). Damit konnte der Zubau zwar zum dritten Jahr in Folge gesteigert werden, allerdings ausgehend von einem extrem geringen Niveau. Im Vergleich zu den Mengen aus 2016 oder 2017 erreicht der aktuelle Zubau weiterhin nur einen Bruchteil dessen. Der geringe Zubau kündigte sich bereits in den Vorjahren mit stark unterzeichneten Ausschreibungen an. Die Ausschreibung im September 2021 war erst die dritte von insgesamt 17 Ausschreibungen seit Oktober 2018, die nicht unterzeichnet war. Die aktuell zu geringen Mengen der Ausschreibungsergebnisse deuten auch für die nächsten Jahre einen eher schwachen Zubau an. Die Situation für Windenergie an Land ist deshalb nach wie vor prekär und gefährdet nicht nur das Erneuerbaren-Energien-Ziel der Bundesregierung für 2030, sondern verdrängt auch die Windindustrie weiter aus Deutschland. So waren im Jahr 2016 noch mehr als 163 000 Menschen in dieser Industrie tätig, davon 133 000 im Onshore-Bereich. Das war beinahe dreimal so viel wie im Jahr 2000. Im Jahr 2017 begann der Einbruch: Innerhalb eines Jahres fielen allein bei der Windkraft an Land mehr als 21 000 Arbeitsplätze weg. Im darauffolgenden Jahr waren es noch einmal mehr als 17 000 Stellen (Statista 2021d). Aktuell ist zu erwarten, dass diese Entwicklung sich zunächst weiter fortsetzt.

Im Koalitionsvertrag ist kein festes Ausbauziel für die Windenergie an Land im Jahr 2030 vorgegeben. Auf Basis des Gesamtziels und Annahmen zu Anlagenparametern lässt sich jedoch ein Korridor bestimmen, der zwischen 90 und 130 Gigawatt installierter Leistung 2030 liegt. Um diesen Zubau zu erreichen ist ein durchschnittlicher jährlicher Ausbau von rund 5 bis 7 Gigawatt notwendig – im Vergleich zu 2021 eine Verdopplung bis Verdreifachung. Über 5 Gigawatt waren im Jahr 2017 schon erreicht worden. Um wieder auf diese Zubaumengen zu kommen, muss das aktuell schwierige Marktumfeld schnellstmöglich verbessert und Hemmnisse beseitigt werden. Der Koalitionsvertrag sieht hierfür unter anderem vor, zwei Prozent der Landesflächen für Windenergie auszuweisen und die Artenschutzprüfung von Windenergievorhaben auf eine bundeseinheitliche Bewertungsmethode umzustellen. Bei der Schutzgüterabwägung soll Erneuerbaren Energien ein befristeter Vorrang eingeräumt sowie Anforderungen an und bei den gesetzlichen Genehmigungsfristen klargestellt werden. Zudem sollen alte Windräder einfacher durch neue ersetzt werden können (Repowering). Da diese Maßnahmen erst mit einigen Jahren Verzögerung ihre Wirkung entfalten, wird der Zubau ab Mitte der 20er Jahre deutlich über dem rechnerischen Durchschnitt von 5-7 GW liegen müssen.

Wind auf See

Im Jahr 2021 sind keine Windenergieanlagen auf See ans Netz angeschlossen worden. Diese Entwicklung ist auf das Ausbleiben rechtzeitiger Ausschreibungen zurückzuführen. Zudem schreitet der benötigte Netzausbau, um die Offshore-Windstrommengen in die Verbrauchszentren im Süden zu transportieren, nach wie vor zu langsam voran. In der Ausschreibung vom 1. September 2021 hat die Bundesnetzagentur insgesamt Zuschläge für 958 Megawatt neue Windkraftanlagen in Nord- und Ostsee erteilt (Bundesnetzagentur 2021a).

Entwicklung deutscher Kraftwerkspark

Ausbau erneuerbare Energien und Anpassung konventioneller Energien bis 2030 (2)

Mit dem Koalitionsvertrag hat sich die neue Bundesregierung auf eine Erhöhung des Ausbauziels von den derzeit im Windenergie-auf-See-Gesetz verankerten 20 Gigawatt auf 30 Gigawatt im Jahr 2030 verständigt. 2035 sollen Offshore-Windräder mit einer Leistung von insgesamt 40 Gigawatt installiert sein. Der Zielwert 2045 beträgt 70 Gigawatt. Zur Bereitstellung zusätzlicher Flächen in der ausschließlichen Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee für die Installation von zusätzlich 3 Gigawatt hat das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie im Dezember 2021 das Verfahren zur Fortschreibung des Flächenentwicklungsplans für den weiteren Ausbau der Offshore-Windenergie offiziell gestartet (BMWK 2021c). Der Entwurf sieht einen räumlichen Umfang für Gebiete und Flächen für insgesamt voraussichtlich 43 Gigawatt installierbarer Leistung vor. Um das Ziel des Koalitionsvertrags zu erreichen, wird in den Jahren 2022 bis 2030 ein durchschnittlicher Zubau von rund 2,5 Gigawatt benötigt. Da der Hochlauf des Ausbaus einige Vorlaufzeit, unter anderem zur Entwicklung weiterer Flächen und für die Netzanbindungen, in Anspruch nimmt, werden die jährlich benötigten Ausbaumengen in den Folgejahren entsprechend über diesem Durchschnitt liegen müssen. Als weitere Maßnahmen zur Stützung des Ausbaus sieht der Koalitionsvertrag unter anderem vor, dass Offshore-Anlagen Priorität gegenüber anderen Nutzungsformen genießen sollen und durch Ko-Nutzung ein besserer Interessenausgleich stattfinden soll. Darüber hinaus sollen europäische Offshore-Kooperationen weiter vorangetrieben und grenzüberschreitende Projekte in Nord- und Ostsee gestärkt werden.

2. Konventionelle Energien

Die gesamte Kapazität des konventionellen Kraftwerksparks hat sich im Jahr 2021 um gut 8 Gigawatt verringert. Hiervon gingen 4 Gigawatt zum Jahresende vom Netz: Die drei Kernkraftwerke Brokdorf, Grohnde und Gundremmingen C. Außerdem wurde das Kraftwerk Moorburg endgültig stillgelegt. Dieses hatte sich erfolgreich an den Ausschreibungen gemäß Kohleausstiegsgesetz beteiligt und war bereits Ende 2020 aus dem Markt gegangen. Im Jahr 2021 sind weitere 2,5 Gigawatt an Kohlekraftwerken gemäß Kohleausstieg aus dem Marktausgeschieden. Davon knapp 1 Gigawatt Braunkohleanlagen und 1,5 Gigawatt Steinkohlekraftwerke.

In der Netzreserve befinden sich etwa 6,8 Gigawatt an Kraftwerkskapazitäten, in der Sicherheitsbereitschaft 1,9 Gigawatt (Bundesnetzagentur 2021b). In der Kapazitätsreserve befinden sich derzeit 1,1 Gigawatt (Bundesnetzagentur 2021c). Ans Netz gegangen sind hingegen 533 Megawatt an Erdgas kapazitäten (Bundesnetzagentur 2021b). Insgesamt liegt die Summe der Kraftwerkskapazität aus konventionellen Erzeugern damit knapp unter 90 Gigawatt. Diese Zahl ist im Vergleich zum Vorjahr deutlich geringer, da Pumpspeicher-Kraftwerke in einer eigenen Kategorie für Speicher aufgeführt und somit nicht mehr bei den konventionellen Energie trägern bilanziert werden. Die Umstrukturierung innerhalb der konventionellen Stromerzeuger nimmt Fahrt auf. 2022 wird der Atomausstieg vollendet, weitere Kohlekapazitäten verlassen in den kommenden Jahren gemäß Kohleausstiegsgesetz den Markt und neue Erdgaskraftwerke in Höhe von 3,5 Gigawatt werden bis 2024 in Betrieb genommen.

5.3 Speicher

Bei steigenden Anteilen Erneuerbarer Energien werden Speicher immer wichtiger. Diese sollen Überschussstrom in Zeiten von viel Sonne und Wind einspeichern und in sonnen- und windarmen Zeiträumen zurück ins Netz speisen. Zudem können sie grundsätzlich den Netzausbaubedarf verringern und den Netzbetrieb stabilisieren. Es gibt eine Vielzahl an Speichertechnologien wie Batteriespeicher, Pumpspeicher oder die Umwandlung von Strom in synthetische Gase wie Wasserstoff.

Batteriespeicher gewinnen zunehmend an Bedeutung. So konnte zum einen die Zubaumenge von solaren Heimspeichern, also Batterien in Kombination mit einer Photovoltaik-Anlage, um rund ein Drittel im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahr gesteigert werden. Die Zahl der Neuinstallationen hat nach Schätzungen des Branchenverbandes mit insgesamt 120.000 neuen Solarbatterien erstmals die Marke von 100.000 neuen Batterien pro Jahr überschritten. Vorläufige Statistiken legen nahe, dass die gesamte Heimspeicherkapazität im Jahr 2021 über 1 500 Megawatt liegt (Photovoltaik 2021). Die Strommengen aus Privatspeichern sind allerdings schwierig nachzuverfolgen, da es zwar Statistiken zur Speicherkapazität gibt, jedoch die ein- und ausge speicherte Strommenge selten erfasst wird. Großbatteriespeicher von über 1 Megawatt erreichten im Jahr 2021 eine Kapazität von knapp 450 Megawatt (Bundesnetzagentur 2021b).

Batteriespeicher kommen zudem in elektrisch betriebenen Fahrzeugen zum Einsatz. Die Zahl neu zugelassener Batterieelektrischer Fahrzeuge stieg im Jahr 2021 um 104 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf 307 500 Fahrzeuge (Kraftfahrtbundesamt 2021a). Das volle Potenzial für das Stromsystem entfalten diese Fahrzeugspeicher dann, wenn sie nicht nur Strom aus dem Stromnetz beim Laden beziehen, sondern auch bei Bedarf Strom ins Netz zurückspeisen können und der Speicherzeitraum intelligent gesteuert werden kann.

Pumpspeicherkraftwerke finden bereits seit Jahrzehnten Anwendung im deutschen Stromnetz. Die Kapazität von Pumpspeicherkraftwerken lag unverändert bei 9,8 Gigawatt.

Insgesamt kamen damit die verschiedenen Speichertechnologien Ende 2021 auf eine installierte Leistung von 11,8 Gigawatt. Die Speicher aus der Elektromobilität werden hier explizit nicht aufgeführt, da die bisherigen Modelle lediglich als Verbraucher verwendet werden, jedoch kein Strom zurück ins Netzeinspeisen (können).

Neben der Leistungskapazität der Speicher (GW) ist die eingespeicherte Strommenge eine wichtige Kenngröße (GWh), da die Leistungskapazität alleine keine Informationen dazu liefert, wie lange diese Kapazität abgerufen werden kann. Außerdem muss zwischen theoretischer und tatsächlicher Speichermenge unterschieden werden. Denn viele Batteriespeicher werden im Regelbetrieb nicht vollständig entladen. Auch Pumpspeicherkraftwerke sind beim Abruf zeitlich limitiert. Diese Kenngröße wird derzeit leider nur unzureichend erfasst, sodass eine belegbare Aussage kaum möglich ist.

Entwicklung deutscher Kraftwerkspark

Ausbau erneuerbare Energien und Anpassung konventioneller Energien bis 2030 (3)

5.4 Ausblick

Auch im Jahr 2021 sind mehr konventionelle Kraftwerke abgestellt worden als neue in Betrieb genommen. Bei den Erneuerbaren Energien verhält es sich umgekehrt. Inzwischen sind deutlich mehr Kapazitäten an Erneuerbaren Energien am deutschen Stromnetz als konventionelle Kraftwerke. Die Versorgungssicherheit ist und bleibt sichergestellt, durch mehrjährige Planung, Überwachung und Notfall-Kapazitätsreserven. Planmäßig werden auch 2022 etwa 8 Gigawatt konventionelle Kraftwerkskapazitäten den deutschen Strommarkt verlassen. Teilweise werden diese Kapazitäten jedoch nicht stillgelegt, sondern zunächst als Reservekapazitäten verwendet. Ende 2022 wird der Atomausstieg abgeschlossen. Der Zubau Erneuerbarer Energien dürfte weiter an Fahrt gewinnen. Speicher dürften ebenfalls weiter ausgebaut werden.

Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 149,8 GW, Veränderung zum VJ + 7,2%
Zubau 10,1 GW

Tabelle 4: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

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

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

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

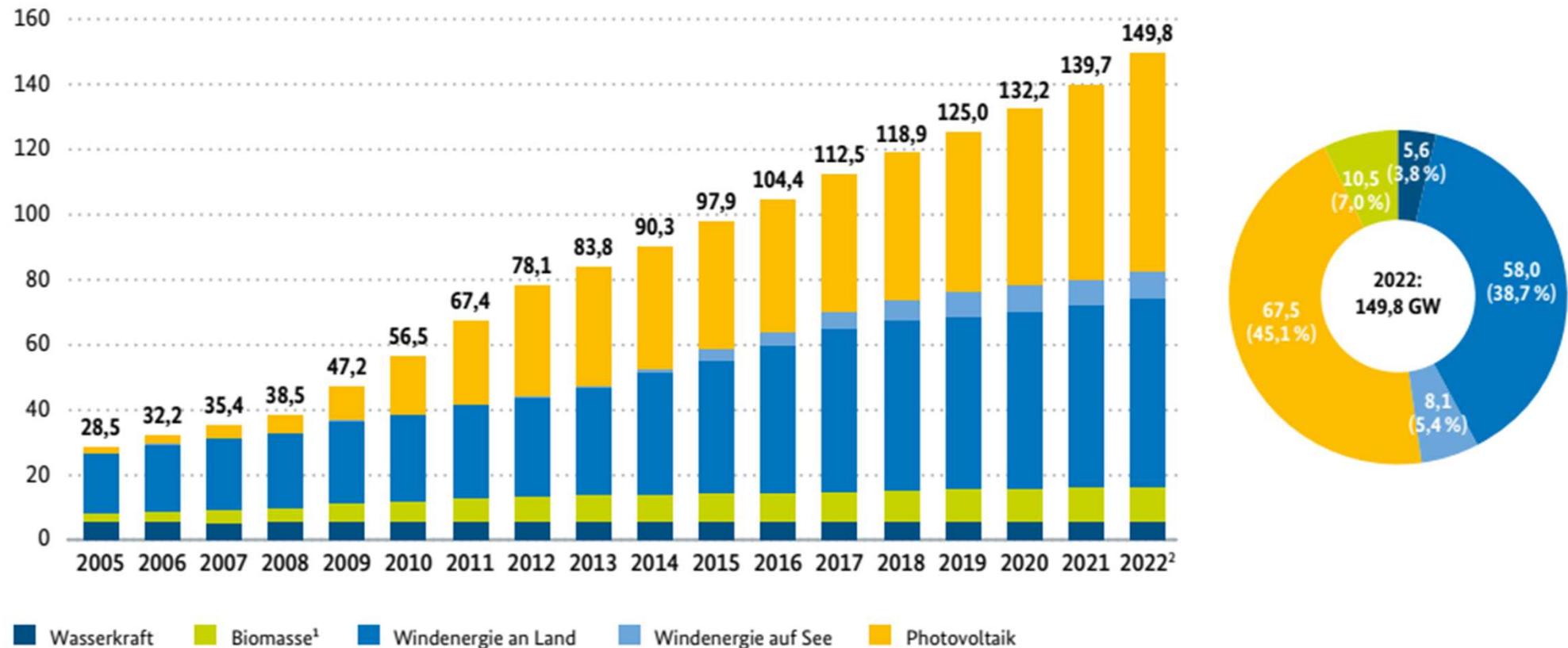
aus BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 21, 10/2023

Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 149,8 GW, Veränderung zum VJ + 7,2%
Zubau 10,1 GW

Abbildung 6: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

in Gigawatt (GW)



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

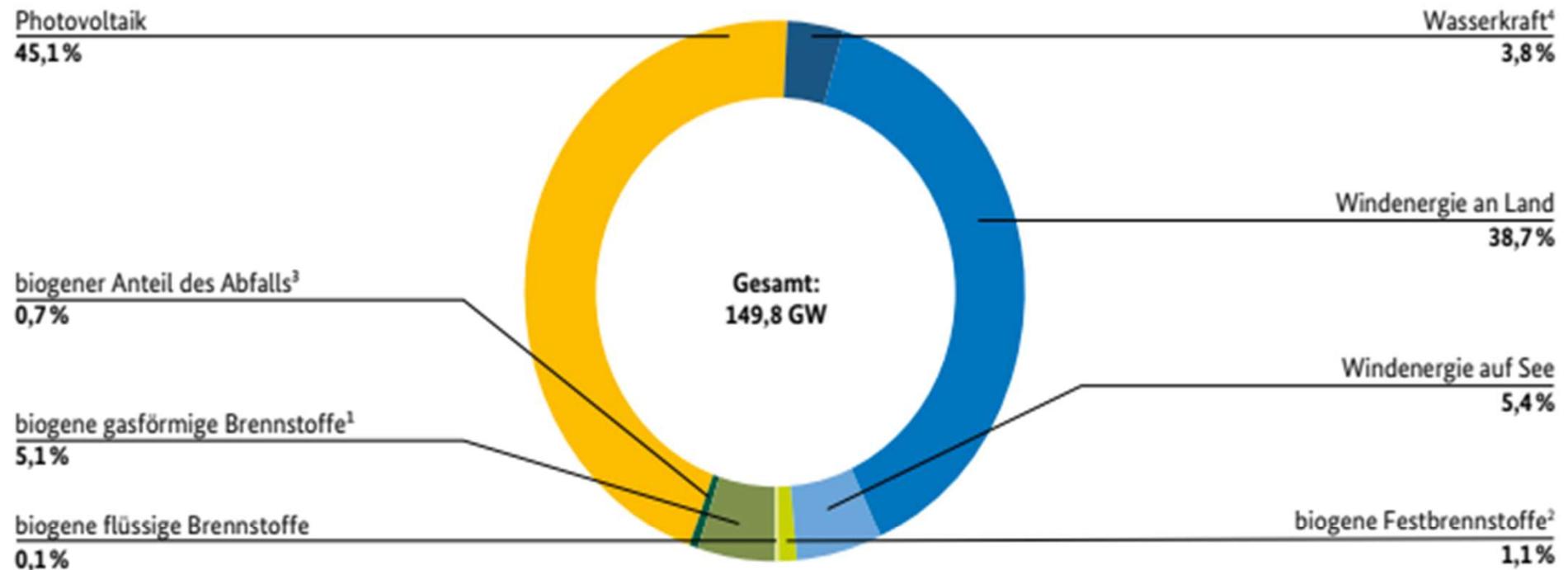
2 Installierte Leistung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Tabelle 4, Werte von Geothermie nicht dargestellt, siehe Tabelle 4

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

Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2022 (3)

Gesamt 149,8 GW, Veränderung zum VJ + 7,2%

Abbildung 5: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2022 nach Energieträgern in Gigawatt (GW)



Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen werden diese nicht dargestellt.

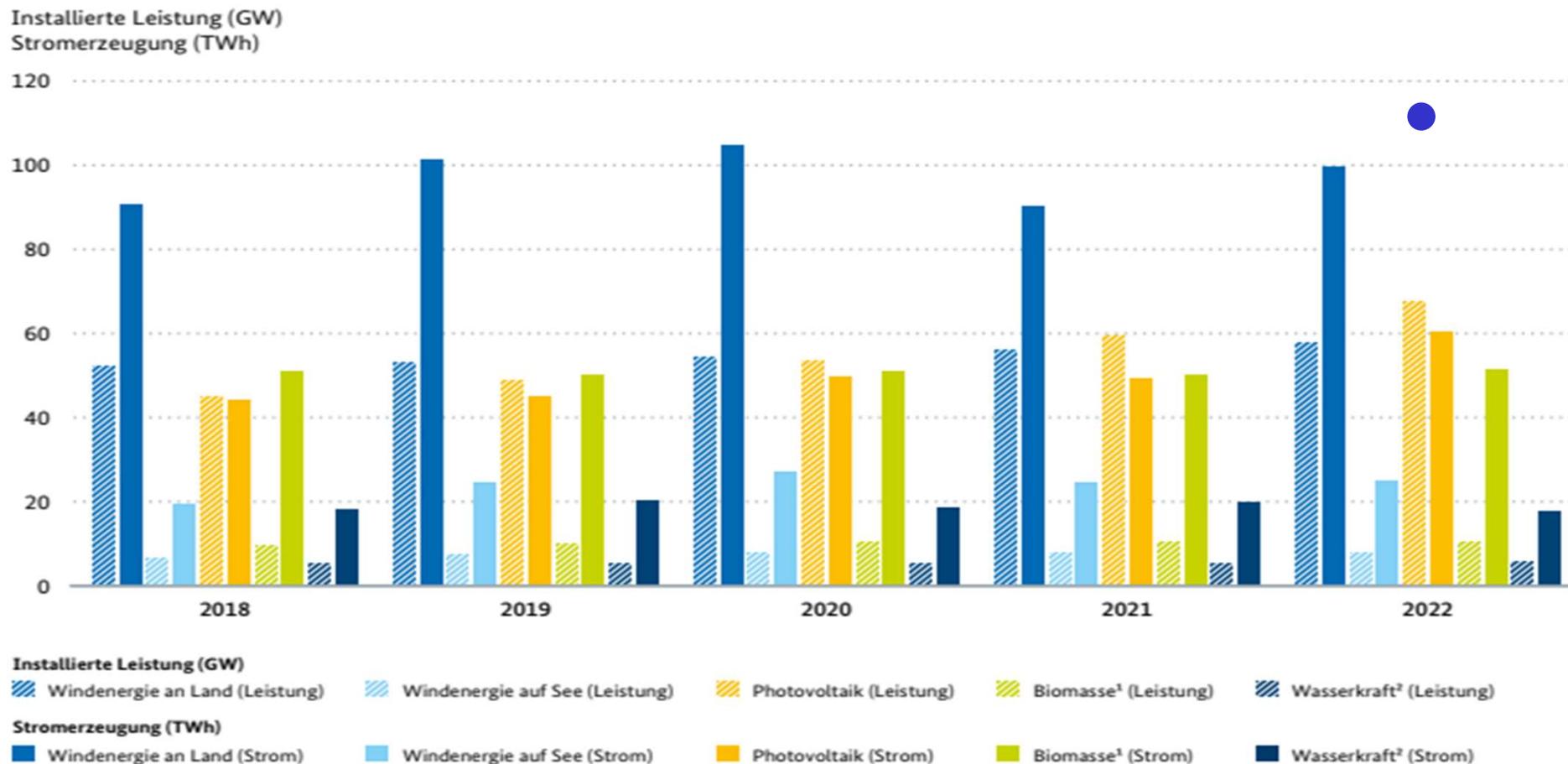
- 1 Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas
- 2 inkl. Klärschlamm
- 3 inkl. biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt)
- 4 Lauf- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss

Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben aus BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 22, 10/2023

Entwicklung Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je erneuerbarer Energieträger in Deutschland 2018-2022 (1)

Jahr 2022: Leistung 150 GW, BSE 254 TWh
 Anteile Gesamtwindenergie: Leistung 44,1%, BSE 49,1%

Abbildung 7: Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je Energieträger



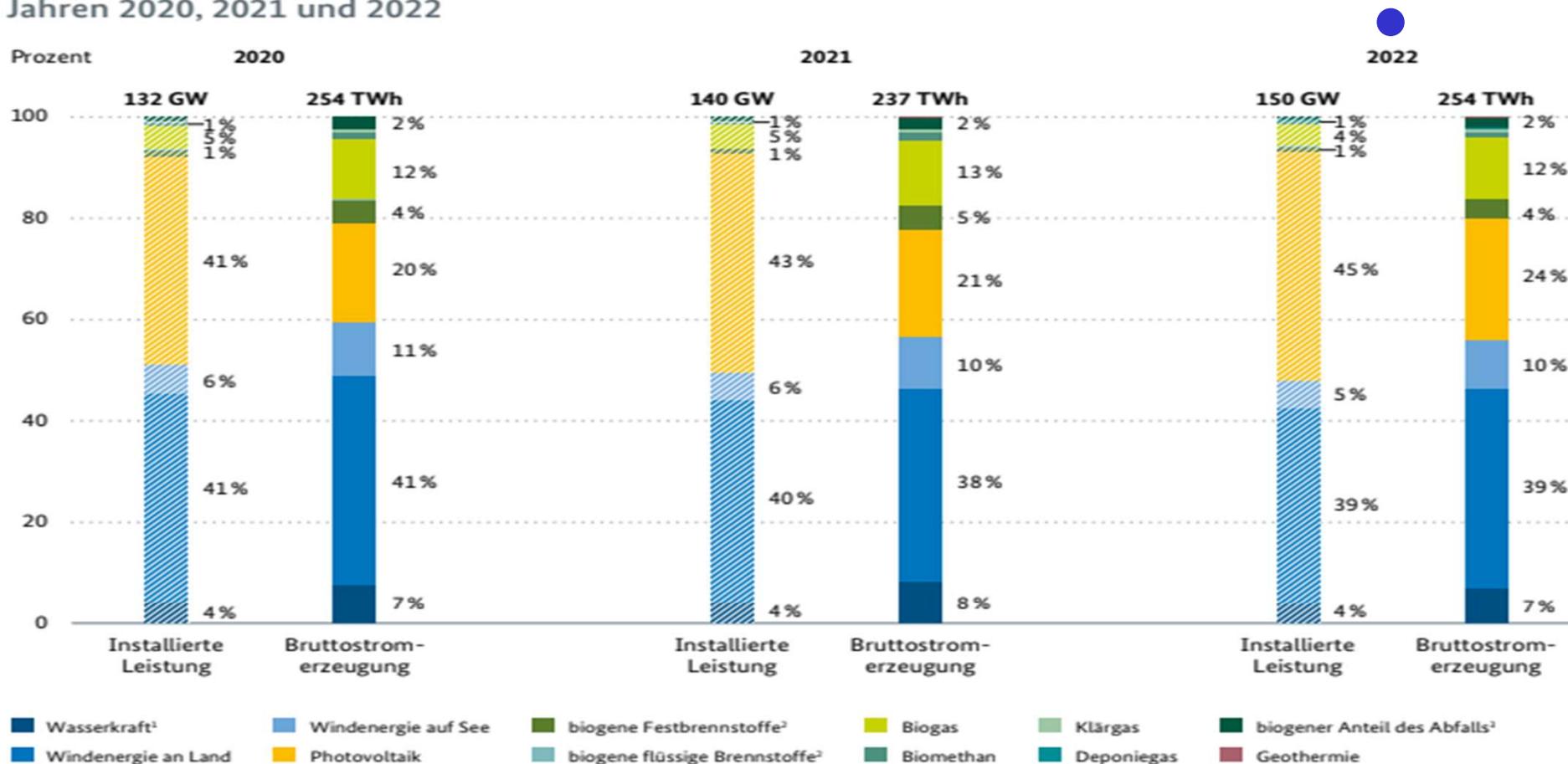
1 Leistung und Bruttostromerzeugung von fester und flüssiger Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas sowie Klärschlamm. Leistung aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht-erneuerbare Abfälle berücksichtigt. Dabei werden 50% der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen. Bruttostromerzeugung aus Abfallverbrennungsanlagen mit 50% angesetzt.
 2 Leistung von Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss. Bei der Bruttostromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken ist nur die Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss berücksichtigt.

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

Anteile an installierter EE-Gesamtleistung und EE-Bruttostromerzeugung in Deutschland 2020-2022 (1)

Jahr 2022: Leistung 150 GW, BSE 254 TWh
 Anteile Gesamtwindenergie: Leistung 44,1%, BSE 49,1%

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

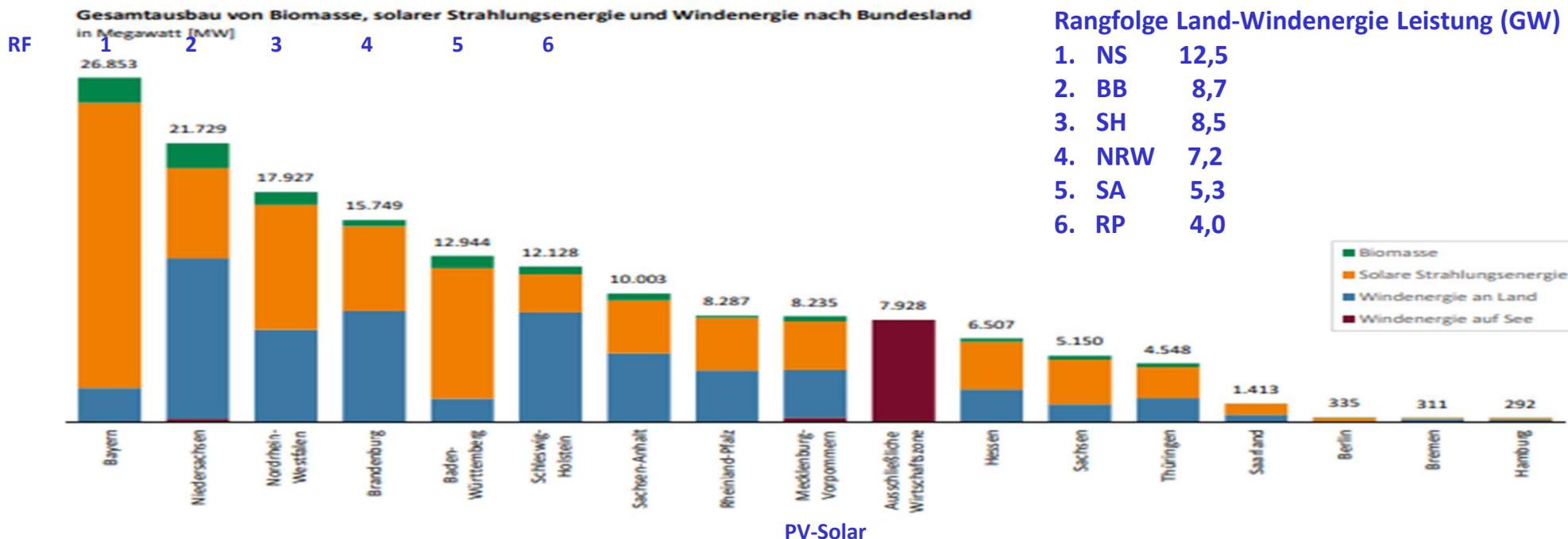


1 Leistung von Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss. Bei der Bruttostromerzeugung aus Pumpspeicherkraftwerken ist nur die Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss berücksichtigt.
 2 inkl. Klärschlamm
 3 Leistung aller Abfallverbrennungsanlagen für erneuerbare und nicht-erneuerbare Abfälle berücksichtigt. Dabei werden 50% der gesamten Abfallverbrennungskapazität als erneuerbare Leistung ausgewiesen. Bruttostromerzeugung aus Abfallverbrennungsanlagen mit 50% angesetzt.

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

Gesamtausbau von Biomasse, Solarenergie und Windenergie nach Anzahl und Bruttoleistung in den Bundesländern Deutschland Ende 2023

Beispiel Windenergie an Land: Anzahl 29.666, Leistung 61.027,4 MW (61,0 GW)



Gesamte Bruttoleistung sowie Gesamtanzahl erneuerbarer Stromerzeugungseinheiten (Generatoren) in Betrieb nach Bundesland (bis Dez. 23)								
	Biomasse		Solare Strahlungsenergie		Windenergie an Land		Windenergie auf See	
	Anzahl	Leistung [MW]	Anzahl	Leistung [MW]	Anzahl	Leistung [MW]	Anzahl	Leistung [MW]
Ausschließliche Wirtschaftszone	-	-	3	0,0	-	-	1.468	7.928,1
Baden-Württemberg	1.927	956,6	620.379	10.184,5	858	1.802,9	-	-
Bayern	4.238	1.960,7	939.719	22.259,1	1.315	2.632,8	-	-
Berlin	48	43,8	26.037	274,7	10	16,6	-	-
Brandenburg	575	489,2	103.183	6.600,2	4.057	8.659,9	-	-
Bremen	11	11,6	6.390	96,3	94	202,9	-	-
Hamburg	43	39,8	12.313	126,6	71	125,5	-	-
Hessen	502	269,1	239.470	3.725,7	1.188	2.512,5	-	-
Mecklenburg-Vorpommern	576	408,8	53.839	3.786,1	1.882	3.734,7	48	305,5
Niedersachsen	3.258	1.920,7	385.923	7.037,2	6.345	12.546,7	48	224,1
Nordrhein-Westfalen	1.852	996,0	653.335	9.742,9	3.735	7.188,3	-	-
Rheinland-Pfalz	394	180,7	212.802	4.101,2	1.802	4.005,6	-	-
Saarland	40	11,4	42.083	856,9	222	544,3	-	-
Sachsen	509	313,2	122.102	3.483,2	925	1.353,5	-	-
Sachsen-Anhalt	481	520,0	77.284	4.156,4	2.760	5.327,0	-	-
Schleswig-Holstein	1.008	613,9	114.054	2.972,6	3.502	8.541,2	-	-
Thüringen	354	294,8	69.317	2.420,6	900	1.832,9	-	-
Gesamt (bis Dez. 23)	15.816	9.030,4	3.678.233	81.824,4	29.666	61.027,4	1.564	8.457,6

Quelle: BNetzA Monitoring Bericht 2023 (Stand Dez. 2023) und Marktstammdatenregister (Datenstand: 17.01.2024)

Onshore-Windenergie an Land

Entwicklung Zubau und Gesamtbestand von **Windenergie (Onshore) an Land** in Deutschland 2023 (1)

Jahr 2023: 28.677 WEA; Installierte Leistung 61.010 MW, davon Netto-Zubau 3.033 MW

- Brutto-Zubau: 3.567 MW Leistung/ 745 WEA = 4.788 kW/WEA
- Gesamt-Bestand: 61.010 MW Leistung/28.677 WEA = 2.127 kW/WEA

Zubau und Gesamtbestand

Die Windenergie an Land in Deutschland erreichte im Jahr 2023 einen Zubau von 745 neuen Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 3.567 MW. Dies entspricht einer Steigerung des Zubaus gegenüber dem Vorjahr von 48 %. Dabei wurden 30 % der neu installierten Leistung im Rahmen von Repowering-Projekten errichtet. Dem Zubau steht ein Rückbau in Höhe von 423 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 534 MW gegenüber. Der sich aus der Differenz von Zu- und Rückbau ergebende Netto-Zubau beläuft sich somit auf 3.033 MW. Damit liegt der kumulierte Gesamtbestand zum Jahresende 2023 bei 28.677 Windenergieanlagen mit einer Leistung von zusammen 61.010 MW. Die insgesamt installierte Leistung ist im Jahresverlauf somit um 5 % gestiegen, während die Gesamtanlagenanzahl hingegen nur um 1 % stieg.

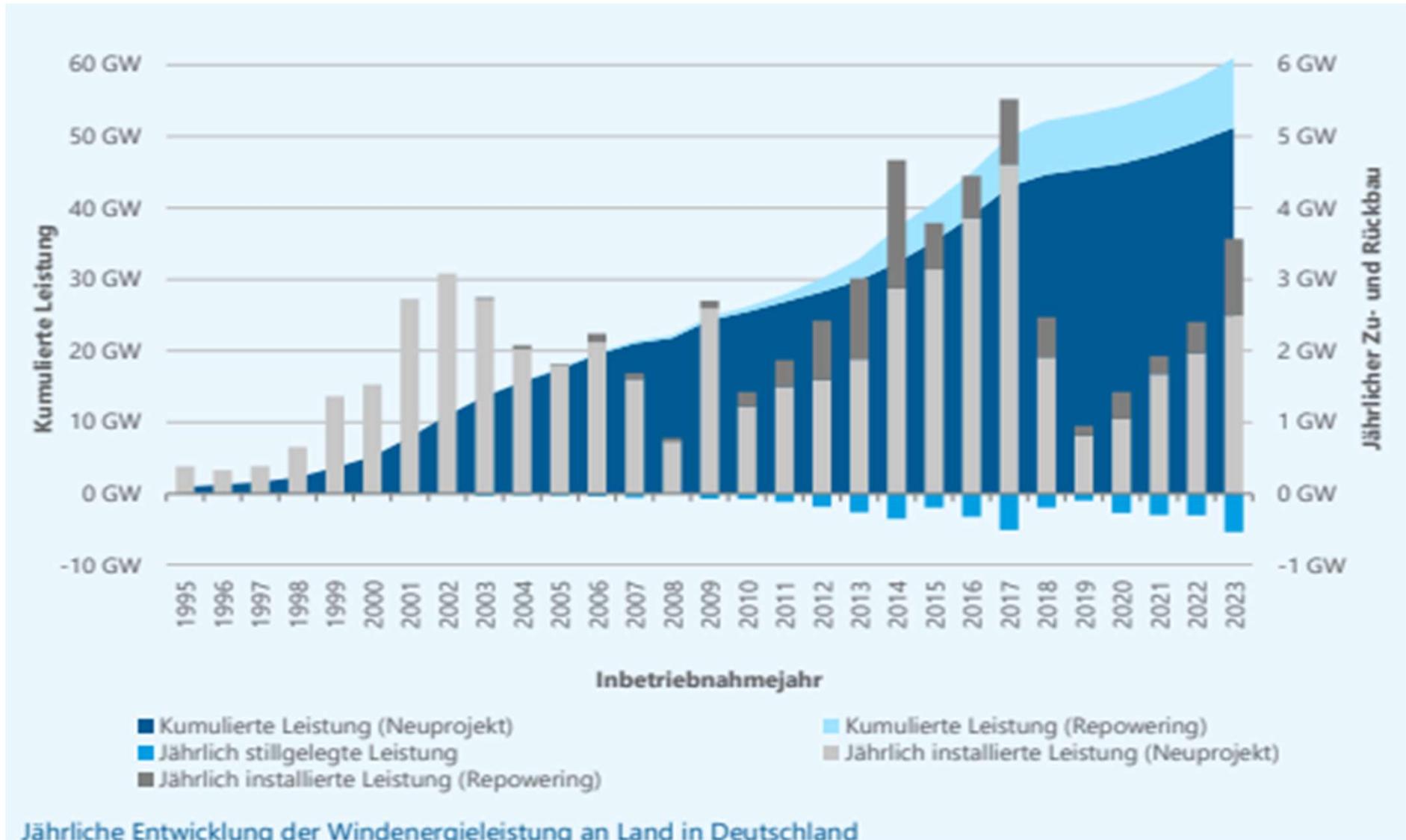
Status des Windenergieausbaus an Land

		Leistung	Anzahl
Entwicklung Jahr 2023	Brutto-Zubau	3.567 MW	745 WEA
	davon Repowering	1.076 MW	225 WEA
	Stilllegung	534 MW	423 WEA
	Netto-Zubau	3.033 MW	322 WEA
Kumuliert 31.12.2023	Kumulierter Bestand	61.010 MW	28.677 WEA

Entwicklung Zubau und Gesamtbestand von Windenergie (Onshore) an Land in Deutschland 1995-2023 (2)

Jahr 2023: 28.677 WEA; Installierte Leistung 61.010 MW, davon Netto-Zubau 3.033 MW

- Brutto-Zubau: 3.567 MW Leistung/ 745 WEA = 4.788 kW/WEA
- Gesamt-Bestand: 61.010 MW Leistung/28.677 WEA = 2.127 kW/WEA



Entwicklung Abbau, Weiterbetrieb und Repowering von Windenergie (Onshore) an Land in Deutschland 2000-2023 (3)

Jahr 2023: Abbau 423 WEA, Installierte Leistung 534 MW,
Repowering 225 WEA, Installierte Leistung 1.076 MW

Abbau, Weiterbetrieb und Repowering

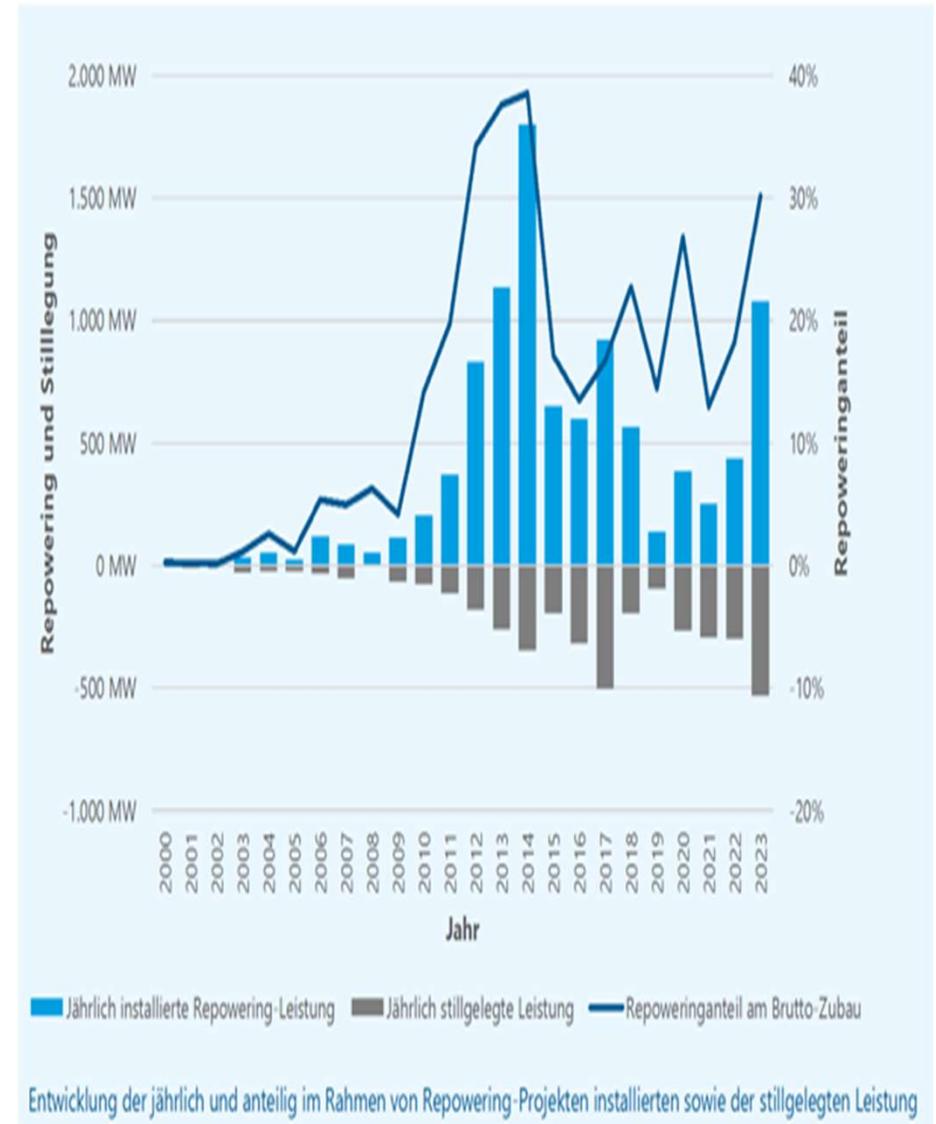
Im Verlauf des Jahres 2023 wurden 423 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 534 MW stillgelegt. Der Großteil der zurückgebauten Anlagen wurde im Rahmen von Repowering-Projekten stillgelegt und wurde oder wird im kommenden Jahr durch neue Anlagen ersetzt. Im Jahr 2023 lag der Anteil von Repoweringanlagen am Neuzubau bei 30 %.

Das durchschnittliche Alter dieser zurückgebauten Anlagen betrug 22 Jahre. Die meisten dieser Anlagen verfügten somit zum Zeitpunkt der Stilllegung nicht mehr über einen Förderanspruch nach dem EEG. 7.624 Windenergieanlagen mit zusammen 7.807 MW, die im Jahr 2023 nicht mehr über einen Förderanspruch nach EEG verfügten, sind noch in Betrieb. Zum Jahresende 2023 erlosch zudem für alle Windenergieanlagen, die im Jahr 2003 in Betrieb genommen wurden, der Anspruch auf Förderung nach dem EEG. Entsprechend

beginnt zum Jahresanfang 2024 für 1.615 Windenergieanlagen mit einer Leistung von insgesamt 2.497 MW die Phase des ungefördernten Weiterbetriebs.

Alter der Rückbau- und Bestandsanlagen

Alter	Rückbau Jahr 2023		Bestand (31.12.2023)	
	Leistung	Anzahl	Leistung	Anzahl
>20 Jahre, kein Förderanspruch (IBN ≤ 2002)	335 MW	299 WEA	7.807 MW	7.624 WEA
15 - 20 Jahre (IBN 2003 - 2007)	153 MW	102 WEA	9.951 MW	5.787 WEA
10 - 15 Jahre (IBN 2008 - 2012)	33 MW	17 WEA	9.081 MW	4.322 WEA
5 - 10 Jahre (IBN 2013 - 2017)	9 MW	4 WEA	21.426 MW	7.699 WEA
0 - 5 Jahre (IBN 2018 - 2023)	5 MW	1 WEA	12.746 MW	3.245 WEA
Summe	534 MW	423 WEA	61.010 MW	28.677 WEA



Regionale Verteilung des Windenergiezubaues von Windenergie (Onshore) an Land in den Bundesländern Deutschlands 2023 (4)

Deutschland: Brutto-Zubau 3.567 MW, Leistung 745 WEA
4.788 kW/WEA

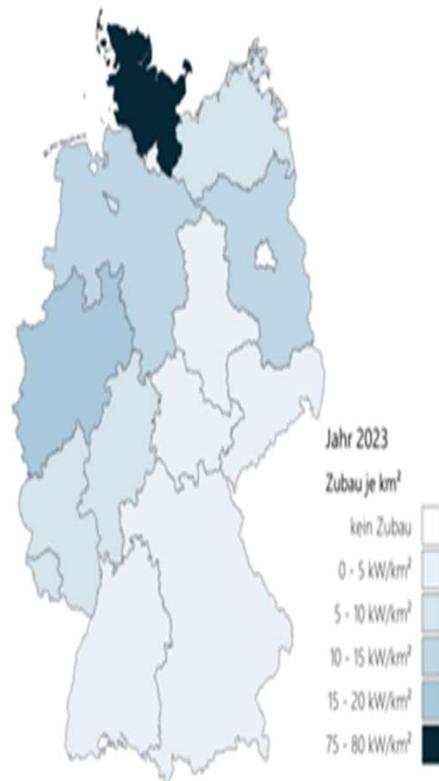
Regionale Verteilung des Windenergiezubaues

Im Jahr 2023 steht unverändert Schleswig-Holstein an der Spitze im Zubau-Vergleich der Bundesländer. 249 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1.210 MW wurden im nördlichsten Bundesland errichtet. Das entspricht einem Anteil von 34 % am Gesamtzubau in Deutschland.

Der Vorsprung Schleswig-Holsteins gegenüber den anderen Bundesländern wird besonders deutlich bei der Betrachtung der Leistungsdichte pro km². Bezogen auf die Landesfläche wurde etwa fünfmal so viel installiert wie in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg. Mit Anteilen von 12 bis 18 % am Gesamtzubau des Jahres 2023 leisten diese drei Bundesländer dennoch einen erheblichen Beitrag. Alle weiteren Länder installierten jeweils maximal 5 % des gesamten Zubaus in Deutschland.

Besonders gering war die zugebaute Leistung bezogen auf die Landesfläche in Bayern, Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen. Berlin

verbleibt als einziges Bundesland ohne neu installierte Anlage im Jahr 2023.



Kartengrundlage: © Geobasis-DE / BKG 2022 | Datengrundlage: MäRl mit eigenen Ergänzungen
Quelle: Deutsche WindGuard

Regionale Verteilung des Brutto-Zubaues

Brutto-Zubau, Rückbau, Netto-Zubau und Repowering in den Bundesländern

Rang	Bundesland	Brutto-Zubau			Rückbau und Netto-Zubau			Repowering		
		Zubau Leistung	Zubau Anzahl	Anteil*	Rückbau Leistung	Rückbau Anzahl	Netto-Zubau	Repowering Leistung	Repowering Anzahl	Repowering-Anteil**
1	Schleswig-Holstein	1.210 MW	249 WEA	34%	100 MW	98 WEA	1.109 MW	431 MW	87 WEA	36%
2	Niedersachsen	638 MW	131 WEA	18%	155 MW	99 WEA	483 MW	120 MW	28 WEA	19%
3	Nordrhein-Westfalen	527 MW	114 WEA	15%	118 MW	98 WEA	409 MW	233 MW	52 WEA	44%
4	Brandenburg	425 MW	77 WEA	12%	28 MW	26 WEA	397 MW	134 MW	23 WEA	32%
5	Mecklenburg-Vorpommern	184 MW	41 WEA	5%	27 MW	22 WEA	157 MW	55 MW	14 WEA	30%
6	Hessen	163 MW	37 WEA	5%	0 MW	0 WEA	163 MW	11 MW	2 WEA	7%
7	Rheinland-Pfalz	139 MW	33 WEA	4%	11 MW	6 WEA	128 MW	17 MW	3 WEA	12%
8	Sachsen-Anhalt	87 MW	17 WEA	2%	75 MW	49 WEA	12 MW	39 MW	7 WEA	45%
9	Baden-Württemberg	59 MW	15 WEA	2%	6 MW	7 WEA	52 MW	0 MW	0 WEA	0%
10	Sachsen	47 MW	10 WEA	1%	9 MW	15 WEA	37 MW	20 MW	5 WEA	44%
11	Thüringen	32 MW	6 WEA	1%	0 MW	0 WEA	32 MW	12 MW	3 WEA	37%
12	Bayern	26 MW	7 WEA	1%	2 MW	2 WEA	23 MW	4 MW	1 WEA	16%
13	Saarland	24 MW	6 WEA	1%	0 MW	0 WEA	24 MW	0 MW	0 WEA	0%
14	Hamburg	4 MW	1 WEA	0%	0 MW	0 WEA	4 MW	0 MW	0 WEA	0%
14	Bremen	4 MW	1 WEA	0%	2 MW	1 WEA	2 MW	0 MW	0 WEA	0%
	Berlin	0 MW	0 WEA	0%	0 MW	0 WEA	0 MW	0 MW	0 WEA	-
	Deutschland	3.567 MW	745 WEA		534 MW	423 WEA	3.033 MW	1.076 MW	225 WEA	30%

* Anteil des Brutto-Leistungszubaues je Bundesland am deutschlandweiten Brutto-Leistungszubau

** Anteil Repowering-Leistung je Bundesland am Brutto-Leistungszubau je Bundesland

Anlagenkonfiguration und regionale Unterschiede von **Windenergieanlagen** (Onshore) an Land in den Bundesländern Deutschlands 2023 (5)

Deutschland: Anlagenleistung 4.788 MW, Rotordurchmesser 141 m, Nabenhöhe 136 m, Gesamthöhe 206 m

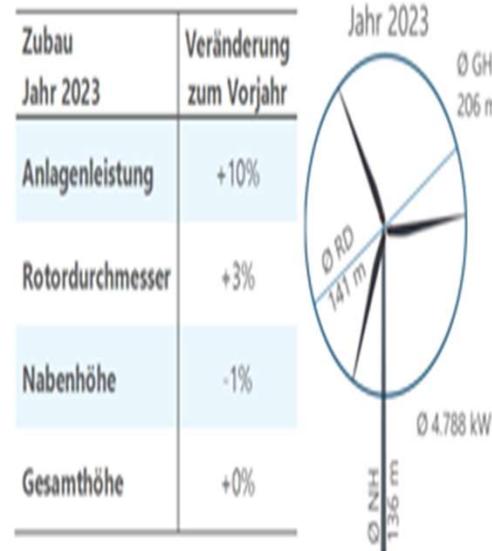
Anlagenkonfiguration und regionale Unterschiede

Die durchschnittliche im Jahr 2023 in Deutschland an Land installierte Windenergieanlage ist mit einer Leistung von 4.788 kW um 10 % leistungsstärker als die durchschnittliche Anlage des Vorjahres. Die durchschnittliche Gesamthöhe hat sich hingegen gegenüber dem Vorjahr kaum verändert und liegt bei 206 m. Dabei wurden im Durchschnitt geringfügig kleinere Nabenhöhen (Ø 136 m) und etwas größere Rotordurchmesser (Ø 141 m) als im Vorjahr installiert.

Besonders leistungsstarke und hohe Anlagen mit im Schnitt über 5 MW Leistung und einer Gesamthöhe von im Mittel 230 m kamen 2023 in Brandenburg, Thüringen und Sachsen-Anhalt zum Einsatz. In Hamburg, Bremen, Bayern und Baden-Württemberg wurden eher kleinere Generatoren mit im Mittel unter 4 MW verwendet. In Bremen

und Hamburg sind die Anlagen zudem sehr niedrig (178 m), auch in Schleswig-Holstein wurden trotz im Schnitt größerer mittlerer Leistung (Ø 4,9 MW) ebenfalls sehr niedrige Anlagen mit durchschnittlich nur 179 m Gesamthöhe errichtet.

Durchschnittliche Anlagenkonfiguration



Durchschnittliche installierte Anlagenkonfiguration in den Bundesländern

Zubau Jahr 2023	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration der neu installierten Anlagen				
Bundesland	Anlagenanzahl	Anlagenleistung	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Gesamthöhe
Schleswig-Holstein	249 WEA	4.858 kW	138 m	110 m	179 m
Niedersachsen	131 WEA	4.871 kW	146 m	151 m	224 m
Nordrhein-Westfalen	114 WEA	4.619 kW	140 m	140 m	210 m
Brandenburg	77 WEA	5.520 kW	151 m	156 m	232 m
Mecklenburg-Vorpommern	41 WEA	4.488 kW	135 m	135 m	202 m
Hessen	37 WEA	4.403 kW	138 m	155 m	225 m
Rheinland-Pfalz	33 WEA	4.210 kW	138 m	150 m	219 m
Sachsen-Anhalt	17 WEA	5.135 kW	148 m	160 m	234 m
Baden-Württemberg	15 WEA	3.900 kW	138 m	156 m	226 m
Sachsen	10 WEA	4.680 kW	132 m	154 m	220 m
Thüringen	6 WEA	5.400 kW	154 m	165 m	243 m
Bayern	7 WEA	3.643 kW	134 m	152 m	219 m
Saarland	6 WEA	4.027 kW	137 m	144 m	212 m
Bremen	1 WEA	3.600 kW	117 m	120 m	178 m
Hamburg	1 WEA	3.600 kW	117 m	120 m	178 m
Berlin	0 WEA	-	-	-	-
Deutschland	745 WEA	4.788 kW	141 m	136 m	206 m

Regionale Verteilung des kumulierten Gesamtbestands von Windenergie (Onshore) an Land in den Bundesländern Deutschlands zum 31.12.2023 (6)

Deutschland:

Kumulierte Leistung 61.010 MW, 28.677 WEA, durchschnittliche Leistung 2.127 kW/WEA

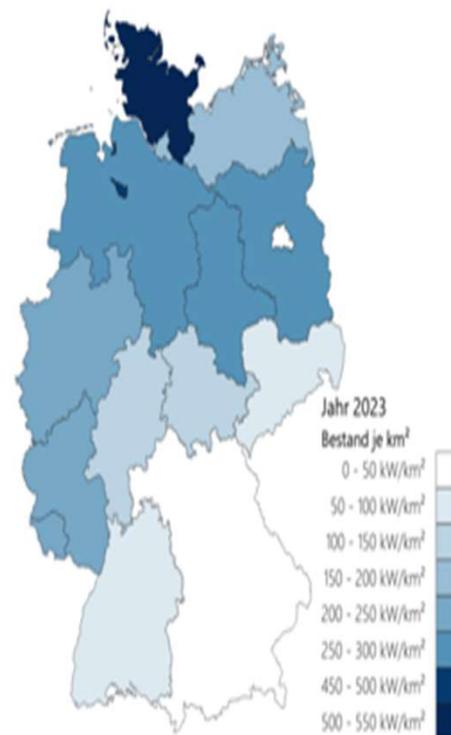
Regionale Verteilung des kumulierten Gesamtbestands

Der kumulierte Gesamtbestand beläuft sich zum Jahresende 2023 auf 28.677 Windenergieanlagen mit 61,0 GW Leistung. Das historisch vorhandene Nord-Süd-Gefälle wird durch den weiterhin geringen Zubau im Süden und den hohen Zubau in Schleswig-Holstein weiter verstärkt.

Den höchsten Leistungsbestand weist Niedersachsen mit 12,5 GW auf und repräsentiert damit 21% der insgesamt in Deutschland installierten Leistung. Jeweils 14% der Gesamtleistung sind in Brandenburg und Schleswig-Holstein installiert, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 12% und Sachsen-Anhalt mit 9%.

Bezogen auf die Landesfläche leistet Schleswig-Holstein mit 541 kW/km² den größten Beitrag. Das kleine Bundesland Bremen folgt mit 483 kW/km² knapp dahinter. Brandenburg, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt liegen bezogen auf die Landesfläche bei einer Leistungsdichte von 250 bis 300 kW/km². Besonders niedrig mit weniger als

50 kW/km² ist die Leistungsdichte in Bayern und Berlin sowie in Baden-Württemberg und Sachsen, mit Werten zwischen 50 und 100 kW/km².



Kartengrundlage: © Geobase DE / BfG 2022 | Datengrundlage: Mafik mit eigenen Ergänzungen
Quelle: Deutsche WindGuard

Regionale Verteilung der kumulierten Leistung

Kumulierte Leistung und Anlagenanzahl in den Bundesländern

Kumulierter Anlagenbestand* (31.12.2023)				
Bundesland	Kumulierte Leistung	Kumulierte Anzahl	Anteil	Leistung je km ²
Niedersachsen	12.542 MW	6.169 WEA	21%	263 kW/km ²
Brandenburg	8.662 MW	4.039 WEA	14%	292 kW/km ²
Schleswig-Holstein	8.549 MW	3.241 WEA	14%	541 kW/km ²
Nordrhein-Westfalen	7.153 MW	3.610 WEA	12%	210 kW/km ²
Sachsen-Anhalt	5.331 MW	2.752 WEA	9%	261 kW/km ²
Rheinland-Pfalz	4.005 MW	1.780 WEA	7%	202 kW/km ²
Mecklenburg-Vorpommern	3.722 MW	1.852 WEA	6%	160 kW/km ²
Bayern	2.636 MW	1.150 WEA	4%	37 kW/km ²
Hessen	2.536 MW	1.181 WEA	4%	120 kW/km ²
Thüringen	1.830 MW	869 WEA	3%	113 kW/km ²
Baden-Württemberg	1.795 MW	782 WEA	3%	50 kW/km ²
Sachsen	1.361 MW	873 WEA	2%	74 kW/km ²
Saarland	544 MW	218 WEA	1%	212 kW/km ²
Bremen	203 MW	87 WEA	0%	483 kW/km ²
Hamburg	125 MW	68 WEA	0%	166 kW/km ²
Berlin	17 MW	6 WEA	0%	19 kW/km ²
Deutschland	61.010 MW	28.677 WEA		171 kW/km²

* mit einer Mindestleistung von > 100 kW

Ergebnisse der Ausschreibungen von **Windenergie (Onshore)** an Land in den Bundesländern Deutschlands im Jahr 2023 (7)

Mittlerer mengengewichteter Zuschlagswert 7,33 ct/kWh

Ergebnisse der Ausschreibungen

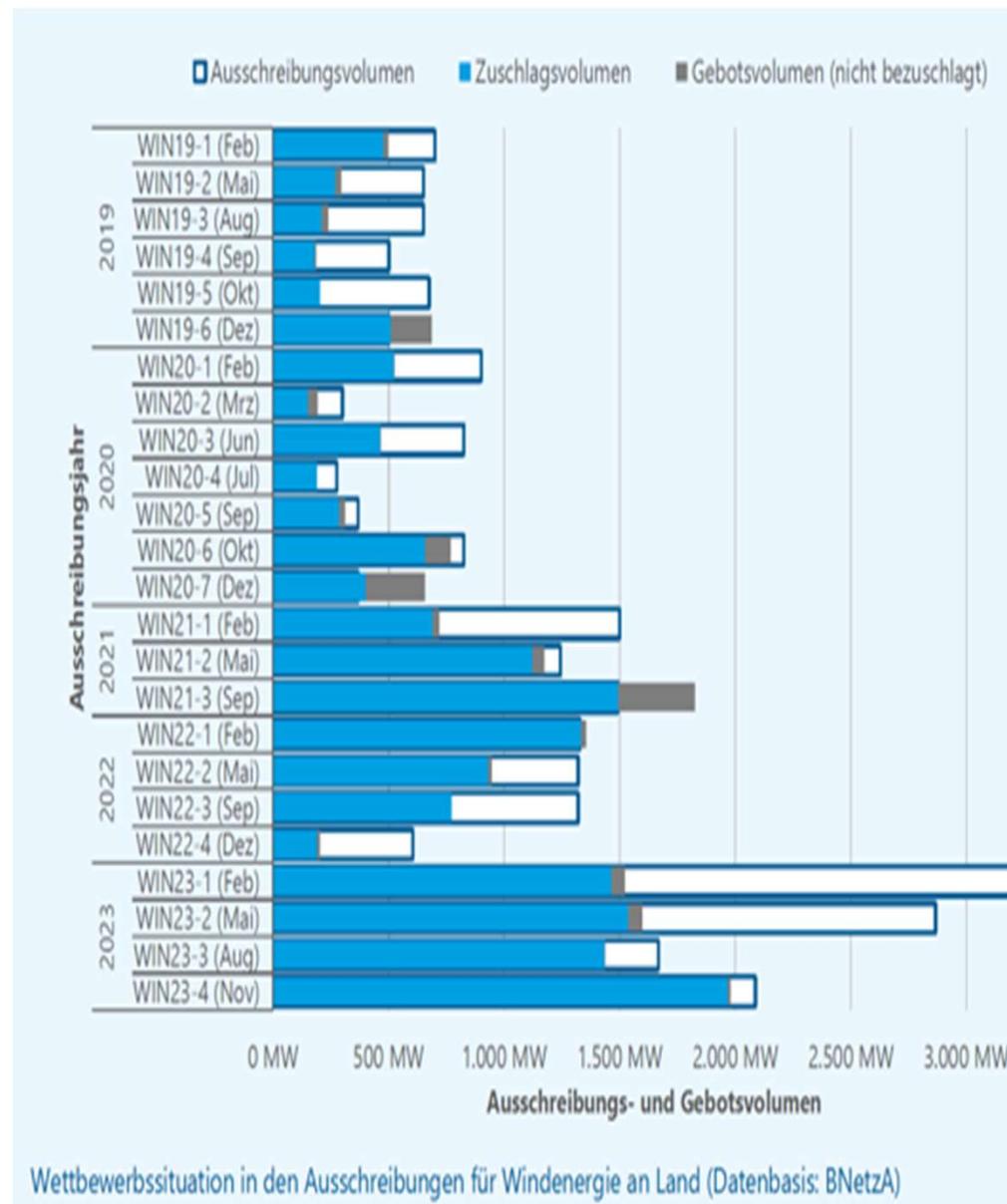
Im Jahr 2023 wurden vier Ausschreibungen für die Windenergie an Land durchgeführt. Alle vier Runden waren unterzeichnet, sodass dem Ausschreibungsvolumen in Höhe von insgesamt 9.829 MW Zuschläge mit einem Volumen von lediglich 6.399 MW gegenüberstehen. Ursprünglich war ein Ausschreibungsvolumen von 12.840 MW geplant, das bereits aufgrund eines erwarteten Mangels an Wettbewerb durch die BNetzA vorab reduziert wurde. Obwohl noch nicht die gewünschten Mengen bezuschlagt werden konnten, stellt die Zuschlagsmenge des Jahres 2023 eine Verdopplung gegenüber dem Vorjahr dar.

Der mittlere Zuschlagswert über alle Ausschreibungsrunden des Jahres 2023 beläuft sich auf 7,33 ct/kWh und liegt damit nur knapp unter dem Höchstwert. Zum Jahresende 2023 gab

die BNetzA bekannt, dass der Höchstwert in Höhe von 7,35 ct/kWh auch für das Jahr 2024 gelten wird. Dieser Wert gilt seit der aufgrund erheblicher Kostensteigerungen bereits Ende 2022 erfolgten Erhöhung.

Entwicklung der Zuschlagswerte für Windenergie an Land in Deutschland (Datenbasis: BNetzA)

Ausschreibungsjahr	Jahr	Zulässiger Höchstwert	Mittlerer mengengewichteter Zuschlagswert
	2019	6,2 ct/kWh	6,14 ct/kWh
	2020	6,2 ct/kWh	6,11 ct/kWh
	2021	6,0 ct/kWh	5,88 ct/kWh
	2022	5,88 ct/kWh	5,81 ct/kWh
	2023	7,35 ct/kWh	7,33 ct/kWh



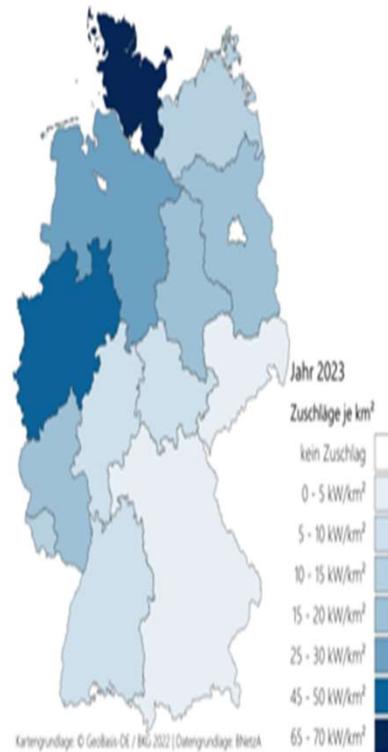
Regionale Verteilung der Zuschläge in den Ausschreibungen von **Windenergie (Onshore) an Land** auf die Bundesländer Deutschlands im Jahr 2023 (8)

Gesamtes Zuschlagsvolumen 6.335 MW
 Anteile auf Nordrhein-Westfalen 26%, BW 5,6%

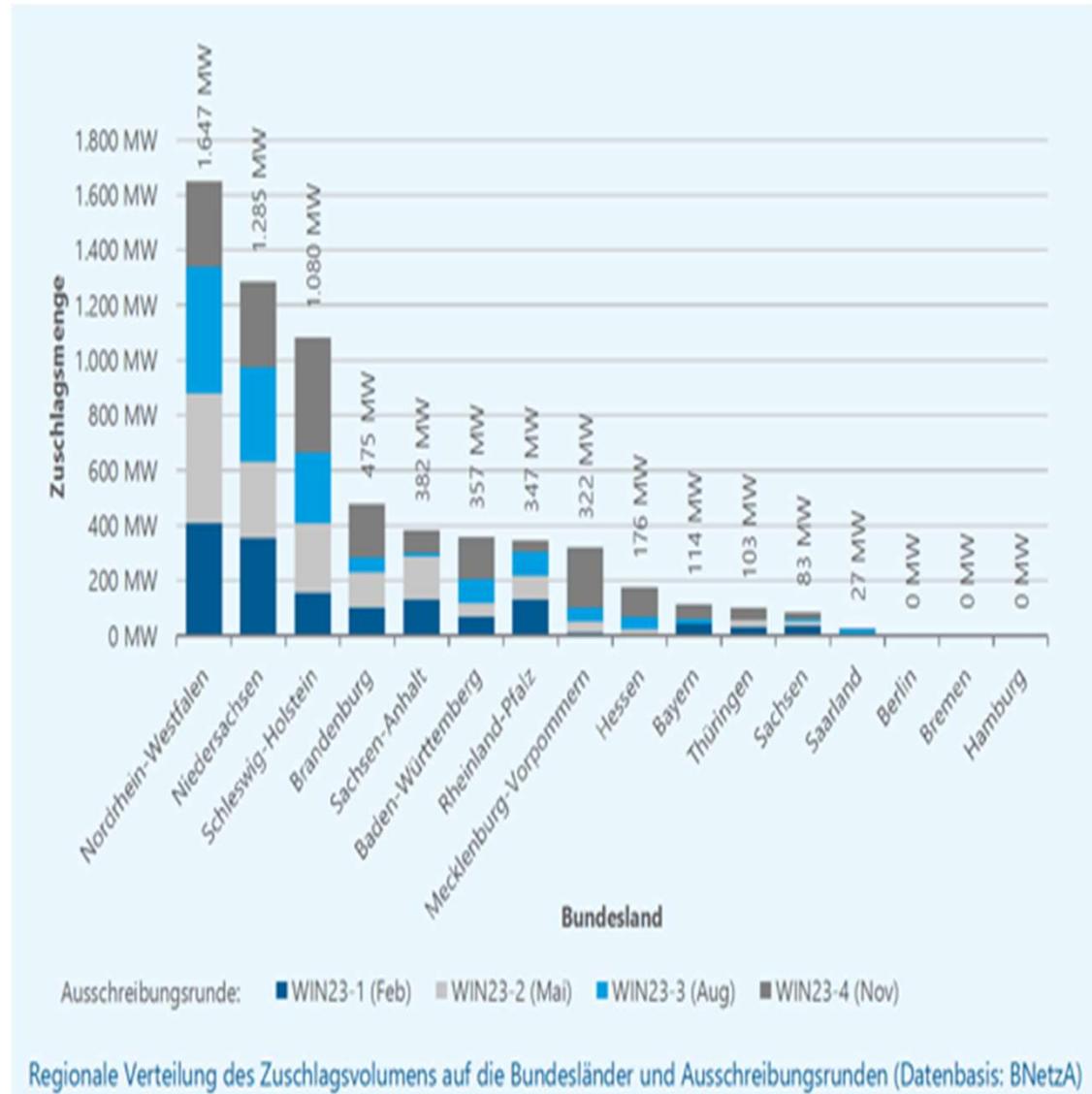
Regionale Verteilung der Zuschläge in den Ausschreibungen

Die größten Anteile am Zuschlagsvolumen in 2023 entfielen auf Nordrhein-Westfalen (26 %), Niedersachsen (20 %) und Schleswig-Holstein (17 %). Die Zuschlagsmenge der übrigen Bundesländer ist deutlich geringer als bei diesen Spitzenreitern. Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Mecklenburg-Vorpommern erzielten Zuschlagsmengen von 300 bis knapp 500 MW. Alle weiteren Bundesländer erreichten weniger als 200 MW neue Zuschläge. Trotz geringer Anteile am Gesamtvolumen konnten alle Bundesländer mit Ausnahme von Hessen, dem Saarland und den Stadtstaaten die Zuschlagsmenge gegenüber dem Vorjahr steigern.

Vorjahren das höchste Zuschlagsvolumen bezogen auf die Landesfläche.



Regionale Verteilung des Zuschlagsvolumens auf die Bundesländer (Datenbasis: BNetzA)



Realisierungsstatus der bezuschlagten Anlagen von Windenergie (Onshore) an Land Deutschlands 2017- 2023 (9)

Jahre 2017-2023: Anlagen bezuschlagt 22,6 GW, davon bisher realisiert 8,8 GW (38,9%)

Realisierungsstatus der bezuschlagten Anlagen

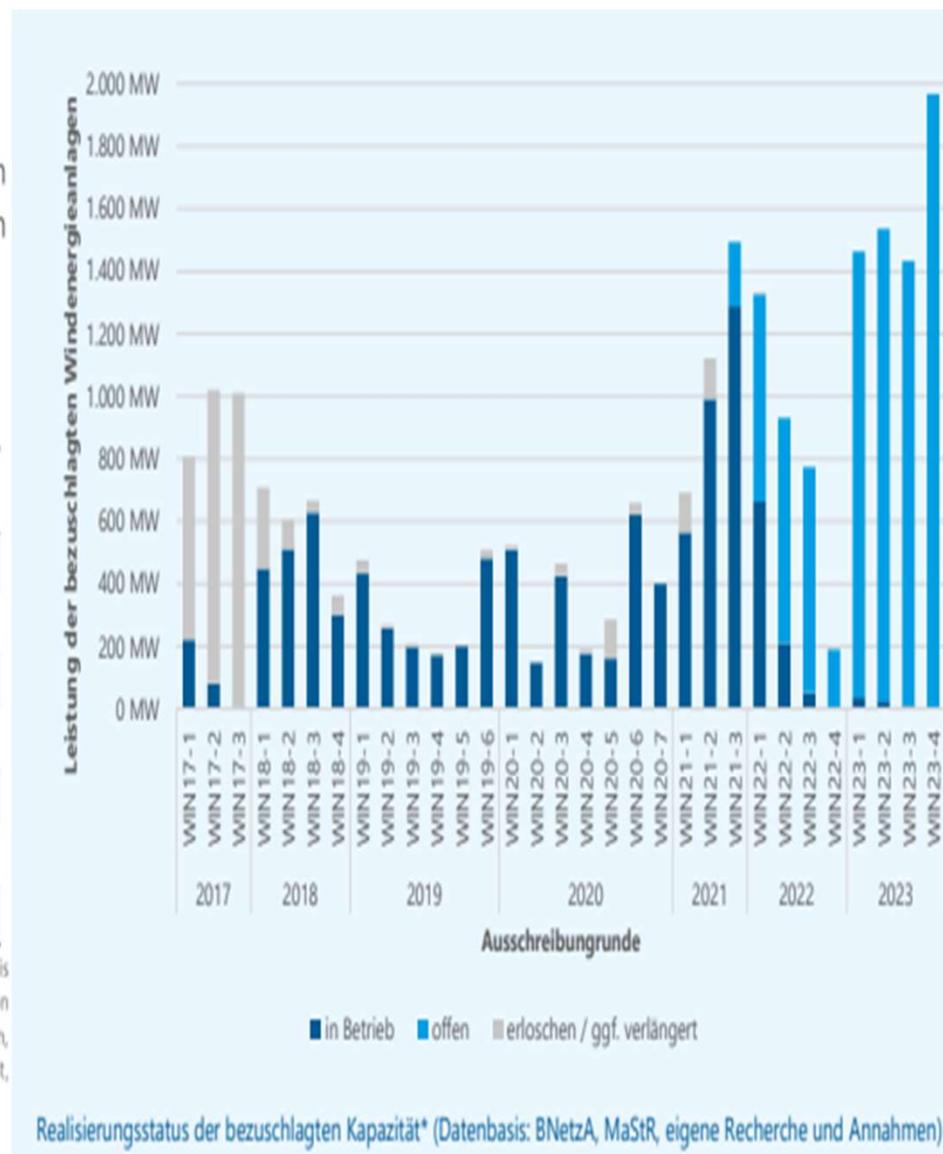
Von den 22,6 GW Windenergieleistung, die seit Einführung von Ausschreibungen bezuschlagt wurden, wurden bisher 8,8 GW realisiert. Die reguläre Realisierungsfrist für Zuschläge in Höhe von 3,6 GW aus den Ausschreibungsrunden, die bis Mitte 2021 durchgeführt wurden, ist abgelaufen. Diese Zuschläge sind entweder verfallen oder haben eine Verlängerung der Realisierungsfrist beantragt. Im von Zuschlägen für nicht genehmigte Anlagen geprägten Jahr 2017 lag die Realisierungsquote bei nur 11 %. Seither ist sie deutlich gestiegen. Für das Zuschlagsjahr 2018 beträgt sie 81 %, 2019 und 2020 erreichten Realisierungsquoten über 90 %. Die Realisierungsfrist von vielen Zuschlägen aus 2021 läuft noch – bis Ende des Jahres 2023 konnte eine Realisierung von 86 % erreicht werden. Die Umsetzung der Zuschläge aus 2022 liegt mit 31 % über den in den letzten Jahren beobachteten

Werten für das jeweilige Vorjahr. Erste Anlagen der 2023er Zuschläge sind ebenfalls bereits in Betrieb gegangen.

Realisierte Mengen* der Ausschreibungen für die Windenergie an Land in Deutschland

Ausschreibungsjahr	Realisierte Mengen*		
	Jahr	Realisierte Menge*	Realisierungsquote
	2017	310 MW	11%
	2018	1.890 MW	81%
	2019	1.744 MW	94%
	2020	2.440 MW	91%
	2021	2.846 MW	86%
	2022	996 MW	31%
	2023	75 MW	1%

* Die Auswertungen stellen eine Abschätzung des Realisierungsstatus auf Basis einer Analyse des MaStR sowie der erteilten Zuschläge dar. Abweichungen von tatsächlich zugeordneten Zuschlägen sind möglich. Es wurde angenommen, dass das Zuschlagsvolumen der genehmigten/installierten Leistung entspricht, wenn keine Information zum Umfang des Zuschlags vorliegt.



Genehmigte Projekte und zukünftige Ausschreibungsrunden von **Windenergie (Onshore)** an Land Deutschlands 2020- 2023 (10)

Jahre 2023: Genehmige neue Windenergieanlagen 1.382 mit einer Leistung von 7.504 MW

Genehmigte Projekte und zukünftige Ausschreibungsrunden

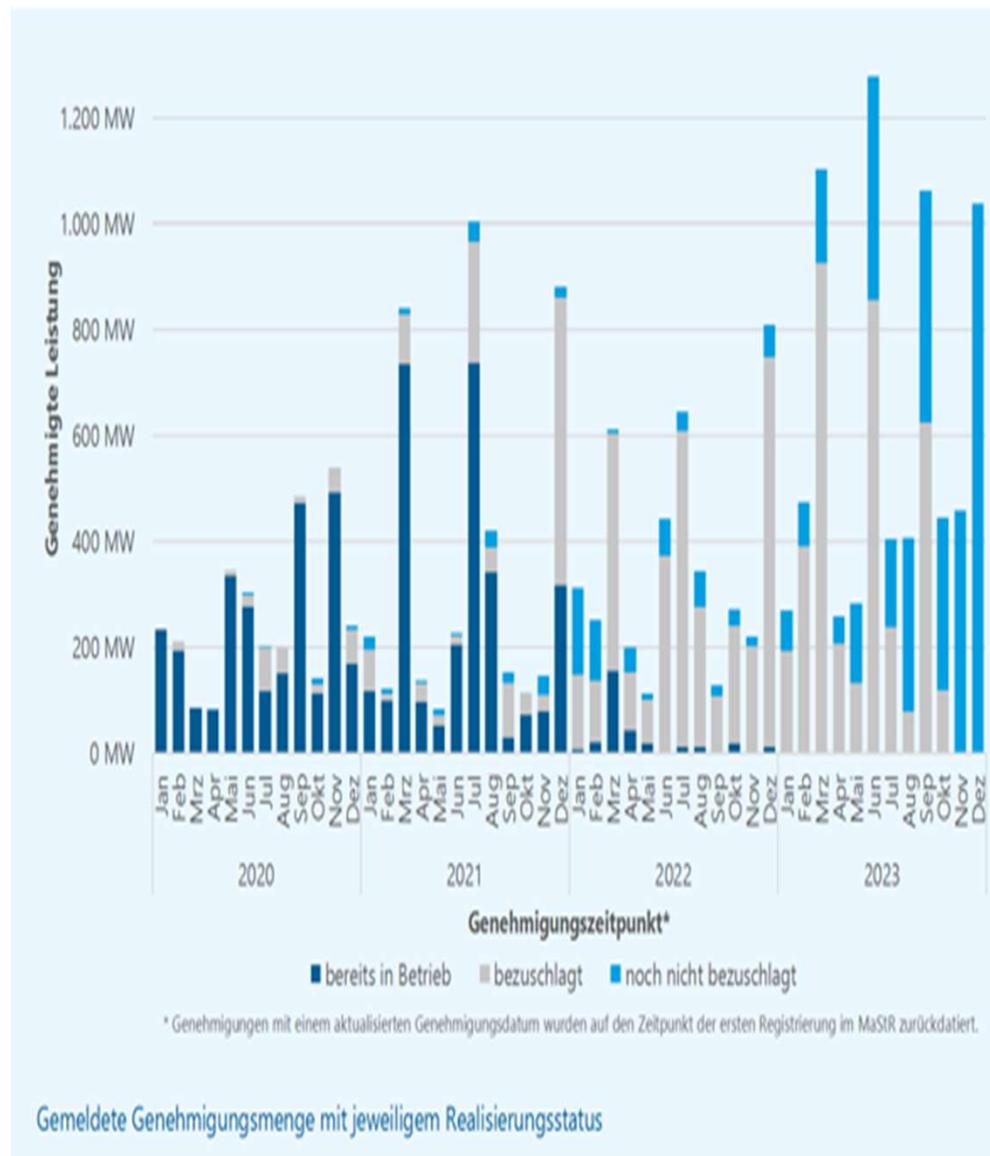
Im Jahr 2023 wurden 1.382 neue Windenergieanlagen genehmigt, zusammen verfügen diese über eine Leistung von 7.504 MW. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die Genehmigungsleistung damit um 73 % gesteigert.

Die Hälfte der neu genehmigten Anlagen konnten sich im Jahresverlauf bereits einen Zuschlag für die Förderung nach dem EEG in der Ausschreibung sichern. Genehmigungen, die im November und Dezember des Jahres 2023 erteilt wurden, hatten bisher nicht die Gelegenheit an einer Ausschreibung teilzunehmen. Anlagen mit älteren Genehmigungen verzichten teilweise zunächst auf die Teilnahme an einer Ausschreibung, Gründe hierfür können beispielsweise lange Realisierungszeiten (z.B. durch Lieferketten-

probleme oder Umgenehmigungsverfahren) oder anderweitig begründete Förderansprüche (Pilot- oder Bürgerwindanlagen) sein. Etwa 10 % der 2021 und 2022 erteilten Genehmigungen sind bisher ohne Zuschlag.

Jährliche Genehmigungsmengen

	Jahr	Genehmigte Menge	Anlagenanzahl
Genehmigungsjahr*	2019	2.053 MW	513 WEA
	2020	3.067 MW	691 WEA
	2021	4.337 MW	897 WEA
	2022	4.341 MW	855 WEA
	2023	7.504 MW	1.382 WEA



Erwartete Entwicklung des Zubaus und politisches Ziel von Windenergie (Onshore) an Land in Deutschland 2024 sowie bis 2030 (11)

Jahr 2024: Kumulierter Bestand installierte Leistung 69 GW, Netto-Zubau 8 GW
Jahr 2030: Gesamtbestand 115 GW

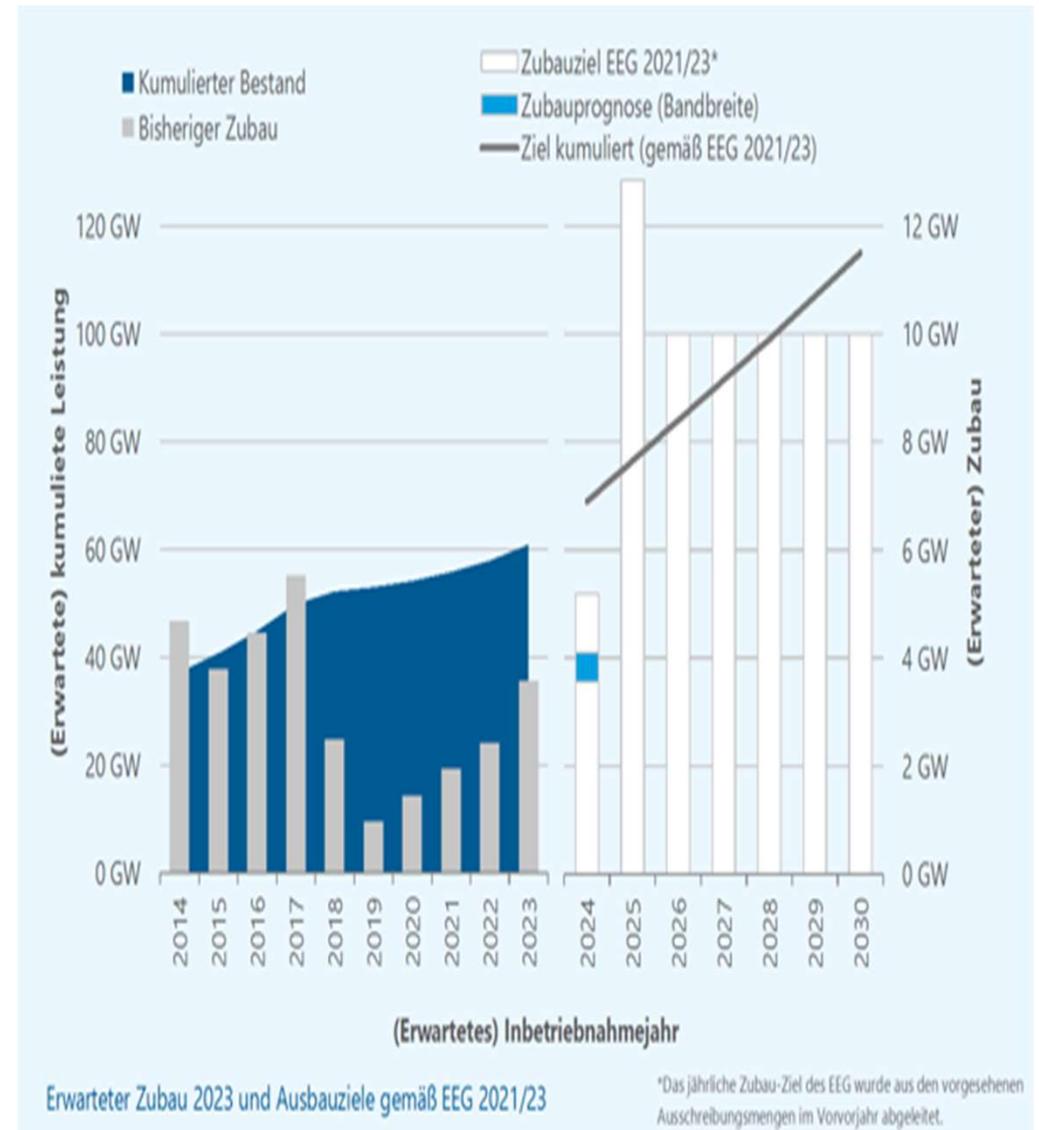
Erwartete Entwicklung des Zubaus und politisches Ziel

Das EEG 2023 schreibt den anvisierten Ausbaupfad für die Windenergie an Land fest. Im Jahr 2024 sollen beispielsweise 69 GW installierte Leistung erreicht werden. Zum Jahresende 2023 liegt der kumulierte Bestand bei etwa 61 GW, folglich wird im Jahr 2024 ein Netto-Zubau von 8 GW benötigt, um das Ziel zu erreichen. Bereits im Jahr 2030 soll ein Gesamtbestand von 115 GW erreicht werden.

Die im EEG definierten Ausschreibungsmengen geben den jährlich notwendigen Brutto-Zubau vor, der zur Zielerreichung erfolgen muss, um auch den erwarteten Rückbau zu kompensieren. Sind die Ausschreibungsrunden weiterhin erheblich unterzeichnet, werden die Ziele nicht erreicht.

Aufgrund der Bezuschlagung von Windenergieanlagen in vergangenen Jahren wird im Jahr 2024 bei gleichbleibender Realisierungsgeschwindigkeit und mit vergleichbaren Ausfallquoten wie in den Vorjahren ein Zubau von 3,6 bis 4,1 GW erwartet. Aufgrund der deutlichen Reduktion der Ausschreibungsvolumina und der Unterzeichnung der Ausschreibungsrunden im Jahr 2023 ist davon auszugehen, dass der Zubau 2025 deutlich hinter dem Ziel zurückbleibt.

Regelungen, die es erlauben, im Vorjahr nicht bezuschlagte Mengen auf folgende Runden zu übertragen, sind im EEG angelegt. Diese können ab dem Frühjahr 2024 jedoch nur greifen, wenn entsprechende Genehmigungsmengen vorliegen und mit erhöhtem Wettbewerb zu rechnen ist.



Monatliche Bruttostromerzeugung (BSE) und Marktwerte aus Windenergie (Onshore) an Land in Deutschland 2022/23 (12)

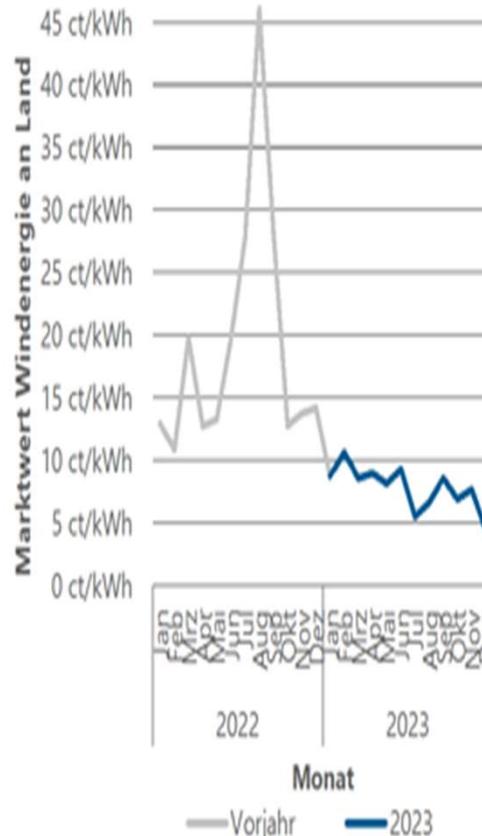
Jahr 2023: 114,2 TWh (Mrd. kWh)

Anteil an der BSE 22,2%; Anteil am BSV 21,6% ²⁾

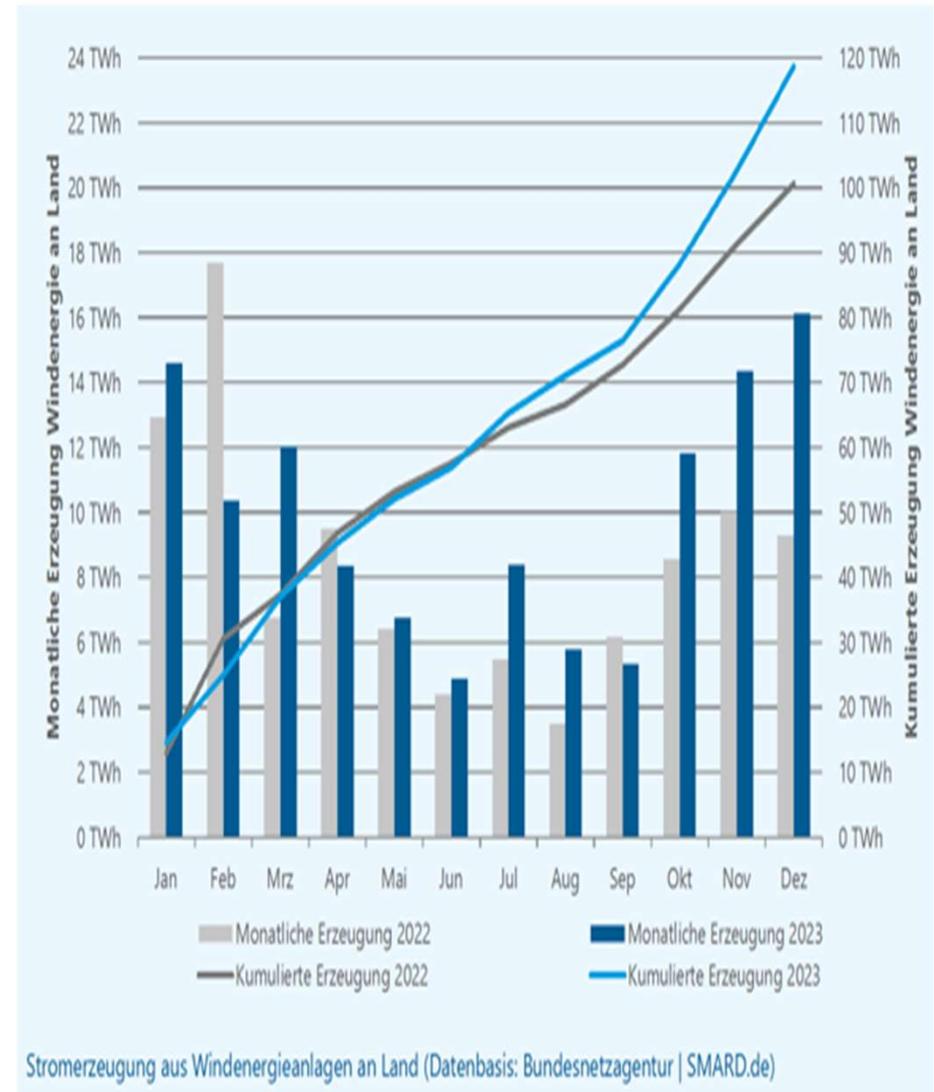
Monatliche Stromerzeugung und Marktwerte

Die in Deutschland installierten Windenergieanlagen an Land erzeugten im Jahr 2023 knapp 119 TWh. Das entspricht einer Steigerung von 18 % gegenüber dem Vorjahr. Insbesondere im vierten Quartal war die Stromerzeugung der Windenergieanlagen deutlich höher als 2022. Mit einem Anteil von 26,5 % an der Gesamterzeugung ist die Windenergie an Land der wichtigste Energieträger in Deutschland.

Der Marktwert der Windenergie an Land ist nach den im Jahr 2022 verzeichneten Rekordwerten deutlich zurückgegangenen. Im Jahresverlauf 2023 wurde ein weiterhin sinkender Trend beobachtet, das mengengewichtete Jahresmittel lag bei 7,62 ct/kWh. Im Dezember 2023 wurde zum ersten Mal seit dem Frühjahr 2021 der Wert von 5 ct/kWh unterschritten.



Monats-Marktwerte für Windenergie an Land
(Datenbasis: Netztransparenz)



Stromerzeugung aus Windenergieanlagen an Land (Datenbasis: Bundesnetzagentur | SMARD.de)

1) Jahr 2023: BSE Windenergie an Land 114,2 TW

2) Jahr 2023: Bezogen auf die gesamte Bruttostromerzeugung von 514,6 TWh (Anteil 22,2%) bzw. auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 529,2 TWh (Anteil 21,6%)

Offshore-Windenergie auf See

Zubau und kumulierter Bestand von Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2023 (1)

Bestand Ende 2023: Anzahl 1.566 OWEA, installierte Leistung 8.465 MW;
Zubau: 27 OWEA, 257 MW

Offshore-Windenergiezubau

Am 31. Dezember 2023 waren in Deutschland 1.566 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) mit einer Leistung von insgesamt 8,5 GW in Betrieb. Davon speisten 27 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 257 MW im Jahresverlauf 2023 erstmals in das Stromnetz ein. Darüber hinaus wurden im Jahr 2023 Leistungsänderungen an 222 Bestandsanlagen durchgeführt. Zudem wurden 74 neue Fundamente installiert, die zugehörigen Windenergieanlagen wurden bis zum Jahresende 2023 noch nicht errichtet.

Mit den im Jahr 2023 in Betrieb genommenen Anlagen schreitet die Umsetzung der im Übergangssystem (Ausschreibungsrunden in 2017/2018) bezuschlagten Projekte voran, die im Vorjahr mit dem ersten dieser Projekte begonnen hat. Bis zum Jahresende 2025 wird die vollständige Inbetriebnahme aller Projekte aus dem Übergangssystem erwartet.

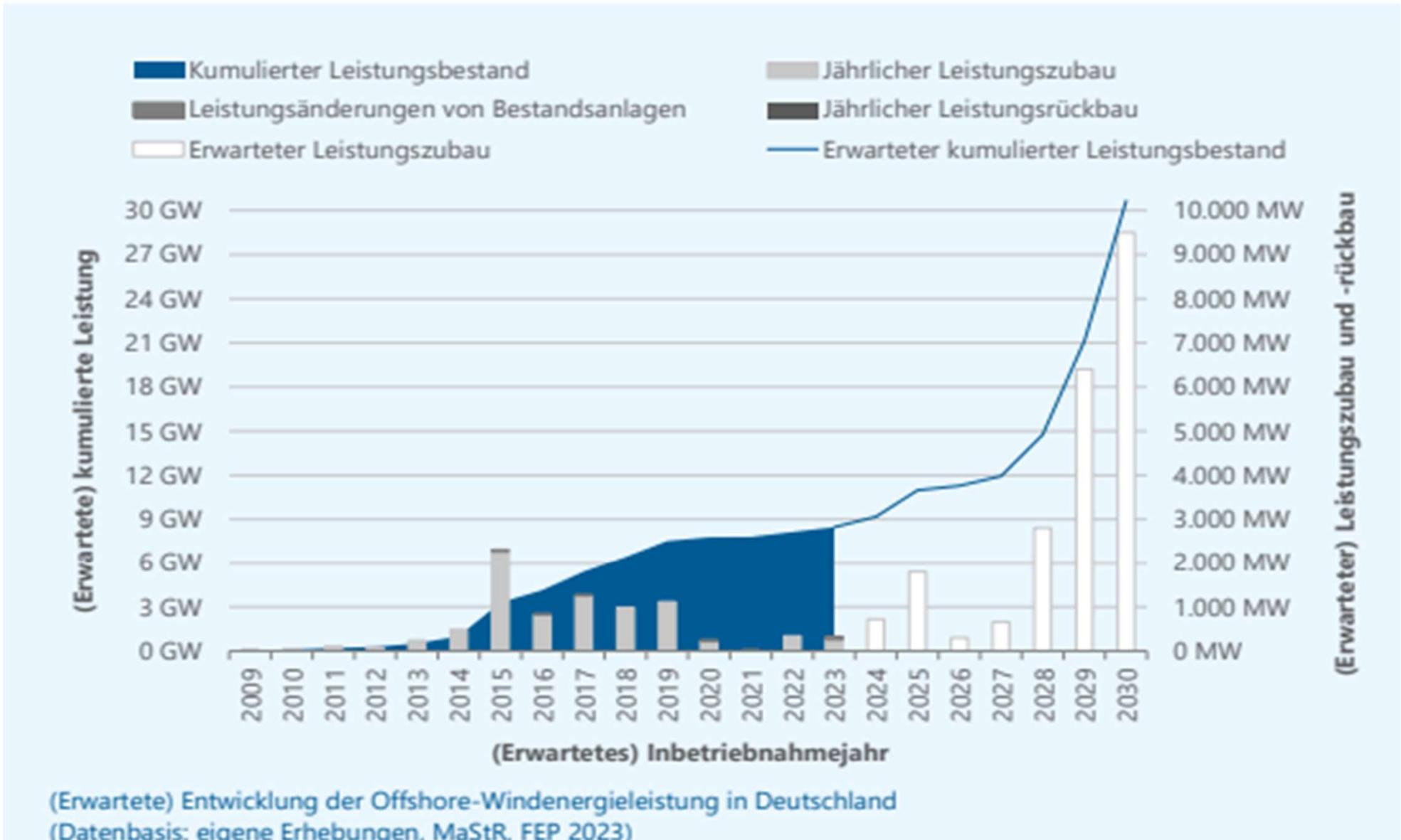
Status des Offshore-Windenergieausbaus

		Leistung	Anzahl
Zubau Jahr 2023	OWEA mit erster Netzeinspeisung	257 MW	27 OWEA
	Leistungsänderungen von Bestandsanlagen	72 MW	222 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0 MW	0 OWEA
	Fundamente ohne OWEA		74 Fundamente
Kumuliert 31.12.2023	OWEA mit Netzeinspeisung	8.465 MW	1.566 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0 MW	0 OWEA
	Fundamente ohne OWEA		74 Fundamente

Durchschnittliche Leistung mit Netzeinspeisung:
- Kumulierter Bestand: 5.405 kW/Anlage

Entwicklung von Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2009/2023-Prognose bis 2030 (2)

Bestand Ende 2023: Anzahl 1.566 WEA, installierte Leistung 8.465 MW;
5.405 kW/Anlage



Ausbauziele von Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2030-2045 (3)

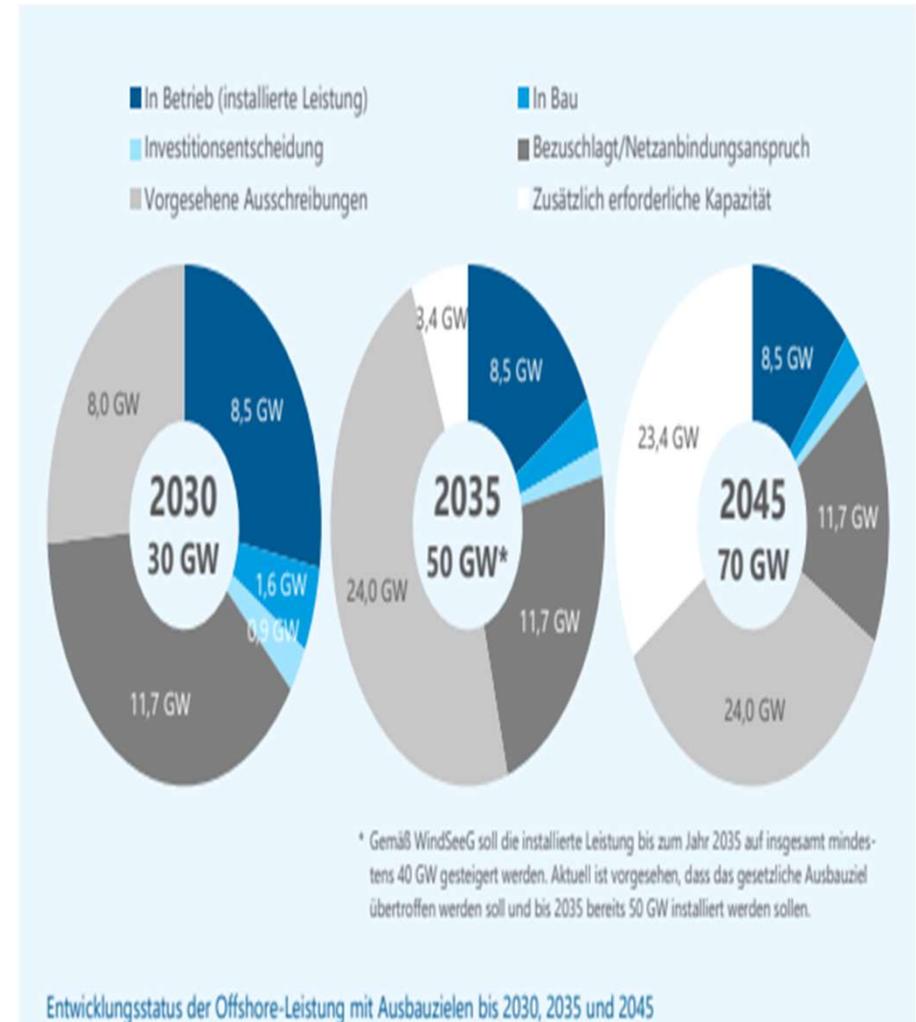
Ausbauziele bis Ende 2045: 70 GW
Bestand bis Ende 2023: 8,5 GW

Ausbauziele Offshore-Windenergie

Die Ausbauziele für die Offshore-Windenergie im Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG) sehen vor, dass die installierte Leistung von Offshore-Windenergieanlagen am Netz bis zum Jahr 2030 auf insgesamt mindestens 30 GW, bis zum Jahr 2035 auf mindestens 40 GW und bis zum Jahr 2045 auf mindestens 70 GW gesteigert wird. Das gesetzliche Mindestziel in Höhe von 40 GW bis zum Jahr 2035 soll gemäß den aktuellen Planungen des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) übertroffen werden: Bis 2035 sollen bereits 50 GW installiert werden.

Um die Ausbauziele für die Offshore-Windenergie zu erreichen, legt das BSH im Flächenentwicklungsplan (FEP) stetig neue Flächen für den künftigen Ausbau fest. Im Januar 2023 wurde der FEP 2023 veröffentlicht. Dessen Fortschreibung wurde im September 2023 mit der Veröffentlichung des Vorentwurfs eingeleitet. Gemäß dem FEP 2023 sollen bis zum Jahr 2030 zusätzliche

Flächen mit einer installierten Leistung von 8 GW ausgeschrieben und in Betrieb genommen werden. Zusammen mit den Projekten, die sich zum Jahresende 2023 in Betrieb, in Bau und in Vorbereitung (Projekte mit Investitionsentscheidung und mit Zuschlag/Netzanbindungsanspruch) befanden, kann das gesetzliche Ausbauziel in Höhe von 30 GW bis 2030 somit erreicht werden. Darüber hinaus sehen die Planungen des FEP 2023 und des Vorentwurfs weitere neue Flächen mit insgesamt 16 GW vor, deren Inbetriebnahme in den Jahren 2031 bis 2035 erfolgen soll. Um im Jahr 2035 eine installierte Leistung in Höhe von 50 GW zu erreichen, müssten entsprechend noch zusätzliche Flächen festgelegt werden. Zur Erreichung des langfristigen gesetzlichen Ausbauziels in Höhe von 70 GW bis zum Jahr 2045 sind weitere weitreichende Flächenfestlegungen erforderlich.



Aktivitäten in den Offshore-Windenergieprojekten auf See in Deutschland bis 2030 (4)

Ende 2023: Netzeinspeisung 8,5 GW

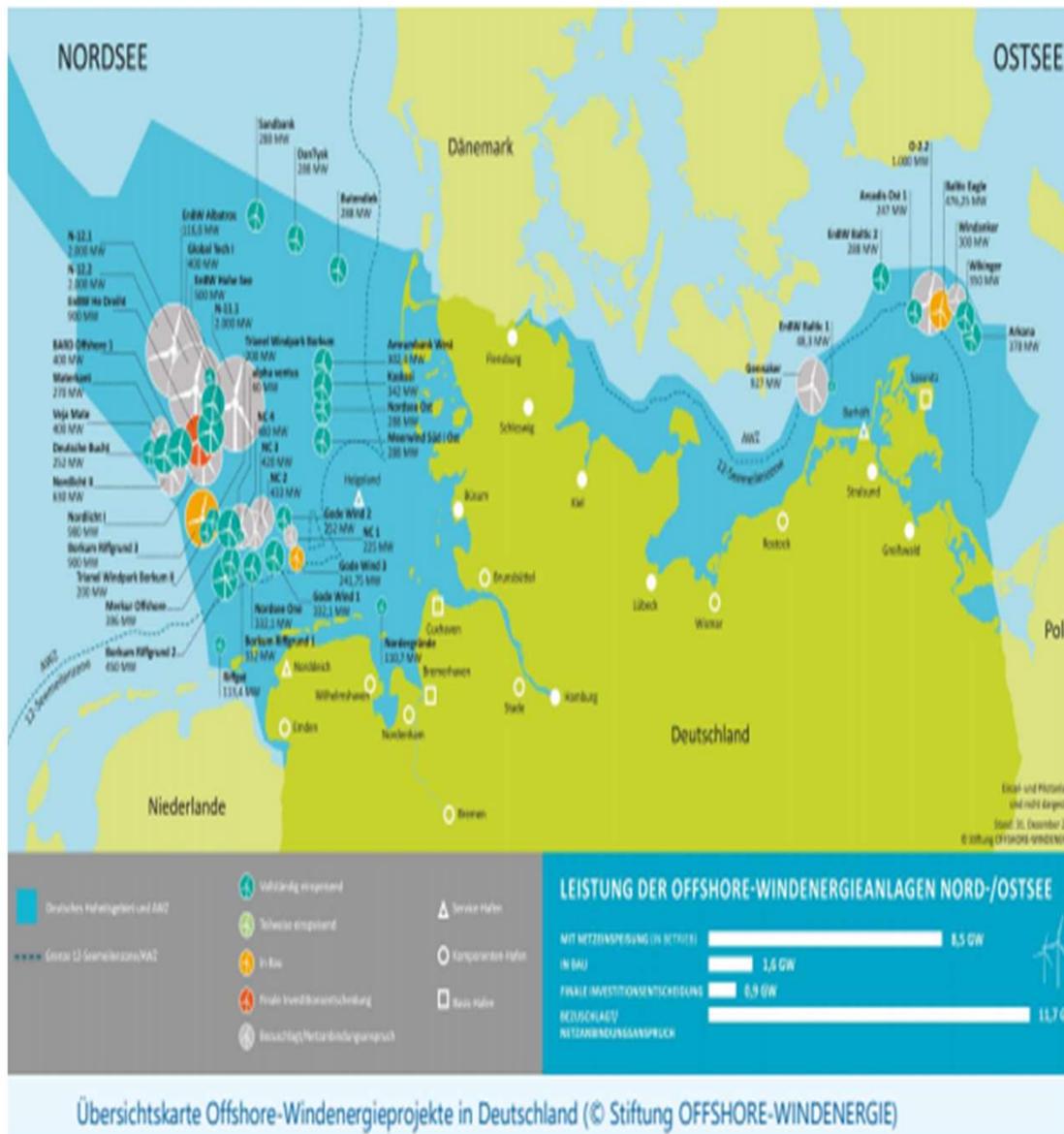
Aktivitäten in den Offshore-Windenergieprojekten

Zum Jahresende 2023 befanden sich in Deutschland 29 Offshore-Windenergieprojekte vollständig in Betrieb. Im OWP Arcadis Ost 1 wurden die Bauaktivitäten im zweiten Halbjahr abgeschlossen und die Fertigstellung des gesamten Projekts erfolgte im November 2023. Im Projekt Baltic Eagle wurde die Installation der Fundamente in der ersten Jahreshälfte 2023 begonnen und zum Jahresende abgeschlossen. In den Projekten Gode Wind 3 und Borkum Riffgrund 3 startete die Fundamentinstallation im zweiten Halbjahr 2023. Die Errichtung der Windenergieanlagen ist in diesen drei Projekten für 2024 vorgesehen. Im OWP EnBW He Dreihl wurde die finale Investitionsentscheidung im Frühjahr 2023 getroffen, der Baustart wird zum Jahresbeginn 2024 erwartet. Weitere Projekte wiesen Ende 2023 einen Zuschlag bzw. Anspruch auf Netzanbindung vor und befinden sich teils noch am Anfang der Planung.

Übersicht zukünftiger Offshore-Windenergieprojekte

OWP	Status	Erwartetes IBN-Jahr	Erwartete Leistung*
Baltic Eagle	In Bau	2024	476 MW
Gode Wind 3	In Bau	2024	242 MW
Borkum Riffgrund 3	In Bau	2025	900 MW
EnBW He Dreihl	Investitionsentscheidung	2025	900 MW
Windanker	Bezuschlagt	2026	300 MW
NC 1 (N-3.7)	Bezuschlagt	2027	225 MW
NC 2 (N-3.8)	Bezuschlagt	2027	433 MW
Nordlicht I	Bezuschlagt	2028	980 MW
Nordlicht II (N-6.6)	Bezuschlagt	2028	630 MW
Gennaker	Netzanbindungsanspruch	2028	927 MW
Waterkant (N-6.7)	Bezuschlagt	2028	270 MW
NC 3 (N-3.5)	Bezuschlagt	2029	420 MW
NC 4 (N-3.6)	Bezuschlagt	2029	480 MW
N-11.1	Bezuschlagt	2030	2.000 MW
N-12.1	Bezuschlagt	2030	2.000 MW
N-12.2	Bezuschlagt	2030	2.000 MW
O-2.2	Bezuschlagt	2030	1.000 MW

* Netzanbindungsleistung



Verteilung Bestand von Offshore-Windenergie auf See auf die Bundesländer in Deutschland Ende 2023 (6)

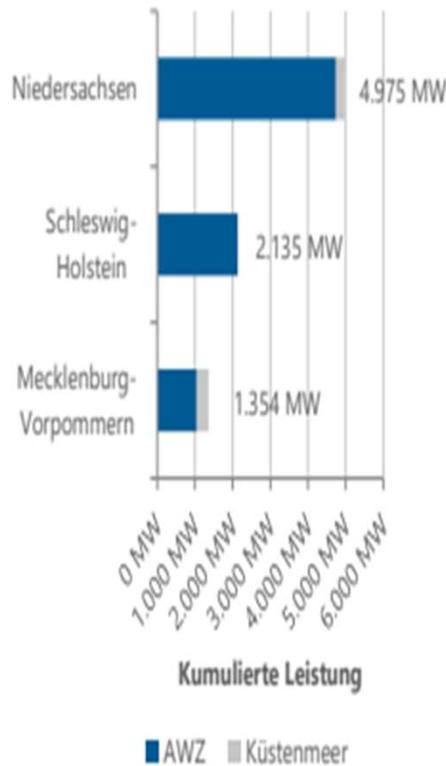
Bestand Ende 2023: Installierte Leistung 8.465 MW = 8,5 GW

Aufteilung Nordsee 7,1 GW (Anteil 84%), Ostsee 1,4 GW (Anteil 16%)

Verteilung auf die Bundesländer sowie Nord- und Ostsee

Zum Jahresende 2023 ist die installierte Leistung der deutschen Offshore-Windenergieanlagen mit Netzeinspeisung größtenteils in der Nordsee (7,1 GW) verortet. Auf die Ostsee entfällt deutlich weniger Leistung (1,4 GW). Die Inbetriebnahmeaktivitäten des Jahres 2023 fanden zwar ausschließlich in der Ostsee statt, der künftige Ausbau der Offshore-Windenergie wird sich jedoch deutlich stärker auf die Nordsee konzentrieren. Sowohl in der Nordsee als auch in der Ostsee sind die Offshore-Windenergieanlagen überwiegend in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) installiert (8 GW), deutlich weniger Anlagen sind im Küstenmeer installiert (0,5 GW). Anhand der Lage des jeweiligen Netzanschlusspunktes lässt sich die auf See installierte Leistung den Bundesländern zuordnen. Rund 5 GW der in der Nordsee installierten Leistung sind in Niedersachsen angebunden und 2,1 GW in Schleswig-Holstein. Die in der Ostsee installierte

Leistung in Höhe von 1,4 GW ist vollständig Mecklenburg-Vorpommern zuzuordnen.



Verteilung der kumulierten Leistung der OWEA mit Netzeinspeisung auf Bundesländer und Seegebiete

Ausbauverteilung auf Nord- und Ostsee

		Nordsee		Ostsee	
		Leistung	Anzahl	Leistung	Anzahl
Zubau Jahr 2023	OWEA mit erster Netzeinspeisung	0 MW	0 OWEA	257 MW	27 OWEA
	Leistungsänderungen von Bestandsanlagen	70 MW	212 OWEA	2 MW	10 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0 MW	0 OWEA	0 MW	0 OWEA
	Fundamente ohne OWEA		24 Fundamente		50 Fundamente
Kumuliert 31.12.2023	OWEA mit Netzeinspeisung	7.110 MW	1.307 OWEA	1.354 MW	259 OWEA
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0 MW	0 OWEA	0 MW	0 OWEA
	Fundamente ohne OWEA		24 Fundamente		50 Fundamente

Durchschnittliche Anlagenkonfiguration von Offshore-Windenergieanlagen auf See in Deutschland 2023 (6)

Ende 2023 Kumuliert: Anlagenleistung 5.405 kW, Rotordurchmesser 134 m, Nabenhöhe 95 m, Spez. Flächenleistung 377 W/m²

Zubau 2023: Anlagenleistung 9525 kW, Rotordurchmesser 174 m, Nabenhöhe 107 m, Spez. Flächenleistung 401 W/m²

Anlagenkonfiguration

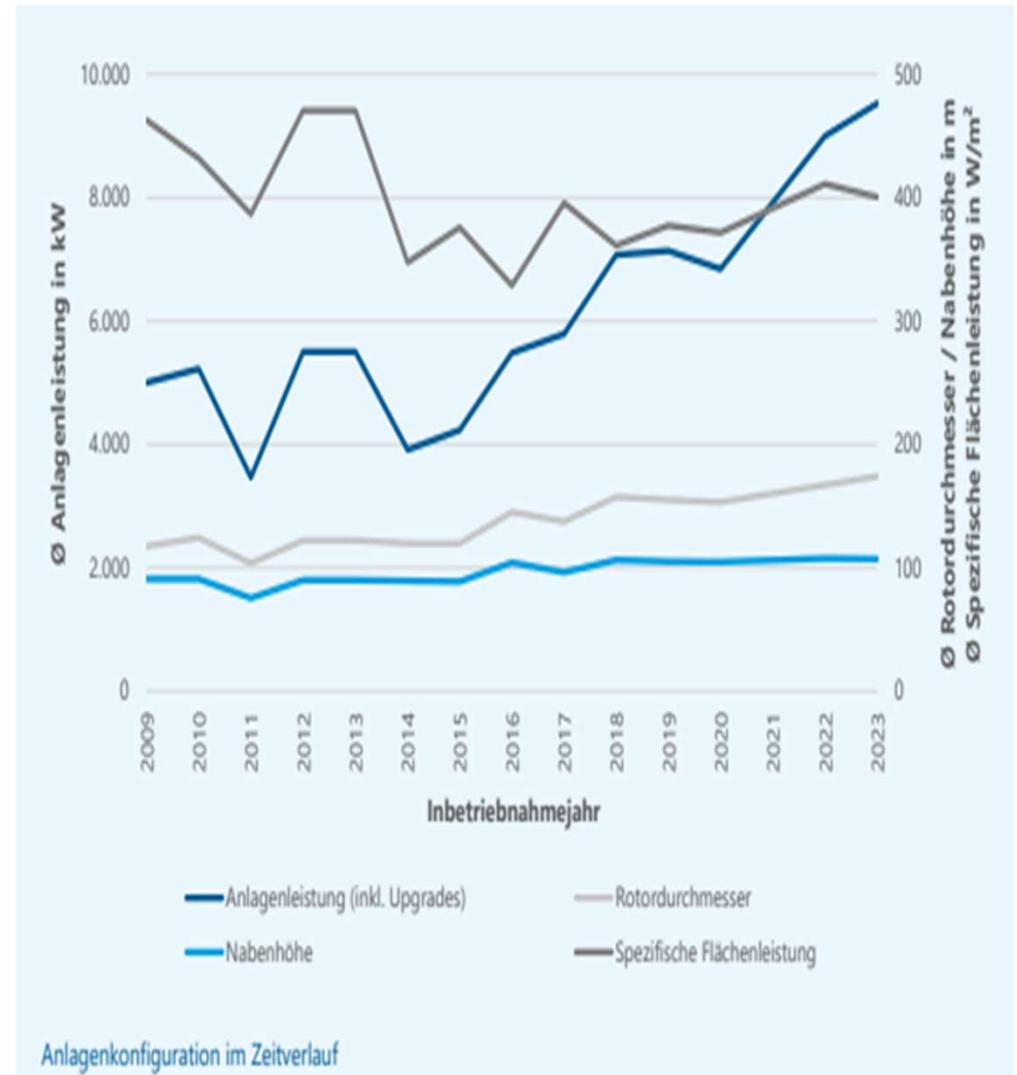
Die im Jahr 2023 in Betrieb genommenen Anlagen sind mit einer Nennleistung von 9,5 MW die bisher leistungsstärksten Offshore-Windenergieanlagen in Deutschland. Für den gesamten Bestand aller Anlagen, die sich zum Jahresende 2023 in Betrieb befanden, ergibt sich im Durchschnitt eine Anlagenleistung von ca. 5,4 MW. Viele der in Betrieb befindlichen Anlagen haben während der Betriebszeit nachträgliche Leistungserhöhungen erfahren, dabei handelt es sich nicht um bauliche Veränderungen an den Anlagen, sondern um sogenannte Software-Upgrades.

Für das Jahr 2024 ist die Installation von Anlagentypen mit 9,5 MW und 11 MW geplant. Im Jahr 2025 soll in Deutschland erstmals eine 15-MW-Anlage in Betrieb genommen werden. Auch hinsichtlich des Rotordurchmessers und der Nabenhöhe sehen die aktuellen Planungen für die zukünftigen Projekte bis 2025 deutliche

Steigerungen gegenüber den Bestandsanlagen des Jahres 2023 vor. Je nach Projekt sind Rotordurchmesser zwischen 174 m und 236 m sowie Nabenhöhen zwischen 107 m und 145 m geplant.

Durchschnittliche Anlagenkonfiguration

Durchschnittliche Konfiguration	Kumuliert 31.12.2023	Zubau Jahr 2023
Anlagenleistung (inkl. Upgrades)	5.405 kW	9.525 kW
Rotordurchmesser	134 m	174 m
Nabenhöhe	95 m	107 m
Spezifische Flächenleistung	377 W/m ²	401 W/m ²



Wassertiefe und Küstenentfernung von Offshore-Windenergieanlagen auf See in Deutschland 2023 (7)

Ende 2023 Bestandsprojekte: Wassertiefe 30 m, Küstenentfernung 75 km,
 Neue Projekte 2023: Wassertiefe 34/44 m, Küstenentfernung 54/71 km,

Wassertiefe und Küstenentfernung

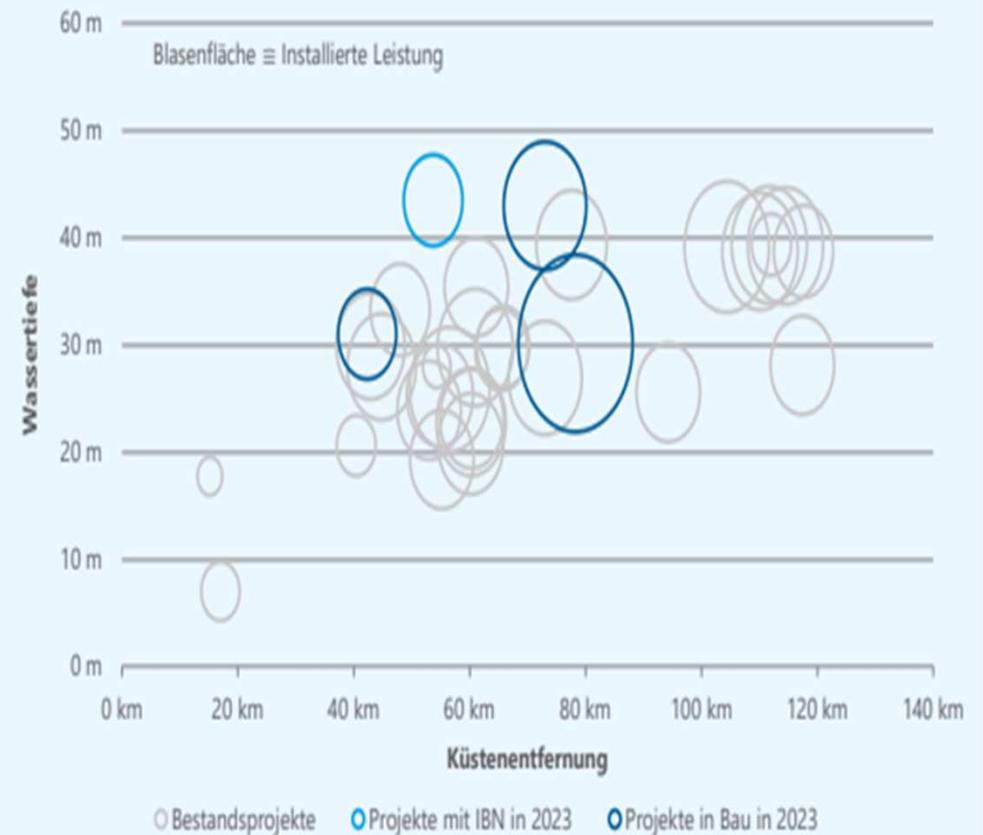
Die Offshore-Windenergieprojekte vor der deutschen Küste befinden sich mehrheitlich mindestens 40 km von der Küste entfernt in Wassertiefen ab 20 m, nur wenige Projekte sind in flachen Gewässern nahe der Küste verortet. Teilweise sind die Projekte an Standorten mit einer Küstenentfernung von über 120 km und Wassertiefen bis zu 44 m installiert. Im Mittel ergibt sich für die Bestandsprojekte eine Wassertiefe von ca. 30 m und eine Küstenentfernung von ca. 75 km. Das Projekt mit Inbetriebnahme im Jahr 2023 wurde auf einer Fläche mit vergleichsweise großen Wassertiefen installiert. Die drei im Jahresverlauf 2023 in Bau befindlichen Projekte in der Nordsee weisen ebenfalls eine größere Wassertiefe als das durchschnittliche Bestandsprojekt auf, befinden sich aber etwas näher an der Küste. Die zukünftigen Projekte werden auf stetig weiter von der Küste entfernten Gebieten geplant.

Hinsichtlich des Fundamenttyps hat sich das Monopile-Fundament als der in Deutschland am häufigsten verwendete Typ durchgesetzt. Alle im Jahresverlauf 2023 installierten Fundamente waren Monopiles, und auch die zukünftigen Projekte haben bereits die Installation von Monopile-Fundamenten angekündigt. Parallel zu den wachsenden Dimensionen der Windenergieanlagen nehmen auch die Dimensionen der Monopile-Fundamente zu.

Durchschnittliche Wassertiefe und Küstenentfernung

Durchschnittliche Position	Bestandsprojekte	Projekte mit IBN in 2023	Projekte in Bau in 2023
Wassertiefe	30 m	44 m	34 m
Küstenentfernung	75 km	54 km	71 km

Wassertiefe und Küstenentfernung von Bestandsprojekten und bezuschlagten Projekten



Wassertiefe und Küstenentfernung von Bestandsprojekten, Projekten mit Inbetriebnahme in 2023 und Projekten in Bau in 2023

Ausschreibung Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2023-2028 (8)

Jahr 2023: Ausschreibungsvolumen 8.800 MW

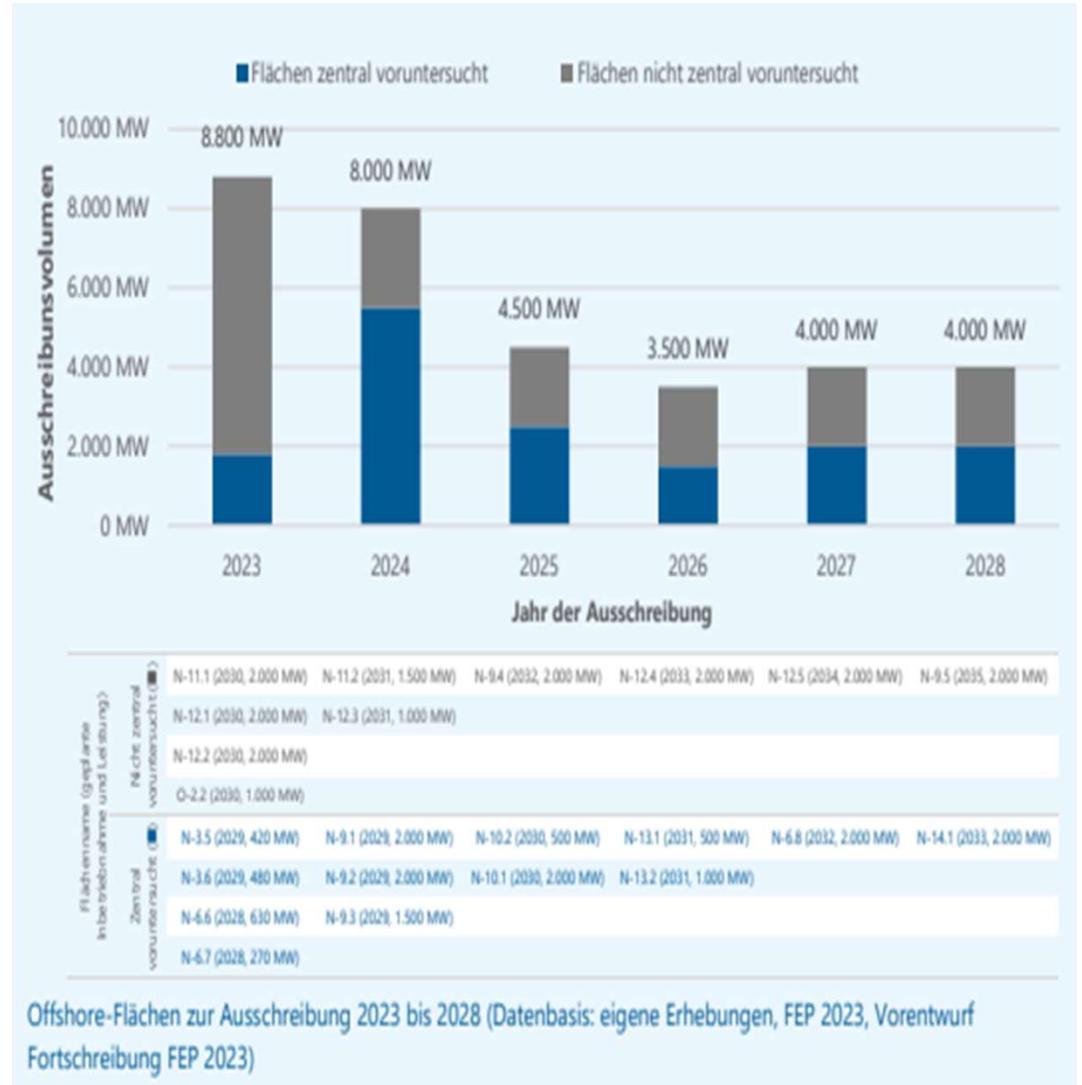
Ausschreibungen Offshore-Windenergie

Die Novelle des WindSeeG, die zum Jahresbeginn 2023 in Kraft getreten ist, sieht für die Ausschreibungen ab 2023 ein geändertes Ausschreibungssystem vor. Neben den durch das BSH zentral voruntersuchten Flächen werden auch nicht zentral voruntersuchte Flächen ausgeschrieben. Je nach Fläche unterscheidet sich das Vergabeverfahren.

Im Juni 2023 fand die erste Ausschreibungsrunde für nicht zentral voruntersuchte Flächen mit einem Ausschreibungsvolumen von insgesamt 7 GW statt. Es wurden vier Flächen (N-11.1, N-12.1, N-12.2, O-2.2) vergeben. Für alle Flächen reichten mehrere Bieter 0-Cent-Gebote ein, sodass erstmals die Durchführung des dynamischen Gebotsverfahrens erforderlich war. Die Bieter mit der jeweils höchsten Zahlungsbereitschaft erhielten den Zuschlag. Die Zuschläge für die Flächen N-11.1 und N-12.2 sicherte sich das Unternehmen BP. Die Zuschläge für die Flächen

N-12.1 und O-2.2 sicherte sich Total Energies. Die insgesamt durch die beiden bezuschlagten Bieter gebotenen Zahlungen belaufen sich auf ca. 12,6 Mrd. Euro.

Im August 2023 fand die Ausschreibungsrunde für vier zentral voruntersuchte Flächen (N-3.5, N-3.6, N-6.6, N-6.7) mit einem Volumen von insgesamt 1,8 GW statt. Die zentral voruntersuchten Flächen werden anhand verschiedener Kriterien vergeben. Diese umfassen finanzielle (Gebot für eine Zahlung) und nicht finanzielle Kriterien (u. A. Beitrag zur Dekarbonisierung und Fachkräftesicherung). Die Zuschläge für die Flächen N-3.5 und N-3.6 (NC 3 und NC 4) sicherte sich RWE. Für die Fläche N-6.6 (Nordlicht II) erhielt RWE ebenfalls den Zuschlag, Vattenfall nutzte jedoch sein Eintrittsrecht. Den Zuschlag für die Fläche N-6.7 (Waterkant) gewann Luxcara. Die Erlöse aus dieser Ausschreibungsrunde betragen insgesamt 784 Mio. Euro.



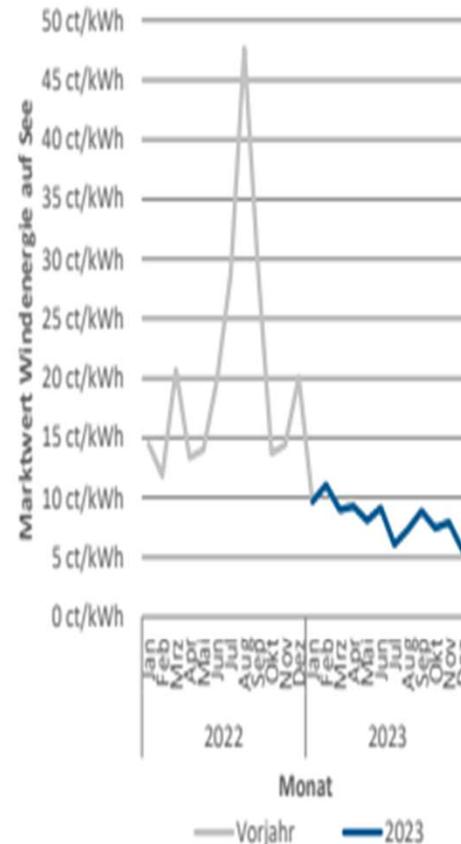
Monatliche Stromerzeugung und Marktwerte aus Offshore-Windenergie auf See in Deutschland 2023 (9)

Jahr 2023: Durchschnitts-Jahresmarktwert Strom 8,19 ct/kWh;

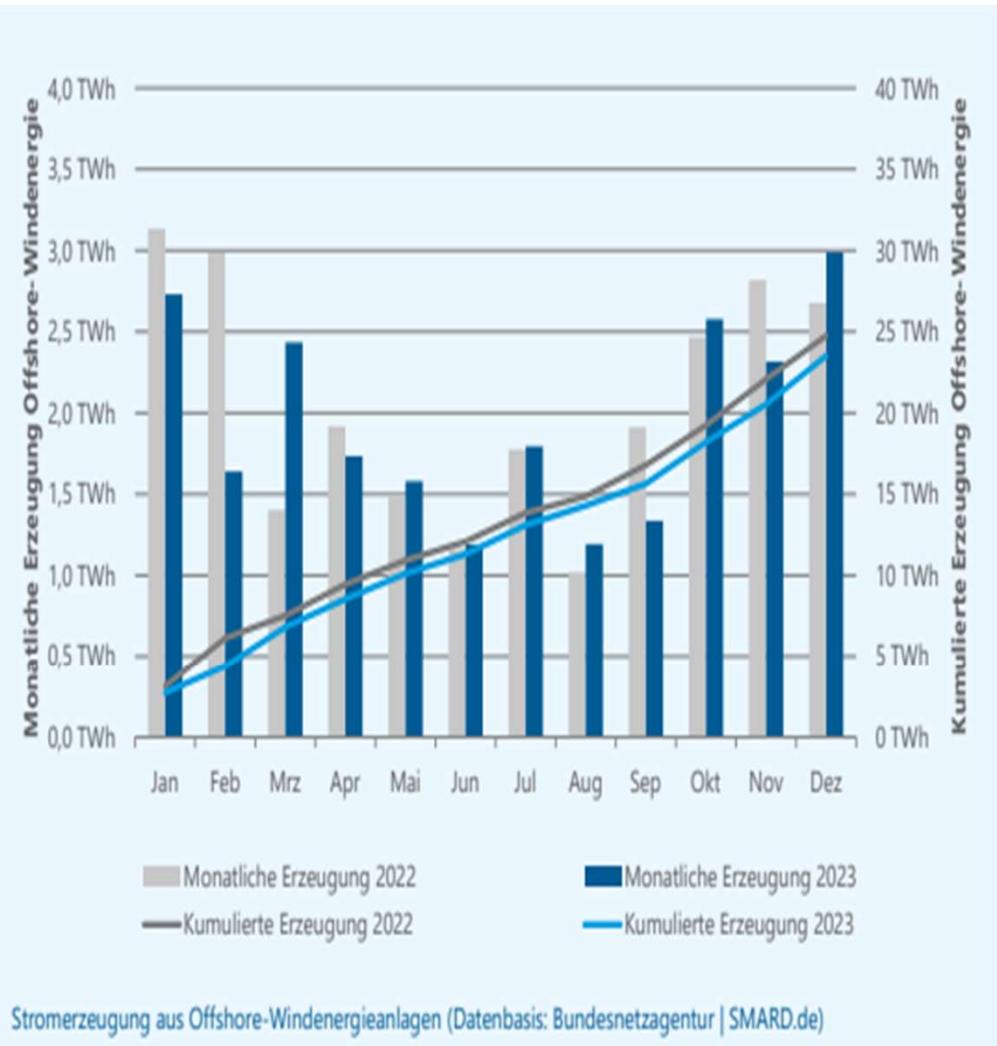
**Jahr 2023: Stromerzeugung: 23,5 TWh
Anteil 5,2% zur gesamten Stromerzeugung
Stromerzeugung aus Offshore-Windenergieanlagen**

Monatliche Stromerzeugung und Marktwerte

Nachdem das Jahr 2022 von Rekordwerten geprägt war, stabilisierte sich das Niveau der Strommarktpreise seit Beginn des Jahres 2023. Der Monats-Marktwert für Strom aus Offshore-Windenergie bewegte sich im Jahresverlauf 2023 auf einem Niveau zwischen 11,05 ct/kWh (Februar 2023) im Maximum und 5,56 ct/kWh (Dezember 2023) im Minimum. Der mengengewichtete mittlere Monats-Marktwert für die Offshore-Windenergie des Jahres 2023 betrug 8,19 ct/kWh, ein deutlich geringerer Wert als der Durchschnittswert des Jahres 2022 in Höhe von 18,35 ct/kWh. Die Offshore-Windenergie hat in 2023 mit einem Anteil in Höhe von 5,2 % zur Stromerzeugung in Deutschland beigetragen. Im Jahresverlauf 2023 wurden 23,5 TWh Strom erzeugt. Die Stromerzeugung durch Offshore-Windenergie lag im Vergleich zum Vorjahr auf einem niedrigeren Niveau. Es wurde ca. 4,9 % weniger Strom als in 2022 (24,7 TWh) eingespeist.



Monats-Marktwerte für Windenergie auf See (Datenbasis: Netztransparenz)



Stromerzeugung aus Offshore-Windenergieanlagen (Datenbasis: Bundesnetzagentur | SMARD.de)

Windenergie an Land (Onshore) und auf See (Offshore)

Ausgewählte Schlüsseldaten zur Windenergie **an Land** (onshore) und **auf See** (offshore) in Deutschland 2021

Ausgewählte Schlüsseldaten Windenergie an Land & auf See ^{1,2,)}

Brutto-Zubau

- Anlagenzahl	484 WEA
- Installierte Nennleistung:	1.925 MW
- Durchschnittsleistung	3.977 kW/WEA

Bestand

- Anlagenzahl	29.731 WEA
- Installierte Nennleistung J-Ende:	63.924 MW = 63,9 GW
- Durchschnittsleistung	2.150 kW/WEA
- Bruttostromerzeugung (BSE)	117.700 GWh = 117,7 TWh
Anteil BSE bzw. BSV	20,1 % bzw. 20,8 %
- Jahresvolllaststunden	1.841 h/a
(BSE 117.700 GWh / Durchschnittsleistung 63,924 GW)	
- TOP Länder nach installierter Leistung an Land ohne auf See:	Niedersachsen, Brandenburg, Schleswig-Holstein

Nutzungspotenzial zur Windenergienutzung

Leistung: Festland 45.000 MW; offene See 35.000 MW
Ertrag: Festland 100 TWh; offene See 135 TWh (Mrd. kWh)

Bezugsgrößen:

Gesamt BSE 584,5 TWh, BSV 563,3 TWh

* Daten 2019 vorläufig, Stand 1/2020; E-Einheit: 1 TWh (Mrd. kWh)

1) Repowering und Abbau von WEA sind berücksichtigt

2) Enthalten sind mit Netzeinspeisung alle Offshore-WEA

Quellen: BWE 1/2022, DEWI 1/2022; D WindGuard 1/2022; BMWI - Entwicklung erneuerbare Energien in D 2020, 3/2021; BMWI - BSE in D bis 2021, 12/2021

Ausgewählte Schlüsseldaten Windenergie an Land ^{1,2,)}

Brutto-Zubau:

- Anzahl	484 WEA
- Installierte Leistung	1.925 MW
- Durchschnittsleistung	3.977 kW/WEA

Bestand:

- Anzahl	28.230 WEA
- Gesamtleistung	56.130 MW
- Durchschnittsleistung	1.988 kW/WEA
- Strombereitstellung	92.900 GWh
- Jahresvolllaststunden	1.655 h/Jahr
(BSE 92.900 GWh / Leistung 56,130 GW)	

Ausgewählte Schlüsseldaten Windenergie auf See ^{1,2,3)}

Brutto-Zubau:

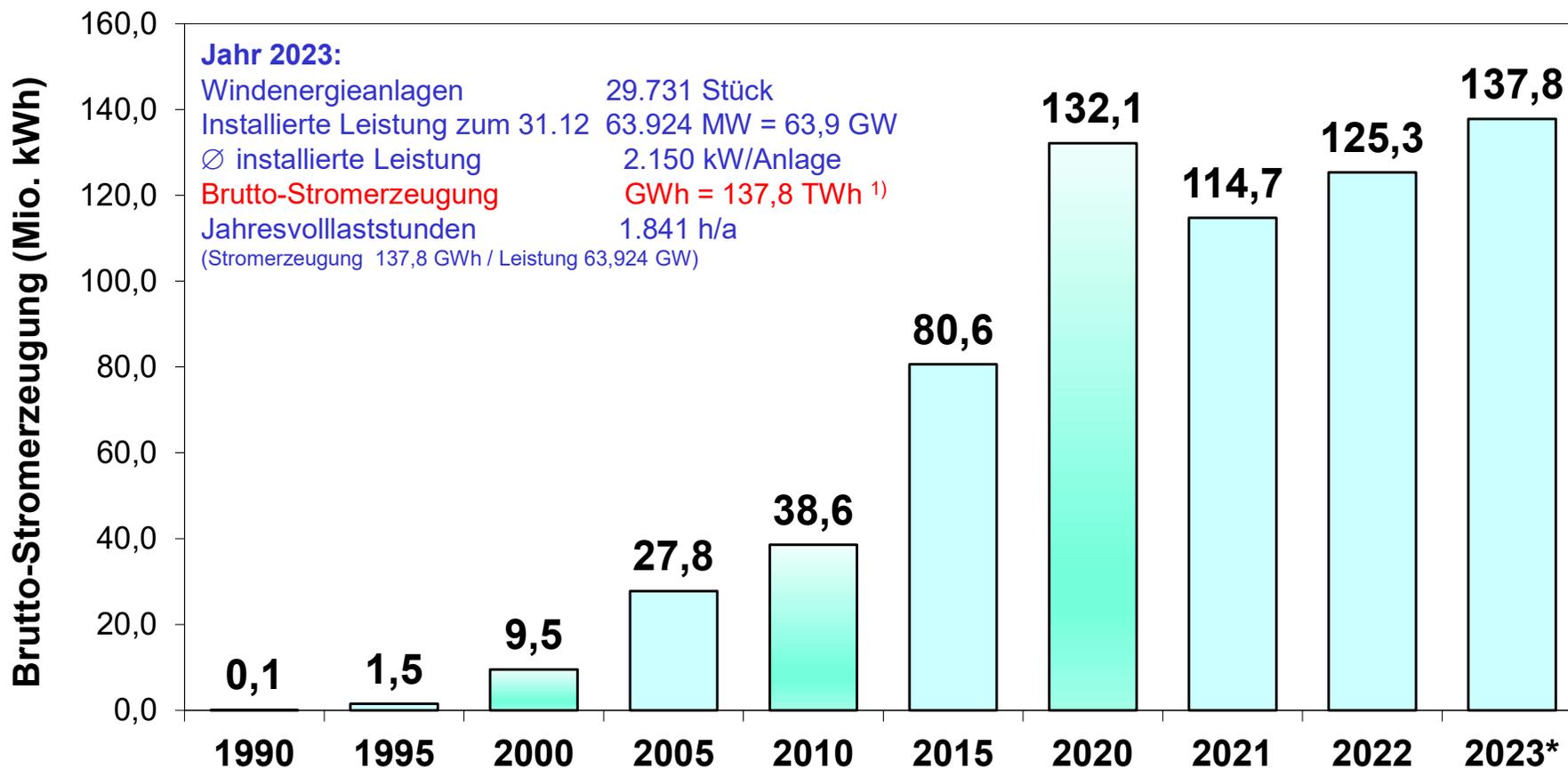
- Anzahl	0 WEA
- Installierte Leistung	0 MW
- Durchschnittsleistung	0 kW/WEA

Bestand:

- Anzahl	1.501 WEA
- Gesamtleistung	7.794 MW
- Durchschnittsleistung	5.193 kW/WEA
- Strombereitstellung	24.800 GWh
- Jahresvolllaststunden	3.182 h/Jahr
(BSE 24.800 GWh / 7,794 GW)	

Entwicklung Bruttostromerzeugung aus Windenergie an Land und auf See in Deutschland 1990-2023

Jahr 2023: 137,8 TWh (Mrd. kWh)
 Anteil an der BSE 26,8%; Anteil am BSV 26,0% ²⁾



Grafik Bouse 2024

* Angaben 2023 vorläufig, Stand 1/2024

Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 TWh = 1 Mrd. kWh

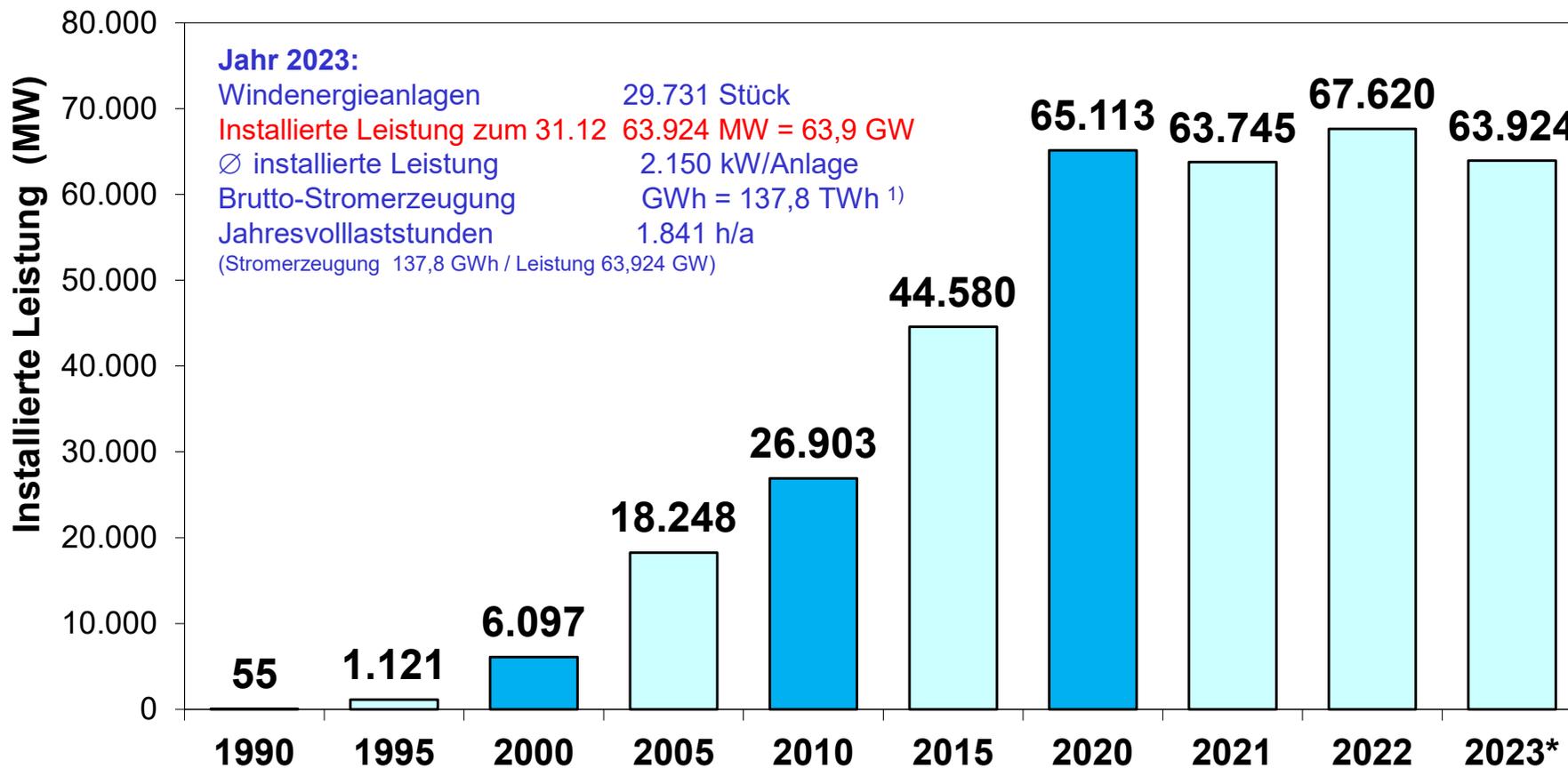
1) Jahr 2023: Aufteilung Windenergie an Land / auf See; BSE 114,2 / 23,6 TWh; Installierte Leistung 56,130 / 7,794 GW; Anlagenzahl 28.230 / 1.501

2) Jahr 2023: Bezogen auf die Bruttostromerzeugung von 514,6 TWh bzw. auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 529,2 TWh mit Pumpspeicher

Quellen: ZSW aus BMWI – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2023, Zeitreihen 2/2023; AGEB - Bruttostromerzeugung 1990-2023, 11/2023; AGEB aus Agora Energiewende – Energiewende im Stromsektor 2023, 1/2024

Entwicklung installierte Leistung bei der Windenergie an Land und auf See in Deutschland 1990-2023

Ende 2023: 63.924 MW = 63,9 GW



Grafik Bouse 2024

* Angaben 2023 vorläufig, Stand 1/2024

Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Jahr 2023: Aufteilung Windenergie an Land / auf See; BSE 114,2 / 23,6 TWh; Installierte Leistung 56,130 / 7,794 GW; Anlagenzahl 28.230 / 1.501

Quellen: ZSW aus BMWI – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2023, Zeitreihen 2/2023; AGEB - Bruttostromerzeugung 1990-2023, 11/2023; AGEB aus Agora Energiewende – Energiewende im Stromsektor 2023, 1/2024

TOP 6 – Rangfolge Windenergie an Land und auf See nach Bundesländern Deutschlands 2021 (1)

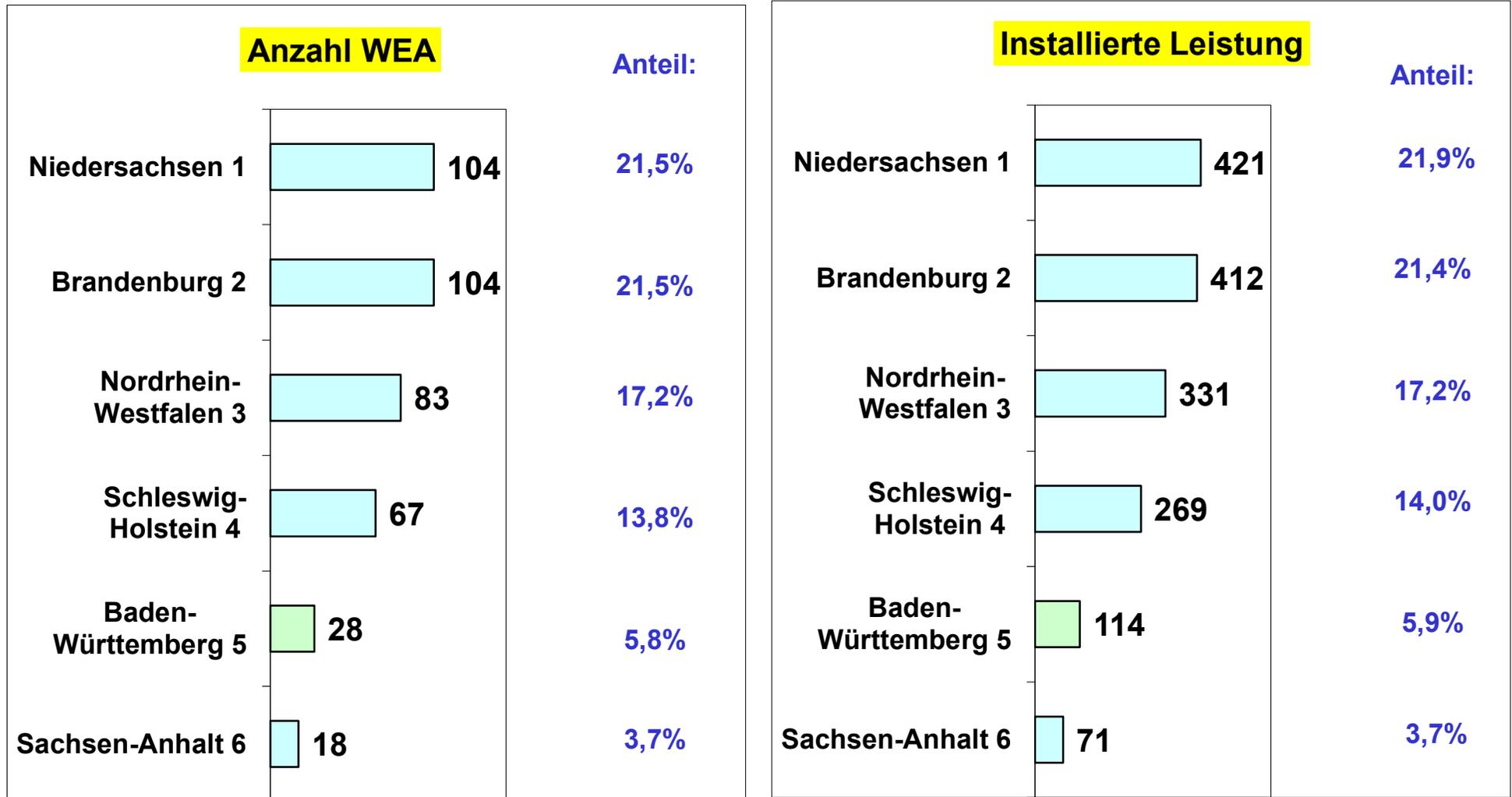
Brutto-Zubau WEA

Anzahl L 484 + S 0 = 484 WEA ¹⁾

TOP 6-Länderanteil: 83,5%

Installierte Leistung: L 1.925 + S 0 = 1.925 MW ¹⁾

TOP 6-Länderanteil: 84,1%



Grafik Bouse 2022

1) Einschließlich der nach den Bundesländern zugerechnet sind auf See Offshore-Windenergieanlagen mit Netzeinspeisung in der Nord- und Ostsee:

S = See : Nord- und Ostsee; L = Land

TOP 6 – Rangfolge **Windenergie an Land und auf See** nach Bundesländern Deutschlands 2021 (2)

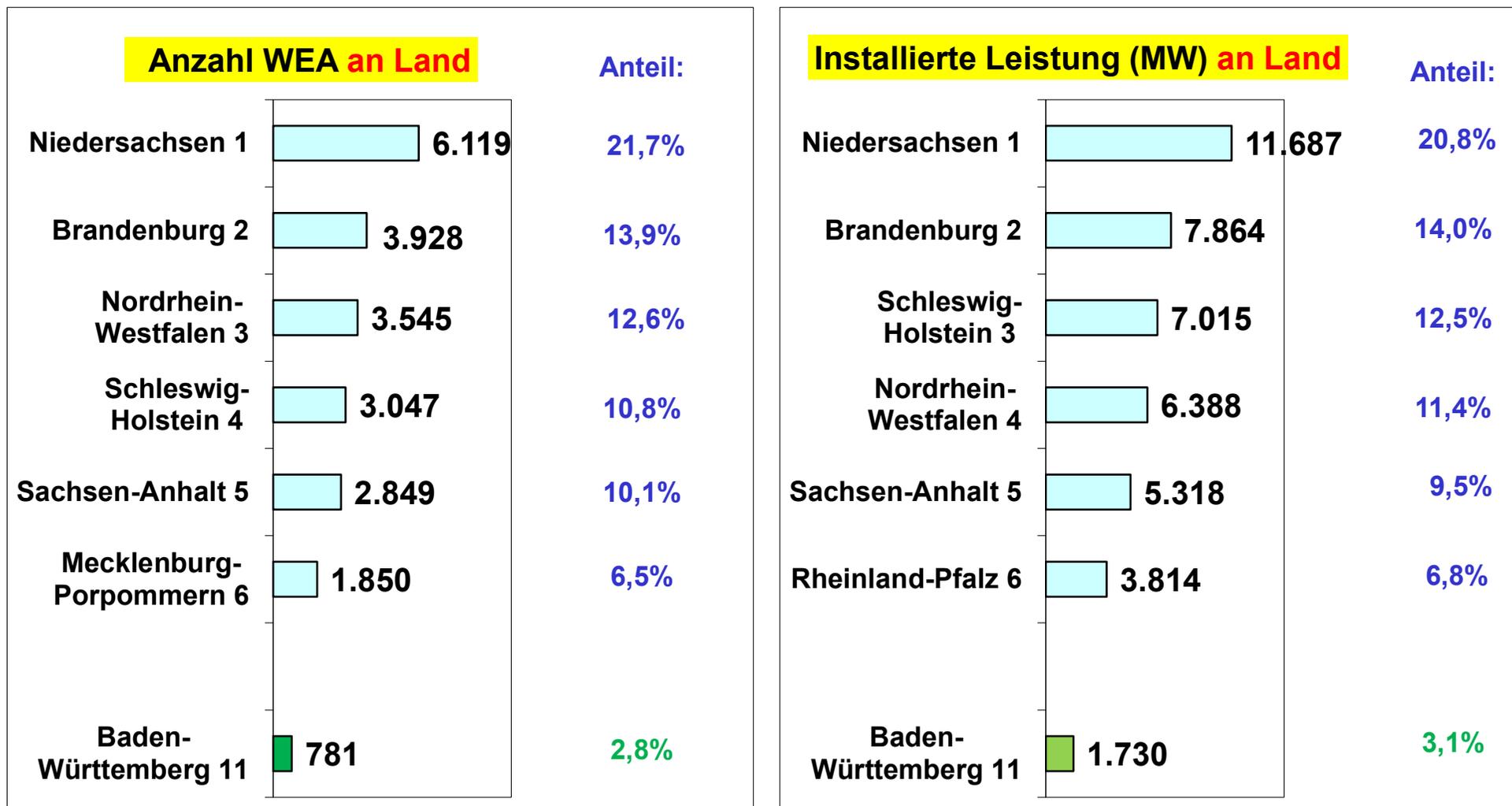
Bestand

Anzahl : **L 28.230 + S 1.501 = 29.731 MW** ^{1,2)}

TOP 6-Länderanteil: 75,6% (ohne See-WEA)

Installierte Leistung: **L 56.130 + S 7.794 = 63.924 MW** ^{1,2)}

TOP 6-Länderanteil: 75,0% (ohne See-WEA)



Grafik Bouse 2022

1) L = Windenergie an Land

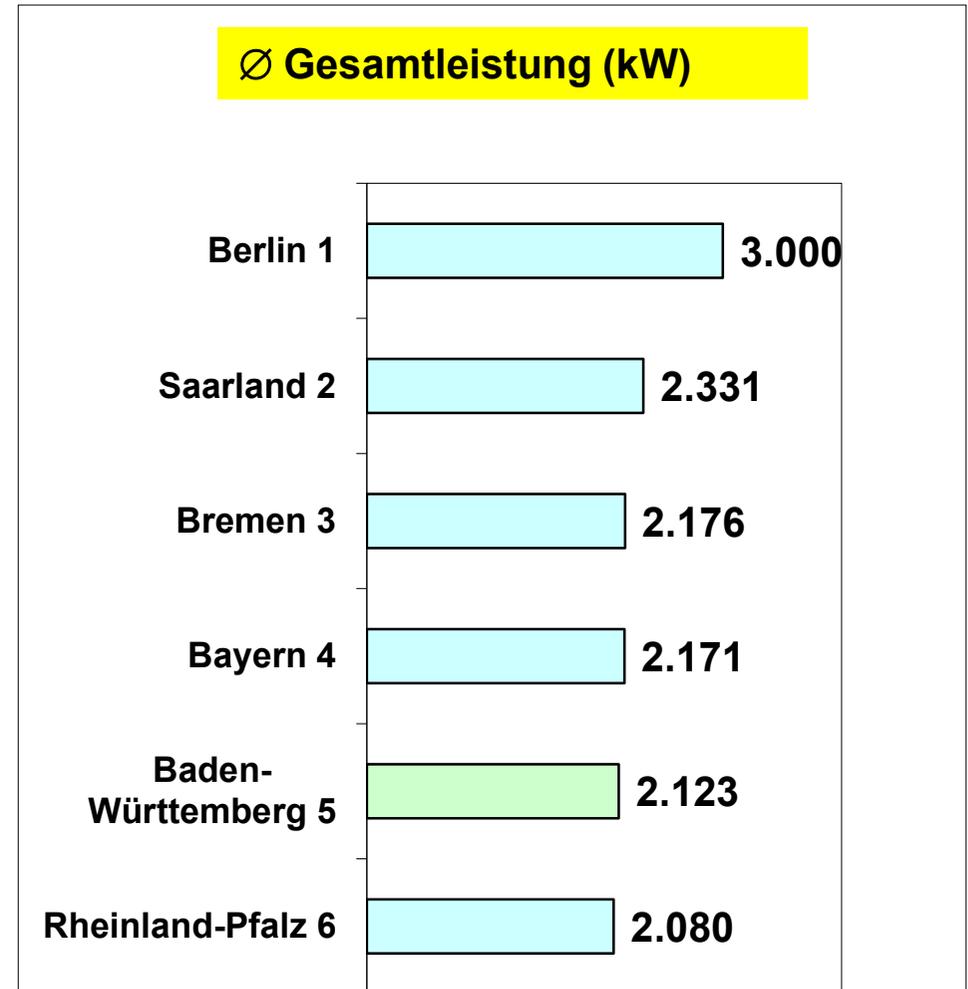
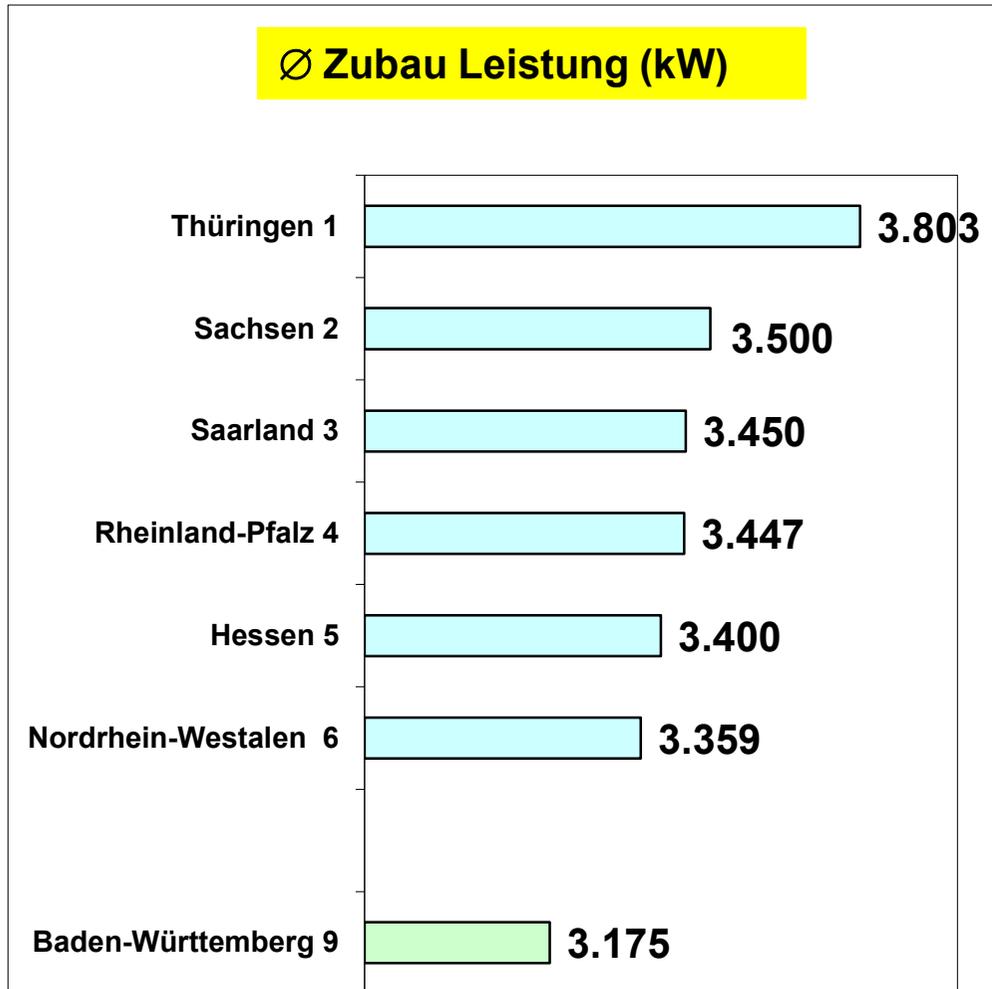
2) S = (Offshore)-Windenergieanlagen auf See mit Netzeinspeisung in der Nord- und Ostsee:

Aufteilung Nordsee/Ostsee 6.698 MW, 1.269 WEA/1.096 MW, 232WEA; Zuordnung nach Ländern Niedersachsen 4.906 MW, Schleswig-Holstein 1.793 MW, Mecklenburg-Porpommern 1.096 MW

TOP 6 – Rangfolge **Windenergie an Land und auf See** nach Bundesländern Deutschlands 2019 (3)

Installierte Durchschnittsleistung

Land: Ø Brutto-Zubau Leistung: 3.317 kW/Anlage ¹⁾ Land: Ø Gesamtleistung: 1.830 kW/Anlage ¹⁾



Grafik Bouse 2022

1) Zu den Bundesländern zugerechnet sind die See(Offshore)-Windenergieanlagen mit Netzeinspeisung in der Nord- und Ostsee:

Brutto-Zubau: Durchschnittsleistung Nord- und Ostsee 6.943 MW;

Gesamte Durchschnittsleistung Nordsee- und Ostsee 5.116 MW

Gesamt L + S 4.515 MW

Gesamt L + S 1.986 MW

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1)

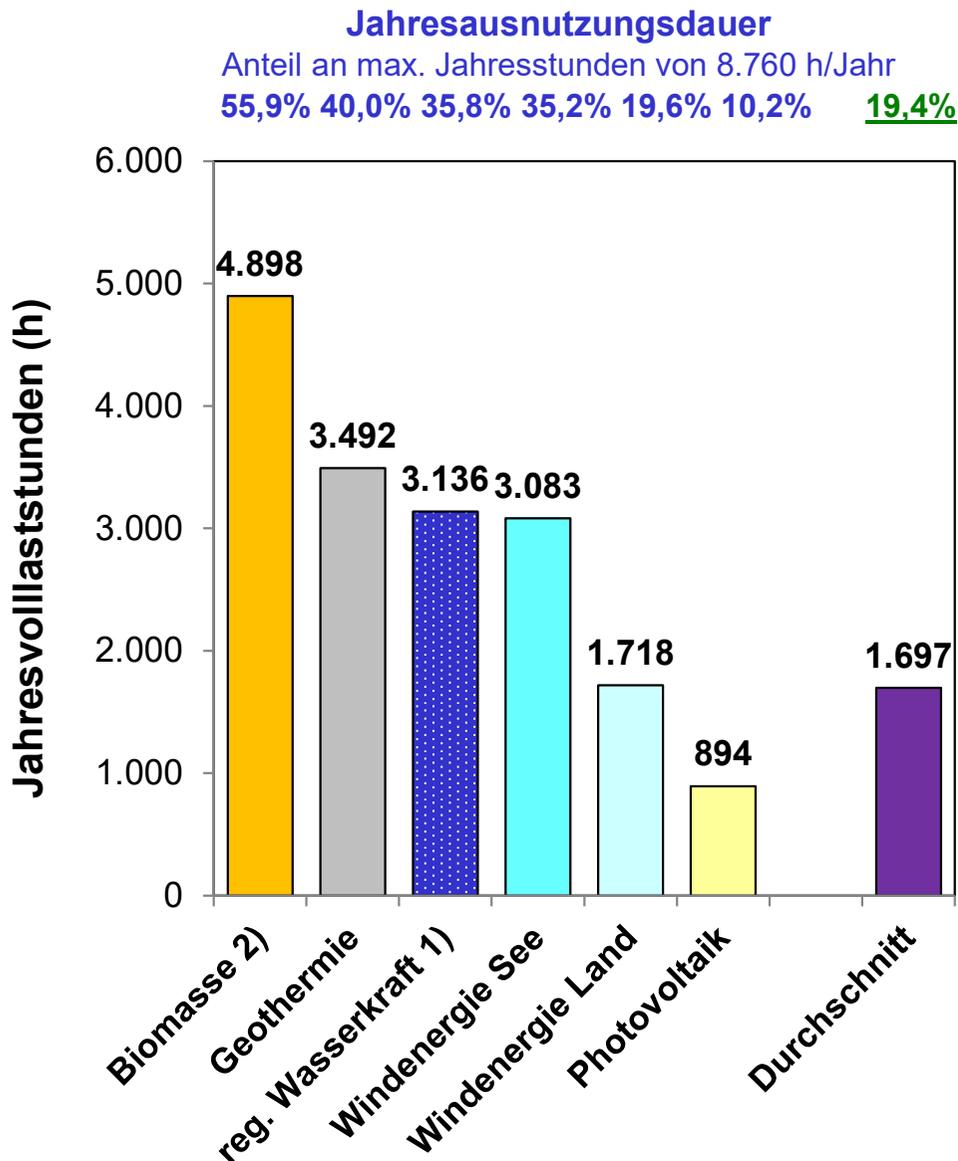
Nr.	Energieträger	Jahr 2020			Jahr 2017			Hinweise
		Brutto-Strom- erzeugung (GWh)	Installierte Leistung (MW)	J-Volllast- Stunden (h/a)	Brutto-Strom- erzeugung (GWh)	Installierte Leistung (MW)	J-Volllast- Stunden (h/a)	
1	Reg. Wasserkraft	18.322	5.438	3.369	20.150	5.605	3.595	
2	Windenergie an Land	104.796	54.414	1.926	88.018	50.292	1.750	Gesamte Windenergie Jahr 2020 ¹⁾ JVLS = 2.124 h/a (132.102 GWh / 62,188 GW)
3	Windenergie an See	27.306	7.774	3.512	17.675	5.427	3.257	
4	Photovoltaik	48.641	53.721	905	39.401	42.339	931	
5	biogene Festbrennstoffe	11.228	1.597	7.031	10.658	1.601	6.661	Gesamte Biomasse Jahr 2020 ¹⁾ JVLS = 4.917 h/a (50.861 GWh / 10.344 GW)
6	biogene flüssige Brennstoffe	308	231	1.333	437	229	1.900	
7	Biogas	28.757	6.316	4.553	29.325	5.209	5.624	
8	Biomethan	2.914	621	4.692	2.757	526	5.212	
9	Klär gas	1.578	372	4.242	1.460	255	5.725	
10	Deponie gas	247	156	1.583	338	171	1.977	
11	biogener Anteil Abfall (50%)	5.829	1.051	5.546	5.956	1.004	5.912	
12	Geothermie	247	47	5.255	163	38	4.179	
1-12	Erneuerbare Energien	250.157	131.738	1.899	216.338	112.696	1.920	
13	Steinkohle + Mischfeuerung	42.800	23.800	1.798	93.600	29.900	3.130	
14	Braunkohle	91.700	20.600	4.451	148.400	23.000	6.588	
15	Mineralöl	4.700	4.800	979	5.600	3.100	1.806	
16	Erdgas	95.000	31.700	2.997	86.700	27.700	3.130	
17	Kernenergie	64.400	8.100	7.951	76.300	11.400	6.693	
18	nicht reg. Wasserkraft (Pumpstrom)	k.A.	k.A.		6.050	4.695	1.289	
19	nicht biogener Abfall (50%)	5.800	k.A.		5.956	1.004	5.912	
20	Sonstige Energieträger	24.800	k.A.		14.756	6.405	2.304	
13-20	Konventionelle Energieträger	323.443	101.962	3.172	437.362	106.604	4.103	
1-20	Gesamte Energieträger	573.600	233.700	2.454	653.700	219.300	2.981	

¹⁾ Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) = Bruttostromerzeugung (GWh / installierte Leistung (GW) = max. 8.760 h/Jahr

Batteriespeicher 2020: 600 MW in Sonstiges enthalten

Quellen: BMWi - Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2020, Zeitreihen, Stand 9/2021; BMWi – Energiedaten, Tab. 22, 1/2022

Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Deutschland 2022



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung ³⁾	Jahres- Volllaststunden ⁴⁾
	GWh	MW	h/a
Biomasse ²⁾	51.234 ²⁾	10.460 ³⁾	4.898
Geothermie	206	59	3.492
reg. Wasserkraft ¹⁾	17.625	5.621	3.136
Windenergie See	25.124	8.149	3.083
Windenergie Land	99.692	58.014	1.718
Photovoltaik	60.304	67.479	894
Durchschnitt	254.185 ²⁾	149.782	1.697

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =

Bruttostromerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW))
= max. 8.760 h/Jahr

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Lauf- und Speicherkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss, Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichen Zufluss wurden nicht berücksichtigt

2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%

3) Installierte Leistung Biomasse Ende 2020, einschließlich Müllkraftwerke (50%)

4) Ermittlung Jahresvolllaststunden ohne Berücksichtigung der Durchschnittsleistung

5) Jahresvolllaststunden Windenergie gesamt 1.886 h/a

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

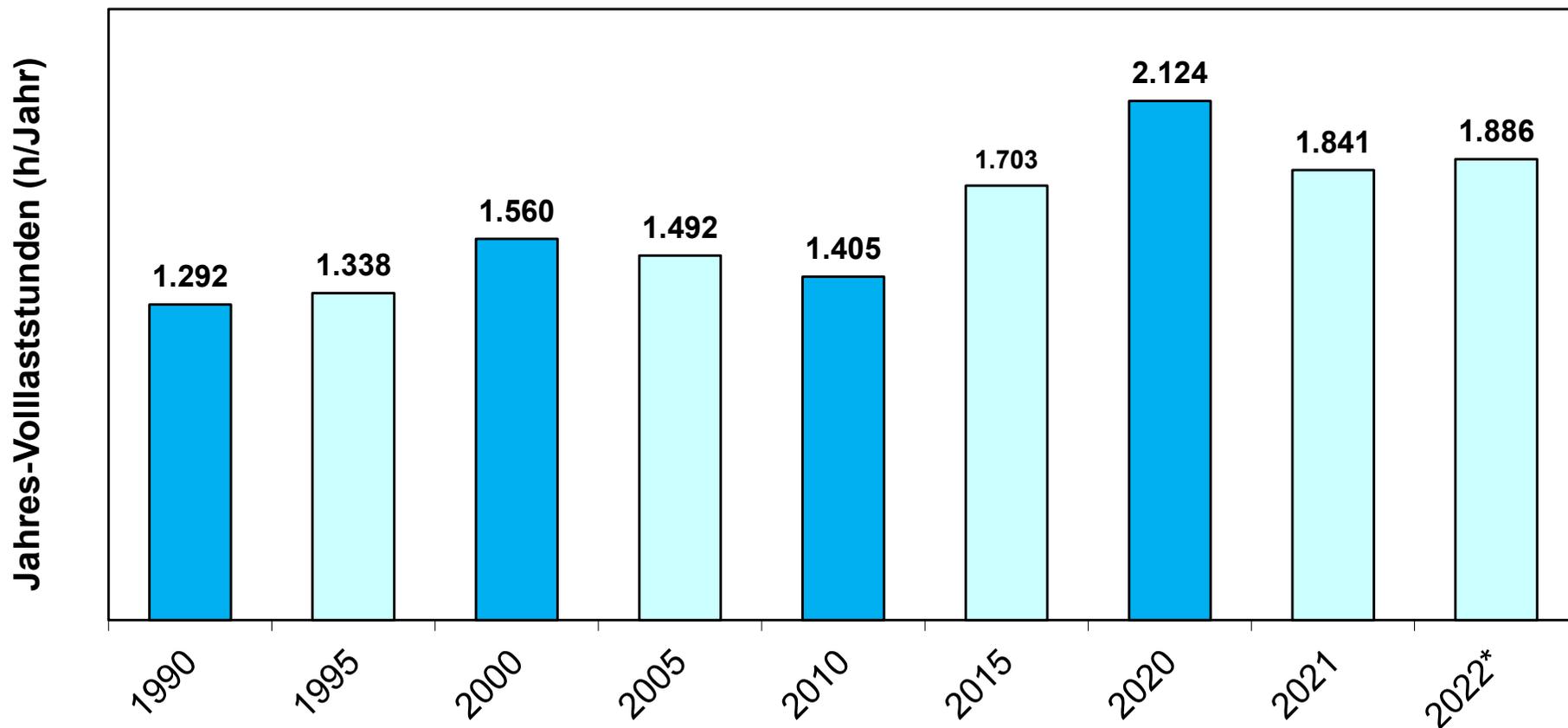
Quelle: BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18/21, 10/2023

Niedrige Energieeffizienz beim Einsatz gesamte Windenergie
Jahresvolllaststunden 1.886 h/a = 21,5% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Entwicklung Jahresvolllaststunden von Windenergieanlagen an Land und auf See in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022:

Windenergieanlagen	29.731 Stück (2021)
Installierte Leistung zum 31.12	66,2 GW
installierte Leistung	2.150 kW/Anlage (2021)
Brutto-Stromerzeugung	124,8TWh 1)
Jahresvolllaststunden	1.886 h/a
(Stromerzeugung 125,3 GWh / Leistung 66,2 GW)	



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

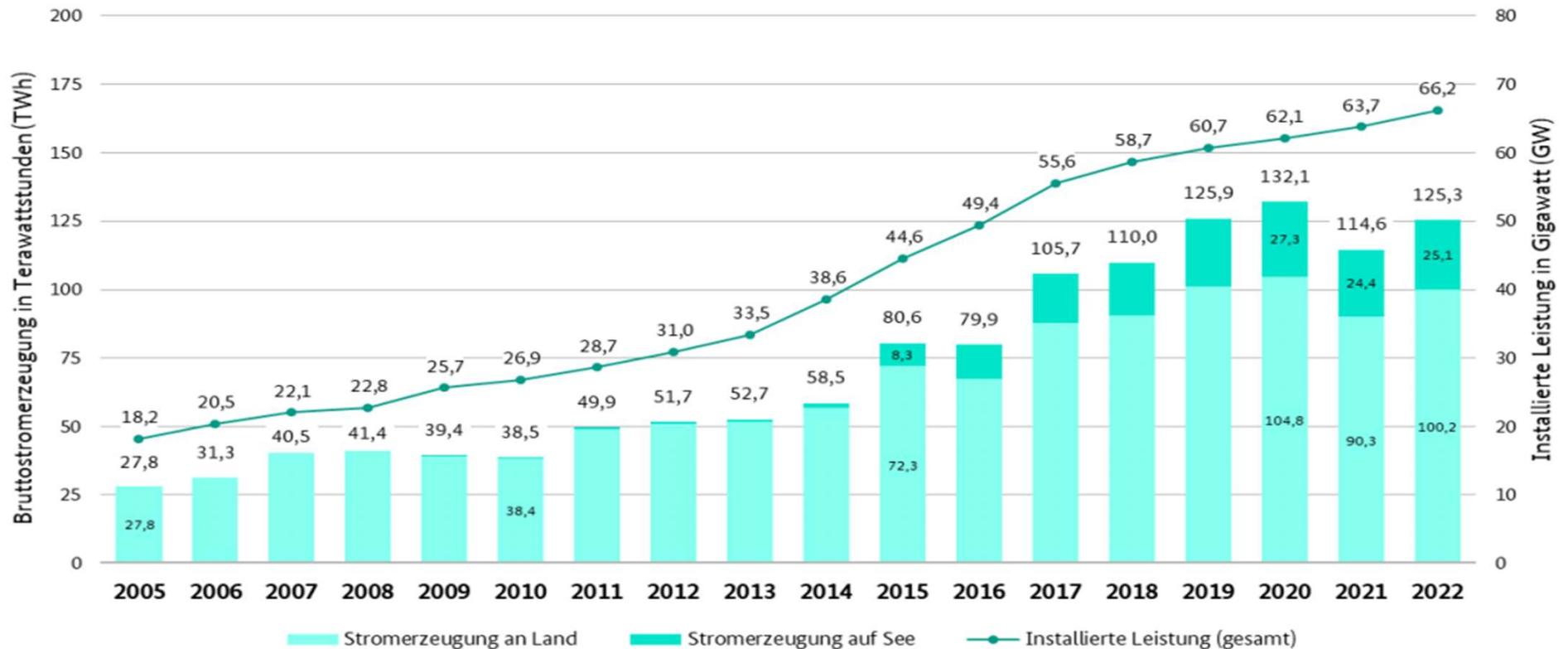
1) Nachrichtlich: Jahresvolllaststunden 2022 von gesamt 1.886 h/a: Land 1.718 h/a, See 3.083 h/a

2) Berechnung der Jahresvolllaststunden mit installierter Leistung jeweils zum Jahresende. Genaueres Ergebnis jeweils bei Berechnung mit der Durchschnittsleistung

Entwicklung Stromerzeugung (BSE) und installierte Leistung von Windenergieanlagen **an Land und auf See** in Deutschland 1990-2022 (2)

Jahr 2022: BSE 124,8 TWh; installierte Leistung 66,2 GW (Mio. kW) (Daten korrigiert)
 Jahresvolllaststunden 1.886 h/a

Entwicklung der Bruttostromerzeugung und der installierten Leistung von Windenergieanlagen an Land und auf See in Deutschland



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

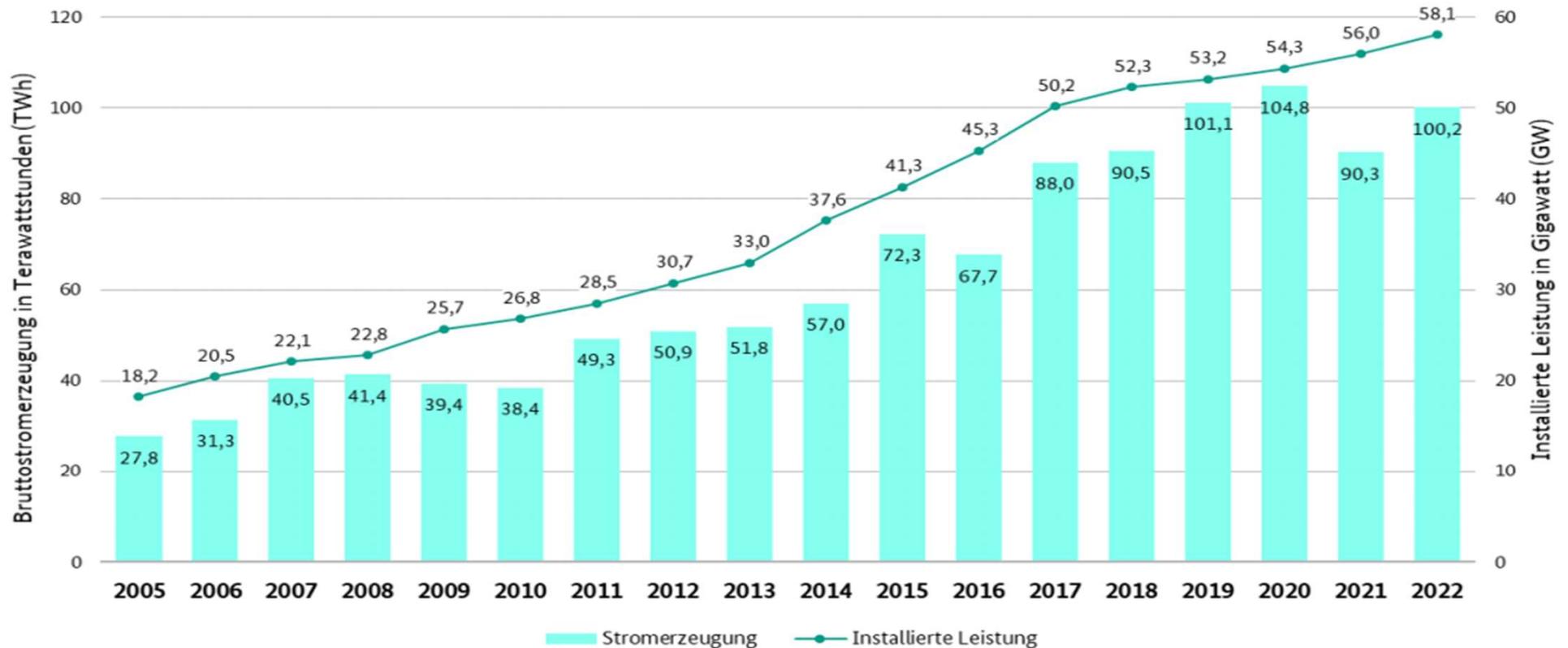
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: BMWK- Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2022, Grafik 2/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de
 BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18/21, 10/2023

Entwicklung Stromerzeugung (BSE) und installierte Leistung von Windenergieanlagen an Land in Deutschland 1990-2022 (3)

Jahr 2022: BSE 99,7 TWh; installierte Leistung 58,0 GW (Daten korrigiert)
Jahresvolllaststunden 1.718 h/a

Entwicklung der Bruttostromerzeugung und der installierten Leistung von Windenergieanlagen an Land in Deutschland



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

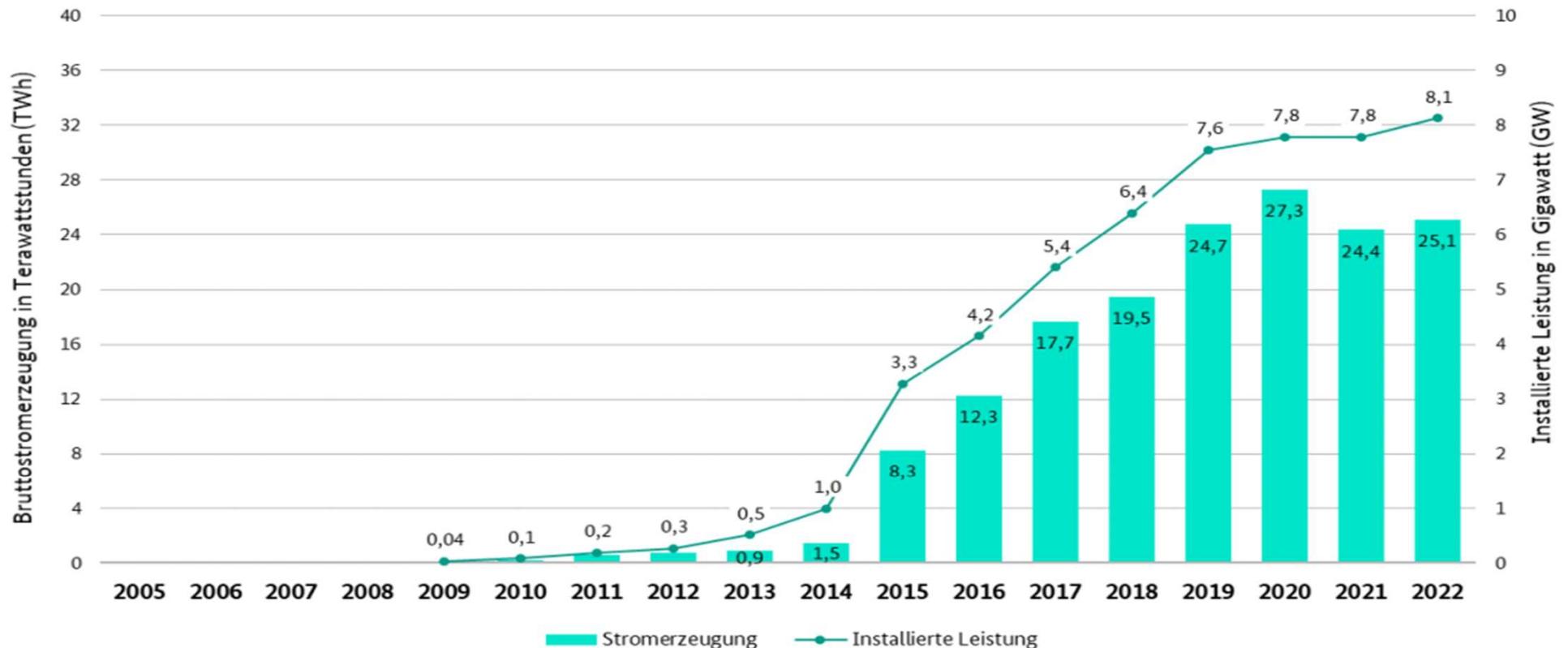
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: BMWK- Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2022, Grafik 2/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de
BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18/21, 10/2023

Entwicklung Stromerzeugung (BSE) und installierte Leistung von Windenergieanlagen auf See in Deutschland 1990-2022 (3)

Jahr 2022: BSE 25,1 TWh; installierte Leistung 8,1 GW
Jahresvolllaststunden 3.083 h/a

Entwicklung der Bruttostromerzeugung und der installierten Leistung von Windenergieanlagen auf See in Deutschland



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

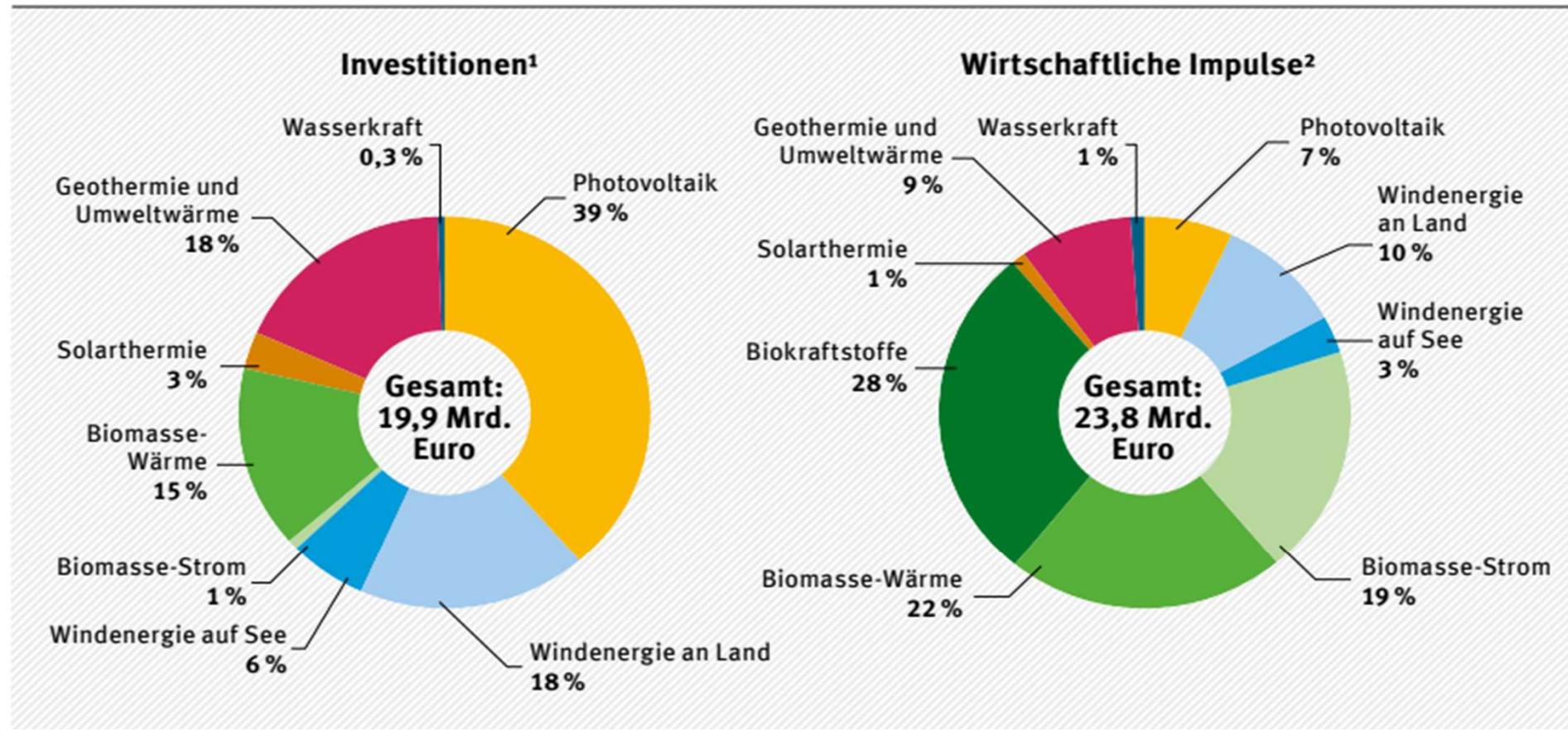
Quellen: BMWK- Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2020, Grafik 3/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de;
BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18/21, 10/2023

Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022

Investitionen: Gesamt 19,9 Mrd. €; Wirtschaftliche Impulse (Umsätze): Gesamt 23,8 Mrd. €
 Beitrag Windenergie 4,850 Mrd. € / 2,940 Mrd. €

Abbildung 11

Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien im Jahr 2022



¹ Investitionen: hauptsächlich Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie z. B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.

² Wirtschaftliche Impulse aus dem Anlagenbetrieb umfassen im wesentlichen Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen (einschl. Brennstoffe) sowie Umsätze aus dem Absatz von Biokraftstoffen.

Quelle: Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2010-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 19,910 Mrd. €

Beiträge Strom 12,8 Mrd. € (Anteil 64,3%), Wärme 7,1 Mrd. € (Anteil 35,7%)

Tabelle 5

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geo- thermie & Umwelt- wärme	Biomasse			Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	Kraft- stoffe	
Millionen Euro										
2010	350	2.110	450	19.580	990	960	2.240	1.210	-	27.890
2011	300	2.860	610	15.860	1.060	990	3.120	1.320	-	26.120
2012	200	3.550	2.440	11.980	950	1.060	790	1.500	-	22.470
2013	130	4.490	4.270	3.380	860	1.090	700	1.560	-	16.480
2014	90	7.060	3.940	1.450	790	1.080	670	1.320	-	16.400
2015	80	5.370	3.680	1.480	800	1.010	220	1.290	-	13.930
2016	60	6.910	3.370	1.570	700	1.210	270	1.230	-	15.320
2017	60	7.450	3.400	1.660	540	1.320	280	1.230	-	15.940
2018	120	3.390	4.100	2.580	490	1.520	390	1.240	-	13.830
2019	110	1.560	2.130	3.370	440	1.410	350	1.260	-	10.630
2020	100	2.080	80	4.220	530	1.930	320	1.940	-	11.200
2021	70	2.840	290	5.210	530	2.390	220	2.470	-	14.020
2022	60	3.600	1.250	7.720	590	3.570	170	2.950	-	19.910

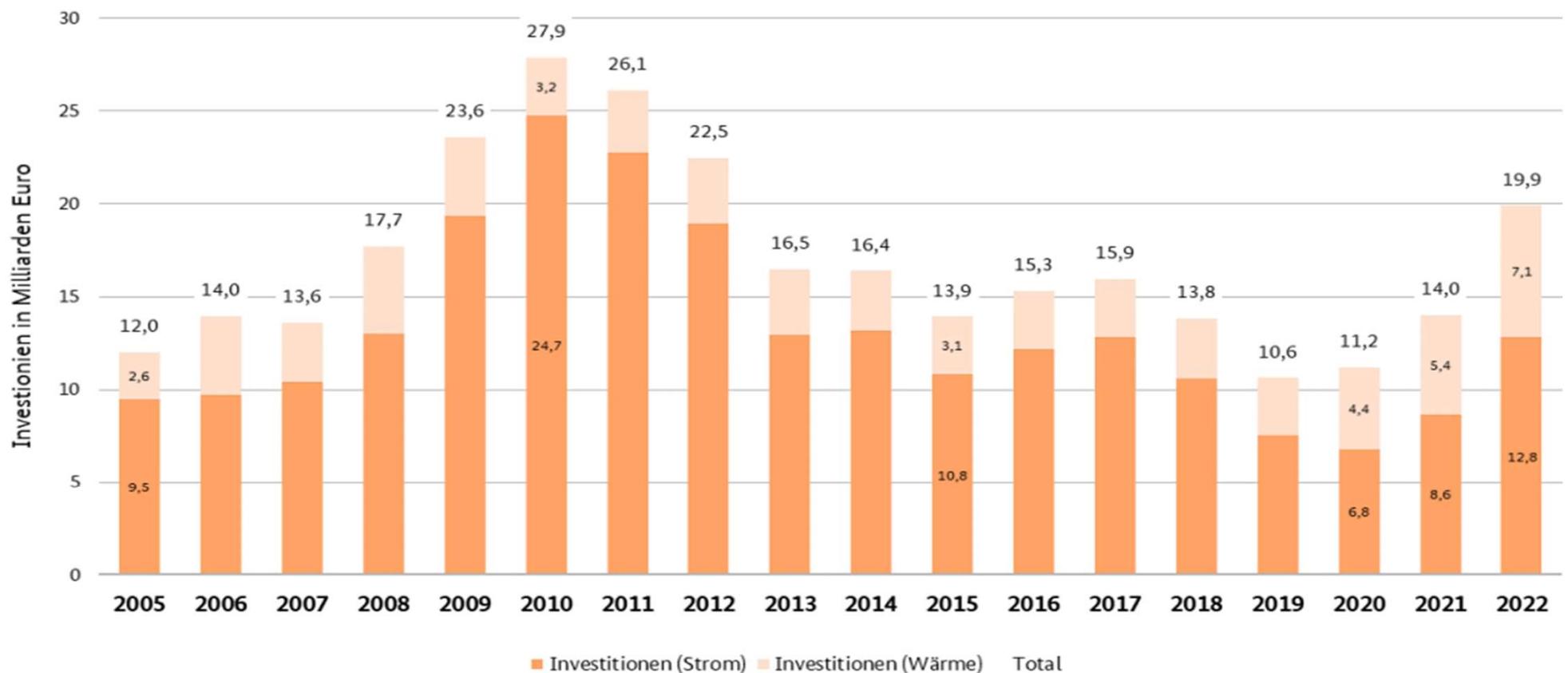
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2023

Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom und Wärme in Deutschland 2005-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 19,910 Mrd. €

Beiträge Strom 12,8 Mrd. € (Anteil 64,3%), Wärme 7,1 Mrd. € (Anteil 35,7%)

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland (Aufteilung in Strom und Wärme)



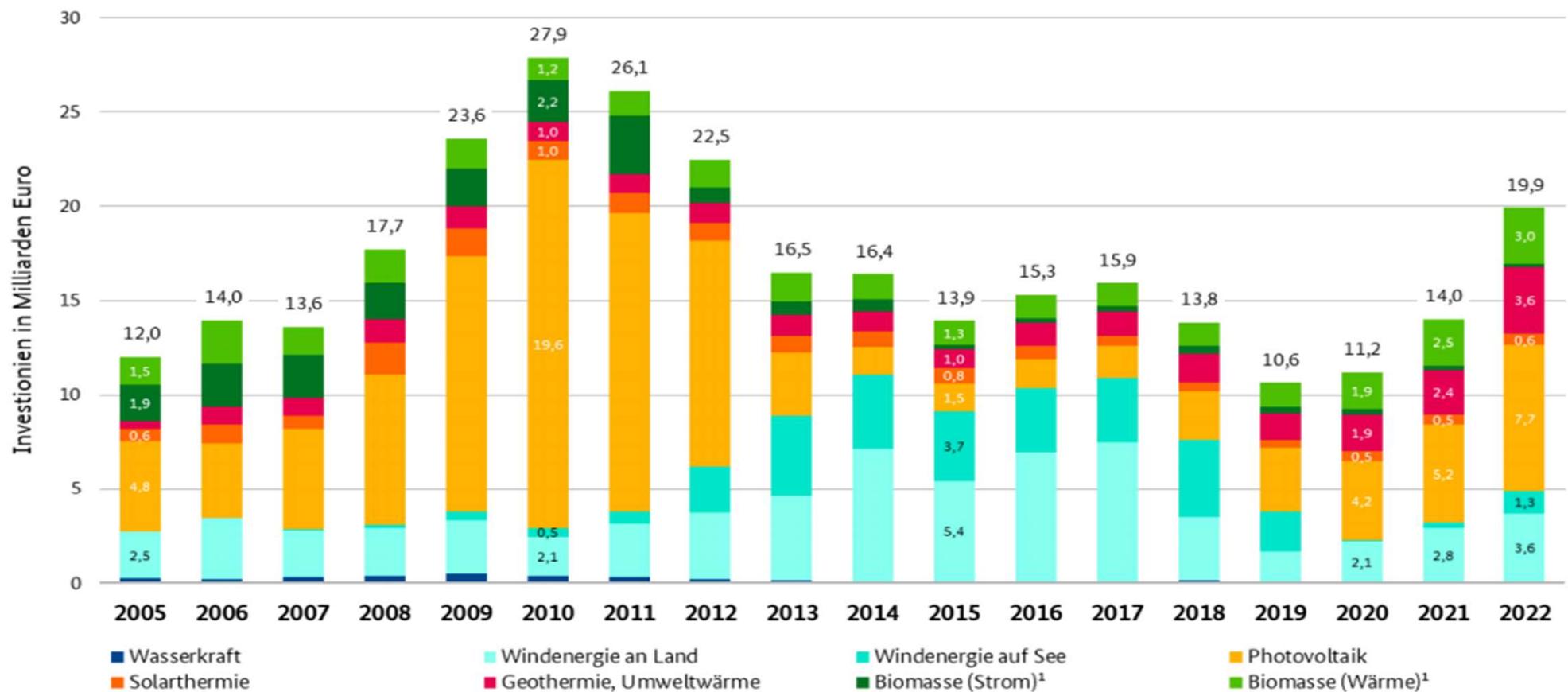
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2005-2022 (3)

Jahr 2022: Gesamt 19,910 Mrd. €

Beiträge Strom 12,8 Mrd. € (Anteil 64,3%), Wärme 7,1 Mrd. € (Anteil 35,7%)

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

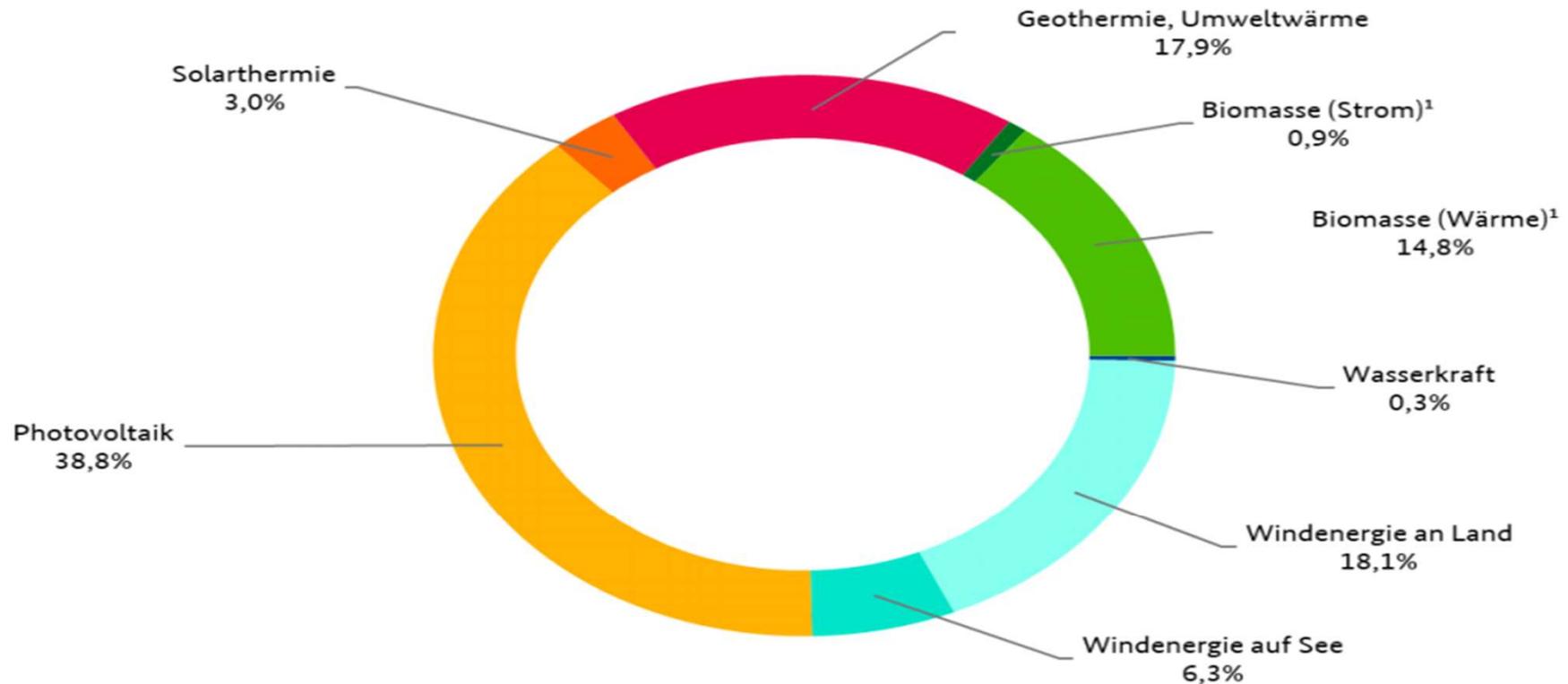
Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2022 (4)

Gesamt 19,910 Mrd. €

Beiträge Strom 12,8 Mrd. € (Anteil 64,3%), Wärme 7,1 Mrd. € (Anteil 35,7%)

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland im Jahr 2022

Gesamtes Investitionsvolumen: 19,9 Mrd. Euro



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023

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

Quellen: BMWI - EE in Deutschland bis 2022, Grafiken/Zahlenreihen 2/2023

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2010-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 23,75 Mrd. €

Beiträge Strom 9,5 Mrd. € (40,0%), Wärme 7,57 Mrd. € (31,9%), Kraftstoffe 6,68 Mrd. € (28,1%)

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geo- thermie & Umwelt- wärme	Biomasse			Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	Kraft- stoffe	
Millionen Euro										
2010	170	970	20	770	170	620	2.770	2.880	2.920	11.290
2011	190	1.060	30	1.040	190	730	3.180	2.870	3.690	12.980
2012	190	1.200	60	1.250	210	820	3.870	3.120	3.720	14.440
2013	200	1.360	130	1.360	230	900	4.020	3.320	3.050	14.570
2014	200	1.550	210	1.400	240	1.000	4.300	3.030	2.640	14.570
2015	200	1.730	280	1.420	260	1.090	4.440	3.190	2.440	15.050
2016	210	1.890	350	1.440	270	1.180	4.430	3.390	2.560	15.720
2017	210	2.080	420	1.470	290	1.280	4.450	3.410	2.710	16.320
2018	210	2.230	500	1.500	300	1.390	4.470	3.430	2.700	16.730
2019	220	2.300	560	1.540	310	1.510	4.560	3.450	2.830	17.280
2020	230	2.300	600	1.590	320	1.650	4.580	3.470	3.540	18.280
2021	230	2.310	620	1.660	330	1.840	4.320	3.870	4.980	20.160
2022	230	2.290	650	1.750	340	2.100	4.580	5.130	6.680	23.750

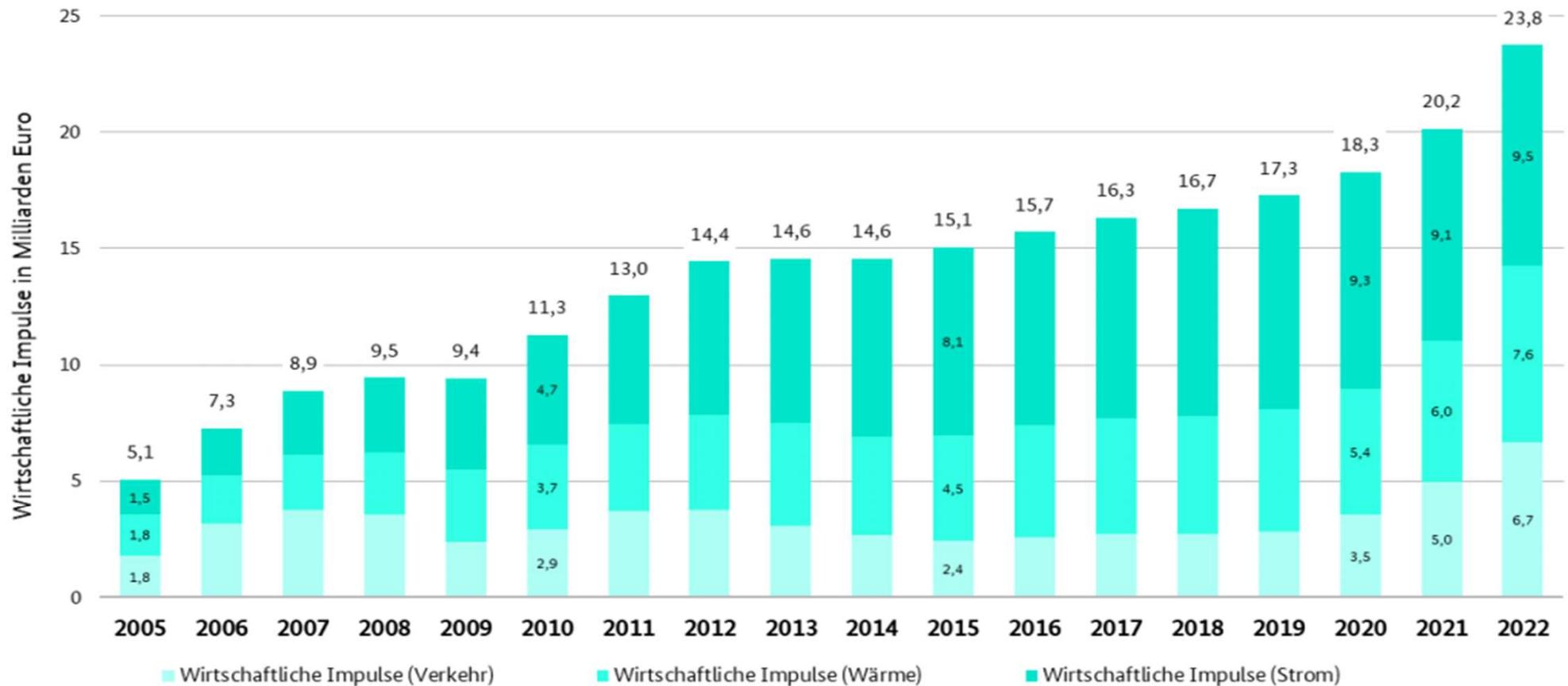
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2023

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2005-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 23,75 Mrd. €

Beiträge Strom 9,5 Mrd. € (40,0%), Wärme 7,57 Mrd. € (31,9%), Kraftstoffe 6,68 Mrd. € (28,1%)

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland (Aufteilung in Strom, Wärme und Verkehr)



Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

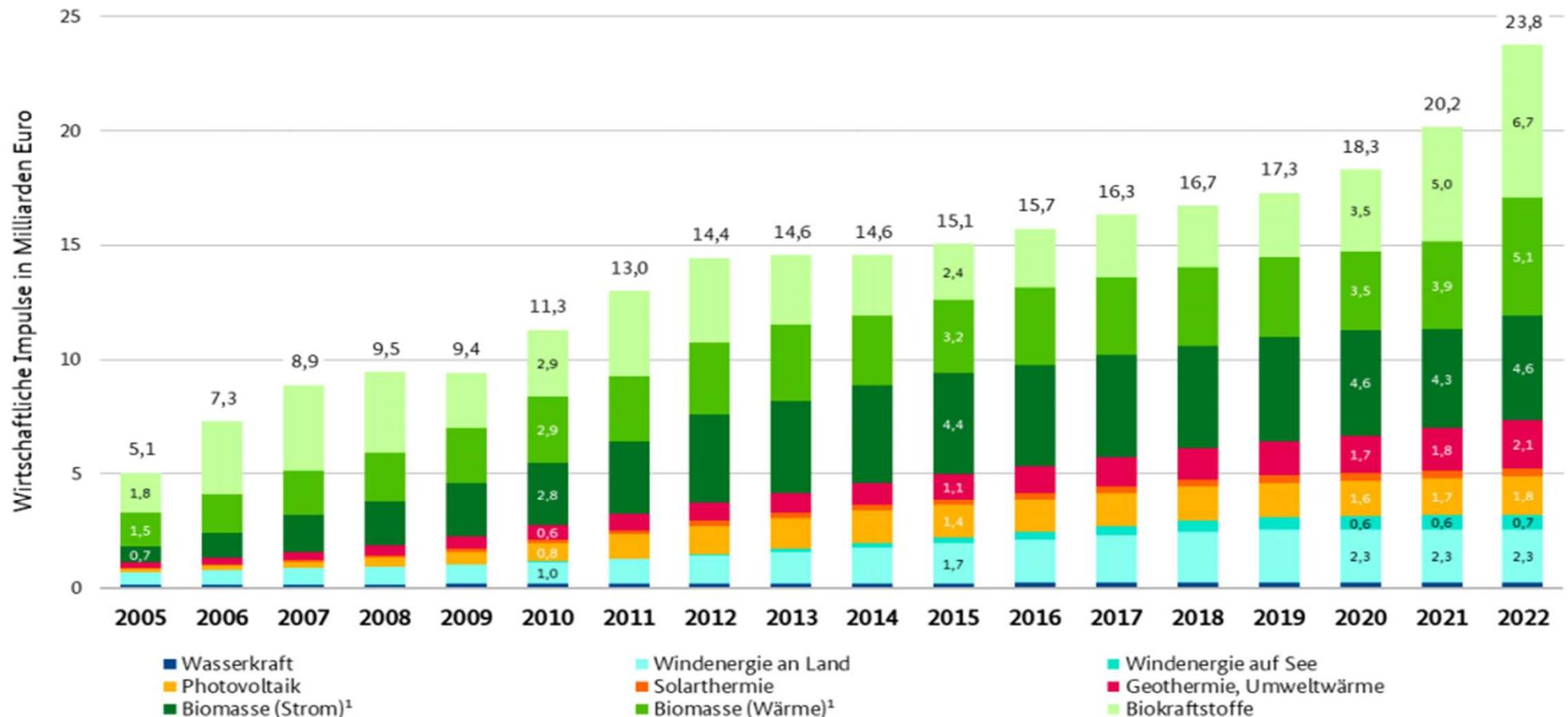
Quellen: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von **Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr** in Deutschland 2005-2022 (3)

Jahr 2022: Gesamt 23,75 Mrd. €

Beiträge Strom 9,5 Mrd. € (40,0%), Wärme 7,57 Mrd. € (31,9%), Kraftstoffe 6,68 Mrd. € (28,1%)

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

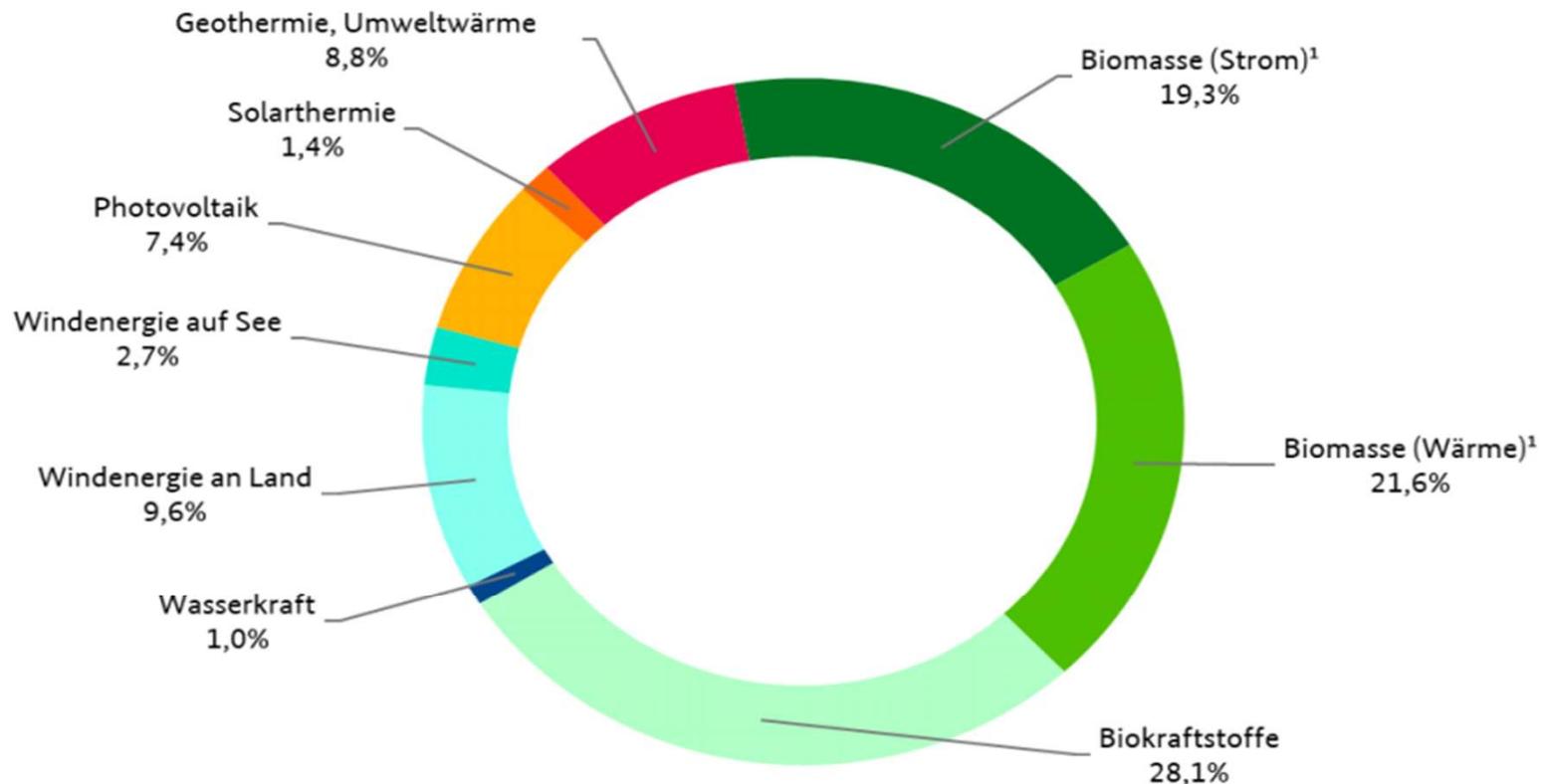
Wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2022 (4)

Jahr 2022: Gesamt 23,75 Mrd. €

Beiträge Strom 9,5 Mrd. € (40,0%), Wärme 7,57 Mrd. € (31,9%), Kraftstoffe 6,68 Mrd. € (28,1%)

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen im Jahr 2022

Gesamt: 23,8 Mrd. Euro



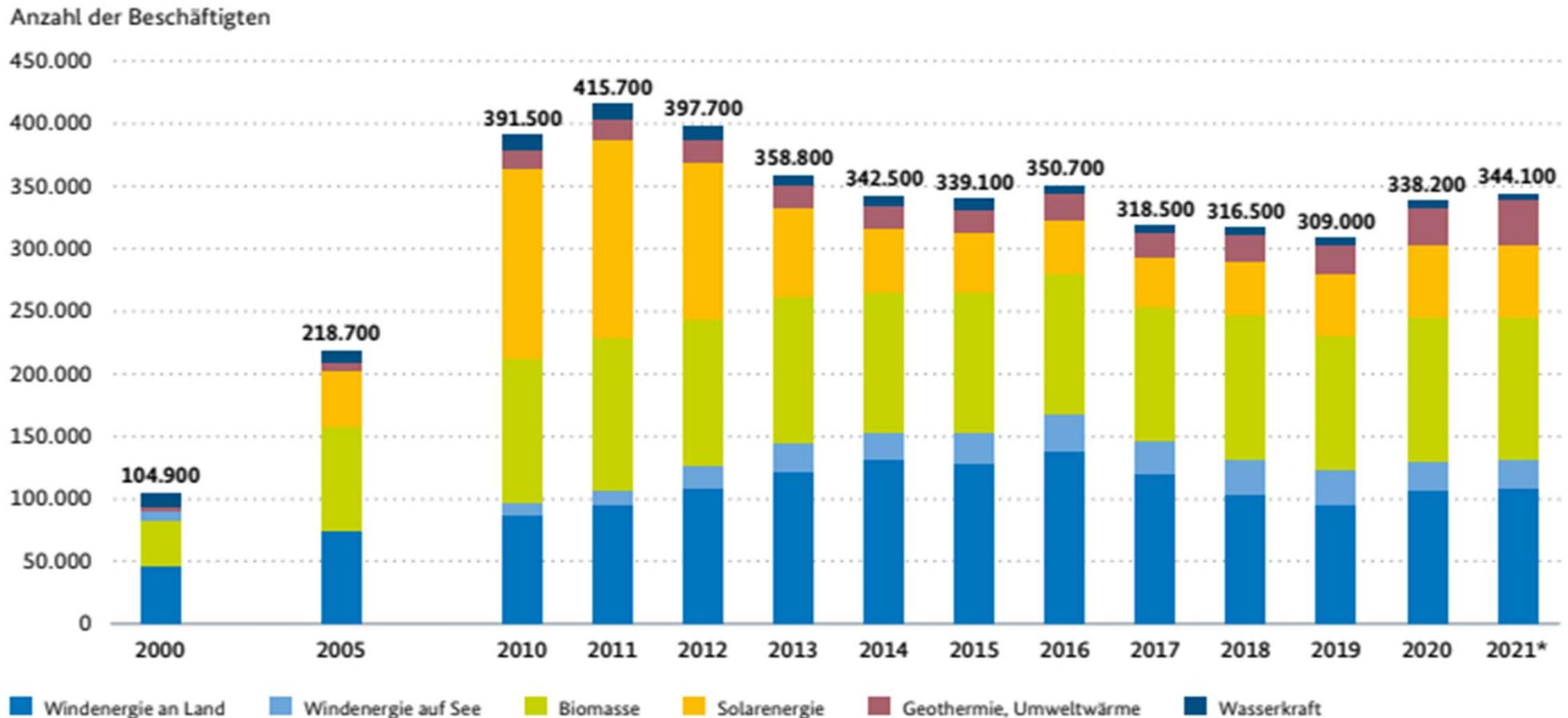
¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

Entwicklung Bruttobeschäftigte durch **erneuerbare Energien** nach **Technologien** in Deutschland 2000-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 344.100 Beschäftigte

Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



* vorläufige Angaben

Quelle: DIW, DLR, GWS [18]

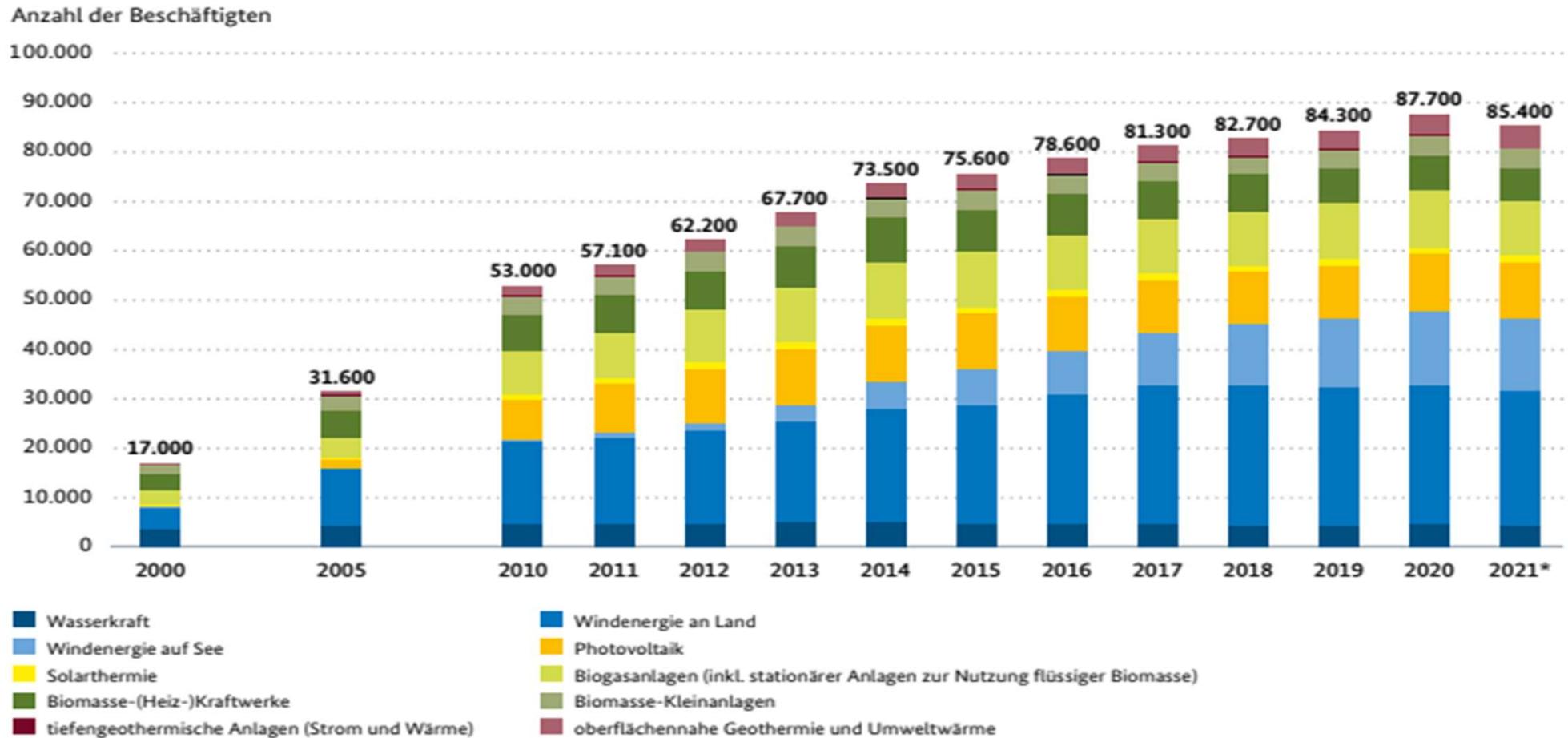
* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2021, S. 52, 10/2023

Entwicklung Beschäftigte in Betrieb und Wartung von erneuerbaren Energien-Anlagen nach Technologien in Deutschland 2000-2021 (2)

Jahr 2021: Gesamt 85.400 Beschäftigte

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



* vorläufige Angaben

Quelle: DIW, DLR, GWS [18]

* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2023

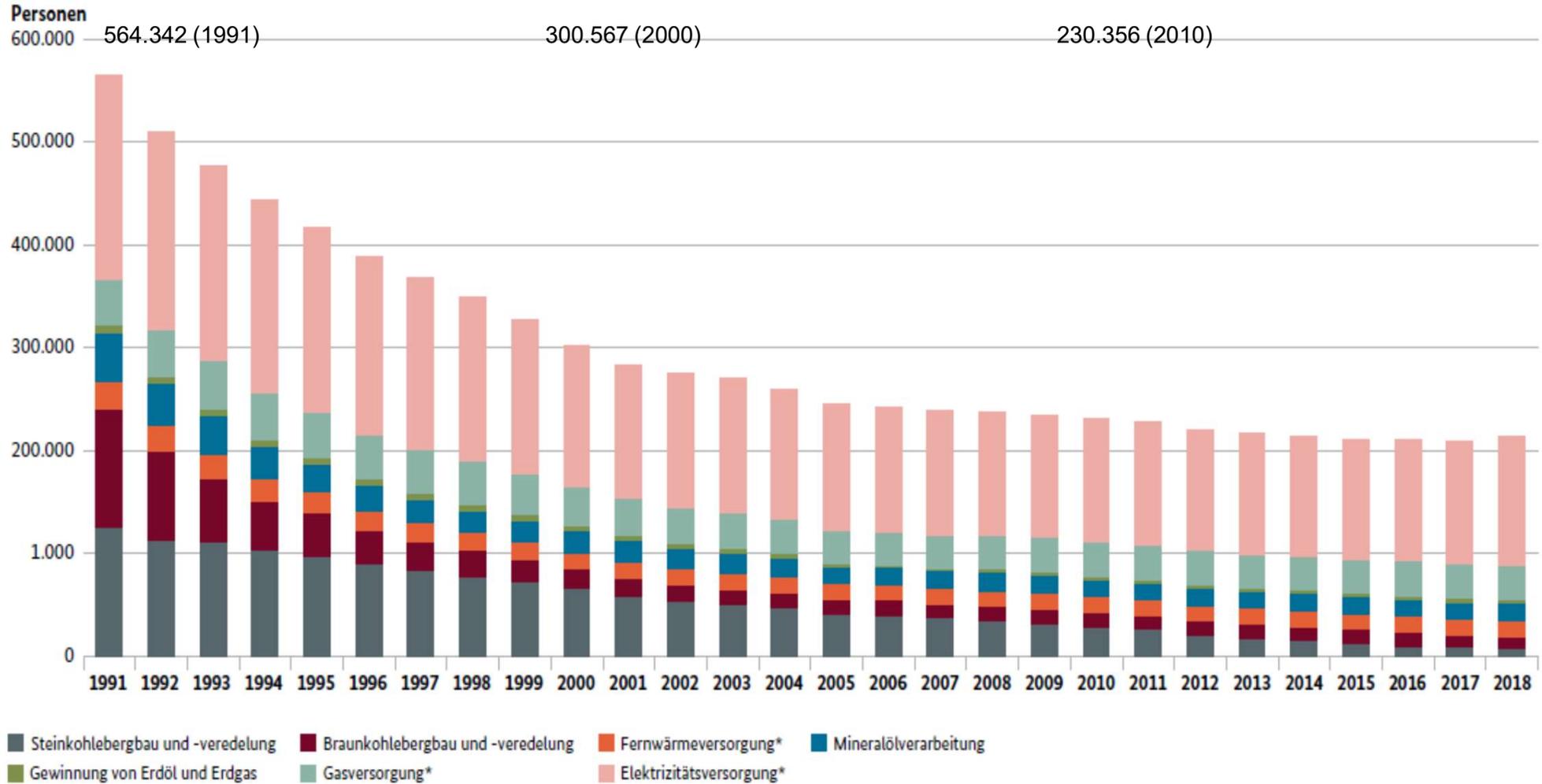
Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2021, S. 53, 10/2023

Entwicklung der Beschäftigten in der Energiewirtschaft ohne erneuerbare Energien in Deutschland 1991-2018 (1)

Jahr 2018: Gesamt 212.833 Beschäftigte ; Veränderung 1991/2018 – 62,3%

davon Elektrizitätsversorgung (Anteil 59,6%), Veränderung 1991/2018 – 36,8%

2. Beschäftigte im Energiesektor



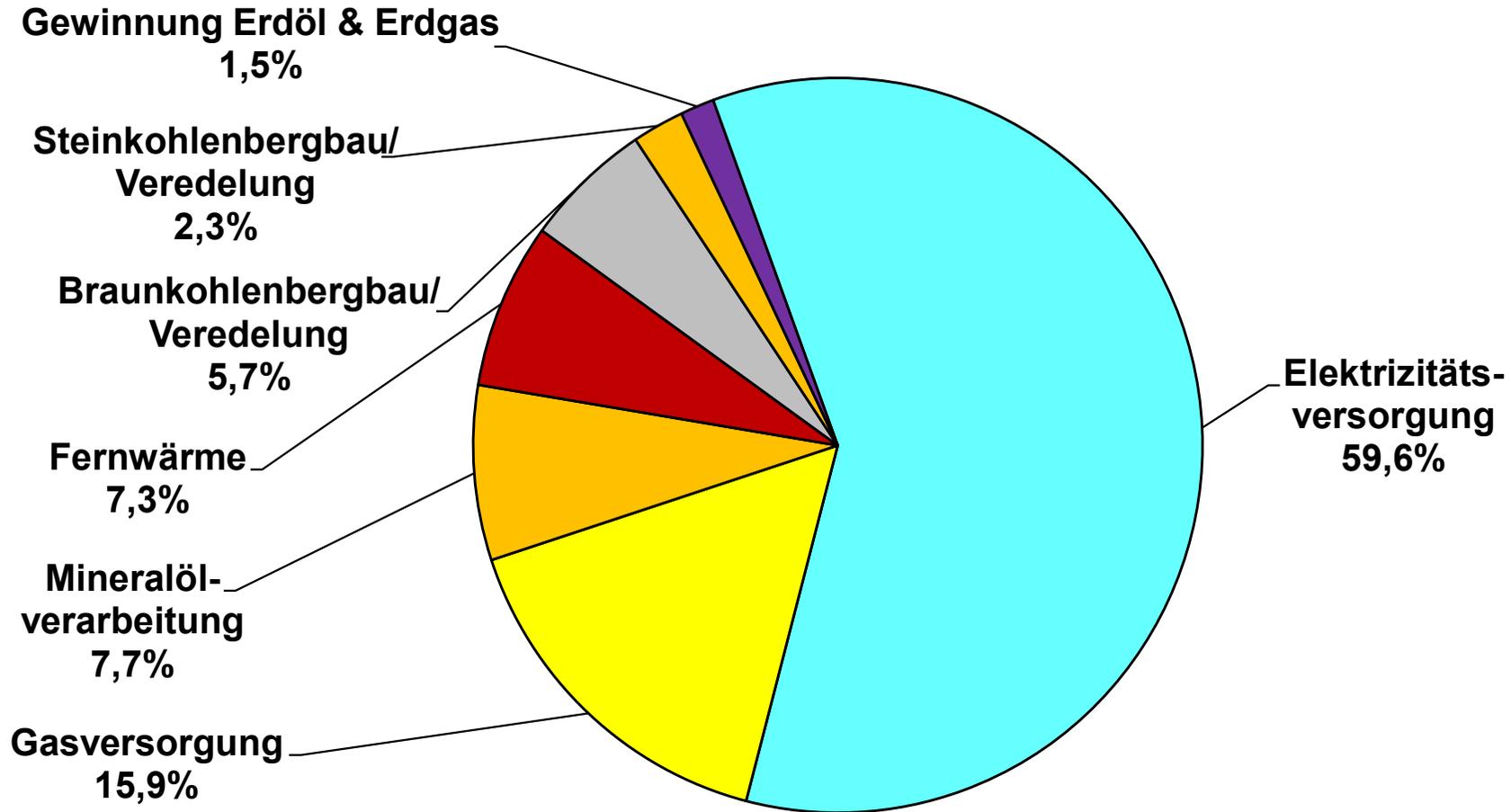
* vorläufig

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Statistik der Kohlenwirtschaft, Bundesverband Braunkohle, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband

aus BMWI- Energiedaten, Gesamtausgabe, Grafik/Tab. 2; 9/2019

Beschäftigte im Energiesektor ohne erneuerbare Energien in Deutschland 2018 (2)

Jahr 2018: Gesamt 212.833 Beschäftigte ; Veränderung 1991/2018 – 62,3%*



Grafik Bouse 2019

Die Elektrizitätsversorgung dominiert bei den Beschäftigten mit 59,6%

* Daten 2018 vorläufig, Stand 9/2019

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Statistik der Kohlenwirtschaft, Bundesverband Braunkohle, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband aus BMWI- Energiedaten, Gesamtausgabe, Grafik/Tab. 2; 9/2019

Energie & Förderung, Gesetze

Einleitung und Ausgangslage:

Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung und Gesetze in Deutschland, Auszug (1)

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 4 Agri-PV (Landwirtschafts-Photovoltaik-Kombinationen): Kombinierte Flächennutzung durch PV-Systeme und zur landwirtschaftlichen Produktion (z.B. bei Obstbaumplantagen).
- Floating PV (schwimmende Photovoltaikanlagen): schwimmende PV-Anlagen zum Beispiel auf Tagebaugewässern wie Kiesgruben.
- Moor-PV: PV-Systeme auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden. Voraussetzung für die Förderung ist die Wiedervernässung dieser entwässerten Moorböden. Einerseits soll so die Wiedervernässung als Beitrag zum Klimaschutz vorangebracht werden und gleichzeitig können die Flächen für PV-Stromerzeugung genutzt werden.

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

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

Quelle: Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 [8]

Einleitung und Ausgangslage:

Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung und Gesetze in Deutschland, Auszug (2)

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

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

Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG)

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

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

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

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

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

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

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

EEG-Umlage und deren Abschaffung

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

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

Strom aus erneuerbaren Energien außerhalb des EEG

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

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

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

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

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

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

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

Einleitung und Ausgangslage:

Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung und Gesetze in Deutschland, Auszug (3)

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

Photovoltaikanlagen auf Mehrparteiegebäuden

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

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

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

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

Volleinspeisungs-Modell

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

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

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

Mieterstrom-Modelle

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

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

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

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

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

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

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

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

Balkonkraftwerke

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

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

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

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

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

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

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

Investitionen in erneuerbare Energien als Wirtschaftsfaktor

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

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

Repowering von Windenergieanlagen in Deutschland, Stand 4/2016

Was bedeutet eigentlich „Repowering“?

Mit halb so vielen Windrädern das Fünffache leisten? Klingt utopisch, ist es aber nicht. Repowering bei Windrädern holt das zügliche aus der Kraft des Windes. Wie? Das lesen Sie hier.

Darum geht's: „Tuning“ für Windparks

Licht an, Verschwendung aus: Eine Energiesparlampe macht das Wohnzimmer genauso hell wie eine herkömmliche Lampe – bloß mit weniger Strom. Also: Gleiches Ergebnis mit weniger Aufwand. Steckt man mehrere Energiesparlampen in einen Kronleuchter, strahlt der Raum noch heller als mit einer klassischen Glühbirne – ohne, dass die Stromrechnung steigen muss. Mit anderen Worten: besseres Ergebnis mit gleichem Aufwand. Gestatten, das Effizienzprinzip: „Gleiches Ergebnis mit weniger Einsatz“ oder „Besseres Ergebnis mit demselben Einsatz“. Soweit, so theoretisch. In der Praxis gibt es Methoden, die beide Effekte kombinieren. Sie machen nicht nur mehr aus „demselben“, sie machen sogar mehr aus „weniger“. „Repowering“ ist eine davon.

Aus alt mach effizient

Repowering ist Englisch und wird in der Fachwelt mit „Kraftwerkserneuerung“ übersetzt. Die Idee: Ältere Anlagen oder Teile davon werden durch moderne und leistungsfähigere ersetzt. Dieses „Tuning“ kann grundsätzlich alle Arten von Kraftwerken betreffen. Besonders spannend ist aber der Blick auf Windräder. Beim Repowering wird häufig ein größerer Windpark mit vielen älteren Anlagen durch einen neuen Windpark mit oft deutlich weniger Anlagen ersetzt. Die neuen Anlagen sind dann in aller Regel viel leistungsstärker und effizienter. Oft kann auf der gleichen Fläche mit weniger Anlagen mehr Strom eingespeist werden.

Immer noch zu theoretisch? Dann werfen wir einen Blick nach Galmsbüll in Nordfriesland. Schon vor zehn Jahren zeigte sich dort den rund 600 Einwohnern, was Repowering leisten kann. 2005 drehten sich in Galmsbüll fast 60 Windräder. Alle zusammen produzierten sie etwa zwölf Megawatt (MW) Strom. Dann kam das Repowering. 38 Windenergieanlagen verschwanden – und die Gesamtleistung stieg auf mehr als 60 MW. Halb so viele Anlagen leisten jetzt also das Fünffache.

2015: 18 Prozent repowert

Chancen wie diese gibt es überall hierzulande. Immerhin drehten Ende 2015 in Deutschland 25.980 Windräder an Land ihre Rotorblätter. Viele davon sind älter als zehn Jahre. Von den modernen Anlagen, die vergangenes Jahr in Betrieb gingen, bauten 18 Prozent auf bestehenden Windrädern auf – die alten Anlagen wurden also „repowert“. Besonders viele dieser Windräder drehen sich in Schleswig-Holstein: Hier lag 2015 die Repowering-Quote bei mehr als 25 Prozent. Zum Vergleich: In Bayern betrug sie weniger als ein Prozent.

Ruhiger, leiser, verträglicher

Neben allen technischen Vorzügen leistet Repowering auch einen wichtigen Beitrag für die Energiewende. Sie bietet die Chance auf mehr Akzeptanz für den Umbau unseres Energiesystems. Insbesondere deshalb, weil „gemächliche“ Windenergieanlagen verträglicher wirken als rasende Rotoren. Drehten sie sich in den Neunzigerjahren bis zu 60 Mal pro Minute, sind es heute nur noch zu bis 20 Umdrehungen. Im Vergleich wirkt ein repowerteter Windpark also deutlich ruhiger auf den Betrachter.

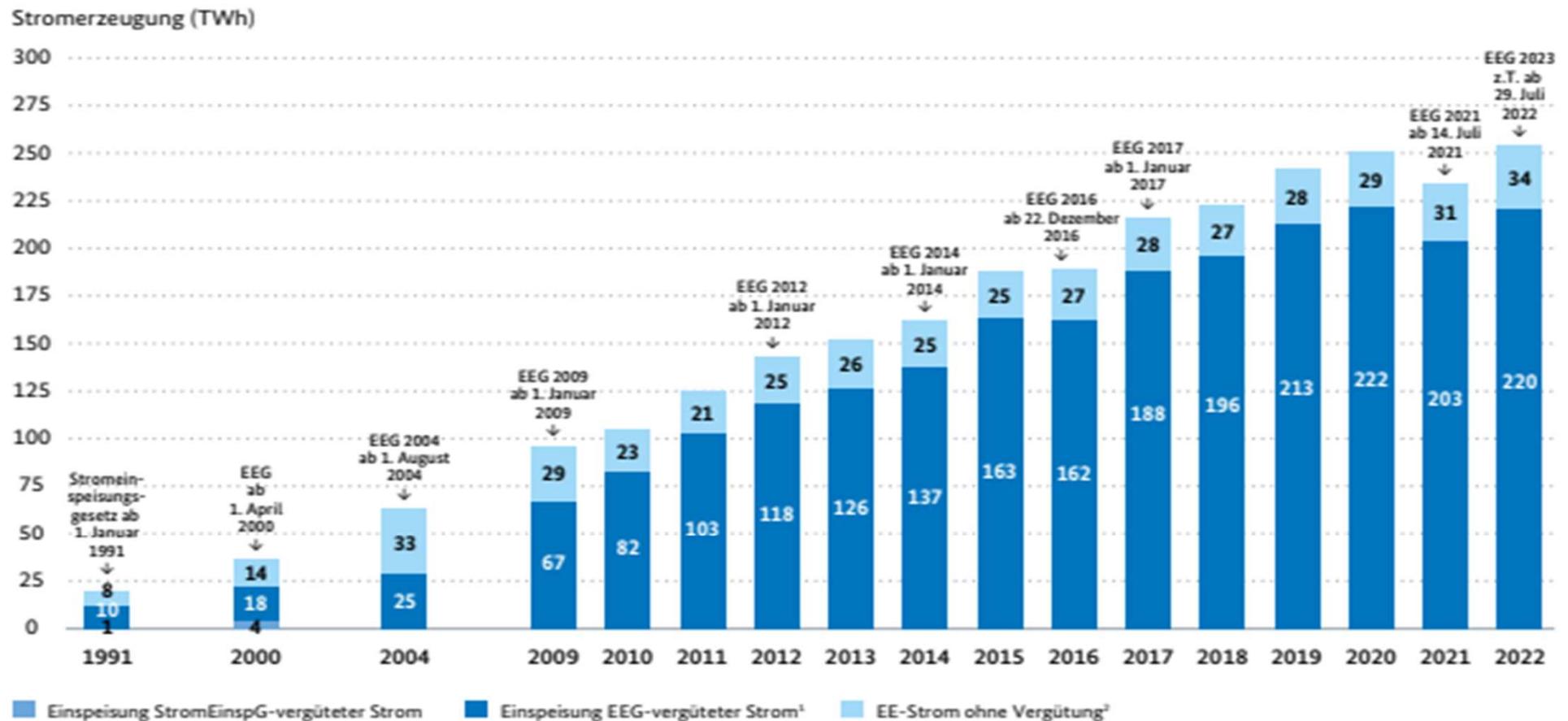
Rückenwind durch die Forschung

In den vergangenen Jahren hat die Forschung für erneuerbare Energien dafür gesorgt, dass der Mensch die Kraft des Windes immer besser nutzen kann. Im Jahr 1980 beispielsweise waren Windräder im Schnitt nur 30 Meter hoch. Heute sind es mehr als hundert Meter. Entsprechend größer ist die Stromausbeute. Ein durchschnittliches Windrad sorgte 1980 für 35.000 Kilowattstunden Strom im Jahr. Damit wären heute zehn normale Haushalte versorgt. Festhalten: Moderne Windräder können heute das 600-fache schaffen.

Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 254 TWh (Mrd. kWh), davon Beitrag EEG 220 TWh
 EE-Anteil am Gesamt BSV 42,6% bzw. am Gesamt-BSE 44,1% ¹⁾

Abbildung 27: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach Stromeinspeisungs- und Erneuerbare-Energien-Gesetz



1 EEG-vergüteter, eingespeister und selbstverbraucher Strom

2 Stromerzeugung aus großer Wasserkraft, aus Biomasse (Mitverbrennung in konventionellen Kraftwerken inkl. biogener Anteil des Abfalls) sowie Einspeisung und Eigenerzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie ohne EEG-Vergütungsanspruch

Jahr 2022: BSE 578 TWh; BSV 551 TWh mit Speicherstrom

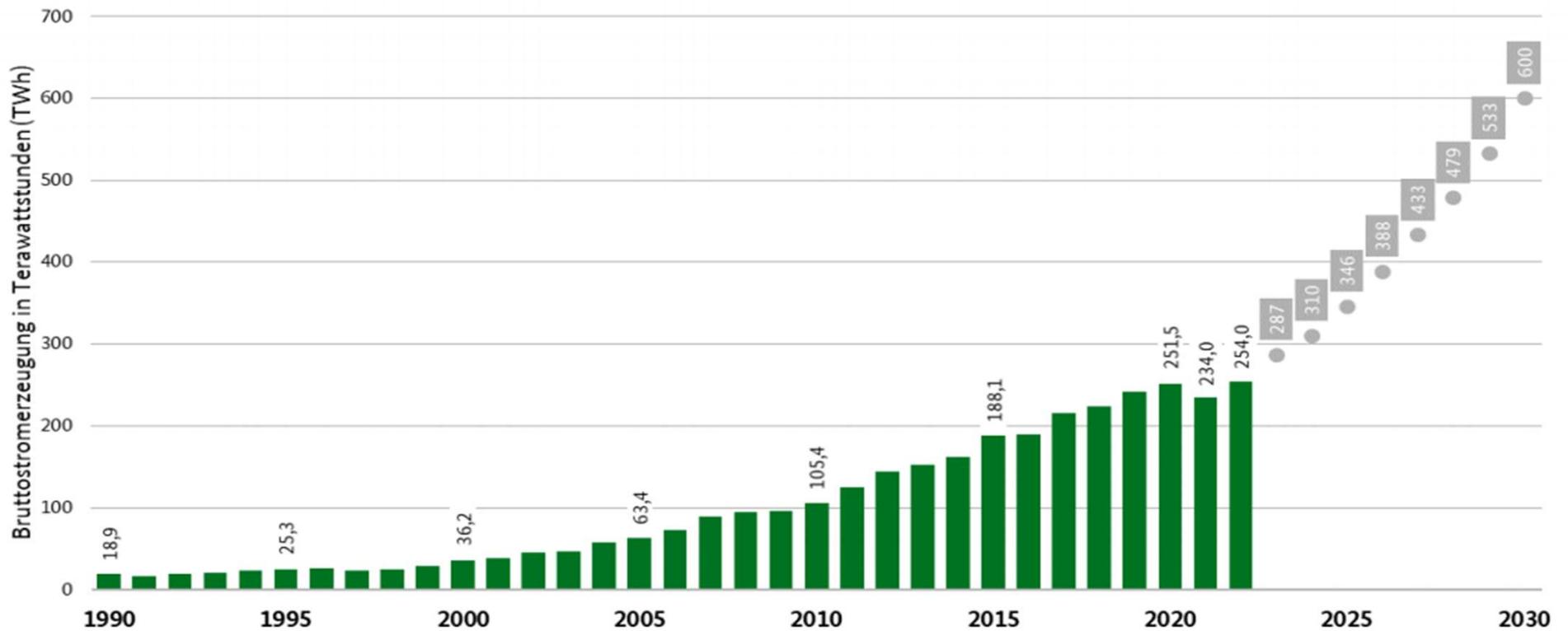
Quelle: BMWK, auf Basis der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB [13])

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Strommengenpfad nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 1990-2022, Ziele bis 2030 (2)

Jahr 2022: BSE 254,0 TWh, Jahr 2030: 600 TWh

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland

sowie Strommengenpfad der Bundesregierung nach Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG 2023)



Zielwerte der Jahre 2023 bis 2030 nach EEG 2023.

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland 2018-2022, Auszug (1)

Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Die Forschungsförderung für die Energiewende ist ein wichtiger Baustein, damit Deutschland von der Erzeugung bis zum Verbrauch klimafreundlicher, effizienter und unabhängiger von Energieimporten wird. Mit dem Energieforschungsprogramm unterstützt die Bundesregierung die Klimaschutzziele und setzt gleichzeitig auf das Erforschen und Entwickeln von Effizienzpotenzialen, das Erschließen von mehr heimischen erneuerbaren Energiequellen und das intelligente Verknüpfen von Technologien im Rahmen der Sektorkopplung.

Seit 2018 läuft das 7. Energieforschungsprogramm unter der Federführung des BMWK und der Beteiligung der Ministerien BMBF, BMEL sowie BMUV. Im jährlich veröffentlichten Bundesbericht Energieforschung informiert das BMWK über die vielfältigen Forschungsaktivitäten im Bereich innovativer Energietechnologien.

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

Durch das BMWK erfolgt eine Unterstützung in der anwendungsnahen Forschung und Entwicklung, von Reallaboren der Energiewende und multilateralen Forschungsk Kooperationen. Ein zentraler

Punkt dabei ist die Stärkung des Technologie- und Innovationstransfers.

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

Ein Beispiel aus der **Windenergie** ist das Verbundvorhaben HiL-GridCoP – Hardware-in-the-Loop-Prüfung der elektrischen Netzverträglichkeit von Multi-Megawatt-Windenergieanlagen mit schnelllaufenden Generatorsystemen:

Die Prüfung der Netzverträglichkeit neuer Windenergieanlagentypen im Rahmen der elektrischen Zertifizierung erfolgt bis heute ausschließlich im Feld. Besondere Belastungssituationen lassen sich nur bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten testen, was die Prüfung teilweise langwierig und schlecht planbar macht. Im Rahmen des Projektes HiL-GridCoP wird ein neuer Prüfstand aufgebaut und eine Prüfmethodik entwickelt, um die elektrische Zertifizierung im Labor automatisiert durchzuführen. Durch die wetterunabhängige Testdurchführung und den deutlich reduzierten logistischen Aufwand verspricht dieses Verfahren eine Absicherung neuer Anlagendesigns zu reduzierten Kosten sowie kürzere und besser planbare Markteinführungszeiten für neue Windenergieanlagentypen.

Neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien in Deutschland 2019-2022 (2)

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

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

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

Quelle: BMWK

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Die wichtigsten Fakten zu den Treibhausgas -Emissionen (THG) in Deutschland 2022; Ziele 2030/45

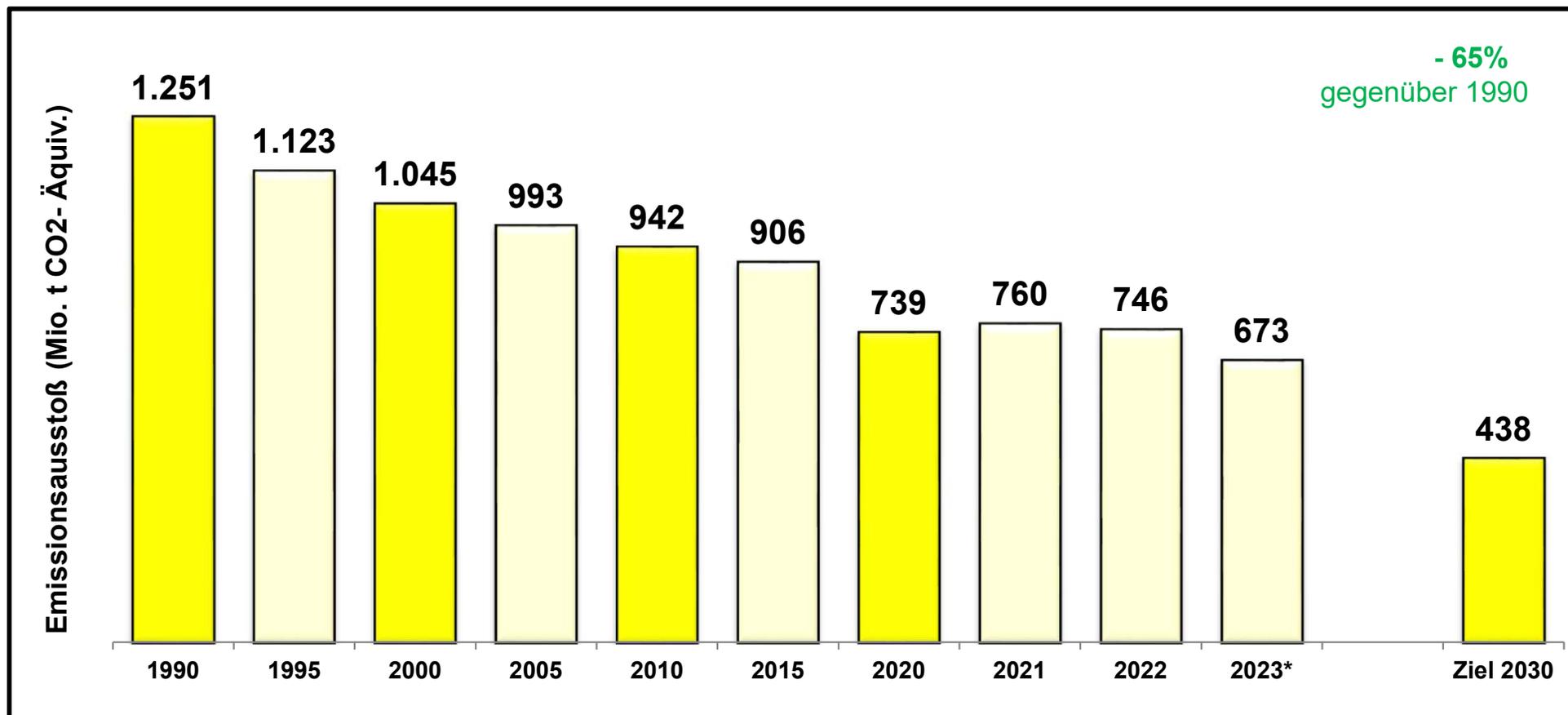
Die wichtigsten Fakten

- Die deutschen Treibhausgas-Emissionen sind laut einer ersten Berechnung zwischen 1990 und 2022 um 40,4 % gesunken.
- Deutschlands Treibhausgas-Emissionen sollen bis 2030 um mindestens 65 % gegenüber den Emissionen von 1990 sinken. Bis 2045 soll die vollständige Treibhausgasneutralität erreicht werden.
- Im Jahr 2022 erreicht Deutschland das für das Jahr 2020 gesetzte Ziel von minus 40 % nur knapp. Ohne massive und rasche zusätzliche Anstrengungen werden auch die weiteren Ziele nicht erreicht.
- Mit dem im Jahr 2021 geänderten Bundes-Klimaschutzgesetz werden die sektoralen Emissionsmengen für das Jahr 2030 deutlich verringert und die zu erreichende Treibhausgas-Neutralität vom Jahr 2050 auf das Jahr 2045 vorgezogen. Zur Erreichung der Klimaschutzziele erarbeitet die Bundesregierung auf Basis des Klimaschutzprogramms 2030 ein Klimaschutzsofortprogramm.

Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (THG) (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2023, Ziel 2030 nach Novelle Klimaschutzgesetz 2023

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO₂-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2023 – 46,2%
8,0t CO₂-Äquivalent/Kopf

ohne CO₂ aus Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)



Grafik Bouse 2024

* Daten 2023 vorläufig; Stand 1/2024 Ziele der Bundesregierung 2020/30

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022/2023: 83,4/83,8 Mio.

1) Basisjahr 1.255 Mio t CO₂äquiv.; Jahr 1990: 1.251 Mio t CO₂äquiv.

Die Emissionen des Basisjahres setzen sich zusammen mit CO₂, CH₄, N₂O aus 1990 und F-Gase HFCs, PFCs und SF₆ aus 1995.

Für das Treibhausgas-Minderungsziel im Rahmen des Kyoto-Prozesses wird je nach emittiertem Gas das Basisjahr 1990 bzw. 1995 zugrunde gelegt.

2) Nachrichtlich Jahr 2021: Schätzung CO₂ aus Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 11,5 Mio t CO₂ äquiv, somit THG mit LULUCF 774 – 11,5 = 762 Mio t CO₂ äquiv.

Quellen: Umweltbundesamt (UBA) aus BMWI Energiedaten, Tab. 10; 1/2022; Stat. BA 3/2022; Agora Energiewende 2023, 1/2024

Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 2023, Auszug (1)

1.1 Sektorüberblick

Deutschlands Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) sanken im Jahr 2023 auf 673 Millionen Tonnen CO₂-Äq (Mio. t CO₂-Äq) und damit auf den niedrigsten Stand seit 70 Jahren. Gegenüber 2022 beträgt der Rückgang 73 Mio. t CO₂-Äq beziehungsweise 10 Prozent. Bezogen auf 1990, das Referenzjahr für Deutschlands Klimaziele, fielen die Emissionen um 578 Mio. t CO₂-Äq beziehungsweise 46 Prozent. Die Emissionen lagen 49 Mio. t CO₂-Äq unter dem aus dem Klimaschutzgesetz für 2023 abgeleiteten Jahresziel von 722 Mio. t CO₂-Äq. Allerdings sind nur rund 15 Prozent des CO₂-Äq-Rückgangs 2023 langfristige Emissionseinsparungen, die sich vor allem aus dem Zubau Erneuerbarer Energien, Effizienzsteigerungen sowie dem Umstieg auf CO₂-Ärmere oder klimafreundliche Brennstoffe beziehungsweise Alternativen ergeben (Abbildung 1_1).

Die Emissionsbilanz des Jahres 2023 war von einem krisen- beziehungsweise konjunkturbedingten Rückgang der Produktion in der energieintensiven

Industrie geprägt. Dieser betrug 11 Prozent¹ gegenüber dem Jahr 2022 und ließ als wesentlicher Faktor den Primärenergieverbrauch auf den niedrigsten Stand seit 1990 sinken, während die gesamte Wirtschaftsleistung nach vorläufigen Zahlen um 0,3 Prozent schrumpfte².

Neben der schwachen Konjunktur führten die gegenüber 2022 deutlich entspanntere Situation am europäischen Strommarkt und ein Rekordjahr für Erneuerbare Energien zu einem Einbruch beim Einsatz von Braun- und Steinkohle. 2023 stammten nur 1.894 Petajoule (541 Terawattstunden) aus diesen Energieträgern, das sind 19 Prozent weniger als 2022 (AGEB 2023a). Somit gehen mindestens 60 Prozent des Emissionsrückgangs gegenüber 2022 auf die gesunkene Kohlenutzung zurück.

Anhaltend hohe Energiepreise trugen ebenfalls zum Rückgang des Energieverbrauchs und damit zu geringeren Emissionen bei. Das Preisniveau lag 2023

im Jahresverlauf noch immer deutlich über den Vorkrisenjahren und führte zu Zurückhaltung beim Verbrauch. Außerdem reduzierte eine milde Witterung den Heizbedarf, was die benötigte Heizenergie und den damit verbundenen CO₂-Ausstoß senkte.

Der Emissionsrückgang von 73 Millionen Tonnen CO₂-Äq gegenüber dem Vorjahr lag damit noch über den Rückgängen in den Jahren 2009 (-67 Mio. t CO₂-Äq) und 2020 (-64 Mio. t CO₂-Äq), als die Wirtschaftsleistung aufgrund der Finanzkrise um -5,7 Prozent beziehungsweise aufgrund der Coronakrise um -3,8 Prozent³ einbrach.

Insgesamt erreichten die Sektoren Energiewirtschaft (-46 Mio. t CO₂-Äq) und Industrie (-20 Mio. t CO₂-Äq) die größten Einsparungen; beide Sektoren haben die Vorgaben des Klimaschutzgesetzes eingehalten. Die Sektoren Gebäude (-3 Mio. t CO₂-Äq) und Verkehr (-3 Mio. t CO₂-Äq) verzeichneten keine signifikanten Emissionsrückgänge und verfehlten ihr Sektorziel zum vierten beziehungsweise dritten Mal in Folge.

Der Landwirtschaftssektor verursachte 61 Mio. t CO₂-Äq, ein Rückgang um 1 Mio. t CO₂-Äq gegenüber dem Vorjahr. Abfallwirtschaft und Sonstige trugen 2023 unverändert 4 Mio. t CO₂-Äq zu den Gesamtemissionen bei.

1.2 Energiewirtschaft

Die Emissionen der Energiewirtschaft sanken im Jahr 2023 auf 210 Mio. t CO₂-Äq und verzeichneten damit ein sattes Minus von 46 Mio. t CO₂-Äq (-18 Prozent gegenüber 2022).

Als einziger Sektor sind der Energiewirtschaft im Klimaschutzgesetz keine expliziten Emissionsziele für jedes Jahr vorgegeben, sondern eine möglichst stetige Verringerung bis zum nächsten Zielpunkt von 108 Mio. t CO₂-Äq im Jahr 2030. Um dieses Ziel zu erreichen, sind zwischen 2022 und 2030 durchschnittlich rund 18,5 Mio. t CO₂-Äq Minderung pro Jahr nötig. Rechnet man dies auf 2023 um, liegt das Zwischenziel bei 238 Mio. t CO₂-Äq. Diese Marke wurde mit 28 Mio. t CO₂-Äq deutlich unterschritten.

¹ Energieintensive Industriezweige (WZ08-B-10): Originalwerte, über das Jahr gemittelt bis einschließlich Oktober.

² VGR des Bundes - Bruttoinlandsprodukt: preisbereinigt, verkettete Volumenangabe bis einschließlich Q3 2023.

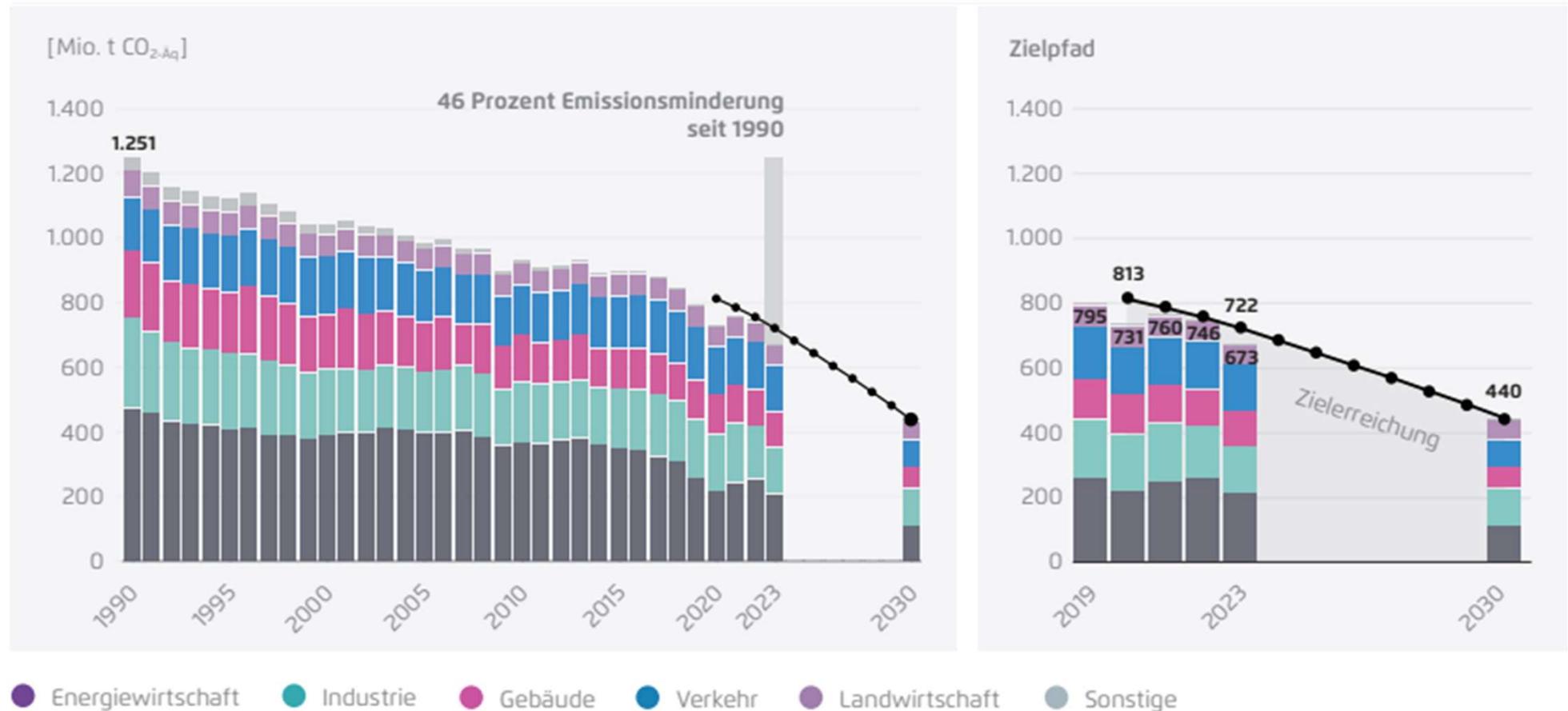
³ VGR des Bundes - Bruttoinlandsprodukt: preisbereinigt, verkettete Volumenangabe

Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 1990-2023, Ziel 2030 (2)

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO₂-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2023 – 46,2%
8,0t CO₂-Äquivalent/Kopf

Treibhausgasemissionen nach Sektoren seit 1990

→ Abb. 1_2



UBA (2023a) • 2023: Prognose von Agora Energiewende basierend auf AGEB (2023a/c), Destatis (2023a/b), DWD (2023), BNetzA (2023a). Zielpfad abgeleitet aus Klimaschutzgesetz

* Daten 2023 vorläufig, Stand: 1/2024

**Ziele der Bundesregierung 2030

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Zensus 2011) 2023: 83,8 Mio

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023, S. 12, 1/2024

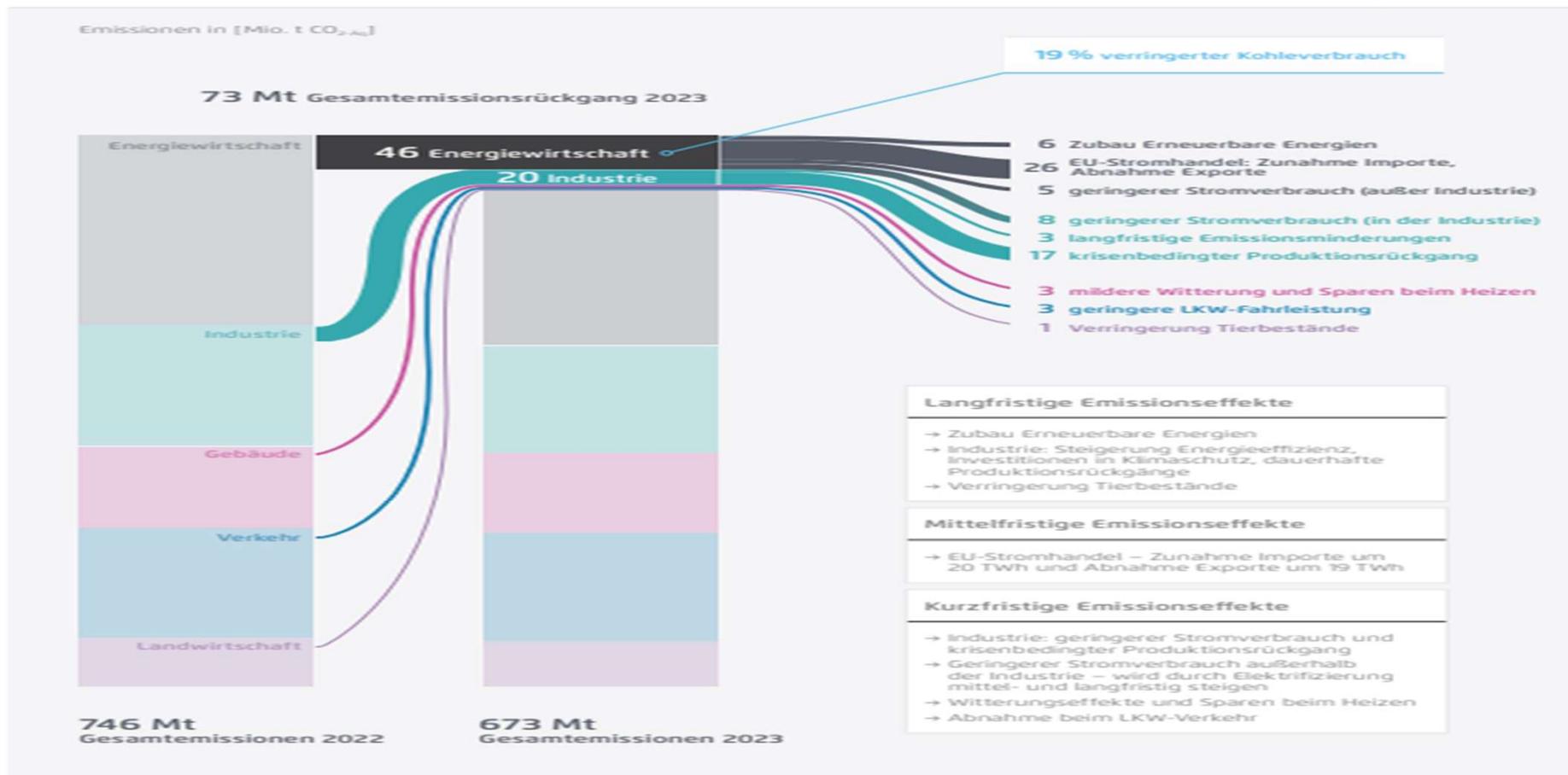
Einleitung und Ausgangslage

Treibhausgasemissionen in Deutschland 2022/23 (3)

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO₂-Äquivalent **ohne LULUCF**; Veränderung 1990/2023 – 46,2%
8,0t CO₂-Äquivalent/Kopf

1 Treibhausgasemissionen

Gesamtemissionen und Emissionsminderung 2023 im Vergleich zu 2022 → Abb. 1_1



UBA (2023a) - 2023: Prognose von Agora Energiewende basierend auf AGEB (2023a/c), Destatis (2023a/b), DWD (2023), BNetzA (2023a). Die Zuschreibung der Emissionsminderung zu den Sektoren bzw. Ursachen erfolgt durch die Auswertung sektor- bzw. branchenspezifischer Produktionsstatistiken in Kombination mit Daten zum Energieverbrauch.

* Daten 2023 vorläufig, Stand: 1/2024

**Ziele der Bundesregierung 2030

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Zensus 2011) 2023: 83,8 Mio

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023, S. 9, 1/2024

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Sektoren in Deutschland 1990/2021 (4)

Jahr 2021: Gesamt 772 Mio. t CO₂-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2021 – 38,2%*
9,3 t CO₂-Äquivalent/Kopf

Pos.	Benennung	Treibhausgase Mio. t CO ₂ -Äquivalent		Anteile 2021 (%)	Veränderung 1990/2021 (%)
		1990	2021		
ohne CO₂ aus Landnutzung Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)					
1	Energiewirtschaft	466	247	32,0	- 47,0
2	Industrie ¹⁾	284	179	23,3	- 37,0
3	Verkehr	164	146	18,9	- 11,0
4	Gebäude ²⁾	210	125	16,2	- 40,5
5	Landwirtschaft	87	66	8,5	- 24,1
6	Abfallwirtschaft + Sonstiges	38	9	1,1	- 76,3
1-6	Gesamt	1.249	772	100	- 38,2
Nachrichtlich		1990	2021	2021	
7	Internationaler Luft- und Seeverkehr	18,6	36,9 (20)	2,3 (20)	+ 98,4
8	LULUCF	- 31	- 16,5 (20)	- 1,8 (20)	- 46,8
1-8	Gesamt mit Nachrichtlich	1.236,6	792,4	100	- 35,9

* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2022

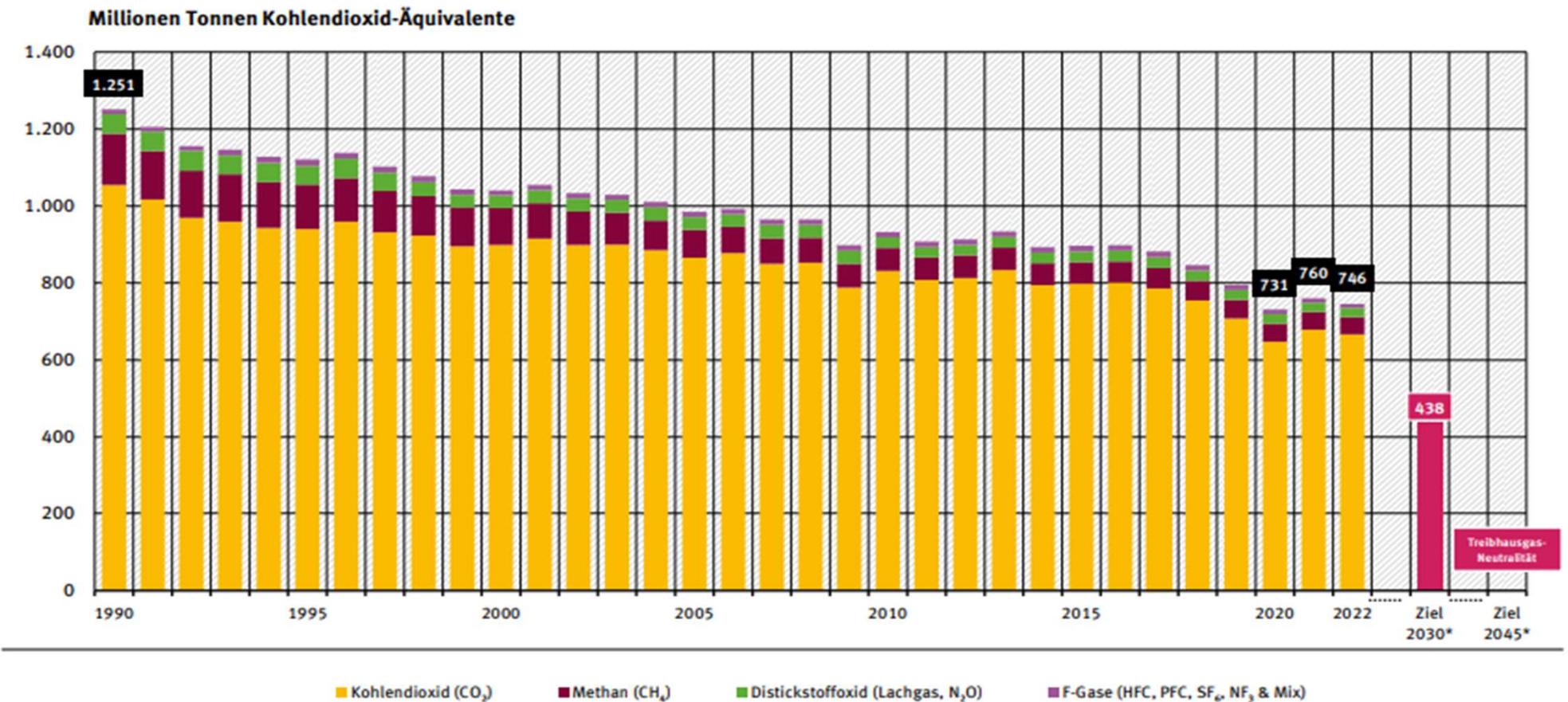
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 83,2 Mio.

Quellen: Agora Energiewende – Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021, Analyse, 1/2022, www.agora-energiewende.de;
BWWI – Energiedaten, Tab. 10, 9/2021; UBA 3/2021

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Gasen (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2022, Ziele 2030/45 (5)

Jahr 2022: Gesamt 746 Mio. t CO₂-Äquivalent; Veränderung 1990/2022 – 40,4%*
8,9 t CO₂-Äquivalent/Kopf

Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen



Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
* angepasste Ziele 2030 und 2045: entsprechend der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12.05.2021

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2021 (Stand 03/2023), für 2022 vorläufige Daten (Stand 15.03.2023)

Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren in Deutschland 2020-2030 (6)

Jahr 2020: Gesamt 739 Mio. t CO₂-Äquivalent **ohne LULUCF**; Veränderung 1990/2021 – 40,8%
8,8 t CO₂-Äquivalent/Kopf

3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren



► Zusammenfassung

Abbildung 12: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren (2020)

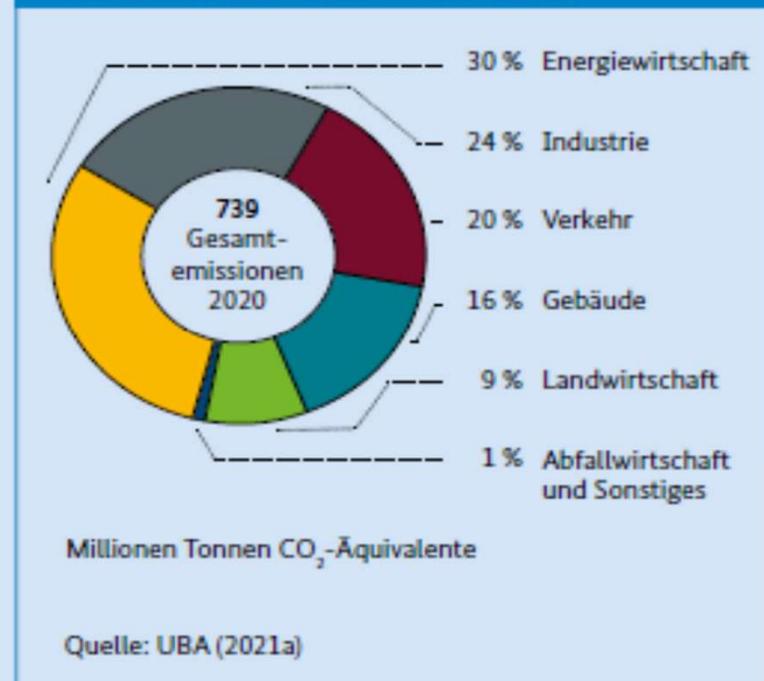
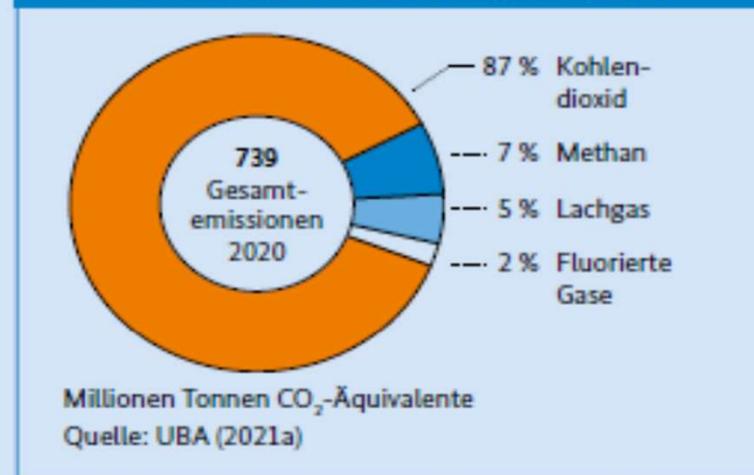


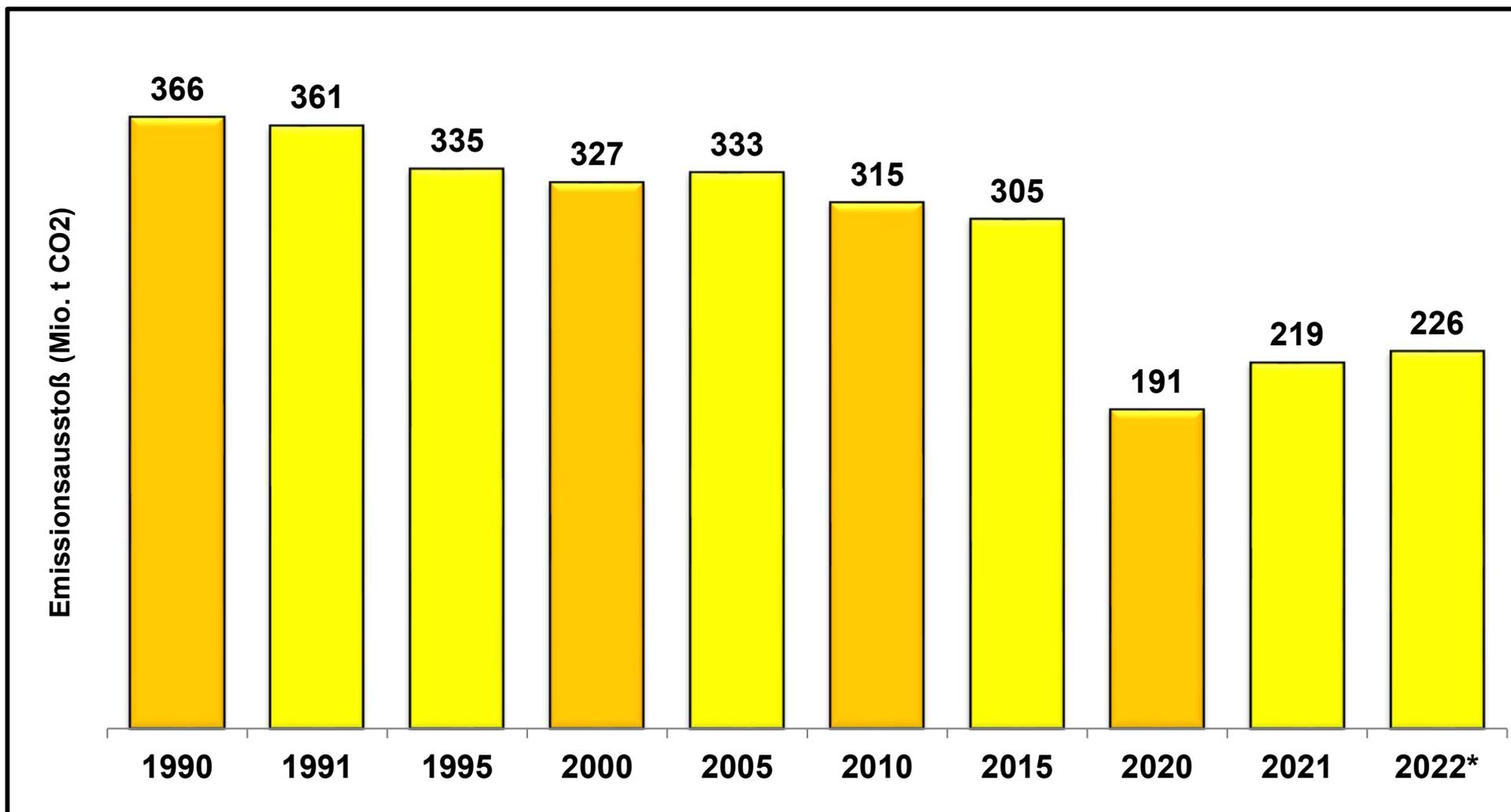
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Treibhausgasen (2020)



In Deutschland wurden im Jahr 2020 rund 739 Millionen Tonnen Treibhausgase freigesetzt. Das sind etwa 70 Millionen Tonnen oder 8,7 Prozent weniger als 2019. Damit setzt sich der positive Trend der Vorjahre fort.

Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid CO₂-Emissionen zur Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 226 Mio. t CO₂; Veränderung 1990/2022 - 38,3%,
Strommix 432 g/kWh



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 1/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,8 Mio.

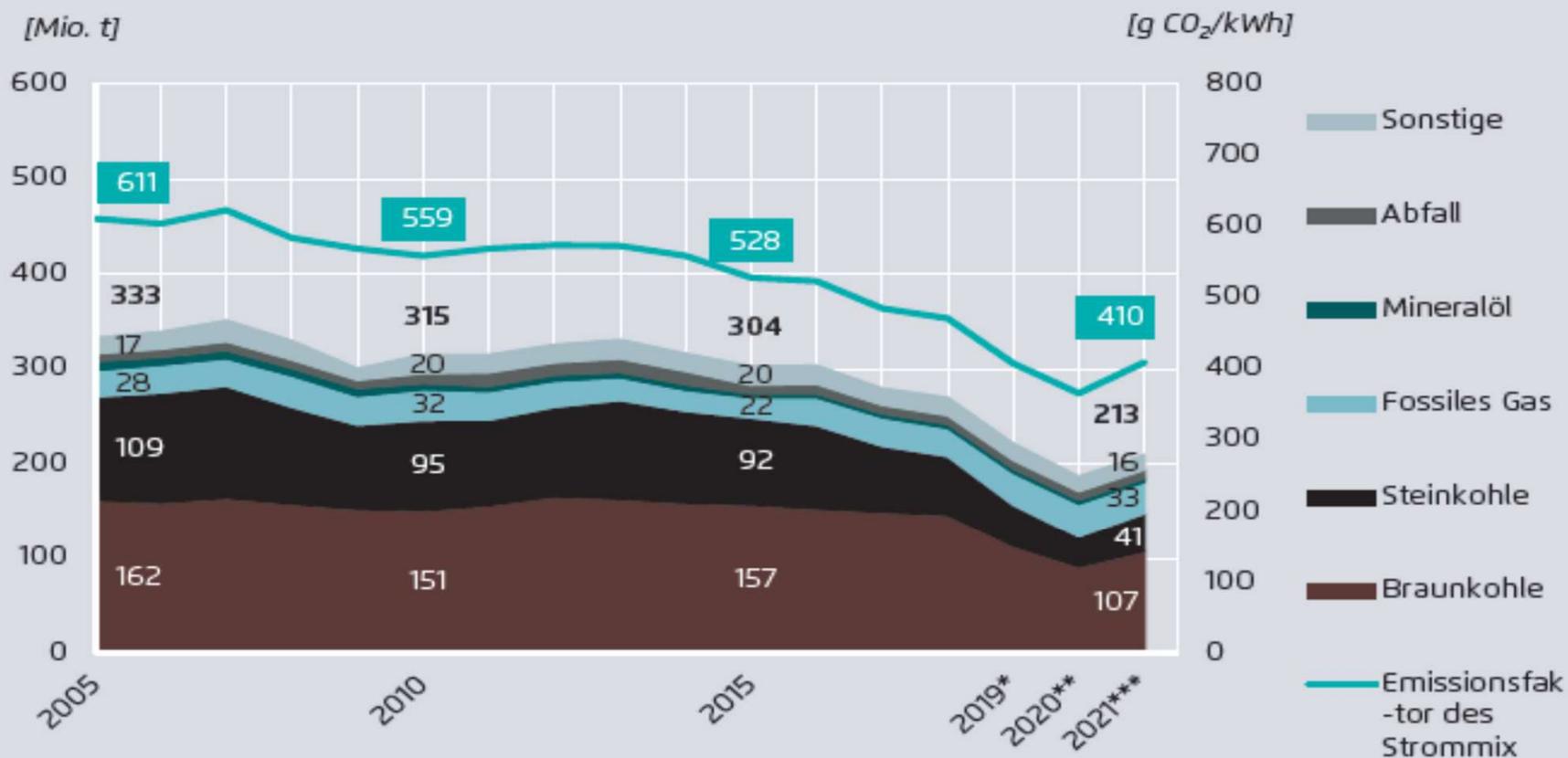
Quellen: Umweltbundesamt (UBA) aus BMWI – Energiedaten gesamt, Tab. 11; 1/2022; Agora Energiewende – Energiewende in Deutschland, Stand der Dinge 2022, 1/2023
aus www.agora-energiewende.de

Entwicklung CO₂-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträger und Beitrag Strommix in Deutschland von 1990 bis 2021 (2)

Jahr 2021:
Gesamt 213 Mio. t CO₂; Veränderung 1990/2020 – 41,8%, 2,6 t CO₂ /Kopf;
Strommix 410 g CO₂ /kWh

Sinkender Erneuerbaren-Anteil wirft Deutschland zurück; 2030 sollen es 80 Prozent sein:
 Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 2000 bis 2021 und Ziele

Abbildung 4-7



Umweltbundesamt (2021b); *vorläufige Angaben, ** Schätzung Umweltbundesamt, ***Berechnungen von Agora Energiewende

* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2022

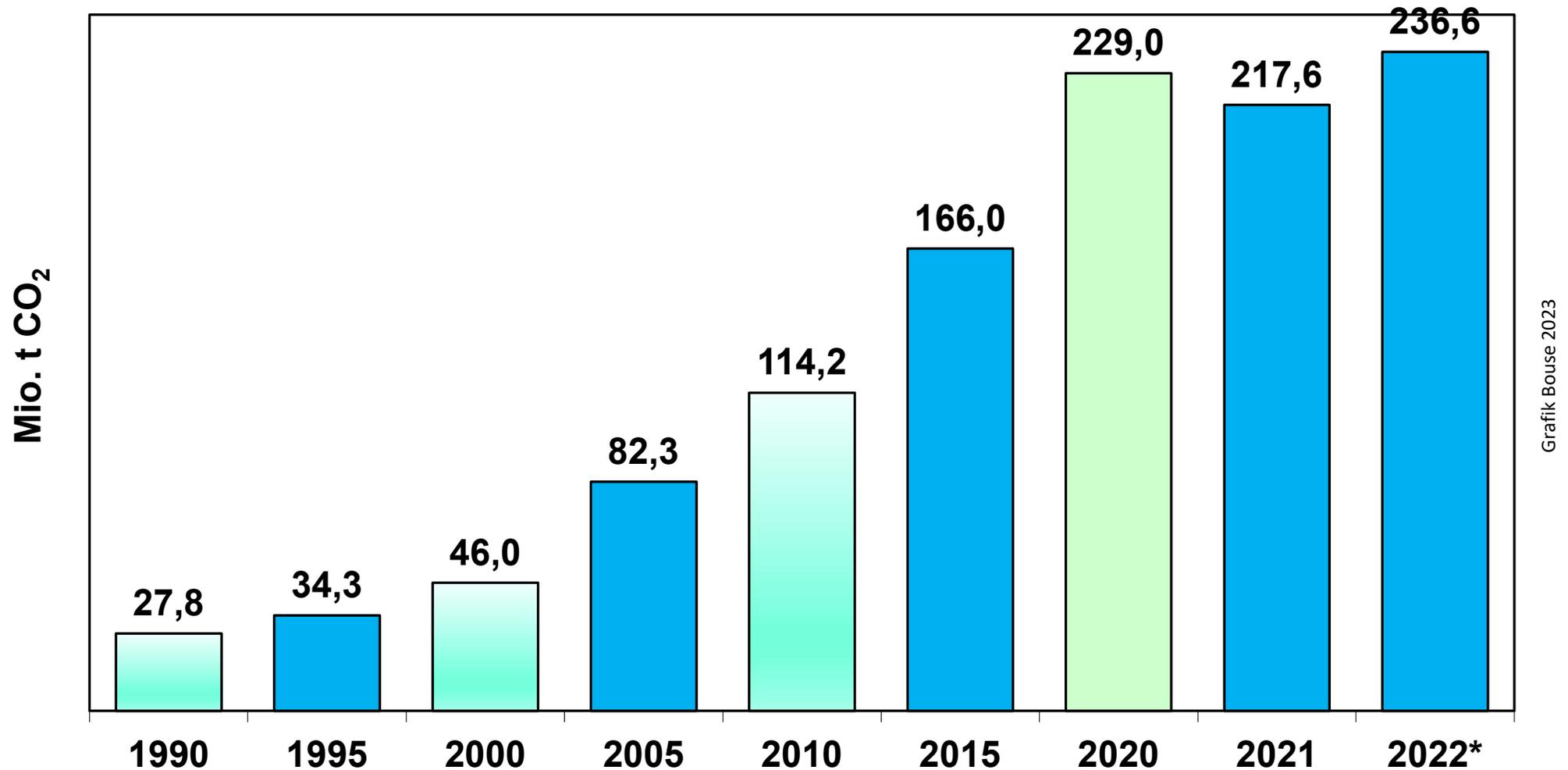
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 83,2 Mio.

Entwicklung vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 236,6 Mio. t CO₂Äquv.,

Strom 180,6 Mio. t CO₂Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO₂Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO₂Äquv., (4,2%)

Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quelle: UBA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“, S. 36-38, 10/2023;
BMWI & AGEE - Entwicklung EE in D 1990-2022, Zeitreihen 2/2023

Entwicklung vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2010-2022 (2)

Gesamt 236,6 Mio. t CO₂Äquv., korrigiert

Strom 180,6 Mio. t CO₂Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO₂Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO₂Äquv., (4,2%)
 Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1%

Tabelle 7

Vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Biomasse			Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	Kraft- stoffe	
Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalent										
2010	16,9	27,6	0,1	8,2	1,5	0,9	20,1	30,3	6,7	112,4
2011	14,8	38,0	0,4	14,3	1,8	1,0	22,5	29,0	6,5	128,4
2012	16,8	33,9	0,5	16,8	1,8	1,2	23,1	31,1	7,1	132,2
2013	16,4	36,7	0,7	18,3	1,9	1,4	21,8	31,7	6,5	135,3
2014	15,6	43,6	1,1	23,6	2,0	1,7	26,9	29,0	6,7	150,3
2015	14,9	53,5	6,1	25,6	2,0	1,8	27,2	30,5	6,4	167,8
2016	15,9	49,8	9,1	25,1	2,0	2,0	27,1	30,6	7,0	168,5
2017	15,0	61,7	12,5	25,0	2,0	2,3	25,8	30,4	7,5	182,1
2018	13,6	64,3	14,0	27,8	2,4	2,7	26,7	31,9	7,8	191,2
2019	16,3	77,0	19,2	31,7	2,3	3,2	29,6	32,3	7,6	219,2
2020	15,1	79,3	21,1	34,6	2,4	3,7	30,0	31,8	11,1	229,0
2021	15,8	68,2	18,7	33,9	2,3	4,0	29,3	35,6	9,9	217,6
2022	14,1	75,6	19,3	41,7	2,6	4,3	29,3	35,2	9,8	231,9

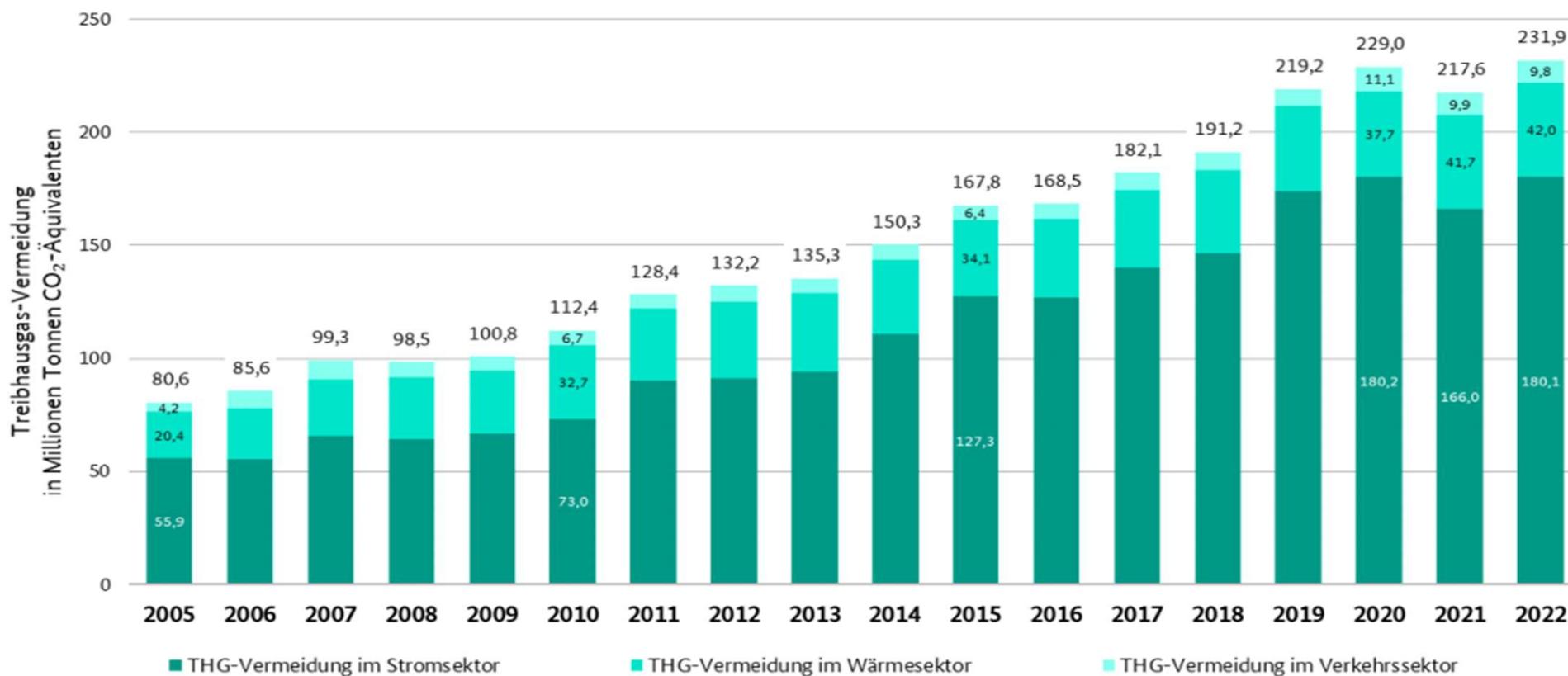
Quelle: Umweltbundesamt (UBA), Stand: Februar 2023

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien nach Nutzungsarten in Deutschland 1990-2022 (3)

Gesamt 236,6 Mio. t CO₂Äquv., korrigiert

Strom 180,6 Mio. t CO₂Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO₂Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO₂Äquv., (4,2%)
 Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1%

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland nach Sektoren



Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2023

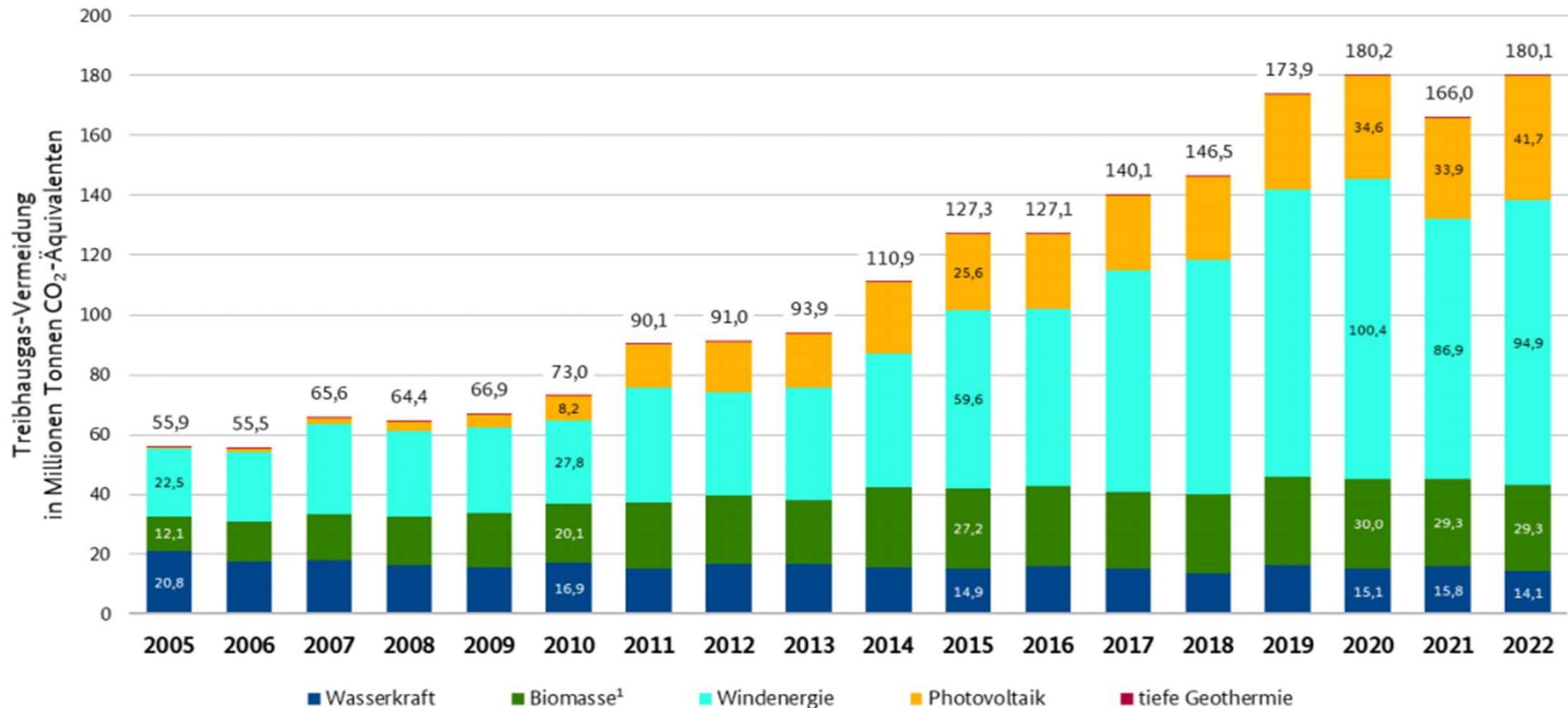
Quellen: UBA aus BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland 2022, Grafik/Zeitreihen, Stand 2/2023; UBA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“, S. 36-38, 10/2023

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) im Strombereich durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2005-2022 (4)

Jahr 2022: Gesamt 180,6 Mio. t CO₂Äquv., korrigiert

Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1% von gesamt 336,6 Mio. t CO₂Äquv.,

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Stromsektor in Deutschland



¹ inkl. feste, flüssige und gasförmige Biomasse, Klärschlamm sowie dem biogenen Anteil des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle)

Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2023

Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme – und Verkehrsbereich in Deutschland 2022 (5)

Jahr 2020: Gesamt 230,4 Mio. t CO₂Äquv.,

Strom 178,8 Mio. t CO₂Äquv., (77,6%), Wärmebereich 40,7 Mio. t CO₂Äquv., (17,6%), Verkehr 11,0 Mio. t CO₂Äquv., (4,8%)

Beitrag PV 33,3 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 14,5%

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

Treibhausgas/Luftschadstoff		EE-Stromerzeugung gesamt: 254.185 GWh		EE-Wärmeverbrauch gesamt: 211.747 GWh ⁵		EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 40.744 GWh ^{6,7}		Gesamter EE-Verbrauch
		Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs- faktor	vermiedene Emissionen	vermiedene Emissionen (gesamt)
		(g/kWh)	(1.000 t)	(g/kWh)	(1.000 t)	(g/kWh)	(1.000 t)	(1.000 t)
Treibhaus- effekt ¹	CO ₂	697	177.140	223	46.947	307	10.613	234.700
	CH ₄	0,66	167,5	-0,04	-9,29	-0,16	-5,49	153
	N ₂ O	-0,02	-4,5	-0,01	-2,6	-0,06	-1,96	-9
	CO ₂ -Äquivalent	711	180.647	218	46.000	287	9.939	236.586
Versauerung ²	SO ₂	0,21	54	0,02	4,9	-0,15	-5,06	54
	NO _x	0,44	112,2	-0,17	-36,5	0,4	13,98	90
	SO ₂ -Äquivalent	0,52	131	-0,1	-20,5	0,13	4,64	115
Ozon ³ Staub ⁴	CO	-0,35	-88,1	-1,98	-416,9	1,03	35,74	-469
	NM VOC	0,03	6,7	-0,17	-36,1	0,19	6,71	-23
	Staub	0,004	1,1	-0,1	-20,0	-0,02	-0,61	-20

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

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

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

4 Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

5 ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

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

7 auf Basis der Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE

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

Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2022 (6)

Gesamt 236,6 Mio. t CO₂Äquv.,

Strom 180,6 Mio. t CO₂Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO₂Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO₂Äquv., (4,2%)

Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1%

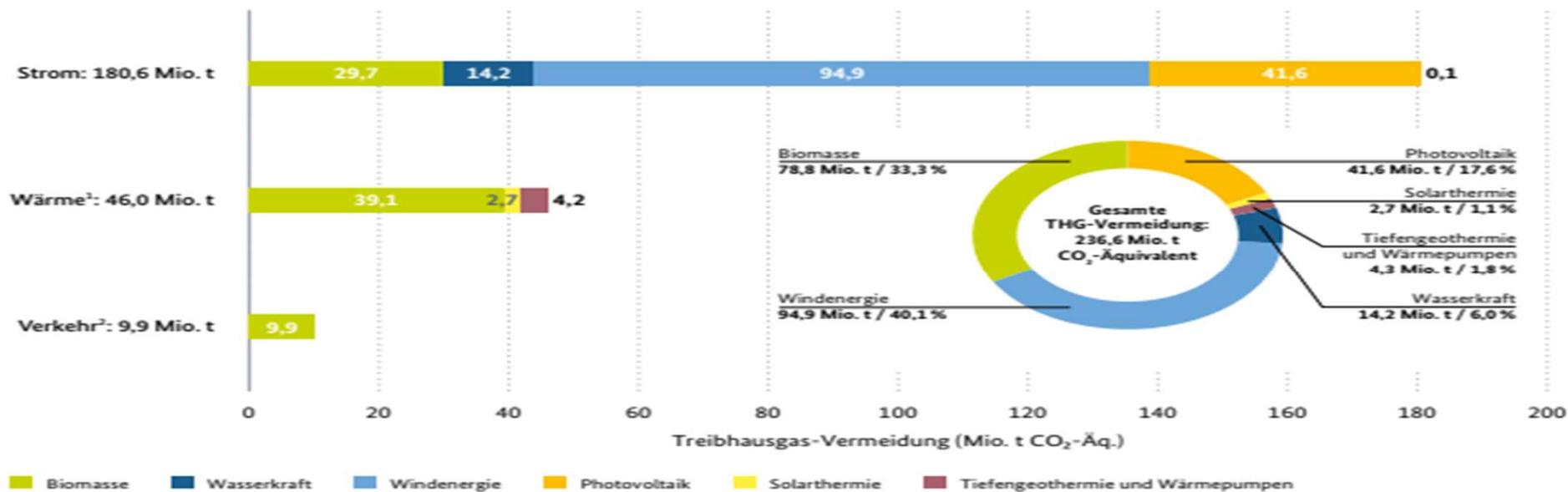
Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien

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

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

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

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



1 ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

2 ausschließlich biogene Kraftstoffe im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär und ohne Stromverbrauch des Verkehrssektors), basierend auf vorläufigen Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für das Jahr 2021 sowie den fossilen Basiswerten gemäß § 3 und § 10 der 38. BImSchV

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

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022 (7)

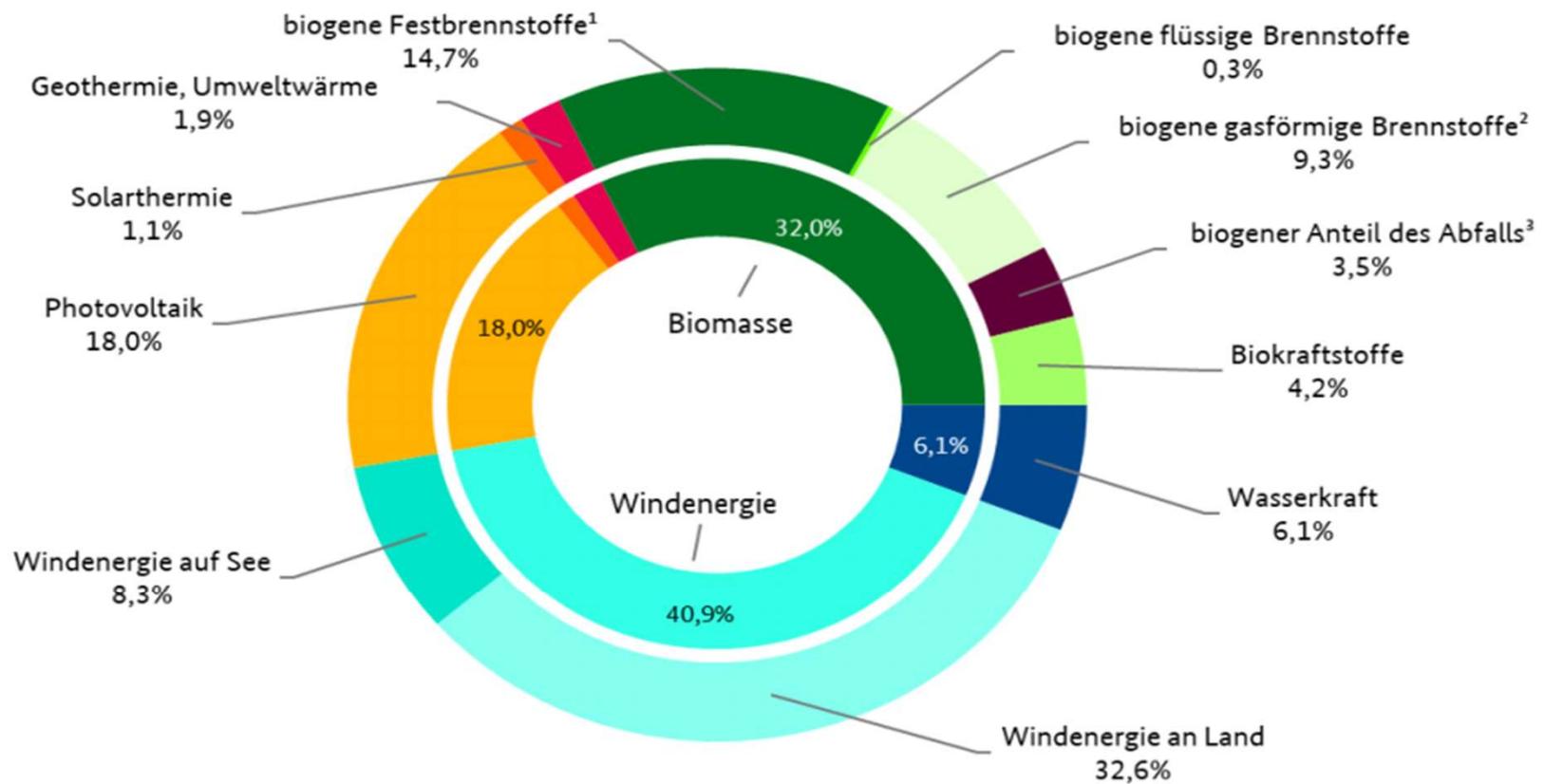
Gesamt 236,6 Mio. t CO₂Äquv., korrigiert

Strom 180,6 Mio. t CO₂Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO₂Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO₂Äquv., (4,2%)

Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO₂-Äqui, EE-Anteil 40,1%

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2022

Gesamt: 231,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente



¹ inkl. Klärschlamm, ohne Holzkohle; ² Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; ³ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2023

Quellen: UBA aus BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2022, Grafik/Zahlenreihen 2/2023

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

Mehr Leistung auf weniger Fläche

Repowering

Unter Repowering versteht man den Ersatz alter Anlagen durch moderne, leistungsstärkere Turbinen.

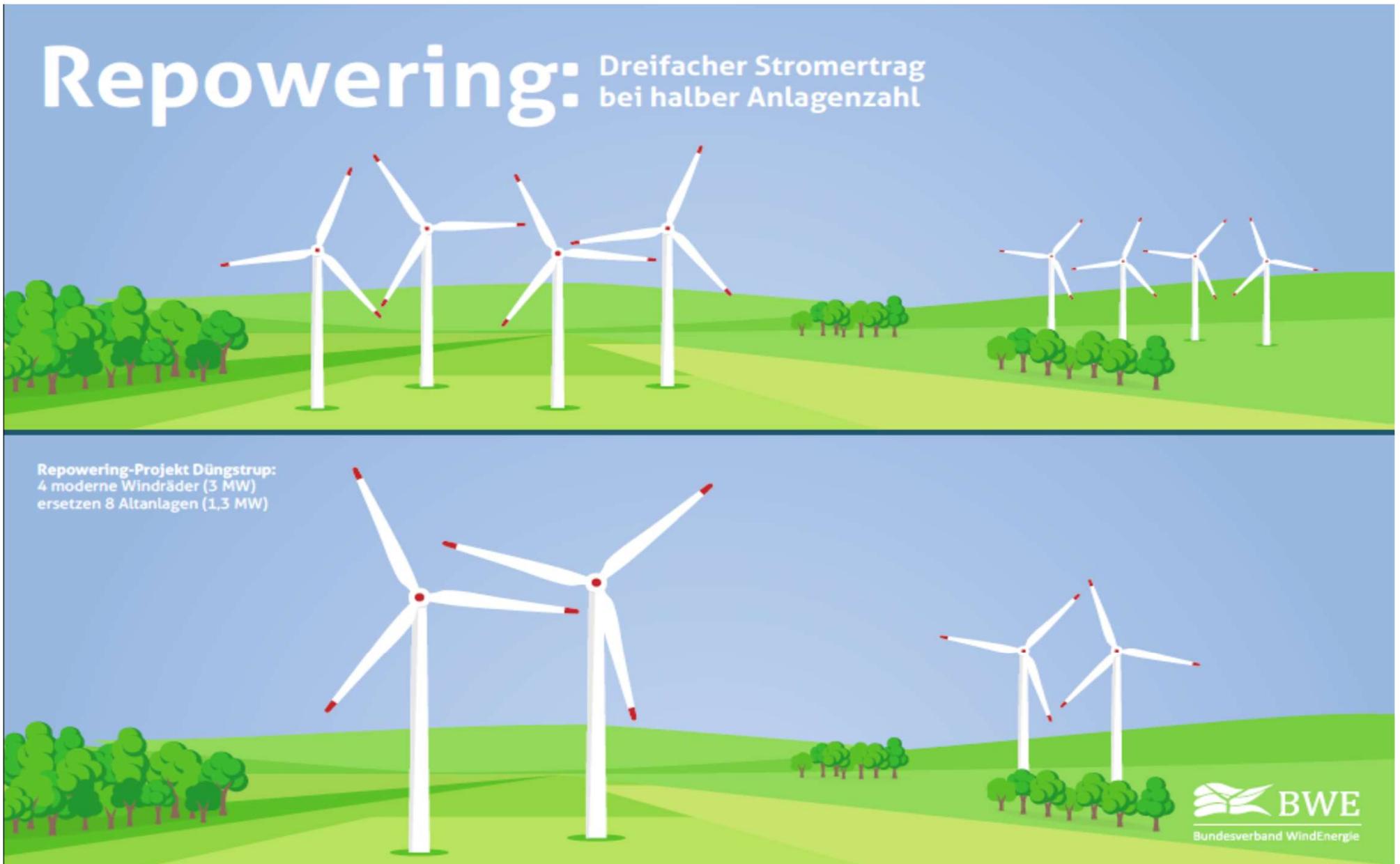
Mehr Umweltschutz

- Entlastung des Landschaftsbildes
- weniger Flächenverbrauch
- Mehr Einsparungen an CO₂

Höhere Wirtschaftlichkeit

	ALT	NEU
Anzahl der Anlagen	20 WEA	7 WEA
Installierte Leistung (gesamt)	4 Megawatt	14 Megawatt
Jahresenergieertrag	10 Mio. Kilowattstunden	40 Mio. Kilowattstunden

Beispiel Repowering - Projekt Düngrup:
4 moderne Windkraftanlagen (3 MW) ersetzen 8 Altanlagen (1,3 MW)



Onshore-Windparks - Positive Veränderung des Landschaftsbildes durch Repowering*

Weniger Windräder erzeugen mehr Leistung



Foto: Bundesverband Windenergie

***Repowering: Ersatz alter Anlagen zur Stromerzeugung durch neue, leistungsstärkere Anlagen am selben Standort**

12 Offshore-Windkraftanlagen im Windenergiepark Alpha Ventus wurden in der Nordsee bis Ende 2009 errichtet und sind im Betrieb (1)

Standortkarte des Windparks Alpha Ventus*



* Stromkabel 110 KV vom Windpark in der Nordsee bis zum Festland (Umspannwerk) über die Insel Norderney

Quellen: alpha ventus - Pressebild aus www.erneuerbare-energien.de vom 16.11.2009; www.alpha-ventus.de

12 Offshore-Windkraftanlagen im Windenergiepark Alpha Ventus wurden in der Nordsee bis Ende 2009 errichtet und sind im Betrieb (2)

Standort:

45 km vor der Insel Borkum in der Nordsee

1. Stufe:

6 Windkraftanlagen mit je 5 MW
Vollastbenutzungsstunden 3.800 h/Jahr
Inbetriebnahme 2009,

2. Stufe:

6 Windkraftanlagen mit je 5 MW
Vollastbenutzungsstunden 3.800 h/Jahr
Inbetriebnahme 2010.

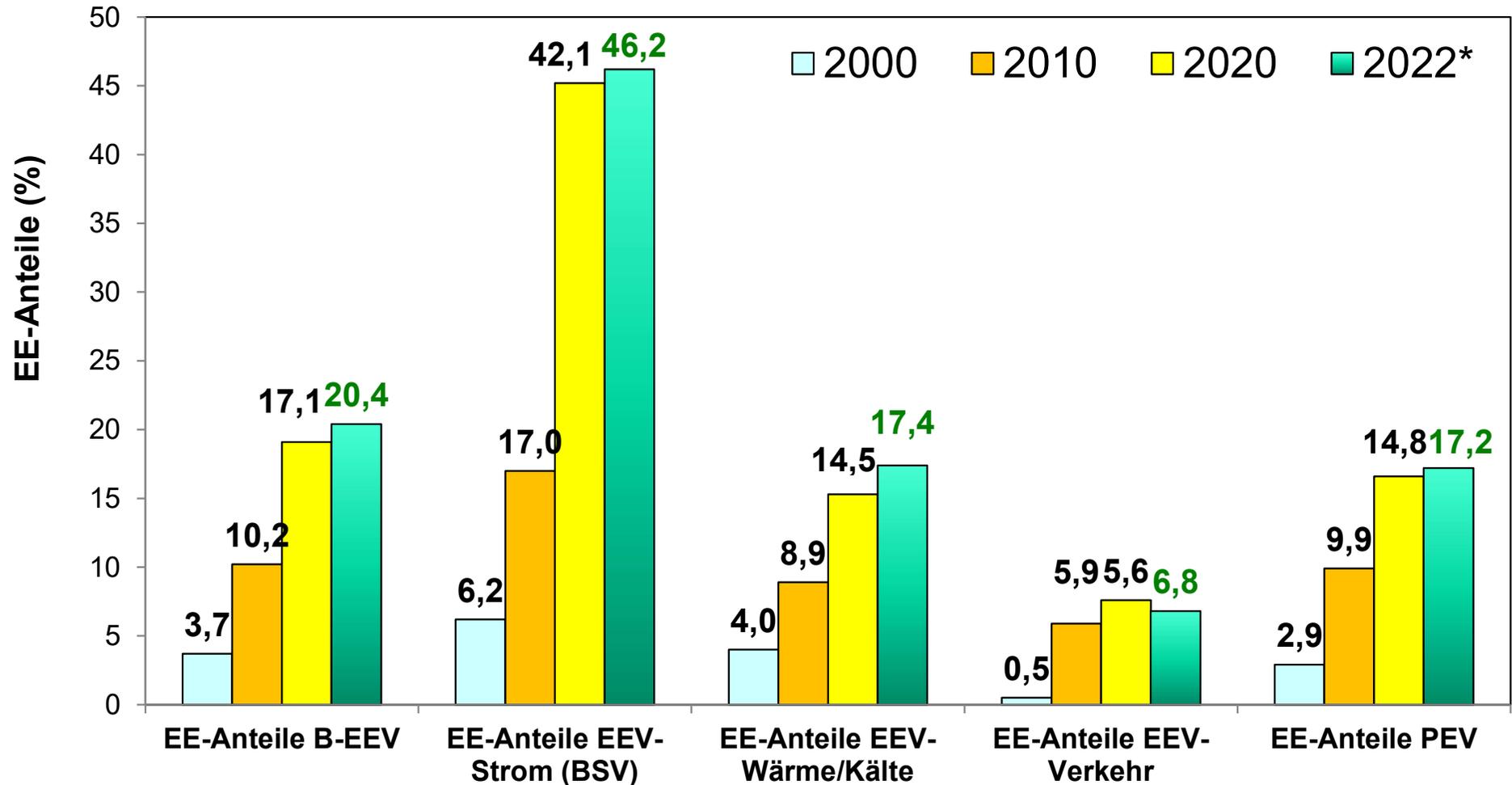
Investition 250 Mio €

Gesamte Stromerzeugung
für 50.000 Haushalte



Fazit und Ausblick

Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in Deutschland 2000 bis 2020/22



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023

B-EEV = Brutto-Endenergieverbrauch, BSV = Bruttostromverbrauch; PEV = Primärenergieverbrauch, EEV-Wärme/Kälte, EEV-Verkehr Endenergieverbrauch Verkehr

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, 10/2023, BMWI – EE in D 1990-2022, Zeitreihen 2/2023

Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021/22 und Ziele bis 2030

Tabelle 1: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

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

1 inkl. Fernwärmeverbrauch

2 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); 42,5% sind wie bisher als verbindlich durch die Mitgliedsländer zu erbringen. Hinzu kommt ein indikatives zusätzliches Ziel von 2,5%. Dieses „Top-up“ soll durch weitergehende freiwillige Beiträge der Mitgliedstaaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. [1]

3 Zielwert der Bundesregierung nach Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG 2023) [2]

4 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II)

5 Zielwert gemäß 2023 aktualisierter EU-Erneuerbaren-Richtlinie (RED II); die neuen verbindlichen Unterziele im Verkehr umfassen eine Kombination von strombasierten erneuerbaren Kraftstoffen (RFNBOs) und fortschrittlichen Biokraftstoffen. Dieses Unterziel liegt bei 5,5%, davon soll 1% durch Wasserstoff und andere strombasierte Brennstoffe (RFNBOs) abgedeckt werden.

6 Zielwert gemäß Energieeffizienzgesetz (EnEFG): Das Ziel ist den Primärenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2008 bis zum Jahr 2030 um mindestens 39,3% auf einen Primärenergieverbrauch von 2.252 TWh zu senken.

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

Fazit zur Windenergienutzung nach Bundesländern in Deutschland 2019

Das Windenergie Factsheet Deutschland 2019

INSTALLIERTE LEISTUNG PRO BUNDESLAND | Gebiet



61.428

Megawatt
Gesamtleistung installiert
an Land & auf See



30.925

Anlagen
an Land & auf See installiert



2.189

Megawatt
2019 neu installiert



3,7

Prozent
Wachstum Gesamtleistung
zum Vorjahr



86,5

Millionen Tonnen
CO₂-Äquivalent
vermiedene Treibhausgase



24,4

Prozent
Anteil an der deutschen
Stromproduktion [Netto]



Mögliches Windenergiepotenzial in Deutschland **ohne See**, Stand 2010 (1)

Potenzial der Windenergienutzung an Land

Nach dieser Studie wurde ein Potenzial auf Basis von GIS-Daten ermittelt. Dabei wurden Ausschlussflächen und nutzbare Flächen anhand der Bodenbedeckung sowie geographischen Merkmalen wie Siedlungsflächen, Infrastrukturdaten (Straßen, Bahnlinien usw.) bestimmt, um bestehende Abstandsregelungen geeignet abzubilden, ggf. mit geeigneten Puffern zu versehen.

Bei Windstandorten mit guten Windbedingungen (bis 1600 äquivalenten Volllaststunden) wurden 3 MW Windenergieanlage mit 2,6 m²/kW und einer Nabenhöhe von 100 m angenommen. Wenn diese keine 1600 Volllaststunden erreicht, wird die 3 MW Schwachwindanlage mit 3,5 m²/kW und einer Nabenhöhe von 150 m installiert. Diese erreicht etwa 50 % mehr Volllaststunden. Wenn diese ebenfalls keine 1600 äquivalente Volllaststunden erreicht, wird die Fläche ausgeschlossen.

Quellen: BWE – IWES: Flyer Windenergiepotenzial Baden-Württemberg und Deutschland zur Studie „Potenzial der Windenergienutzung an Land“, Kurzfassung, 5/2011; AGE B BSE in Deutschland, 2/2012

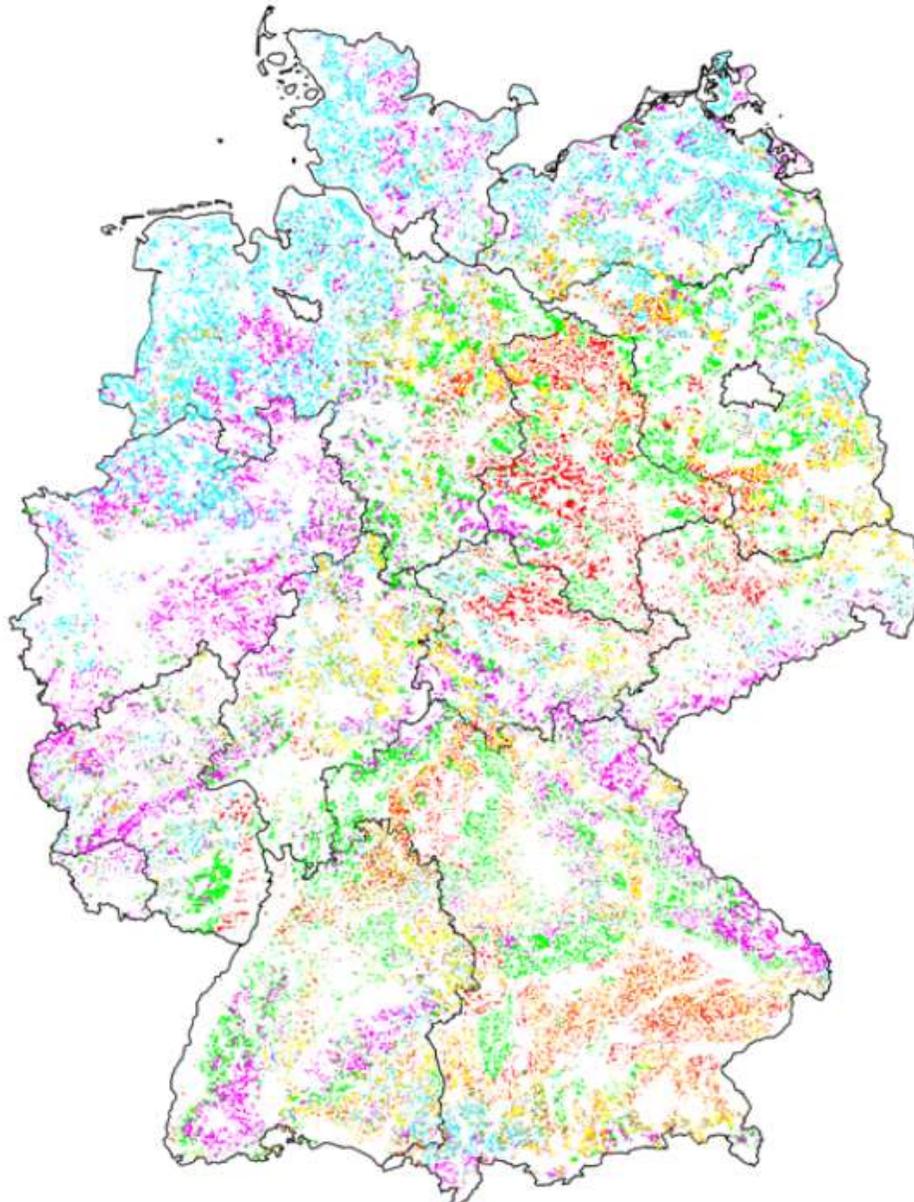
Deutschland		
	Fläche	Anteil an der Gesamtfläche
Gesamtfläche	357.994 km ²	100,0 %
Fläche ohne Restriktionen	28.116 km ²	7,9 %
Nutzbarer Wald (ohne Schutzgebiet)	15.673 km ²	4,4 %
Nutzbare Schutzgebiete	36.160 km ²	10,1 %
Nutzbare Gesamtfläche	79.950 km ²	22,3 %
Nichtnutzbare Fläche	278.045 km ²	77,7 %

Die wesentlichen Ergebnisse der Studie für Deutschland Land sind:

- Insgesamt kann das 2% Ziel als realistisch angesehen werden
- In Deutschland stehen auf Basis der Geodaten knapp 8% der Landfläche außerhalb von Wäldern und Schutzgebieten für die Windenergienutzung zur Verfügung
- Unter Einbeziehung von Wäldern und zusätzlich Schutzgebieten ergeben sich 12,3% bzw. 22,4% nutzbare Fläche
- Bei Nutzung von 2% der Fläche jedes Bundeslands ergeben sich 198 GW installierbare Leistung
- Das Flächenpotenzial ist in ganz Deutschland vorhanden und beschränkt sich nicht auf die schon heute genutzten nördlichen Bundesländer
- Die Erträge liegen zwischen 1.600 Volllaststunden (Flächen mit geringeren Erträgen wurden ausgeschlossen) und 4.996, im Mittel 2.071 Volllaststunden.
- Daraus ergeben sich 390 TWh (potenzieller Energieertrag)
- Das sind 65% des deutschen Bruttostromverbrauchs von 610,4 TWh im Jahr 2010

Windenergiepotenzial in Deutschland ohne See, Stand 2010 (2)

Standorte für Windenergieanlagen Land



Energie- und Leistungspotenziale

Maximale Potenziale:

- Gesamte nutzbare Fläche (22,3%) 79.950 km²
- Installierbare Leistung 1.581 GW
- Fläche ohne Restriktionen (7,9%) 1.532 km²
- Installierbare Leistung 722 GW
- Vollastbenutzungsstunden 2.071 h/a

Nutzung von 2% der Landesfläche

- Erforderliche Flächennutzung 388 km²
- Installierbare Leistung 189 GW
- Potenzielle mittlere Erträge 390 TWh
- Vollastbenutzungsstunden 2.071 h/a

* Bruttostromverbrauch BW 2010 610,4 TWh
davon Windenergieanteil von 37,8 TWh 6,2 %
Potenzial Windenergieanteil Land 390TWh 63,9 %

- Ohne Restriktion Anlagen für gute Standorte
- Wald ohne Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Schutzgebiete Anlagen für gute Standorte
- Ohne Restriktion Schwachwindanlage
- Wald ohne Schutzgebiete Schwachwindanlage
- Schutzgebiete Schwachwindanlage

Wichtige Anschriften zur Windenergie in Deutschland, Stand 1/2024

Über die Deutsche WindGuard

Im komplexen Energiemarkt steht die Deutsche WindGuard für unabhängige, herstellernerneutrale Beratung und umfassende wissenschaftliche, technische und operative Leistungen. Das breite Portfolio schafft umfangreiche Synergieeffekte: Ob Due Diligence, Marktanalyse, Vertragsberatung oder Machbarkeitsstudie – in alle Dienstleistungen fließen Expertise und Know-how der gesamten WindGuard-Gruppe ein. Die halbjährliche Ausbaustatistik erstellt die Deutsche WindGuard seit 2012.

Über den Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)

Als Mitglied im Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) vertritt der BWE mit seinen über 20.000 Mitgliedern die gesamte Windenergiebranche. Gemeinsam sorgen die im deutschen Maschinenbau verankerte Zulieferer- und Herstellerindustrie, Projektierer, spezialisierte Rechtsanwälte, die Finanzbranche sowie Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Bau, Service/Wartung sowie Speichertechnologien, Stromhändler, Netzbetreiber und Energieversorger dafür, dass der BWE zu allen Fragen rund um die Windenergie erster Ansprechpartner für Politik und Wirtschaft, Wissenschaft und Medien ist.

Über VDMA Power Systems

VDMA Power Systems ist der Verband der Hersteller im Energieanlagenbau. Er vertritt die Interessen der Hersteller von Windenergie- und Wasserkraftanlagen, Brennstoffzellen, Gas-/Dampfturbinen und -anlagen sowie Motorenanlagen im In- und Ausland. Für sie alle dient VDMA Power Systems als Informations- und Kommunikationsplattform für alle Themen der Branchen wie Energiepolitik, Gesetzgebung, Marktanalysen, Messen, Normung, Standardisierung sowie Presse- und Öffentlichkeitsarbeit. VDMA Power Systems ist ein Fachverband im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA e.V.

Windenergie in Europa (EU-27)

Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle, die Strom aus der Bewegung der Luft erzeugt. Windenergie hat viele Vorteile, wie z.B.:

- Sie ist sauber, da sie keine Treibhausgase oder andere Schadstoffe emittiert.
- Sie ist kostengünstig, da sie keine Brennstoffe benötigt und die Betriebskosten niedrig sind.
- Sie ist unerschöpflich, da sie auf der natürlichen Ressource Wind basiert, die immer verfügbar ist.
- Sie ist vielseitig, da sie an verschiedenen Standorten, sowohl an Land als auch auf See, installiert werden kann.

Windenergie spielt eine wichtige Rolle beim Klimaschutz und bei der Erreichung der EU-Ziele für erneuerbare Energien. Laut dem europäischen Windenergieverband Wind Europe ¹ waren Ende 2021 in Europa 236 GW Windenergie installiert, die 15 % des Stromverbrauchs der 27 EU-Staaten + Großbritannien deckten. Die EU-Kommission hat im Rahmen ihres „Green Deal“-Programms vorgeschlagen, die Windenergie-Kapazität bis 2030 auf 500 GW zu erhöhen, um 42,5 % des Stroms aus erneuerbaren Quellen zu erzeugen ².

Die Windenergie-Industrie ist eine Schlüssel-Industrie für Europa, die Beschäftigung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit fördert. Allerdings steht sie auch vor einigen Herausforderungen, wie z.B.:

- Die steigenden Kosten für Rohstoffe und die sinkenden Einnahmen aufgrund des Wettbewerbs und der regulatorischen Unsicherheit.
- Die langwierigen Genehmigungsverfahren und die mangelnde Akzeptanz der Öffentlichkeit für Windprojekte.
- Die unzureichende Infrastruktur und die fehlende Integration der Windenergie in den Strommarkt und das Energiesystem.
- Die EU-Kommission will diese Herausforderungen angehen, indem sie eine Reihe von Maßnahmen vorschlägt, wie z.B.:
- Die Schaffung eines rechtlichen Rahmens, der den Ausbau und die Modernisierung der Windenergie fördert und vereinfacht.
- Die Unterstützung der Windenergie-Industrie bei der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien und Geschäftsmodelle.
- Die Mobilisierung von Investitionen und Finanzierungsmöglichkeiten für Windprojekte, insbesondere in grenzüberschreitenden und Offshore-Bereichen.
- Die Sensibilisierung und Einbeziehung der Bürger und der lokalen Gemeinschaften in die Planung und Umsetzung von Windprojekten.

Wenn Sie mehr über Windenergie in der EU-27 erfahren möchten, können Sie die folgenden Quellen konsultieren:

- Europa in Zahlen | BWE e.V.: Eine Webseite, die statistische Daten und Fakten über Windenergie in Europa bietet.
- EU und Windenergie: Wer geht voran - und wer bremst?: Ein Artikel, der die Pläne und Herausforderungen der EU-Kommission für die Windenergie analysiert.
- Windenergie: Anteil an der Bruttostromerzeugung

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. wind-energie.de; 2. zdf.de; 3. wind-energie.de; 4. zdf.de; 5. destatis.de

Einleitung und Ausgangslage

Klima- und Energiepolitik in der Europäischen Union (EU-27)

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union

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



Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (1)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Anmerkungen:

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

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

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

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (2)

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

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

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

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

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

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

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

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

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

Windenergienutzung

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

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

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

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

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

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (3)

Stromerzeugung aus Solarenergie

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

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

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

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

Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung

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

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

Solarwärme

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

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

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

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

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (4)

Umwelt- und Erdwärme

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

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

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

Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

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

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

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

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

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

Zahlen und Fakten

Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 plus, Stand 2/2023 (1)

Merkmal	Jahr ¹⁾	Einheit	Europäische Union 27	Baden-Württemberg	Deutschland	Niederlande	Dänemark	Estland	Finnland	Frankreich	Griechenland	Irland	Italien	Kroatien	Lettland	Litauen	Luxemburg	Malta	
Fläche	2021	1 000 km ²	4 225	36	358	37	43	45	338	639	132	70	302	57	65	65	3	0,3	
Hauptstadt			Brüssel	Stuttgart	Berlin	Amsterdam	Kopenhagen	Tallinn	Helsinki	Paris	Athen	Dublin	Rom	Zagreb	Riga	Vilnius	Luxemburg	Valletta	
Bevölkerung																			
Bevölkerung insgesamt	01.01.2022	Millionen	447,2	11,1	83,2	17,5	5,8	1,3	5,5	67,7	10,7	5,0	59,2	4,0	1,9	2,8	0,6	0,5	
Ausländerinnen und Ausländer	2021	Anteil an der Bevölkerung in %	9,1	17,0	14,2	6,7	9,2	15,1	5,0	7,7	8,6	13,0	8,7	2,4	13,3	2,9	47,1	20,1	
Altersstruktur der Bevölkerung																			
unter 15 Jahren	01.01.2022	%	15,1	14,3	13,8	15,5	16,2	16,4	15,6	17,7	14,1	20,0	12,9	14,2	16,0	15,1	16,0	13,4	
Kinder pro Frau	2021	Anzahl	1,5	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,4	1,8	1,4	1,6	1,2	1,5	1,6	1,5	1,4	1,1	
Lebenserwartung bei der Geburt																			
Männer	2021	Jahre	77,2	79,8	78,7	79,9	79,6	72,4	79,3	79,3	77,5	80,8	80,6	73,7	68,6	69,9	80,7	81,3	
Frauen	2021	Jahre	82,8	84,3	83,5	83,1	83,3	81,3	84,7	85,5	83	84,4	85,1	79,9	78,2	79	84,9	84,5	
Bildung																			
Schüler/-innen und Studierende ²⁾	2020	in 1 000	78 936	1 856	13 732	3 695	1 281	225	1 190	13 139	2 156	1 267	9 402	639	318	457	97	75	
Beschäftigungsquoten von Hochschulabsolventinnen/-absolventen ³⁾	2021	in %	86,4	89,1	88,3	89,0	87,7	87,3	87,4	86,3	76,1	85,7	82,1	86,1	85,9	89,7	85,9	91,3	
Wirtschaft und Erwerbstätigkeit																			
Bruttoinlandsprodukt																			
absolut (in jeweiligen Preisen)	2021	Mrd. EUR	14 524	536	3 602	856	337	31	252	2 501	182	426	1 782	58	34	56	72	15	
Patentanmeldungen	2021	Anmeldungen je 1 Mill. Einw.	151	457	312	377	452	52	381	156	19	191	83	7	12	26	677	99	
Inflationsrate 2015=100	2021	Veränderung zum Vorjahr in %	2,9	.	3,2	2,8	1,9	4,5	2,1	2,1	0,6	2,4	1,9	2,7	3,2	4,6	3,5	0,7	
Jugenderwerbslosenquote ⁴⁾	2021	%	16,6	5,7	6,9	9,3	10,8	16,7	17,1	18,9	35,5	14,5	29,7	21,9	14,8	14,3	16,9	9,4	
Tourismus	2021	Übernachtungen je 1 000 Einw.	4 096	2 628	3 200	5 785	4 890	3 007	3 160	4 795	6 919	2 982	4 882	17 385	1 257	1 983	3 358	8 938	
Verkehr und Umwelt																			
Verkehrstote																			
Verkehrstote	2020/21	je 1 Mill. Einw.	42	31	33	30	27	44	40	37	54	30	40	58	73	62	42	23	
Autobahnen	2020	Länge in km	.	1 054	13 192	2 789	1 354	199	933	11 660	.	995	6 977	1 310	0	400	165	.	
Eisenbahnstrecken	2020	Länge in km	.	4 326	38 394	3 041	2 633	1 167	5 918	27 445	2 345	1 690	16 710	2 617	1 859	1 911	271	.	
Waldfläche	2020	Anteil an der Landesfläche insgesamt	37,7	37,8	31,9	9,9	14,6	53,8	66,2	27,0	29,6	11,2	31,7	34,3	52,8	33,7	34,2	1,5	
Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung	2021	%	37	36	40	33	79	40	53	22	40	36	40	69	64	54	45	12	
Pkw-Neuzulassungen mit ausschließlich elektrischem Antrieb ⁵⁾	2022	Anzahl	1 123 778	71 328	471 394	73 394	30 855	731	14 530	203 122	2 827	15 678	49 179	1 369	1 068	1 358	6 393	420	
Lebensstandard und Lebensgewohnheiten																			
Europawahl ⁶⁾	2019	Wahlbeteiligung in %	50,7	64,0	61,4	41,9	66,1	37,6	40,8	50,1	58,7	49,7	54,5	29,9	33,5	53,5	84,2	72,7	
Mehrwertsteuer	23.03.2022	Normalsatz in %	.	19	19	21	25	20	24	20	24	23	22	25	21	21	17	18	
Einzelpersonen, die täglich das Internet benutzen	2022	%	83	87	85	93	94	87	92	83	77	95	82	77	86	82	92	89,51	
Haushalte mit Breitbandzugang	2021	%	90	88	89	99	92	91	95	88	85	93	88	86	89	86	97	91	

1) Aktuellstes Jahr, bzw. letztes verfügbares Jahr, teilweise vorläufige Zahlen. – 2) Ohne Promotionsstudium. – 3) Zuordnung nationaler Bildungsprogramme zur ISCED 2011; Tertiärbereich ISCED 5-8. – 4) Anteil der Erwerbslosen im Alter von 15 bis unter 25 Jahren an den Erwerbspersonen dieser Altersgruppe in %. – 5) Europäische Union 28.

Zahlen und Fakten

Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 plus, Stand 2/2023 (2)

Merkmal	Jahr ¹⁾	Einheit	Europäische Union 27	Baden-Württemberg	Deutschland	Niederlande	Österreich	Polen	Portugal	Rumänien	Schweden	Slowakei	Slowenien	Spanien	Tschechien	Ungarn	Zypern	nachrichtlich: Vereinigtes Königreich	
Fläche	2021	1 000 km ²	4 225	36	358	37	84	312	92	238	447	49	20	506	79	93	9	244	
Hauptstadt			Brüssel	Stuttgart	Berlin	Amsterdam	Wien	Warschau	Lissabon	Bukarest	Stockholm	Bratislava	Ljubljana	Madrid	Prag	Budapest	Nikosia	London	
Bevölkerung																			
Bevölkerung insgesamt	01.01.2022	Millionen	447,2	11,1	83,2	17,5	8,9	37,8	10,3	19,2	10,4	5,5	2,1	47,4	10,7	9,7	0,9	-	
Ausländerinnen und Ausländer	2021	Anteil an der Bevölkerung in %	9,1	17,0	14,2	6,7	17,0	1,2	6,4	0,8	8,6	1,5	8,0	11,3	5,8	2,0	18,5	9,1	
Altersstruktur der Bevölkerung																			
unter 15 Jahren	01.01.2022	%	15,1	14,3	13,8	15,5	14,4	15,5	13,4	15,8	17,7	15,9	15,1	14,3	16,1	14,6	16,0	-	
Kinder pro Frau	2021	Anzahl	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,8	1,7	1,6	1,6	1,2	1,7	1,6	1,4	-	
Lebenserwartung bei der Geburt																			
Männer	2021	Jahre	77,2	79,8	78,7	79,9	78,8	71,7	78	69,4	81,4	71,3	77,9	80,3	68,1	71,1	79,8	-	
Frauen	2021	Jahre	82,8	84,3	83,5	83,1	83,8	79,7	84,3	76,7	85	78,3	84	86,2	80,6	78	83,9	-	
Bildung																			
Schüler/-innen und Studierende ²⁾	2020	in 1 000	78 936	1 856	13 732	3 695	1 454	6 237	1 709	2 955	2 300	820	355	8 546	1 723	1 498	167	86	
Beschäftigungsquoten von Hochschulabsolventinnen/-absolventen ³⁾	2021	in %	86,4	89,1	88,3	89,0	86,2	90,8	89,7	90,0	89,1	87,9	89,7	81,4	86,5	90,7	84,2	-	
Wirtschaft und Erwerbstätigkeit																			
Bruttoinlandsprodukt																			
absolut (in jeweiligen Preisen)	2021	Mrd. EUR	14 524	536	3 602	856	406	575	214	240	537	99	52	1 207	238	154	24	-	
Patentanmeldungen	2021	Anmeldungen je 1 Mill. Einw.	151	457	312	377	259	14	28	2	477	8	55	41	19	12	49	-	
Inflationsrate 2015=100	2021	Veränderung zum Vorjahr in %	2,9	-	3,2	2,8	2,8	5,2	0,9	4,1	2,7	2,8	2,0	3,0	3,3	5,2	2,3	-	
Jugenderwerbslosenquote ⁴⁾	2021	%	16,6	5,7	6,9	9,3	11,0	11,9	23,4	21,0	24,7	20,6	12,8	34,8	8,2	13,5	17,1	-	
Tourismus	2021	Übernachtungen je 1 000 Einw.	4 096	2 628	3 200	5 785	7 468	1 661	4 122	748	4 822	1 450	5 326	5 477	2 983	1 785	10 872	-	
Verkehr und Umwelt																			
Verkehrstote																			
Verkehrstote	2020/21	je 1 Mill. Einw.	42	31	33	30	39	66	52	85	20	45	38	29	48	47	54	-	
Autobahnen	2020	Länge in km	-	1 054	13 192	2 789	1 749	1 712	3 065	920	2 179	521	616	15 585	1 298	1 774	257	-	
Eisenbahnstrecken	2020	Länge in km	-	4 326	38 394	3 041	5 607	19 422	2 526	10 769	10 910	3 627	1 209	15 993	9 542	7 441	-	-	
Waldfläche	2020	Anteil an der Landesfläche insgesamt	37,7	37,8	31,9	9,9	46,5	30,4	35,9	29,1	62,5	39,3	61,1	36,7	33,9	22,1	18,6	-	
Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung	2021	%	37	36	40	33	75	17	62	44	67	23	34	46	13	19	15	-	
Pkw-Neuzulassungen mit ausschließlich elektrischem Antrieb ⁵⁾	2022	Anzahl	1 123 778	71 328	471 394	73 394	34 179	11 334	17 817	11 638	95 035	1 391	2 293	30 545	3 895	4 710	403	-	
Lebensstandard und Lebensgewohnheiten																			
Europawahl ⁶⁾	2019	Wahlbeteiligung in %	50,7	64,0	61,4	41,9	59,8	45,7	30,8	51,2	55,3	22,7	28,9	60,7	28,7	43,4	45,0	37,2	
Mehrwertsteuer	23.03.2022	Normalsatz in %	-	19	19	21	20	23	23	19	25	20	22	21	21	27	19	-	
Einzelpersonen, die täglich das Internet benutzen	2022	%	83	87	85	93	82	80	80	77	95	83	86	87	84	85	88	-	
Haushalte mit Breitbandzugang	2021	%	90	88	89	99	91	92	84	88	91	90	93	96	89	91	93	-	

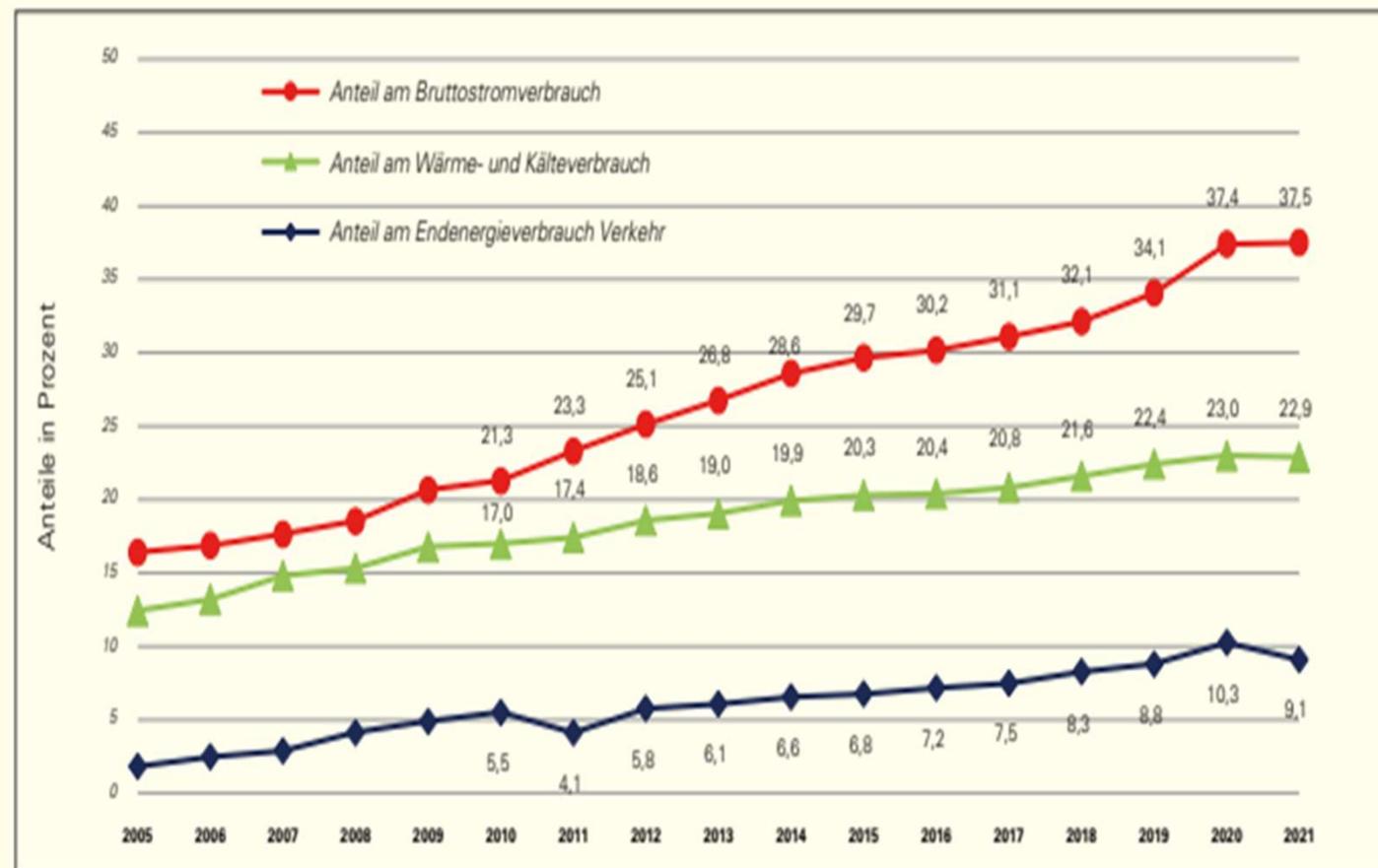
1) Aktuellstes Jahr, bzw. letztes verfügbares Jahr, teilweise vorläufige Zahlen. – 2) Ohne Promotionsstudium. – 3) Zuordnung nationaler Bildungsprogramme zur ISCED 2011; Tertiärbereich ISCED 5-8. – 4) Anteil der Erwerbslosen im Alter von 15 bis unter 25 Jahren an den Erwerbspersonen dieser Altersgruppe in %. – 5) Europäische Union 28.

Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW-ZSW (4)

Nach Berechnungen der Europäischen Union (EU) auf Grundlage der EU-Richtlinie EU-RL 2018/2001 (RED II) erreichten die erneuerbaren Energien in der EU-27 im Jahr 2021 einen Anteil von 37,5 Prozent am Bruttostromverbrauch und einen Anteil am Wärme und Kälteverbrauch von 22,9 Prozent. Beide Anteile blieben damit auf dem Niveau des Vorjahres. Dagegen sank der Anteil am Endenergieverbrauch im Vergleich zum Vorjahr auf 9,1 Prozent.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien geht EU-weit, wie auch in Deutschland beziehungsweise Baden-Württemberg, im Strombereich deutlich schneller voran als im Wärme- und Verkehrsbereich.

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DER EUROPÄISCHEN UNION



Quellen: [32]

Anmerkung:

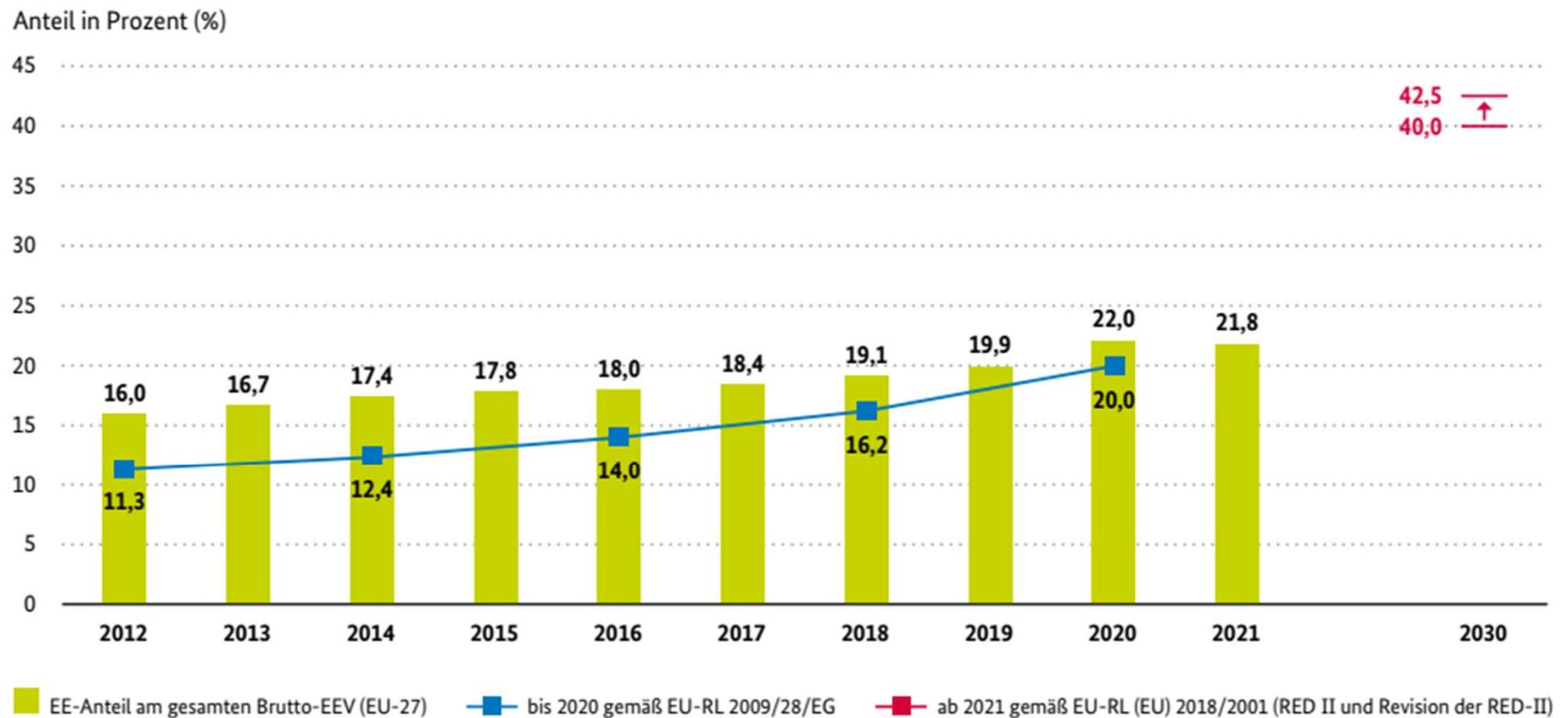
Datenstand 09/2023; EU-Anteile auf Grundlage der EU-Richtlinien (EU-RL 2018/2001, RED II) berechnet. Die Anteile können deshalb nicht direkt mit den Angaben in der Grafik zur Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland verglichen werden. Die Abweichungen basieren auf unterschiedlichen Datenquellen und abweichenden Bilanzierungsmethoden. Informationen zur aktuellen Entwicklung erneuerbaren Energien in der EU werden auf der Internetseite von Eurostat https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN/default/table veröffentlicht. Der aktuelle Statusbericht Deutschlands ist auf der Internetseite der Europäischen Kommission unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020D-C0952&from=EN> publiziert.

Quellen: UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023;

Entwicklung Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch (Brutto-EEV) in der EU-27 2004-2021, Ziel bis 2030 nach Eurostat (2)

EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%
Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

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



Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

Entwicklung **EE-Anteile** am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV-Strom) der Länder EU-27 von 2005-2021 **nach Eurostat (1)**

Jahr 2021 - EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%, D 19,2%
Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

Jahr 2021 - EE-Anteile am BSV: EU-27 37,5%, D 43,7%
Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh von 2.913,8 TWh BEEV = BSV
Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV) = Bruttostromverbrauch (BSV) 1)

Tabelle 28: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten

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

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

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

Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Import - Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet!

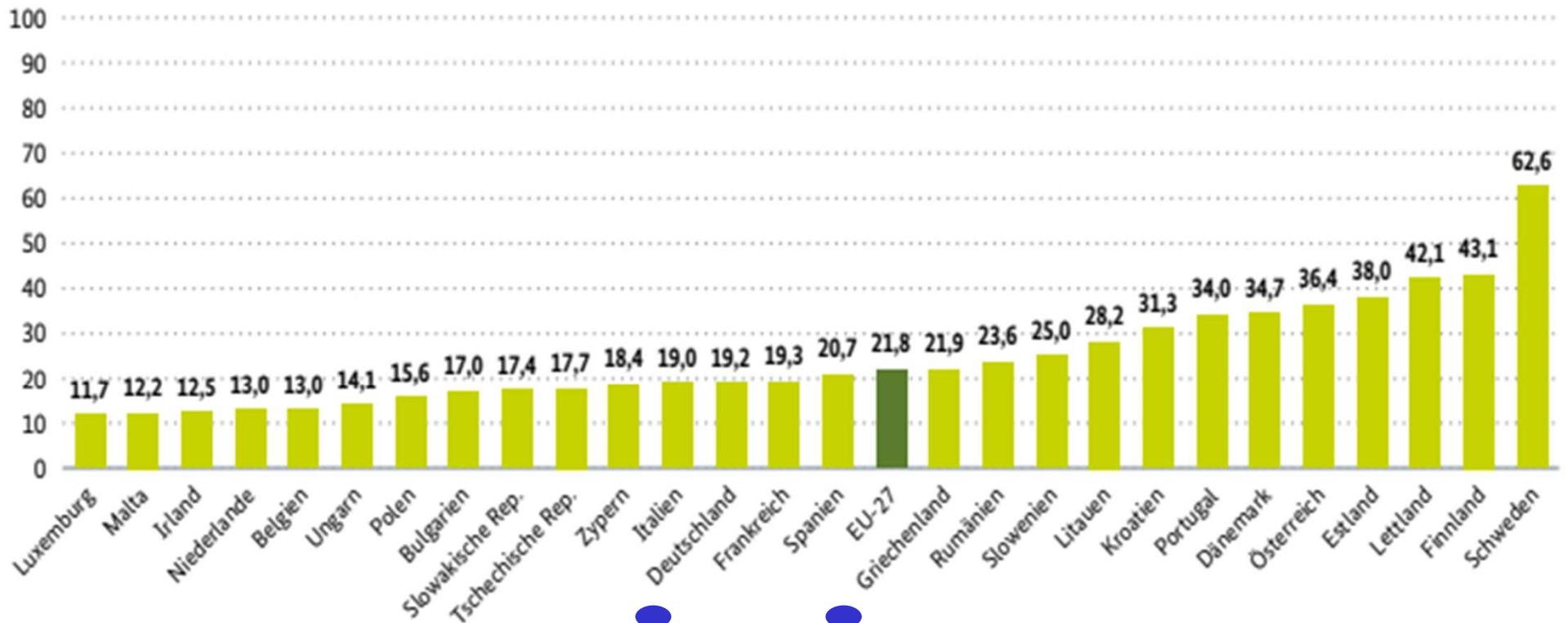
EE-Anteile am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) der Länder EU-27 im Jahr 2021 nach Eurostat (2)

EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%, D 19,2%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

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

in Prozent (%)

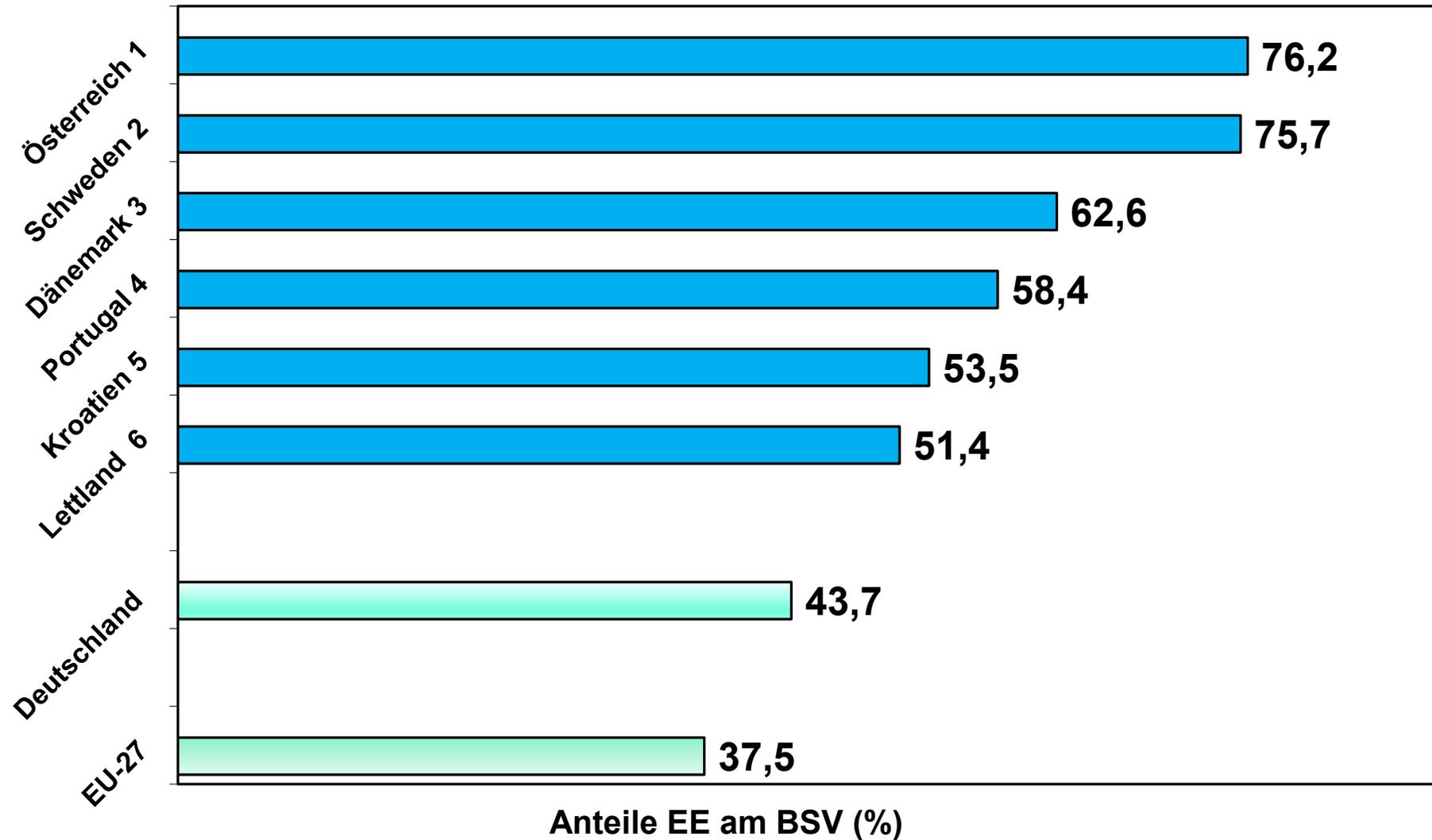


Quelle: Eurostat (NRG_IND_REN) [27]

TOP 6-Rangfolge **Anteile erneuerbare Energien** am gesamten Bruttostromverbrauch (BSV) ¹⁾ in Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (3)

EE-Anteile am BSV-EU-27: 37,5%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh von 2.913,8 TWh BEEV = BSV



Grafik Bouse 2023

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Import - Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet!

Ausgewählte Schlüsseldaten der Windenergienutzung zur Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2021

Technisches Potenzial: k.A. Mrd. kWh

Windenergienutzung:

Bestand

- Anlagenzahl: k.A
- Installierte Leistung zum Jahresende ¹⁾: 187,5 GW
- Brutto-Stromerzeugung (BSE): 385,7 TWh
- Anteil Windenergie an der BSE/BSV: 13,3 /13,2 %
- Jahresvolllaststunden ²⁾: 2.057 h/a
(385,7 TWh x 1.000 / 185,7 GW)
- TOP 3 Länder nach installierte Leistung:
 Deutschland, Spanien, Frankreich

Zubau

- Anlagenzahl k.A.
- Installierte Leistung 10,5 GW
- Ø installierte Netto-Leistung k.A.
- Beschäftigte: 211.500
- Investitionen 34,1 Mrd. €

* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

Bezugsgrößen: BSE 2.909,7 TWh bzw. BSV 2.916,9 TWh

1) Gesamte installierte Leistung = Leistung Vorjahr + Zuwachs – stillgelegte Leistung

2) Berechnung Jahresvolllaststunden 2021 mit installierter Leistung Ende 2021;
genauere Rechnung mit Durchschnittsleistung

Onshore (Land) -Windenergie

Anlagen am Netz:

Installierte Leistung 172,4 GW
Führend sind Deutschland (32%), Spanien (16%)
und Frankreich (11%)

Anlagenzubau:

Installierte Leistung 9,9 GW

Offshore (See)-Windenergie:

Anlagen am Netz:

Offshore-Windparks liefern mit einer
Gesamtleistung von 15,1 GW Strom.
Führend sind Deutschland (52%), Niederlande
(16%) und Dänemark (15%).

Anlagenzubau:

2020 wurden mit einer Nennleistung von
insgesamt 0,638 GW neu errichtet, vor allem
in Dänemark (95%), Irland (4%)

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 447,3 Mio.

Strombilanz

zur Stromversorgung

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat (1)

Jahr 2022: BSE-Gesamt 2.825,4 TWh, Veränderung zum VJ – 2,8%
 EE-Beitrag 1.108,0 TWh, Anteil EE an der BSE 39,2%, Anteil EE am BSV 39,0%

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

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	(TWh)								
Biomasse ¹	111,6	149,4	151,1	153,6	155,5	159,7	162,6	169,4	161,5
Wasserkraft ²	401,3	363,2	372,7	322,5	370,2	345,6	375,5	374,8	308,6
Windenergie	139,8	263,2	266,8	312,3	320,6	367,1	397,8	386,9	421,3
Geothermie	5,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,5	6,4
Photovoltaik	22,5	95,3	95,5	102,1	108,2	118,2	140,1	158,6	205,1
Solarthermie	0,8	5,6	5,6	5,9	4,9	5,7	5,0	5,2	4,5
Meeresenergie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
EE gesamt	682,0	883,8	898,9	903,6	966,6	1.003,6	1.088,3	1.101,9	1.108,0
EE-Anteil am Bruttostromverbrauch³	22,9%	30,5%	30,8%	30,6%	32,8%	34,5%	38,9%	37,8%	39,0%
Bruttostromerzeugung – Gesamt – EU	2.979,7	2.900,6	2.922,0	2.954,5	2.938,0	2.902,4	2.784,9	2.906,5	2.825,4
Import	291,5	387,6	362,5	366,6	372,3	369,4	381,0	401,4	420,6
Export	286,6	394,3	361,9	371,1	363,5	366,5	367,0	394,1	407,6
Bruttostromverbrauch (BSV)	2.984,6	2.893,9	2.922,6	2.950,0	2.946,8	2.905,3	2.798,9	2.913,8	2.838,4

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

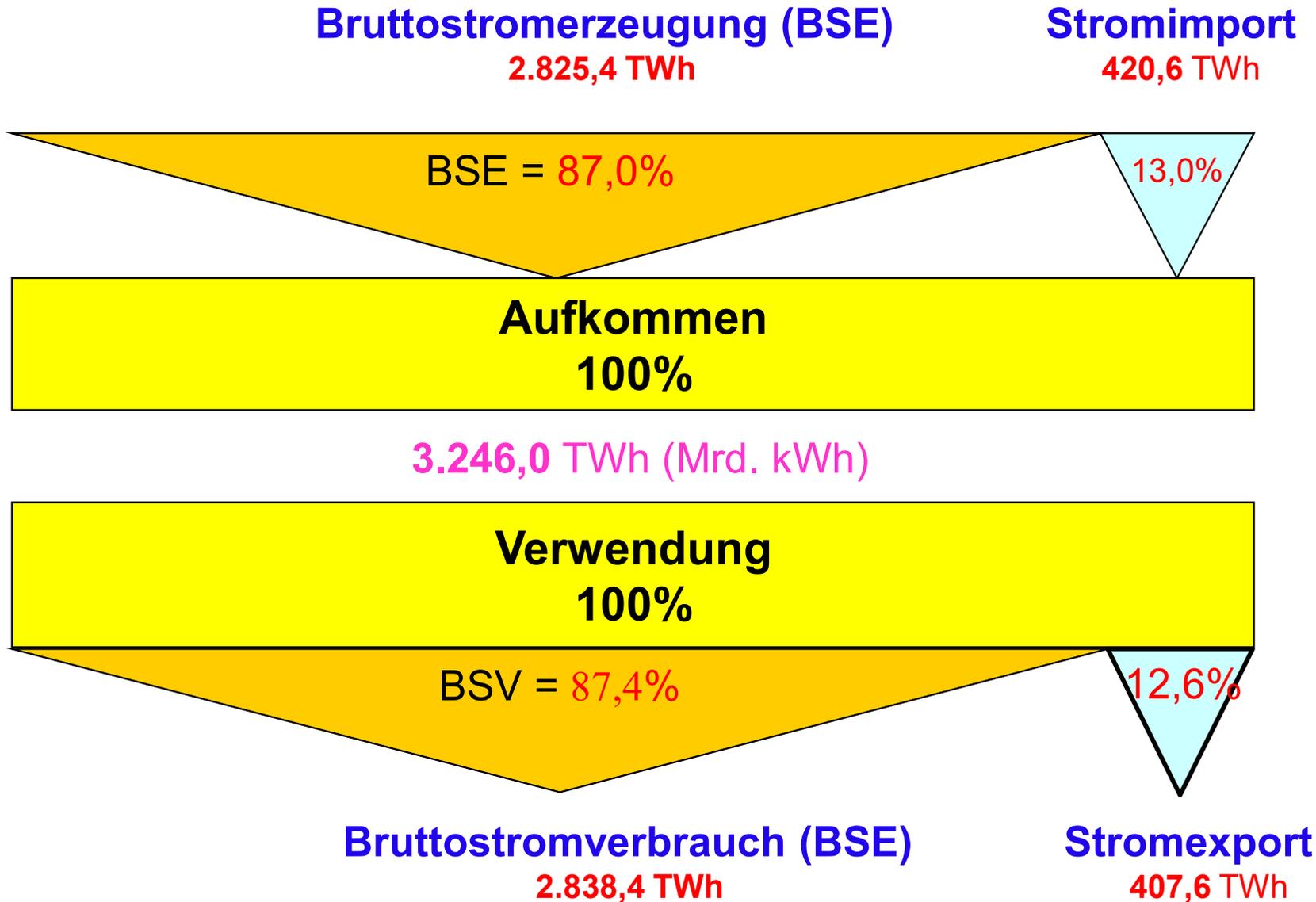
1 einschließlich Bio-, Klär- und Deponiegas, flüssigen und festen biogenen Brennstoffen sowie dem erneuerbaren Anteil des kommunalen Abfalls

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

3 Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, z.B. Jahr 2022: 2.825,4 + 420,6 – 407,6 = 2.838,4 TWh

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

Strombilanz EU-27 im Jahr 2022 (2)



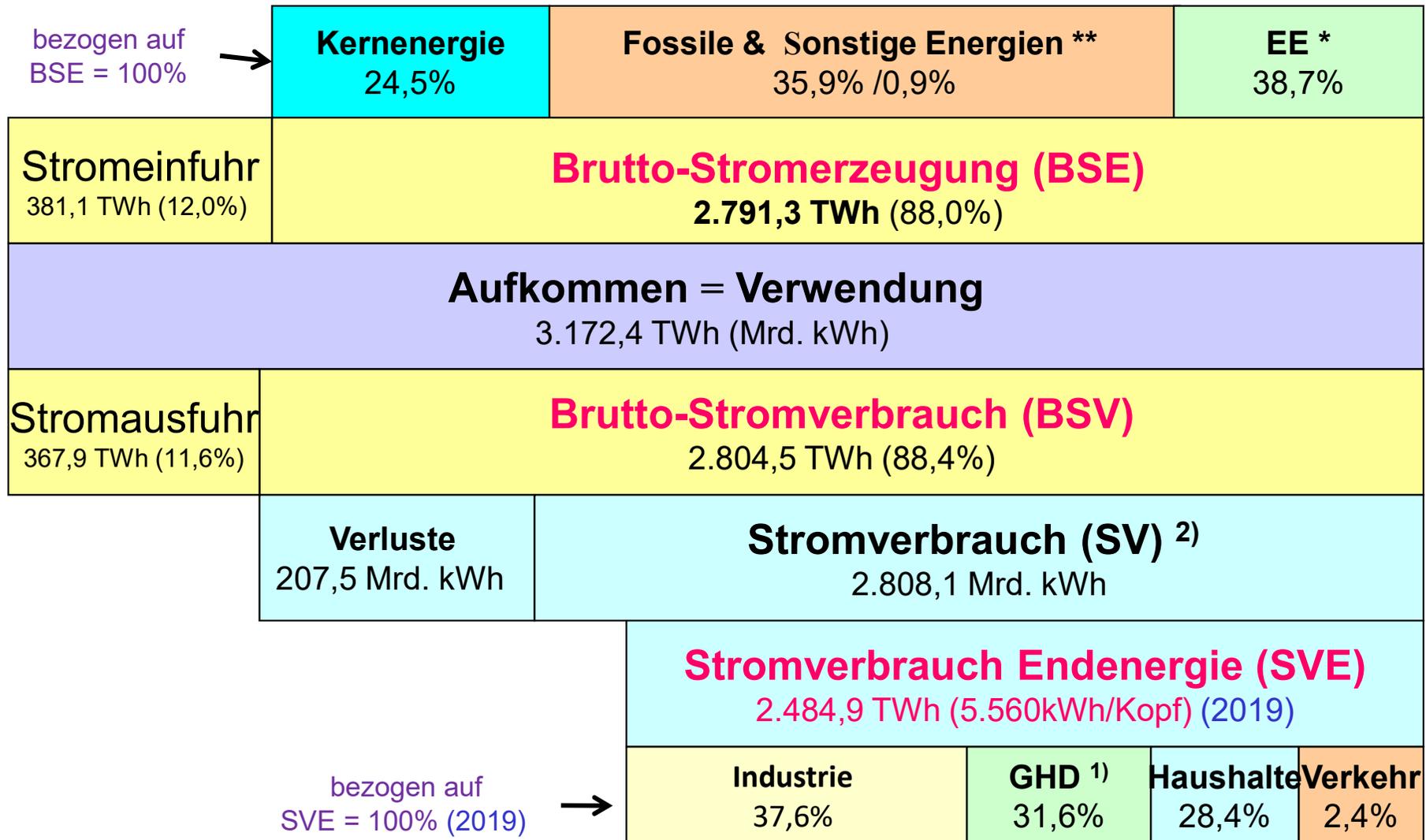
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_PEHCF und NRG_IND_PEHNF) [28], [29], [30], [31] aus BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75, Stand 10/2023

Stromfluss in der EU 27 im Jahr 2020 (3)



Grafik Bouse 2021

Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,2 Mio.

* **EE Erneuerbare Energien** ** **Fossile Energien** (Stein- und Braunkohle, Erdgas, Öl) und **sonstige Energien**, z.B. Abfall, Speicherstrom, hergestelltes Gas u.a.

1) GHD Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft)

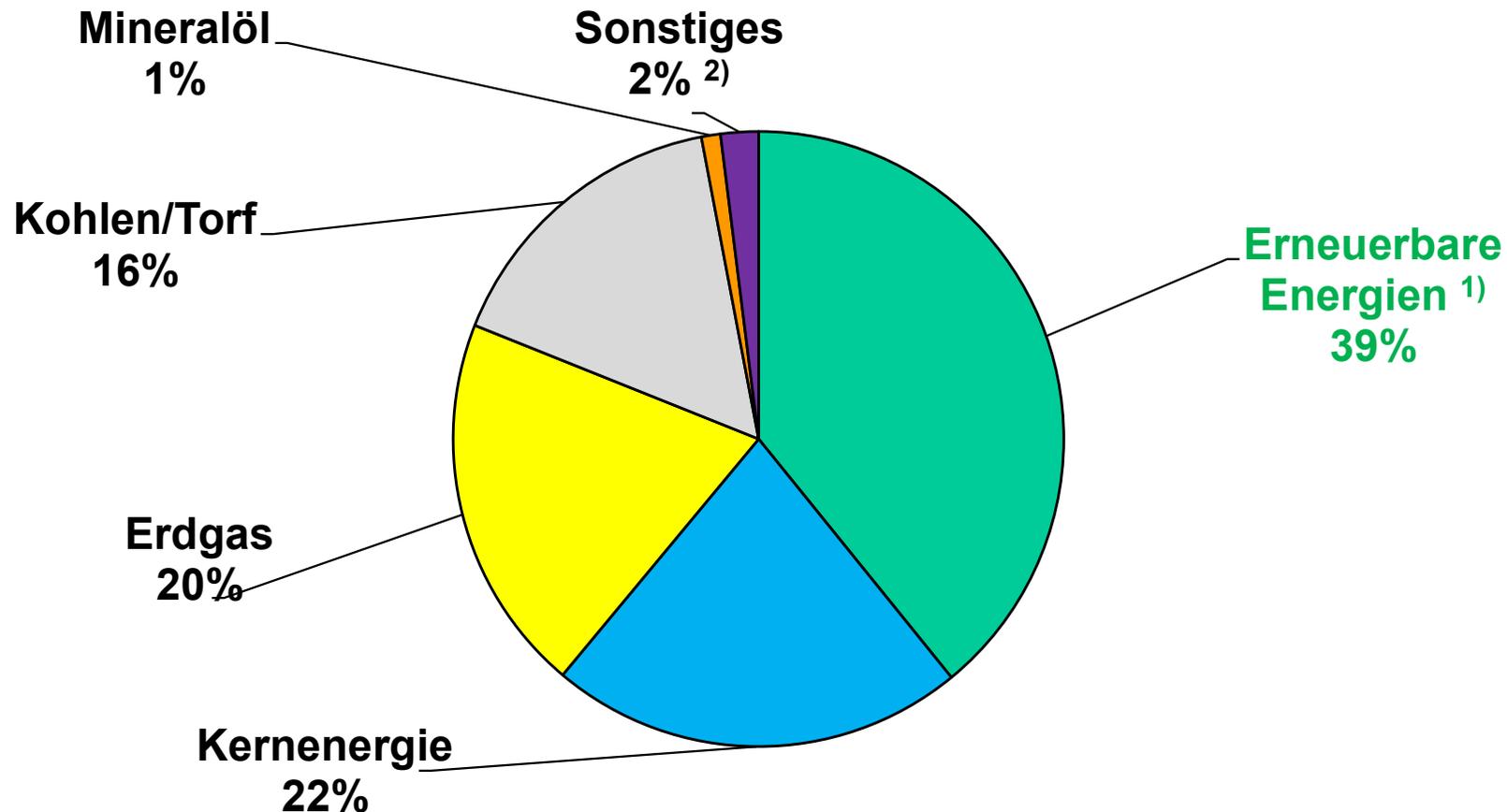
2) Stromverbrauch (SV) = Brutto-Produktion + Import – Export – Verluste (ohne Eigenverbrauch)

Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 im Jahr 2022 **nach Eurostat (4)**

Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%



Grafik Bouse 2023

Beitrag fossiler Energien zur Stromerzeugung 37%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023, Daten sind auf oder -abgerundet

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

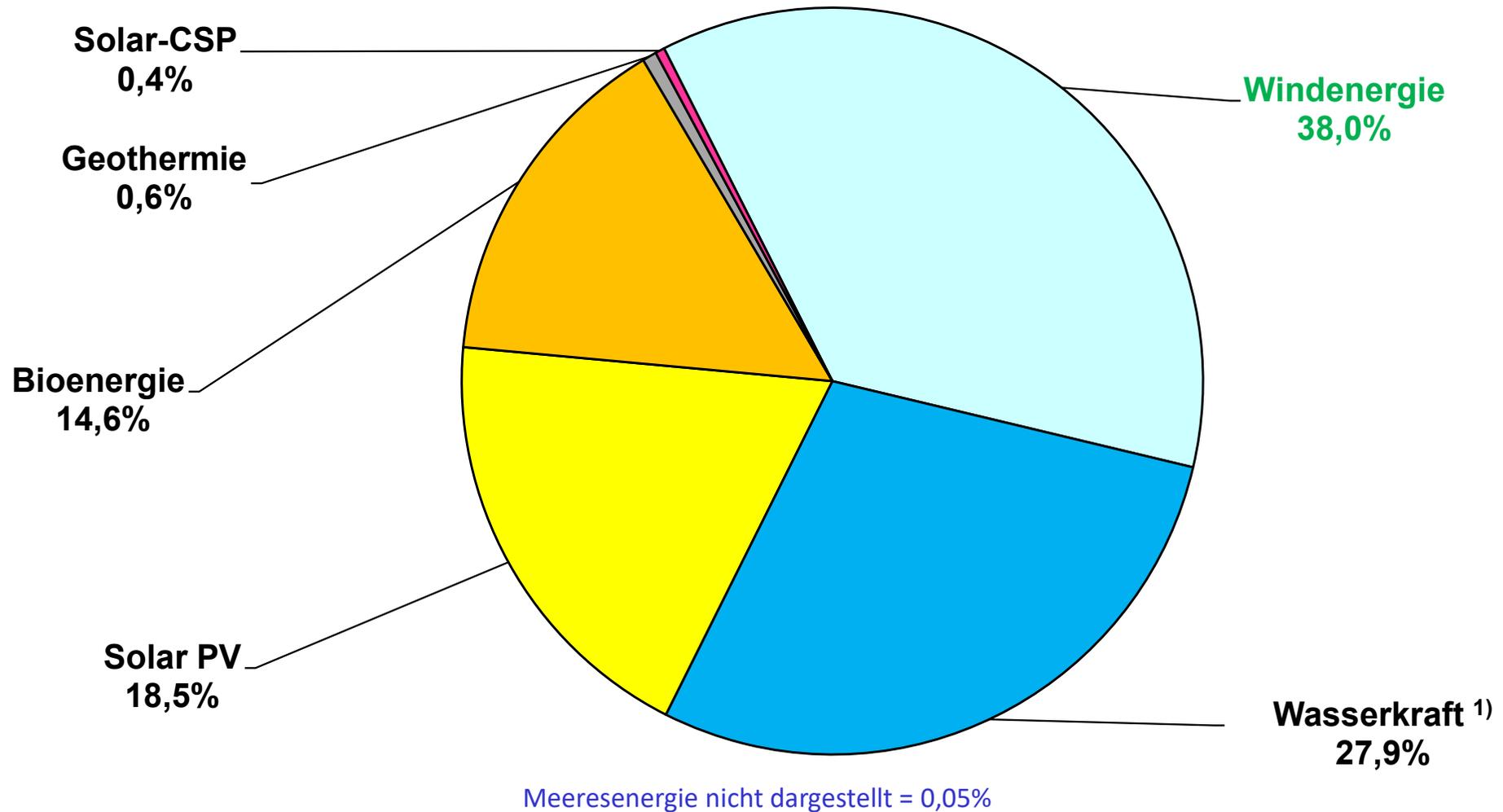
1) EE-Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 39,2%, davon Windenergie 38,0%, Wasserkraft mit Pumpstrom 27,9 %, Bioenergie + biogener Abfall 14,6%, PV 18,5%, Geothermie 0,6%; Solar thermische KW 0,5

2) Sonstige Energien: hergestelltes Gas sowie biogener Abfall, Wärme u.a.

Stromerzeugung aus erneuerbare Energien in der EU-27 2022 nach Eurostat (5)

Gesamt 1.108 TWh; Anteil 39,2% an der BSE von 2.825,4 TWh (Mrd. kWh)

Beitrag Windenergie 421,3 TWh, Anteil von gesamt EE 38,0%



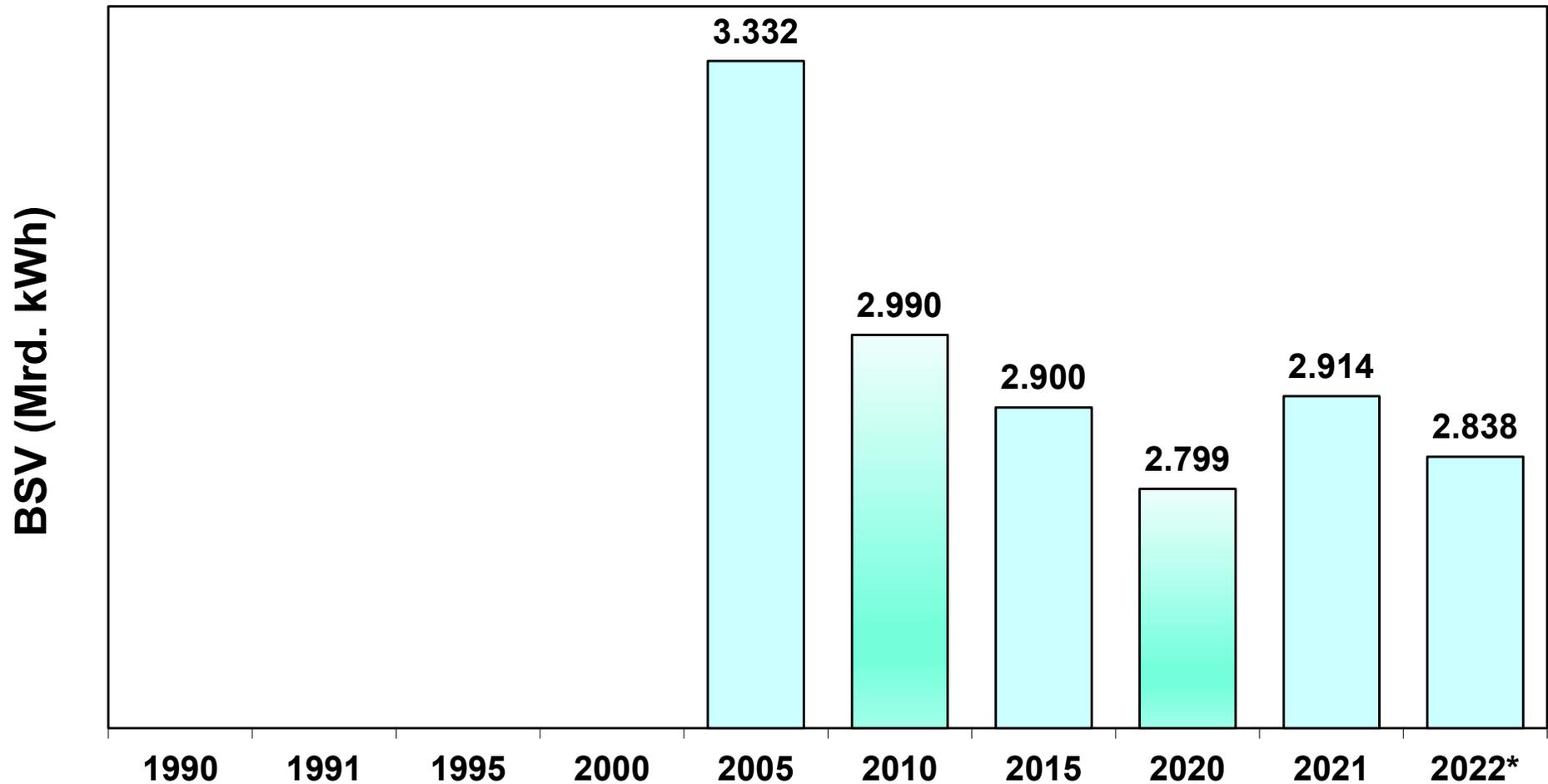
Grafik Bouse 2023

1) Wasserkraft mit Pumpspeicher

2) Erneuerbare Energien 1.108 TWh, davon Windenergie 421,3 TWh, Wasserkraft 308,6 TWh, Solar-PV 250,1; Bioenergie mit biogenen Abfall 161,6 TWh, Geothermie 6,3 TWh, Solarthermische KW CSP 4,5 TWh, Meeresenergie 0,5 TWh

Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2005-2022 nach Eurostat

Jahr 2022: Gesamt 2.838,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ – 13,6%;
Ø 6.341 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

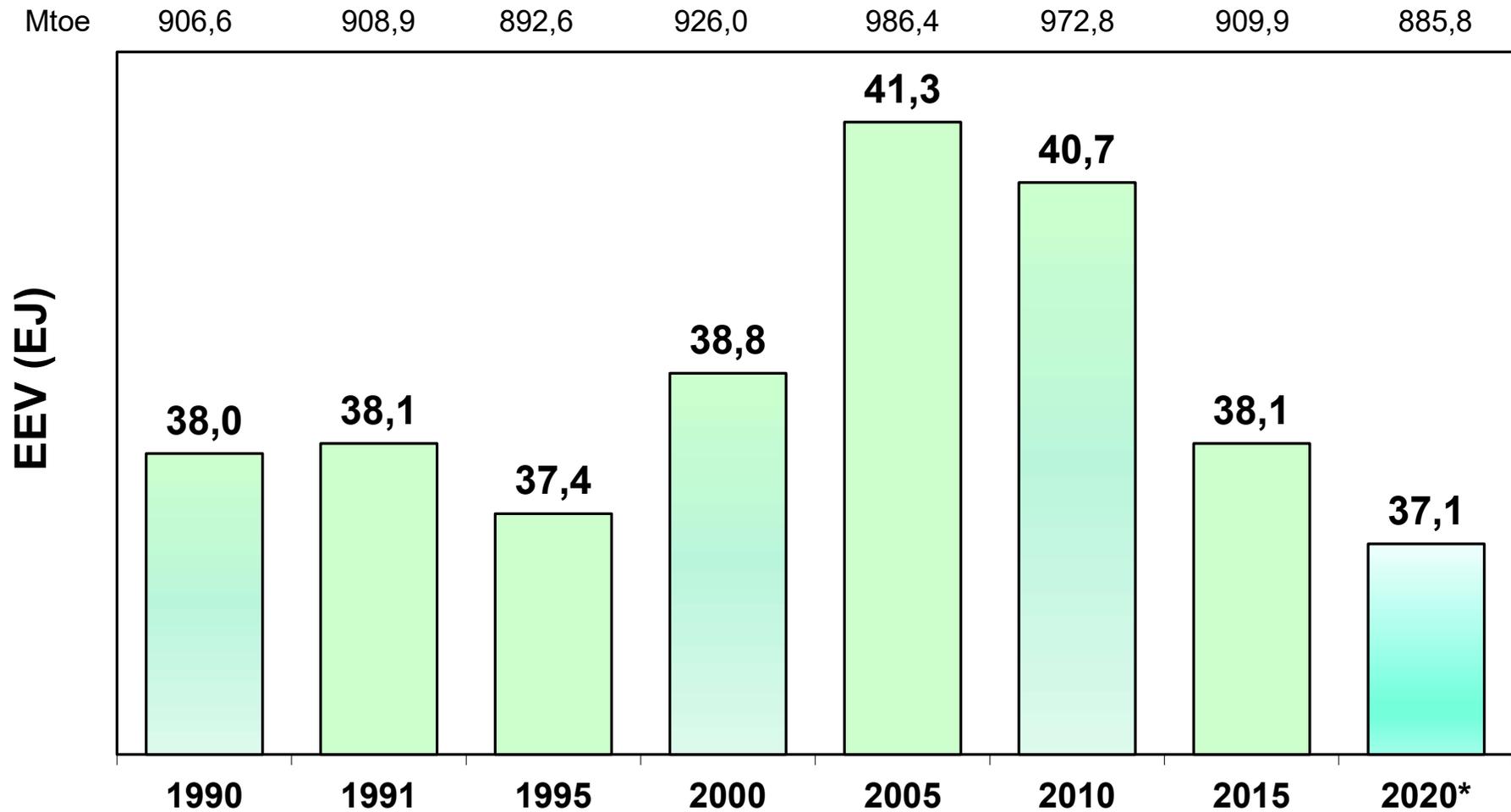
Bevölkerung Jahresdurchschnitt 2022: 447,6 Mio.

Quelle: Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2021“; S. 75, 10/2023

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-27 von 1990 bis 2020 **nach Eurostat (1)**

Gesamt 37.087 PJ = 10.302 TWh (Mrd. kWh) = 885,8 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 2,3%

Ø 83,0 GJ/Kopf = 23,0 MWh/Kopf = 2,0 toe/Kopf



Grafik Bouse 2022

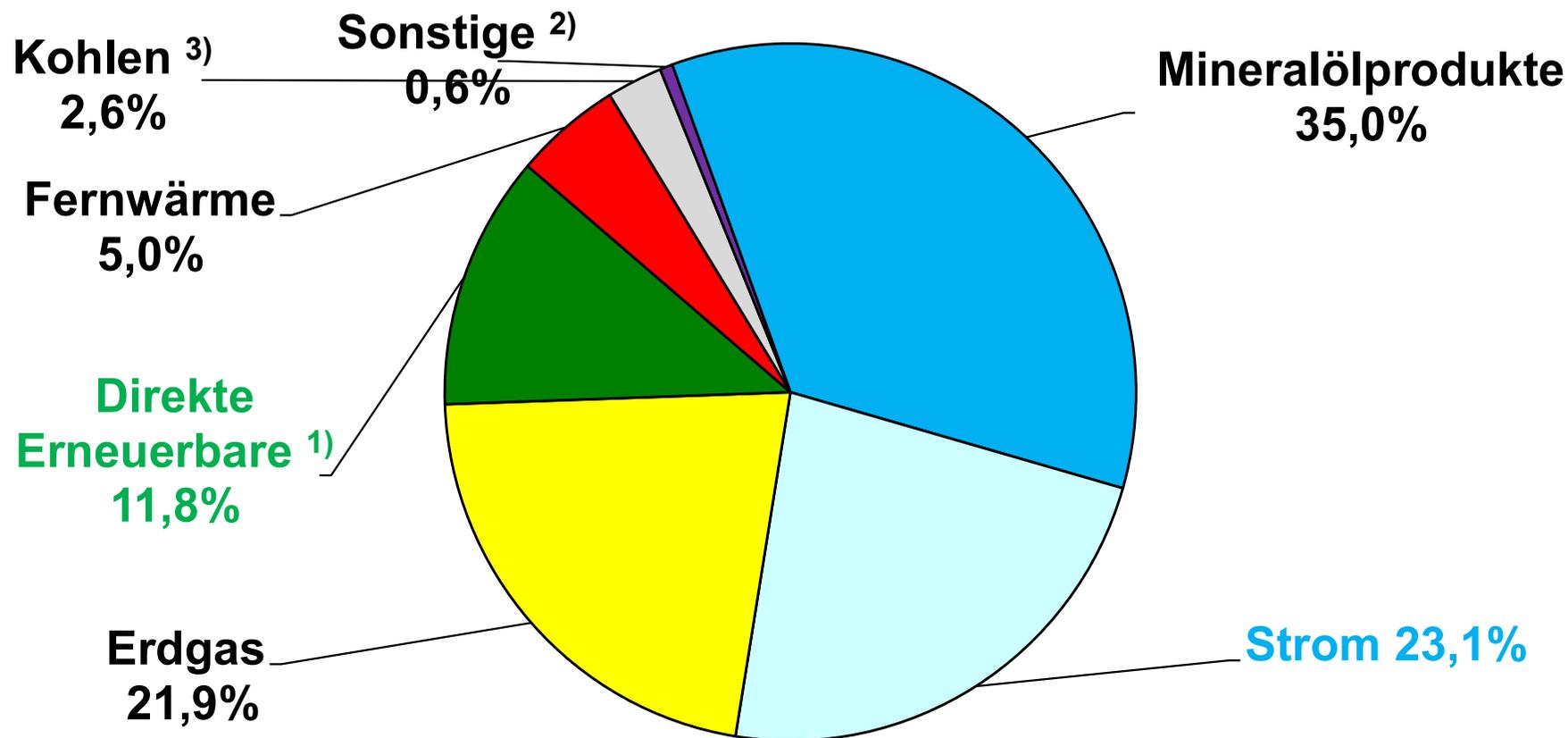
* Daten 2020 vorläufig, Stand 6/2022;
E-Einheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,3 Mio.

Struktur Endenergieverbrauch (EEV)¹⁾ nach Energieträgern in der EU-27 im Jahr 2020 **nach Eurostat (2)**

Gesamt 37.087 PJ = 10.302 TWh (Mrd. kWh) = 885,8 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 2,3%
Ø 83,0 GJ/Kopf = 23,0 MWh/Kopf = 2,0 toe/Kopf

Beitrag EE 4.365 PJ = 1.240 TWh = 104,25 Mtoe ¹⁾
Direkter EE-Anteil 11,8 %



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 Final, Stand 02/2022;

E-Einheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

1) Erneuerbare Energie: Direkte EE 11,8% (Bioenergie einschl. biogener Abfall (50%), Geothermie, Solarthermie);

Indirekte EE 10,9% (in Wasserkraft, Solar, Wind u.a. sind in Strom und Fernwärme enthalten)

Gesamt EE 21,8% Eigene Schätzung in Anlehnung an EurObserv'ER 2019, Stand 2021

2) Sonstige: nicht biogener Abfall (50%), Abwärme u.a. 0,6%

3) Kohlen einschließlich hergestelltes Gas und Torf

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,3 Mio.

Beitrag Windenergie

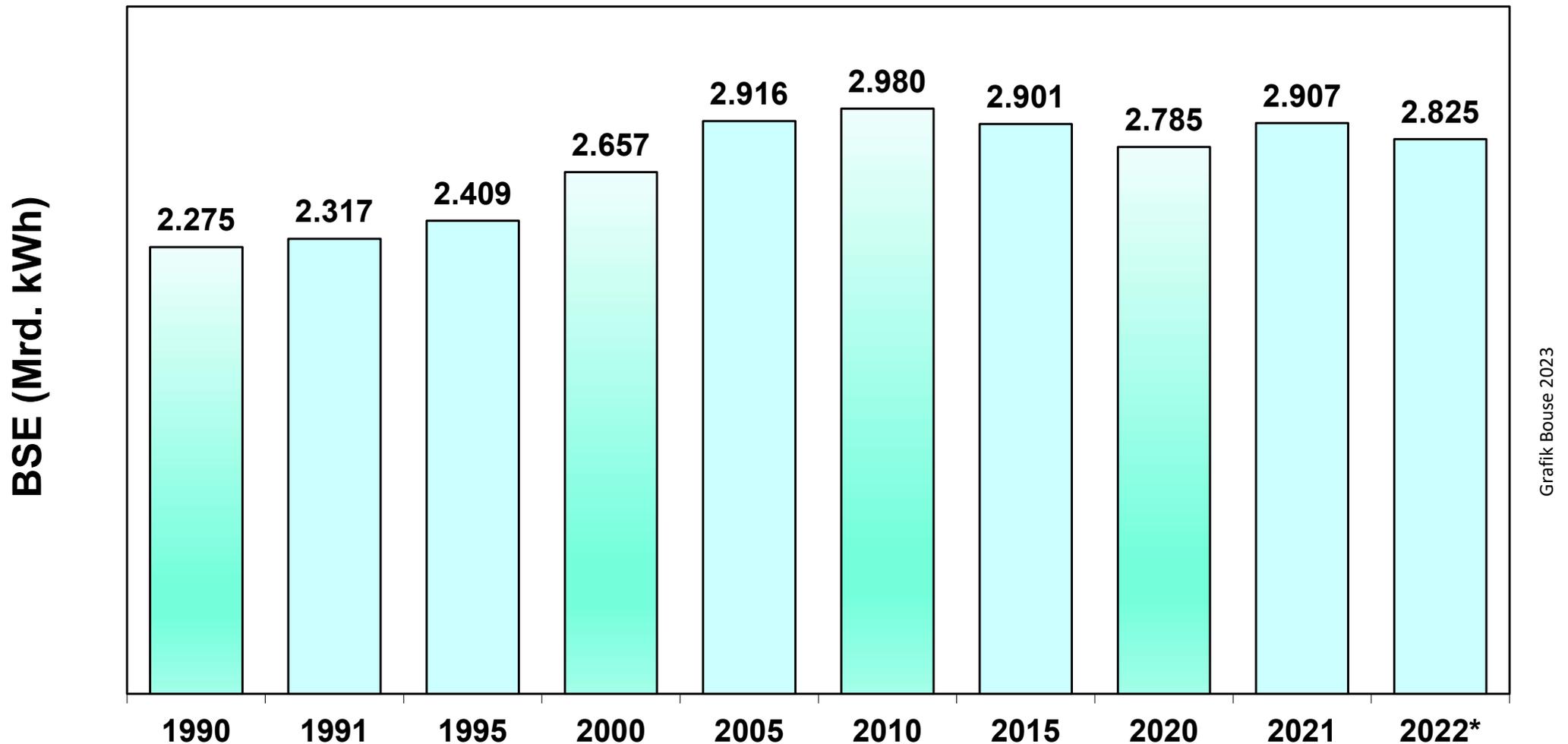
zur Stromversorgung, Teil 1 – Erzeugung/Verbrauch

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 von 1990-2022 **nach Eurostat (1)**

Jahr 2022: Gesamt 2.825,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

1) EE enthält bei Wasserkraft Pumpspeicher

Quelle: EUROSTAT (NRG_IND_PEHC und NRG_IND_PEHNF) [28], [29], [30], [31] aus BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75, Stand 10/2023

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 von 2014-2020 nach Eurostat (2)

Jahr 2020: Gesamt 2.781,4 TWh, Veränderung 1990/2020 + 22,3%
6.221 kWh/Kopf

davon EE-Beitrag 1.086,1 TWh, Anteil EE an BSE 39,0%

Gross electricity production

European Union (27 countries)

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Total	2 861 544	2 906 836	2 928 336	2 961 038	2 945 303	2 905 784	2 791 317 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof & nrg_ind_pehmf)

Solid fossil fuels (coal), Peat, Oil shale and oil sands ¹⁾

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Anthracite	12 531	12 238	4 878	4 103	4 013	700	621 P
Coking coal	9 440	1 073	8 638	11 164	8 805	2 993	2 268 P
Other bituminous coal	347 942	370 703	340 839	318 143	286 531	202 615	150 119 P
Sub-bituminous coal	4 613	4 722	2 634	3 170	2 394	1 554	403 P
Lignite	315 467	313 662	299 424	301 921	291 618	241 259	195 598 P
Coke oven coke	2	1	0	0	0	0	0 P
Patent fuel	0	0	0	0	0	0	0 P
Brown coal briquettes	2 766	2 616	2 631	2 329	2 132	1 799	1 578 P
Coal tar	8	14	17	8	11	15	18 P
Peat	6 163	5 834	5 487	5 243	5 022	5 161	3 403 P
Peat products	5	6	1	0	0	1	0 P
Oil shale and oil sands	10 302	7 987	9 623	9 912	9 380	4 318	2 225 P
Sub-total	709 239	718 756	674 172	653 994	610 806	460 415	356 233 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof)

Natural gas and manufactured gases

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Natural gas	357 022	396 339	466 350	525 243	490 627	566 135	566 448 P
Coke oven gas	5 769	7 201	7 114	7 714	7 212	7 179	7 586 P
Gas works gas	2 511	2 079	2 260	1 995	1 797	1 720	1 186 P
Blast furnace gas	21 495	20 730	20 566	20 844	20 872	19 447	19 709 P
Other recovered gases	1 894	2 243	1 950	2 183	1 867	1 910	1 893 P
Sub-total	388 691	428 592	498 241	557 979	522 375	596 391	596 822 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof)

Oil and petroleum products

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Crude oil	0	0	0	0	0	0	0 P
Refinery gas	6 348	6 431	7 112	6 554	7 176	6 962	6 562 P
Liquefied petroleum gases	389	414	552	452	237	232	229 P
Naphtha	16	0	0	0	0	0	0 P
Kerosene-type jet fuel	1	0	0	0	1	0	0 P
Other kerosene	14	10	7	13	13	5	16 P
Gas oil and diesel oil	10 461	9 987	9 834	10 518	9 703	10 272	9 759 P
Fuel oil	29 034	31 154	30 209	28 736	25 613	24 892	21 587 P
Petroleum coke	1 642	4 158	3 598	2 280	1 577	621	578 P
Bitumen	0	0	0	0	0	0	0 P
Other oil products	12 611	11 140	10 677	10 127	10 219	8 970	8 965 P
Sub-total	60 516	63 295	61 989	58 679	54 539	51 954	47 696 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof)

Renewables and biofuels

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Hydro ²⁾	398 612	363 241	372 711	322 464	370 252	345 265	373 296 P
Geothermal	6 303	6 614	6 733	6 715	6 655	6 726	6 701 P
Wind	222 357	263 204	266 834	312 306	320 506	367 116	397 055 P
Solar thermal	5 455	5 593	5 579	5 883	4 867	5 683	4 992 P
Solar photovoltaic	88 714	95 265	95 455	102 048	110 481	120 035	140 244 P
Tide, wave, ocean	481	487	501	522	480	499	509 P
Solid biofuels	70 714	72 046	72 378	74 262	76 353	80 721	78 529 P
Liquid biofuels	4 819	5 496	5 292	4 991	4 898	5 200	5 131 P
Biogases	50 887	53 795	55 046	55 647	55 031	54 951	55 106 P
Renewable municipal waste	17 902	18 079	18 469	18 806	19 387	19 077	19 540 P
Sub-total	866 244	883 820	899 000	903 644	968 910	1 005 272	1 081 103 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof & nrg_ind_pehmf)

Non-renewable wastes

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Industrial waste (non-renewable)	2 514	2 805	2 893	2 612	2 772	2 827	2 823 P
Non-renewable municipal waste	16 852	16 874	17 920	18 312	18 928	18 668	19 015 P
Sub-total	19 366	19 479	20 813	20 925	21 700	21 495	21 838 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehof)

Other sources

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Nuclear	812 550	786 676	767 959	759 383	761 943	765 338	683 183 P
Heat from chemical sources	1 112	1 111	1 160	1 172	1 099	1 038	893 P
Other fuels not elsewhere specified	3 826	5 107	5 002	5 263	3 931	3 882	3 549 P
Sub-total	817 488	792 894	774 121	765 818	766 973	770 258	687 625 P

Source: Eurostat (nrg_ind_pehmf)

* Daten 2020 vorläufig, Stand 6/2021 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,1 Mio.

1) Feste fossile Brennstoffe (Kohle), Torf, Ölschiefer und Ölsand

1) Wasserkraft Hydro enthält Pumpspeicherstrom (2018: 28,0 TWh, 0,9% vom Gesamt-BSE)

Quellen: Eurostat – Energiebilanzen EU-27 2020, Stand 6/2021 ZIP und 4/2022

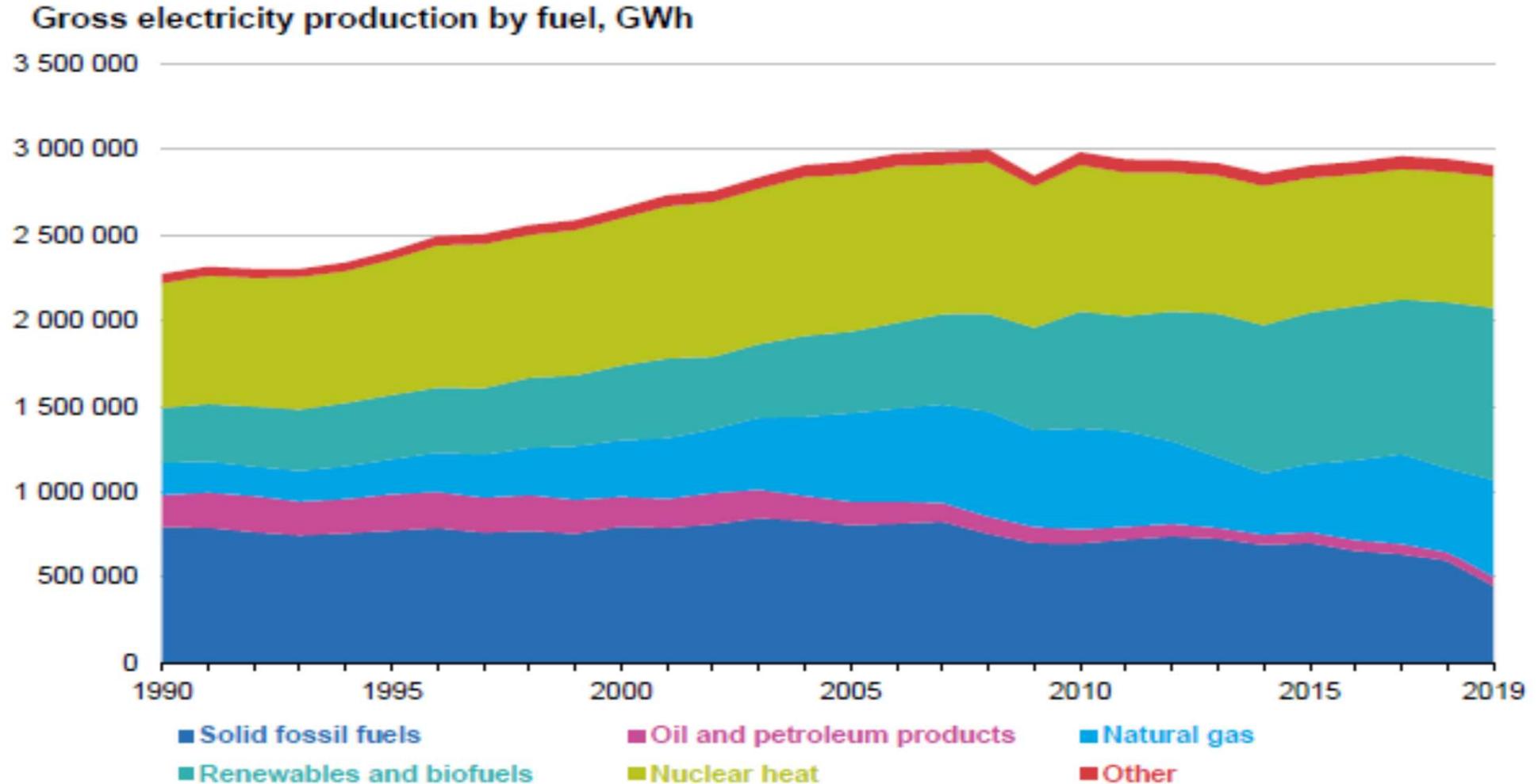
Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 von 1990-2021 **nach Eurostat (3)**

Jahr 2021: Gesamt 2.909,7 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 27,9%

6.509 kWh/Kopf

davon EE-Beitrag 1.096 TWh, Anteil EE an BSE 37,7%

European Union (27 countries)



Source: Eurostat (nrg_bal_c)

* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 447,0 Mio.

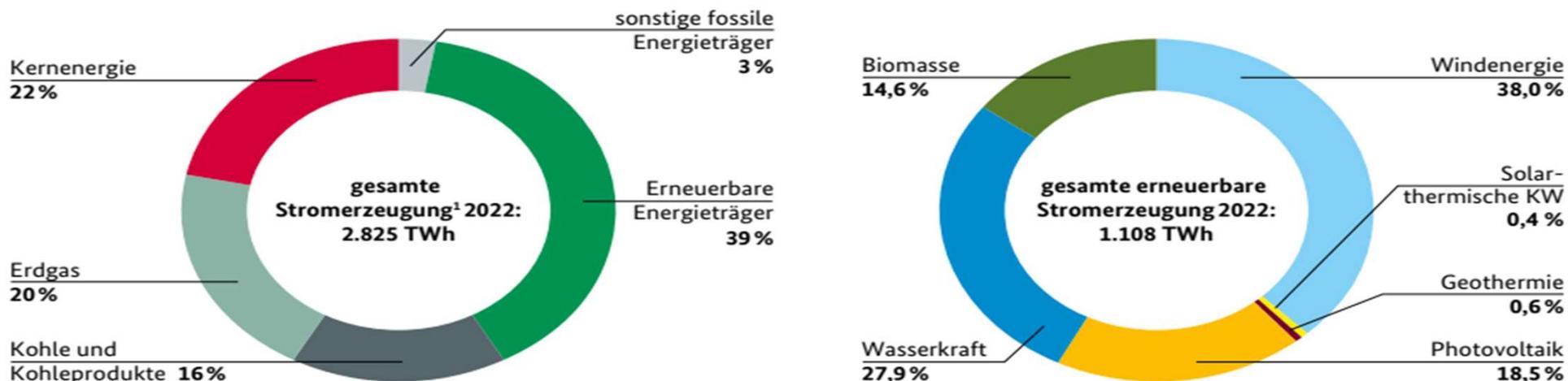
Quelle: BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen 2021, S. 69; 10/2022; Eurostat - Energiebilanzen EU-27 2020, Ausgabe 6/2021

Entwicklung Bruttostromerzeugung nach Energieträgern und aus erneuerbare Energien in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (4)

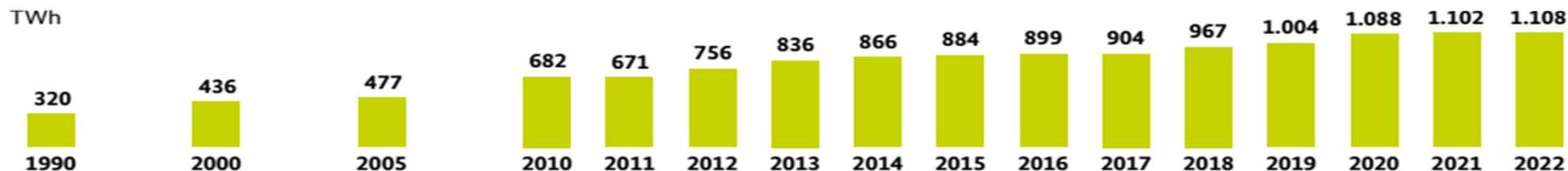
Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%
 6.312 kWh/Kopf
 Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%

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

Anteile in Prozent



Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU:



sonstige fossile Energieträger = Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher etc.
 Meeresenergie ist aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt

1 ohne Berücksichtigung der Nettoimporte

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

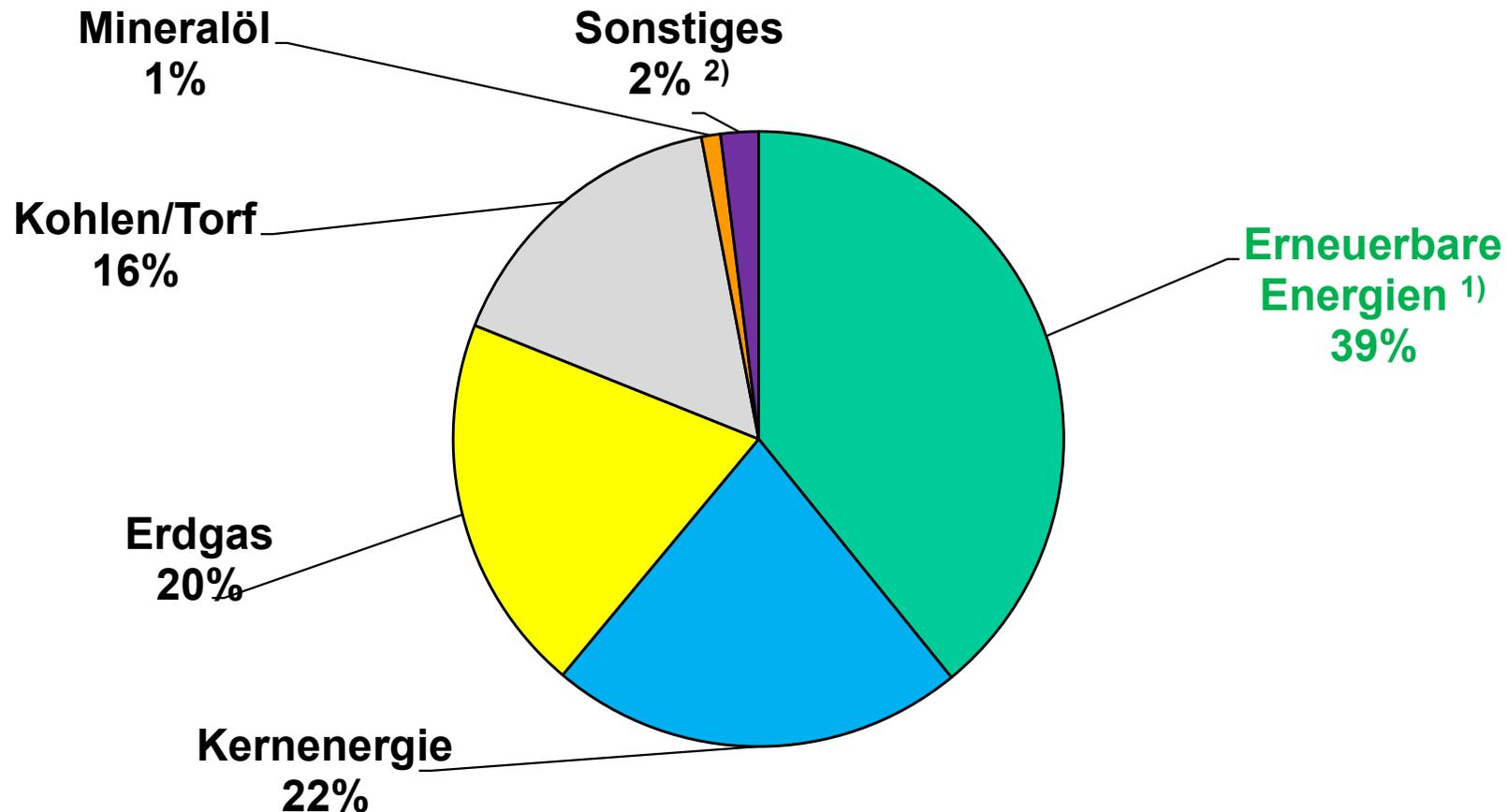
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (5)

Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%



Grafik Bouse 2023

Beitrag fossiler Energien zur Stromerzeugung 37%

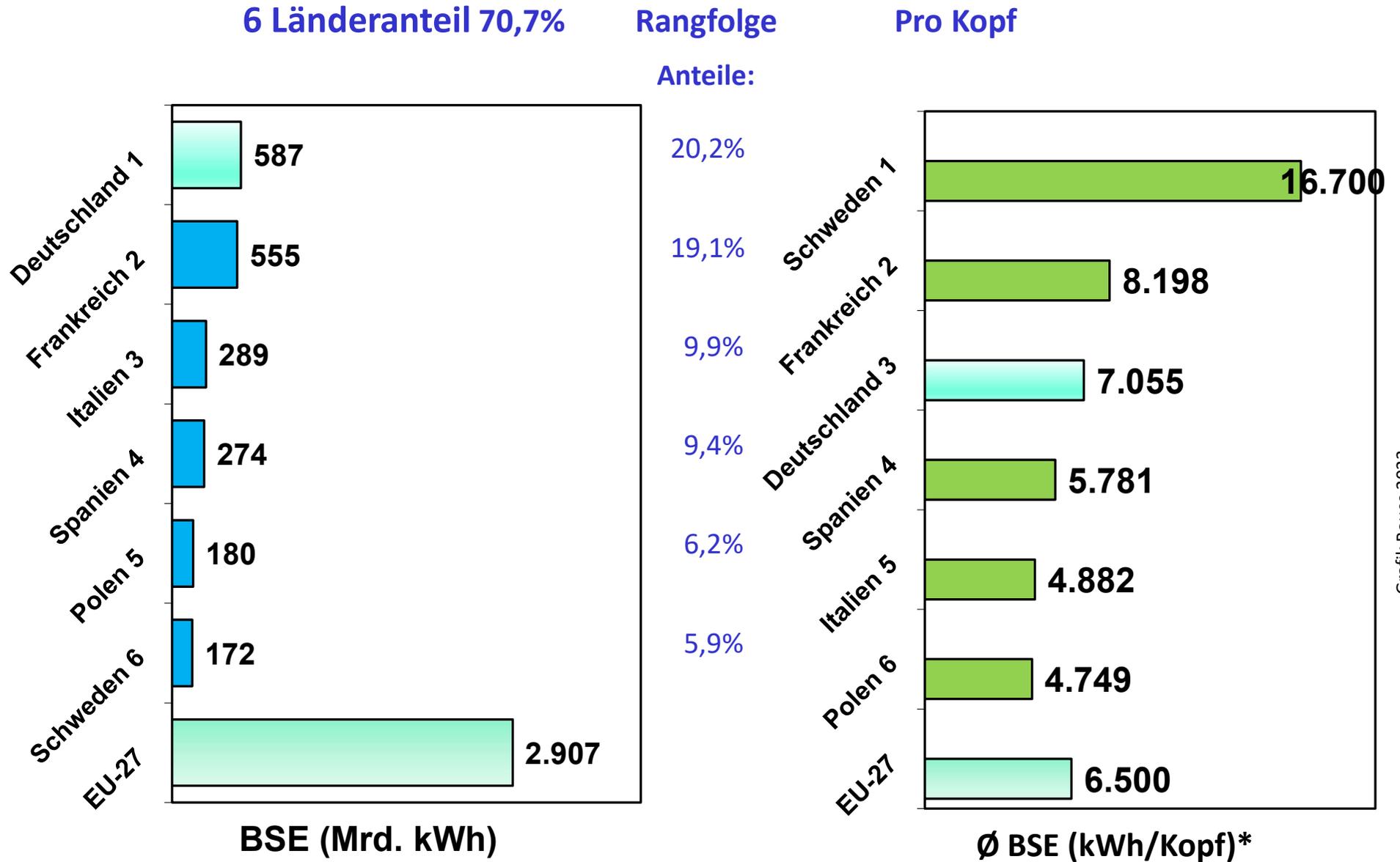
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023, Daten sind auf oder -abgerundet

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

1) EE-Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 39,2%, davon Windenergie 38,0%, Wasserkraft mit Pumpstrom 27,9 %, Bioenergie + biogener Abfall 14,6%, PV 18,5%, Geothermie 0,6%; Solar thermische KW 0,5

2) Sonstige Energien: hergestelltes Gas sowie biogener Abfall, Wärme u.a.

6 Länder-Rangfolge bei der Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 im Jahr 2021 **nach Eurostat** (10)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2021 vorläufig, Stand bis 3/2023;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) (Mio.): EU 447,0, D = 83,2; F = 67,7; Italien 59,2, Spanien = 47,4; Polen = 37,9; Schweden 10,3

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1)

Gesamt 1.108,0 TWh; Anteil 39,2% an der BSE von 2.825,4 TWh (Mrd. kWh)

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

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

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

1 Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher

2 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls

3 inkl. Klär- und Deponiegas

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

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

1. Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher;

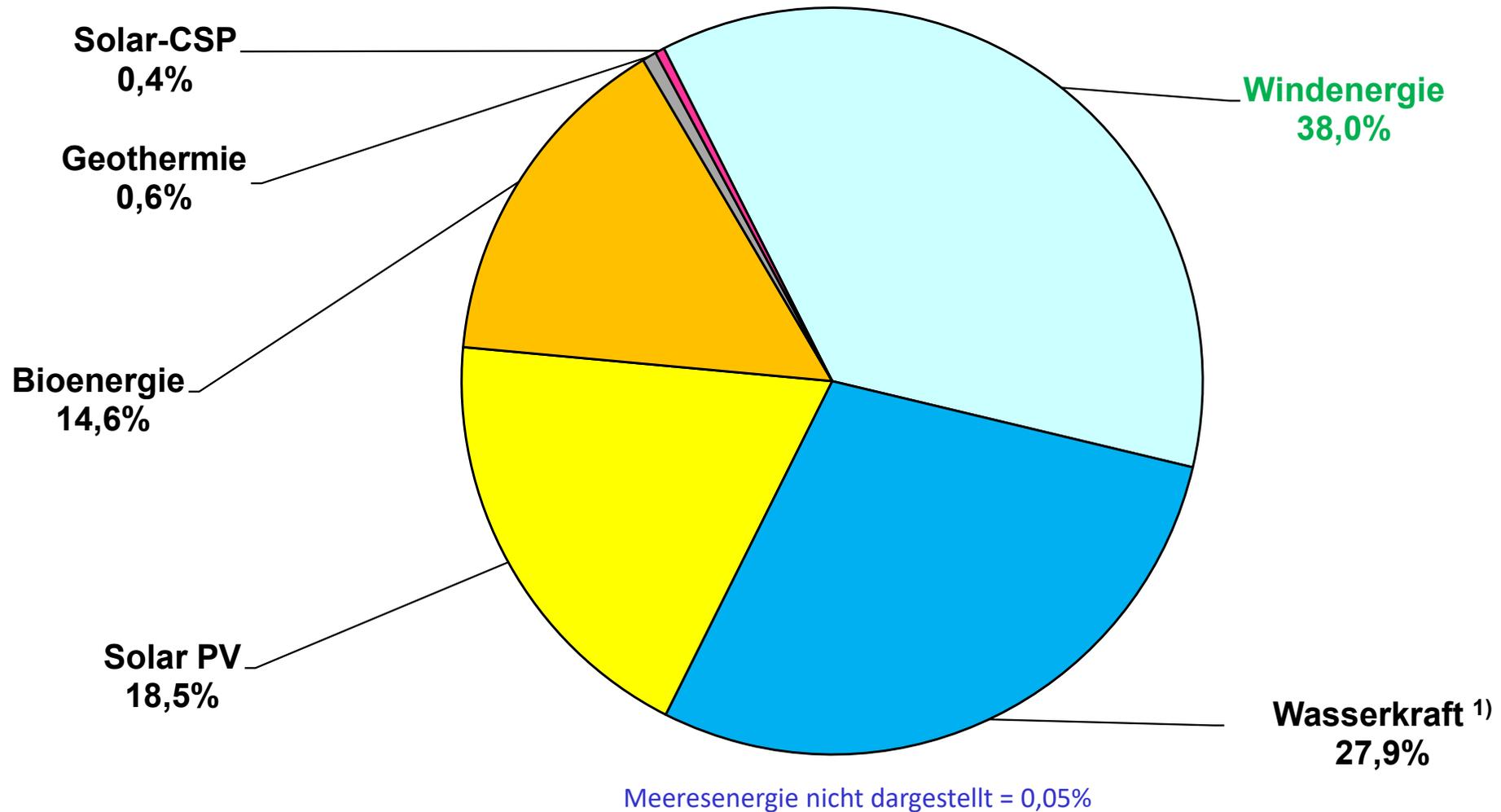
2. inkl. des biogenen Anteils des Abfalls;

3. inkl. Klär- und Deponiegas

Stromerzeugung aus erneuerbare Energien in der EU-27 2022 nach Eurostat (2)

Gesamt 1.108 TWh; Anteil 39,2% an der BSE von 2.825,4 TWh (Mrd. kWh)

Beitrag Windenergie 421,3 TWh, Anteil von gesamt EE 38,0%



Grafik Bouse 2023

1) Wasserkraft mit Pumpspeicher

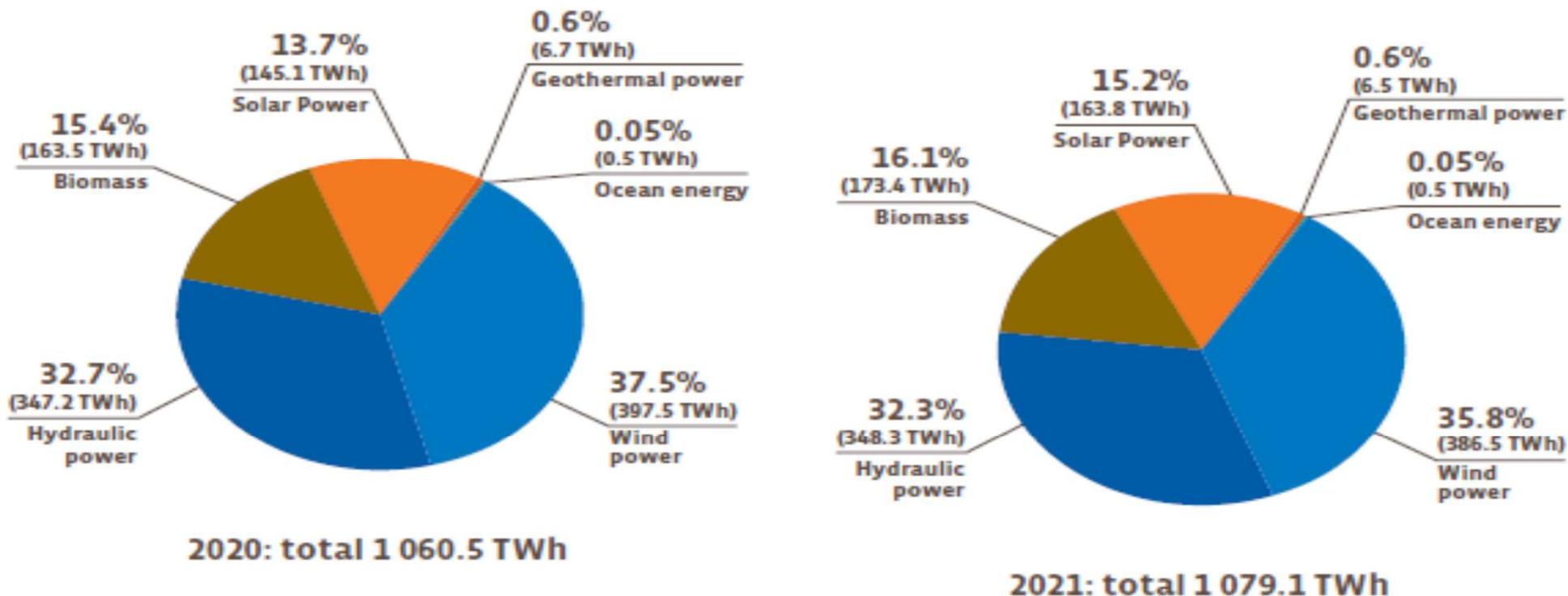
2) Erneuerbare Energien 1.108 TWh, davon Windenergie 421,3 TWh, Wasserkraft mit Pumpspeicher 308,6 TWh, Solar-PV 250,1; Bioenergie mit biogenen Abfall 161,6 TWh, Geothermie 6,3 TWh, Solarthermische KW CSP 4,5 TWh, Meeresenergie 0,5 TWh

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach Technologien in der EU-27 von 2020/21 nach EurObserv'ER (3)

Jahr 2021: Gesamt 1.079,1 TWh,
EE-Anteil 37,5% am BSV*

1 Anteil jeder Energiequelle an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen in der EU 27 (%)

Share of each energy source in renewable electricity generation in the EU-27 (in %)



Notes for calculation: Hydro is actual (not normalised) and excluding pumping. Wind is actual (not normalised). Solar includes solar photovoltaics and concentrated solar power generation. All electricity production, compliant or not with renewable Directives, from solid biofuels, biogas (pure and blended in the gas natural grid) and bioliquids is included. Source: EurObserv'ER

Hinweis: Angaben zur tatsächlichen Hydraulik- und Winderzeugung (keine Normalisierung), gepumptes Wasserkraftwerk sind ausgeschlossen (2020: 27,1 TWh).

Alle Stromerzeugung aus Bioliquids (konform und nicht konform) sind enthalten (nicht konforme Bioliquids Stromerzeugung entspricht 127,7 GWh in 2019 und 127,7 GWh im Jahr 2020).

Erneuerbarer Strom aus in das Netz eingespeistem Biogas ist enthalten (dies entspricht 532,9 GWh im Jahr 2019 und 680,3 GWh im Jahr 2020). Quelle: EurObserv'ER

Gesamte Stromdaten nach Eurostat 2021: BSE = 2.909,7 TWh, BSV = 2.916,7 TWh

* Daten 2021 vorläufig, Stand 3/2023

Beitrag Windenergie

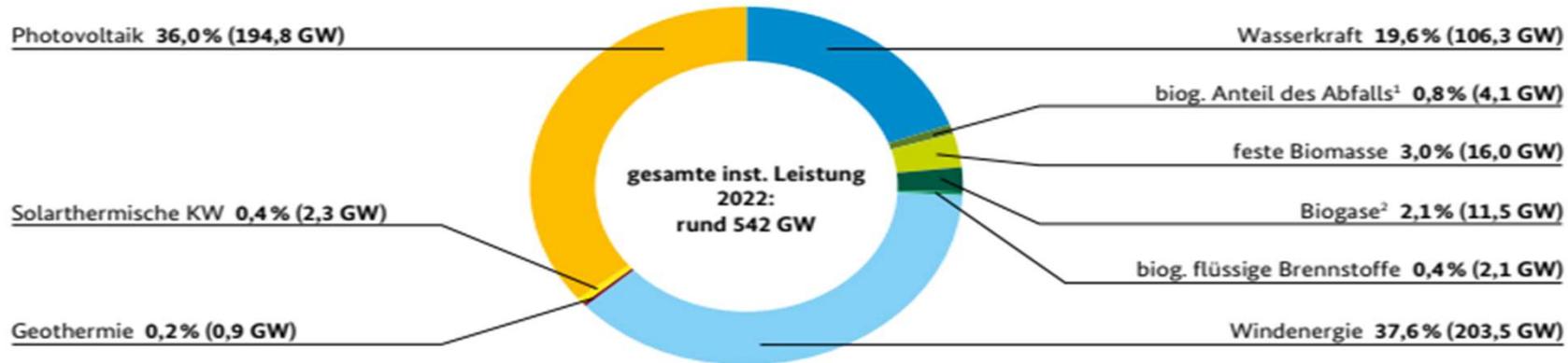
zur Stromversorgung, Teil 2 – Leistung/Anlagen

Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 1990-2022 nach Eurostat, IRENA (1)

Ende 2022: Gesamt rund 542 GW, Veränderung zum VJ + 5,0%

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

Anteile in Prozent



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU:



1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

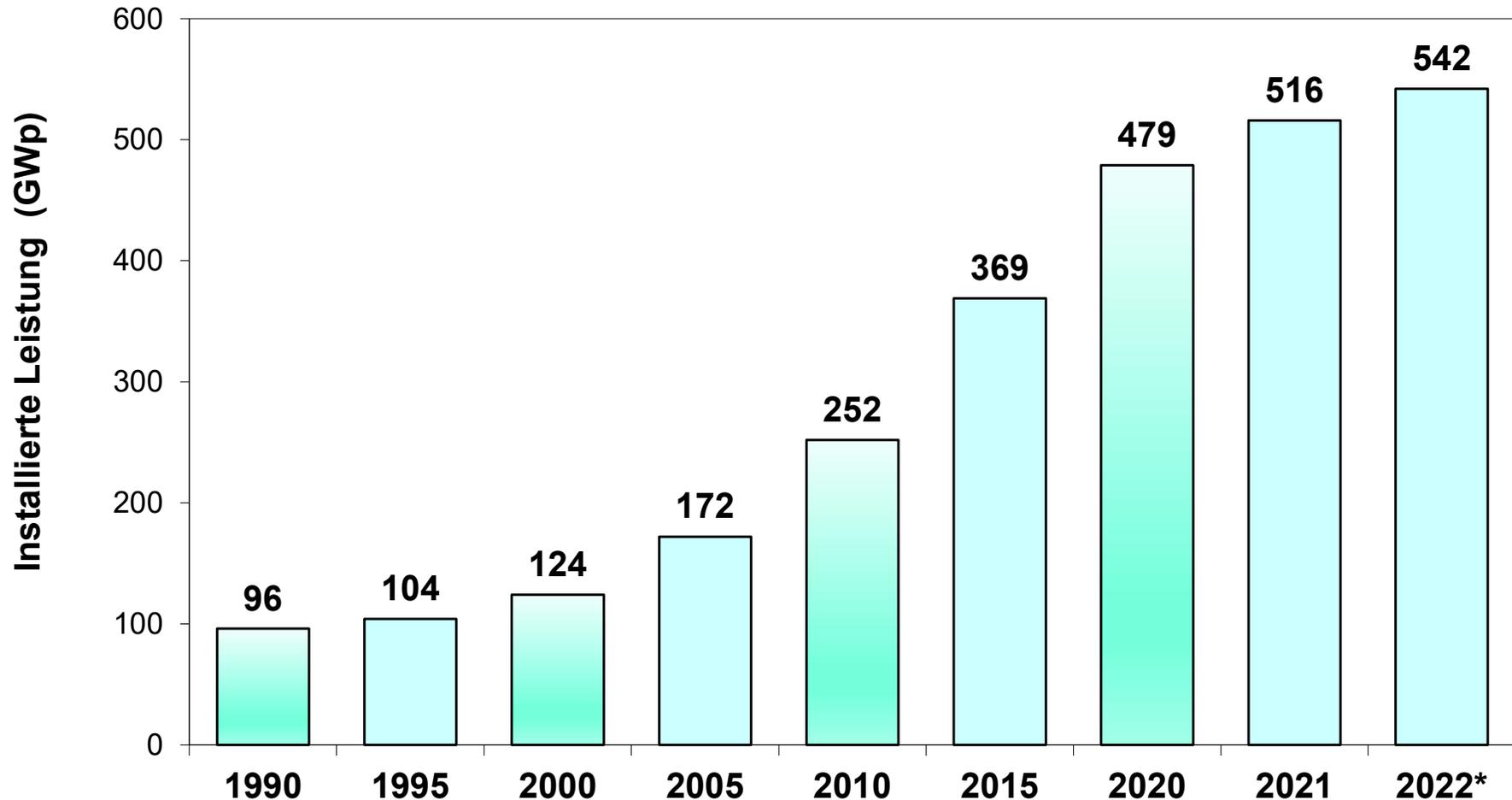
Wird der Jahresertrag einer Erzeugungsanlage durch ihre Nennleistung dividiert, erhält man die Anzahl der Stunden, die ebenjene Erzeugungsanlage theoretisch bei voller Leistung betrieben werden müsste, um ihren Jahresenergieertrag bilanziell zu erreichen.

1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 1990-2022 nach Eurostat, IRENA (2)

Ende 2022: Gesamt 542 GW, Veränderung zum VJ + 5,0%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: Eurostat (Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen) [32] aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022; S. 77; 10/2023; IRENA - Renewable Capacity Statistics 2022, Ausgabe Mai 2023

Windenergie

Erzeugung und Leistung zur Stromversorgung

Windenergie zur Stromerzeugung in der EU-27 2022

Stand 10/2023 nach Eurostat (1)

Windenergienutzung

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

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

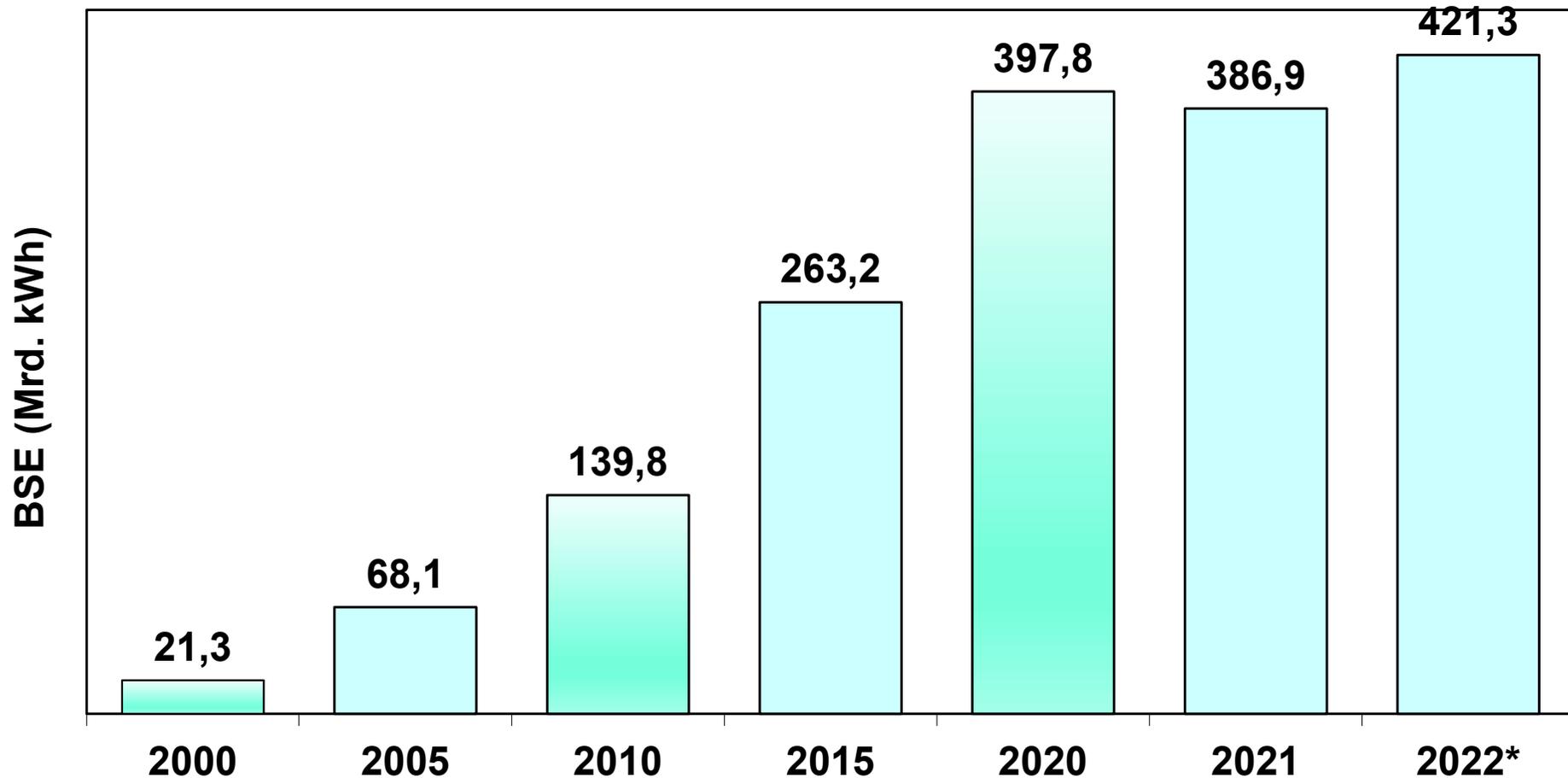
Insgesamt war damit in der EU-27 Ende des Jahres 2022 eine Windenergieleistung von 204 GW installiert, davon 187,3 GW an Land und 16,7 GW auf See. Mit 66,3 GW, entsprechend rund einem Drittel der gesamten europäischen Windenergieleistung, lag Deutschland hier weiterhin mit Abstand vor Spanien (29,3 GW),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

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

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

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus Windenergie in der EU-27 2000-2022 nach Eurostat (2)

Jahr 2022: 421,3 TWh (Mrd. kWh)
Anteil am EE-Gesamt 39,2% von 1.108,0TWh



Grafik Bouse 2023

** Daten 2022, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

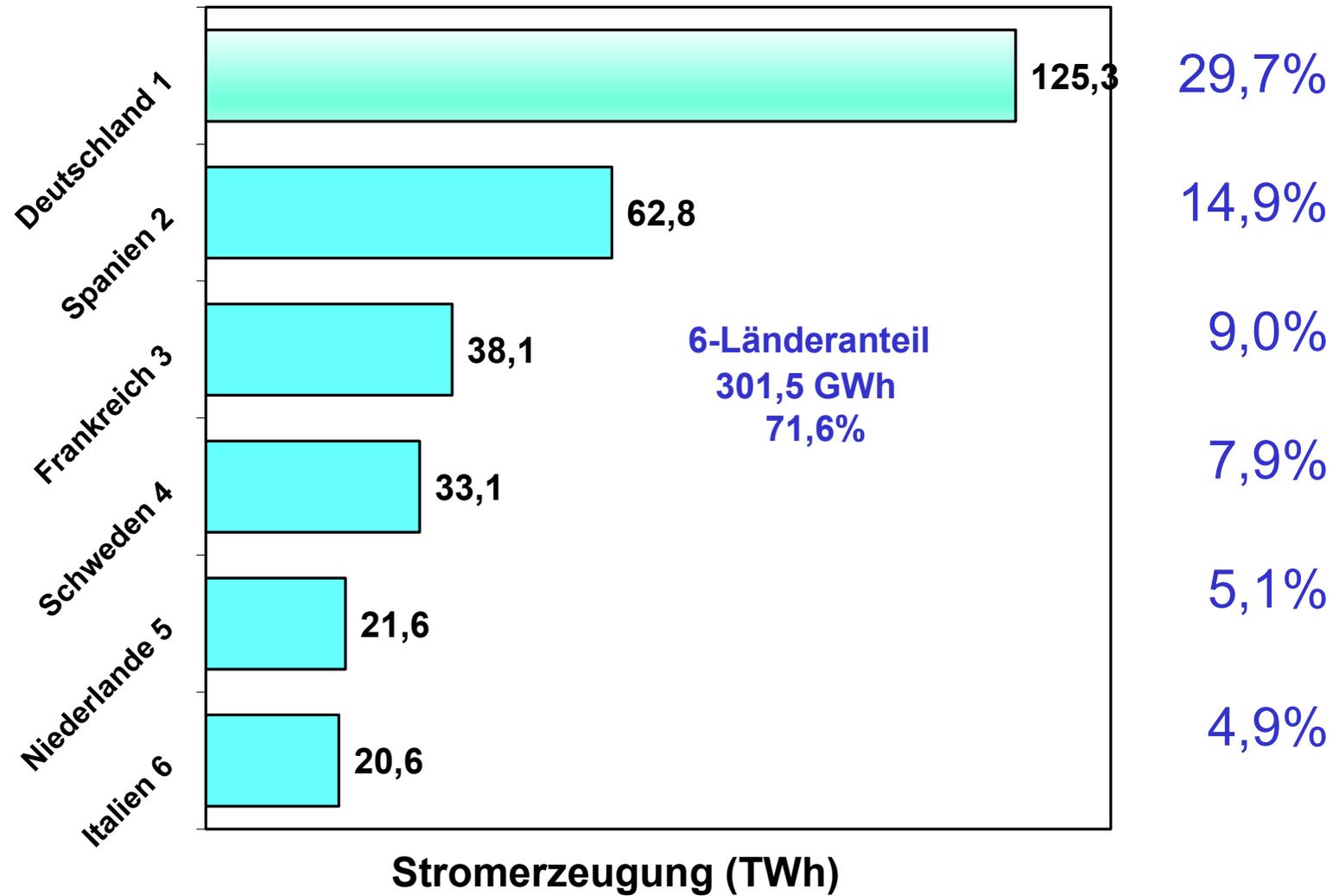
Nachrichtlich Jahr 2021: BSE 2.909,7 TWh, BSV 2.916,9 TWh

Quellen: Eurostat (Erzeugung von Elektrizität und abgeleiteter Wärme nach Brennstoff) [47]; Early Estimate (Eurostat) [48]
aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“, S. 75, 10/2023

TOP 6 Länder-Rangfolge Stromerzeugung (BSE) aus gesamte Windenergieanlagen der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (3)

Jahr 2022: 421,3 TWh (Mrd. kWh)
Anteil am EE-Gesamt 39,2% von 1.108,0TWh

Anteile:



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023;

Quellen: Eurostat aus BMWk - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 76, Stand 10/2023

Entwicklung **kumulierte Windenergieleistung** und **jährlicher Zubau an Land** in den EU-27 Mitgliedstaaten 2000-2022 **nach IRENA (4)**

Jahr 2022: Kumulierte Windenergieleistung 187.270 MW = 187,3 GW
Zubauleistung 14.050 MW = 14,1 GW

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

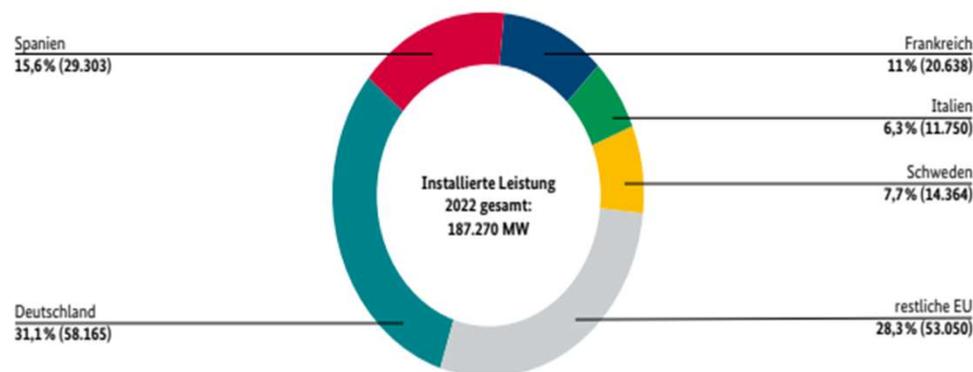


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

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

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

in MW

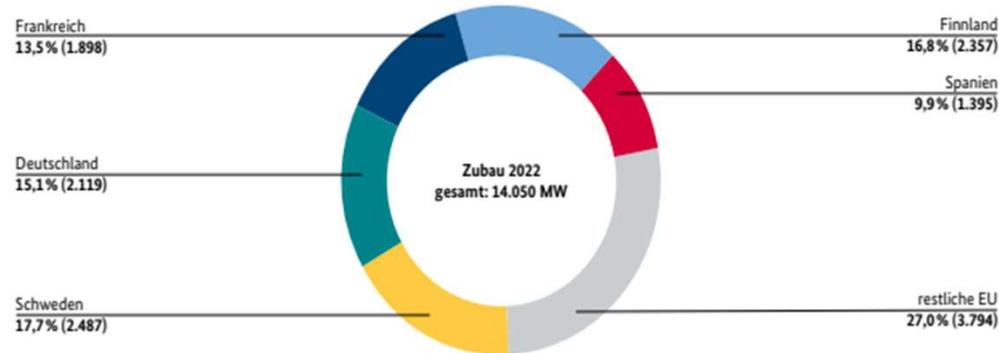


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

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

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

in MW



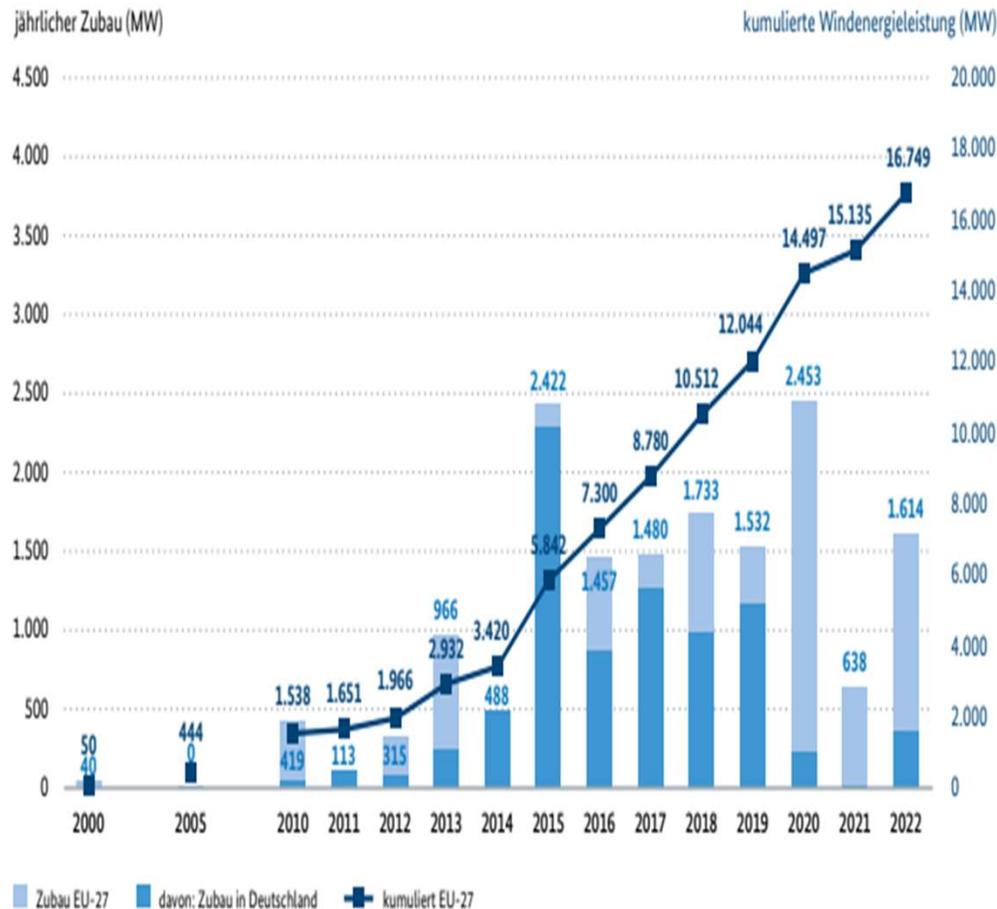
Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

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

Entwicklung **kumulierte Windenergieleistung und jährlicher Zubau auf See** in den EU-27 Mitgliedstaaten 2000-2022 **nach IRENA (5)**

Jahr 2022: Kumulierte Windenergieleistung 16.749 MW = 16,7 GW
Zubauleistung 1.614 MW = 1,6 GW

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

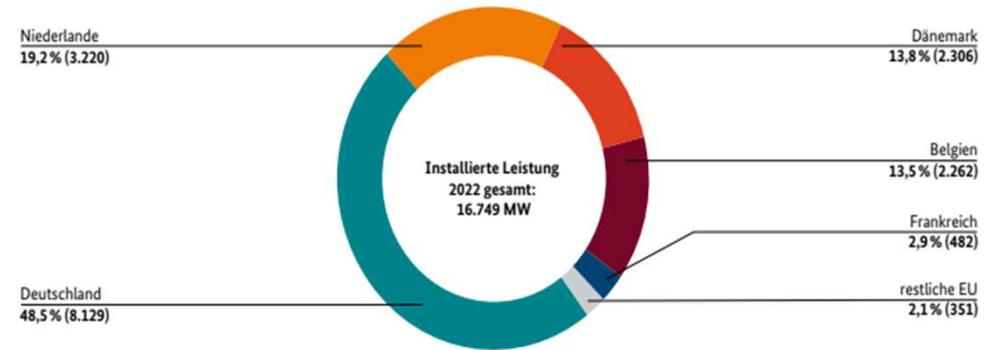


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

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

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

in MW

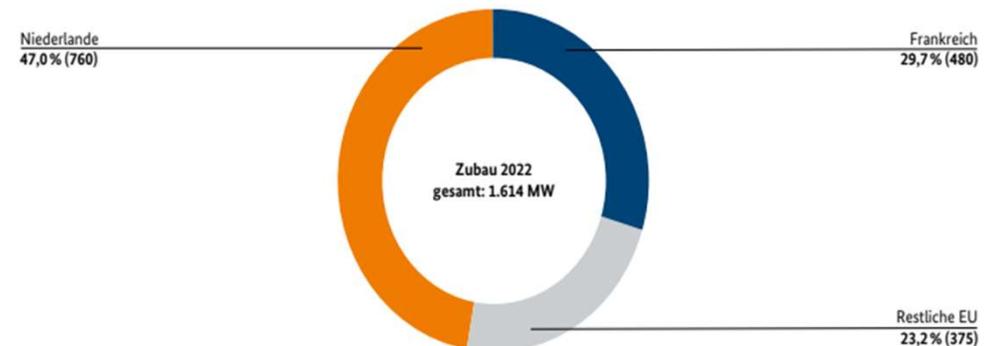


Die Windleistung 2022 entspricht der Schätzung der IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“).

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

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

in MW



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

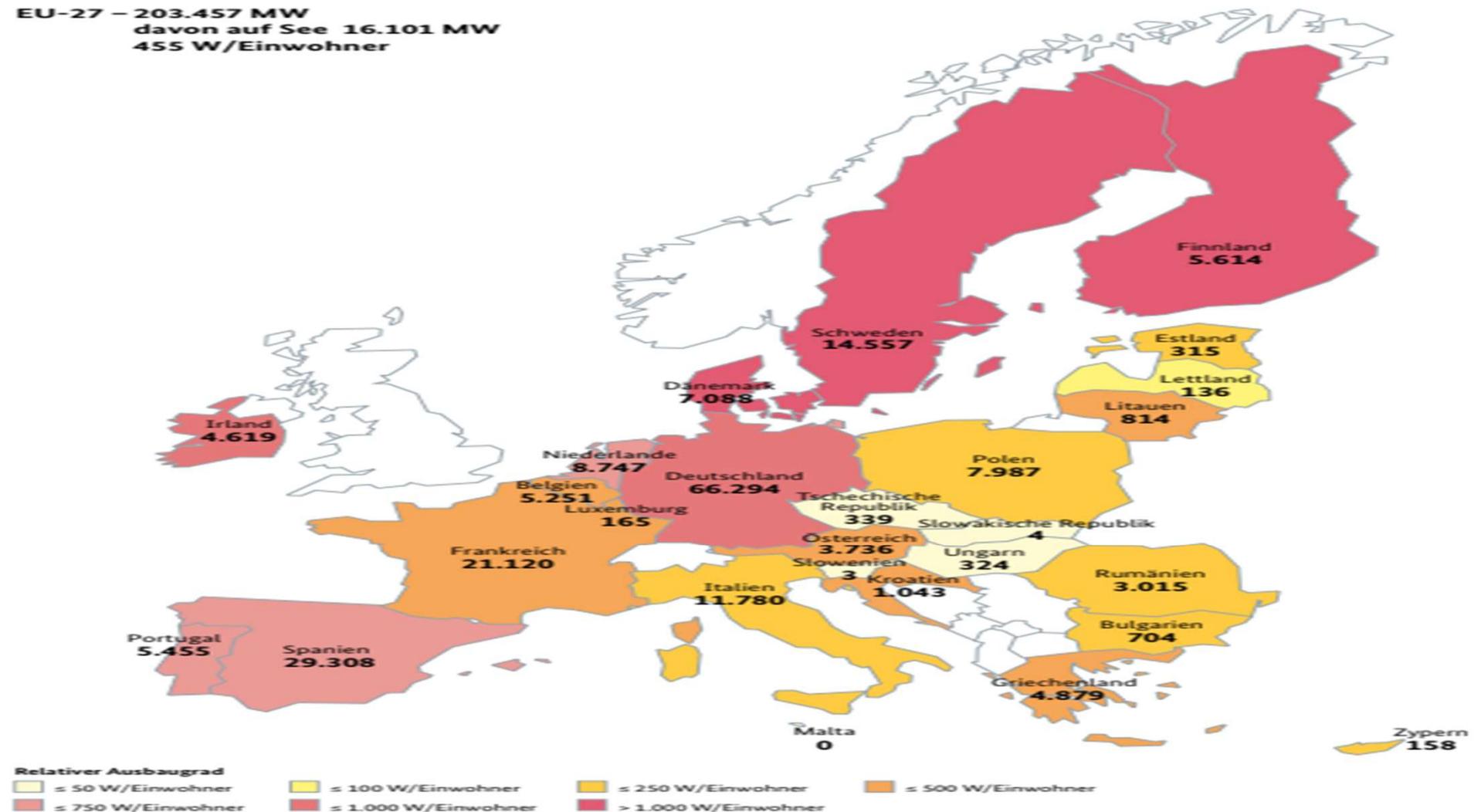
Quelle: IRENA („Renewable Capacity Statistics 2023“) [33]

Gesamte installierte Windenergieleistung an Land und auf See in den Ländern in der EU-27 Ende 2022 nach IRENA (6)

Installierte Gesamtleistung 203.457 MW = 203,5 GW,
 davon an Land 187.356 GW (92,1%), auf See 16,1 GW (7,9%)
 455 kW/1.000 EW*

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

EU-27 – 203.457 MW
 davon auf See 16.101 MW
 455 W/Einwohner



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Keine Windenergienutzung in Malta

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) Ende 2022: 447,6 Mio.

Quelle: IRENA aus BMWi - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 78, 10/2023

Windenergie in der Europäischen Union (EU-27) 2022, Stand 3/2023 nach EurObserv'ER (1)

419.5 TWh

*The estimated electricity production from wind power
in the EU of 27 in 2022*

WIND ENERGY BAROMETER 2023

A study carried out by EurObserv'ER.



The European Union's wind energy sector is still on track despite the disappointing state of the winds. EurObserv'ER puts newly installed capacity in 2022 at about 15 GW, including 963 MW of offshore capacity. Once the capacity of decommissioned turbines is subtracted, and replacements by more powerful units is allowed for, the net additional wind turbine capacity figure increased by at least 14.4 GW in the twelve months to the end of 2022, which amounts to 28% growth on the 2021 level (11.3 GW). While this result is a step in the right direction, the growth pace is too slow to meet the European Union's renewable energy production targets. In 2022, wind power output picked up again after the turmoil of 2021, increasing by 8.4% to 419.5 TWh (i.e., 32.6 TWh more than in 2021).

202.7 GW

*Wind power capacity installed
in the European Union at the end of 2022*

16.1 GW

*Wind offshore capacity installed
in the EU of 27 at the end of 2022*

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) EU-27 2022: 447,6 Mio.

Quelle: EurObserv'ER - Windenergie Barometer 2023, 3/2023

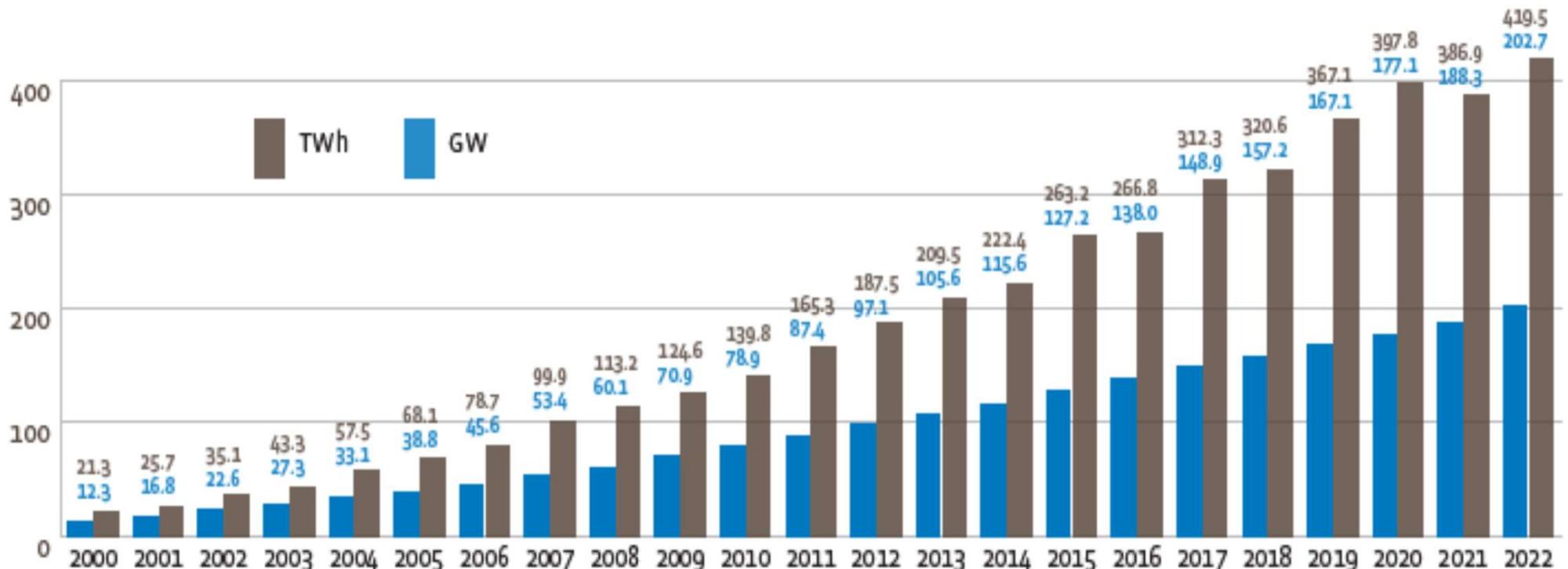
Entwicklung der maximalen elektrischen Nettokapazität und der Bruttostromerzeugung von Windenergie in der EU 27 2000 bis 2022 nach Eurostat, EurObserv'ER (2)

Jahr 2022:

Bruttostromerzeugung Windenergie 419,5 TWh (Mrd. kWh)

Elektrische Nettokapazität Windenergie 202,7 MW

Evolution of wind power capacity installed* (in GW) and gross wind electricity production (in TWh) from 2000 to 2022** in the EU 27



* Net maximum electrical capacity. ** Estimation. Sources : Years 2000-2020 (Eurostat), Year 2021 and 2022 (EurObserv'ER).

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) EU-27 2022: 447,0 Mio

Quelle: EurObserv'ER - Windenergie Barometer 2023, 3/2023

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus Windenergie an Land und auf See nach Ländern der EU-27 im Jahr 2021/22 nach EurObserv'ER (3)

Jahr 2022: Gesamt 419,5 TWh (Mrd. kWh), davon 50,1 TWh (12,0%) auf See

Table No. 2

Gross electricity production from wind power in the European Union in 2021 and 2022* (TWh)

TOP 6 Rangfolge
EU-27 2022
gesamt 71,6%

	2021	Of which Offshore	2022	Of which Offshore
Germany	114.647	24.375	125.287	25.123
Spain	62.061	0.000	62.705	0.000
France	36.831	0.000	37.900	0.647
Sweden	27.244	0.547	33.072	0.600
Netherlands	18.005	7.952	21.152	8.030
Italy	20.927	0.000	20.353	0.000
Poland	16.258	0.000	19.352	0.000
Denmark	16.054	7.593	19.010	8.743
Portugal	13.216	0.051	13.255	0.051
Belgium	11.998	6.926	11.924	6.648
Finland	8.507	0.267	11.561	0.300
Ireland**	9.776	0.000	11.224	0.000
Greece	10.483	0.000	10.500	0.000
Austria	6.740	0.000	7.242	0.000
Romania	6.576	0.000	7.006	0.000
Croatia	2.062	0.000	2.263	0.000
Lithuania	1.362	0.000	1.513	0.000
Bulgaria	1.434	0.000	1.505	0.000
Hungary	0.664	0.000	0.670	0.000
Estonia	0.733	0.000	0.664	0.000
Czechia	0.602	0.000	0.641	0.000
Luxembourg	0.314	0.000	0.302	0.000
Cyprus	0.246	0.000	0.209	0.000
Latvia	0.141	0.000	0.200	0.000
Slovenia	0.006	0.000	0.006	0.000
Slovakia	0.005	0.000	0.005	0.000
Malta	0.000	0.000	0.000	0.000
Total EU-27	386.891	47.712	419.522	50.142

* Estimation. ** Data for Ireland's offshore wind gross electricity generation are not differentiated from total wind gross electricity generation. Source : EurObserv'ER 2023.

29,9%
14,9%
9,0%
7,9%
5,0%
4,9%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) EU-27 2022: 447,0 Mio

Quelle: EurObserv'ER - Windenergie Barometer 2023, 3/2023

Gesamte installierte Windenergieleistung an Land und auf See in den Ländern in der EU-27 Ende 2021/22 nach EurObserv'ER (4)

Installierte Gesamtleistung 202.681 MW = 202,7 GW,
davon an Land 186,6 GW (91,9%), auf See 16,1 GW (8,1%)
420 kW/1.000 EW*

Table No. 1

Wind power capacity installed* in the European Union at the end of 2022** (MW)

	2021	Of which Offshore	2022	Of which Offshore	Installed in 2022	Of which Offshore
Germany	63 745.0	7 787.0	66 206.0	8 129.0	2 747.0	342.0
Spain	27 907.7	0.0	29 042.9	0.0	1 135.2	0.0
France	18 740.0	0.0	20 698.0	480.0	1 974.0	480.0
Sweden	12 116.0	193.0	14 585.0	193.0	2 469.0	0.0
Italy	11 253.7	0.0	11 700.0	30.0	446.3	30.0
Netherlands	7 770.0	2 460.0	8 747.0	2 571.0	1 077.0	111.0
Poland	6 967.3	0.0	8 129.5	0.0	1 162.1	0.0
Denmark	7 020.8	2 305.6	7 100.0	2 305.6	129.0	0.0
Finland	3 257.0	73.0	5 677.0	73.0	2 429.0	0.0
Portugal	5 427.3	25.0	5 671.0	25.0	243.7	0.0
Belgium	4 948.4	2 261.8	5 236.4	2 261.8	303.0	0.0
Greece	4 649.1	0.0	4 681.4	0.0	32.3	0.0
Ireland	4 339.0	25.2	4 527.3	21.6	188.3	0.0
Austria	3 422.0	0.0	3 586.0	0.0	267.0	0.0
Romania	3 015.0	0.0	3 015.0	0.0	0.0	0.0
Croatia	986.9	0.0	990.2	0.0	3.3	0.0
Lithuania	671.0	0.0	938.0	0.0	267.0	0.0
Bulgaria	704.4	0.0	704.4	0.0	0.0	0.0
Czechia	339.4	0.0	339.4	0.0	0.0	0.0
Hungary	324.0	0.0	324.0	0.0	0.0	0.0
Estonia	315.0	0.0	315.0	0.0	0.0	0.0
Luxembourg	137.0	0.0	165.9	0.0	29.4	0.0
Cyprus	157.5	0.0	157.5	0.0	0.0	0.0
Latvia	77.1	0.0	137.0	0.0	59.9	0.0
Slovakia	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Slovenia	3.3	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0
Malta	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Total EU-27	188 298.1	15 130.6	202 681.1	16 090.0	14 962.3	963.0

Note: The total installed net maximal capacity installed at the end of 2022 takes into account the decommissioned capacity during the year 2022: 286 MW in Germany, 103 MW in Austria, 100 MW in Netherlands, 50 MW in Denmark, 16 MW in France, 15 MW in Belgium, 9 MW in Finland and 0.5 MW in Luxembourg.
* Net maximum electrical capacity. ** Estimation. Sources: EurObserv'ER 2023.

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) EU-27 2023: 447,0 Mio

Quelle: EurObserv'ER - Windenergie Barometer 2023, 3/2023

Durchschnittliche Leistungen der Windenergieanlagen (WEA) werden immer größer in Europa 2000 bis 2035

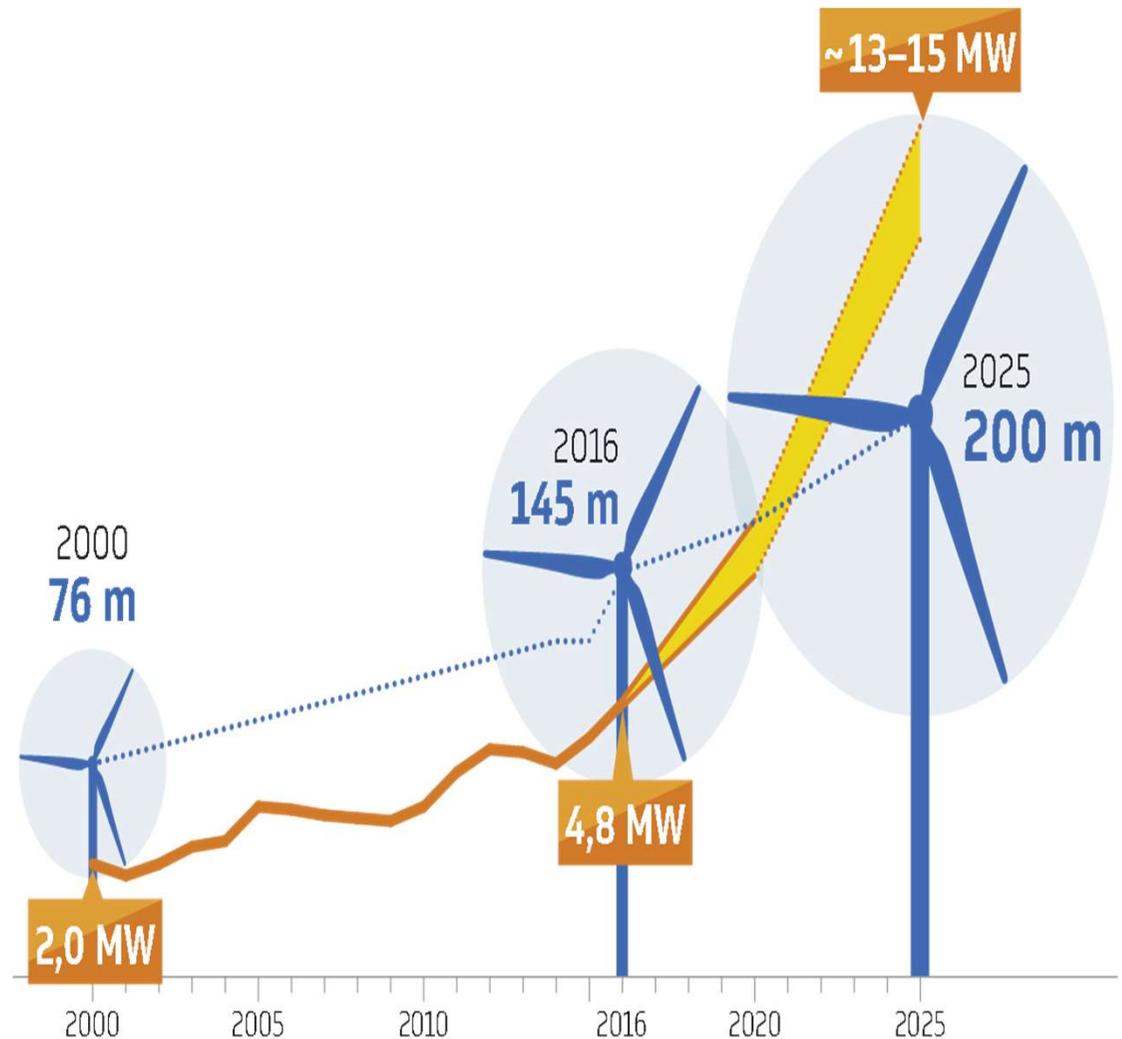
Leistung wächst ständig

Entwicklung durchschnittliche
Leistung neuer Anlagen in Europa

- 2,0 MW im Jahr 2000
- 4,8 MW im Jahr 2016
- 8,0 MW in Betrieb,
- 9,5 MW marktreif im Jahr 2017
- 13 - 15 MW im Jahr 2025

Durchschnittliche installierte Leistung und Größe neuer WEA

Voraussagen der Hersteller und Betreiber.

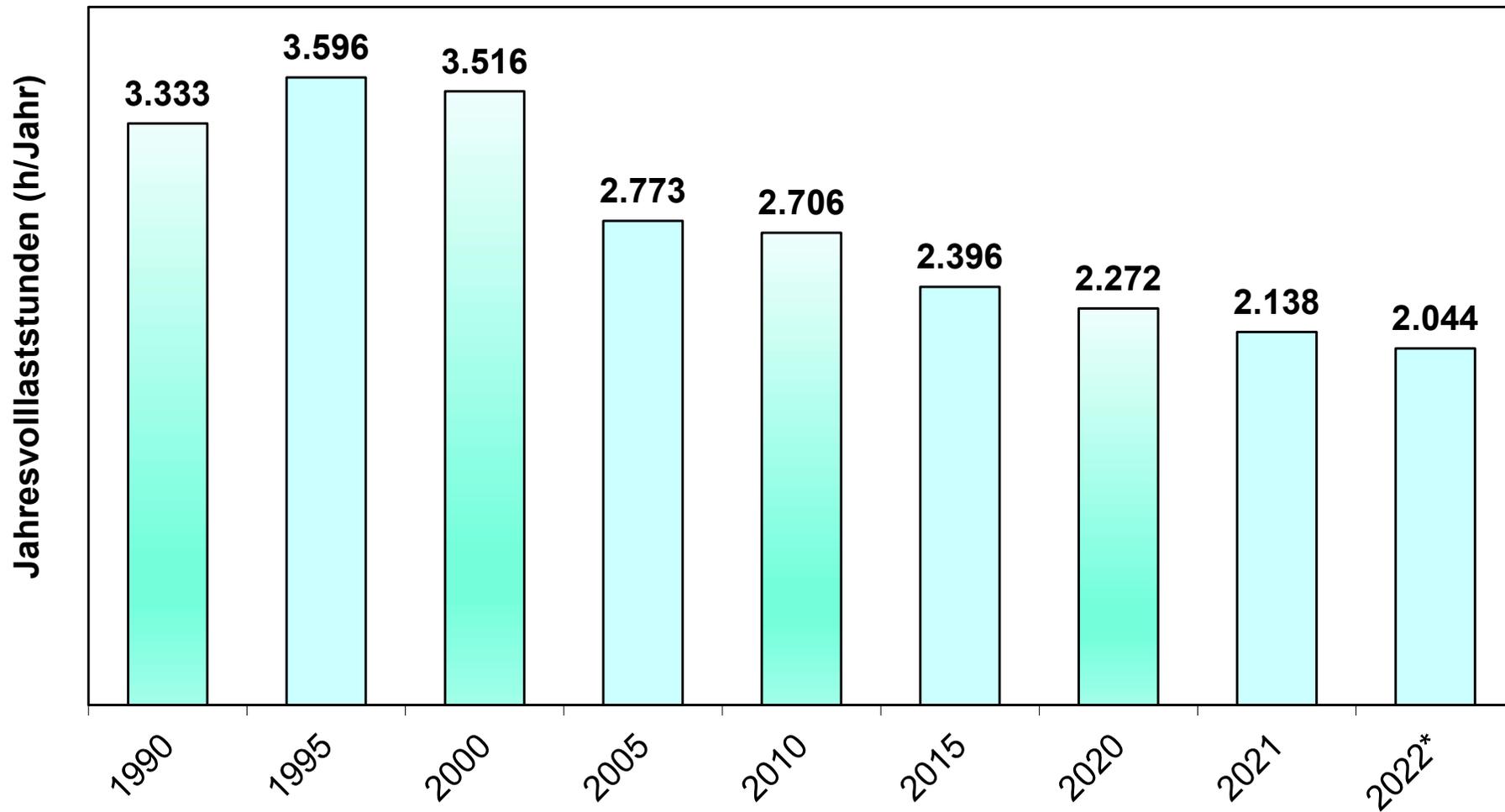


Darstellung: Ahnen&Enkel

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Entwicklung Jahresvolllaststunden der gesamten erneuerbaren Energien in der EU-27 von 1990-2021 (1)

Jahr 2021 : Installierte Leistung zum J-Ende: 542 MW
Brutto-Stromerzeugung 1.108 GWh (Mio. kWh)
Jahresvolllaststunden 2.044 h/a ¹⁾
(Stromerzeugung 1.108 GWh / 0,542 GW)



Grafik Bouse 2023

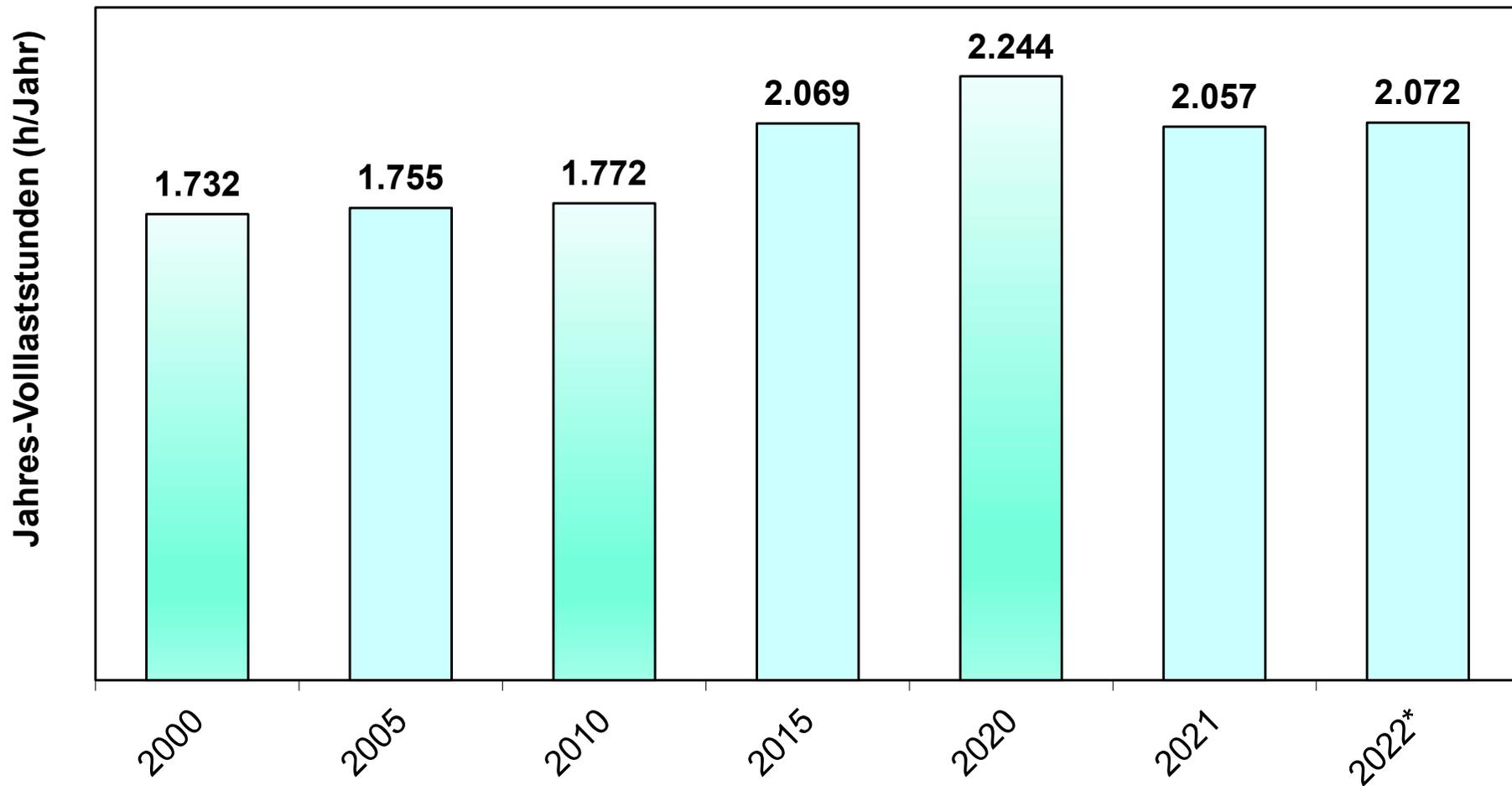
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) JvLS mit installierter J-Durchschnittleistung berechnet anstelle der installierten Leistung zum Jahresende ergibt genauere Ergebnisse

Quellen: BMU- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, 10/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de
EurObserv'ER- Windenergiebarometer EU-27 2021, Ausgabe 3/2023, Eurostat 2020; Eurostat – Energiebilanzen 2022, 3/2022

Entwicklung Jahresvolllaststunden von Windenergieanlagen in der EU-27 von 2000-2022 nach Eurostat, EurObserv'ER (2)

Jahr 2022: Windenergieanlagen N.N. Stück
Installierte Leistung Ende 2022 202,7 GW
Brutto-Stromerzeugung 419,9 GWh (Mio. kWh)
Jahresvolllaststunden 2.072 h/Jahr ¹⁾
(Stromerzeugung 419.900 GWh / 202,7 GW Leistung) = 2.072 h/a



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

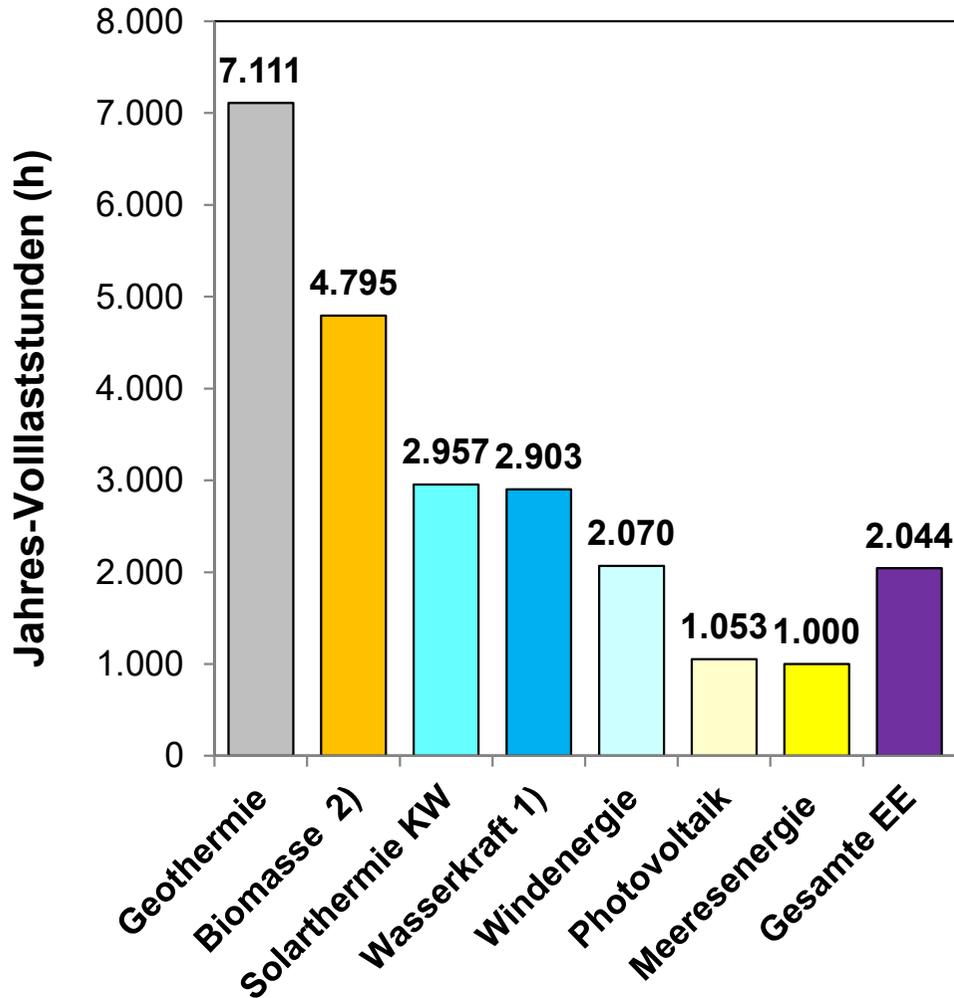
1) Installierte Leistung jeweils zum Ende des Jahres eingesetzt. Genauer wäre die Berechnung mit der Durchschnittsleistung

Quelle: EurObserv'ER- Windenergiebarometer EU-27 2021, Ausgabe 3/2023; Eurostat – Energiebilanzen 2022, 3/2022

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-27 im Jahr 2022

Jahresausnutzungsdauer

Anteil an max. Jahresstunden von 8.760 h/Jahr
 81,1% 57,7% 33,8% 33,1% 23,6% 12,0 11,4% 23,3%



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung ³⁾	Jahres- Volllaststunden
	GWh	GW	h/a
Biomasse ²⁾	161.600	33,7	4.795
Wasserkraft ¹⁾	308.600	106,3	2.903
Geothermie	6.400	0,9	7.111
Windenergie	421.300	203,5	2.070
Photovoltaik	205.100	194,8	1.053
Solarthermie KW	4.500	2,3	2.957
Meeresenergie	500	0,5	1.000
Gesamte EE	1.108.000	542,0	2.044

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =
 Bruttostromerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW)
 = max. 8.760 h/Jahr

- 1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken
- 2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%
- 3) Installierte Leistung Ende 2022, genauere Berechnung JVLS durch Ermittlung Durchschnittsleistung aus jeweils Ende 2021/2022

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

Quellen: BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, 10/2023; www.erneuerbare-Energien.de

Niedrige Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus der Photovoltaik
 Jahresvolllaststunden 1.053 h/a = 12,0% Jahresausnutzungsdauer

Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien mit Beitrag Windenergie in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (1)

Gesamt 184.920 Mio. € = 184,9 Mrd. €*

Beitrag Windenergie 34.060 Mio. € = 34,1 Mrd. €, Anteil 18,4%

2021 TURNOVER BY SECTOR (€M)

	Total	Heat pumps	Solid biofuels	Wind	PV	Biofuels	Hydro	Biogas	Solar thermal	MSW	Geothermal
Germany	39 770	4 370	5 990	11 710	8 440	1 770	720	3 320	2 590	750	110
Italy	28 390	20 650	1 670	1 050	2 170	590	910	690	200	300	160
France	24 820	9 760	3 840	2 460	3 350	2 250	2 220	350	220	240	130
Spain	13 750	3 860	1 060	3 320	2 680	1 340	460	130	840	50	<10
Netherlands	12 370	3 230	3 610	1 670	3 150	270	<10	90	10	160	170
Sweden	11 730	2 850	4 590	2 700	530	450	380	10	10	200	10
Denmark	10 730	710	2 180	6 670	700	10	<10	60	290	90	10
Finland	7 470	1 380	4 560	780	410	150	90	30	10	50	<10
Poland	7 470	580	2 160	690	2 470	970	40	140	200	130	90
Austria	5 690	480	2 070	380	880	390	810	60	360	240	20
Portugal	3 340	1 290	790	570	390	40	160	30	40	20	<10
Belgium	3 210	870	400	440	840	430	40	100	10	70	<10
Greece	2 340	570	90	630	570	130	80	40	210	<10	<10
Czechia	1 980	160	940	60	180	280	100	230	10	<10	<10
Hungary	1 840	110	480	40	140	980	10	20	20	10	30
Romania	1 680	70	420	170	130	740	110	<10	10	<10	10
Estonia	1 230	170	780	30	180	20	<10	<10	<10	10	<10
Latvia	1 170	<10	890	10	<10	170	30	20	<10	<10	<10
Slovakia	1 080	240	340	<10	20	360	40	40	10	<10	<10
Bulgaria	1 070	40	530	50	100	200	50	20	60	<10	<10
Lithuania	1 020	110	320	110	70	350	10	20	<10	<10	<10
Ireland	840	170	200	310	50	40	10	20	10	20	<10
Croatia	780	<10	380	160	<10	100	40	50	<10	<10	<10
Slovenia	420	230	90	<10	10	<10	30	10	<10	<10	<10
Malta	340	250	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Luxembourg	240	<10	50	10	70	<10	30	10	<10	30	<10
Cyprus	150	<10	<10	10	50	<10	<10	10	20	<10	<10
Total EU 27	184 920	52 190	38 450	34 060	27 610	12 070	6 420	5 530	5 200	2 480	910

Source: EurObserv'ER

Anteile (%) 100 28,2 20,8 18,4 14,9 6,5 3,5 3,0 2,8 1,3 0,5

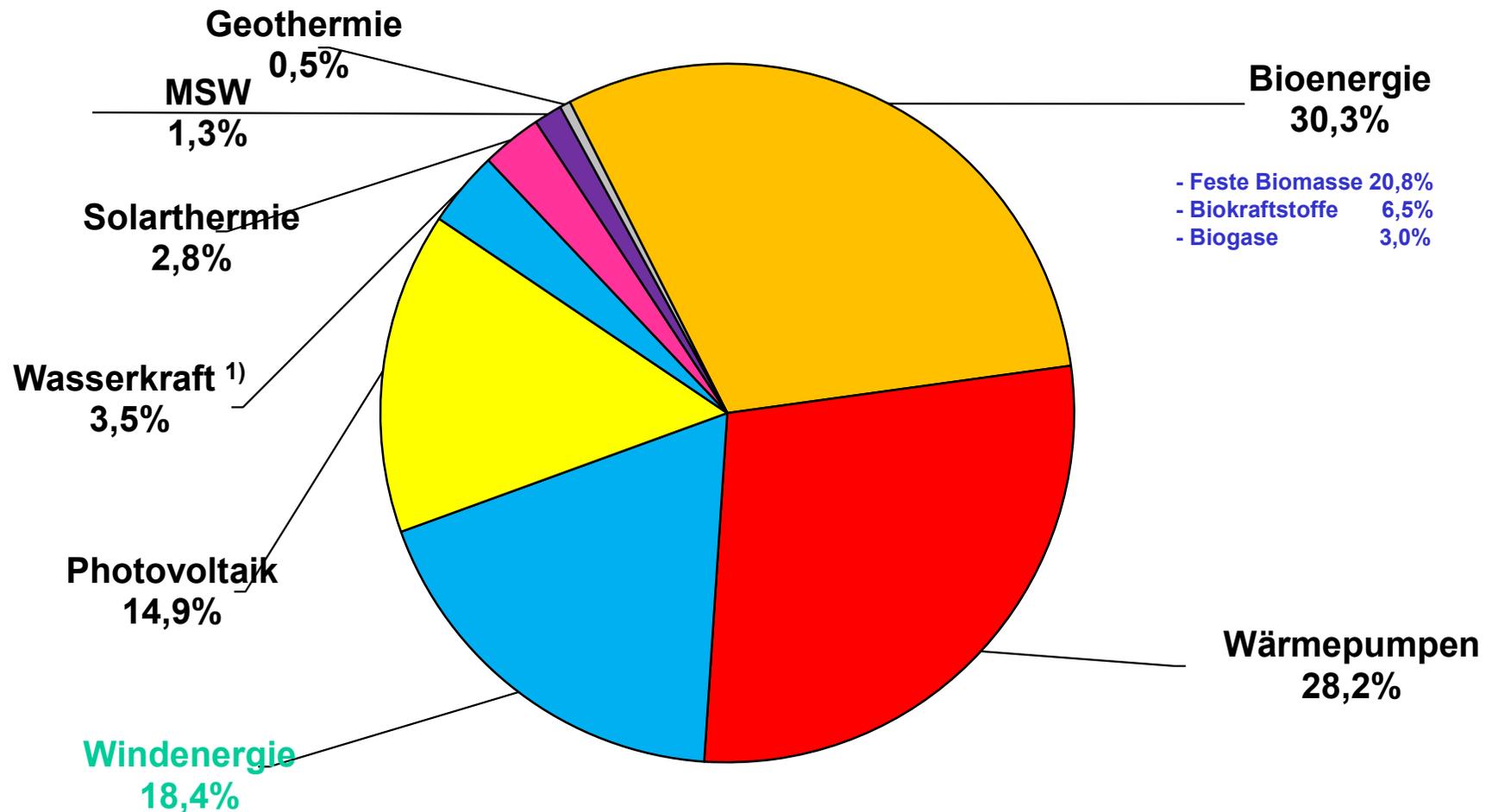
* Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung..

1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

2) MSW ERNEUERBARER KOMMUNALABFALL

Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien in der EU-27 im Jahr 2021 (2)

Gesamt 184.920 Mio. € = 184,9 Mrd. €*
Beitrag Windenergie 34.060 Mio. € = 34,1 Mrd. €, Anteil 18,4%



Grafik Bouse 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2022

Die Daten berücksichtigen Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung.

1) Wasserkraft bis 10 MW

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2022, S. 190/191, 3/2023

Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (1)

Gesamt 1.470.000 = 1,5 Mio.

Beitrag Windenergie 211.500 Beschäftigte, Anteil 14,4%

2021 EMPLOYMENT DISTRIBUTION BY SECTOR

	Total	Heat pumps	Solid biofuels	PV	Wind	Biofuels	Hydro	Biogas	Solar thermal	MSW	Geothermal
Germany	256 800	27 400	41 300	56 000	69 200	12 400	4 700	24 200	17 000	3 900	700
Italy	206 100	141 300	21 100	15 100	6 100	5 700	6 300	6 300	1 500	1 700	1 000
France	167 800	64 600	24 900	23 300	14 500	18 800	15 500	2 600	1 500	1 300	800
Poland	129 300	8 200	46 900	35 200	8 600	21 400	500	2 600	2 800	1 900	1 200
Spain	124 000	33 600	17 400	25 400	23 000	13 500	4 000	1 300	5 400	300	<100
Netherlands	79 300	20 100	23 300	21 700	10 500	1 200	<100	500	100	800	1 000
Sweden	65 600	15 000	22 900	3 100	14 100	7 300	2 100	100	100	800	<100
Denmark	54 400	3 700	12 900	3 500	31 900	<100	<100	300	1 500	300	<100
Portugal	50 200	22 500	8 700	7 200	7 200	300	2 700	500	800	200	<100
Finland	35 500	7 700	19 200	2 000	4 400	1 000	500	300	100	200	<100
Hungary	35 500	1 800	12 100	2 300	700	17 000	200	400	400	100	500
Romania	33 300	1 100	8 700	1 900	2 000	17 800	1 400	<100	100	<100	100
Austria	30 200	2 600	9 800	5 000	2 000	2 600	4 500	400	1 900	1 300	100
Czechia	30 100	1 900	15 900	2 200	600	4 300	1 400	3 400	200	100	<100
Greece	26 600	5 500	800	7 000	6 600	2 600	900	700	2 300	<100	<100
Lithuania	23 500	2 500	9 200	1 500	2 200	7 200	300	300	<100	100	<100
Latvia	22 700	<100	17 700	100	200	3 300	500	500	<100	<100	<100
Bulgaria	21 100	700	12 200	1 800	700	3 100	800	300	1 300	<100	<100
Croatia	16 500	<100	10 400	<100	2 600	1 600	600	800	100	<100	<100
Slovakia	14 500	3 100	5 400	200	<100	4 400	500	500	100	<100	<100
Estonia	14 300	2 300	8 300	2 500	300	400	<100	<100	<100	<100	<100
Belgium	14 200	4 200	1 000	4 300	2 000	1 600	200	400	100	300	<100
Ireland	6 000	1 200	2 100	300	1 600	300	100	100	100	100	<100
Slovenia	5 000	2 800	1 100	100	<100	<100	400	100	<100	<100	<100
Malta	4 100	3 100	<100	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Cyprus	1 700	<100	100	600	100	<100	<100	100	300	<100	<100
Luxembourg	1 700	<100	300	500	100	<100	200	100	<100	100	<100
Total EU 27	1 470 000	377 300	353 800	223 100	211 500	148 300	48 800	47 100	38 300	14 500	7 300

Source: EurObserv'ER

Anteile (%) **100** **25,7** **24,1** **15,2** **14,4** **10,1** **3,3** **3,2** **2,6** **1,0** **0,5**

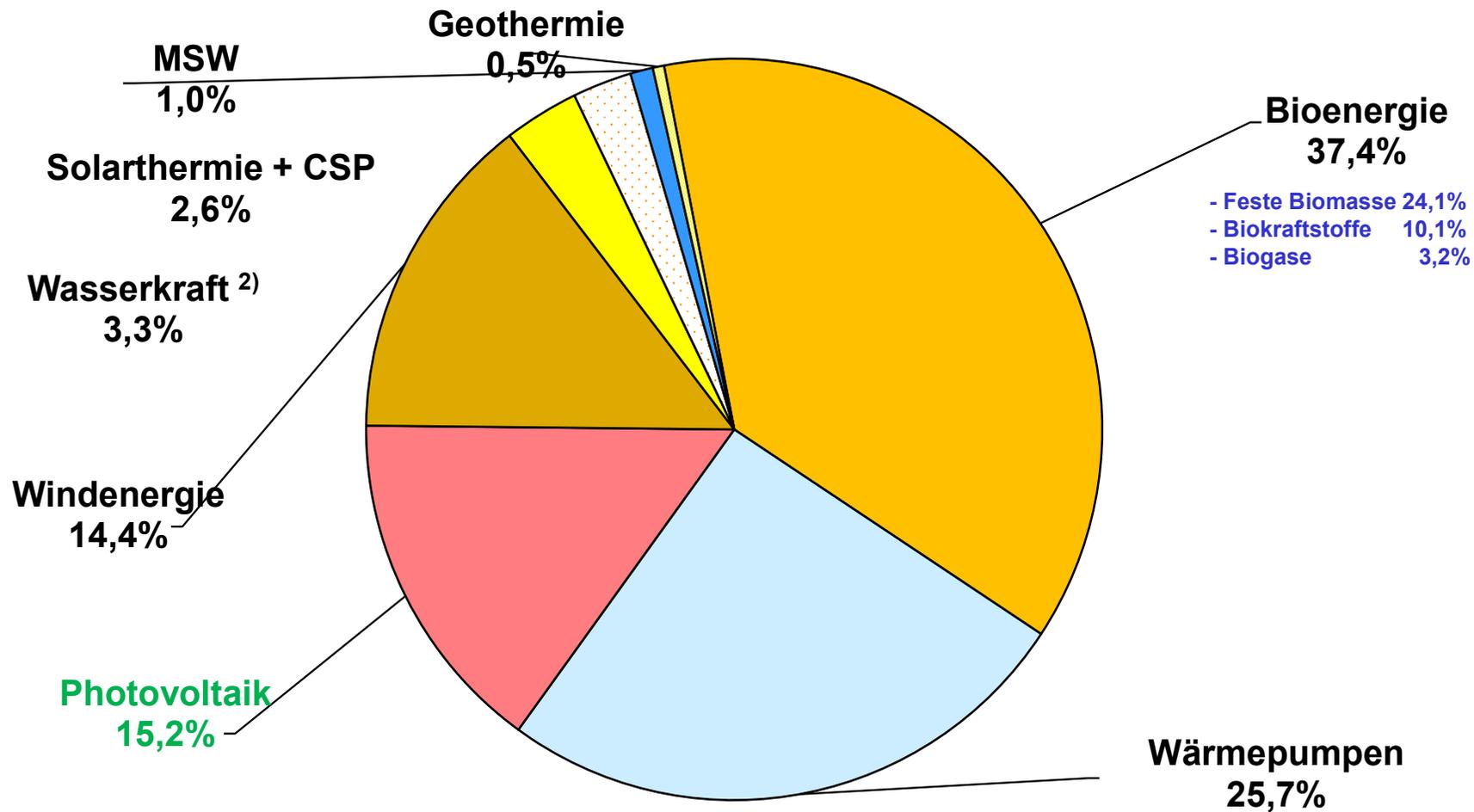
1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

2) MSW - ERNEUERBARER KOMMUNALABFALL

Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (2)

Gesamt 1.470.000 = 1,5 Mio.

Beitrag Windenergie 211.500 Beschäftigte, Anteil 14,4%



Grafik Bouse 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2027

1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

2) Wasserkraft bis 10 MW

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in Europa EU-27 2022, S. 187/188, 3/2023

Beschäftigte und Umsätze in der Windenergie in den Ländern der EU-27 im Jahr 2020/21 (1)

Jahr 2021: Gesamtbeschäftigte 211.500
Beitrag Deutschland 69.200 B, Anteil 32,8%

Jahr 2021: Gesamtumsätze 34.060 Mio. € = 34,1 Mrd. Beitrag
Deutschland 11,7 Mrd. € Anteil 34,4%

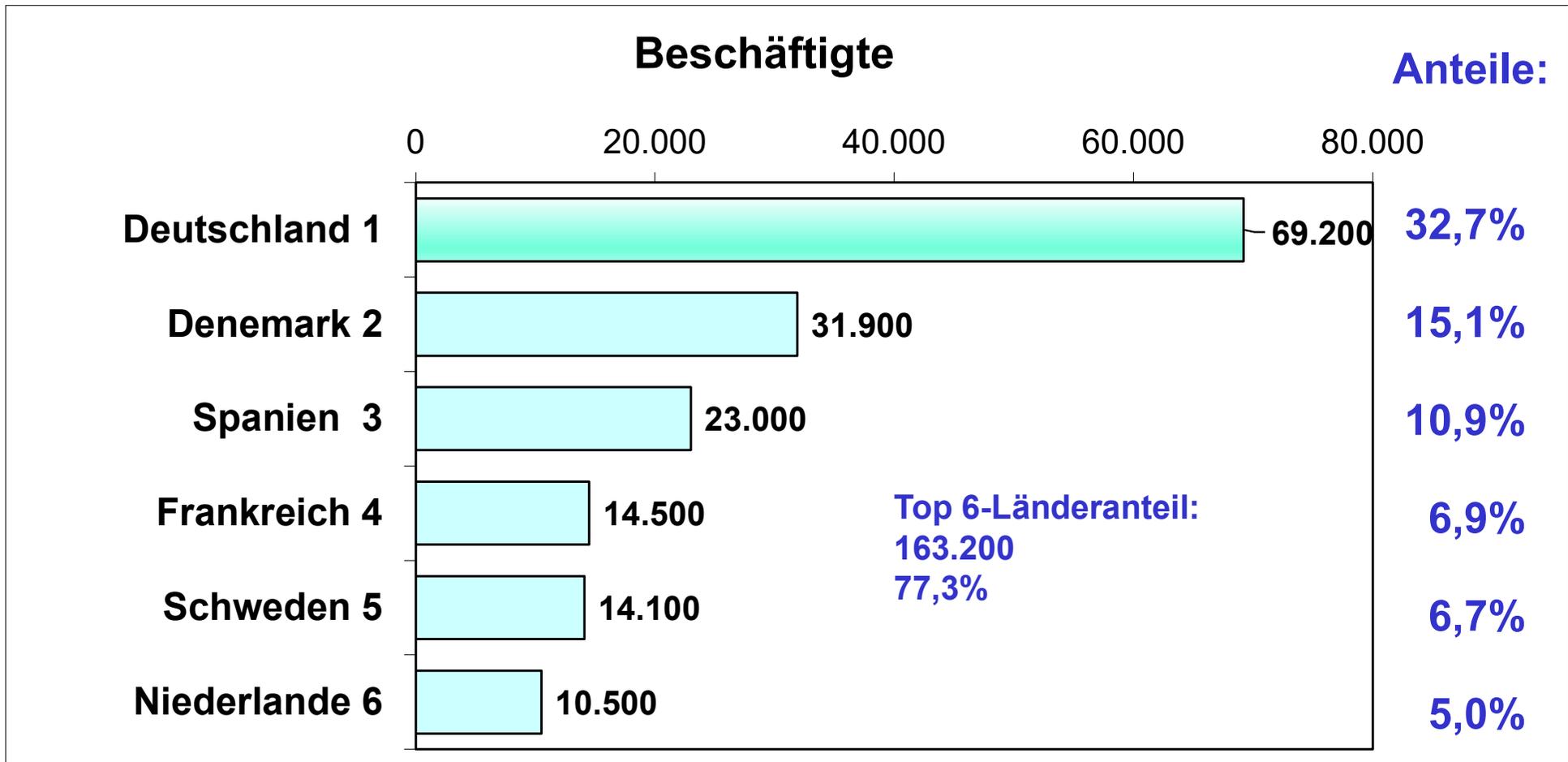
Employment and turnover

	Employment (direct and indirect jobs)		Turnover (In M€)		Direct GVA (In M€)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Germany	83 500	69 200	13 960	11 710	6 090	5 110
Denmark	22 800	31 900	5 080	6 670	2 000	2 760
Spain	44 300	23 000	5 860	3 320	2 430	1 440
France	15 800	14 500	2 640	2 460	1 050	970
Sweden	9 600	14 100	1 880	2 700	950	1 360
Netherlands	42 100	10 500	6 350	1 670	2 700	680
Poland	10 900	8 600	840	690	370	300
Portugal	10 300	7 200	750	570	300	230
Greece	6 300	6 600	590	630	260	280
Italy	6 000	6 100	1 040	1 050	440	450
Finland	2 300	4 400	430	780	190	340
Croatia	2 100	2 600	140	160	60	70
Lithuania	600	2 200	40	110	20	50
Austria	1 100	2 000	230	380	90	160
Belgium	12 700	2 000	2 700	440	1 080	170
Romania	2 500	2 000	210	170	90	80
Ireland	3 100	1 600	520	310	220	130
Bulgaria	600	700	40	50	20	20
Hungary	1 200	700	80	40	30	20
Czechia	1 100	600	100	60	30	20
Estonia	800	300	60	30	20	10
Latvia	100	200	10	10	<10	<10
Cyprus	100	100	10	10	<10	<10
Luxembourg	200	100	40	10	10	<10
Malta	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Slovenia	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Slovakia	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Total EU 27	280 400	211 500	43 630	34 060	18 500	14 710

Top 6 Länder-Rangfolge der Beschäftigten in der Windenergie in der EU-27 im Jahr 2021 (2)

Gesamte Beschäftigte 211.500

Anteil 14,4% von gesamt 1.470.000 = 1,5 Mio.

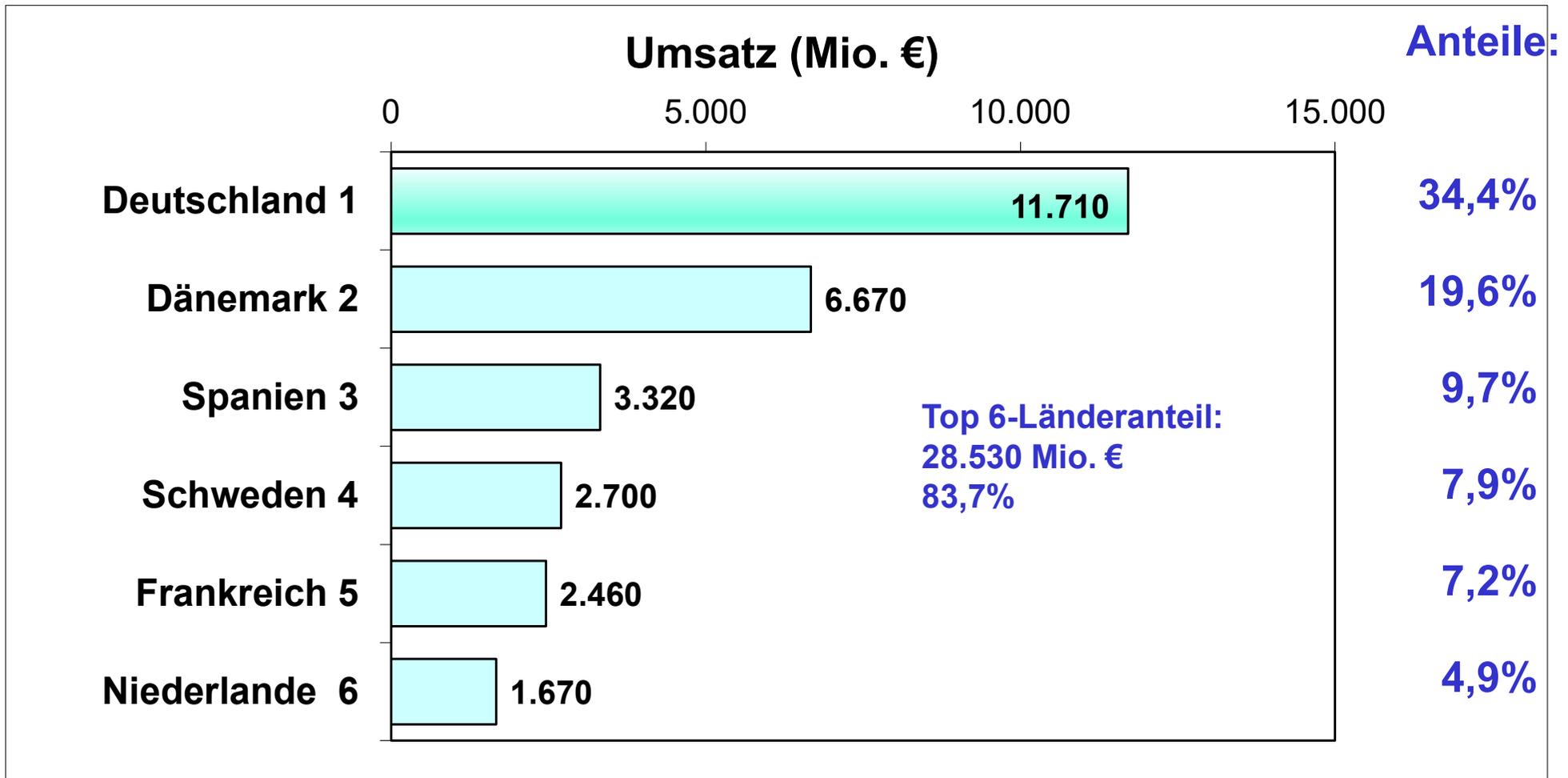


* Daten 2021 vorläufig, Stand 07/2022

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2022, S. 163, 3/2023

Top 6 Länder-Rangfolge beim Umsatz durch Windenergie in der EU-27 im Jahr 2021 (3)

Gesamte Umsätze 34.060 Mio. € = 34,1 Mrd €
Anteil 18,4% von Gesamt-EE 184.920 Mio. € = 184,9 Mrd. €



* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2022

1) Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2022, S. 163, 3/2023

Wichtigste europäische Windparkentwickler und -betreiber 2021

Table No. 3

Main European wind farm developers and operators 2021

	Country	Wind capacity developed or operated in 2021 ⁽¹⁾
Iberdrola	Spain	19 479 MW onshore 1 258 MW offshore
Enel	Italy	14 903 MW
EDP renewables	Portugal	12.4 GW onshore 0.3 GW offshore
ENGIE	France	11 315 MW onshore 512 MW offshore
Orsted	Denmark	3.4 GW onshore 7.6 GW offshore
RWE	Germany	6 596 MW onshore 2 318 MW offshore
ACCIONA	Spain	8 787 MW
EDF renewables	France	7.4 GW
SSE Renewables	Scotland	1 936 MW onshore 579 MW offshore
Vattenfall	Sweden	1 562 MW onshore 2 602 MW offshore

*1) Worldwide figure. Note: Large energy companies are well represented in this ranking because of their size and their ability to raise capital, but besides these type of players, there are a large number of private developers specialized in renewable energy, with substantial portfolios.
Source: EurObserv'ER 2022 based on diverse sources.*

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Quelle: EurObserv'ER – Windenergie Barometer 2022, 3-2023

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Beispiele aus der Praxis

Windpark Utgrunden 1 in Schweden seit 2000 im Betrieb

Vattenfall ist Eigentümer von Utgrunden 1

Utgrunden 1 war einer der ersten schwedischen Offshore-Windparks und wurde im Jahr 2000 errichtet. Er liegt in der Meerenge Kalmarsund ca. 12 km von Bergkvara und 8 km von der Insel Öland entfernt. Im Zuge eines Geschäftsabschlusses mit Dong Energy, einem dänischen Energieunternehmen, erwarb Vattenfall im Jahr 2006 523 Windturbinen in Schweden, Dänemark, Polen und dem Vereinigten Königreich. Diese Akquisition umfasste auch das von GE gebaute Utgrunden.

Datenüberblick

Hersteller:	Enercon
Zahl der Windturbinen	: 7
Turbinenleistung je	1.425 kW
Elektrische Gesamtleistung:	10 MWe
Durchschnittliche Jahresstromerzeugung:	38 GWh
Jahresvolllaststunden:	3.800 h/a
Erstinbetriebnahme:	Jahr 2000
Eigentümer:	Energieversorger Vattenfall



Bild: Enercon Europa aus BSH

Offshore-Windpark Lillgrund im schwedischen Öresund seit 2007 im Betrieb

Der schwedische Offshore-Windpark Lillgrund liegt im Öresund zwischen Malmö und Kopenhagen.

Siemens hat im Projekt Lillgrund **48 Windenergieanlagen** des Typs SWT-2.3-93 mit einer Leistung von **jeweils 2,3 Megawatt installiert**. Der schwedische Energieversorger Vattenfall betreibt den Windpark mit einer **installierten Gesamtleistung von 110 Megawatt**.

Darüber hinaus hat Siemens auch die schlüsselfertige Netzbindung des Windparks inklusive des Baus der

Offshore-Umspannstation realisiert. Das Umspannwerk bündelt die erzeugte Energie und ein 120-MVA-Leistungstransformator transformiert die Spannung, so dass die vom Windpark erzeugte Energie in das schwedische Stromnetz eingespeist werden kann.

Quellen: Siemens 2012, www.siemens.com, Vattenfall 4-2012; <http://kraftwerke.vattenfall.de>



**Das Bauwerk vorne ist die Umspannstation
Siemens-Pressesbild**

Wichtige Fakten

Hersteller:	Siemens
Anzahl Windenergieanlagen :	48
Turbinenleistung je	2,3 MW
Gesamtleistung:	110 MW
Jährliche Stromproduktion:	330 GWh
Jahresvolllaststunden:	3.000 h/a
Erstinbetriebnahme:	2007
Eigentümer:	Energieversorger Vattenfall

Thanet in Großbritannien - der größte Offshore-Windpark der Welt seit 9-2010 im Betrieb

Der Bau des Offshore-Windparks Thanet, derzeit der größte Offshore-Windpark weltweit, wurde im September 2010 abgeschlossen.

Großbritannien bei Windkraft im Vorteil

Ideale Windbedingungen, genügend öffentliche Unterstützung und hohe Strompreise sind wesentliche Faktoren, die Investitionen in britische Windparks rentabel machen. Deshalb beteiligt sich Vattenfall an verschiedenen Windkraftprojekten in Großbritannien.

Fakten zum Offshore-Windpark Thanet

Der Windpark besteht aus 100 Windturbinen V90 von **Vestas** und hat eine Gesamtkapazität von **300 MW**. Damit können jährlich rund 200.000 Haushalte mit Strom aus einer erneuerbaren Energiequelle versorgt werden. Der Windpark trägt wesentlich dazu bei, dass die Regierung ihre landesweiten und regionalen Ziele im Bereich erneuerbare Energien erreichen kann, und steigert die Windkraftkapazität in Großbritannien um über 30 Prozent.

Der Windpark befindet sich auf hoher See bei einer Wassertiefe von 20 bis 25 Metern und erstreckt sich über 35 Quadratkilometer. Die **Turbinen haben eine Gesamthöhe von bis zu 115 Metern** mit einer Mindestdurchfahrtshöhe von 22 Metern über dem Meeresspiegel. Der Abstand zwischen den Turbinen beträgt in den Reihen ungefähr 500 Meter und zwischen den Reihen 800 Meter.



Bild: Vattenfall

Wichtige Fakten

Hersteller:	Vestas
Zahl der Windenergieanlagen:	100
Turbinenleistung je	3 MW
Elektrische Leistung:	300 MWe
Durchschnittliche Jahresstromerzeugung:	960 GWh
Jahresvolllaststunden:	3.200 h/a
Jahr der Erstinbetriebnahme:	2010
Eigentümer:	Vattenfall

Quelle: Vattenfall 4-2012; <http://kraftwerke.vattenfall.de>

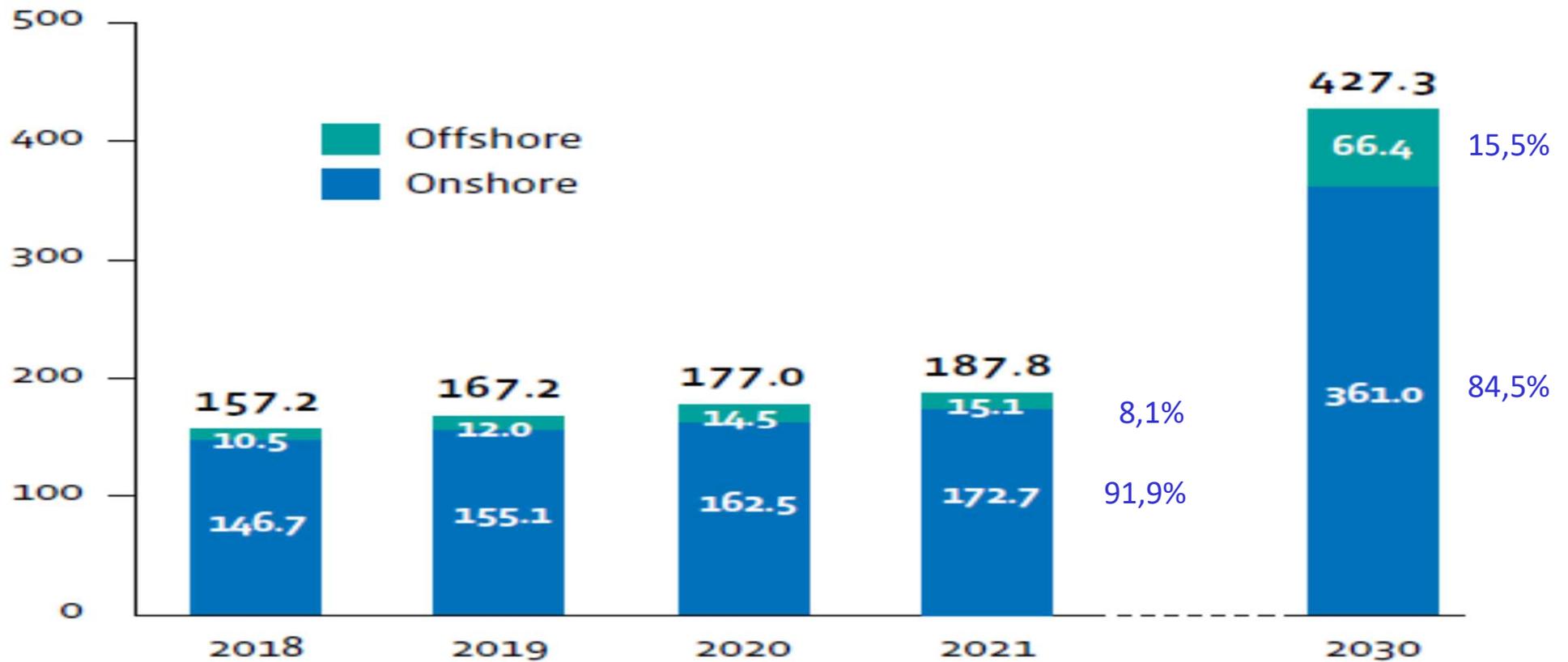
Fazit und Ausblick

EurObserv'ER-Projektion zur Entwicklung der Nettokapazität von Windenergie in die EU-27 von 2018-21/2030

Jahr 2021: 187,8 GW; Projektion 2030: 427,3 GW

Graph No. 2

EurObserv'ER projection of the evolution of wind power net capacity in the EU 27 (in GW)



Source: EurObserv'ER 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 3/2022

Quelle: EurObserv'ER – Windenergie Barometer 2022, 3-2022

Windenergie in der Welt

Windenergie in der Welt

Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle, die die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandelt. Windenergieanlagen bestehen aus Windturbinen, die auf einem Turm montiert sind und sich drehen, wenn der Wind weht. Die Rotoren der Turbinen treiben einen Generator an, der Strom erzeugt.

Windenergie hat viele Vorteile, wie z. B.:

- Sie ist sauber und umweltfreundlich, da sie keine Treibhausgase oder andere Schadstoffe emittiert.
- Sie ist kostengünstig und wettbewerbsfähig, da sie keine Brennstoffkosten hat und von den Schwankungen der Öl- und Gaspreise unabhängig ist.
- Sie ist erneuerbar und unerschöpflich, da sie auf der natürlichen Bewegung der Luft basiert, die immer vorhanden ist.
- Sie ist vielseitig und anpassungsfähig, da sie in verschiedenen Größen, Formen und Standorten installiert werden kann, sowohl an Land als auch auf See.

Windenergie ist eine der am schnellsten wachsenden Energiequellen der Welt. Ende 2022 waren weltweit 733 Gigawatt (GW) Windenergieleistung installiert, was einem Anstieg von 12,6 % gegenüber dem Vorjahr entspricht ¹. Die wichtigsten Länder nach installierter Windenergieleistung sind China, die USA, Deutschland, Brasilien und das Vereinigte Königreich ². In einigen Ländern hat Windenergie einen hohen Anteil an der Stromerzeugung, wie z. B. 41 % in Dänemark, 28 % in Irland, 24 % in Portugal und 21 % in Deutschland ³.

Wenn Sie mehr über Windenergie erfahren möchten, können Sie die folgenden Links besuchen:

- [Windenergie/Tabellen und Grafiken – Wikipedia](#): Hier finden Sie Tabellen und Grafiken mit genauen Angaben zum Thema Windenergie, wie z. B. die Entwicklung der Windenergieerzeugung und -kapazität, die Windenergie als Anteil am Energiemix und Strommix, die größten Windparks, die bedeutenden Unternehmen und den Preis von Windenergie.
- [Windenergieleistung nach Ländern weltweit 2022 - Statista](#): Hier finden Sie eine Statistik über die wichtigsten Länder weltweit nach installierter Windenergieleistung im Jahr 2022, sowie weitere Statistiken zum Thema Windenergie, wie z. B. die Marktanteile der Hersteller, die Struktur der weltweiten Stromerzeugung nach Energieträger und der Anteil der Windenergie an der weltweit neu installierten Leistung.
- [International | BWE e.V.](#): Hier finden Sie Informationen über die internationale Entwicklung der Windenergie, wie z. B. die installierte Leistung nach Regionen und Ländern, die politischen Rahmenbedingungen, die Herausforderungen und die Perspektiven.

Weitere Informationen: 1. de.wikipedia.org; 2. de.statista.com; 3. wind-energie.de; 4. de.wikipedia.org; 5. de.statista.com; 6. wind-energie.de; 7. de.statista.com

Quelle: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023

Einleitung und Ausgangslage

Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien

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



Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, **Auszug**, Stand 10/2023 (1)

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

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

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

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

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

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

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

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

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

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

Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, **Auszug**, Stand 10/2023 (2)

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

Photovoltaik

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

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

Windenergie

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

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

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

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

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

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

Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022 (1)

TOTAL FINAL ENERGY CONSUMPTION

The growth in primary energy demand slowed in 2022, rising only 1.1% compared to the 5.5% growth of 2021.¹⁵ Renewables (excluding hydropower) accounted for 7.5% of primary energy (up nearly 1% from 2021), while fossil fuels remained at 82%.¹⁶

The risk of supply disruptions, as well as high fossil fuel price volatility, prompted more energy consumers worldwide to adopt on-site renewable energy systems and to switch to electrified technologies across the end-use sectors.

Between 2011 and 2021, the world's total final energy consumption (TFEC) grew 16%.¹⁷ The amount of modern renewable energy in TFEC increased from 30 exajoules (EJ) in 2011 to 50 EJ in 2021.¹⁸

As the contribution of renewables increased, the share of fossil fuels in TFEC fell from 81.2% in 2011 to 78.9% in 2021; despite the lower share of fossil fuels in TFEC, the overall consumption of fossil fuels increased by 35 EJ during this period.¹⁹ (p See Figure 2.)

Iceland continued to have the highest proportion of renewable energy in TFEC in 2020, at 83%, followed by Norway with 74% and Paraguay with 73%.²⁰ (p See Figure 3.) Lao People's Democratic Republic witnessed the largest growth in the renewable energy share in TFEC during 2010-2020 (up 20%), followed by Sweden (19%), Norway (18%) and Denmark (15%).²¹

Heat energy accounted for the largest portion of the world's total final energy supply at 48.7% in 2020, up 4% from 2010 levels.²² This was followed by transport (liquid and gaseous) fuel (28.6% share) and electricity (22.7%).²³ The uptake of renewables in transport and heating has been low compared to the electricity sector. Renewable heat accounted for just 11.5% of total heat demand in 2020 (excluding traditional biomass accounting for 13.1%), while renewable electricity accounted for an estimated 29.9% of total global electricity production in 2022.²⁴ Modern bioenergy, solar thermal and geothermal direct heat supplied most of the renewable heat (79%), with the rest from renewable electricity.²⁵ Biofuels supplied 3.6% of total fuel in the transport sector, while renewable electricity contributed 0.4%.²⁶

GESAMTER ENDEENERGIEVERBRAUCH (TFEC)

Das Wachstum des Primärenergiebedarfs hat sich im Jahr 2022 verlangsamt und ist gestiegen nur 1,1 % im Vergleich zum Wachstum von 5,5 % im Jahr 2021.¹⁵ Erneuerbare Energien (ohne Wasserkraft) machte 7,5 % der Primärenergie aus (Anstieg um fast 1 % gegenüber 2021), während fossile Brennstoffe bei 82 % blieben.¹⁶

Das Risiko von Versorgungsunterbrechungen sowie hoher Preise für fossile Brennstoffe Die Volatilität hat dazu geführt, dass immer mehr Energieverbraucher weltweit auf den Umstieg umgestiegen sind erneuerbare Energiesysteme vor Ort zu verbessern und auf elektrifizierte Energie umzusteigen Technologien in den Endverbrauchssektoren.

Zwischen 2011 und 2021 der gesamte Endenergieverbrauch der Welt (TFEC) wuchs um 16 %.¹⁷ Der Anteil moderner erneuerbarer Energien in TFEC stieg von 30 Exajoule (EJ) im Jahr 2011 auf 50 EJ im Jahr 2021.¹⁸

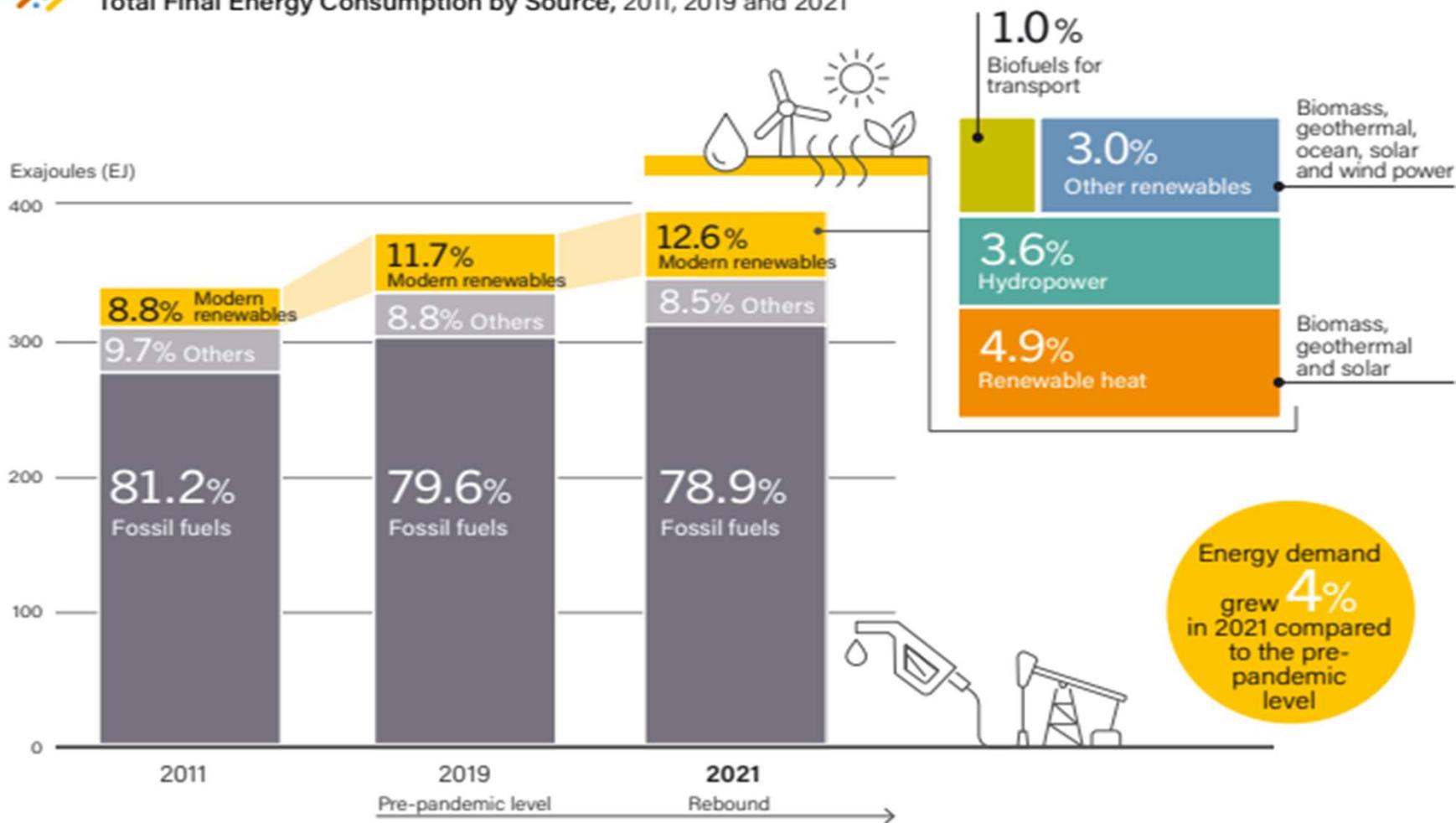
Da der Anteil erneuerbarer Energien zunahm, stieg auch der Anteil fossiler Energieträger Kraftstoffe in TFEC sanken von 81,2 % im Jahr 2011 auf 78,9 % im Jahr 2021; trotz der geringere Anteil fossiler Brennstoffe im TFEC erhöht den Gesamtverbrauch fossile Brennstoffe stiegen in diesem Zeitraum um 35 EJ.¹⁹ (p Siehe Abbildung 2.)

Island hatte weiterhin den höchsten Anteil erneuerbarer Energien Energie in TFEC im Jahr 2020 mit 83 %, gefolgt von Norwegen mit 74 % und Paraguay mit 73 %.²⁰ (siehe Abbildung 3.) Laotische Volksdemokratie Die Republik verzeichnete das größte Wachstum im Bereich der erneuerbaren Energien Anteil an TFEC im Zeitraum 2010-2020 (+20 %), gefolgt von Schweden(19 %), Norwegen (18 %) und Dänemark (15 %).²¹

Weltweit machte Wärmeenergie den größten Anteil aus Gesamtendenergieversorgung bei 48,7 % im Jahr 2020, 4 % mehr als 2010Niveaus.²² Es folgte der Transport (flüssig und gasförmig)Kraftstoff (28,6 % Anteil) und Strom (22,7 %).²³ Die Aufnahme von Der Anteil erneuerbarer Energien in Verkehr und Heizung war im Vergleich zu niedrig dem Elektrizitätssektor. Erneuerbare Wärme machte lediglich 11,5 % aus des gesamten Wärmebedarfs im Jahr 2020 (ohne traditionelle Biomasse) 13,1 % ausmachen, während erneuerbarer Strom ausmachte für geschätzte 29,9 % der gesamten weltweiten Stromproduktion im Jahr 2022.²⁴ Moderne Bioenergie, Solarthermie und Geothermie Direktwärme lieferte den Großteil der erneuerbaren Wärme (79 %).der Rest aus erneuerbarem Strom.²⁵ Biokraftstoffe geliefert 3,6 %des gesamten Kraftstoffs im Verkehrssektor, während erneuerbarer Stromtrug 0,4 % bei.²⁶

Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022 (2)

FIGURE 2.
Total Final Energy Consumption by Source, 2011, 2019 and 2021



Source: See endnote 19 for this module.

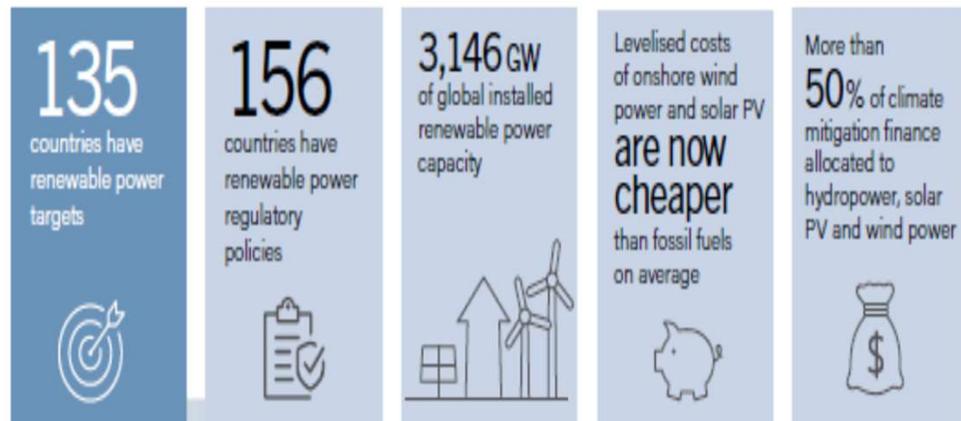
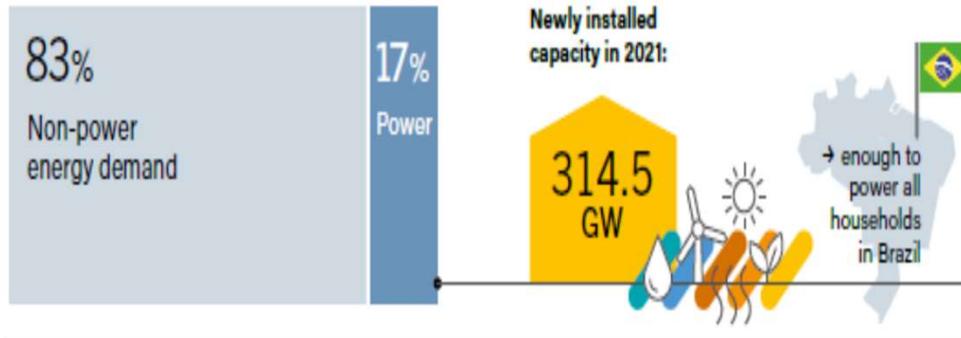
Note: Others include nuclear energy and traditional biomass.

Globale Übersicht erneuerbare Energien im Stromsektor 2011 und 2021 nach REN21

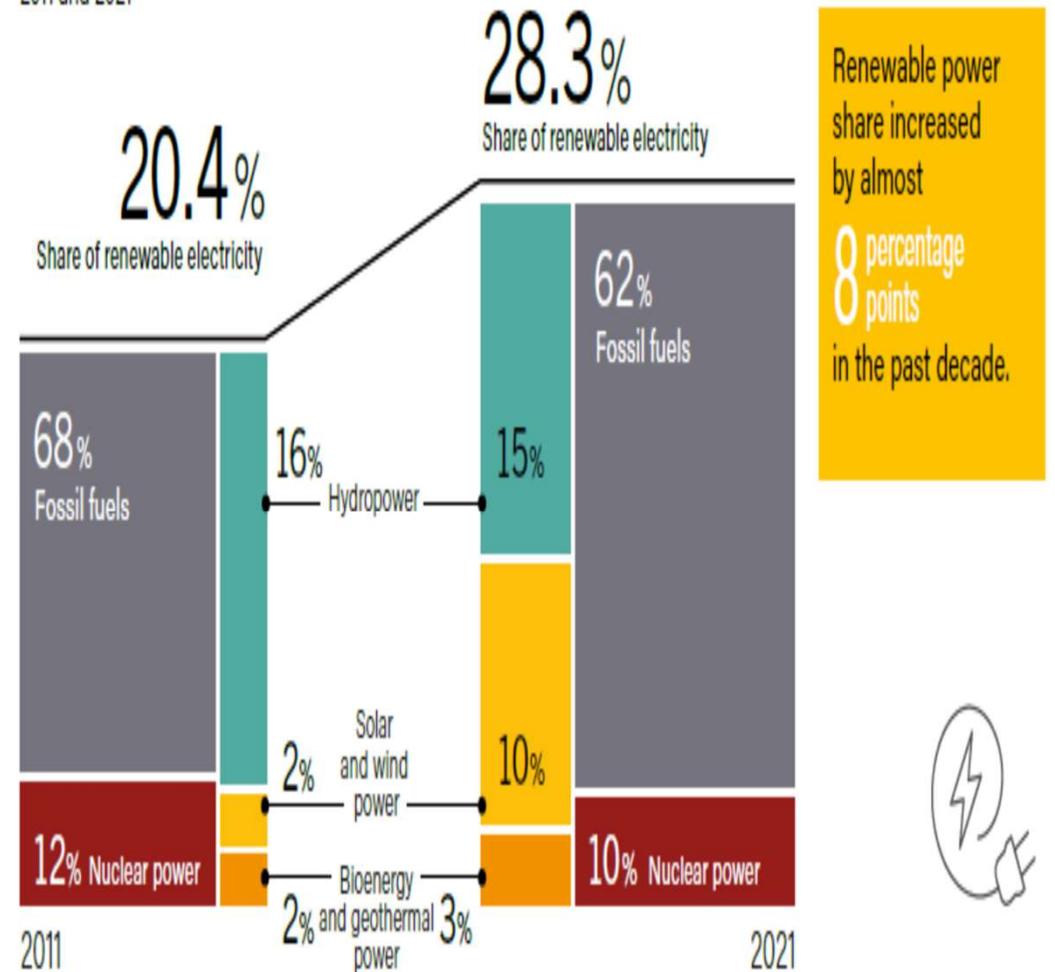
FIGURE 5.

RENEWABLES IN POWER

Energy demand for power accounts for less than one-fifth of total final energy consumption



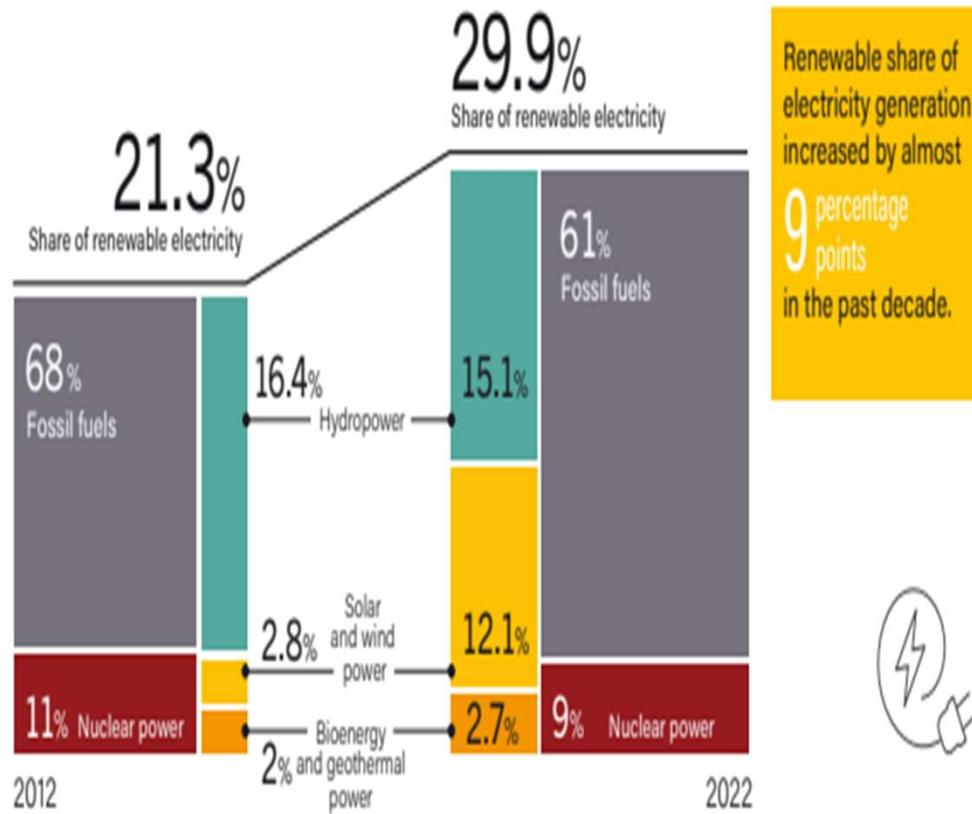
Share of Renewable Energy in Power, 2011 and 2021



Source: Based on IEA data. See endnote 60 for this chapter.

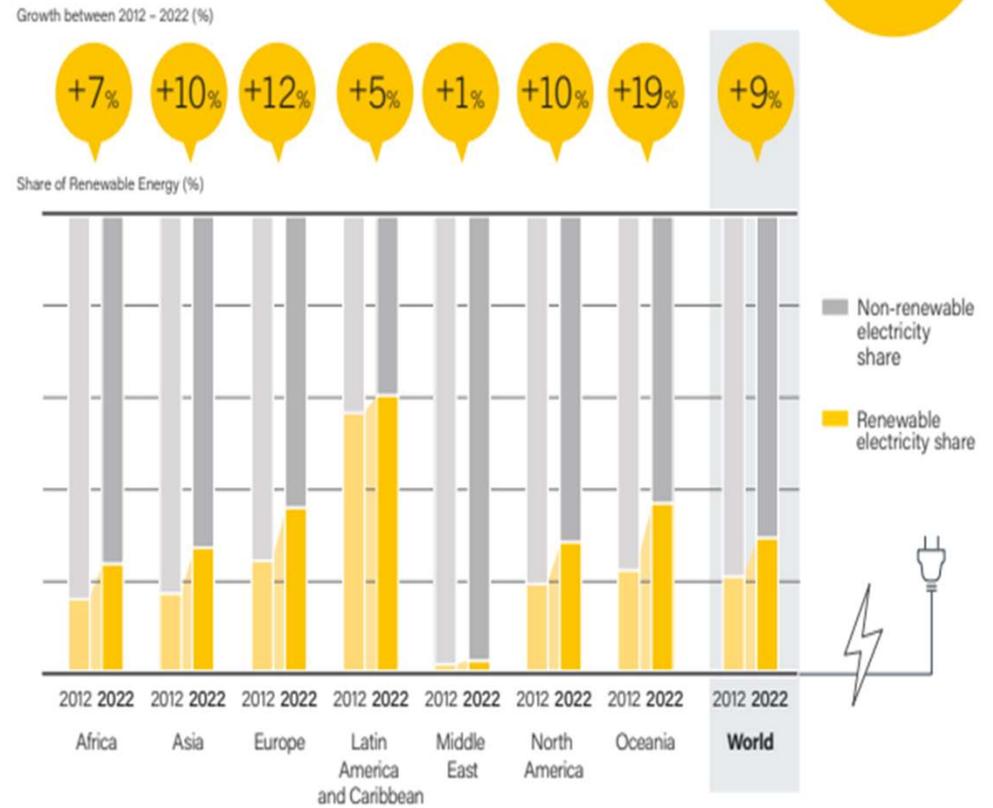
Globaler Anteil erneuerbarer Stromerzeugung nach Energiequellen und Regionen 2012 und 2022

FIGURE 2.
Share of Renewable Electricity Generation, by Energy Source, 2012 and 2022
Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung nach Energiequelle, 2012 und 2022



Source: See endnote 6 for this section.

FIGURE 4.
Renewable Share of Electricity Generation, by Region, 2012 and 2022
Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung nach Regionen, 2012 und 2022



Source: See endnote 28 for this section.

Ausgewählte Schlüsseldaten

Globale Stromerzeugung aus Windenergienutzung 2021

Technisches Potenzial: 10.000 TWh (Mrd. kWh)

Windenergienutzung:

Bestand ¹⁾

- Potenzialanteil (TWh): 8,5 %
- Installierte Leistung Jahresende 2021: 845 GW ²⁾
TOP 3 Länder China 40,3%, USA 15,9%, Deutschland 7,4%
- Bruttostromerzeugung (BSE): 1.870 TWh
TOP 3 Länder China 28,4%, USA 20,9%, Deutschland 8,8% (2019)
Anteil Windenergie an der BSE=BSV 6,6 % von 28.334 TWh
- Jahresvolllaststunden: 2.213 h/Jahr
(1.870 TWh x 1000 / 845 GW)

Zubau 2021/22

- Installierte Leistung: 93,6/77,6 GW
TOP 3 Länder (20) China, USA und Brasilien
- Investitionen 2022 147 Mrd. US-\$
- Beschäftigte (2021) 1,371 Mio.

* Daten 2021/22 vorläufig, Stand 11/2022

1) Enthält Abbau von Windenergieleistung

2) Berechnung Jahresvolllaststunden 2021 mit installierter Leistung Ende 2021. Genauere Ergebnisse durch Durchschnittsleistung

3) Bezugsgrößen: Jahr 2021: BSE 28.334 TWh bzw. BSV k.A.TWh

Quellen: GWEC 2023; EurObserv'ER: Windenergie-Barometer 2022, 3/2023, BMWi- Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2021, 10/2022,

REN21 2022, 6/2022; BP Energiestatistik 2022, 6/2022

Strombilanz

zur Stromversorgung

Entwicklung Bruttostromverbrauch **enthält Netzverluste (SV)** in der Welt mit EU-27 2021-2026 **nach IEA**

Jahr 2022: Welt 27.080 TWh, Veränderung zum VJ + 2,4%

Summary tables

Regionale Aufteilung des Strombedarfs 2021-2026

Regional breakdown of electricity demand, 2021-2026

TWh	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2024-2026
Africa	753	765	780	887	1.6%	1.9%	4.4%
Americas	6 219	6 382	6 353	6 677	2.6%	-0.4%	1.7%
<i>of which United States</i>	4 170	4 277	4 208	4 404	2.6%	-1.6%	1.5%
Asia Pacific	13 193	13 733	14 394	16 459	4.1%	4.8%	4.6%
<i>of which China</i>	8 307	8 615	9 164	10 573	3.7%	6.4%	4.9%
Eurasia	1 302	1 316	1 335	1 386	1.1%	1.5%	1.3%
Europe	3 813	3 674	3 586	3 845	-3.6%	-2.4%	2.4%
<i>of which European Union</i>	2 736	2 651	2 568	2 749	-3.1%	-3.2%	2.3%
Middle East	1 172	1 210	1 235	1 347	3.3%	2.1%	2.9%
World	26 453	27 080	27 682	30 601	2.4%	2.2%	3.4%

Notes: Data for 2023 are preliminary; 2024-2026 are forecasts. Differences in totals are due to rounding. CAAGR = Compounded average annual growth rate. For the CAAGR 2024-2026 reported, end of 2023 data is taken as base year for the calculation. For the entire period European Union data is for the 27 member states.

Anmerkungen: Die Daten für 2023 sind vorläufig; 2026 ist Prognose. Differenzen in den Summen sind auf Rundungen zurückzuführen. CAAGR = Zusammengesetzte durchschnittliche jährliche Wachstumsrate. Für die gemeldete CAAGR 2024–2026 werden die Daten von Ende 2023 als Basisjahr verwendet die Berechnung. Für den gesamten Zeitraum beziehen sich die Daten der Europäischen Union auf die 27 Mitgliedstaaten.

Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO₂-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 **nach IEA**

Jahr 2022:

Bruttostromerzeugung 29.124 TWh, Anteil EE 29,4%

Globale CO₂-Emissionen 13.448 Mt

Aufschlüsselung der globalen Stromversorgung und Emissionen 2021–2026

Breakdown of global electricity supply and emissions, 2021-2026

TWh	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2023-2026
Nuclear	2 809	2 668	2 741	2 959	-5.0%	2.7%	2.6%
Coal	10 284	10 442	10 613	10 088	1.5%	1.6%	-1.7%
Gas	6 556	6 609	6 639	6 785	0.8%	0.5%	0.7%
Other non-renewables	852	857	782	705	0.6%	-8.8%	-3.4%
Total renewables	7 925	8 549	8 959	12 158	7.9%	4.8%	10.7%
Total Generation	28 426	29 124	29 734	32 694	2.5%	2.1%	3.2%

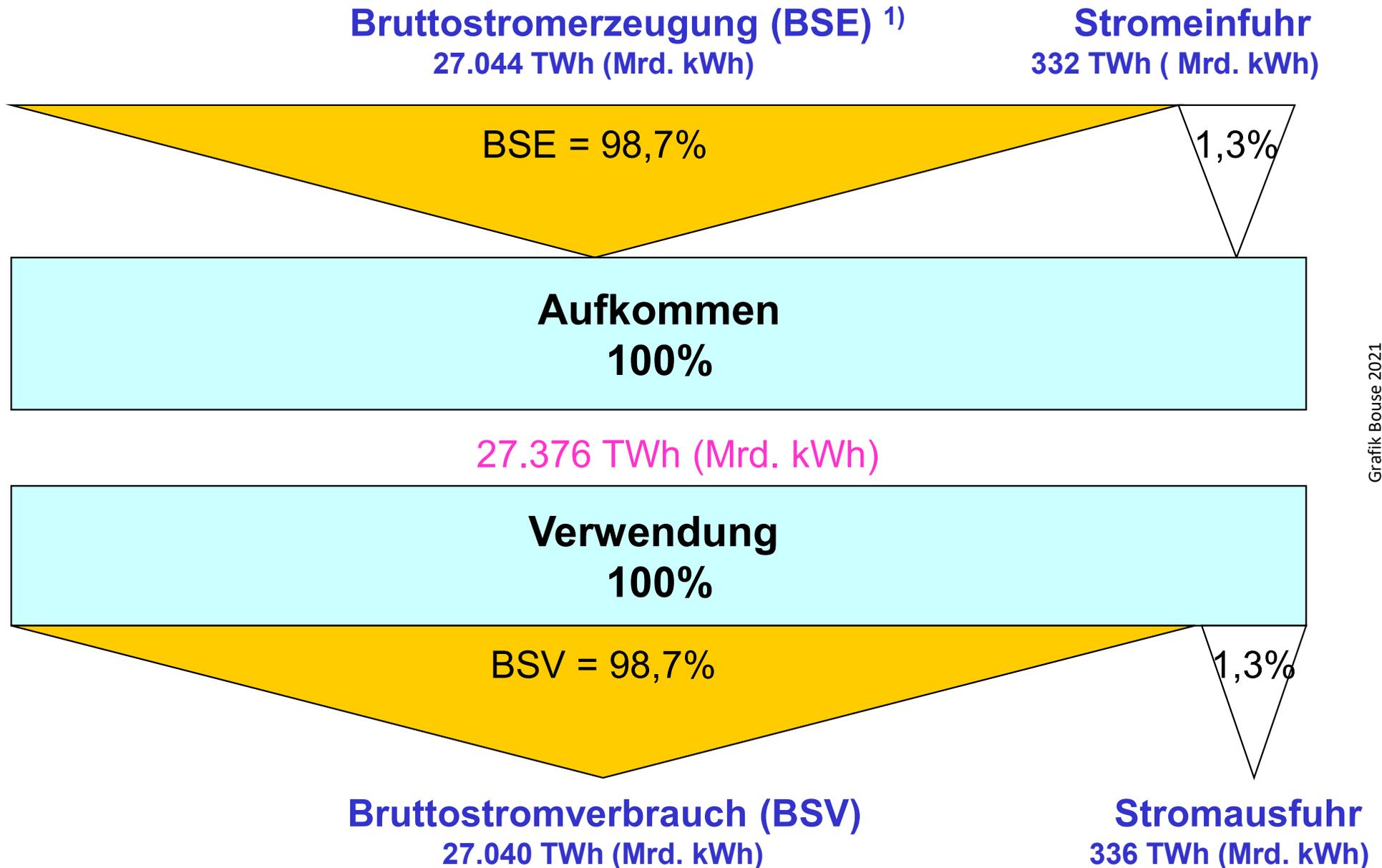
Mt CO ₂	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2023-2026
Total emissions	13 263	13 448	13 575	13 111	1.4%	0.9%	-1.2%

* Daten 2023 vorläufig, Prognose 2026, Stand 1/2024;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio

Quelle: IEA - Electricity 2024, Analyse und Prognose bis 2026, S. 160, 1/2024

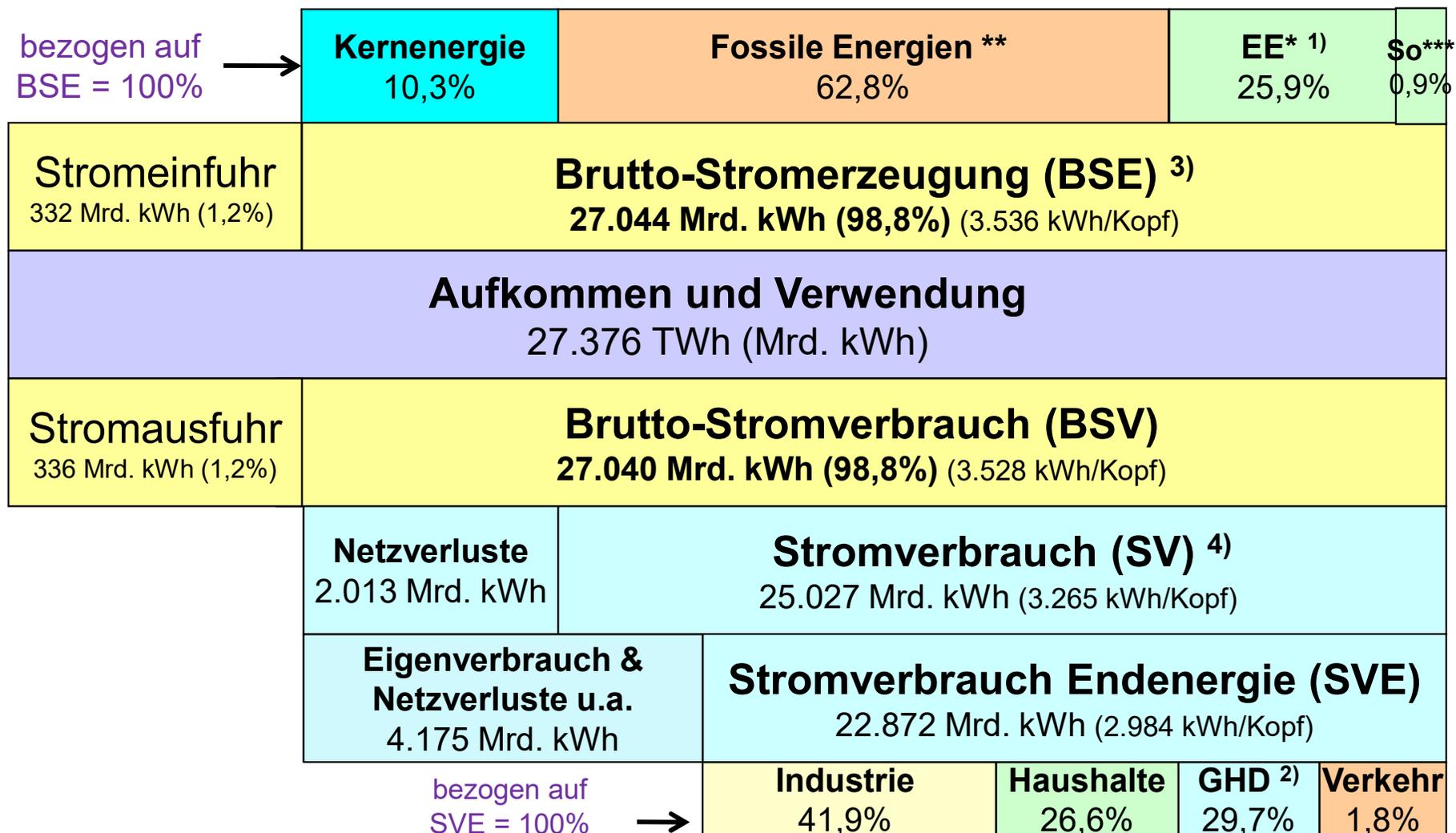
Strombilanz für die Welt 2019 nach IEA (1)



Grafik Bouse 2021

1) Gesamte BSE = 26.936 TWh + Pumpspeicherstrom 108 TWh = 27.044 TWh (Mrd. kWh)

Stromfluss für die Welt 2019 nach IEA (2)



Grafik Bouse 2021

* EE Erneuerbare Energien, ** Fossile Energien (Kohle, Erdgas, Öl), ***Sonstige, z.B. nicht biogener Abfall 50%, Pumpspeicherstrom u.a.);

Weltbevölkerung (JD) 7.666 Mio.

1) Erneuerbare Energien, davon biogener Abfall bis 50%, Wasserkraft ohne Pumpspeicherstrom (108 TWh)

2) GHD Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft, Fischerei u.a.)

3) Gesamte BSE = 26.936 TWh + Pumpspeicherstrom 108 TWh = 27.044 TWh (Mrd. kWh)

4) Stromverbrauch (SV) 25.027 TWh = Bruttostromerzeugung (BSE) 27.044 TWh + Einfuhr 332 TWh – Ausfuhr 336 TWh – Netzverluste 2.013 TWh

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2021, 9/2021, IEA – Elektrizitäts-Information 2021, Überblick 7/2021; IEA - Renewable Information 2021, Überblick 7/2021 aus www.iea.org

Stromversorgung mit Beitrag Windenergie

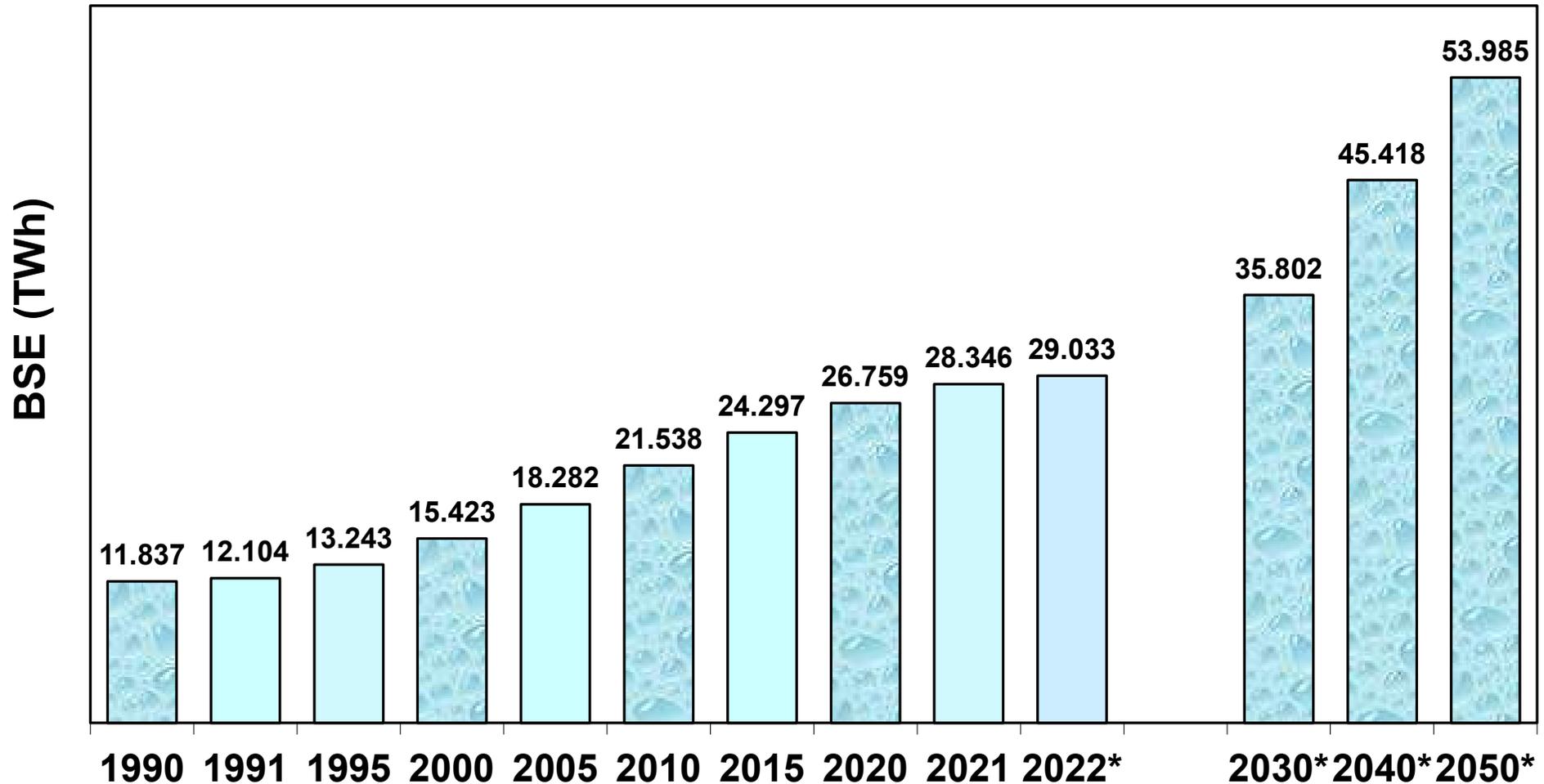
Teil 1- Erzeugung, Verbrauch

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

3.652 kWh/Kopf

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%



Gratik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

1) Prognose nach Stated Policies Scenario (STEPS)

2) Inklusiv Pumpspeicherstrom, z.B. Jahr 2022: 120 TWh (0,4%)

Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 nach IEA (2)

Jahr 2022:

Welt-Bruttostromerzeugung (BSE) 29033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%

Table A.3a: World electricity sector Welt-Stromsektor

				Stated Policies Scenario (TWh)				Shares (%)			CAAGR (%) 2022 to:	
	2010	2021	2022	2030	2035	2040	2050	2022	2030	2050	2030	2050
Total generation	21 533	28 346	29 033	35 802	40 494	45 418	53 985	100	100	100	2.7	2.2
Renewables	4 209	7 964	8 599	16 915	23 051	28 721	37 973	30	47	70	8.8	5.4
Solar PV	32	1 023	1 291	5 405	8 657	11 961	17 220	4	15	32	20	9.7
Wind	342	1 865	2 125	5 229	7 502	9 275	11 801	7	15	22	12	6.3
Hydro	3 456	4 299	4 378	4 981	5 293	5 554	6 351	15	14	12	1.6	1.3
Bioenergy	309	666	687	1 073	1 241	1 410	1 746	2	3	3	5.7	3.4
<i>of which BECCS</i>	-	-	-	4	5	5	5	-	0	0	n.a.	n.a.
CSP	2	15	16	46	91	161	322	0	0	1	14	11
Geothermal	68	96	101	175	247	317	439	0	0	1	7.1	5.4
Marine	1	1	1	6	20	44	93	0	0	0	24	18
Nuclear	2 756	2 810	2 682	3 351	3 665	3 886	4 353	9	9	8	2.8	1.7
Hydrogen and ammonia	-	-	-	22	59	82	91	-	0	0	n.a.	n.a.
Fossil fuels with CCUS	-	1	1	7	30	59	90	0	0	0	33	19
Coal with CCUS	-	1	1	4	14	22	29	0	0	0	25	14
Natural gas with CCUS	-	-	-	3	16	37	61	-	0	0	n.a.	n.a.
Unabated fossil fuels	14 479	17 456	17 636	15 406	13 593	12 568	11 373	61	43	21	-1.7	-1.6
Coal	8 669	10 247	10 427	8 333	6 973	6 145	4 949	36	23	9	-2.8	-2.6
Natural gas	4 847	6 526	6 500	6 611	6 222	6 067	6 150	22	18	11	0.2	-0.2
Oil	963	683	709	462	398	356	274	2	1	1	-5.2	-3.3

* Daten vorläufig, Stand 11/2022

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

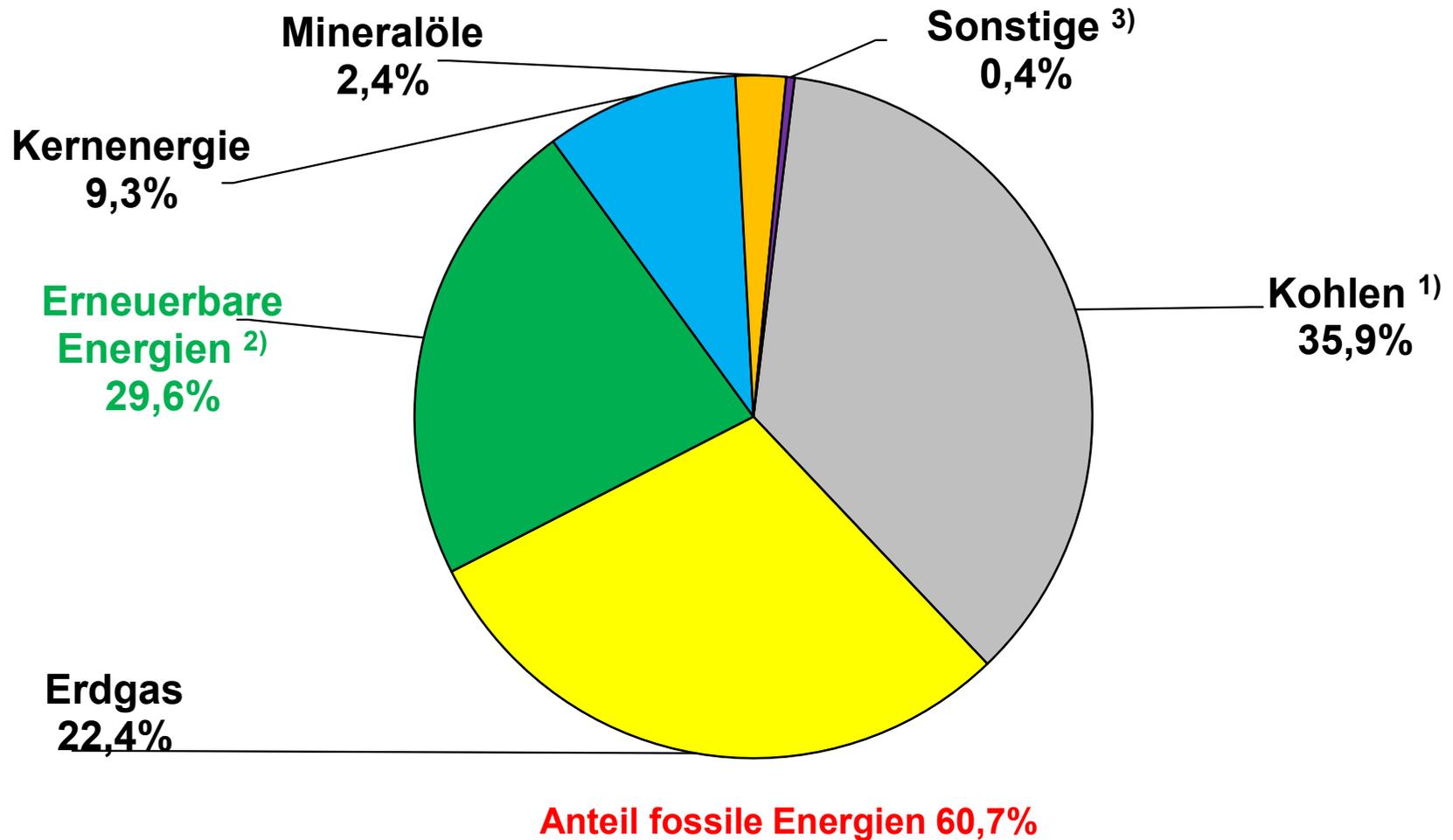
Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 276, 11/2023 EN

Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom nach Energieträgern mit Anteile erneuerbare Energien in der Welt 2022 nach IEA (3)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

3.652 kWh/Kopf

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.950 Mio.

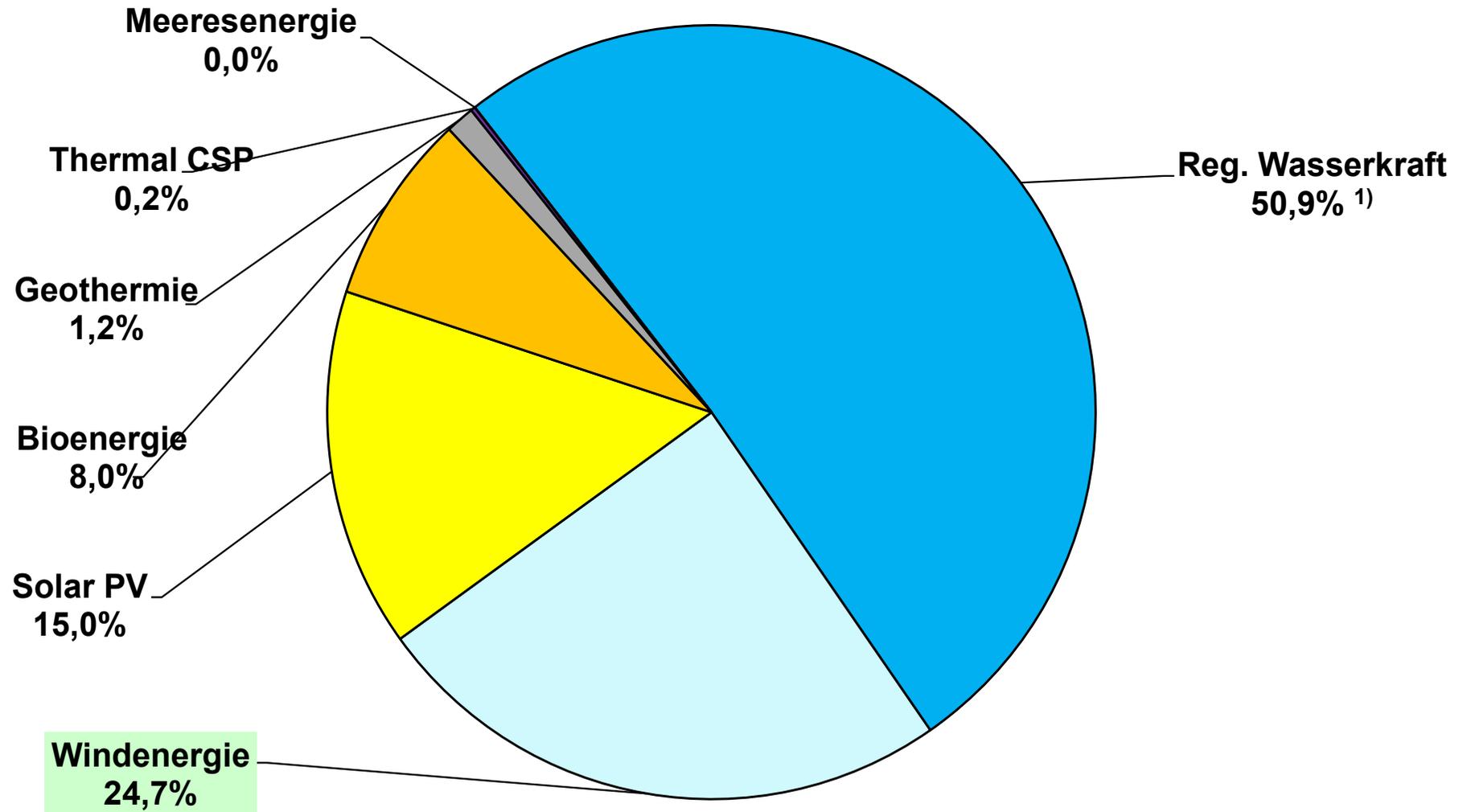
1) Kohle einschließlich Torf

2) **Erneuerbare Energien 8.599 TWh**: reg. Wasserkraft 4.378 TWh, Windkraft 2.125 TWh, Solar PV 1.1291 TWh, Bioenergie 687 TWh, Geothermie 101 TWh, CSP 16 TWh, Meeresenergie 1 TWh

3) Nicht biogener Abfall 50%, Wärme, Pumpstrom u.a. (114 TWh)

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach IEA (4)

Gesamt 8.599 TWh,
Anteil 29,6% von 29.033 TWh (Mrd. kWh)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Reg. Wasserkraft enthält nicht erneuerbaren Strom aus Pumpspeicherkraftwerken

2) Erneuerbare Energien (TWh) 8.599, davon reg. Wasserkraft 4.378, Windenergie 2.125, Solar PV 1.291, Bioenergie mit Bioabfall 687, Geothermie 101, Thermal CSP 16 und Meeresenergie 1

Quellen: IEA – World World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) S. 267, 10/2023 aus www.iea.org; IEA - World Energy Balances Highlights 2023, Weltenergieausblick 2023, 8/2023

Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) nach Regionen von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 **nach IEA (5)**

Jahr 2022:

Welt-Bruttostromerzeugung (BSE) 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%

Table A.16: Electricity generation (TWh)

	Historical			Stated Policies		Announced Pledges	
	2010	2021	2022	2030	2050	2030	2050
World	21 533	28 346	29 033	35 802	53 985	36 370	66 760
North America	5 233	5 377	5 524	5 945	8 381	6 235	10 986
United States	4 354	4 354	4 491	4 805	6 855	5 042	9 013
Central and South America	1 129	1 347	1 389	1 646	2 626	1 723	3 930
Brazil	516	656	677	779	1 199	779	1 428
Europe	4 119	4 126	3 996	4 708	6 419	4 989	7 964
European Union	2 955	2 885	2 795	3 256	4 403	3 473	5 441
Africa	686	874	890	1 203	2 294	1 327	3 859
Middle East	829	1 246	1 276	1 716	2 956	1 694	3 919
Eurasia	1 251	1 446	1 476	1 540	1 923	1 502	2 023
Russia	1 036	1 158	1 170	1 177	1 376	1 143	1 380
Asia Pacific	8 285	13 930	14 483	19 043	29 385	18 900	34 079
China	4 236	8 597	8 912	11 743	16 527	11 454	17 589
India	972	1 635	1 766	2 672	5 694	2 581	6 605
Japan	1 164	1 040	1 062	1 054	1 076	1 083	1 358
Southeast Asia	685	1 162	1 220	1 709	3 292	1 759	4 498

* Daten vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

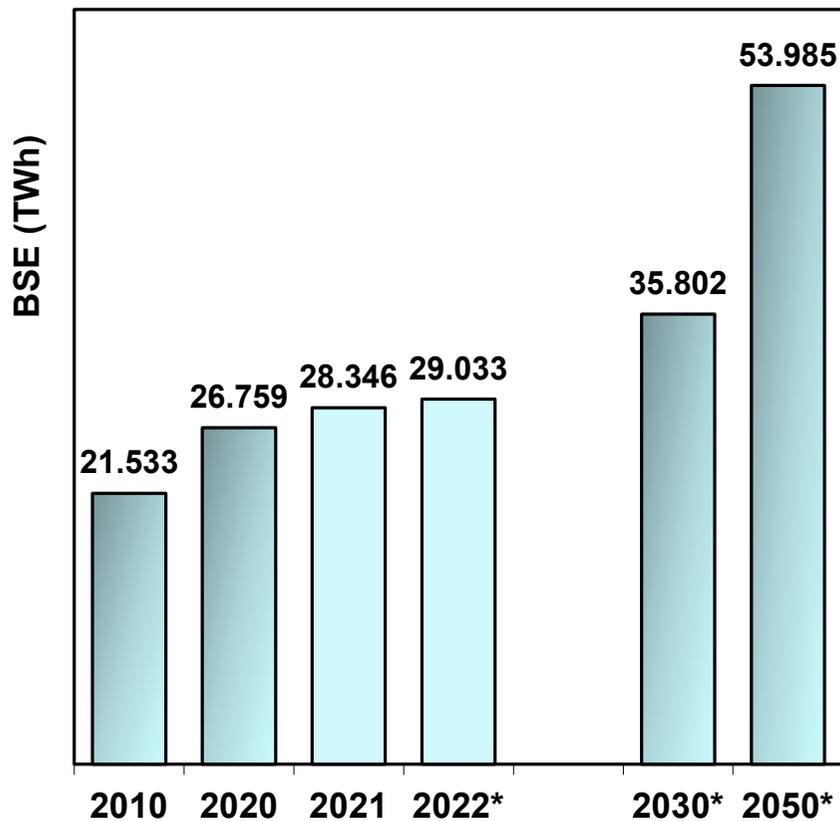
Globale Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach ausgewählten Ländern mit EU-27 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (6)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

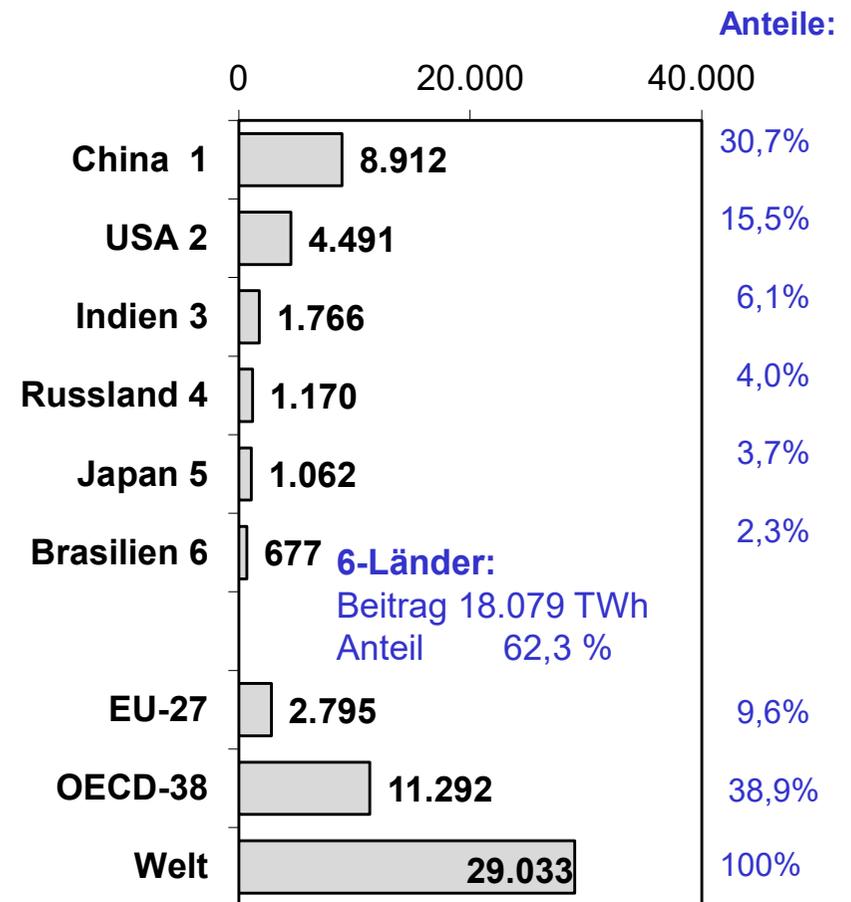
3.652 kWh/Kopf

Beitrag EU-27: 2.795 TWh, Weltanteil 9,6%

Gesamtentwicklung 2010-2022, Prognose 2030/50



Ausgewählte Länder im Jahr 2022



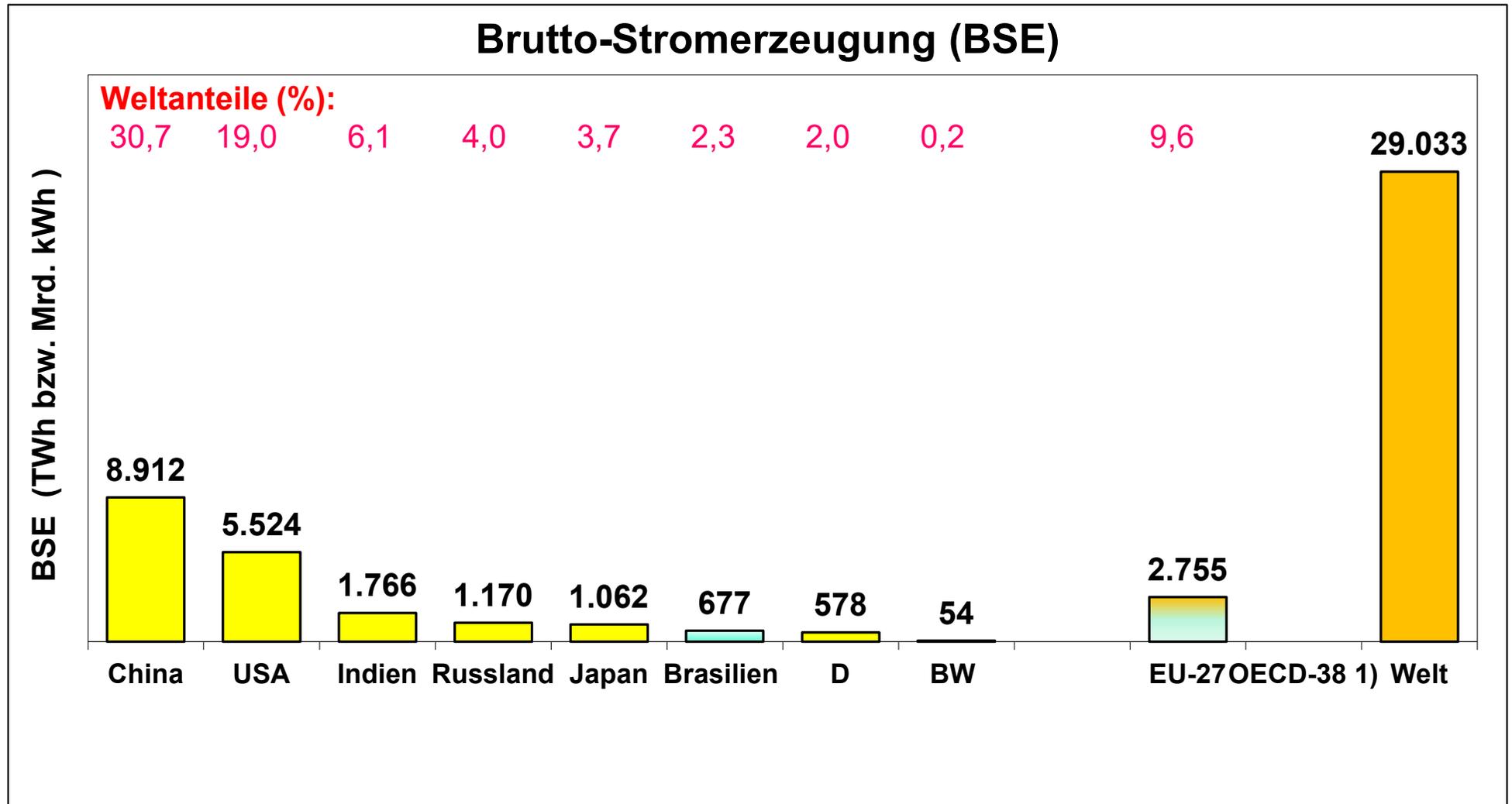
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) im internationalen Vergleich 2022 nach IEA (7)

Veränderung 1990/2022: Welt + 245%



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

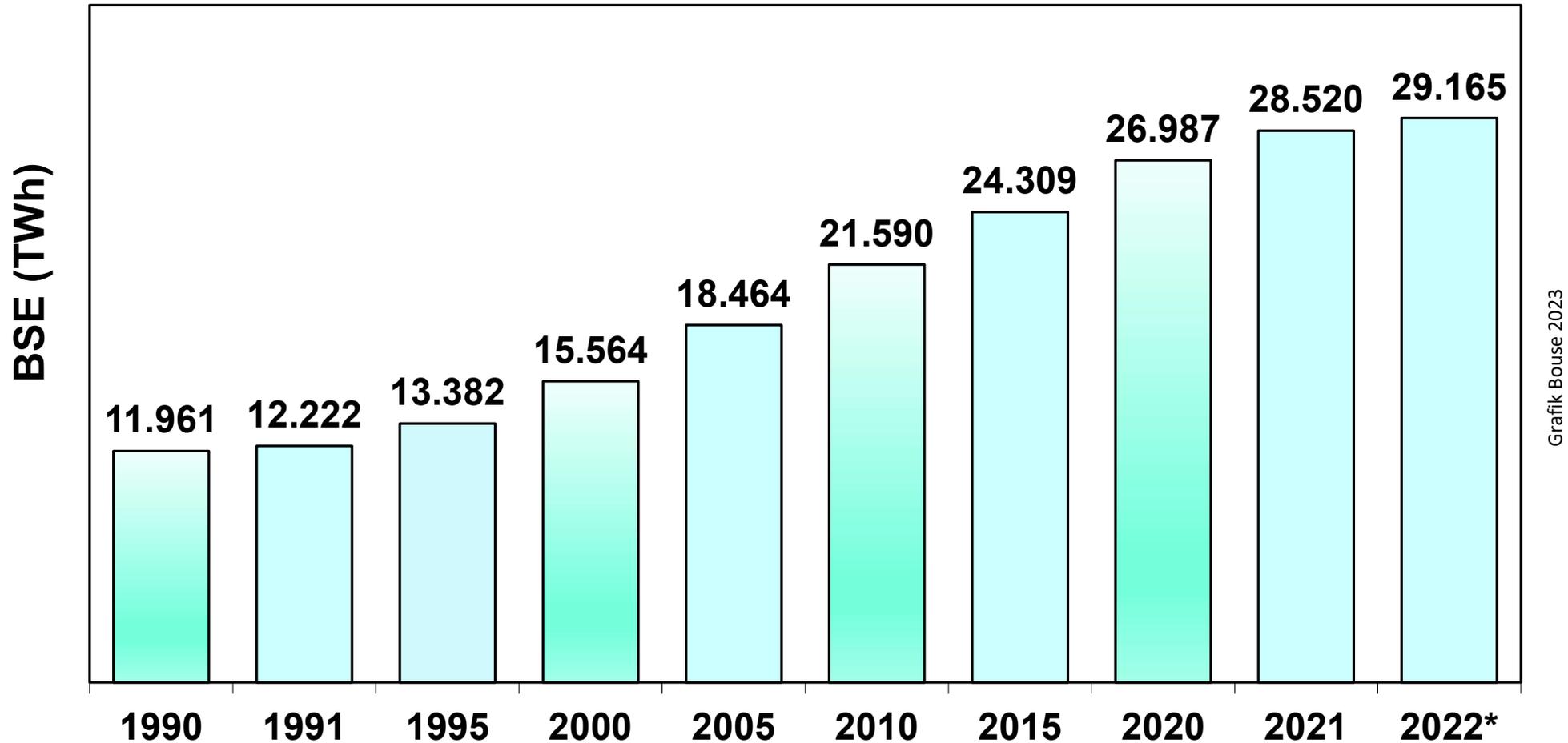
Weltbevölkerung 7.950 Mio.

1) OECD Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (38 Industrieländer); www.oecd.org

Quellen: IEA aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 287, 10/2023 u.a.

Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom 1990-2022 nach BP (1)

Jahr 2022: Gesamt 29.165 TWh (Mrd. kWh)* = 29,2 Bill. kWh; Veränderung 1990/2022 + 143,8%
Ø 3.655 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

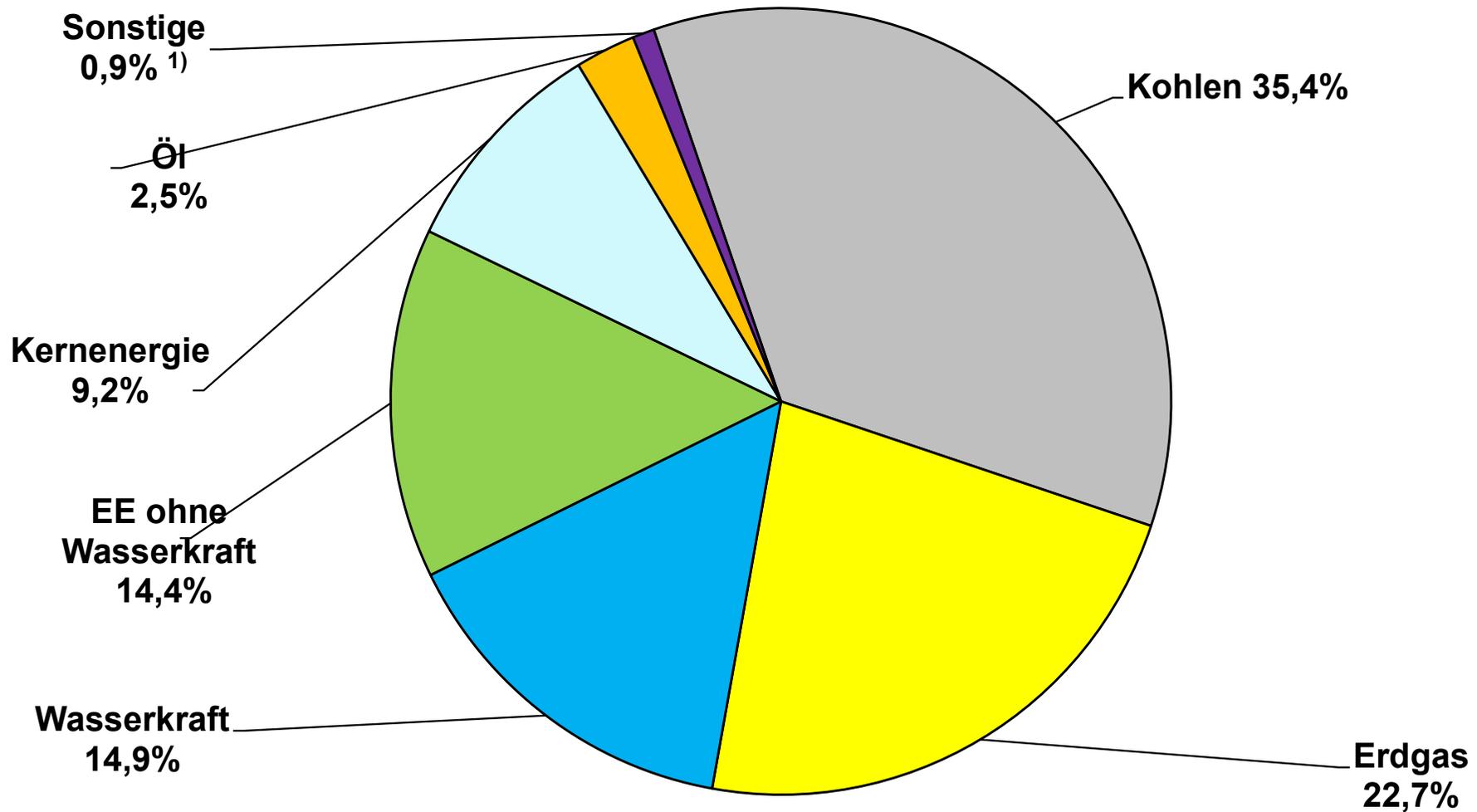
1) Pumpspeicherstrom, z.B. Jahr 2022: 140 TWh (0,5%)

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

Quelle: BP – Statistik Energie in der Welt 2023, 6/2023 aus www.bp.org. (siehe Datei in Excel)

Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Pumpspeicherstrom im Jahr 2022 nach BP (2)

Jahr 2022: Gesamt 29.165 TWh (Mrd. kWh)* = 29,2 Bill. kWh; Veränderung 1990/2022 + 143,8%
Ø 3.655 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

¹⁾ Basierend auf der Bruttoproduktion. Beinhaltet nicht kategorisierte Generierung, statistische Unterschiede und Quellen, die nicht an anderer Stelle angegeben sind, z. B. Pumpspeicherkraftwerke (0,5%), nicht erneuerbare Abfälle und Wärme aus chemischen Quellen.

Quelle: BP – Statistik Energie in der Welt 2023, 6/2023 aus www.bp.org. (Siehe Datei in Excel)

Globale Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Pumpspeicherstrom und Anteile erneuerbare Energien im Jahr 2022 nach REN 21 (5)

Gesamt: 29.033 TWh (Mrd kWh) mit Pumpstrom

3.652 kWh/Kopf

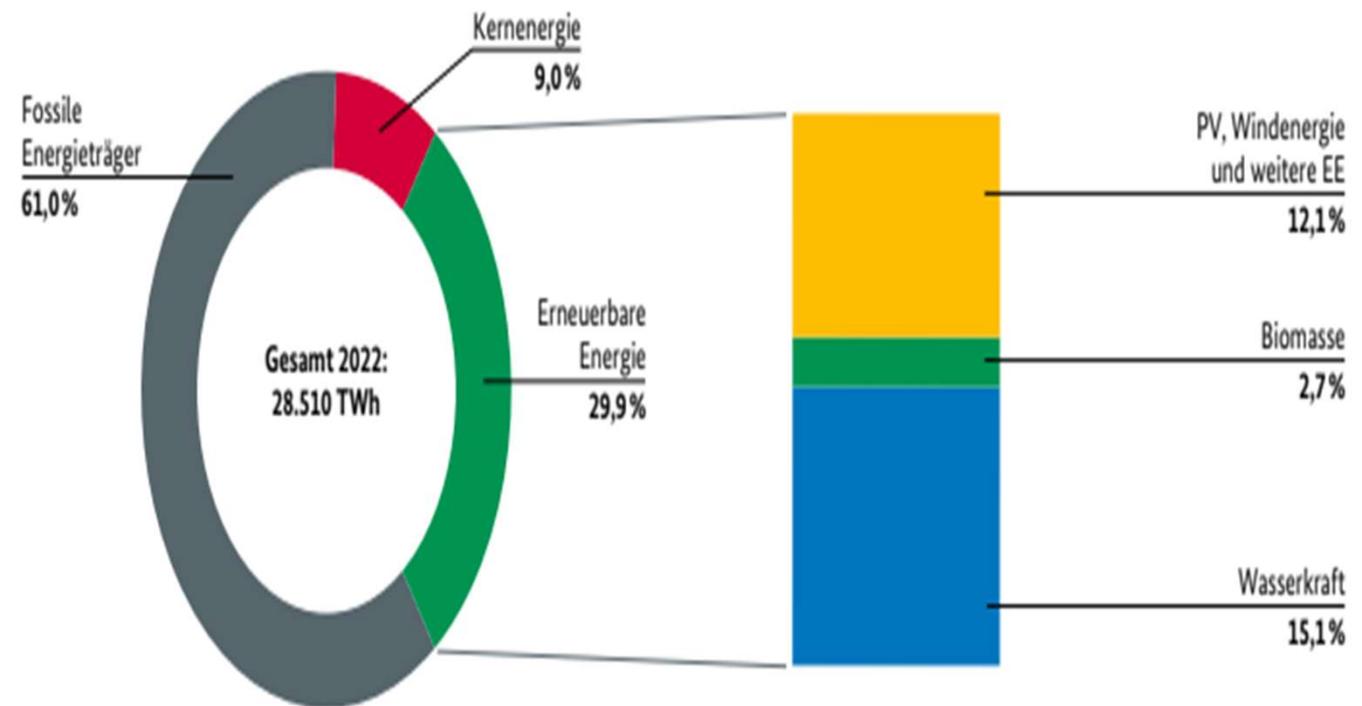
Beitrag Erneuerbare Energien 8.599 TWh (Mrd. kWh), Anteil 29,9%

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

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

Abbildung 52: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2022



Quelle: Internationale Energieagentur (IEA) [42]

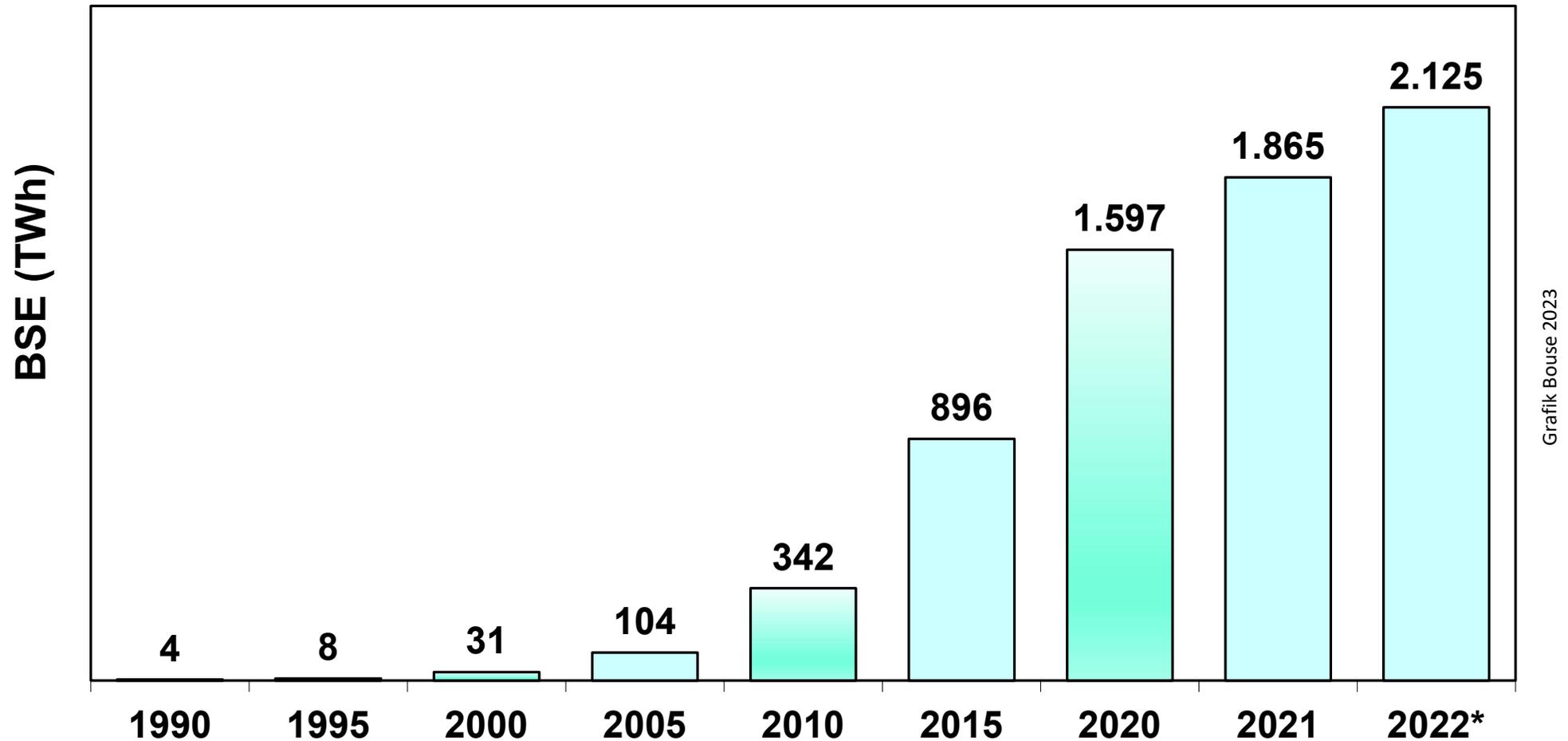
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quellen: REN21 und IEA aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 92/93, 10/2023

Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung aus Windenergie 1990-2022 nach IEA (1)

Jahr 2022: Windenergie 2.125 TWh,
Anteil 7,3% von 29.033 TWh



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quellen: IEA – Statistik Strom und Wärme bis 2005, 9/2016 aus www.iea.org ; IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 288, 10.2023 EN

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus Windenergie nach Regionen und ausgewählten Ländern mit EU-27 in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (2)

Jahr 2022: Windenergie 2.125 TWh, Veränderung zum Vorjahr + 13,9%

Weltanteil 7,3% von gesamt 29.033 TWh

Beitrag EU-27: 420 TWh, Windanteil 19,8%

Table A.19: Wind generation (TWh) Windenergiestromerzeugung (TWh)

	Historical			Stated Policies		Announced Pledges	
	2010	2021	2022	2030	2050	2030	2050
World	342	1 865	2 125	5 229	11 801	6 208	18 432
North America	105	438	500	1 107	2 209	1 421	3 998
United States	95	383	442	1 001	1 917	1 249	3 516
Central and South America	3	106	119	252	656	279	1 105
Brazil	2	72	82	158	406	165	466
Europe	154	500	557	1 304	2 382	1 518	3 489
European Union	140	387	420	985	1 790	1 121	2 594
Africa	2	23	25	90	302	128	593
Middle East	0	3	4	26	232	42	665
Eurasia	0	6	8	23	92	42	249
Russia	0	3	5	12	69	17	114
Asia Pacific	77	789	912	2 427	5 927	2 778	8 333
China	45	656	762	1 963	3 876	2 026	4 026
India	20	77	79	189	1 071	241	1 449
Japan	4	9	10	64	208	78	314
Southeast Asia	0	9	14	55	228	148	1 207

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 288, 10/2023

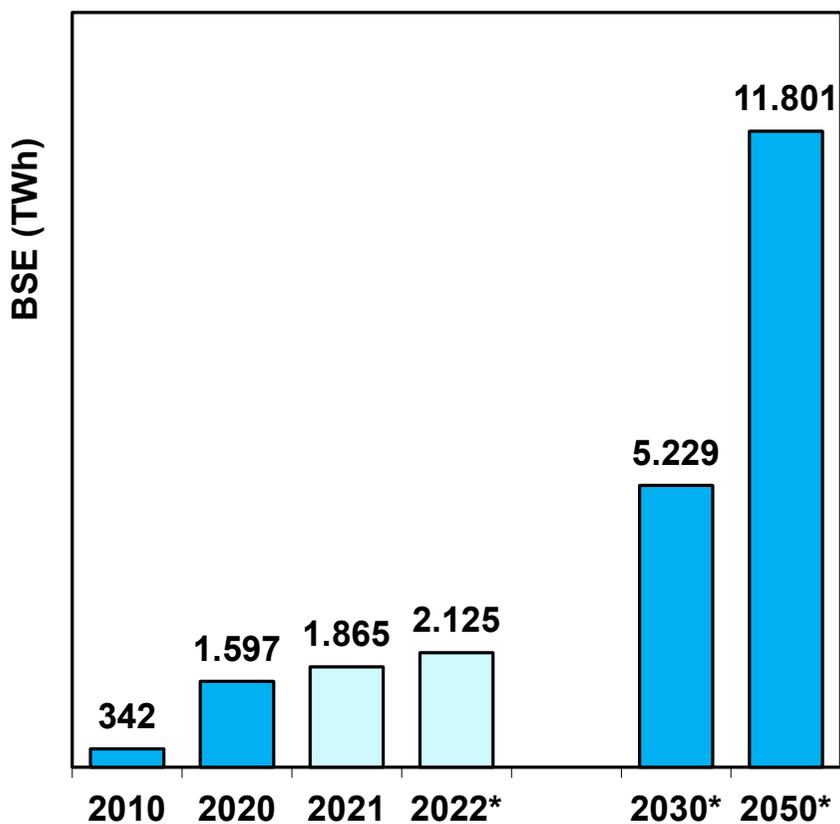
Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus Windenergie nach ausgewählten Ländern mit EU-27 in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (3)

Jahr 2022: Windenergie 2.125 TWh, Veränderung zum Vorjahr + 13,9%

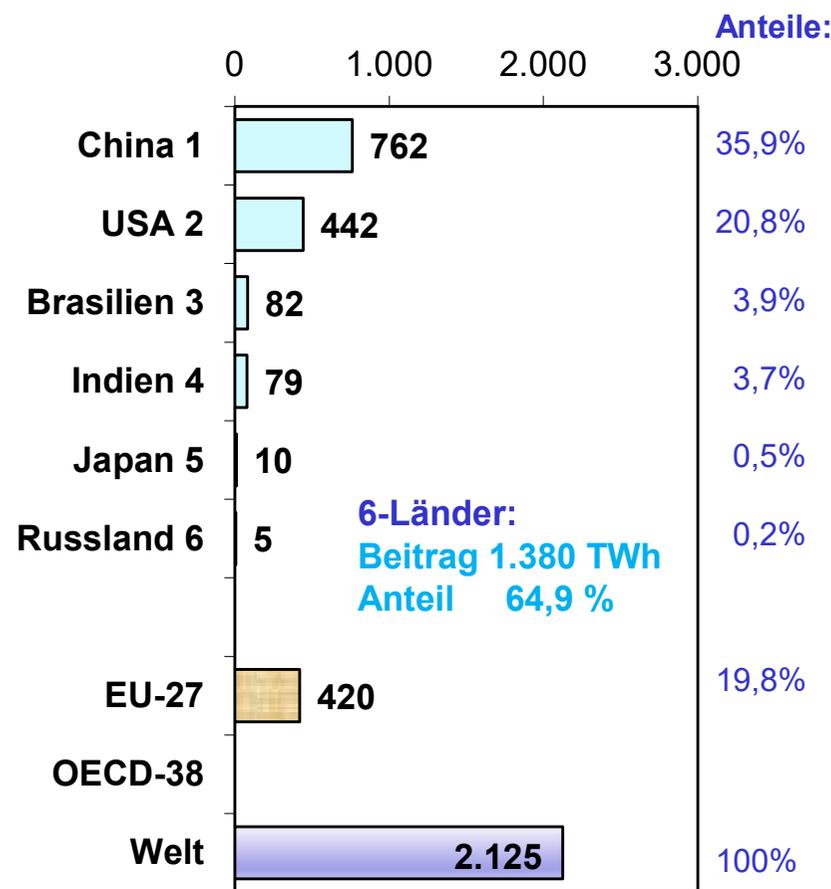
Weltanteil 7,3% von gesamt 29.033 TWh

Beitrag EU-27: 420 TWh, Windanteil 19,8%

Gesamtentwicklung 2010-2022,
Prognose bis 2050



Ausgewählte Länder im Jahr 2022



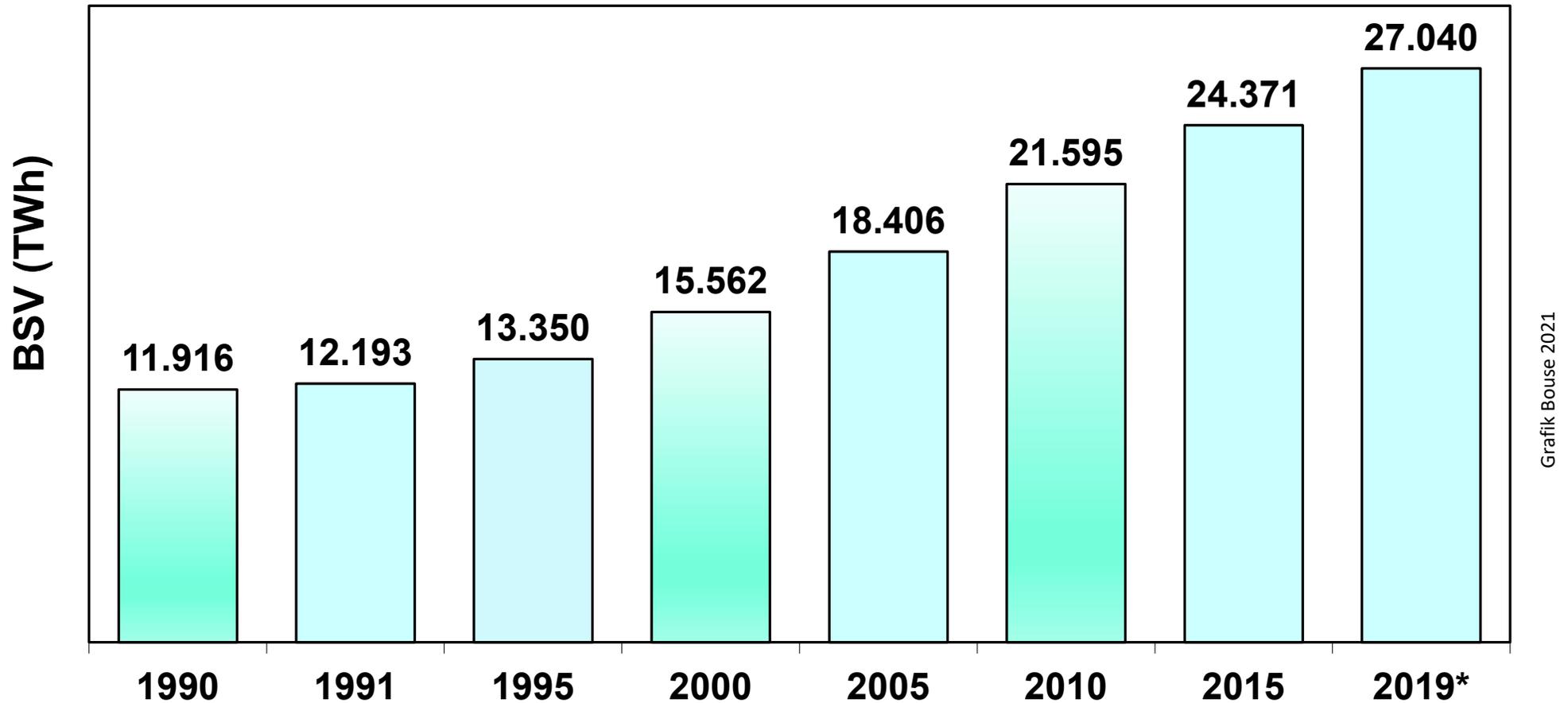
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2019 nach IEA

Jahr 2019: Gesamt 27.040 TWh (Mrd. kWh) = 27,0 Bill. kWh; Veränderung 1990/2019 + 127,0%
Ø 3.528 kWh/Kopf*



Grafik Bouse 2021

Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr

* Daten 2019 vorläufig, Stand 9/2021

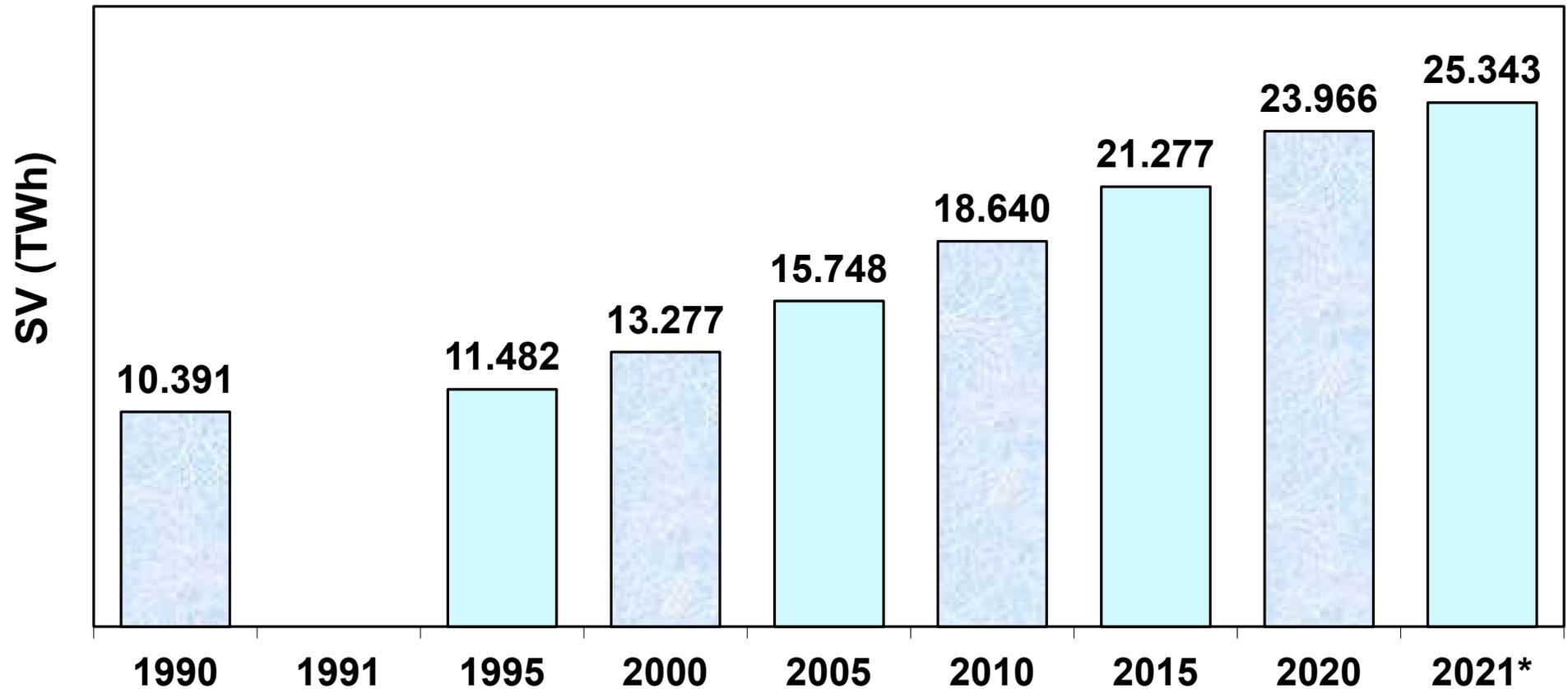
1) Jährlich geringfügige Abweichungen beim BSV gegenüber BSE, z.B. Jahr 2019 BSE = 27.044 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2019 = 7.666 Mio.

Quelle: IEA - Key World Energy Statistics 2021, S. 33, Ausgabe 9/2021, aus www.iea.org

Globale Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) 1990-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 25.343TWh (Mrd. kWh) = 25,3 Bill. kWh; Veränderung 1990/2021 + 143,9%
3.214 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2024

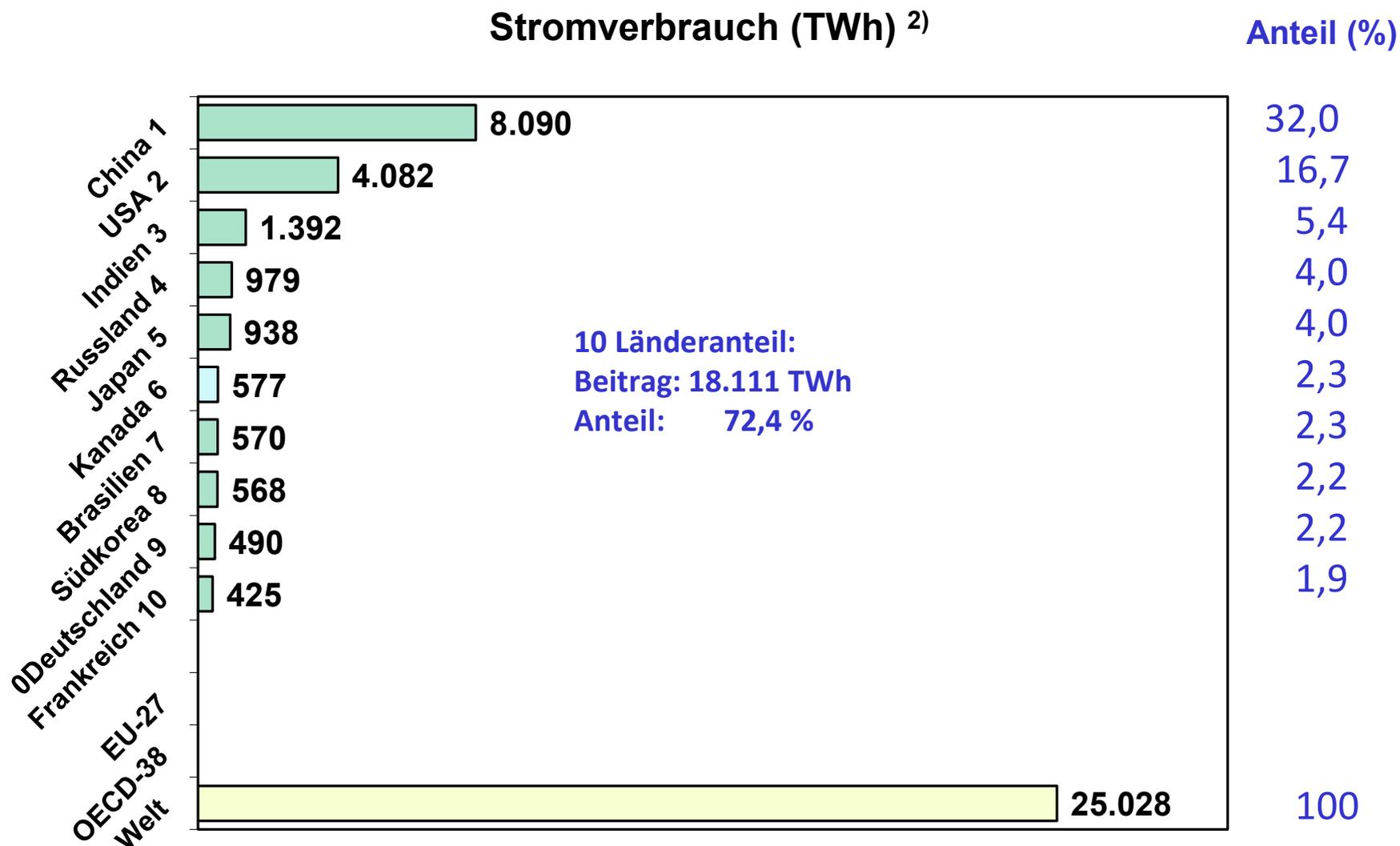
* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2024

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021 = 7.884 Mio.

Quelle: Statista 2024

TOP 10-Länder-Rangfolge beim Stromverbrauch Endenergie (SVE) in der Welt sowie OECD-38 und EU-27 im Jahr 2022 **nach Enerdata (2)**

Jahr 2022: Gesamt 25.028 TWh (Mrd. kWh) = 25,0 Bill. kWh; Veränderung 1990/2022 + 127,6%
 Ø 3.148 kWh/Kopf*



* Daten 2022 vorläufig, Stand 2023

Bevölkerung- Jahresdurchschnitt 2022: 7.950 Mio.

Quellen: Enerdata – Energie- und Klimastatistik Jahrbuch 2023, 1/2023; BMWI – Energiedaten, Tab. 32a , (nach Umrechnung) 1/2023

Stromversorgung
mit Beitrag Windenergie
Teil 2: Anlage und Leistung

Entwicklung elektrische Leistung beim Stromsektor nach Energieträgern in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1)

Jahr 2022: Gesamt 8.643 GW, Veränderung zum VJ + 5,0%
Beitrag EE 3.629 GW, Anteil 42,0%; Beitrag Windenergie 902 GW, Anteil 24,9%

Table A.3a: World electricity sector (*Weltstromsektor*)

	2010	2021	2022	Stated Policies Scenario (GW)				Shares (%)			CAAGR (%) 2022 to:	
				2030	2035	2040	2050	2022	2030	2050	2030	2050
Total capacity	5 187	8 230	8 643	14 168	17 923	21 328	25 956	100	100	100	6.4	4.0
Renewables	1 333	3 292	3 629	8 611	11 949	14 965	19 120	42	61	74	11	6.1
Solar PV	39	925	1 145	4 699	7 174	9 500	12 639	13	33	49	19	9.0
Wind	181	827	902	2 064	2 747	3 242	3 874	10	15	15	11	5.3
Hydro	1 027	1 360	1 392	1 571	1 681	1 801	2 028	16	11	8	1.5	1.4
Bioenergy	74	159	168	232	272	311	393	2	2	2	4.1	3.1
<i>of which BECCS</i>	-	-	-	1	1	1	1	-	0	0	n.a.	n.a.
CSP	1	6	7	16	29	46	85	0	0	0	11	9.4
Geothermal	10	15	15	27	37	47	63	0	0	0	7.4	5.3
Marine	0	1	1	3	9	18	36	0	0	0	17	15
Nuclear	403	413	417	482	521	557	622	5	3	2	1.8	1.4
Hydrogen and ammonia	-	-	-	8	17	24	19	-	0	0	n.a.	n.a.
Fossil fuels with CCUS	-	0	0	2	12	22	31	0	0	0	41	22
Coal with CCUS	-	0	0	1	6	11	13	0	0	0	32	18
Natural gas with CCUS	-	-	-	1	6	11	18	-	0	0	n.a.	n.a.
Unabated fossil fuels	3 439	4 480	4 535	4 498	4 364	4 216	3 800	52	32	15	-0.1	-0.6
Coal	1 614	2 200	2 236	2 126	1 956	1 795	1 363	26	15	5	-0.6	-1.8
Natural gas	1 389	1 854	1 875	2 071	2 139	2 185	2 259	22	15	9	1.2	0.7
Oil	436	426	423	301	269	236	178	5	2	1	-4.2	-3.0
Battery storage	1	27	45	552	1 047	1 531	2 352	1	4	9	37	15

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

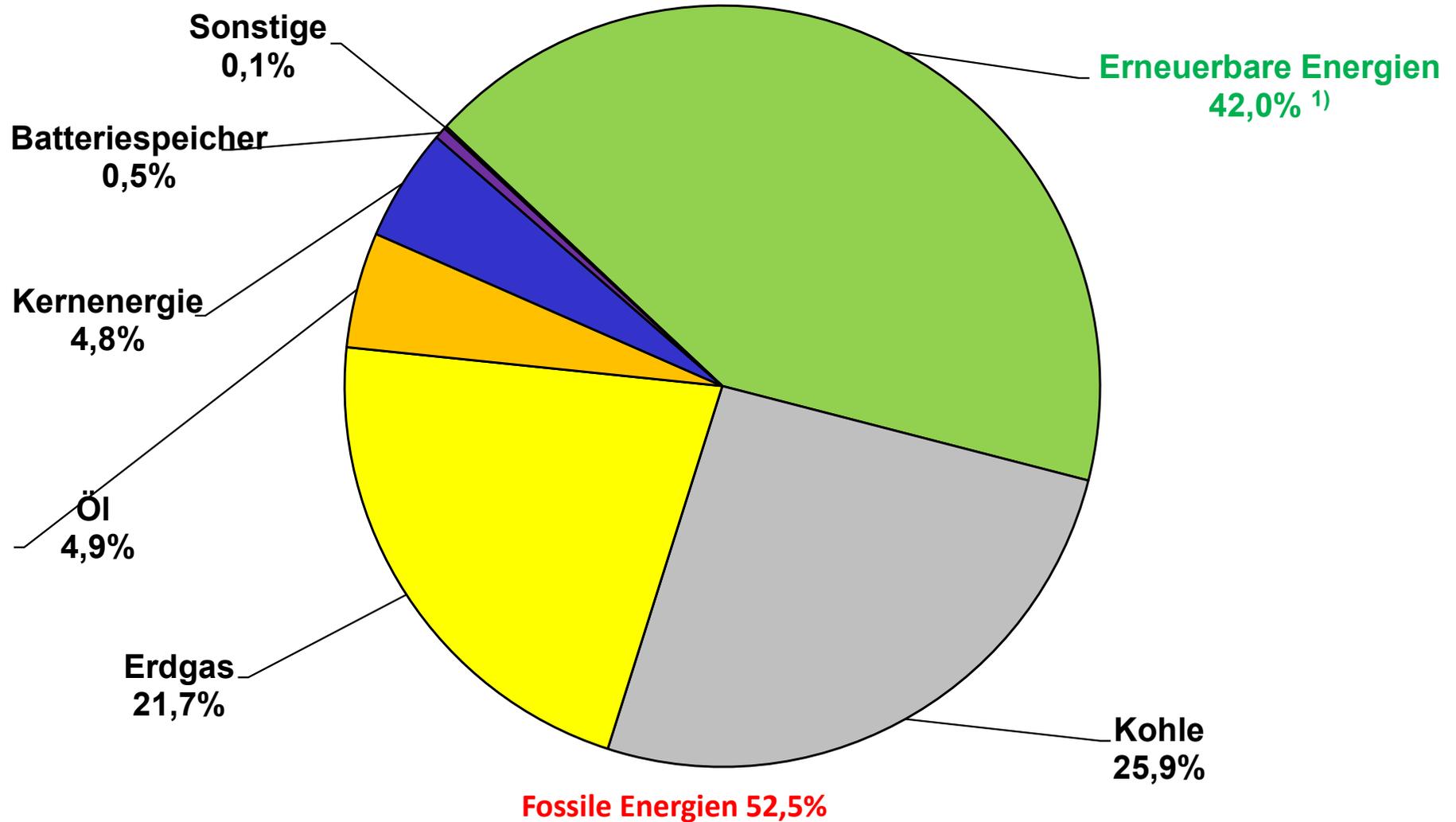
Daten 2022: Gesamte elektrische Leistung 8.643 GW; EE elektrische Leistung 3.629 GW

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung nach Energieträgern in der Welt Ende 2022 nach IEA (2)

Jahr 2022: Gesamt 8.643 GW ²⁾, Veränderung zum VJ + 5,0%

Beitrag EE 3.629 GW, Anteil 42,0%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

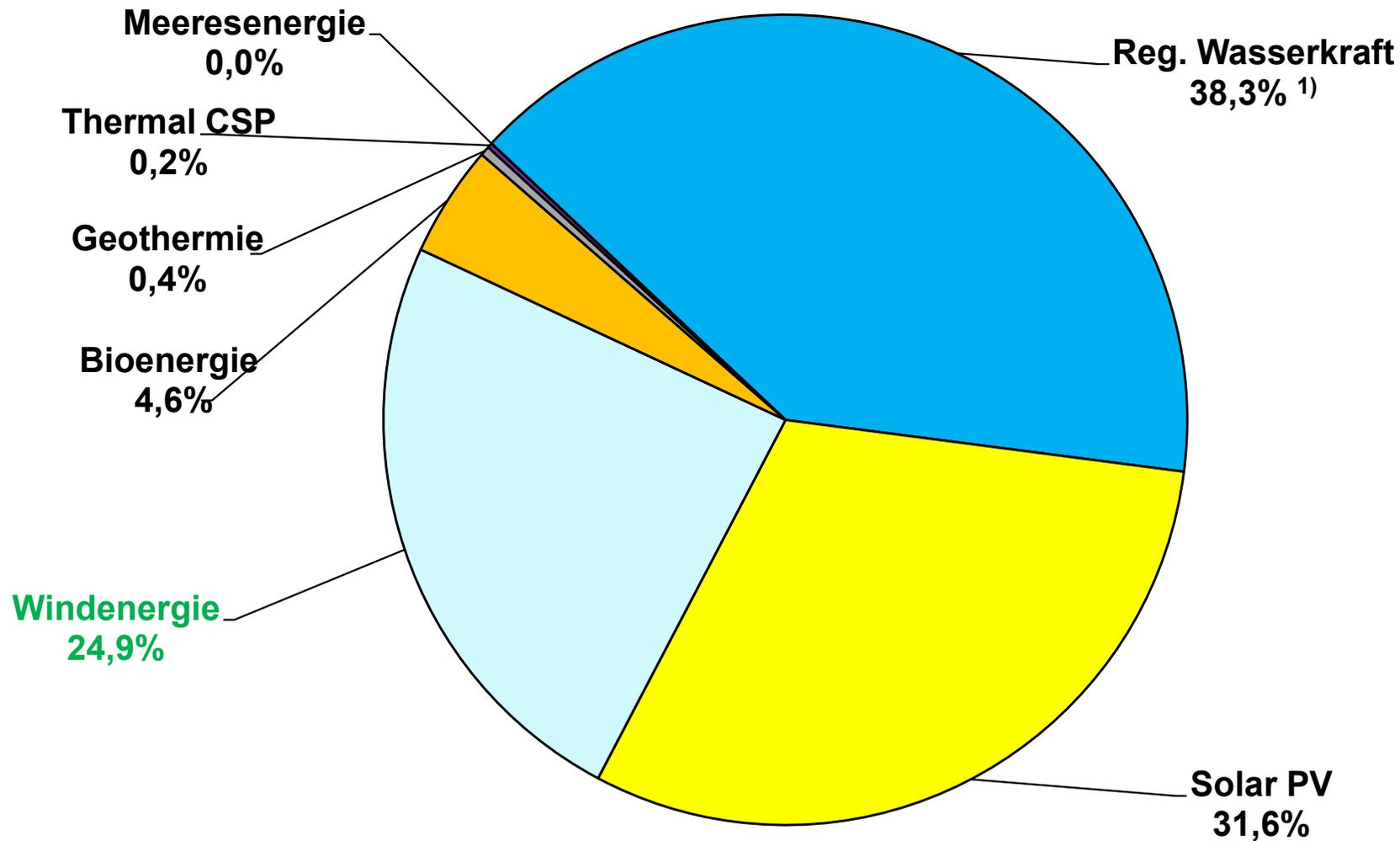
1) Erneuerbare Energien (GW) 3.629, davon reg. Wasserkraft 1.392, Solar-PV 1.145, Windenergie 902, Bioenergie mit Bioabfall 168, Geothermie 15, Thermal CSP 7 und Meeresenergie 1

2) Gesamte installierte Leistung 8.643 (GW), davon EE 3.639, Kohle 2.236, Erdgas 1.875, Öl 423, Kernenergie 417, Batterie 45, Sonstige 5

Quellen: IEA – World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 267, 10/2023 aus www.iea.org

Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach IEA (3)

Gesamt EE 3.629 GW (Mio. kW) ^{1,2)}
Weltanteil 42,0% von 8.643TWh (Mrd. kWh)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Reg. Wasserkraft enthält nicht erneuerbaren Strom aus Pumpspeicherkraftwerken

2) Erneuerbare Energien (GW) 3.629, davon reg. Wasserkraft 1.392, Solar-PV 1.145, Windenergie 902, Bioenergie mit Bioabfall 168, Geothermie 15, Thermal CSP 7 und Meeresenergie 1

Quellen: IEA – World World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) S. 267, 10/2023 aus www.iea.org

Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach REN21 (4)

Gesamt 3.481 GW (Mio. kW)

Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien

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

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



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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

Quelle: REN21 2023 aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 93, 10/2023

TOP 5 Länder der installierten Kapazitäten aus erneuerbare Energien zur Energie- und Stromerzeugung in der Welt Ende 2022 nach REN21 (5)

TABLE 1.
Top Five Countries 2022

Total Power Capacity as of end 2022 Gesamtstromkapazität per Ende 2022

	1	2	3	4	5
POWER					
Total renewable capacity	China	United States	Brazil	India	Germany
Total renewable capacity (no hydro)	China	United States	Germany	India	Japan
Total renewable capacity per capita (no hydro)	Iceland	Denmark	Finland (+16) ▲	Belgium (+8) ▲	Greece (+10) ▲
Biopower	China	Brazil	United States	India	Germany
Geothermal	United States	Indonesia	Philippines	Türkiye	New Zealand
Hydropower	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
Solar PV	China	United States	Japan	Germany (+1) ▲	India (-1) ▼
CSP	Spain	United States	China	Morocco	South Africa
Wind	China	United States	Germany	India	Spain
HEAT					
Solar water heating collector capacity	China	Türkiye (+1) ▲	United States (-1) ▼	Germany	Brazil
Geothermal heat output	China	Türkiye	Iceland	Japan	New Zealand

Net Capacity Additions in 2022 Nettokapazitätserweiterungen im Jahr 2022

	1	2	3	4	5
TOTAL ADDITIONS PER TECHNOLOGY					
Biopower capacity	China	Japan (+3) ▲	Brazil	Indonesia (+12) ▲	Türkiye (-1) ▼
Geothermal capacity	Kenya (New)	Indonesia	United States (-2) ▼	Türkiye (-1) ▼	Chile (New)
Hydropower capacity	China	Lao PDR (+3) ▲	Canada (-1) ▼	France (New)	Ethiopia (New)
Solar PV capacity	China	United States	India	Brazil (+1) ▲	Netherlands (+8) ▲
Concentrated Solar Thermal Power (CSP) capacity	China (New)	United Arab Emirates (New)	-	-	-
Wind capacity	China	United States	Brazil	United Kingdom (+1) ▲	Germany (+2) ▲
Solar water heating capacity	China	Türkiye	Brazil	India	United States

Note: New = Country did not have a ranking in 2021.

Globale jährliche Zubau der Kapazität an erneuerbare Energien nach Technologie und Gesamtmenge, 2016-2021, Prognosen 2030/50 nach REN21 (1)

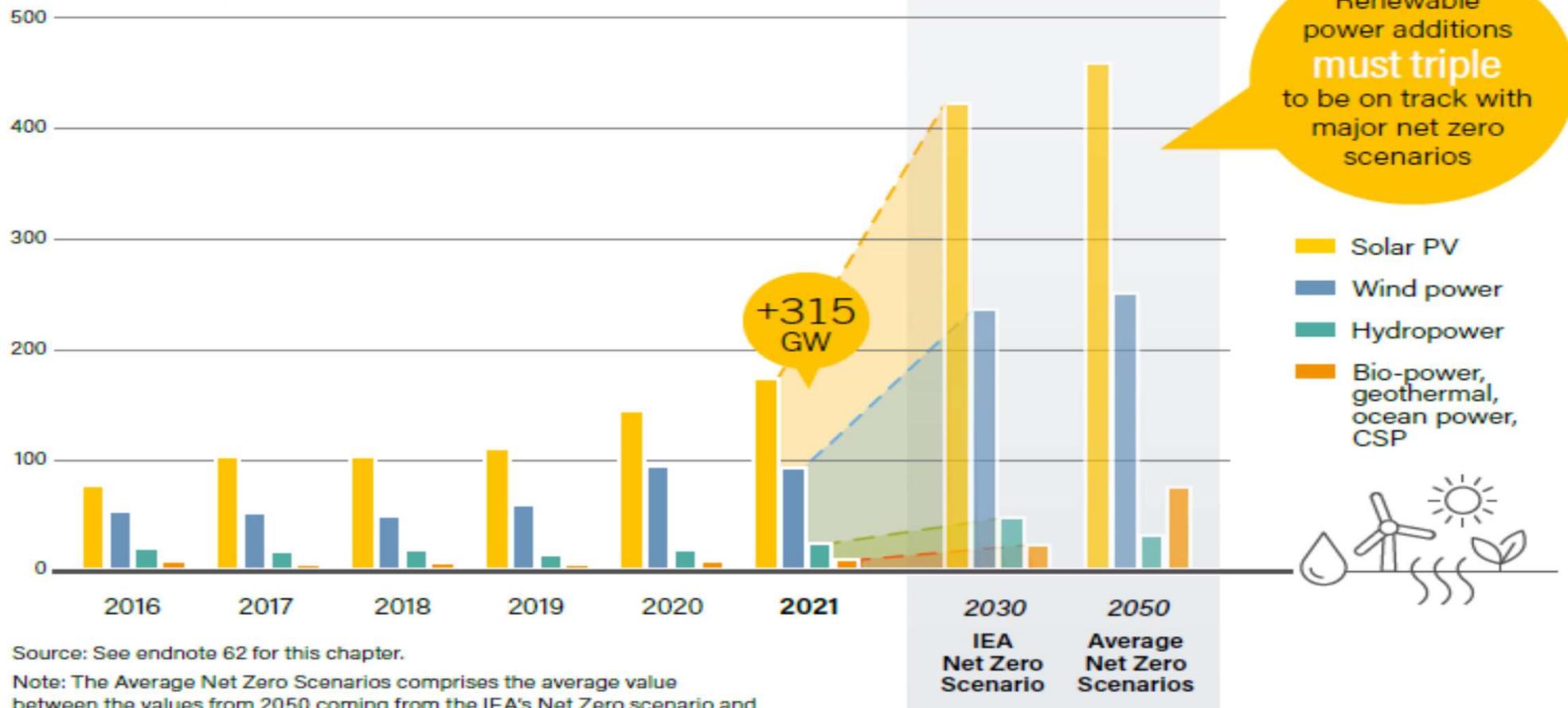
Jahr 2021: Gesamte-Zubauleistung: 315 GW

Beitrag Windenergie 102 GW, EE-Anteil 32,5%



FIGURE 6. Jährlicher Zubau erneuerbarer Energiekapazität, nach Technologie und Gesamt, 2016-2021
Annual Additions of Renewable Power Capacity, by Technology and Total, 2016-2021, and to Achieve Net Zero Scenarios for 2030 and 2050

Additions by technology (Gigawatts) Jährlicher Zubau erneuerbarer Energiekapazität, nach Technologie und Gesamt, 2016-2021



Source: See endnote 62 for this chapter.

Note: The Average Net Zero Scenarios comprises the average value between the values from 2050 coming from the IEA's Net Zero scenario and the World Energy Transitions Outlook scenario from IRENA.

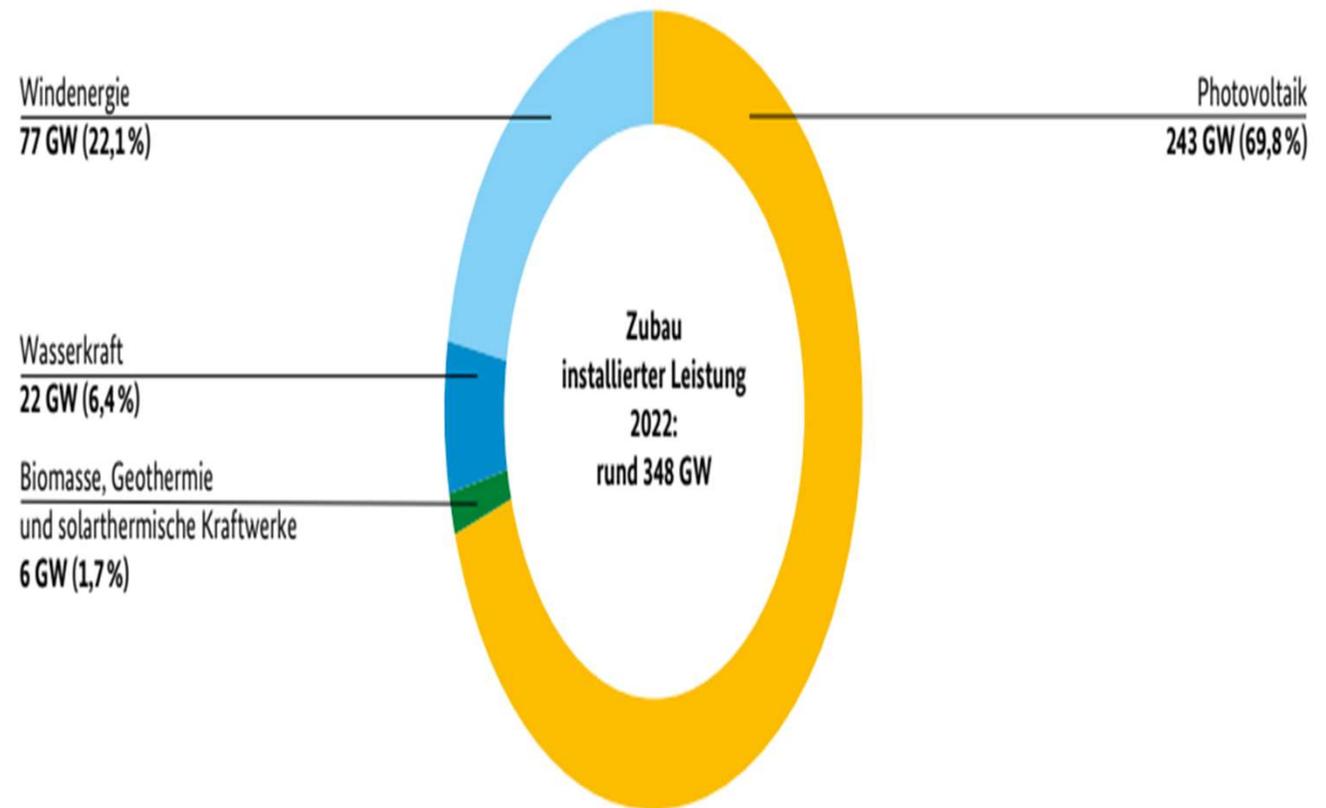
Zubau installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach REN21 (2)

Zubau 348 GW (Mio. kW)
EE-Anteil 83% von gesamt 419,3 GW

Zubau EE-Stromerzeugungskapazitäten

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

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



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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

Quellen: REN21 2023 aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 95, 10/2023

TOP 5–Länder bei der globalen Nettokapazitätserweiterung von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung Ende 2021 (3)

Jahr 2021: Kapazitätserweiterung im Stromsektor 314 GW,
 Beitrag Windenergie 102 GW, Anteil 32,5%

 **TABLE 2.**
 Top Five Countries 2021

Nettokapazitätserweiterungen / Verkäufe / Produktion im Jahr 2021

Net Capacity Additions / Sales / Production in 2021

Technologies ordered based on total capacity additions during 2021.

	1	2	3	4	5
 Solar PV capacity	China	United States	India	Japan	Brazil
 Wind power capacity	China	United States	Brazil	Vietnam	United Kingdom
 Hydropower capacity	China	Canada	India	Nepal	Lao PDR
 Geothermal power capacity	China	Turkey	Iceland	Japan	New Zealand
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	Chile	–	–	–	–
 Solar water heating capacity	China	India	Turkey	Brazil	United States
 Air-source heat pump sales	China	Japan	United States	France	Italy
 Ethanol production	United States	Brazil	China	Canada	India
 Biodiesel production	Indonesia	Brazil	United States	Germany	France

Globale Windenergie-Kapazität Ende 2022 **nach REN21** (1)

Gesamt 906 GW, davon Netto-Zubau 77 GW



KEY FACTS WIND POWER

- An estimated 89 GW of wind power capacity was mechanically installed in 2022, of which more than 77 GW was added to the world's grids, bringing the total grid-connected capacity to an estimated 906 GW.
- Global grid-connected additions fell more than 17% due mainly to slowdowns in China and the United States; Europe was the only region where installations rose.
- Countries around the world increased their wind power targets, driven by climate change, energy security, and economic growth goals, as well as the cost-competitiveness of wind energy.
- While offshore installations declined relative to 2021, due mainly to a temporary slowdown in China, the global pipeline nearly doubled in 2022 to nearly 1.2 terawatts across 38 countries.
- The industry continued to innovate to change the cost base of projects; to address challenges associated with scaling up production, transport and other logistical issues; and to enhance the value of wind energy while further improving its environmental and social sustainability.



Wichtige Fakten zur Windkraft

- Schätzungsweise 89 GW Windkraftkapazität wurde im Jahr 2022 mechanisch installiert, davon weltweit wurden mehr als 77 GW hinzugefügt Netze, wodurch die Gesamtheit netzverbunden wird Kapazität auf geschätzte 906 GW.
- Der globale netzgekoppelte Zubau ging stärker zurück um mehr als 17 %, was hauptsächlich auf die Verlangsamung in China zurückzuführen ist und die Vereinigten Staaten; Europa war das einzige Region, in der die Installationen zunahmen.
- Länder auf der ganzen Welt nahmen zu ihre Windkraftziele, getrieben vom Klimawandel, Energiesicherheit und Wirtschaft-Wachstumsziele sowie die Kosten-Wettbewerbsfähigkeit der Windenergie.
- Während Offshore-Anlagen relativ zurückgingen bis 2021, was hauptsächlich auf eine vorübergehende Verlangsamung zurückzuführen ist in China hat sich die globale Pipeline fast verdoppelt im Jahr 2022 auf knapp 1,2 Terawatt 38 Länder.
- Die Branche setzte ihre Innovationen fort die Kostenbasis von Projekten ändern; anzusprechen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Skalierung Produktion, Transport und andere Logistik Probleme; und um den Wert zu steigern Windenergie bei gleichzeitiger weiterer Verbesserung ihrer ökologische und soziale Nachhaltigkeit.

Globale Windenergie-Leistung Ende 2022 nach REN21 (2)

More than 77 GW of wind power capacity – including 68.4 GW onshore and nearly 8.8 GW offshore – was added to the world’s grids in 2022, increasing the total operating capacity 9% to an estimated 906 GW.¹ (p See Figure 31.) In total, an estimated 89 GW was mechanically installed around the world during 2022.²

The year 2022 was the third largest ever for new installations.³ However, relative to 2021, global grid-connected additions fell more than 17% (5% onshore and 58% offshore) due mainly to slowdowns in China and the United States; Europe was the only region where installations rose in 2022.⁴ Investment in future projects also dropped in all regions except Asia-Pacific, even as many countries increased their ambitions for wind power and as fossil fuel prices surged, making renewables more competitive.⁵

The top policy mechanisms supporting wind power installations in 2022 were China’s “grid parity” scheme, auctions in multiple countries, and the US Production Tax Credit.⁶ Countries around the world increased wind power targets, driven by climate change, energy security and economic growth goals, as well as the cost-competitiveness of wind energy.⁷ Private sector power purchase agreements (PPAs) also played a key role in driving demand for new capacity, with an estimated 10.9 GW of contracts signed in 2022.⁸

Despite the competitiveness of wind energy and ambitious national targets, new obstacles in 2022 compounded existing challenges, affecting installations and investments, the health of the wind industry and its ability to scale production to meet future demand.⁹ Pressured by policies that for years focused almost exclusively on achieving the lowest possible price of wind energy, manufacturers have raced to build ever-larger turbines – at great expense – to compete on price.¹⁰ Delayed permitting for new projects has constrained deployment across much of the world, as have protracted, complex and expensive grid planning and long grid connection queues.¹¹ The COVID-19 pandemic disrupted supply chains, created logistics challenges, pushed up costs for shipping and materials, and delayed projectsⁱⁱⁱ – challenges that continued into 2022.¹²

- i Additions are gross (although only a few countries decommissioned significant amounts of capacity in 2022). See endnote 1 for this section.
- ii Global additions in 2022 were an estimated 89 GW, for a year-end total of at least 934 GW mechanically installed, including capacity added in China and Vietnam but not officially grid-connected at the end of 2022. Starting with this edition of the GSR, only grid-connected additions are included in text and figure data, unless otherwise noted. “Mechanically installed” refers to capacity that is installed in place and ready to produce electricity but not necessarily officially connected to the grid. See endnote 2 for this section.
- iii Project delays created additional challenges as many manufacturers were bound by pre-existing contracts, resulting in sales at significant loss.

Mehr als 77 GW i Windkraftkapazität – darunter 68,4 GW an Land und fast 8,8 GW auf See – wurden im Jahr 2022 den weltweiten Netzen hinzugefügt, wodurch sich die Gesamtbetriebskapazität um 9 % auf geschätzte 906 GW erhöhte.¹ (p Siehe Abbildung 31.) In Insgesamt wurden im Jahr 2022 weltweit schätzungsweise 89 GW mechanisch installiert.²

Das Jahr 2022 war das drittgrößte Jahr für Neuinstallationen überhaupt.³ Im Vergleich zu 2021 ging der weltweite Zubau an netzgekoppelten Netzen jedoch um mehr als 17 % zurück (5 % an Land und 58 % auf See), was hauptsächlich auf Verlangsamungen in China und den Vereinigten Staaten zurückzuführen ist; Europa war die einzige Region, in der die Installationen im Jahr 2022 zunahmen.⁴ Auch die Investitionen in zukünftige Projekte gingen in allen Regionen mit Ausnahme der Asien-Pazifik-Region zurück, obwohl viele Länder ihre Ambitionen für Windkraft verstärkten und die Preise für fossile Brennstoffe stiegen, wodurch erneuerbare Energien wettbewerbsfähiger wurden.⁵

Die wichtigsten politischen Mechanismen zur Unterstützung von Windkraftanlagen im Jahr 2022 waren Chinas „Grid-Parity“-System, Auktionen in mehreren Ländern und die US-Produktionssteuergutschrift.⁶ Länder auf der ganzen Welt haben ihre Windkraftziele erhöht, angetrieben durch den Klimawandel, Energiesicherheit und Ziele für Wirtschaftswachstum sowie die Kostenwettbewerbsfähigkeit der Windenergie.⁷ Stromabnahmeverträge (PPAs) des privaten Sektors spielten ebenfalls eine Schlüsselrolle bei der Steigerung der Nachfrage nach neuen Kapazitäten, wobei im Jahr 2022 schätzungsweise 10,9 GW an Verträgen unterzeichnet wurden.⁸

Trotz der Wettbewerbsfähigkeit der Windenergie und ehrgeiziger nationaler Ziele verschärften neue Hindernisse im Jahr 2022 die bestehenden Herausforderungen und beeinträchtigten Installationen und Investitionen, die Gesundheit der Windindustrie und ihre Fähigkeit, die Produktion an die künftige Nachfrage anzupassen.⁹ Unter dem Druck einer Politik, die sich jahrelang fast ausschließlich auf die Erzielung eines möglichst niedrigen Preises für Windenergie konzentrierte, haben die Hersteller unter großem Aufwand immer größere Turbinen gebaut, um preislich konkurrieren zu können.¹⁰ Verzögerungen bei der Genehmigung neuer Projekte haben den Einsatz in weiten Teilen der Welt eingeschränkt, ebenso wie eine langwierige, komplexe und teure Netzplanung und lange Warteschlangen für Netzanschlüsse.¹¹ Die COVID-19-Pandemie störte Lieferketten, führte zu logistischen Herausforderungen, erhöhte die Kosten für Versand und Materialien und verzögerte Projekt – Herausforderungen, die bis 2022 andauerten.¹²

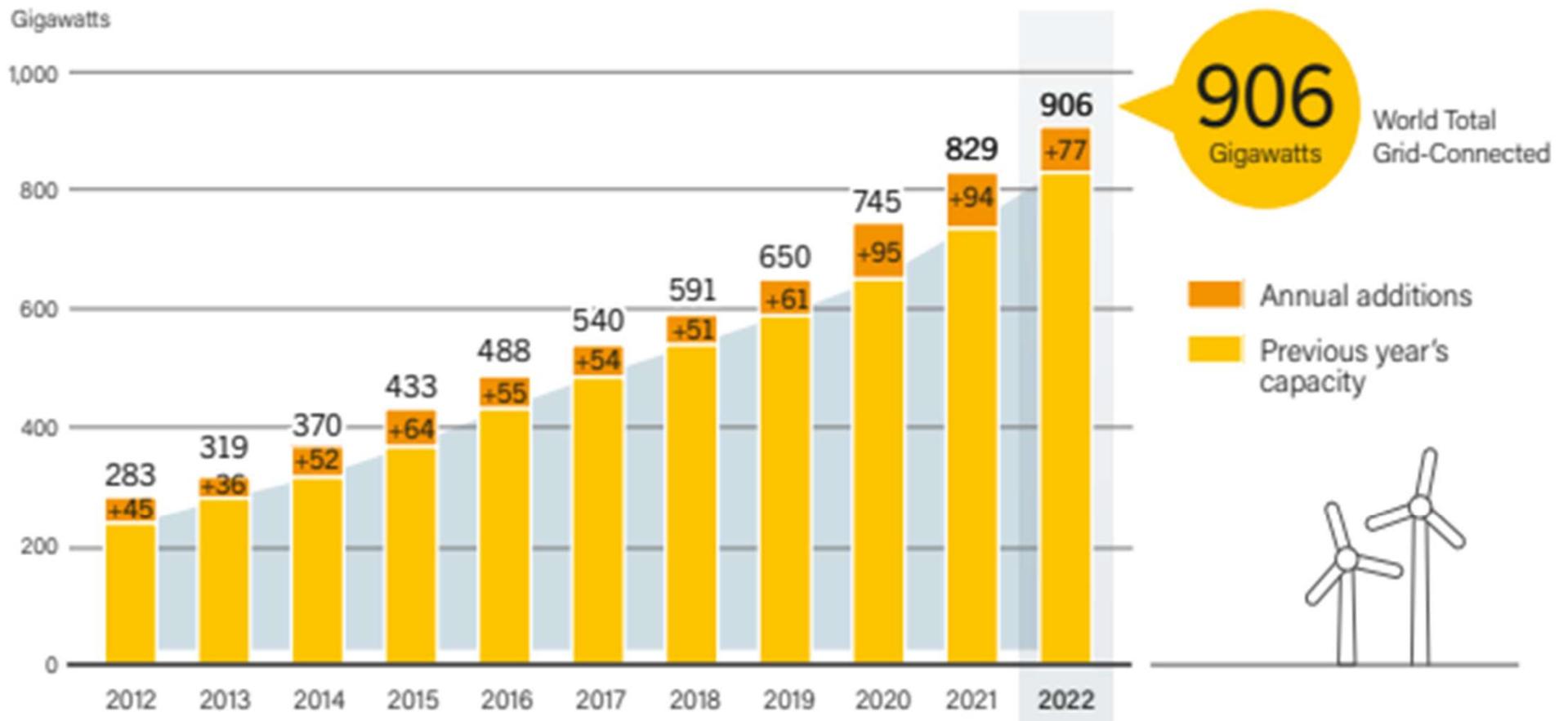
- i Die Zugänge sind brutto (obwohl nur wenige Länder erhebliche Mengen davon stillgelegt haben Kapazität im Jahr 2022). Siehe Endnote 1 für diesen Abschnitt.
 - ii Der weltweite Zubau belief sich im Jahr 2022 auf schätzungsweise 89 GW, was einem Gesamtwert zum Jahresende von mindestens 934 GW entspricht mechanisch installiert, einschließlich der in China und Vietnam hinzugefügten Kapazität, jedoch nicht offiziell am Netz. Ende 2022 angeschlossen. Ab dieser Ausgabe des GSR nur noch netzgekoppelt Ergänzungen sind in Text- und Abbildungsdaten enthalten, sofern nicht anders angegeben. “Mechanisch „Installiert“ bezieht sich auf die Kapazität, die vor Ort installiert und bereit zur Stromerzeugung ist, jedoch nicht unbedingt offiziell ans Netz angeschlossen sein. Siehe Endnote 2 für diesen Abschnitt.
 - iii Projektverzögerungen stellten für viele Hersteller zusätzliche Herausforderungen dar an bereits bestehende Verträge gebunden, was zu erheblichen Umsatzeinbußen führt.
- 1-12 ENDNOTEN siehe S. 90

Globale Entwicklung jährlicher Zubau und gesamte installierte Kapazität zur Stromerzeugung aus der Windenergie 2012-2022 nach REN21 (3)

Jahr Ende 2022: Gesamt 906 GW,, Veränderung zum VJ + 9,3%
 davon Netto-Zubau + 77 GW (davon 68,4 GW an Land und 8,8 GW auf See)



FIGURE 31.
Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2012-2022



Source: See endnote 1 for this section.

Note: Totals may not add up due to rounding. Additions in 2022 are gross.

Quelle: Siehe Endnote 1 für diesen Abschnitt.

Hinweis: Aufgrund von Rundungen addieren sich die Summen möglicherweise nicht. Die Zugänge im Jahr 2022 sind brutto.

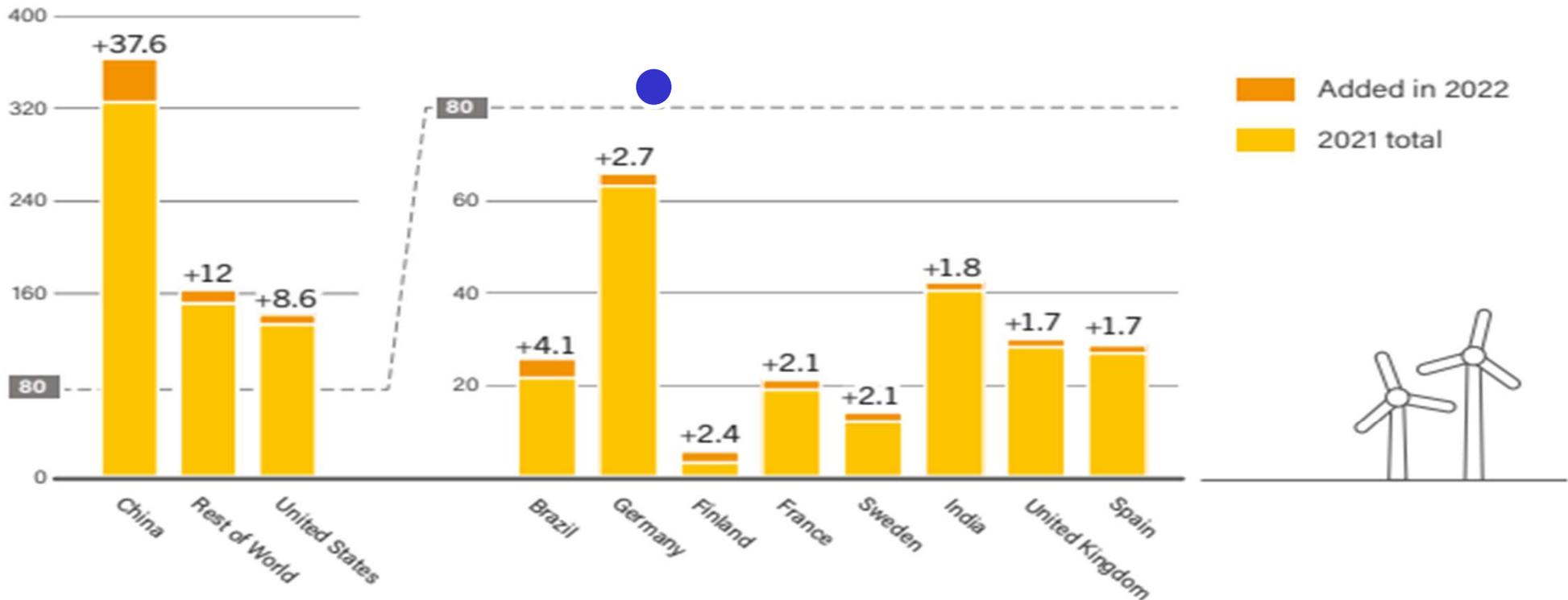
TOP 10-Länder der globalen Zubauleistung von Windenergieanlagen 2022 nach REN21 (4)

TOP 10-Länder Netto-Zubauleistung 64,8 GW
von gesamt 77 GW, Anteil 84,2%

FIGURE 32.
Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2022

Windkraftkapazitätszubau, Top 10 Länder für zugebaute Kapazität, 2022

Gigawatts



Source: See endnote 27 for this section.

Note: Numbers above bars are gross additions, but bar heights reflect year-end totals. Net additions were lower for China (36.5 GW), the United States (8.3 GW) and Germany (2.5 GW) due to decommissioning. Totals may not add up due to rounding.

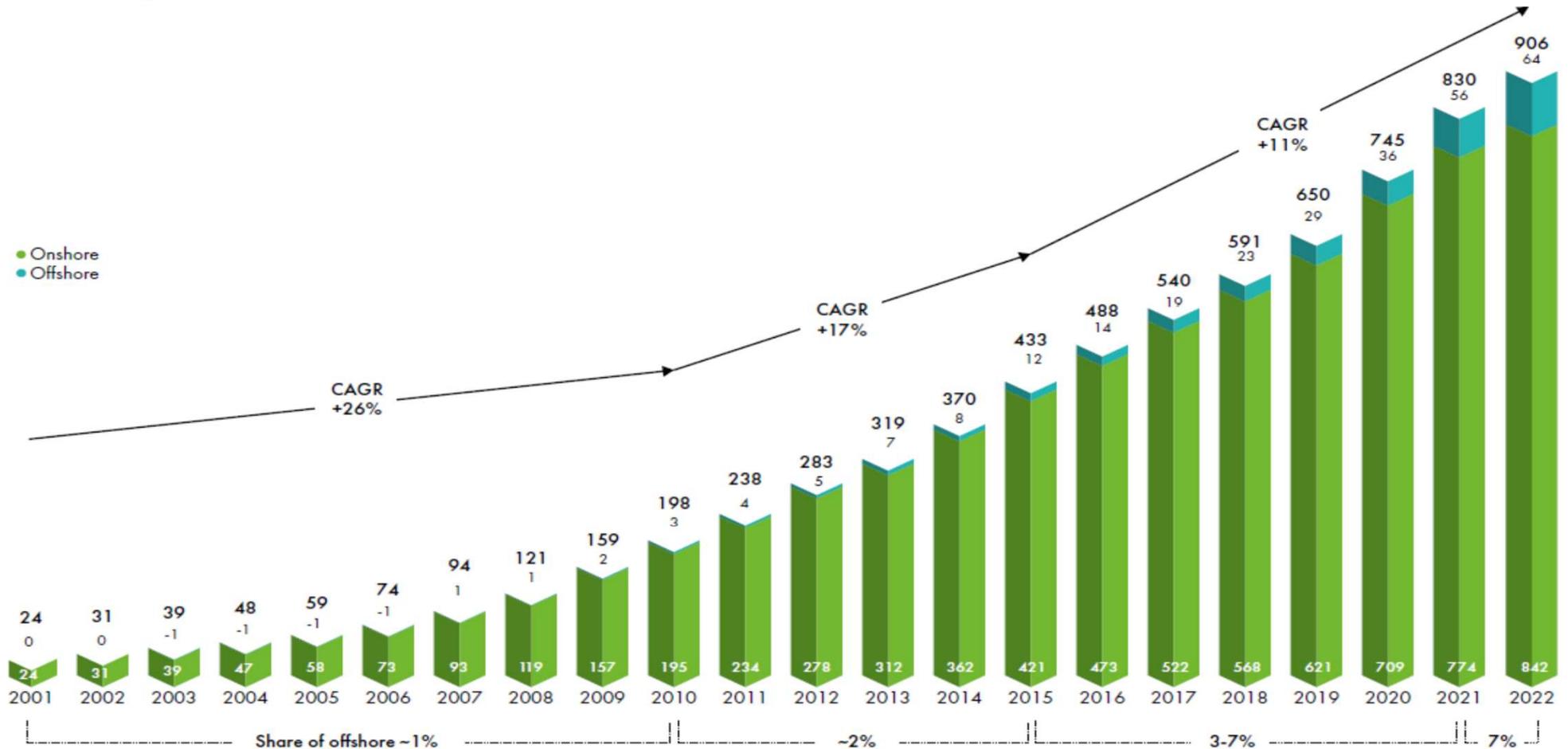
Quelle: Siehe Endnote 27 für diesen Abschnitt.

Hinweis: Bei den Zahlen über den Balken handelt es sich um Bruttozuschläge, die Balkenhöhen spiegeln jedoch die Jahresendsummen wider. Der Nettozubau war in China (36,5 GW) und den Vereinigten Staaten (8,3 GW) geringer und Deutschland (2,5 GW) aufgrund der Stilllegung. Aufgrund von Rundungen kann es vorkommen, dass sich die Summen nicht addieren.

Globale Entwicklung jährlicher Zubau und gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus der Windenergie 2001-2022 nach GWEC (5)

Gesamt 906,2 GW
davon Windenergie an Land 841,9 GW (92,9%), auf See 64,3 GW (7,1%)

Historic development of total installations (GW)



GWEC adjusted 2021 total installations compared with the Global Wind Report 2022 based on the latest available statistics. For details see Appendix – Methodology and Terminology

Detailliertes Datenblatt im GWEC-Mitgliederbereich verfügbar. Zur Definition der Region siehe Anhang – Methodik und Terminologie

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

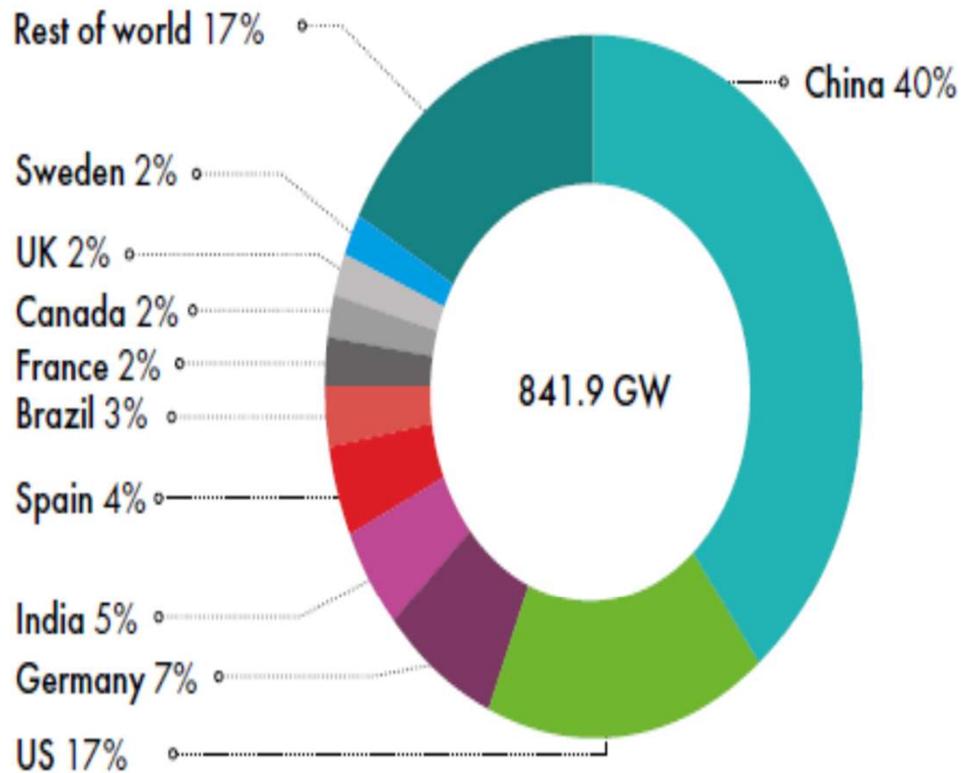
Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 101, 3/2023;

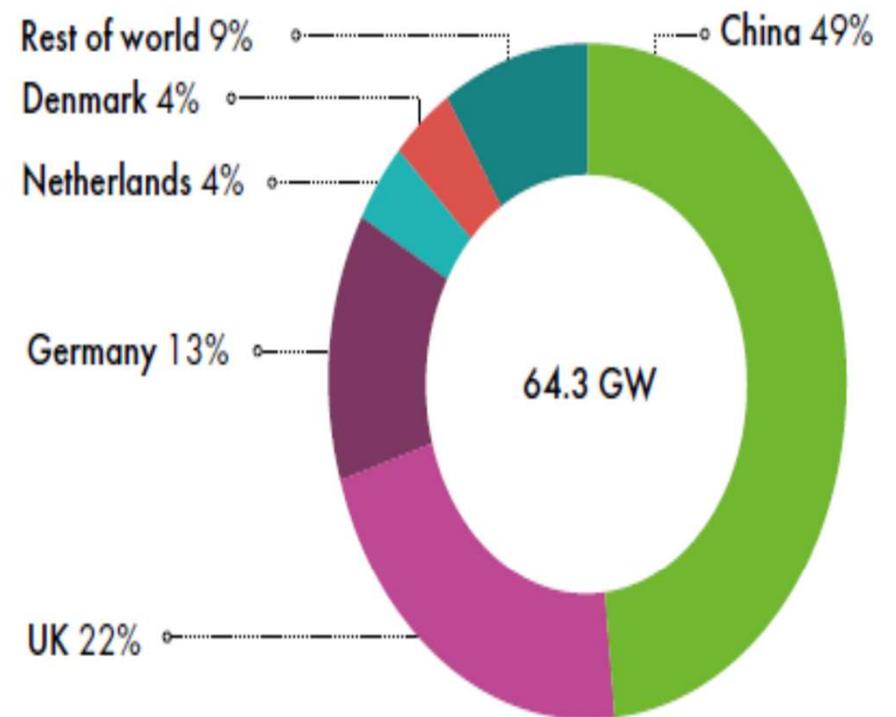
Globale installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Windenergie an Land und auf See nach Ländern Ende 2022 nach GWEC (6)

Gesamt 906,2 GW
 davon Windenergie an Land 841,9 GW (92,9%), auf See 64,3 GW (7,1%)

Total installations onshore (%)



Total installations offshore (%)



Detailed data sheet available in GWEC's member-only area. For definition of region see Appendix - Methodology and Terminology

Detailliertes Datenblatt im GWEC-Mitgliederbereich verfügbar. Zur Definition der Region siehe Anhang – Methodik und Terminologie

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 99, 3/2023;

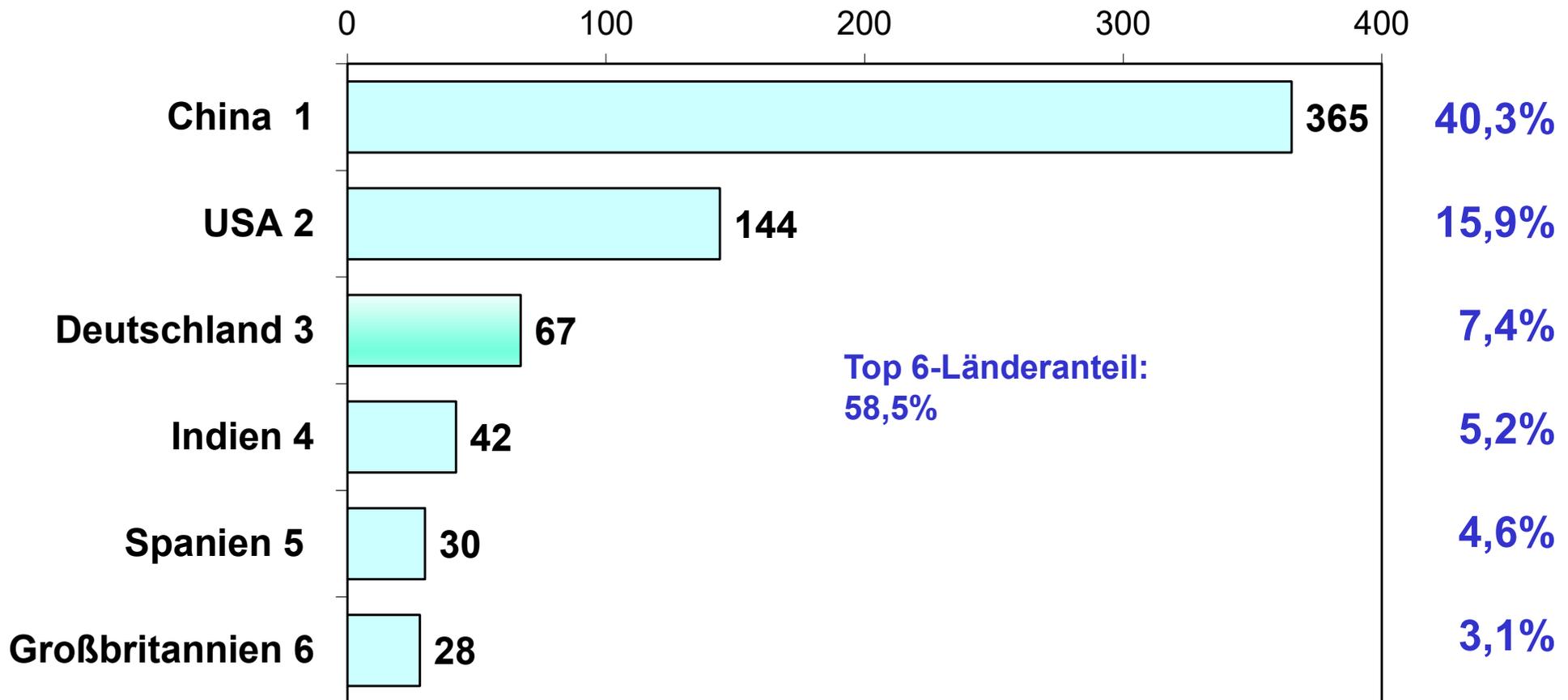
Globale Top 6 Länder-Rangfolge nach installierter Leistung zur Stromerzeugung aus Windenergie im Jahr Ende 2022 (7)

Gesamt 906,2 GW

davon Windenergie an Land 841,9 GW (92,9%), auf See 64,3 GW (7,1%)

Nennleistung (GW)

Anteile:



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

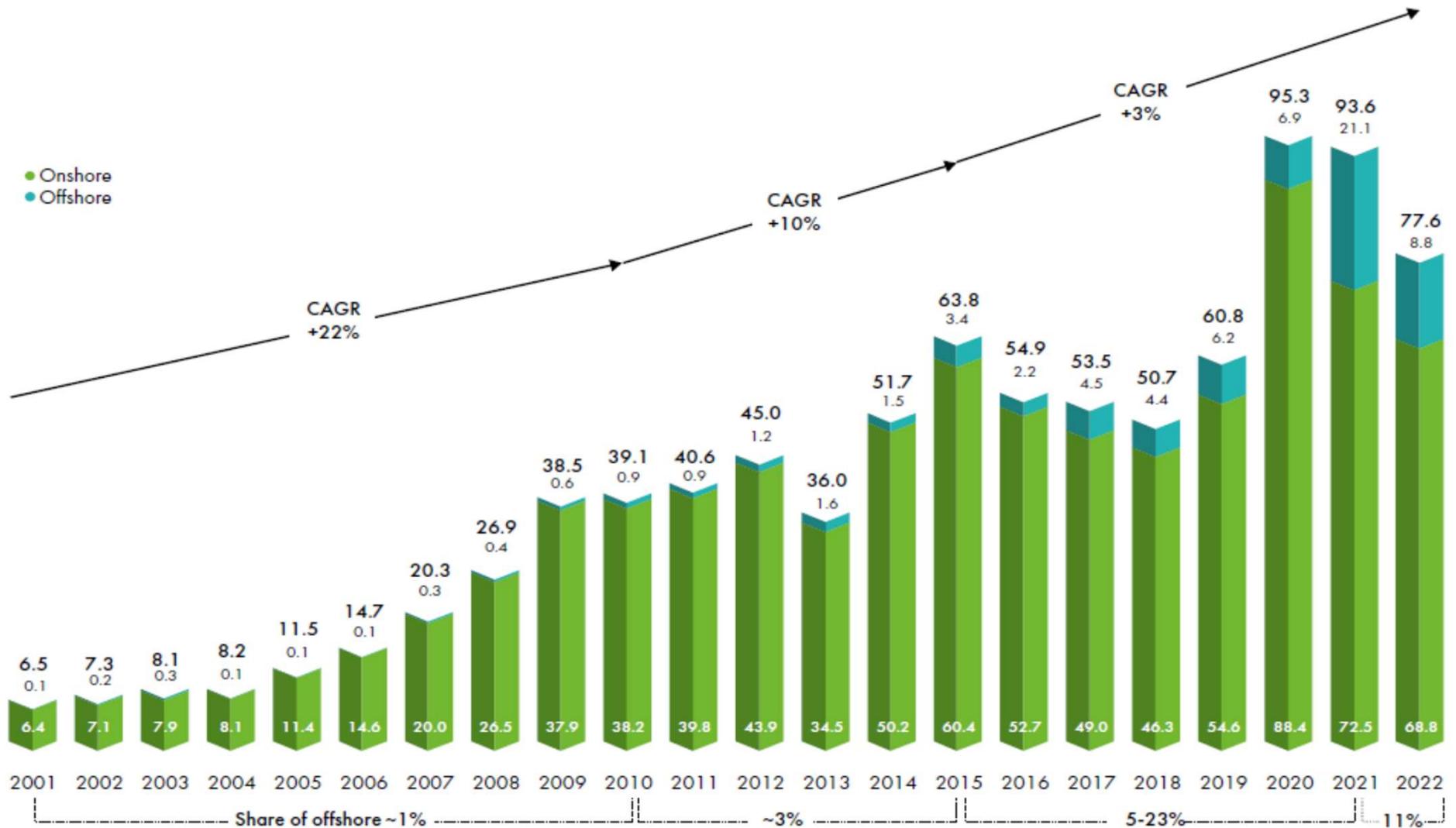
Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 102, 3/2023;

Globale Entwicklung neu installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Windenergie Ende 2001-2022 (8)

Jahr 2022: Gesamt 77,6 GW

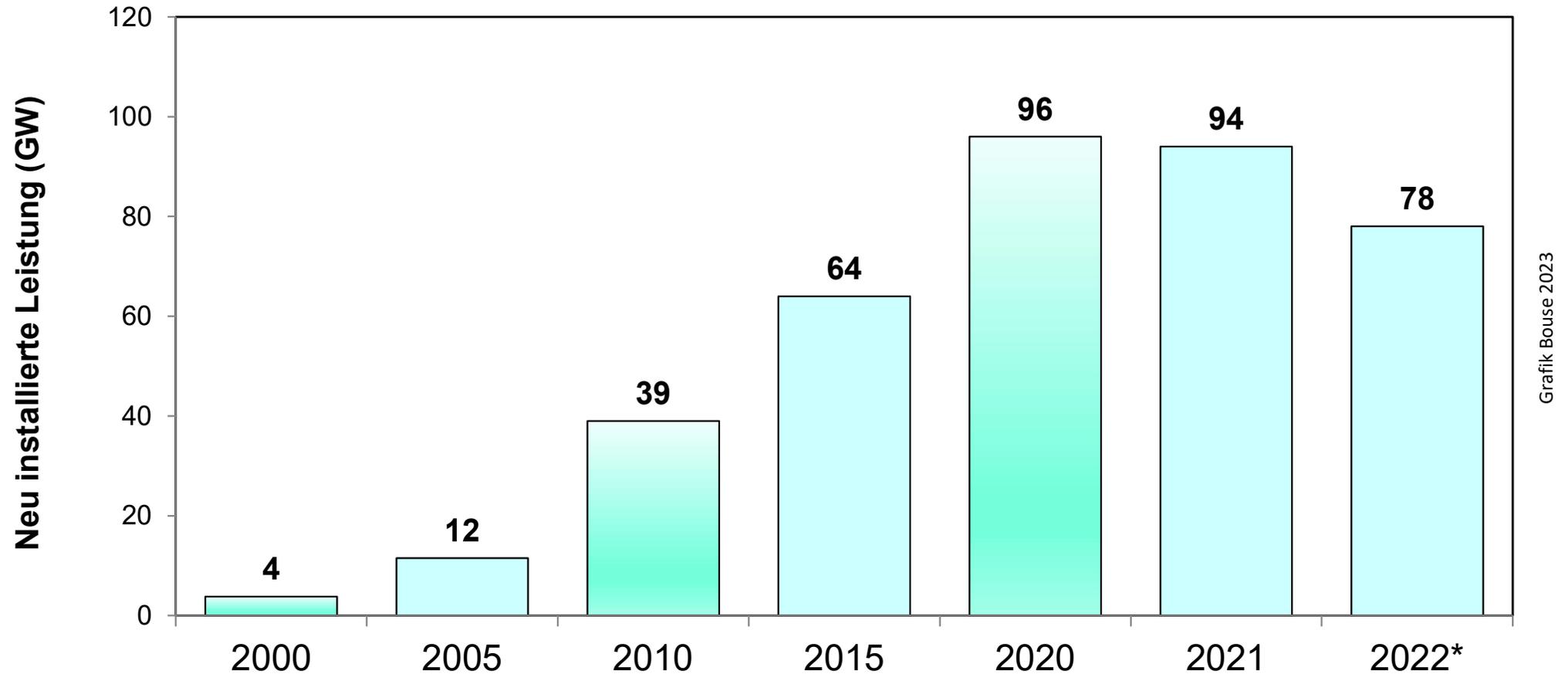
davon an Land 68,8 GW (88,7%), auf See 8,8 GW (11,3%)



Globale Entwicklung neu installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Windenergie Ende 2000-2022 (9)

Jahr 2022: Gesamt 77,6 GW

davon an Land 68,4 GW (88,7%), auf See 8,8 GW (11,3%)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

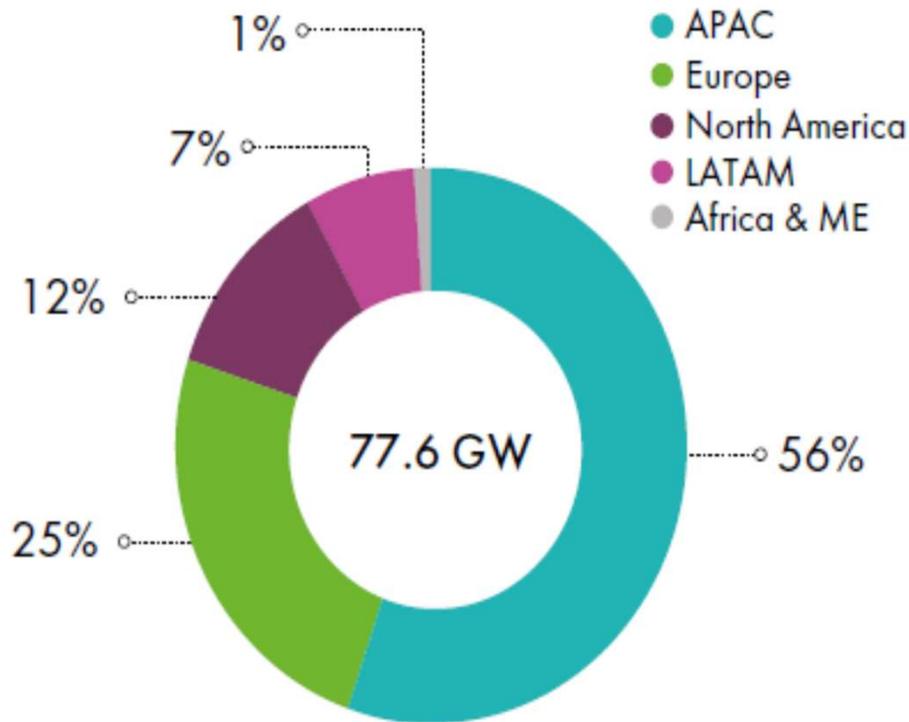
Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 100, 2/2023;

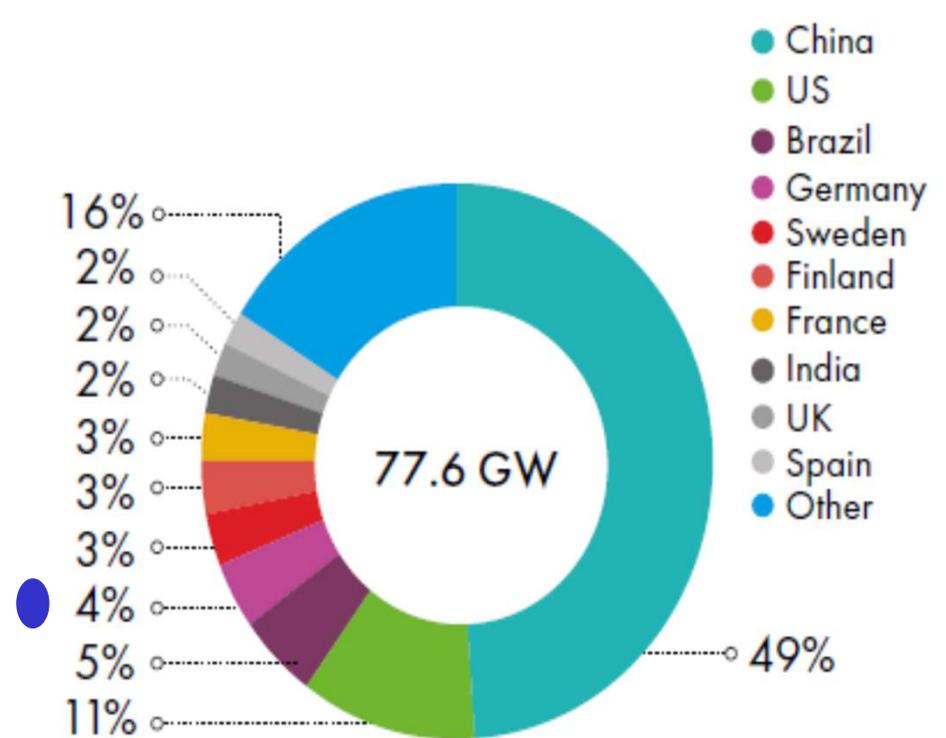
Top 10 Länder-Rangfolge **Zubau** installierte Leistung zur Stromerzeugung **aus Windenergie** sowie nach Regionen Ende 2022 (10)

Gesamter Zubau 77,6 GW

New wind power capacity in 2022 by region (%)



New wind power capacity in 2022 and share of top 10 markets (%)



Grafik Bouse 2021

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

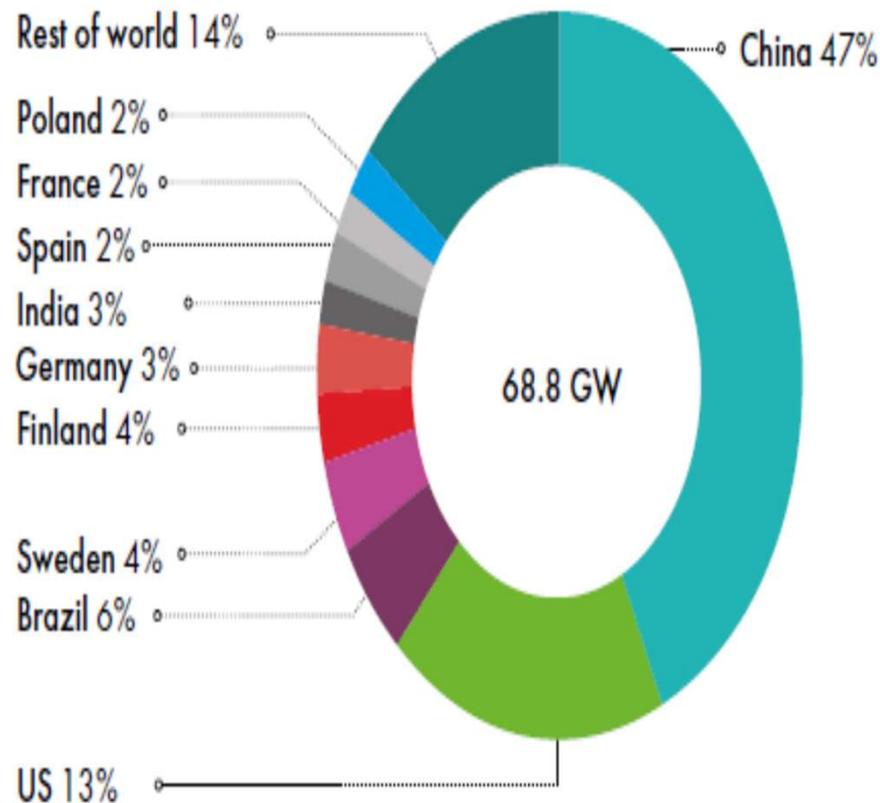
Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 92, 3/2023;

Globale neu installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Windenergie an Land und auf See nach Ländern Ende 2022 (11)

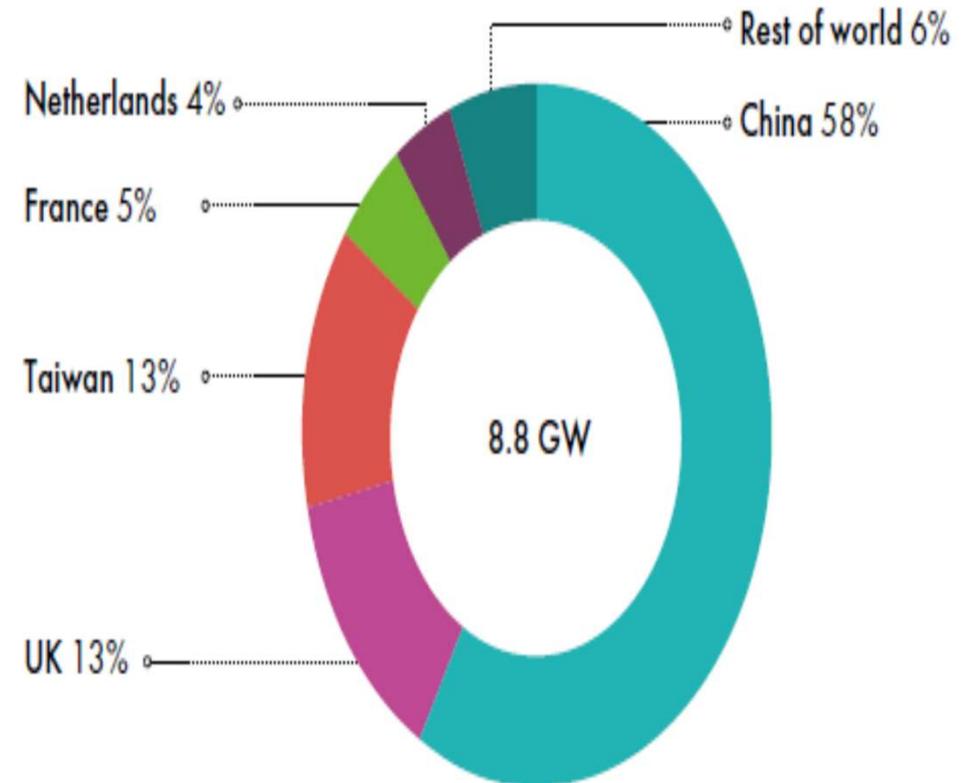
Jahr 2022: Gesamt 77,6 GW

davon an Land 68,8 GW (88,7%), auf See 8,8 GW (11,3%)

New installations onshore (%)



New installations offshore (%)



Detailliertes Datenblatt im GWEC-Mitgliederbereich verfügbar. Zur Definition der Region siehe Anhang – Methodik und Terminologie

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

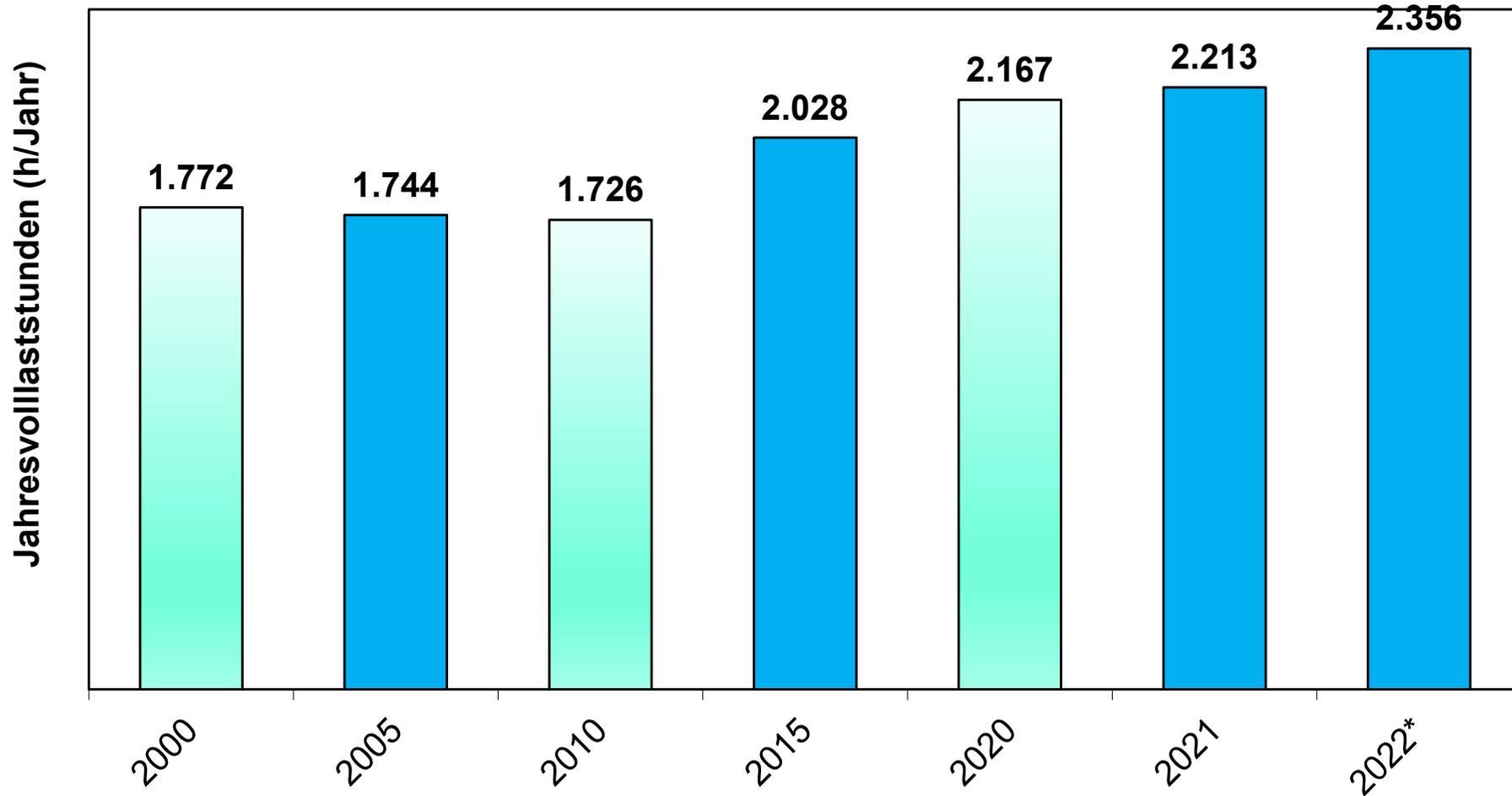
Leistungseinheit: 1 GW = 1.000 MW

Quelle: GWEC – Global Wind 2023 Report, S. 99, 3/2023;

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Globale Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Windenergieanlagen zur Stromerzeugung 2000-2022

Jahr 2022: Windenergieanlagen N.N. Stück
Installierte Leistung Ende 2022 902 GW
Brutto-Stromerzeugung 2.125 TWh (Mrd. kWh)
Jahresvolllaststunden 2.356 h/a ¹⁾
(Stromerzeugung 2.125 TWh x 1.000 / 902 GW Leistung)



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

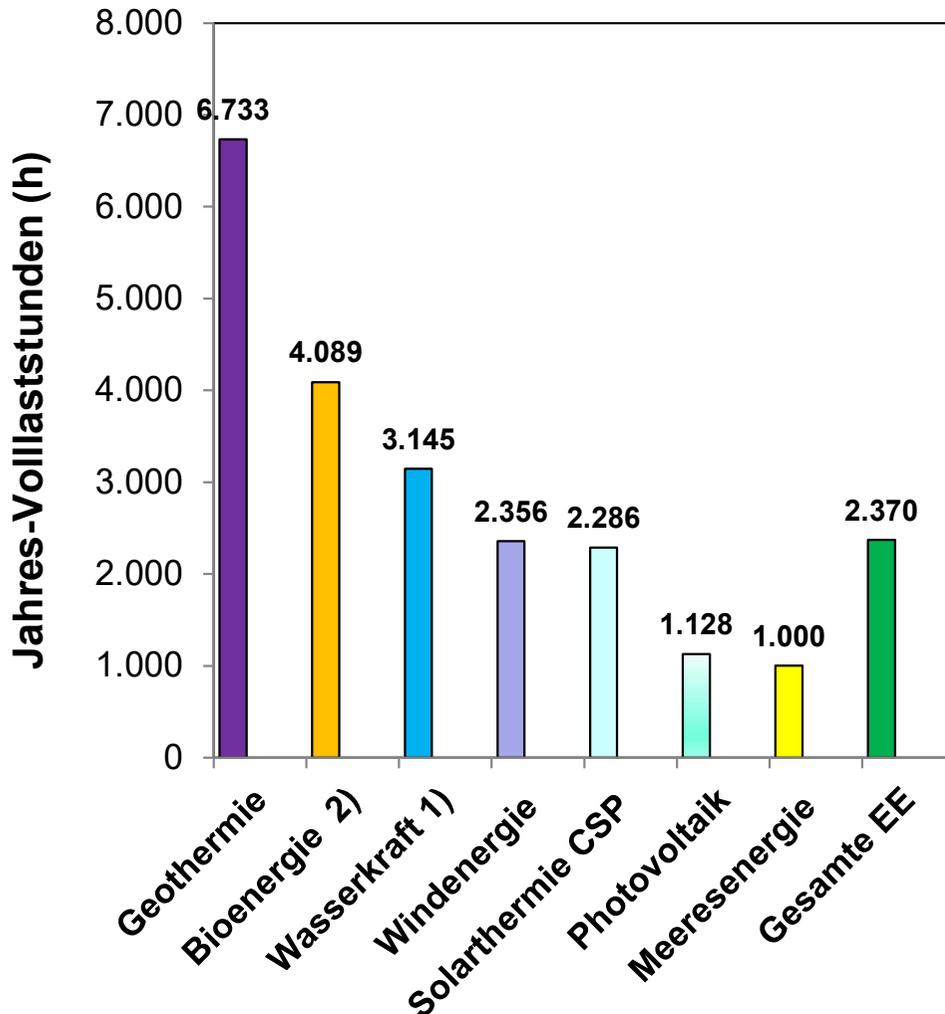
1) Installierte Leistung jeweils Ende des Jahres eingesetzt. Genauere Ergebnisse mit Berechnung der Durchschnittsleistung

Quellen: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2 023, S. 287/288, 10.2023 EN
REN21 - Renewables 2023, Global Status Report, S. 50, 6/2023;

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der Welt im Jahr 2022 nach IEA, REN21

Jahresausnutzungsdauer

Anteil an max. Jahresstunden von 8.760 h/Jahr
 76,9% 46,7% 35,9% 26,9% 26,1% 22,8% 12,9% 27,1%



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung	Jahres- Volllaststunden
	TWh	GW	h/a
Bioenergie 2)	687	168	4.089
Wasserkraft 1)	4.378	1.392	3.145
Geothermie	101	15	6.733
Windenergie	2125	902	2.356
Photovoltaik	1.291	1.145	1.128
Solarthermie CSP	16	7	2.286
Meeresenergie u.a	1	1	1.000
Gesamte EE	8.599	3.629	2.370

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =

Bruttostromerzeugung (TWh x 1.000 / installierte Leistung (GW)
 = max. 8.760 h/Jahr

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%

3) Solarthermische Kraftwerke (CSP)

Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

Quellen: REN21 - Renewables 2023, Global Status Report (GSR)

IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 267/276,

Niedrigste Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus der Photovoltaik

Jahresvolllaststunden 1.128 h/a = 12,9% Jahresausnutzungsdauer von max. 8.760 h/a

Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2022 (1)

Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien

Seit Jahren sind Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien weltweit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die Höhe der jährlichen Investitionen war in der Vergangenheit Schwankungen unterlegen, weist jedoch seit nunmehr vier Jahren einen stabilen Aufwärtstrend auf. Die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) erreichten im Jahr 2022 mit über 495 Mrd. US-Dollar – 17 % mehr als im Vorjahr – ein neues Allzeithoch. Klarer Treiber der steigenden Investitionen war im Jahr 2022 die Photovoltaik, die gegenüber dem Vorjahr um 36 % auf 307,5 Mrd. Dollar zulegte. Die Investitionen in Photovoltaik machten damit 62 % der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) aus. Betrachtet man die gesamten weltweiten Investitionen in Stromerzeugungskapazitäten, machten die erneuerbaren Energien im Jahr 2022 bereits 74 % aus – dreimal so viel, wie in fossile und nukleare Kraftwerke zusammen investiert wurde. Dennoch bleiben die Investitionen in erneuerbare Energien hinter dem zurück, was für das Erreichen des 1,5-Grad-Ziels notwendig wäre: Laut IRENA (WETO 2023) braucht es hierfür nahezu eine Verdreifachung der jährlichen Investitionen in erneuerbare Energien auf 1,3 Billionen USD. Zu beachten ist, dass hier Investitionen in Infrastruktur sowie Elektrifizierung, die beide für den Umbau des Energiesystems und effektiven Klimaschutz benötigt werden, noch nicht miteinberechnet sind – diese aber ebenfalls zu einer weltweiten Energiewende beitragen.

China war im Jahr 2022 allein für mehr als 274 Mrd. US-Dollar und damit rund 55 % der gesamten Investitionen verantwortlich. Das waren 56 % mehr als im Vorjahr, was vor allem auf die Investitionen in Photovoltaik zurückzuführen war, die mit über 164 Mrd. US-Dollar fast 80 % höher als noch im Vorjahr waren. In den USA hingegen sind die Investitionen abermals um 10 % auf 49,5 Mrd. US-Dollar zurückgegangen, in Europa sogar um 26 % auf knapp 56 Mrd. US-Dollar [43]. Weiterhin bleiben Entwicklungs- und Schwellenländer und regional insbesondere Afrika bei den Investitionen in erneuerbare Energien deutlich zurück (IRENA WETO 2023).

Globale Entwicklung Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2011-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 495,4 Mrd. US-Dollar*, Veränderung zum VJ + 17,2%
 Beitrag Windenergie 174,5 Mrd USD, Anteil 35,2%

Abbildung 56: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen

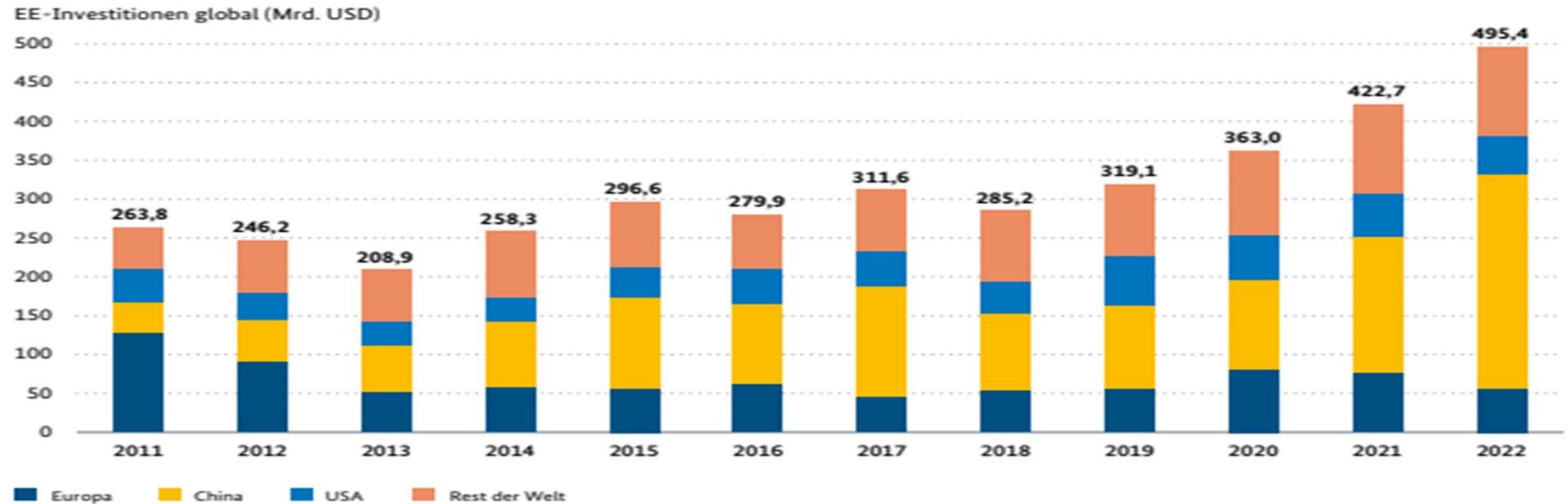


Tabelle 35: Weltweite Investitionen nach Erneuerbare-Energien-Sektoren

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

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

Quelle: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung 2022, S. 96/97, Stand 10/2023

Globale Beschäftigte in Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen im Jahr 2021 (1)

EMPLOYMENT

In 2021, renewable energy employment increased to reach a record high of 12.7 million jobs.¹¹³ (→ See Figure 2.) The solar PV industry remains the largest employer in the sector with 4.3 million jobs, followed by bioenergy with 3.4 million jobs in 2021 (down from 3.5 million in 2020).¹¹⁴ Between 2020 and 2021, the number of jobs in hydropower increased from 2.2 million to 2.4 million, and wind energy jobs increased from 1.25 million to 1.4 million.¹¹⁵ Employment in solar heating and cooling totalled 0.77 million and in "other" technologies totalled 0.43 million.¹¹⁶

By region, Asia accounted for around two-thirds of all renewable energy jobs in 2021, while the Americas represented 21% and Europe 12%.¹¹⁷ China was the largest renewable energy employer worldwide with 5.36 million jobs (42% of the global total).¹¹⁸ Most of the jobs in the solar PV industry, around 3.39 million or 79%, were in Asia.¹¹⁹ (→ See Figure 3.) China alone employed around 2.7 million people, representing 63% of the solar PV jobs in 2021.¹²⁰

For bioenergy, the Americas accounted for 43% of the global workforce, closely followed by Asia with 39%, while Europe represented only 17%.¹²¹ Around 70% of the jobs in hydropower were in Asia, with the remainder in the Americas (18%), Europe (7%) and the rest of the world (4.5%).¹²² Asia had most of the wind energy employment, at almost 60% (China alone accounted for 47% of the total), followed by Europe at 25%, the Americas at 16%, and Africa and Oceania at 2%.¹²³ Solar heating and cooling jobs were concentrated in Asia, mainly in China with 636,000 jobs (82% of the total in 2021), down from an estimated 670,000 jobs in 2020.¹²⁴

Women accounted for one-third (32%) of the renewable energy workforce overall in 2021, and the share of female employees in the solar industry is above average, at 40%.¹²⁵ However, most women in solar PV work in administration (58%), and across the energy sector the salaries of female workers remain 20% lower than those of men in equivalent positions.¹²⁶

Although the COVID-19 pandemic led to a decline in employment in distributed renewable energy, the sector recovered quickly and in some countries exceeded pre-pandemic employment levels by 2021.¹²⁷ Of the estimated more than 500,000 direct jobs in distributed renewables worldwide, most are in African countries (374,000 jobs), followed by India (80,000).¹²⁸ In Nigeria, the estimated 50,000 jobs in distributed renewables are nearly equivalent to the estimated 65,000 jobs in the oil and gas industry.¹²⁹

Beschäftigung

Im Jahr 2021 stieg die Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien auf Rekordhoch von 12,7 Millionen Arbeitsplätzen.¹¹³ (p Siehe Abbildung 2.) Die Solar-PV Die Industrie bleibt mit 4,3 Millionen der größte Arbeitgeber der Branche Arbeitsplätze, gefolgt von Bioenergie mit 3,4 Millionen Arbeitsplätzen im Jahr 2021 (Rückgang) von 3,5 Millionen im Jahr 2020). Zwischen 2020 und 2021 ist die Zahl der Arbeitsplätze in der Wasserkraft stieg von 2,2 Millionen auf 2,4 Millionen und die Arbeitsplätze in der Windenergie stiegen von 1,25 Millionen auf 1,4 Millionen. Insgesamt waren 0,77 Millionen Menschen in der Solarheizung und -kühlung beschäftigt in „Sonstige“ Technologien beliefen sich auf insgesamt 0,43 Millionen ¹¹⁶.

Nach Regionen entfielen rund zwei Drittel aller erneuerbaren Energien auf Asien Energiearbeitsplätze im Jahr 2021, während Amerika 21 % ausmachte und Europa 12 % ¹¹⁷. China war der größte Arbeitgeber im Bereich erneuerbare Energien weltweit mit 5,36 Millionen Arbeitsplätzen (42 % der weltweiten Gesamtzahl) ¹¹⁸. Die meisten der Arbeitsplätze in der Solar-PV-Branche, rund 3,39 Millionen oder 79 %, befanden sich in Asien. (p Siehe Abbildung 3.) ¹¹⁹. Allein in China waren rund 100.000 Menschen beschäftigt 2,7 Millionen Menschen, was 63 % der Solar-PV-Arbeitsplätze im Jahr 2021 entspricht ¹²⁰.

Bei der Bioenergie entfielen 43 % des globalen Energiebedarfs auf den amerikanischen Kontinent Arbeitskräfte, dicht gefolgt von Asien mit 39 % und Europamachte nur 17 % aus ¹²¹. Rund 70 % der Arbeitsplätze entfallen auf die Wasserkraft befanden sich in Asien, der Rest in Amerika (18 %) und Europa (7 %) und der Rest der Welt (4,5 %) ¹²². Asien hatte die meisten davon Die Beschäftigung in der Windenergie liegt bei fast 60 % (allein China). (47 % der Gesamtzahl), gefolgt von Europa mit 25 % und Amerika bei 16 % und Afrika und Ozeanien bei 2 %.¹²³ Solarheizung und Die Kühlarbeitsplätze konzentrierten sich auf Asien, hauptsächlich in China 636.000 Arbeitsplätze (82 % der Gesamtzahl im Jahr 2021), weniger als geschätzt 670.000 Arbeitsplätze im Jahr 2020. ¹²⁴

Auf Frauen entfielen ein Drittel (32 %) der erneuerbaren Energien Gesamtbelegschaft im Jahr 2021 und der Anteil weiblicher Beschäftigter im Jahr 2021 Die Solarbranche liegt mit 40 % über dem Durchschnitt.¹²⁵ Allerdings am meisten Frauen in der Solar-PV-Branche arbeiten in der Verwaltung (58 %) und überall auf der Welt Im Energiesektor bleiben die Gehälter weiblicher Arbeitnehmer um 20 % niedriger als die von Männern in gleichwertigen Positionen.¹²⁶

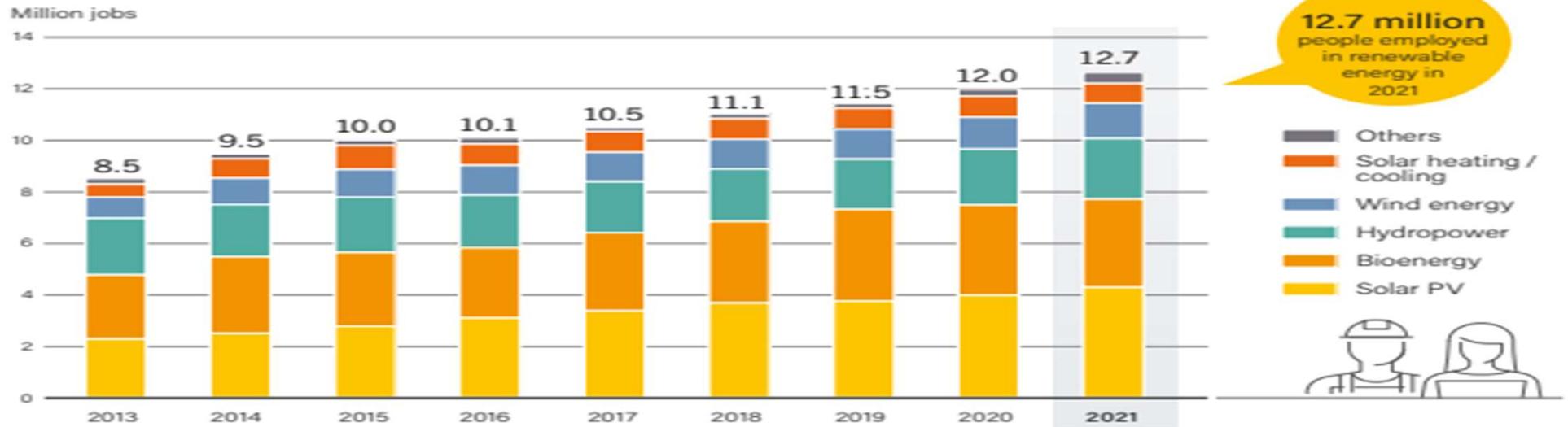
Allerdings führte die COVID-19-Pandemie zu einem Rückgang der Beschäftigung Im Bereich dezentraler erneuerbarer Energien erholte sich der Sektor schnell und in einigen Ländern überstieg die Beschäftigungsquote die vor der Pandemie vorhandene Zahl bis 2021.¹²⁷ Davon schätzungsweise mehr als 500.000 direkt Es gibt weltweit Arbeitsplätze im Bereich dezentraler erneuerbarer Energien, die meisten davon in Afrika Ländern (374.000 Arbeitsplätze), gefolgt von Indien (80.000).¹²⁸ In Nigeria Die geschätzten 50.000 Arbeitsplätze im Bereich dezentraler erneuerbarer Energien sind knapp Das entspricht den geschätzten 65.000 Arbeitsplätzen in der Öl- und Gasbranchenindustrie.¹²⁹

Hinweis: Note 113-129 siehe S. 32 beim Modul 2

Entwicklung globale Beschäftigte nach Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen 2013-2021 (2)

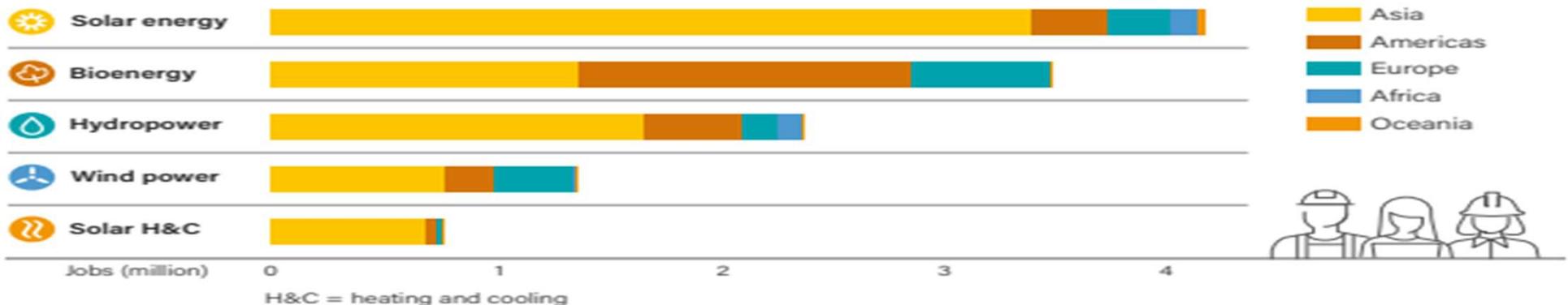
Jahr 2021: Gesamt 12,7 Mio. Beschäftigte
 Beitrag Windenergie 1,4 Mio., Anteil 11,0%

FIGURE 2.
 Global Renewable Energy Employment, by Technology, 2013-2021



Source: See endnote 113 for this module.

FIGURE 3.
 Global Renewable Energy Employment, by Technology and Region, 2021



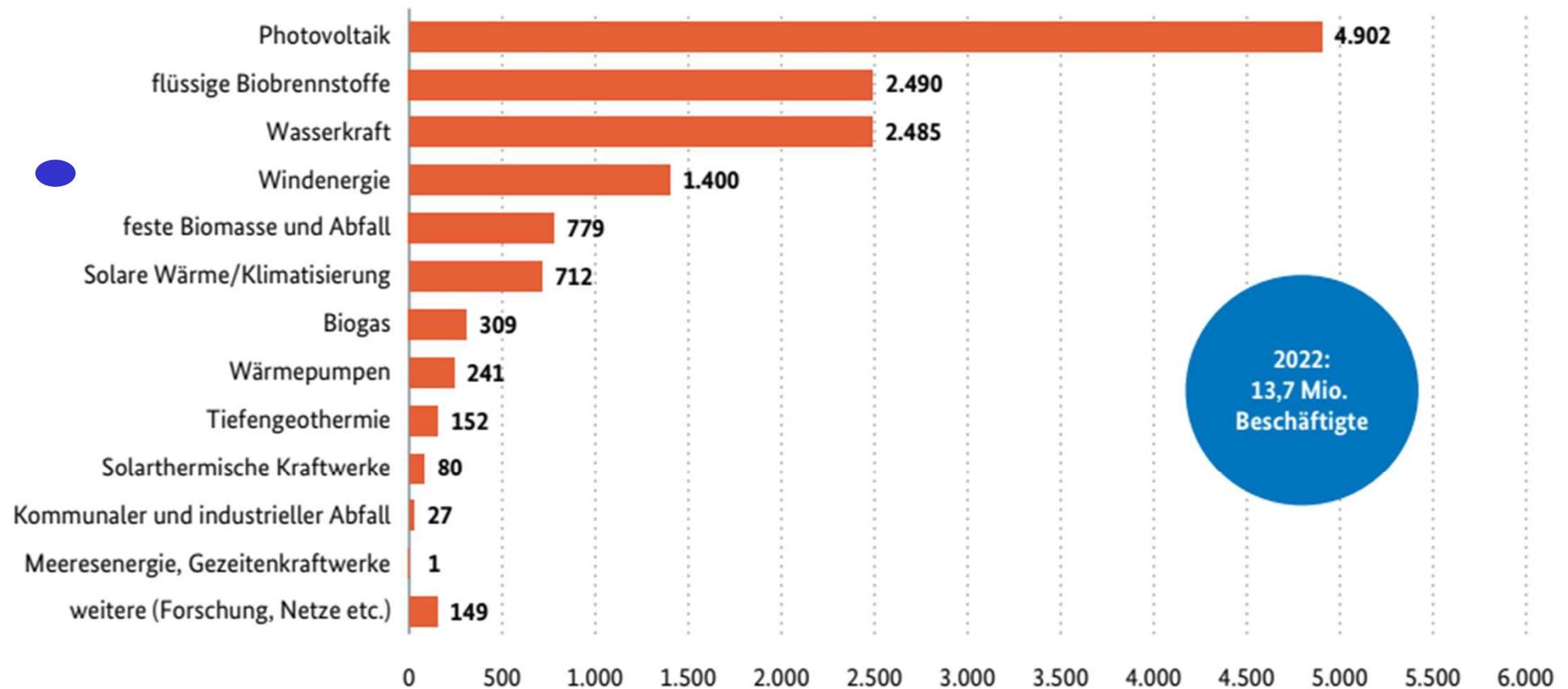
Source: See endnote 119 for this module.

Globale Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2022 (3)

Gesamt: 13,7 Mio. Beschäftigte
Beitrag Windenergie 1,4 Mio., Anteil 10,2%

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

in 1.000 Beschäftigten



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

Quelle: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung 2022, S. 89, Stand 10/2023

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (1)

ENERGY-RELATED EMISSIONS

Total energy-related greenhouse gas emissions increased 1% in 2022, reaching a record 41.5 gigatonnes of carbon dioxide (CO₂) equivalent.²⁷ (→ See Figure 4.) However, this was slower growth than the rebound of more than 6% in 2021.²⁸ Energy combustion and industrial processes contributed 89% of energy-related emissions, which were dominated by CO₂.²⁹ Energy combustion emissions increased by 423 million tonnes, while emissions from industrial processes fell by 102 million tonnes, due mainly to curtailed industrial production, particularly in China (10% decline in cement production and 2% decline in steel manufacturing).³⁰

Methane emissions from energy combustion, leaks, and venting accounted for 10% of energy-related greenhouse gas emissions, originating mainly from onshore oil and gas operations and steam coal production.³¹ Despite the increased cost-effectiveness of methane abatement technologies, methane emissions rose around 2.6% in 2022.³²

Global power sector emissions rose 1.3% to hit an all-time high in 2022; however, the average carbon intensity of electricity generation fell to a record low of 436 grams of CO₂ per kWh globally.³³ (→ See Figure 5.) This decline is explained by the significant growth of wind power and solar PV in the global electricity mix.³⁴ In China, despite the growing demand for electricity, the emission intensity of the power sector decreased notably in 2022, falling 2.5%.³⁵ The countries with the highest power sector emission intensity during the year were Kosovo, Mongolia and South Africa.³⁶

ENERGIEBEZOGENE EMISSIONEN

Die gesamten energiebedingten Treibhausgasemissionen stiegen im Jahr um 1 % 2022 und erreicht einen Rekordwert von **41,5 Gigatonnen Kohlendioxid (CO₂) Äquivalent**.²⁷ (p Siehe Abbildung 4.) Dies war jedoch ein langsames Wachstum als die Erholung von mehr als 6 % im Jahr 2021.²⁸ Energieverbrennung und industrielle Prozesse trugen 89 % zum Energiebedarf bei Emissionen, die von CO₂ dominiert wurden.²⁹ Energieverbrennung Die Emissionen stiegen um 423 Millionen Tonnen, während die Emissionen von Industrieprozesse gingen um 102 Millionen Tonnen zurück, was hauptsächlich darauf zurückzuführen ist reduzierte Industrieproduktion, insbesondere in China (Rückgang um 10 %). bei der Zementproduktion und 2 % Rückgang bei der Stahlherstellung).³⁰

Methanemissionen aus Energieverbrennung, Lecks und Entlüftung sind für 10 % der energiebedingten Treibhausgasemissionen verantwortlich, stammen hauptsächlich aus Onshore-Öl- und Gasbetrieben und Dampfkohleproduktion.³¹ Trotz der erhöhten Kosteneffizienz von Methanvermeidungstechnologien stiegen die Methanemissionen rund 2,6 % im Jahr 2022.³²

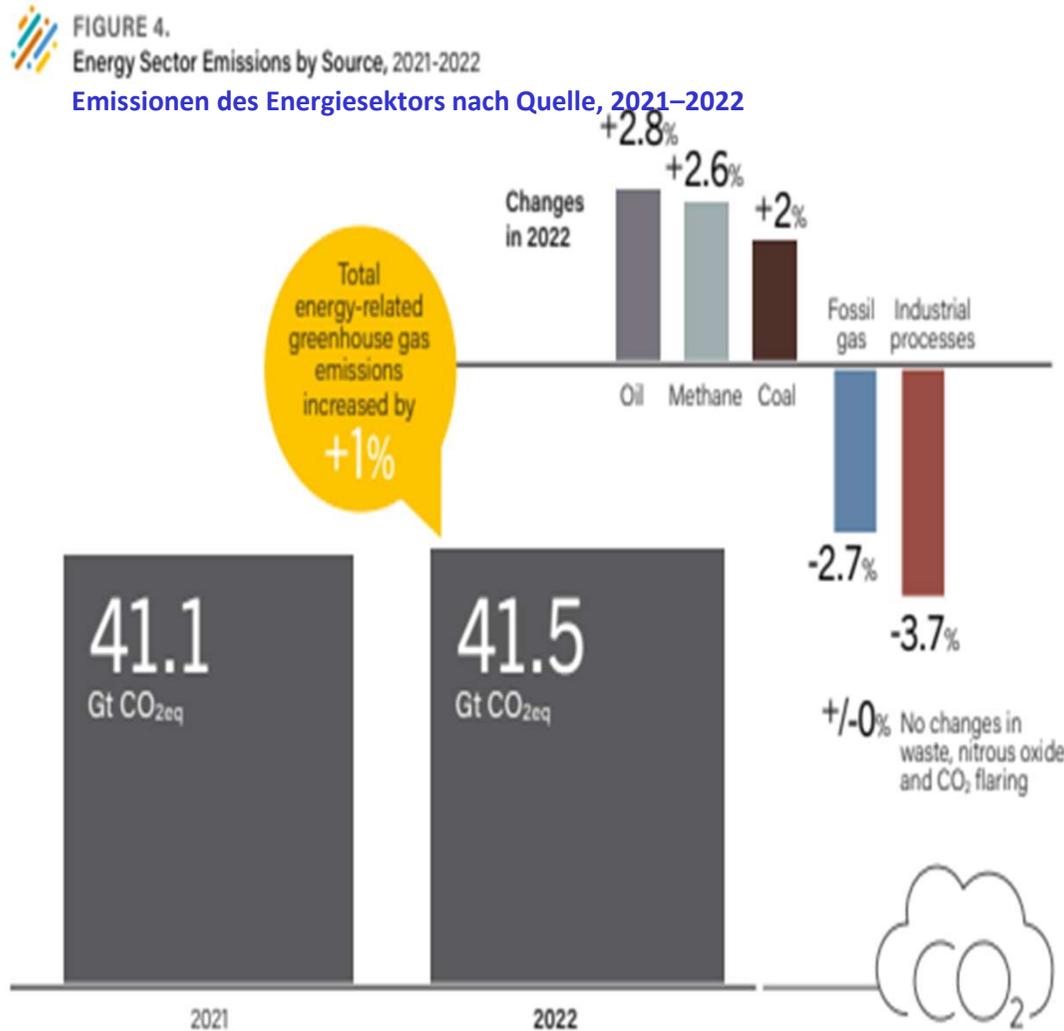
Die weltweiten Emissionen im Energiesektor stiegen um 1,3 % und erreichten ein Allzeithoch im Jahr 2022; jedoch die durchschnittliche **Kohlenstoffintensität von Elektrizität**. Die Erzeugung sank auf ein Rekordtief **von 436 Gramm CO₂ pro kWh weltweit**.³³ (p Siehe Abbildung 5.) Dieser Rückgang wird durch die erklärt signifikantes Wachstum von Windkraft und Solar-PV auf der Weltelectricity mix.³⁴ In China, despite the growing demand for electricity, the emission intensity of the power sector decreased notably in 2022, falling 2.5%.³⁵ The countries with the highest power sector emission intensity during the year were Kosovo, Mongolia and South Africa.³⁶

Hinweis Note 28-36 siehe S. 44 beim Modul 1

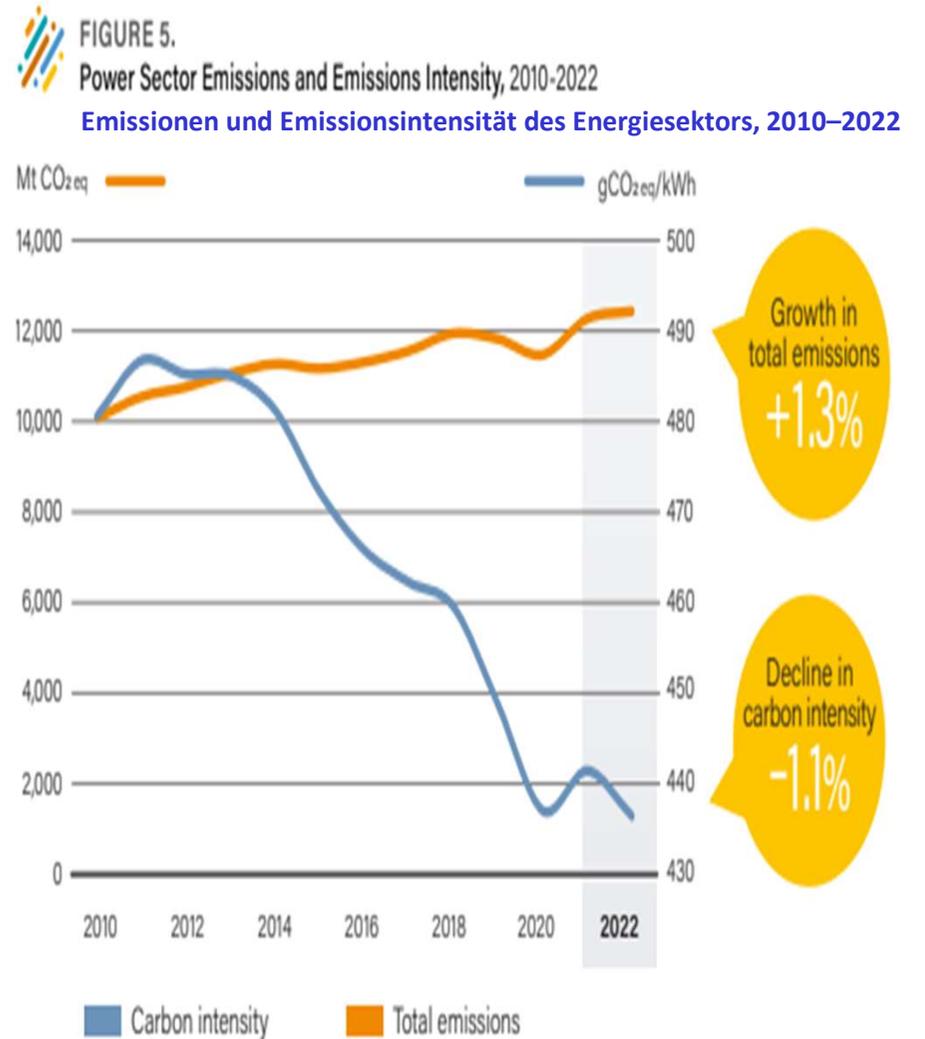
Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt: 41,5 Gt CO_{2eq}

Kohlenstoffintensität von Elektrizität 436 Gramm CO₂ pro kWh



Source: See endnote 27 for this module.



Source: See endnote 33 for this module.

Fazit und Ausblick

Globale Windenergieanalyse bis 2025, Stand 4/2021

Wind power will continue to deliver record growth of new installations over the next five years, and make crucial contributions to economic recovery around the world. A new analysis by the [Global Wind Energy Council \(GWEC\)](#) shows that **wind can power 3.3 million jobs over the next five years in a dynamic supply chain across the world, many of which will be locally based and will require a variety of skills across the full value chain of the sector.**

With 751 GW of wind power capacity already installed, the wind industry has generated nearly 1.2 million jobs globally to date according to the International Renewable Energy Agency. The world's leading wind energy countries are home to hundreds of thousands of direct jobs in the wind industry. As of 2020, there were approximately 550,000 wind energy workers in China, 260,000 in Brazil, 115,000 in the US and 63,000 in India, according to a global survey by GWEC Market Intelligence.

This new analysis highlights the net economic benefits of the energy transition and **wind power's potential for job creation globally, as well as wind power's role to power a just transition** as the world still recovers from the impacts of COVID-19.

Key Highlights

The additional **470 GW** of forecasted wind capacity through **2025** could create **more than 3.3 million direct jobs in a dynamic supply chain around the world.**

Green recovery actions which accelerate the deployment for wind power projects can **unlock jobs in the transport, installation and commissioning segments.**

Deploying **6 TW** of wind power by **2050** would **mitigate 6.3 gigatonnes of CO2 emissions annually and generate huge cost savings in healthcare, infrastructure, social welfare, and system resilience.**

Offshore wind in particular offers a **response to labour market disruptions from the energy transition** such as dislocation of jobs for offshore oil and gas and marine engineering workers.

The energy transition offers net employment gains, and **each dollar spent on fossil fuels means governments are missing out on potential jobs**

Die Windenergie wird in den nächsten fünf Jahren weiterhin ein Rekordwachstum bei Neuanlagen liefern und weltweit einen entscheidenden Beitrag zur wirtschaftlichen Erholung leisten. **Eine neue Analyse des Global Wind Energy Council (GWEC)** zeigt, dass Wind in den nächsten fünf Jahren 3,3 Millionen Arbeitsplätze in einer dynamischen Lieferkette auf der ganzen Welt schaffen kann.

Viele davon werden lokal angesiedelt sein und eine Vielzahl von Fähigkeiten in der ganzen Welt erfordern volle Wertschöpfungskette des Sektors. Mit einer bereits installierten Windkraftkapazität von 751 GW hat die Windindustrie nach Angaben der Internationalen Agentur für erneuerbare Energien weltweit bis heute fast 1,2 Millionen Arbeitsplätze geschaffen. In den weltweit führenden Windenergieländern gibt es Hunderttausende von direkten Arbeitsplätzen in der Windindustrie. Laut einer globalen Umfrage von GWEC Market Intelligence gab es 2020 in China ungefähr 550.000 Windenergiewerker, 260.000 in Brasilien, 115.000 in den USA und 63.000 in Indien.

Diese neue Analyse zeigt die wirtschaftlichen Nettovorteile der Energiewende und das Potenzial der Windenergie zur Schaffung von Arbeitsplätzen weltweit sowie die Rolle der Windenergie für einen gerechten Übergang, da sich die Welt immer noch von den Auswirkungen von COVID-19 erholt.

Schlüssel-Höhepunkte

Die zusätzlichen prognostizierten Windkapazitäten von 470 GW bis 2025 könnten weltweit mehr als 3,3 Millionen direkte Arbeitsplätze in einer dynamischen Lieferkette schaffen.

Durch umweltfreundliche Wiederherstellungsmaßnahmen, die den Einsatz für Windkraftprojekte beschleunigen, können Arbeitsplätze in den Bereichen Transport, Installation und Inbetriebnahme freigeschaltet werden.

Durch den Einsatz von 6 TW Windkraft bis 2050 würden jährlich 6,3 Gigatonnen CO₂-Emissionen eingespart und enorme Kosteneinsparungen bei Gesundheitswesen, Infrastruktur, sozialer Wohlfahrt und Systemstabilität erzielt.

Insbesondere Offshore-Windkraftanlagen bieten eine Reaktion auf Arbeitsmarktstörungen aufgrund der Energiewende, wie beispielsweise die Verlagerung von Arbeitsplätzen für Offshore-Öl- und Gas- und Schiffingenieure. .

Die Energiewende bietet Netto-Beschäftigungszuwächse, und jeder Dollar, der für fossile Brennstoffe ausgegeben wird, bedeutet, dass die Regierungen potenzielle Arbeitsplätze verpassen.

Fazit und Ausblick

Windenergie auf See (Offshore)-Marktausblick bis 2030

Offshore Market Outlook to 2030

The global offshore wind market outlook to 2030 has grown more promising over the past year as governments raise their ambition levels and new countries join the market. With an average annual growth rate of 18.6 percent until 2024 and 8.2 per cent up to the end of the decade, new annual installations are expected to sail past the milestones of 20 GW in 2025 and 30 GW in 2030.

GWEC Market Intelligence expects that over 205 GW of new offshore wind capacity will be added over the next decade. Three-quarters of this new volume will be installed in the latter half (2025-2030), as projects currently in planning get connected to the grid.

Offshore wind already accounted for 10 percent of global new wind power installations in 2019. Buoyed by expansion into new markets and acceleration of the global energy transition, GWEC Market Intelligence foresees offshore wind playing an increasingly important role in the overall growth of the global wind market, and expects offshore wind to contribute more than 20 percent of total wind installations by 2025.

As the world's largest regional offshore wind market, Europe is expected to maintain steady growth, but new installations outside Europe, predominantly from Asia and North America, are likely to surpass Europe in 2020 for the first time and continue exceeding volume in Europe through 2030. In the near-term (2020-2024), the majority of growth outside of Europe will primarily come from China and Taiwan, with the contribution from the US becoming sizeable from 2024 when the first utility-scale offshore project comes online.

Our near-term offshore wind market outlook was built using a bottom-up approach and is based on GWEC Market Intelligence's global offshore wind project database, which covers projects currently under construction, global auction results and announced offshore wind tenders worldwide. For the medium-term market outlook, aside from existing project pipelines, a top-down approach has also been used, which takes into account existing policy, support schemes and national level offshore wind targets.

Die globalen Aussichten für den Offshore-Windmarkt bis 2030 sind im vergangenen Jahr vielversprechender geworden, da die Regierungen ihre Ambitionen erhöhen und neue Länder dem Markt beitreten. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 18,6 Prozent bis 2024 und 8,2 Prozent bis zum Ende des Jahrzehnts werden neue jährliche Anlagen voraussichtlich die Meilensteine von 20 GW im Jahr 2025 und 30 GW im Jahr 2030 überschreiten.

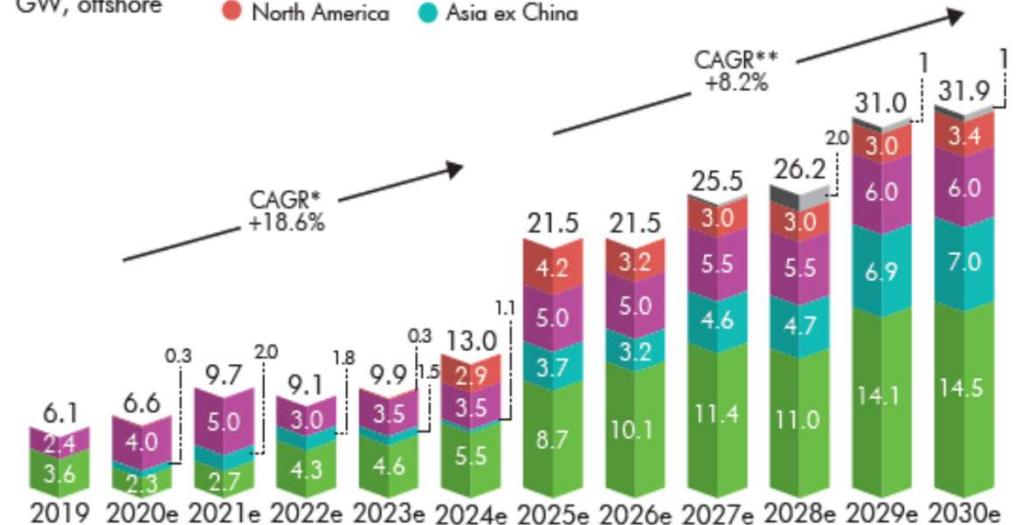
GWEC Market Intelligence geht davon aus, dass in den nächsten zehn Jahren über 205 GW neue Offshore-Windkapazität hinzukommen werden. Drei Viertel dieses neuen Volumens werden in der zweiten Hälfte (2025-2030) installiert, da derzeit geplante Projekte an das Stromnetz angeschlossen werden.

Quelle: GWEC—Global Wind 2020 Report, S. 14, 08-2020

Global offshore wind growth to 2030

New installations GW, offshore

- Other
- China
- Europe
- North America
- Asia ex China



* CAGR = Compound Annual Growth Rate
Source: GWEC Market Intelligence, June 2020

Offshore-Windkraftanlagen machten bereits 2019 10 Prozent der weltweiten neuen Windkraftanlagen aus. Aufgrund der Expansion in neue Märkte und der Beschleunigung der globalen Energiewende erwartet GWEC Market Intelligence, dass Offshore-Windkraftanlagen eine immer wichtigere Rolle für das Gesamtwachstum des globalen Windkraftmarkts spielen und erwartet, dass Offshore-Wind bis 2025 mehr als 20 Prozent der gesamten Windanlagen ausmachen wird.

Es wird erwartet, dass Europa als weltweit größter regionaler Offshore-Windmarkt ein stetiges Wachstum verzeichnen wird. Neuanlagen außerhalb Europas, vorwiegend aus Asien und Nordamerika, dürften 2020 zum ersten Mal Europa übertreffen und das Volumen in Europa bis 2030 weiterhin übertreffen. Kurzfristig (2020-2024) wird der Großteil des Wachstums außerhalb Europas hauptsächlich aus China und Taiwan stammen. Der Beitrag der USA wird ab 2024 beträchtlich, wenn das erste Offshore-Projekt im Versorgungsmaßstab online geht.

Unsere kurzfristigen Aussichten für den Offshore-Windmarkt wurden nach einem Bottom-up-Ansatz erstellt und basieren auf der globalen Offshore-Windprojektdatenbank von GWEC Market Intelligence, die derzeit im Bau befindliche Projekte, globale Auktionsergebnisse und angekündigte Offshore-Windtender weltweit umfasst. Für die mittelfristigen Marktaussichten wurde neben bestehenden Projektpipelines auch ein Top-Down-Ansatz verwendet, der bestehende Richtlinien, Unterstützungsprogramme und Offshore-Windziele auf nationaler Ebene berücksichtigt.

Anhang zum Foliensatz

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.

Verbände, Vereine, Stiftungen und Sonstige zur Windenergie in Deutschland, Stand 2/2019

Windenergie an Land (Onshore)

Über die Deutsche WindGuard

Im komplexen Energiemarkt steht die Deutsche WindGuard für unabhängige, herstellerneutrale Beratung und umfangreiche wissenschaftliche, technische und operative Leistungen im Bereich Windenergie. Durch das breite Leistungsspektrum entstehen umfangreiche Synergieeffekte. Ob Due Diligence, Marktanalyse, Vertragsberatung oder Machbarkeitsstudie: In alle Dienstleistungen fließen Expertise und Knowhow der gesamten WindGuard-Gruppe ein. Die halbjährliche [Ausbaustatistik erstellt die Deutsche WindGuard seit 2012.](#)

Über den Bundesverband Windenergie e.V. (BWE)

Als Mitglied im Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) vertritt der BWE mit seinen über 20.000 Mitgliedern die gesamte Windenergiebranche. Gemeinsam sorgen die im deutschen Maschinenbau verankerte Zulieferer- und Herstellerindustrie, Projektierer, spezialisierte Rechtsanwälte, die Finanzbranche sowie Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Bau, Service/Wartung sowie Speichertechnologien, Stromhändler, Netzbetreiber und Energieversorger dafür, dass der BWE zu allen Fragen rund um die Windenergie erster Ansprechpartner für Politik und Wirtschaft, Wissenschaft und Medien ist.

Über VDMA Power Systems

VDMA Power Systems ist ein Fachverband des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA. Der Fachverband vertritt im In- und Ausland die Interessen der Hersteller von Windenergie- und Wasserkraftanlagen, Brennstoffzellen, Gas-/Dampfturbinen und -anlagen sowie Motorenanlagen. Für sie alle dient VDMA Power Systems als Informations- und Kommunikationsplattform für alle Themen der Branchen wie Energiepolitik, Gesetzgebung, Marktanalysen, Messen, Normung, Standardisierung sowie Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Windenergie auf See (Offshore)

Über die Deutsche WindGuard

Im komplexen Energiemarkt steht die Deutsche WindGuard für unabhängige, herstellerneutrale Beratung und umfangreiche wissenschaftliche, technische und operative Leistungen im Bereich Windenergie. [Die Ausbaustatistik erstellt WindGuard seit 2012.](#)

Über den Bundesverband Windenergie e.V. (BWE)

Der Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) ist Partner von über 3.000 Unternehmen der Windenergiebranche und vertritt rund 20.000 Mitglieder. Der BWE konzentriert damit das gesamte Know-how der vielseitigen Branche.

Über den Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO)

Der BWO vertritt alle Unternehmen die Offshore-Windparks in der deutschen Nord- und Ostsee planen, bauen und betreiben. Damit bündelt der BWO die Kraft und das Knowhow für eine erfolgreiche Energiewende in Deutschland und Europa.

Über die Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE

Die Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE wurde 2005 auf Initiative und unter Moderation des Bundesumweltministeriums gegründet. Beteiligt waren außerdem die Küstenländer und sämtliche Wirtschaftsbereiche, die sich in der Offshore-Windenergie engagieren.

Über VDMA Power Systems

Der Fachverband Power Systems und seine Arbeitsgemeinschaften vertreten die Hersteller und Zulieferer von Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen.

Über den WAB e.V.

Die WAB vertritt Unternehmen und Institute entlang der gesamten Wertschöpfungskette rund um die Windenergie in der Nordwest-Region und ist bundesweiter Ansprechpartner für die Offshore-Windenergiebranche.

REN21 und die GSR Kollektion

Über REN21 und die GSR 2023 Kollektion

REN21 ist die einzige globale Gemeinschaft von Akteuren der erneuerbaren Energien aus den Bereichen Forschung, Bildung, Regierungen, Nichtregierungsorganisationen und der Industrie in allen Bereichen der erneuerbaren Energien. Unsere Gemeinschaft steht im Mittelpunkt unserer Daten- und Berichtsaktivitäten. Alle unsere Wissensaktivitäten, einschließlich der GSR 2023-Nachfragemodule, folgen einem einzigartigen Berichtsprozess, der es REN21 ermöglicht hat, weltweit als neutraler Daten- und Wissensvermittler anerkannt zu werden.

Seit seiner ersten Veröffentlichung im Jahr 2005 hat REN21 mit Tausenden von Mitwirkenden zusammengearbeitet, um laufende Entwicklungen und aufkommende Trends, die die Zukunft der erneuerbaren Energien prägen, in den Mittelpunkt zu stellen. Der Bericht wird jedes Jahr in Zusammenarbeit mit Hunderten von Experten und Freiwilligen erstellt, die Daten beisteuern, Kapitel überprüfen und den Bericht mitverfassen.

Ausgewählte Internetportale + KI (1)

Statistikportal Bund & Länder www.statistikportal.de

Herausgeber:

Statistische Ämter des Bundes und der Länder

E-Mail: Statistik-Portal@stala.bwl.de ; verantwortlich:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

70199 Stuttgart, Böblinger Straße 68

Telefon: 0711 641- 0; E-Mail: webmaster@stala.bwl.de

Kontakt: Frau Spegg

Info

Bevölkerung, Wirtschaft, Energie, Umwelt u.a, **sowie**

- **Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen**

www.ugrdl.de

- **Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen**

der Länder“; www.vgrdl.de

- **Länderarbeitskreis Energiebilanzen Bund-Länder**

www.lak-Energiebilanzen.de > mit Klimagasdaten

- **Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige**

Entwicklung; www.blak-ne.de

Energieportal Baden-Württemberg

www.energie.baden-wuerttemberg.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Postfach 103439; 70029 Stuttgart

Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Portal Energieatlas Baden-Württemberg

www.energieatlas-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart und

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

Info

Behördliche Informationen zum Thema Energie aus Baden-Württemberg

Versorgerportal Baden-Württemberg

www.versorger-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart

Tel.: 0711 / 126 – 0, Fax: +49 (711) 126-1259

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Info

Aufgaben der Energiekartellbehörde B.-W. (EKartB) und der Landesregulierungsbehörde B.-W. (LRegB), Netzentgelte, Gas- und Trinkwasserpreise, Informationen der 230 baden-württemb. Netzbetreiber

Portal Umwelt BW

www.umwelt-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Postfach 103439; 70029 Stuttgart

Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Info

Der direkte Draht zu allen Umwelt- und Klimaschutzinformationen in BW

Ausgewählte Internetportale + KI (2)

<p>Portal Qualifizierungskampagne Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg www.energie-aber-wie.de Herausgeber: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg Informationszentrum Energie</p> <p>Info Erneuerbare Energien, z.B. Infomaterial, Veranstaltungen, Referentenverzeichnis u.a</p>	<p>Windmonitor www.windmonitor.de Herausgeber: Fraunhofer IWES Institut Kassel Königstor 59, 34119 Kassel Info Windenergie – Technik, Statistik u.a. Portal Windenergie www.wind-energie.de Herausgeber Bundesverband WindEnergie e.V.; 10117 Berlin Info Politik, Statistik u.a.</p>
<p>Deutschlands Informationsportal zu erneuerbaren Energien www.unendlich-viel-Energie.de Herausgeber: Agentur für Erneuerbare Energien Info Informationen zu Erneuerbare Energien</p>	<p>Aktuelles zur Windenergienutzung: www.erneuerbare-energien.de Offshore Forum Windenergie: www.ofw-online.de Koordination der Projekte Nord- und Ostsee Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) www.offshore-win.de</p>
<p>Internationale Energiestatistik www.eia.gov Herausgeber: Office of Communications, EI-40 U.S. Energy Information Administration Forrestal Building Washington, DC 20585 Telephone: 202-586-8800 ; FAX: 202-586-0114 E-mail: infoctr@eia.gov</p>	<p>TTI Internetplattform Energiefakten www.energiefakten.de Herausgeber: Technologie-Transfer-Initiative GmbH an der Universität Stuttgart (TTI GmbH) Info Veröffentlichungen und Meinungen zu Energiefragen bei der nachhaltige Energieversorgung weltweit</p>

Ausgewählte Internetportale + KI (3)

Microsoft – Bing-Chat mit GPT-4

www.bing.com/chat

Herausgeber:

Microsoft Bing

Info

b Bing ist KI-gesteuerter Copilot für das Internet zu Themen – Fragen und Antworten

Infoportal Energiewende

Baden-Württemberg plus weltweit

www.dieter-bouse.de

Herausgeber:

Dieter Bouse, Diplom-Ingenieur

Werner-Messmer-Str. 6, 78315 Radolfzell am Bodensee

Tel.: 07732 / 8 23 62 30;

E-Mail: dieter.bouse@gmx.de

Info

Energiewende in Baden-Württemberg, Deutschland, EU-27 und weltweit

Ausgewählte Informationsstellen (1)

<p>Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) Postfach 103439; 70029 Stuttgart Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881 E-Mail: Poststelle@um.bwl.de ; Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Referat 64: Photovoltaik, <u>Windenergie</u>, Wasserkraft Leitung: TD Dr. Jenssen Tel.: 0711 / 126-1226; Fax: 0711 / 126-1258 Info Regierungsberatung; Information en, Veranstaltungen und Veröffentlichungen , z.B. Windenergieatlas u.a.</p>	<p>Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) Postfach 103439; 70029 Stuttgart Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881 E-Mail: Poststelle@um.bwl.de ; Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Referat 46: Genehmigungsverfahren Windenergieanlagen Leitung: N.N. Kontakt: TD Dr. Staiger Tel.: 0711 / 126-1252, Fax: 0711/126-2881 Info Genehmigungsverfahren Windenergieanlagen</p>
<p>Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Heßbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart, Internet: www.ier.uni-stuttgart.de Tel.: 0711 / 685-878-00; Fax: 0711/ 685-878-73 Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek Kontakt: AL Dr. Ludger Eltrop, AL Dr. Ulrich Fahl E-Mail: le@ier.uni-stuttgart.de, ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de, Tel.: 0711 / 685-878-11/ 16 / 30 Info Energiemärkte, GW-Analysen , Systemanalyse und Energiewirtschaft bzw. EE u.a.</p>	<p>Universität Stuttgart Stiftungslehrstuhl Windenergie (SWE) am Institut für Flugzeugbau Allmandring 5B, 70550 Stuttgart –Vaihingen Internet: www.uni-stuttgart.de/Windenergie/ Tel: 0711/6856-8253; Fax:0711/6856-8293 E-Mail: swe@ifb.uni-stuttgart.de Kontakt: Prof. Dr. Po Wen Cheng Info Forschung und Lehre Windenergie</p>
<p>Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe Internet: www.energieundklimaschutzbw.de Tel.: 07 2163 - 12020, Fax: 07 2163 – 12113 E-Mail: energieundklimaschutzBW@enbw.com Kontakt: Dr. Wolf-Dietrich Erhard Info Plattform für die Diskussion aktueller und allgemeiner Fragen rund um die Themen Energie und Klimawandel; Stiftungsmittel durch EnBW</p>	<p>Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e.V.- VfEW - Schützenstraße 6; 70182 Stuttgart Internet: www.vfew-bw.de Tel.: 0711/ 933491-20; Fax 0711 /933491-99 E-Mail: info@vfew-bw.de Internet: www.vfew-bw.de Kontakt: GF Matthias Wambach, GF Dr. Bernhard Schneider Stv. Info Energie (Strom Gas, Fernwärme), Wasser</p>

Ausgewählte Informationsstellen (2)

<p>Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Internet: www.fva-bw.de Tel.: 0761 / 4018 - 0 Fax: 0761 / 4018 - 333 E-Mail: FVA.BW@forst.bwl.de Leitung: Direktor Prof. Konstantin von Teuffel Info Windenergie & und Forst u.a.</p>	<p>Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) Kernerplatz 10, 70182 Stuttgart Internet: www.mir.baden-wuerttemberg.de Tel.: 0711/126-0; Fax: 0711/126-2255 E-Mail: Poststelle@mlr.bwl.de Kontakt: Info Windenergie & Umwelt u.a.</p>
<p>Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe Internet: www.lubw.bwl.de Telefon: 0721/5600-0 E-Mail: poststelle@lubw.bwl.de Leitung: Präsident Dr. Ulrich Maurer Info Windenergie & Umwelt u.a.</p>	<p>Bundesverband Windenergie e.V.(BEW) BEW-Landesbüro Baden-Württemberg Internet: www.wind-energie.de Gerberau 5 , 79098 Freiburg Tel: 0761 / 896 290055; Fax: 0761 / 404770 E-Mail: bw@bwe-regional.de Kontakt: Landesvorstand Dr. Walter Witzel Im Laimacker 93; 79249 Merzhausen Tel: 0761 / 406937 E-Mail: bw@bwe-regional.de Info Verbandsaktivitäten</p>
<p>Fachagentur zur Förderung eines natur-und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e.V. Fanny-Zobel-Straße 11; 12435 Berlin Tel.: +49 30 64 494 60-60; Fax: +49 30 64 494 60-61 E-Mail: post@fa-wind.de Internet: www.fachagentur-windenergie.de Kontakt: Info Förderung und Statistik Windenergie an Land</p>	<p>Ministerium für Verkehr (VM) Baden-Württemberg Hauptstätter Str. 67, 70178 Stuttgart Internet: www.mvi.baden-wuerttemberg.de Telefon: 0711/231-4 ; Fax: 0711 / 231-5818 E-Mail: poststelle@mvi.bwl.de Info Verkehrspolitik, Verkehrsbereiche, Planen und Bauen u.a.</p>

Ausgewählte Informationsstellen (3)

	<p>Statistisches Landesamt Baden-Württemberg Referat 44: Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen</p> <p>Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart Internet: www.statistik-baden-wuerttemberg.de Tel.: 0711 / 641-0; Fax: 0711 / 641-2440 Leitung: Präsidentin Dr. Carmina Brenner Kontakt: RL'in RD'in Monika Hin (Tel. 2672), E-Mail: Monika.Hin@stala.bwl.de; Frau Autzen M.A. (Tel. 2137)</p> <p>Info Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen Landesarbeitskreis Energiebilanzen der Länder, www.lak-Energiebilanzen.de</p>
<p>Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) IEE Bereich Energiewirtschaft und Netzbetrieb</p> <p>Königstor 59 34119 Kassel E-Mail: windmonitor@iee.fraunhofer.de www.iee.fraunhofer.de Kontakt: Prof. Dr. Kurt Rohrig</p> <p>Info: Windenergiereport Deutschland</p>	<p>Bundesamt für Naturschutz (BfN)</p> <p>Konstantinstr. 110, 53179 Bonn Internet: www.bfn.de Telefon: 0228 / 8491-0 ; Telefax: 0228 / 8491-9999 E-Mail: info@bfn.de</p> <p>Kontakt: Barbara Niedereggen</p> <p>Info Infos zum Thema Naturschutz und Energiewende sowie Artenschutz u.a.</p>
<p>Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) c/o.. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.</p> <p>Reinhardtstr. 32, 10117 Berlin Tel.: + 49 30 300199-1600, Fax: Internet: www.ag-energiebilanzen.de Kontakt: Michael Nickel E-Mail: m.nickel@ag-energiebilanzen.de</p> <p>Info Energiebilanzen für Deutschland</p>	<p>Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)</p> <p>Industriestr. 6, 70565 Stuttgart Internet: www.zsw-bw.de Tel.: 0711/7870-250, Fax: 0711/7870-200 Kontakt: GF Prof. Dr. Frithjof Staiß; E-Mail: frithjof.staiss@zsw-bw.de Dr. Frank Musiol, Dipl.-Ing Tobias Kelm;</p> <p>Info Statistik, Forschung, Gutachten, Veröffentlichungen</p>

Ausgewählte Informationsstellen (4)

BWWI Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin
Tel.: 01 888 / 615-0, Fax: 01 888/ 615 – 70 10
E-Mail: poststelle@bmwk.bund.de
Internet: www.bmwk.de

Kontakt:

Info

Wirtschaft-, Energie- und Klimaschutzpolitik

VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Power Systems Power

Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt
Tel.: 069 / 66 03-0 , Fax: 069 / 66 03-1511
E-Mail: beatrix.fontius@vdma.org

Internet: www.vdma.org

Kontakt: Presse-Ansprechpartner Beatrix Fontius

Info

Fachverband für Windenergieanlagen, Wasserkraftanlagen u.a.

Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)

Neustädtische Kirchstr. 6; 10117 Berlin
Internet: www.wind-energie.de
Tel: 030 212341-210/253; Fax: 030 212341-410
E-Mail: info@wind-energie.de
Kontakt: GF Henning Dettmer, Presse Frank Grüneisen
E-Mail: f.grueneisen@wind-energie.de

Info

Glossar zur Windenergie, Informationen und Folien zur Technik, Wirtschaft, Statistik, Gesetze, Marktübersicht, Literaturhinweise

Deutscher WindGuard

Oldenburger Straße 65, D-26316 Varel
Internet: www.windguard.de
Telefon: 04451 - 95 15-0 ;

Fax:04451 - 95 15-29 •

E-Mail: info@windguard.de

Kontakt: Cornelia von Zengen

Telefon (04451) 9515-240

Info

Windenergiestatistik, Dienstleistungen u.a.

Fraunhofer IWES

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik

Internet : www.iwes.fraunhofer.de www.windmonitor.de

Institut Kassel

Königstor 59; 34119 Kassel
Tel.: 0561-7294-0; Fax: 0561-7294-100

E-Mail: info@iwes.fraunhofer.de

IL Prof. Dr. Clemens Hoffmann

Institut Bremerhaven

Am Seedeich 45, 27572 Bremerhaven
Tel.: 0471 902629-0; Fax: 0471 902629-19

E-Mail: info@iwes.fraunhofer.de

IL Prof. Dr. Andreas Reuter

Info

Forschung und Entwicklung zur Nutzung der Windenergie, Messungen,

Windenergiereport., **Windmonitor** u.a.

UL International GmbH (DEWI)

Ebertstr. 96, 26382 Wilhelmshaven

Internet: www.dewi.de

Tel.: 04421-4808-0, Fax: 04421-4808-43

E-Mail: dewi@dewi.de

Kontakt: GF Jens Peter Molly;

Cristian Ender

Info

Herausgeber nationaler und internationaler Windenergiestatistik, Veröffentlichungen, Gutachten u.a.

Ausgewählte Informationsstellen (5)

<p>WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH Sommerdeich 14b, 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog Tel.: 04856-901-0, Fax: 04856-901-49 E-Mail: info@wtk.windtest.com Internet: www.windtest.de Kontakt: GF Volker Köhne</p> <p>Info Messungen im Bereich Windkraft</p>	<p>Agentur für Erneuerbare Energien Reinhardtstr. 18, 10117 Berlin Internet: www.unendlich-viel-energie.de Tel.: 030/200535-3; Fax: 030/200535-51 E-Mail: kontakt@unendlich-viel-energie.de Kontakt: GF Jörg Mayer j.mayer@unendlich-viel-energie.de</p> <p>Info Informationen über erneuerbare Energien</p>
<p>Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) Invalidenstraße 44; D-10115 Berlin Internet: www.bmdv.bund.de Telefon: +49 30 18 300-0; Fax: +49 30 18 300 1920 E-Mail: poststelle@bmdv-bund-mail.de Kontakt:</p> <p>Info Digitales und Verkehr</p>	<p>Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) / IWR.de GmbH Soester Str. 13; 48155 Münster Tel.: 0251 / 23 946 - 0 ; Fax: 0251 / 23 946 - 10 E-Mail: info@iwr.de ; Internet: www.iwr.de Kontakt: GF Dr. Norbert Allnoch</p> <p>Info Business-Welt der Regenerativen Energiewirtschaft , Marktplatz, Forschung, Private Investoren u.a.</p>
<p>Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) Bernhard-Nocht-Straße 78 ; 20359 Hamburg Tel. +49 40 3190-0 ; Fax: +49 40 3190-5000 Neptunallee 5; 18057 Rostock Tel. +49 381 4563-5; Fax: +40 381 4563-948 E-Mail: posteingang@bsh.de Internet: www.bsh.de Kontakt: Christian Dahmke</p> <p>Info Genehmigung von Windparks in der Nord- und Ostsee</p>	<p>Windenergie-Agentur Bremerhaven/Bremen e.V. (WAB) Schifferstrasse 10-14 (1. OG), 27568 Bremerhaven Tel.: 0471 - 391 77-0, Fax: 0471 - 391 77-19 E-Mail: info@windenergie-agentur.de Internet: www.windenergie-agentur.de Kontakt: GF Jan Rispens</p> <p>Info Informationen zur Windenergie in der Nordwest-Region</p>

Ausgewählte Informationsstellen (6)

<p>Fördergesellschaft Windenergie e.V. (FGW) Stresemannplatz 4; 24103 Kiel Tel.: 0431 - 66 8 77 64 Fax: 0431 - 66 8 77 65 E-Mail: info@wind-fgw.de Internet: www.wind-fgw.de Kontakt: GF Jens Rauch</p> <p>Info Beratung, Information, Windgutachter, Messungen, Forschung u.a.</p>	<p>Wirtschaftsverband Windkraftwerke e.V. (WVW) Geschäftsstelle Cuxhaven Peter-Henlein-Str. 2-4, 27472 Cuxhaven Tel.: 04721-71804, Fax: 04721-718373 Internet: www.wvwindkraft.de E-Mail: info@wvwindkraft.de Kontakt:</p> <p>Info Informationen zu Windkraftwerken</p>
<p>Forum für Zukunftsenergien e.V. Godesberger Allee 90, 53175 Bonn Tel.: 0228/959550; Fax: 0228/95955-50 E-Mail: energie.forum@t-online.de Internet: www.zukunftsenergien.de</p> <p>Info Veröffentlichungen, Veranstaltungen</p>	<p>Steinbeis-Europa-Zentrum Haus der Wirtschaft, Willi-Bleicher-Str. 19, 70174 Stuttgart Tel: 0711-1234010; Fax: 0711-1234011 Internet: www.steinbeis-europa.de Email: info@steinbeis-europa.de Kontakt: Direktor Prof. Dr. Norbert Hoepfner, Europabeauftragter des Wirtschaftsministers Baden-Württemberg Dr.-Ing. Petra Püchner; Dr. rer. nat. Jonathan Loeffler</p> <p>Info Beratung von EU-Förderprogrammen Forschung Energie u.a.</p>
<p>Dena Deutsche Energieagentur Internet: www.offshore-wind.de E-Mail: meinung@offshore-wind.de Kontakt: Paul Kreutzkamp</p> <p>Info Internetplattform zur Windenergienutzung in der Nord- und Ostsee sowie International</p>	<p>BTM Consult APs Denmark C. Christensen Allé 1. DK-6950 Ringkøbing Tel: +45 9732 5299. Fax: +45 9732 5593 Internet: www.btm.dk E-Mail: btm@btm.dk Kontakt: Direktor Per Krogsgaard</p> <p>Info Jährliche Prognose zum internationalen Windenergiemarkt, z.B Prognose 2009 bis 2013; März 2009</p>

Ausgewählte Informationsstellen (7)

<p>WWEA World Wind Energy Association Head Office Charles-de-Gaulle-Str. 5; 53113 Bonn Internet: www.wwindea.org Tel.: 0228 369 40 80; Fax: 0 228 369 40 84 Kontakt: Direktor Frank Rehmet</p> <p>Info Internationale Windenergie</p>	<p>European Wind Energy Association (EWEA) Renewable Energy House Rue d'Arlon 63-65; B-1040 Brüssel Internet: www.ewea.org Tel: +32 2213 1811; Fax: +32 2213 1890 E-mail: EWEA @ewea.org Kontakt:</p> <p>Info Windenergie in Europa und weltweit , Windenergiestatistik</p>
<p>Global Wind Energy Council (GWEC) Renewable Energy House Rue d'Arlon 63-65 ;1040 Brüssel, Belgien Tel: +32 2213 1811; Fax: +32 2213 1890 Internet: www.gwec.net E-Mail: info@gwec.net Kontakt: Vorsitzener Arthouros Zervos</p> <p>Info Internationale Windenergie, Globale Windenergiestatistik</p>	<p>Europäischer Kommissar für Energie Maros Sefcovic, Vizepräsident, Slowakei B - 1049 Brüssel (Belgien) Rue J.-A. Demont, 24-28 Fax: +32 (0) 2 299 1827 Internet: http://ec.europa.eu/energy Kontakt:</p> <p>Info Energie</p>
<p>Danish Wind Industry Association Rosenørns Allé 9, 5. sal DK-1970 Frederiksberg C, Denmark Internet: www.windpower.org Tel.: +45 3373 0330; Fax: +45 3373 0333 E-mail: danish@windpower.org Kontakt:</p> <p>Info Windenergie in Dänemark</p>	<p>Europäische Kommission eurostat Joseph Bech Gebäude, 5, rue Alphonse Weicker, L-2721 Luxemburg Internet: http://epp.eurostat.ec.europa.eu Kontakt: Presse Tel: (352) 4301 3344 4; Fax (352) 4301 3534 9 E-Mail: eurostat-pressoffice@ec.europa.eu</p> <p>Info EU-Statistiken Energie (z.B. Stromerzeugung Wind) u.a.</p>

Ausgewählte Informationsstellen (8)

<p>Landtag von Baden-Württemberg Haus des Landtags Konrad-Adenauer-Straße 3; 70173 Stuttgart Internet: www.landtag-bw.de Tel.: 0711/20 63 - 0 (Durchwahl); Fax 0711 /20 63 - 299 E-Mail post@landtag-bw.de Info Drucksachen zur Windenergie in BW u.a.; z.B. Drucksache 14/4269 Potenziale Wertschöpfung & Arbeitsplätze vom 30.03.2009; Drucksache 14/4992 Regionale Förderung vom 13.08.2009</p>	<p>IRENA Internationale Agentur für Erneuerbare Energien Old Airport Road in Abu Dhabi Corniche Road P.O. Box 236 Abu Dhabi, Vereinigte Arabische Emirate Tel.: Fax: 00971-2-6216499 Internet: www.irena.org Kontakt: Info Globale Netzwerke zum Thema Erneuerbare Energien</p>
<p>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Technische Thermodynamik, Universität Stuttgart Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITT) Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart Internet: www.st.dir.de/en/tt; Tel.: 0711 / 6862-0, Fax: 0711 / 6862-349 Kontakt: IL Prof. Dr. Hans Müller-Steinhagen (Tel. – 358) E-Mail: hans.mueller-steinhagen@dlr.de Dr.-Ing. Joachim Nitsch, Tel.: 0711-686-2483 E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de Info Erneuerbare Energien, Thermische Solarkraftwerke u.a.</p>	<p>FVEE Forschungsverbund Erneuerbare Energien Geschäftsstelle Informations- und Kommunikationszentrum Kekuléstraße 5, 12489 Berlin Tel.: 030 / 8062-1338/1337; Fax: 030/ 8062-1333 E-Mail: fvee@helmholtz-berlin.de Kontakt: GF Dr. Gerd Stadermann Petra Szczepanski , Öffentlichkeitsarbeit Info Ansprechpartner für Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Öffentlichkeitsarbeit Erneuerbare Energien, z.B. Broschüren, Lehrmaterial</p>
<p>BINE Informationsdienst Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen E-Mail: helpdesk@fiz-karlsruhe.de Internet : www.fiz-karlsruhe.de Kontakt: GF Sabine Brünger-Weilandt</p>	<p>BINE Informationsdienst Redaktion FIZ Karlsruhe - Büro Bonn Kaiserstraße 185-197; 53113 Bonn Tel. (+49) 228 92379-0; Fax (+49) 228 92379-29 E-Mail redaktion@bine.info Kontakt: RL Johannes Lang Info Energieforschung für die Praxis, z.B. Gebäude, Erneuerbare Energien, Industrie & Gewerbe, E-Erzeugung, E-Management</p>

Partner-Netzwerke Windenergie in Deutschland, Stand 31.12.2020

Über die jährlichen Zahlen „Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland“

In der Analyse der Deutschen WindGuard werden seit 2012 die Ausbauzahlen für die Windenergie auf See gesondert von jenen der Windenergie an Land erhoben. Die Auftraggeber sind der Bundesverband WindEnergie (BWE), der Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V., die Stiftung Offshore-Windenergie, der VDMA Power Systems und der WAB e.V.

Über den Bundesverband Windenergie e.V. (BWE)

Als Mitglied im Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) vertritt der BWE mit seinen über 20.000 Mitgliedern die gesamte Windenergiebranche. Gemeinsam sorgen die im deutschen Maschinenbau verankerte Zulieferer- und Herstellerindustrie, Projektierer, spezialisierte Rechtsanwälte, die Finanzbranche sowie Unternehmen aus den Bereichen Logistik, Bau, Service/Wartung sowie Speichertechnologien, Stromhändler, Netzbetreiber und Energieversorger dafür, dass der BWE zu allen Fragen rund um die Windenergie erster Ansprechpartner für Politik und Wirtschaft, Wissenschaft und Medien ist.

Über den Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO)

Der Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore (BWO) vertritt alle Unternehmen, die in Deutschland Offshore-Windparks planen, errichten und betreiben. Der BWO ist der zentrale Ansprechpartner für Politik und Behörden auf Bundesebene zu allen Fragen der Offshore-Windkraft.

Über die Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE

Die gemeinnützige Stiftung der deutschen Wirtschaft zur Nutzung und Erforschung der Windenergie auf See wurde 2005 auf Initiative der Branche und unter Moderation des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gegründet. Ziel der Stiftung ist es, die Rolle der Offshore-Windenergie im Energiemix der Zukunft in Deutschland und Europa zu festigen und ihren Ausbau im Interesse von Umwelt- und Klimaschutz voranzutreiben.

Über VDMA Power Systems

VDMA Power Systems ist ein Fachverband des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA e.V. Der Fachverband vertritt im In- und Ausland die Interessen der Hersteller von Windenergie- und Wasserkraftanlagen, Brennstoffzellen, Gas-/Dampfturbinen und -anlagen sowie Motorenanlagen. Für sie alle dient VDMA Power Systems als Informations- und Kommunikationsplattform für alle Themen der Branchen wie Energiepolitik, Gesetzgebung, Marktanalysen, Messen, Normung, Standardisierung sowie Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Über den WAB e.V.

Der WAB e.V. ist das führende Unternehmensnetzwerk für Windenergie in der Nordwest-Region und bundesweiter Ansprechpartner für die Offshore-Windenergiebranche in Deutschland. Dem Verein gehören Unternehmen und Institute aus allen Bereichen der Windenergie-Industrie, der maritimen Industrie sowie der Forschung an.

Bundesverband WindEnergie e.V.

Christoph Zipf
030 212341-217
c.zipf@wind-energie.de

Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V.

Matthias Philippi
030 28444-651
m.philippi@wind-energie.de

Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE

Sebastian Boie
030 27595-198
s.boie@offshore-stiftung.de

VDMA Power Systems

Beatrix Fontius
069 6603-1886
beatrix.fontius@vdma.org

WAB e.V.

Hans-Dieter Sohn
0173 2382802
hans.sohn@wab.net

Ausgewählte Informationsmaterialien (1)

Windatlas Baden-Württemberg 2019

Ausgabe 2/2019

Windfibel

Windenergienutzung – Technik, Planung und Genehmigung

4. Auflage: 8/2003

Windenergieerlass Baden-Württemberg

Gemeinsame Verwaltungsvorschrift der Ministerien Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Verkehr und Infrastruktur sowie Finanzen und Wirtschaft.
vom 09.05.2012, Az.: 64-4583/404

Herausgeber:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de;

Besucheradresse:

Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de

Schutzgebühr: kostenlos, pdf

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung 2022

Ausgabe 10/2023

Erneuerbare Energie in Deutschland 2022

Ausgabe 2/2023

Erneuerbare Energien

Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft

8. Auflage: 10/2011

Herausgeber:

**BWWI Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft
und Klimaschutz**

Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin

Tel.: 01 888 / 615-0, Fax: 01 888/ 615 – 70 10

E-Mail: poststelle@bmwk.bund.de

Internet: www.bmwk.de

Schutzgebühr: kostenlos

ZSW-Gutachten -Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg -Sachstand und Entwicklungsperspektiven

Ausgabe 9/2011

Herausgeber:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de;

Besucheradresse:

Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: ilona.szemelka@um.bwl.de

Schutzgebühr: kostenlos

Energiebericht 2022

Ausgabe 10/2022

Energiebericht kompakt 2023

Ausgabe 7/2023

Herausgeber:

UM BW & Stat. LA BW

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de;

Besucheradresse:

Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de

Schutzgebühr: kostenlos

Ausgewählte Informationsmaterialien (2)

<p>Barometer Erneuerbare Energien von EurObserv'ER“ Regelmäßige Jahres-Publikation zum Themenbereich erneuerbaren Energien in Europa (PDF-Dateien), Windenergie-Barometer 2023, Ausgabe 3/2023 Stand EE in Europa 2022, Ausgabe 3/2023</p> <p>Herausgeber: EurObserv'ER 146, rue de l'Université; 75007 Paris; Frankreich www.energie-srenouvelables.org/ec.europa.eu/energy/re/publications/barometers_en.htm www.euobserv.org Tel. : +33 (0)1 44 18 00 80; Fax : +33 (0)1 44 18 00 36 E-Mail: observ.er@energies-renouvelables.org; Kontakt: Frédéric Tuillé oder Gaëtan Fovez; Schutzgebühr: keine</p>	<p>The European offshore wind industry - key trends and statistics 2016, 1/2017</p> <p>Herausgeber: WWEA World Wind Energy Association Head Office Charles-de-Gaulle-Str. 5; 53113 Bonn Internet: www.wwindea.org Tel.: 0228 369 40 80; Fax: 0 228 369 40 84 Schutzgebühr: keine</p>
<p>Monitoring der Energiewende in Baden-Württemberg Statusbericht 2021 Ausgabe: 12/2022 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de; Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de Schutzgebühr: kostenlos</p>	<p>Status des Windenergieausbaus in D 2021, jeweils zu Land und auf See, Ausgaben 1/2022 Fakten zur Windenergie, A bis Z: Ausgabe 4/2015</p> <p>Herausgeber: Deutscher WindGuard - BWE - VDMA Power Systems Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) Marienstr. 19-20,; 10117 Berlin Internet: www.wind-energie.de Tel: 030 28482-106; Fax: 030 28482-107 E-Mail: info@wind-energie.de, Schutzgebühr : keine (PDF)</p>
<p>Klimaatlas Baden-Württemberg Ausgabe 5/2019 Herausgeber: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe Telefon: 0721/5600-0 E-Mail: poststelle@lubw.bwl.de Internet: www.lubwl.de Preis: 49 € mit CD ROM</p>	<p>Abschätzung der Ausbaupotenziale der Windenergie an Infrastrukturachsen und Entwicklung von Kriterien der Zulässigkeit Stand 3/2009 Herausgeber: Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit www.erneuerbare-energien.de Schutzgebühr: keine</p>

Ausgewählte Informationsmaterialien (3)

<p>Renewables 2023 Global Status Report Ausgabe 6/2023 Herausgeber REN21 Renewable Energy –Policy Network for the 21.st Century c/o UNEP 15, Rue de Milan F-75441 Paris CEDEX 09 Internet: www.ren21.net Schutzgebühr: keine, PDF-Datei</p>	<p>WINDENERGIESTATISTIK AUSGABE 2020 WWEA E.V HAUPTSITZ Charles-de-Gaulle-Str. 5 53113 Bonn Internet: www.wwea.de Tel.: +49 (0) 228 24269800; Fax: +49 (0) 228 24269802</p>
<p>IWET Wind-Lexikon Online-Lexikon zur Windenergie Internet: www.wind-lexikon.de Herausgeber: Dipl.-Ing. Friderike Gebhardt Nedderland 19, 28355 Bremen Schutzgebühr: kostenlos</p>	<p>Windenergiereport Deutschland 2018 Ausgabe: 4/2019 Herausgeber: Fraunhofer IEE Institut Kassel Königstor 59; 34119 Kassel Tel: +49 561 7294-0; Fax: +49 561 7294-100 Fraunhofer IEE Institut Bremerhaven Am Seedeich 45, 27572 Bremerhaven Tel.: 0471 902629-0; Fax: 0471 902629-19 Internet: www.iee.fraunhofer.de Schutzgebühr: PDF-Datei kostenlos Ausschnitte unter Windmonitor: www.windmonitor.de/report</p>
<p>Offshore-Windenergie Ein Überblick über die Aktivitäten in Deutschland Ausgabe 2/2015 Herausgeber: BWWI Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Energie Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin Tel.: 01 888 / 615-0, Fax: 01 888/ 615 – 70 10 E-Mail: poststelle@bmwi.bund.de Internet: www.bmwi.de Schutzgebühr: kostenlos</p>	<p>Global Wind Report 2022, Ausgabe 3/2023 Herausgeber: Global Wind Energy Council (GWEC) Renewable Energy House Rue d'Arlon 63-65 ;1040 Brüssel, Belgien Tel: +32 2213 1811; Fax: +32 2213 1890 Schutzgebühr: keine</p>

Ausgewählte Informationsmaterialien (4)

<p>IRENA Renewable Energy Capacity Statistics 2022 Ausgabe: 6/2023 Herausgeber: Agentur für Erneuerbare Energie www.irena.org statistics@irena.org</p>	<p>KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2021 Ausgabe 9/2021, pdf IEA Internationale Energieagentur, Paris</p>
<p>Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland 2020, Zusammenfassung Ausgabe 9/2021 Verfasser: TUM-IfE, Fraunhofer ISI, RWI Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2020, Ausgabe 12/2021 Verfasser: AGEB, EEFA, Braunkohle Energieverbrauch in Deutschland 1.-4. Quartal 2020 Bericht 1/2021 Verfasser: Herausgeber: BDEW, MWV, GVSt, Braunkohle, DIW-Berlin Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. c/o.. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Reinhardtstr. 32, 10117 Berlin Tel.: + 49 30 300199-1600, Fax: Internet: www.ag-energiebilanzen.de Kontakt: Michael Nickel</p>	<p>Novelle Gesetz zur Weiterentwicklung des Klimaschutzes Baden-Württemberg, Gesetzbeschluss 14.10.2020 und Novelle Gesetz zur Änderung des Klimaschutz-Gesetzes Baden-Württemberg, Gesetzbeschluss 06.10.2021 Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK), Beschluss 15. Juli 2014 Herausgeber: Landtag BW & Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: ilona.szemelka@um.bwl.de, Schutzgebühr: kostenlos</p>
<p>Erneuerbare Energien Report Ausgabe 2/2019 Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz (BFN) Konstantinstr. 110, 53179 Bonn Internet: www.bfn.de Schutzgebühr: PDF-Datei, keine</p>	<p>Renewable Energy 2022, Ausgabe 11/2022 IEA Internationale Energieagentur, Paris</p>

Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich Erneuerbare Energien*

Erneuerbare Energien	Geothermie	Solarenergie Solarwärme	Wasserkraft
Erneuerbare Energien Nationale und internationale Entwicklung	Geothermie Nationale und internationale Entwicklung	Solarthermie Nationale und internationale Entwicklung	Wasserkraft Nationale und internationale Entwicklung
		Solarthermieanlagen	
Bioenergie	Wärmepumpe	Solarenergie Solarstrom	Windenergie
Bioenergie Nationale und internationale Entwicklung	Wärmepumpen Nationale und internationale Entwicklung	Photovoltaik Nationale und internationale Entwicklung	Windenergie Nationale und Internationale Entwicklung
Biofestbrennstoffe	Gebäudeheizung mit Wärmepumpen	Netzgekoppelte PV-Anlagen	
Biogase	Wärmepumpen Wärmequelle Außenluft		Wasserstoff
Biokraftstoffe	Wärmepumpen Wärmequelle Geothermie	Solarthermische Kraftwerke	

* Foliensätze teilweise in Aktualisierung bzw. in Vorbereitung

Stand: 16.02.2018